

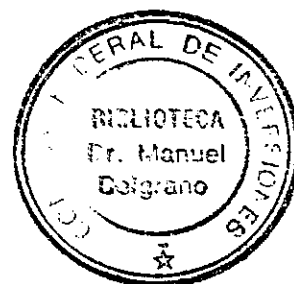
O/X.12  
C26es  
VI

MEN- 206

39036  
VI

CONVENIO  
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
PROVINCIA DE CATAMARCA

INFORME FINAL



"ESTUDIO INTEGRAL DEL SISTEMA  
PIRQUITAS Y MANEJO DE LA  
SUBCUENCA RIO LOS PUESTOS"

ETAPA I: ESTUDIOS BASICOS  
Tema: GEOMORFOLOGIA  
AÑO: 1993

O/X.12  
C26e  
VI

**CONVENIO  
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
PROVINCIA DE CATAMARCA**

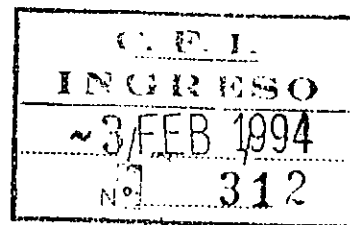
**Gobernador de la Pcia. de Catamarca:  
Dn. ARNOLDO ANIBAL CASTILLO  
Sec. Gral. C.F.I.: Ing. JUAN J. CIACERA**

**Representantes Pcia. Catamarca :**  
  
**Ing. ADOLFO FACTOR (SECYTCa)**  
**Ing. LUIS H. REBELLATO (S.O. Y S.P.)**

**Representantes del C.F.I.:**  
**Ing. HORACIO DIEZ (Jefe Infr. Hidrica)**  
**Ing. NORA ANTUNEZ**

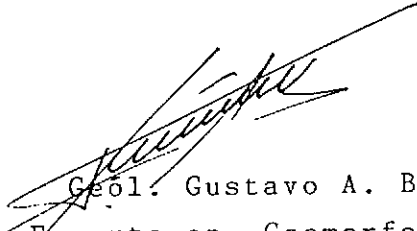
San Fernando del Valle de Catamarca, 02 de febrero de 1994

Sr. Secretario General  
Consejo Federal de Inversiones  
Ing. Juan José CIACERA  
SU DESPACHO



Tengo el agrado de dirigirme a Ud. con el objeto de elevar para su consideración 4 (cuatro) copias del Informe Final de // Geomorfología, correspondiente al "Estudio Integral del Sistema Pirquitas y Manejo de la Subcuenca del Río Los Puestos" (Expediente N° 2510 - Convenio C.F.I. - Provincia de Catamarca).

Sin otro particular le saludo con atenta consideración

  
Geól. Gustavo A. Báez  
Experto en Geomorfología

Geól. Gustavo A. Báez  
B° Los Pinos - Casa N° 87  
San Fernando del Valle de Catamarca  
Teléfono (0833) 24705

**CONVENIO  
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
PROVINCIA DE CATAMARCA**

***INFORME FINAL*  
GEOMORFOLOGIA**

**Ejecutado por:  
Geologo Gustavo BAEZ**

**Colaborador : Dante R. Vilte**

**Año : 1993**

## INDICE

- I - ANTECEDENTES
- II - INTRODUCCION
- III - UBICACION GEOGRAFICA DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS
- IV - GEOLOGIA REGIONAL
- V - GEOMORFOLOGIA REGIONAL
  - V.1 - RELIEVE
  - V.2 - DRENAJE
- VI - GEOMORFOLOGIA DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS
  - VI.1 - DESCRIPCION DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS
  - VI.2 - RED DE DRENAJE
- VII - EL DETERIORO DEL PAISAJE EN LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS
  - VII - FACTORES DE DETERIORO Y PROCESOS
- VIII - CLASIFICACION Y MAPEO DE PROCESOS MORFODINAMICOS
  - VIII.1 - OBJETIVO
  - VIII.2 - CRITERIOS METODOLOGICOS
  - VIII.3 - CLASIFICACION Y MAPEO
  - VIII.4 - APLICACION DEL METODO (ASPECTOS SOBRESALIENTES)
- IX - DETERMINACION DE PARAMETROS HIDROGEOMORFOLOGICOS
  - IX.1 - METODOLOGIA
- X - CONCLUSIONES
- XI - PROPUESTAS GENERALES DE SOLUCION
- XII - BIBLIOGRAFIA

## I - ANTECEDENTES

El principal enclave geográfico y humano de la Provincia/ de Catamarca tiene como recurso hídrico excluyente al río Del Valle y a las aguas subterráneas asociadas. Su módulo de 3.5 m<sup>3</sup>/seg. lo / ubica como el río de mayor caudal superficial en el territorio pro- vincial.

A mediados de 1961 finalizó la construcción de la presa / de embalse LAS PIRQUITAS, lo que posibilita desde entonces regular/ el régimen marcadamente estival del curso, procurando una mejor u-/ tilización de las aguas. Se ha logrado adecuar la disponibilidad // del recurso hídrico en lo referente a caudales de riego, se satis-/ face medianamente otro de sus objetivos como es la atenuación de // crecidas y no se ha cubierto lo que respecta a generación eléctrica a pie de presa.

Las batimetrías realizadas han permitido detectar una se- dimentación del embalse que progresa a un ritmo de 1 hm<sup>3</sup>/año, lo // que reduce la vida útil de la presa y produce un deterioro progresi- vo del servicio. La pérdida de capacidad del embalse se traduce ob- viaamente en una reducción de la capacidad hídrica disponible esta-/ cionalmente.

Estudios realizados por Agua y Energía Eléctrica S.E. an- te la evidencia de una acelerada colmatación del embalse en el año/ 1982, identifican a la subcuenca del río Los Puestos uno de los /// tres tributarios de orden superior al río Del Valle como la FUENTE/ DE SEDIMENTOS.

## II - INTRODUCCION

La región que comprende a la subcuenca del río Los Puentes es dominada por condiciones morfogenéticas de clima con rasgos/aridez, déficit hídrico y precipitaciones concentradas entre los // meses de diciembre-marzo. La amplitud térmica es marcada, tanto diaria como anualmente.

Las características morfoestructurales están representa-/ das por bloques montañosos separados por depresiones tectónicas que conforman valles longitudinales extensos o bolsones con un origen / cierto en una tectónica de deformación con dislocamiento de bloques a lo largo de fallas regionales.

Las serranías están condicionadas por la estructura geoló- gica y la litología. En un ambiente de basamento ígneo-metamórfico/ las áreas cumbrales son filos agudos y eventualmente suaves relie-/ ves ondulados desarrollados en depósitos limosos, las vertientes // rocosas respondiendo a los condicionamientos estructurales pueden/ ser abruptas o tendidas. Es marcado el control estructural de la // red de drenaje.

En el interior del valle, en el área pedemontana se des-/ tacan los amplios planos inclinados regulares, glacis (pedimentos o bajadas, en función de las características intrínsecas). Formados / los primeros por procesos donde predomina la erosión en mantos so-/ bre rocas duras; en los segundos participan procesos de acumulación incluso abanicos coalescentes, en este caso asociado a corrientes / torrenciales espasmódicas.

Características tales como: origen, estructura geológica, litología, relieve (en su acepción amplia); se constituyen a par-/ tir de su análisis y evaluación en los fundamentos de toda clasifi

cación geomorfológica que pueda realizarse en la región.

Y es en este contexto geomorfológico donde se reconocerán los factores de deterioro del paisaje y los procesos desencadenados en concordancia con el principio que establece que todo proceso degradatorio es una acción morfodinámica.

La clasificación se hará en el nivel de Unidades Geomorfológicas. Representadas por formas recurrentes en la región, homogéneas y regulares; son cartografiables en la escala propuesta para / el estudio.

Se amplian algunos conceptos, previo a la descripción de / las Unidades Geomorfológicas mapeadas, en lo relacionado a aspectos geológicos y geomorfológicos de la región.

### III - UBICACION GEOGRAFICA DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS

Dos elementos sobresalientes de las Sierras Pampeanas: la sierra de Aconquija y el grupo Ancasti-Ambato, conforman en la región un tramo serrano con carácter de vinculación o enlace.

Constituidos por un conjunto de cordones subparalelos con rumbo NNW-SSE que integran un cuerpo de sierra con la misma orientación, el macizo separa el extenso bolsón de Pipanaco (en territorio catamarqueño) de la llanura tucumana. El cordón más occidental continúa sin interrupción en la sierra de Ambato a través del cerro El Manchao, enfrentando la depresión de Pipanaco con su imponente flanco occidental.

La línea de cordones más oriental, por su parte se prolonga a través de la sierra del Alto en la sierra de Ancasti. Ambas encierran por el norte y noreste la depresión del Valle de Catamarca.



Los cordones intermedios no se extienden tan al sur, teniendo sus /  
despuntos a la altura de la ciudad de Catamarca.

La cuenca de aporte al río Del Valle de superficie aproxi-  
mada a los 1380 km<sup>2</sup>, esta delimitada al oeste por el cordón de El /  
Manchao, al norte por el sector septentrional de la sierra de Huma-  
ya y los Altos de Singuil, al este las cumbres de Balcozna-Lampaso/  
y se continua en la sierra de Graciana. Mapa 1

Entre los paralelos 27°54' y 28°03' de latitud sur y los/  
meridianos 65°45' y 65°55' de longitud oeste, delimitado por las li-  
neas de cumbres de la sierra de Humaya al oeste, de las cumbres de/  
Balcozna-Lampaso al este y la divisoria que se constituye en los Al-  
tos de Singuil por el norte se extiende la subcuenca del río Los //  
Puestos.

#### IV - GEOLOGIA REGIONAL

La geología de la región, propia de Sierras Pampeanas es-  
ta representada por el basamento cristalino, fracturado en bloques/  
alargados de norte a sur, restos de la cubierta terciaria y depósi-  
tos cuartarios. Mapa 2

--El basamento esta formado por esquistos filíticos y mica-  
cíticos cuarzosos en gran parte migmatizados y por granitos pretec-  
tónicos, sintectónicos y postectónicos.

Los esquistos se presentan sin inyección en el borde occi-  
dental, la esquistosidad es paralela a la estratificación con rumbo  
aproximado N-S e inclinación de 45° al este. La parte basal del com-  
plejo consiste en micacitas biotítico-muscovíticas, algo cuarzosas/  
de grano fino. Hacia arriba al este, se pasa a filitas verdes oscu-

ras y después a filitas cuarzosas bandeadas. Estas últimas constituyen la mayor parte del complejo, han sido profundamente inyectadas/ su composición original se observa en el valle de Singuil donde la/ esquistosidad es transversal a la estratificación representada por/ el bandeo. En las zonas inyectadas, casi las tres cuartas partes/ del complejo, ha borrado la estratificación y se presenta casi vertical. Por los planos de clivaje se han introducido las soluciones/ graníticas. Las migmatitas son de tipo venoso, con predominio de // cuarzo y oligoclasa, siguen en general los planos de esquistosidad, pueden presentar formas irregulares.

Los cuerpos graníticos pre-sintectónicos se encuentran en el área migmatítica, consisten en cuerpos lenticulares pequeños (10 a 100m), también de varios km como en la sierra de Humaya. Algunos/ cuerpos concordantes con los esquistos presentan una pronunciada de formación, los restantes muestran algo de cataclasis. La composición varía de granítica a tonalítica. El granito que forma estos // cuerpos es de grano mediano equigranular muscovítico. Los cuerpos// graníticos de San Ignacio y Los Pinos son intermedios sin y postectónicos con contactos concordantes en algunos casos.

Sobre el basamento peneplanizado se asienta la pila de sedimentos terciarios. La parte inferior consiste en areniscas grises claras o levemente rosadas de grano fino. Se hacen tuffíticas en la/ parte superior y luego pasan a conglomerados andesíticos. Luego vienen areniscas y conglomerados en el que el elemento volcánico (cristales de plagioclasa básica), es reemplazado por el proveniente del basamento (granitos, migmatitas, esquistos). Se observan relictos/ que se conservan en los valles tectónicos.

Los depósitos cuaternarios son principalmente sedimentos / de pie de sierra más o menos diferenciados en niveles.

La estructura está representada por bloques separados // por fallas inversas de rumbo N - S y volcados invariablemente al / este. La peneplanicie terciaria se encuentra bien conservada.

## V - GEOMORFOLOGIA REGIONAL

### V.1 - RELIEVE

El relieve responde a condiciones estructurales simples. El gran bloque de Aconquija dividido en dos por la falla de El Sun cho, se subdivide aún más en el área, dando origen a una serie de / bloques asimétricos con fracturas al oeste y volcados a unos 30° / aproximadamente al este-noreste.

Las sierras y las cuencas internas tienen forma longitu- dinal. Una de las características del relieve de la región es la / integridad de los cordones, cuyas líneas de cumbres no demuestran / incisiones que no se deban en general a factores estructurales.

Otro rasgo sobresaliente de las sierras es su sección a- simétrica, con la pendiente más abrupta al oeste. El flanco orien- tal constituido por una superficie notablmente regular, es incidi- do por ríos descendentes con interfluvios con restos bien conserva- dos de la peneplanicie terciaria. Sedimentos terciarios adosados a ella se conservan en los sectores más bajos. Esta superficie de pe- neplanización puede observarse en la sierra de Humaya.

En las superficies de erosión antiguas despojadas de su / cubierta terciaria, las rocas que las constituyen presentan alguna alteración.

La sierra de Humaya cuya vertiente oriental en su sector más meridional es drenada por el río Los Puestos, incrementa al // NNW su altura y ensancha coincidentemente su base de unos 7 km al sur a 16 km en el extremo norte. La erosión modificó la continuidad del bloque quedando la sierra de La Carreta separada en parte. El valle al oeste de origen tectónico es marcadamente asimétrico, se ensancha al NW de Humaya, permitiendo la formación del plano aluvial de Biscuchan. Hacia el poniente asciende con suavidad reflejando la peneplanicie terciaria hasta el borde del bloque en el filo en que se continua el cerro El Manchao. Más al oeste sigue la imponente caída al campo de Pipanaco. A esta falda la recortan profundas quebradas que alojan cursos torrenciales.

Al este de la línea del valle de El Suncho-Singuil el relieve presenta características similares. En el valle de Balcozna el relieve es marcadamente ondulado, originado por la disección del espeso relleno de valle del pie de monte que baja de la cumbre de Potrerillo.

La depresión entre las sierras de Humaya y Balcozna esta dividida por los Altos de Singuil. Al norte el río Singuil forma terrazas bien definidas en los sedimentos de pie de monte que bajan del oeste con asomos terciarios en las partes bajas. Al sur las sierras mencionadas delimitan el área de aporte del río Los Puestos objeto del ESTUDIO GEOMORFOLOGICO.

## V.2 - DRENAJE

En la región dentro del territorio catamarqueño tenemos cuatro ríos que siguen otros tantos valles longitudinales. De oeste a este, el valle de Humaya recorrido por el río Huañomil, entre

la sierra de Humaya y las cumbres de Balcozna-Lampaso, el río Los Puestos con cabecera en los Altos de Singuil, conformando el río / Del Valle, con un afluente importante del oeste, el río Ambato, // que ingresa en las proximidades de la localidad de La Puerta. Los ríos San Antonio y El Rosario, se unen al sur de la cumbrecita del Molle conformando el río Paclín. Los colectores vierten sus aguas/ en el valle de Catamarca.

## VI - GEOMORFOLOGIA DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS

### VI.1 - DESCRIPCION DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

El área de la subcuenca del río Los Puestos es un valle/ intermontano longitudinal, asimétrico; en él delimitamos Unidades/ Geomorfológicas integradas de acuerdo a sus características esen-/ ciales en un taxón superior -Asociación Geomorfológica-. Mapa 3

En la subcuenca es posible definir tres Asociaciones Geo- morfológicas, que son comunes en este sector de Sierras Pampeanas.

- 1) Area serrana o de vertientes rocosas. -S-
- 2) Area pedemontana interior, de planos inclinados con suave pen-/ diente y origen en procesos de erosión, acumulación y/o mixtos.  
-P-
- 3) Llanuras de faja fluvial. -F-

#### Area Serrana -S-

Reconocemos unidades con variantes según la corresponden cia con uno u otro de los flancos de sierras que enmarcan a la subcu enca.

S.a. - Vertiente occidental de las cumbres de Balcozna-Lampaso

S.a.1 - Superficie cumbral suavemente ondulada, a la que

contribuye una cubierta loésica más o menos espesa que cubre sin discontinuidad al relieve cumbral, dentro de los límites de la subcuenca la extensión areal no alcanza la significación de otras serranías.

S.a.2 - Vertiente abrupta (escarpa rocosa), de fuerte inclinación, recortada por numerosas quebradas paralelas surcadas por cursos torrenciales.

S.b. - Vertiente oriental de la sierra de Humaya.

En este caso solo aparecen enclaves aislados del relieve cumbral ondulado, por lo que no se considero a una Unidad diferenciada dentro de los límites de la subcuenca. El aspecto general de la linea divisoria es la de un filo agudo continuo.

S.b.2 - De esta manera se nomenclo a la vertiente de reverso de suave pendiente al oriente, de superficie bastante regular donde la influencia tectónica se hace evidente en los valles estructurales por los que discurren sistemas fluviales jerarquizados respecto de los de la vertiente que enfrenta. Los interfluvios como es común en la región conservan los rasgos de la peneplanicie terciaria.

#### Area pedemontana -P-

Adosados a los cordones montañosos, se mapearon dos niveles pedemontanos en cada caso; presentan diferencias morfológicas y genéticas que le confieren caracteres distintivos.

P.a. - Niveles pedemontanos de las cumbres de Balcozna-Lampaso ///  
(vertiente occidental).

Conforman una superficie extensa y equidimensional, dentro de los límites de la subcuenca.

P.a.1 - El nivel superior aparece incidido transversalmente por las corrientes que descienden de las / quebradas adyacentes en ajustada relación numérica; modelado en lomas en general normales al eje del valle, con formas lobuladas y bordes redondeados, tienen un talud empinado o escarpa de // frente al valle.

Las primeras observaciones en un corte en proximidades de Los Castillos, muestran a depósitos / terciarios que buzan al este erosionados con una cubierta cenoglomerádica discordante, al norte / fuera de la subcuenca en un corte de la ruta a / Balcozna el nivel se desarrolló sobre rocas del / basamento.

Se infiere en consecuencia que el nivel es una / superficie de aplanamiento de erosión, cubierto. Los suelos que se desarrollan en este nivel son / delgados, no aptos para laboreo agrícola, la vegetación arbórea es espaciada y los pastos naturales son consumidos por el ganado.

Hacia el sector norte se advierte un incremento / de espesor y mayor continuidad areal de materiales limosos.

P.a.2 - El nivel inferior de pie de monte, presenta una superficie más regular, con pendiente pareja al interior del valle; la densidad de drenaje es baja. Se trata de una típica bajada o glacis de acumulación formado por procesos de esas características, incluso en forma de abanicos que coalescen como se observa en el sector de La Aguadita.

En la porción más elevada, inmediata al talud // del nivel superior el material constituyente es/ muy grueso entre el que se intercalan depósitos/ limo-arenosos. Pendiente abajo esta cubierta se/ hace continua, se puede observar el espesor que/ alcanza el depósito en barrancas de hasta 15 metros o más desarrolladas en aquella.

Los suelos son apto para la agricultura.

P.b. - Niveles pedemontanos de la sierra de Humaya (vertiente o-// riental).

P.b.1 - En este caso el nivel superior, contrariamente / al de la ladera opuesta es de muy difícil definición y delimitación en las aerofotografías y reconocimiento en el terreno, representado por lomas aisladas fuertemente enmascaradas por materiales limosos a limo-arenosos, con su mejor expresión al norte de la localidad de Los Varela / en el Alto Grande, El Bolsón y los Altos de Singuil, donde el desarrollo es notable y participa



en la conformación del cierre norte de la sub- /  
cuenca.

Los datos de perforaciones no son muy explícitos para un diagnóstico, ubicadas en Los Varela, Alto Grande y El Bolsón, indican que bajo la cu- /  
bierta superior, continúan en profundidad depósi-  
tos de acarreo.

La evaluación de los elementos que se consideran disposición, datos de perforaciones y rasgos topográficos; nos llevan a describir a esta Unidad como un glacis de acumulación, fuertemente dise-  
gado, con una fisonomía de lomadas alargadas en/  
el sentido de la pendiente, adosadas a la sierra.

P.b.2 - Este nivel es el inferior o segundo nivel, con /  
características similares al que enfrenta, decre-  
ce su extensión en el sentido de la pendiente, /  
notablemente de norte a sur en concomitancia con  
un área de aporte menor.

Desarrollado a expensas del nivel superior al //  
que en algunos sectores remonta prácticamente //  
sin solución de continuidad, presenta una super-  
ficie topográfica regular con pendiente general/  
suave. La densidad de drenaje es baja, los cur-/  
sos se encajan en barrancos en forma similar al/  
opuesto.

Es un glacis de acumulación o bajada.

Desde la localidad de Los Talas y hacia el norte donde /

se observan claramente los dos niveles, la actividad agrícola es importante, favorecida por los suelos formados en la cubierta limosa, limo-arenosa.

#### Llanuras de Faja Fluvial -F-

En esta Asociación reconocemos dos Unidades, que alcanzan una discreta extensión superficial, desarrolladas en las corrientes con neto carácter de valles fluviales (tributarios principales) y especialmente en el colector de la subcuenca.

F.1. - Terrazas: Las terrazas de los ríos son superficies topográficas que indican niveles de pisos anteriores del curso.

En general son vestigios de llanuras aluviales anteriores, aunque pueden tener poco o nada de aluvión y por consiguiente se pueden clasificar como terrazas de erosión. Una terraza es producto de la erosión (Gilbert). La terraza se forma porque mediante erosión se desarrolló otro fondo plano de cauce, por debajo de uno anterior.

De acuerdo a las observaciones, estaríamos en presencia de un nivel de terraza, prácticamente sin cubierta aluvial, conformado en los depósitos de las bajadas y luego sujeto a erosión vertical.

F.2. - De esta manera nomenclamos a los cauces actuales (canal y lecho de inundación) de los cursos tributarios y del río Los Puestos.

En algunos sectores donde la terraza tiene una superfi-

cie algo más extendida se practica la agricultura.

## VI.2 -RED DE DRENAJE

La red de drenaje de la subcuenca del río Los Puestos, / consta de un colector elongado longitudinalmente y un gran número / de afluentes (cursos de régimen no permanente), de fuertes pendientes que escurren desde las cumbres de los cuerpos serranos que enmarcan al valle. Mapa 4

El modelo de drenaje, responde a una configuración ordenada y regular.

Los tributarios del río Los Puestos se inician en los filos de los bloques que conforman las sierras, constituidas por rocas del basamento cristalino, de declives pronunciados, con estructuras que controlan el drenaje y configuran una red con espaciamientos de los ríos en forma paralela o casi paralela; el modelo / es paralelo.

El valle es asimétrico, una de las laderas es un frente / de falla muy empinado, la otra es de pendiente suave. Debido a la / influencia de este rasgo, existe una asimetría en el modelo de la / red. Los cursos que descendían de las cumbres de Balcozna-Lampaso / son más cortos, se concentran en menor medida que en la vertiente / opuesta y son menos numerosos; en la vertiente oriental de la sierra de Humaya, los cursos son más extendidos y hay jerarquización / por concentración de las escorrentías. El perfil es el característico en V de valles estructurales en ambiente de basamento.

Al ingresar los cursos a los depósitos que constituyen / los niveles pedemontanos se reducen notablemente en número, consecuentemente es menor el número de afluentes del colector principal.

La textura de la red cambia de fina a gruesa.

## VII - EL DETERIORO DEL PAISAJE EN LA CUENCA DEL RIO LOS PUESTOS

### VII.1 - FACTORES DEL DETERIORO Y PROCESOS

En el área de la subcuenca actúan procesos degradato-//  
rios, que son el resultado de la influencia de factores variados//  
que dependen del clima, el relieve, suelos erodables y la acción//  
antrópica.

En las Unidades Geomorfológicas delimitadas, la erosión  
hídrica es el proceso de deterioro del paisaje sobresaliente, en-//  
tre otros actuantes, tanto donde se generan los escurrimientos, co-  
mo donde se receptan.

Desde una perspectiva geomorfológica, se distinguen en//  
la subcuenca dos grandes áreas donde actúan los procesos degrada-//  
torios, que se corresponden con las Asociaciones Geomorfológicas /  
(Área serrana y Área Pedemontana), la primera es el área donde se//  
generan los escurrimientos y la segunda es el área receptora.

Los factores de degradación en el área serrana son:

- Deforestación, sobrepastoreo e incendios.
- Alternancia climática estacional, entre árido a sub-//  
tropical seco con un corto período de clima frío.
- Dominio de la meteorización física, erosión hídrica y//  
remoción en masa.

En un paisaje con una cubierta vegetal discontinua, afec-  
tado por agentes climáticos (precipitaciones, insolación, cambios /  
térmicos diarios y estacionales), ocurren los siguientes procesos://

- Incremento de la deleznableidad de las rocas del basa-//

mento e intensa arenización de sus componentes.

- Acción de procesos de remoción en tipo y extensión diversa.
- Incremento del escurrimiento superficial en forma de/flujo difuso o concentrado y aumento de la capacidad/erosiva en condiciones normales de precipitación.

Los factores de degradación en el área pedemontana son:

- Deforestación, sobrepastoreo, prácticas agrícolas inadecuadas en secano fundamentalmente y bajo riego.
- Alternancia climática.

Los procesos de deterioro se manifiestan tanto sobre // los sectores más elevados del pie de monte, como en los más deprimidos:

- Erosión hídrica de tipo laminar o mantiforme, asociada al escurrimiento difuso.
- En las corrientes que recorren las Unidades del pie / de monte, a efectos de interpretación, discriminamos/ aquellas con carácter de valle fluvial (mencionado en VI.1 -Llanuras de Faja Fluvial-), cursos de tributa-/ rios principales del río Los Puestos, donde se obser- varon efectos de erosión hídrica de márgenes, de o- / tros que son vías de evacuación eventuales que conser- van las características de evolución por erosión re-/ trogradante, con una configuración de cárcavas y en / algunos casos alcanzan las dimensiones de barrancos.

Los materiales gruesos transportados en crecientes // desde el área serrana y los que se incorporan en el /

área pedemontana, disponibles por la acción de los procesos actuantes, pasan a formar parte de los cauces; / la fracción más fina es transportada aguas abajo.

## VIII - CLASIFICACION Y MAPEO DE PROCESOS MORFODINAMICOS

### VIII.1 - OBJETIVO

Se evalúan los procesos modeladores del relieve en el // contexto geomorfológico definido en la subcuenca.

Se relevaron las características fisiográficas y los procesos morfodinámicos; se efectuó mediante fotointerpretación de aerofotografías del vuelo realizado en mayo de 1993, comparación y / contraste con aerofotografías del año 1968, observaciones en el terreno, mediciones en la cartografía de la subcuenca y la consulta / a participantes en el Proyecto.

Esto ha posibilitado desarrollar un sistema de clasificación de tipo semicuantitativo, orientado a dar mayor objetividad / a la definición de la intensidad de los procesos morfodinámicos actuantes.

### VIII.2 - CRITERIOS METODOLOGICOS

En la aplicación del método se consideraron los siguientes criterios:

1. - Se utilizó como base conceptual la cartografía e información / geomorfológica elaborada de la subcuenca. La fotointerpretación se ajustó a la carta planialtimétrica obtenida por restitución en escala 1:20000. Mapa 3
- 2 - Se efectuó el análisis y evaluación de los procesos morfodinámicos en cada Unidad Geomorfológica.

- 3 - Se cartografiaron las principales formas de erosión hídrica, / tales como erosión laminar, cárcavas, barrancos, otros y la re moción en masa.
- 4 - La superficie de cada Unidad Geomorfológica y el área ocupada/ por las formas de erosión laminar y remoción en masa se midie- ron con planímetro. Las longitudes de cárcavas y barrancos se/ midieron con curvímetro.
- 5 - En lo que respecta a las corrientes que recorren el pie de mon- te, a aquellas con características de valle fluvial, que alo-/ jan a los tributarios de mayor importancia, le correspondió la evaluación de procesos propios de las Unidades incluidas en la Asociación Llanuras de Faja Fluvial; al otro grupo de corrien- que son eventuales vías de evacuación de área menores, que de- ben su actual configuración a la erosión retrogradante, se las incorpora en el análisis, en las Unidades propias del Area Pe- demontana.

### VIII.3 - CLASIFICACION Y MAPEO

La clasificación se realizó según CLASES y UNIDADES DE / INTENSIDAD de la actividad de los procesos morfodinámicos.

En la evaluación se consideraron los caracteres fisiográ- ficos; los procesos degradatorios, identificados a partir de las / formas resultantes de la acción de los mismos.

Las CLASES de la clasificación adoptada, reflejan la in- tensidad de la actividad de los procesos. Se consideran cuatro cla- ses representadas con números romanos.

Las UNIDADES destacan a el/los procesos actuantes, indi-

cado/s con una letra, acompañada por subíndices que precisan la extensión areal o longitudinal alcanzada por las formas en porcentaje y en m/ha respectivamente y el tipo predominante.

La Tabla 1 incluye los elementos considerados en la evaluación (características fisiográficas - procesos morfodinámicos) / y la clasificación propiamente dicha. El Anexo 1, complementario, // informa sobre categorías y rangos.

CLASES y UNIDADES DE INTENSIDAD se representan siguiendo los lineamientos establecidos en el Mapa 5.

#### VIII.4 - APLICACION DEL METODO (ASPECTOS SOBRESALIENTES)

##### Superficies y Pendientes

La superficie de la subcuenca es aproximadamente igual a/ 23700 has.

De esta superficie corresponde al Area Serrana el 51% del total, unas 12100 has. La vertiente oriental de la sierra de Humaya es la Unidad Geomorfológica de mayor extensión areal y su pendiente promedio 14 %. En el faldeo occidental de las cumbres de Balcozna-Lampaso, la Unidad Geomorfológica nominada (Vertiente abrupta), con una superficie de 2263 has, es la de mayor pendiente, 40 %.

En el Area Pedemontana de las cumbres de Balcozna-Lampaso el Nivel inferior, es la Unidad Geomorfológica de pie de monte con/ mayor superficie y mayor longitud de pendiente.

##### Litología

Las Asociaciones Geomorfológicas delimitadas en la sub- / cuenca y las Unidades comprendidas en ellas se corresponden con U- / nidades Litológicas.



Para el Area Serrana, metamorfitas, cuerpos ígneos de tipo granítico o granodiorítico y filones pegmatíticos propios del Basamento

Acumulaciones cuartarias principalmente, producto de la / desagregación y arrastre de materiales provenientes del Area Serrana, depositados en niveles que conforman el Area Pedemontana de granulometría variada con predominio de la fracción arenas finas y limos.

### Suelos y Usos

Los suelos del Area Serrana son en general superficiales/ o muy superficiales, pobremente estructurados, arenosos, franco arenosos, franco limosos, con limitaciones para la agricultura.

La vegetación comprende a pastizales y bosques repartidos en superficies similares en una y otra vertiente (oriental de sie-rra de Humaya y occidental de Balcozna-Lampaso).

Los suelos en el Area Pedemontana presentan un incipiente desarrollo del perfil, el material originario es areno-limoso con / presencia de materiales gruesos (arenas gruesas, guijarros, gravas) que indican los aportes fluviales.

La cobertura con árboles es variada y se practica la agricultura. La superficie sistematizada alcanza al 6,5% del total de / la subcuenca, unas 1500 has, advirtiéndose por la regeneración de / la vegetación natural, el abandono de la actividad en algunas parcelas. En general, la agricultura se practica sin un carácter conservacionista, incluso en explotaciones de importancia. Obviamente, // suelos desprotegidos y en pendiente, favorecen la producción de materiales por erosión laminar o mantiforme.

En toda la superficie de la subcuenca el bosque esta profundamente alterado por la explotación forestal. El pastizal aparece degradado debido al exceso de carga y a los incendios recurrentes. Esto fuerza la ampliación de la superficie descubierta susceptible a los procesos degradatorios.

El porcentaje de superficie efectivamente protegida por vegetación, adoptado para la subcuenca, es de 65%; un grado de protección medio en un rango de 50 a 80%.

#### Procesos morfodinámicos

El Area Serrana es afectada por procesos de remoción en masa. En la vertiente occidental de las cumbres de Balcozna-Lampaso se combinan pendiente, litología y estructura geológica, originando el despegue y posterior deslizamiento de materiales. Se observaron deslizamientos activos típicos e indicadores de actividad pasada // (nichos estabilizados por vegetación). En la vertiente oriental de la sierra de Humaya el tipo de proceso de remoción que se reconoce es el de reptación de suelos y materiales desagregados por procesos de meteorización física, observándose fundamentalmente en vertientes orientadas al norte como depresiones extendidas sin surcos de escurrimiento y el substrato rocoso expuesto.

Donde la cubierta vegetal es de menor calidad, ya sea por su exposición o estar sujeta a incendios o sobrepastoreo, su acción estabilizadora es menos efectiva; se dan las condiciones para que procesos de esta naturaleza se activen.

Cabe destacar que si bien la remoción en masa es un proceso con características definidas, en el Area Serrana de la subcuenca existe una interrelación con los demás procesos degradatorios.

En el Area Pedemontana el 36% de la superficie es afectada por erosión hídrica de tipo laminar o mantiforme vinculada al escurrimiento difuso, constituyendose en el proceso degradatorio / más importante, si se tiene en cuenta (Bergsma 1982), que es el // causante de las mayores pérdidas de suelo. Se manifiesta particularmente en las tierras cultivadas, intensificada por la disminución de la cobertura y laboreos no conservacionistas.

Quienes llevamos a cabo los trabajos de Geomorfología, / pudimos constatar en la última semana del mes de diciembre de 1993 la intensidad de la erosión laminar que afecta a estos terrenos // sin ninguna protección, originada por una precipitación normal al iniciarse la estación de lluvias.

El escurrimiento concentrado, como flujo esporádico evoluciona en procesos de cárcavamiento y en casos extremos conformación de barrancos. Estas formas aparecen estabilizadas en diversos puntos de observación. En las Unidades Geomorfológicas del pie de monte estos procesos aparecen subordinados a la erosión laminar o mantiforme.

Se recorrieron el colector principal de la subcuenca y / sus tributarios con el objeto de identificar el/los procesos morfológicos actuantes en las Unidades Geomorfológicas de la Faja Fluvial; en la erosión fluvial de márgenes se reconoció al proceso degradatorio más relevante. Como indicativos detectamos: acumulación de material por desplomes, taludes inestables y oquedades.

#### Clasificación

La CLASE para el Area Serrana determinada a partir de // las observaciones y mediciones es [II Moderada]. En la vertiente /

occidental de la sierra de Humaya, se delimitaron sectores en función de sus características fisiográficas y el/los procesos dominantes; se definieron las CLASES y UNIDADES DE INTENSIDAD respectivas y se determinó la CLASE promedio para la Unidad Geomorfológica. En el sector sur de la misma, no se han detectado y consecuentemente cuantificado a procesos degradatorios preeminentes, / hecho que se fundamenta en una cubierta arbórea en mejores condiciones (menor actividad antrópica?); no se identifican ni se indican UNIDADES DE INTENSIDAD.

En el Area Pedemontana, para los niveles inferiores de pie de monte las observaciones y mediciones permiten asignarle la CLASE [III Severa]. El nivel superior de pie de monte de las cumbreras de Balcozna-Lampaso, fue sectorizado también considerando caracteres fisiográficos y de el/los procesos degradatorios dominantes, se indican las UNIDADES DE INTENSIDAD respectivas y la CLASE promedio para la Unidad tratada.

Por último en la Faja Fluvial, para establecer un orden de magnitud de la intensidad del proceso reconocido, (no hay referencia en la bibliografía), se compararon aerofotografías del año 1968 y las de 1993 de puntos predeterminados, observados en el terreno, lo que nos ha permitido advertir que no existen modificaciones sustanciales en la morfología de los cauces y terrenos ribereños; en una postura conservadora adoptamos para las Unidades, la CLASE [II Moderada].

#### IX - DETERMINACION DE PARAMETROS HIDROGEOMORFOLOGICOS

Se analizaron los componentes básicos del medio físico/

con el objeto de describirlos y clasificarlos de modo sistemático (cuantificación). Esto implicó concretamente, medir las propiedades geométricas de la superficie sólida de la subcuenca.

Ordenados dimensionalmente, los componentes básicos o / propiedades geométricas son:

#### Propiedades lineales del sistema de cauces de los ríos

Se analizó un sistema ramificado de líneas, donde no se considera el ancho de los cauces; las propiedades lineales se limitan a cifras, longitudes y a combinaciones de las diferentes series de segmentos proyectados horizontalmente.

#### Propiedades superficiales de las cuencas de drenaje

Se consideran el área, la forma de la cuenca, relaciones de cauces, longitudes de cauces y el área de la cuenca y relaciones de áreas de cuencas de distintos órdenes.

#### Propiedades del relieve

Se refiere a las alturas relativas de líneas y superficies con respecto a la base horizontal de referencia.

Entre las características físicas de una cuenca y el // comportamiento hidrológico, hay una estrecha y obvia correspondencia; consecuentemente la cuantificación es de gran utilidad para la determinación de valores hidrológicos.

### IX.1 - METODOLOGIA

#### Análisis de las propiedades lineales de la red de drenaje

Las determinaciones se realizaron a partir del establecimiento de un ordenamiento de los cursos de agua en la subcuenca asignándoles a los mismos jerarquías u órdenes (el esquema es el/

siguiente: cursos de primer orden son los que no reciben tributarios, dos de primer orden conforman uno de segundo, dos cursos / de segundo orden, uno de tercero y así sucesivamente; la afluen- / cia de un curso que no sea de un orden inmediato inferior a uno / de orden superior no le modifica el orden. El colector principal / de la subcuenca es el curso de mayor orden. En el Mapa 4, se ha / ordenado la red de drenaje según jerarquías. Posteriormente se // procedió al conteo de los cursos y mediciones de longitudes. Con / la información obtenida se confeccionó la Tabla 2, pudiéndose de- / finir en consecuencia las leyes de composición del drenaje.

#### 1º) Ley del número de cursos de agua

Esta primera ley establece que "el número de corrientes de distintos órdenes en una cuenca de drenaje tiende a aprox\_i marse a una serie geométrica inversa en el cual el primer tér\_ mino es la unidad y la razón es la Relación de Bifurcación".

$$Nu = Rb^S - u$$

Nu= número de cursos de agua

Rb= relación de bifurcación

s= orden de la cuenca

u= orden en consideración

En el Gráfico a de la Figura N° 1 se plotean número de cursos vs número de orden, obteniéndose la recta de regresión de la / subcuenca, función exponencial negativa.

#### Relación de Bifurcación

Proporcionalidad que existe entre el número de cursos en un / orden dado y el número de cursos de orden inmediato superior.

La Relación de Bifurcación de la subcuenca es igual a 3.37.-

La Planilla N° 1 es la Salida de Regresión que determinó el /  
valor de la Relación de Bifurcación.

2º) Ley de la longitud media de los cursos

Esta ley dice que "la longitud promedio de corrientes de cada/  
uno de los distintos órdenes en una cuenca de drenaje tiende/  
a aproximarse estrechamente a una serie geométrica directa, /  
en el cual el primer término es la longitud promedio de los//  
cursos de primer orden".

$$\overline{L}_u = L_1 \cdot R_l^{u-1}$$

$L_u$  = longitud promedio de los cur-  
sos de orden  $u$

$L_1$  = longitud promedio de los cur-  
sos de primer orden

$u$  = orden en consideración

$R_l$  = relación de longitud

En el Gráfico b de la Figura N° 2 se plotean longitud media /  
de los segmentos de cada orden vs número de orden, obteniénd-/  
dose la recta de regresión de la subcuenca, función exponen-/  
cial positiva.

Relación de Longitud

Es la relación entre la longitud media de los segmentos de un  
orden dado y la longitud media de los segmentos de orden inme-  
diato inferior.

La Relación de Longitud de la subcuenca es igual a 1.75

La Planilla N° 2 es la Salida de Regresión que determinó el /  
valor de la Relación de Longitud.

Valor Rho

Este valor que es el cociente entre las Relaciones de // Longitud y Bifurcación, permite estimar la capacidad de almacenamiento hídrico en la red de drenaje, lo cual a su vez es factor // principal en la modelación de intensidades de los picos de crecida.

$$Rho = Rl/Rb$$

El Valor Rho para la subcuenca del río Los Puestos es igual a 0,51

#### Análisis de las propiedades superficiales de la subcuenca

Se determinan para la subcuenca los parámetros que describen aspectos relacionados con el área de la subcuenca. Se realizaron previamente mediciones (superficie y perímetro), medición de la longitud del cauce principal, el número total de cauces y la longitud total son conocidos. Se graficaron los contornos (perímetros) de las cuencas de aporte de los cursos de orden 6º, 5º y 4º, para definir la "Ley de áreas medias de cursos de órdenes diferentes de la subcuenca".

Los parámetros determinados son:

#### Indice de Compacidad

$$Ic = 0,28 \cdot \frac{P}{Sc^{1/2}}$$

P= perímetro de la subcuenca

$$Sc^{1/2}$$

Sc= superficie de la subcuenca

Este Indice establece una relación entre el perímetro de la subcuenca y el perímetro de un círculo de igual superficie. Siempre es mayor o igual a 1; cuanto más próximo el Indice a la unidad la forma de la subcuenca será más circular. La forma precisamente está ligada a la manera con que llegan los aportes al curso principal y es un factor determinante en las características de las crecidas.



### Factor de Forma

$$Ff = \frac{Am}{L^2} \quad \frac{Sc/L}{L} \quad \frac{Sc}{L^2}$$

Am= ancho medio de la cuenca A/L/  
en km<sup>2</sup>/ km

l= longitud del curso de agua //  
más largo en km

Sc= área de la subcuenca en km<sup>2</sup> /

Es un elemento comparativo para caracterizar la magnitud de las//  
crecientes de igual tamaño y similares características hidrológicas.

### Densidad de drenaje

$$Dd = \frac{Li}{Sc}$$

Li= longitud total de los cursos/  
en km

Sc= área de la subcuenca en km<sup>2</sup>

Relaciona la longitud total de cursos de agua y el área de la subcuenca. Un valor alto de este parámetro indica que las precipitaciones influirán inmediatamente sobre la descarga de los ríos //(tiempos de concentración cortos). Da idea del grado de permeabilidad o impermeabilidad del terreno.

### Frecuencia de cursos

$$Fr = \frac{N}{Sc}$$

N= número de cursos

Sc= área de la subcuenca en km<sup>2</sup>

Relaciona el número total de cursos con el área total de la subcuenca.

### Extensión media del escurrimiento superficial

$$Es = \frac{Sc}{4 Li}$$

Li= longitud total de los cursos en km

Sc= área de la subcuenca en km<sup>2</sup>

Nos indica la distancia media que el agua precipitada deberá reco

rrer hasta llegar a un curso de agua. Los parámetros superficia-  
les de la subcuenca están asentados en la Tabla 3.

### Relaciones de áreas medias de cuencas de cursos de diferentes órdenes

El área  $A_u$  de aporte a un curso de orden superior definida en su proyección horizontal, contribuye con toda su superficie al cauce principal del orden respectivo e incluye a todos los tributarios de orden menor y sus áreas de aporte.

Por ejemplo el área de una cuenca de cuarto orden, acumula las áreas de primero, segundo y tercer orden, más el adicional de las áreas intracuencas que contribuyen directamente al // cauce de orden superior.

$$A_u = \left( \sum_{i=1}^N A_1 + \sum_{i=1}^N A_2 + \sum_{i=1}^N A_u - 1 \right) + \dots + \left( \sum_{i=1}^N A_{o1} + \dots + \sum_{i=1}^N A_{ou} - 1 \right)$$

Horton establece que las medias de las superficies de las cuencas de drenaje de orden progresivo se incrementan en una secuencia // geométrica y la relación es una "Ley de áreas de cursos de agua / que establece que "Las medias de áreas de las cuencas de aporte a cursos de cualquier orden tiende a aproximarse a una serie geométrica directa, donde el primer término es la media de las áreas / de los cursos de primer orden".

Se escribe bajo la forma:

$$\bar{A}_u = A_1 \cdot R_a^{u-1}$$

$A_u$  = superficie media de las cuencas de/  
orden  $u$

$A_1$  = es la media de las áreas de las //  
cuencas de primer orden

$R_a$  = es un área de radio análogo al área  
de radio  $R_1$  del curso

En el Gráfico c de la Figura N° 3 se plotean áreas medias de/ los cursos de orden 4º, 5º, 6º y 7º, vs ordenes, obteniéndose la recta de regresión de la subcuenca, función exponencial po  
sitiva.

La Planilla N° 3 es la Salida de Regresión que determinó el / valor de la Relación de Areas que es igual a 2.18.

### Análisis de las propiedades del relieve

Las propiedades del relieve pueden considerarse relacio  
nadas con la tercera dimensión perpendicular a la base horizontal sobre la que se llevan a cabo las mediciones planimétricas. El re  
lieve expresa la magnitud de la dimensión vertical del paisaje. A  
quí consideramos la altitud de un punto respecto a otro, que pue  
den ser de un cauce, la apreciación de pendientes ya sea de una / corriente de agua o de una ladera. Los parámetros que se calcula  
ron son los siguientes:

#### Pendiente media

$$P_m = \frac{C_1 - C_2}{L}$$

C1= cota superior en km

C2= cota inferior en km

L= long. del curso principal en /  
km

Indica la pendiente entre dos puntos extremos del cauce principal  
La pendiente media del curso principal es un elemento determinan  
te en la estimación del tiempo de concentración de una cuenca, //  
guardando una relación inversa. En la Figura N° 4 se graficó el /  
perfil longitudinal del cauce principal de la subcuenca.

#### Pendiente media ponderada

$$Pmp = \frac{\text{Equidistancia}}{\text{Separación media entre curvas de nivel}} \quad (1)$$

$$\text{Separación media} = \frac{\text{Superficie subcuenca}}{\text{Suma del desarrollo de las curvas de nivel}} \quad (2)$$

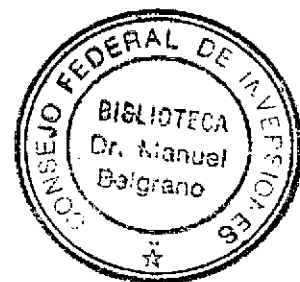
$$\text{En (1), } Pmp = \frac{\text{Equidistancia} \cdot \text{Suma desarrollo de las curvas}}{\text{Superficie subcuenca}}$$

$$Pmp = D \cdot \frac{LCN}{Sc}$$

Este concepto puede mostrarnos la intensidad de los procesos erosivos, la longitud o desarrollo de las curvas de nivel reflejan / el grado de disectamiento del área de la subcuenca. Constituye además un elemento importante para conocer la velocidad que adquiere el agua precipitada. Con este parámetro podemos clasificar el relieve en forma porcentual:

- 0 - 3% Llano
- 3 - 7% Pendiente suave
- 7 - 12% Relieve medianamente accidentado
- 12 - 20% Relieve accidentado
- 20 - 35% Relieve fuertemente accidentado
- 35 - 50% Relieve muy fuertemente accidentado
- 50 - 75% Relieve escarpado
- Más de 75% Relieve muy escarpado

Hay una serie de parámetros cuya deducción se realizó una vez que fue graficada la Curva Hipsométrica (Figura N° 5; Gráfico d), cur



va que representa el porcentaje de superficie de aporte que se encuentra por encima de una determinada curva de nivel, relacionada a la superficie total. La curva hipsométrica indica el volumen rocoso bajo la superficie que ella representa, teniendo como tercera dimensión a la diferencia de altura entre la línea divisoria y el punto más bajo. Indica si el área ha estado sometida a erosión continua o si en cambio posee extensiones importantes de terreno a altitud constante; para el primer caso la curva se parece al perfil longitudinal de un río que carece de resaltos o en caso contrario aparecen convexidades a las altitudes en las que existen esas superficies topográficas persistentes. Puede además reflejar el carácter torrencial de una cuenca.

#### Altura media de la cuenca

$$H_m = \frac{\text{Volumen del relieve de la subcuenca}}{\text{Superficie en proyección horizontal}}$$

Es el cociente entre el volumen del relieve de la subcuenca y la superficie en proyección horizontal. El volumen del relieve de la subcuenca es el área encerrada bajo la curva hipsométrica. Analíticamente el área se obtiene por el método de los trapecios.

$$\text{Area bajo la curva} = \sum_{i=1}^n (S_i - S_{i+1}) \cdot \left( C_i - C_{nc} + \frac{(C_{i+1} - C_i)}{2} \right)$$

$$(C_{i+1} - C_i) = D \text{ (equidistancia)}$$

$C_{nc}$  = Cota del punto de cierre de la subcuenca

La comparación de la altitud máxima y la altitud media de la subcuenca da idea del grado de disección del relieve. Si se comparan dos cuencas de superficie similar y diferentes alturas máximas, // las alturas medias pueden tener una relación inversa respecto a /

las primeras, todo en función del disectamiento del paisaje.

#### Coeficiente de masividad

$$C_m = \frac{H_m}{S_c}$$

H<sub>m</sub> = altura media

S<sub>c</sub>

S<sub>c</sub> = superficie subcuenca

Vinculado estrechamente con los conceptos de H<sub>m</sub> en relación directamente proporcional y con P<sub>mp</sub> en relación inversa. Un relieve // con poca extensión areal entre curvas de nivel, es representado / en la curva hipsométrica en aquellas partes donde la pendiente es fuerte, esto implica una disminución del volumen rocoso y consecuentemente menos masividad.

$P_{mp} = LCN / S_c$  < superficie entre curvas de nivel < volumen rocoso < H<sub>m</sub> < C<sub>m</sub>.

#### Rectángulo equivalente

$$L \text{ o } l = \frac{I_c \cdot \sqrt{S_c}}{1.12} \cdot \left[ 1 \pm \sqrt{1 - \left[ \frac{1.12}{I_c} \right]^2} \right]$$

I<sub>c</sub> = índice de compacidad

S<sub>c</sub> = superficie de la subcuenca

L = lado mayor del rectángulo

l = lado menor del rectángulo

Como su nombre lo indica es un rectángulo que tiene la misma superficie de la subcuenca, el mismo índice de compacidad e idéntica repartición de áreas parciales entre curvas de nivel. Es una transformación puramente geométrica de la subcuenca, en un rectángulo del mismo perímetro, convirtiéndose las curvas de nivel en rectas paralelas al lado menor; en la Figura N° 5 el Gráfico f es el Rectángulo Equivalente de la subcuenca. A partir de la construcción del rectángulo equivalente se determinaron tres parámetros

tros (Índice de Pendiente, Índice Global y Desnivel Específico),/ utilizados en correlación hidrológica.

#### Índice de pendiente

$$I_p = \frac{\sqrt{D}}{\sqrt{L}} \cdot \sqrt{\beta_i}$$

D= equidistancia en km

L= longitud del lado mayor del rectángulo en km

$\beta_i$ = área en % acumulada

#### Índice global

$$I_g = \frac{C5\% - C95\%}{L}$$

C5%= Cota del 5% de la superficie del total de la subcuenca

C95%= Cota del 95% de la superficie total de la subcuenca

L= Lado mayor del rectángulo equivalente

Determina la declividad entre dos puntos de la subcuenca.

#### Desnivel específico

$$D_s = I_g \cdot \sqrt{S_c}$$

$I_g$ = índice global de la subcuenca

$S_c$ = superficie de la subcuenca

Los parámetros determinados se presentan en la Tabla N° 3

#### X - CONCLUSIONES

- 1 - El Area Pedemontana incluye a las Unidades Geomorfológicas más/ afectadas por procesos degradatorios vinculados al escurrimiento superficial difuso y concentrado, con un marcado ascendiente antrópico en los factores que los desencadenan
- 2 - El río Los Puestos transporta materiales aguas abajo, provenientes de la actividad de procesos degradatorios (erosión hídrica/

y remoción en masa) en la superficie de la subcuenca, los que//  
pasan a integrar los sedimentos acumulados en el embalse LAS //  
PIRQUITAS.

- 3 - El aporte es importante, no obstante se comparte la opinión de/  
otros participantes en el Proyecto de no adjudicarle una parti-  
cipación mayoritaria en el volumen de sedimentos depositados a-  
nualmente.
- 4 - Precisar en que porcentaje, exige una serie de determinaciones/  
que solo podrán realizarse a través de un registro sistemático/  
y prolongado de caudales líquidos y muestreo de sólidos trans-/  
portados, para obtener resultados confiables.
- 5 - La evaluación del caudal sólido que es capaz de llevar el río /  
Los Puestos aplicando el método de Miroljb Djorovic, utilizado/  
por el Programa Nacional de Conservación de Infraestructura en/  
el río Huasamayo, fue desechada, porque el valor calculado es /  
exageradamente alto; no se incluyó en el Informe.
- 6 - Obviamente el mejor valor será el medido, para lo que deberá //  
construirse una estación de aforo adecuada en el punto de cie-/  
rre de la subcuenca.

#### XI - PROPUESTAS GENERALES DE SOLUCION

El uso adecuado y conservación de los recursos naturales/  
de la subcuenca es prioritario, para atenuar la intensidad de los /  
procesos degradatorios actuantes; esto implica (reconocida su in- /  
fluencia), regular y controlar la actividad antrópica.

Se recomienda difundir en la población aspectos relaciona-  
dos con la problemática ambiental en el área, poniendo énfasis en /



los riesgos que implica desarrollar actividades agresivas al medio/tales como: deforestación, incendios, laboreo agrícola inadecuado a las condiciones topográficas y edáficas, exceso de carga animal, // etc.; que deterioran en el curso del tiempo la capacidad productiva de los suelos y favorecen la movilización de materiales los que en definitiva se depositan en el embalse.

Considerando las características fisiográficas, uso de // los recursos y manejo de los terrenos en las Unidades del Area Pe-/demontana, se impone como medio viable de control de la intensidad/ de la erosión Hídrica:

- Interceptar el escurrimiento difuso, responsable de la pérdida de suelos por erosión laminar en terrenos con pendiente y que inva-/riablemente se traduce en flujo concentrado.
- Más allá de las evidencias de estabilización que se observan en / las cárcavas, la situación imperante hace necesario realizar veri/ficaciones periódicas que pueden definir intervenciones de tipo / ingenieril.

Las medidas consensuadas deberán implementarse en el cor-to plazo; por tratarse de tierras de propiedad privada será conve-/niente adoptar previamente los recaudos legales, que posibiliten im/poner a los propietarios restricciones al uso de sus tierras.

## XII - BIBLIOGRAFIA

- \* Báez, Gustavo. - 1992 - Geomorfología de la subcuenca del río Los Puestos. Informe de Avance. Convenio Provincia de Catamarca - CFI
- \* Báez, G., Ojeda, J. - 1989 - Contribución al conocimiento de la / hidrografía, comportamiento hidrológico y procesos de deterioro /

ambiental en el área de influencia del arroyo Fariñango. SECYT,/ Universidad Nacional de Catamarca.

- \* Báez, G., Eremchuk, J. - 1991 - Diagnóstico sobre el problema ambiental en el área del Gran Catamarca. Primer Congreso del Medio Ambiente del NOA.
- \* Báez, G., Silvestrini, J. - 1986 - Caracterización del relieve / para la delimitación de áreas hidrológicas homogéneas. Sierra de Ambato, Provincia de Catamarca. I Jornadas de Ciencia y Tecnología, U.N.Ca.
- \* Camissi, N., Báez, G. - 1993 - Hidrogeomorfología de la cuenca / del río Paclín, Catamarca. Proyecto Sistematización de la Cuenca Baja del río Paclín-Santa Cruz. Convenio Provincia de Catamarca-Agua y Energía Eléctrica S.E.
- \* Gonzalez Bonorino, F. - 1950 - Descripción Geológica Hoja 13 E./ Villa Alberdi.
- \* Gonzalez Bonorino, F. - 1978 - Descripción Geológica Hoja 14 F./ San Fernando del Valle de Catamarca.
- \* Muller, Aceñolaza, Toselli. - 1979 - Geología de la Sierra de Ancasti.
- \* Pasotti, Pierina. - 1973 - Génesis y evolución de la red hidrográfica del río Paclín. Provincia de Catamarca. Instituto de Fisiografía y Geología. Universidad Nacional de Rosario.
- \* Sayago, J. - 1980 - Morfogénesis de los barreales en el Valle de Catamarca. Acta Geológica Lilloana, Vol. 15 Nº 3.
- \* Sayago, J., Collantes, M. - 1984 - Geomorfología y Suelos de la Sierra de Ancasti. I Jornadas Geológicas de Catamarca.
- \* Sayago, J., Collantes M. - 1987 - Clasificación y mapeo de la //

erosión actual en el valle de Tafí, Provincia de Tucumán. I Jornada de zonas áridas y semiáridas.

- \* Strahler, A. N. - 1969 - Geografía Física.
- \* Thornbury, William D. - 1960 - Principios de Geomorfología
- \* Van Zuidam, R. A. - 1979 - Terrain Analysis and Classification // Using Aerial Photographs. International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC).

-----0-----

TABLA Nº 1

C A R A C T E R I S T I C A S									F I S I O G R A F I C A S						PROCESOS MORFODINAMICOS														CLASIFICACION	
ASOCIACION GEOMORFOLOGICA	UNIDAD GEOMORFOLOGICA	SUPER- FICIE [Has]	SECTOR			CARACTERES TOPOGRAFICOS			LITOLOGIA	S U E L O			USO DEL SUELO		REMOCION EN MASA				E R O S I O N H I D R I C A										CLASE DE INTEN=	UNIDAD DE INTEN=
			SUPERFICIE			P E N D I E N T E				Rocosisdad	Profundidad	Textura	Tipo	%	Super- ficie	%	Tipo	Frecuen- cia	CARCAVAS			BARRANCAS		LAMINAR		FLUVIAL		SIDAD DE PROCESO	SIDAD DE PROCESO	
			Nomencia- tura	[Has]	%	%	Longitud	Forma											Longitud total	[m/Ha]	Tipo	Longitud total	[m/Ha]	Super- ficie	%	Tipo	Cauce	Margen		
S SERRANA	S.a.1	370	-	-	-	15	Larga	Concava Convexa	Limos Loesicos	1	Superficial	fr ar fr lim	Pastos Naturales	80	-	-	-	-	4.000	10,81	a-b	-	-	28	7,5	a	-	-	Moderada	C 2 (a-b) L1 (a)
	S.a.2	2.263	-	-	-	40	Muy Larga	Rectilínea	Metamorfitas	4/5	Muy Superficial	ar fr ar	Bosques Pastos Naturales	40 50	273	12	a-b	c	-	-	-	3.000	1,3	-	-	-	-	-	Moderada	R 1 (a-b) B1
	S.b.2	9.587	-	-	-	14	Muy Larga	Concava Convexa	Metamorfitas Granitos	4/5	Muy Superficial	ar fr lim	Bosques Pastos Naturales	42,6 35	1.520	15	b	a-c	12.000	1,25	a-b	-	-	772	8	a	-	-	Moderada	R 2 (b,a-c)C1(a-b) L1(a)
			S.b.2.a	9.89	10,31	-	Muy Larga	Concava Convexa	Limos	3	Moderada Profund	fr lim	Pastos Naturales	70	20	2	b	a	6.000	6	a-b	-	-	310	31	a	-	-	Moderada a severa	L 2 (a) C1(a-b)
			S.b.2.b	2792	29	-	Muy Larga	Concava Rectilínea	Metamorfitas	4/5	Superficial	ar fr lim	Bosques	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Moderada	Ver texto
			S.b.2.c	286	3	-	Larga	Concava Convexa	Limos	4	Superficial	fr lim	Pastos Naturales	70	30	10,48	b	c	4.000	13,98	a-b	-	-	11	3,8	a	-	-	Moderada	C1 (a-b) L1 (a)R1 (b-c)
			S.b.2.d	3.715	39	-	Muy Larga	Rectilínea	Metamorfitas Granitos	4/5	Superficial	ar fr lim	Pastos Naturales Bosques	38 41	1470	39	b	c	-	-	-	-	-	193	5,2	a	-	-	Moderada	R2 (b-c) L1 (a)
			S.b.2.f	1.671	17,42	-	Muy Larga	Rectilínea	Metamorfitas	4 / 5	Superficial	ar fr lim	Pastos Naturales Bosques	60 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	201	12	a	-	-	Moderada	L1 (a)
S.b.2.g			134	1,3	-	Muy Larga	Concava	Metamorfitas	4 / 5	Superficial	ar fr ar	Pastos Naturales	30	-	-	-	-	200	14,92	a-b	-	-	57	42	a	-	-	Severa	L3 (a) C2 (a-b)	
P PEDEMONTANA	P.a.1	2121	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	Bosques Pastos Naturales	-	29	1,36	b	c	5.000	2,35	a-b	2.500	1,17	437	20	2	-	-	Moderada	L2 (a) C1 (a-b)
			P.a.1.a	1272	60	-	Muy Larga	Ligera Concava	Cenoglomerados	4	Superficial	fr ar	Bosques	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Moderada	L2 (a)
			P.a.1.b	848	40	-	Muy Larga	Ligera Concava	Limos	3	Moderada Superficial	fr lim	Pastos Naturales	39	-	-	-	-	5.000	5,89	a-b	2.500	2,90	-	-	-	-	-	Moderada	C1 (a-b) B1
	P.a.2	5.108	-	-	-	3-7	Muy Larga	Rectilínea	Limos Arenosos	0	Profunda	fr lim fr ar	Bosques Cultivos	75 11,2	-	-	-	-	53.000	11	a-b-c	8.200	1,17	1912	37	a	-	-	Severa	L2 (a) C2(a-b-c)
	P.b.1	890	-	-	-	5	Mediana Larga	Concava Convexa	Limos Arenosos	0	Profunda	fr lim fr ar	Bosques Pastos Naturales Cultivos	34 24 11,8	-	-	-	-	-	-	-	-	106	12	a	-	-	Ligera	L1 (a)	
	P.b.2	2.835	-	-	-	3	Muy Larga	Rectilínea	Limos Arenosos	0	Profunda	fr lim fr ar	Bosques Cultivos	68 31	-	-	-	-	30.100	10,61	a b c	3.000	1,05	1552	54	a	-	-	Severa	L3 (a) C2 (a-b-c)
F FAJA FLUVIAL	F.1	512	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	b	Moderada	F1 (b)	
	F.2	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

## Anexo 1

### Características fisiográficas

#### Situación topográfica

##### Pendiente

0 -	2%	14 -	20%
3 -	7%	21 -	55%
14 -	20%	56 -	140%

##### Long. de la vertiente

< 15 m,	muy corta
15 - 50,	corta
50 - 150,	med. larga
> 500,	muy larga

##### Forma

Concava	Vert. irreg.
Convexa	Const. alis.
Rectilínea	Regular

##### Suelos - Textura

ar.	arenoso
fr.	franco
fr. ar.	franco arenoso
fr. lim.	franco limoso

##### Pedregosidad - Rocosidad

Clase	Limitaciones
0	Sin piedras o rocas
1	Limita cultivo de esc.
2	Imposibilita cultivo
3	Impide todo cultivo
4	Apto p/ veget. nat.
5	Pedregosidad

### Procesos morfodinámicos

#### Erosión hídrica

##### Laminar (L)

##### Tipo

- a- Ligera a moderada
- b- Moderada a severa

##### Cárcavas (C)

##### Tipo

- a- Someras
- b- Moderadamente prof.
- c- Profundas

##### Barrancos (B)

##### Fluvial

##### Tipo

- a- Cauce
- b- Márgenes

##### Remoción en masa (R)

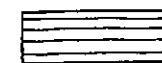
##### Tipo

- a- Deslizamientos y desplom.
- b- Deslizamientos inactivos, reptación, terracillas.

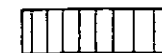
##### Frecuencia

- a- Estacional
- b- Permanente
- c- Multianual

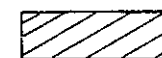
### CLASES



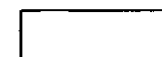
I Ligera



II Moderada



III Severa



IV Grave

### UNIDADES DE INTENSIDAD

#### L Erosión laminar

- 1- 0 - 20%
- 2- 20 - 40%
- 3- 40 - 60%
- 4- > 60%

#### C Erosión en cárcavas

- 1- 0 - 10 m/ha
- 2- 10 - 20 m/ha
- 3- 20 - 30 m/ha
- 4- > 30 m/ha

#### B Erosión en barrancos

- 1- 0 - 4 m/ha
- 2- 4 - 8 m/ha
- 3- 8 - 12 m/ha
- 4- > 12 m/ha

#### R Remoción en masa

- 1- 0 - 15%
- 2- 15 - 30%
- 3- 30 - 45%
- 4- > 45%

RELACIONES DE CURSOS

	ORDEN 1	ORDEN 2	ORDEN 3	ORDEN 4	ORDEN 5	ORDEN 6	ORDEN 7
Nº DE CURSOS	2326	460	102	28	8	2	1
LONGITUD DE CURSOS (Km)	481,6	240,7	190,9	123,8	25,7	3,0	15,7
RELACION DE BIFURCACION *	5,06	4,51	3,64	3,5	4	2	
RELACION DE LONGITUD **	2,53	3,58	2,36	0,73	0,47	10,47	
VALOR Rho ***	0,5	0,79	0,65	0,21	0,12	5,23	

\* RELACION DE BIFURCACION

$$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}$$

Donde:  $N_u$ : Número cursos orden u.

$N_{u+1}$ : Número cursos orden u+1.

\*\* RELACION DE LONGITUD

$$R_l = \frac{L_u}{N_u}$$

$L_u$ : Longitud cursos orden u.

$N_u$ : Número cursos orden u.

$L_{u-1}$ : Longitud cursos orden u-1.

$N_{u-1}$ : Número cursos orden u-1.

\*\*\* VALOR Rho

$$Rho = \frac{R_l}{R_b}$$

$R_l$ : Relación de longitud.

$R_b$ : Relación de bifurcación.

# RELACION DE BIFURCACION (RB)

Orden-1	Nº cursos				
6	0	2326	7.751905	7.286776	1460.853
5	1	460	6.131226	6.072313	433.6827
4	2	102	4.624973	4.857851	128.7472
3	3	28	3.332205	3.643388	38.22111
2	4	8	2.079442	2.428925	11.34668
1	5	2	0.693147	1.214463	3.368483
0	6	1	0	0	1

## Salida de Regresión:

Constante	0
Err Estándar Est Y	0.357023
R Cuadrado	0.984212
Nº de Observaciones	7
Grados de Libertad	6

Coefficiente(s) X	1.214463
Err Estándar de Coe	0.037426

**RELACION DE BIFURCACION (RB) =3.37**

# RELACION DE BIFURCACION

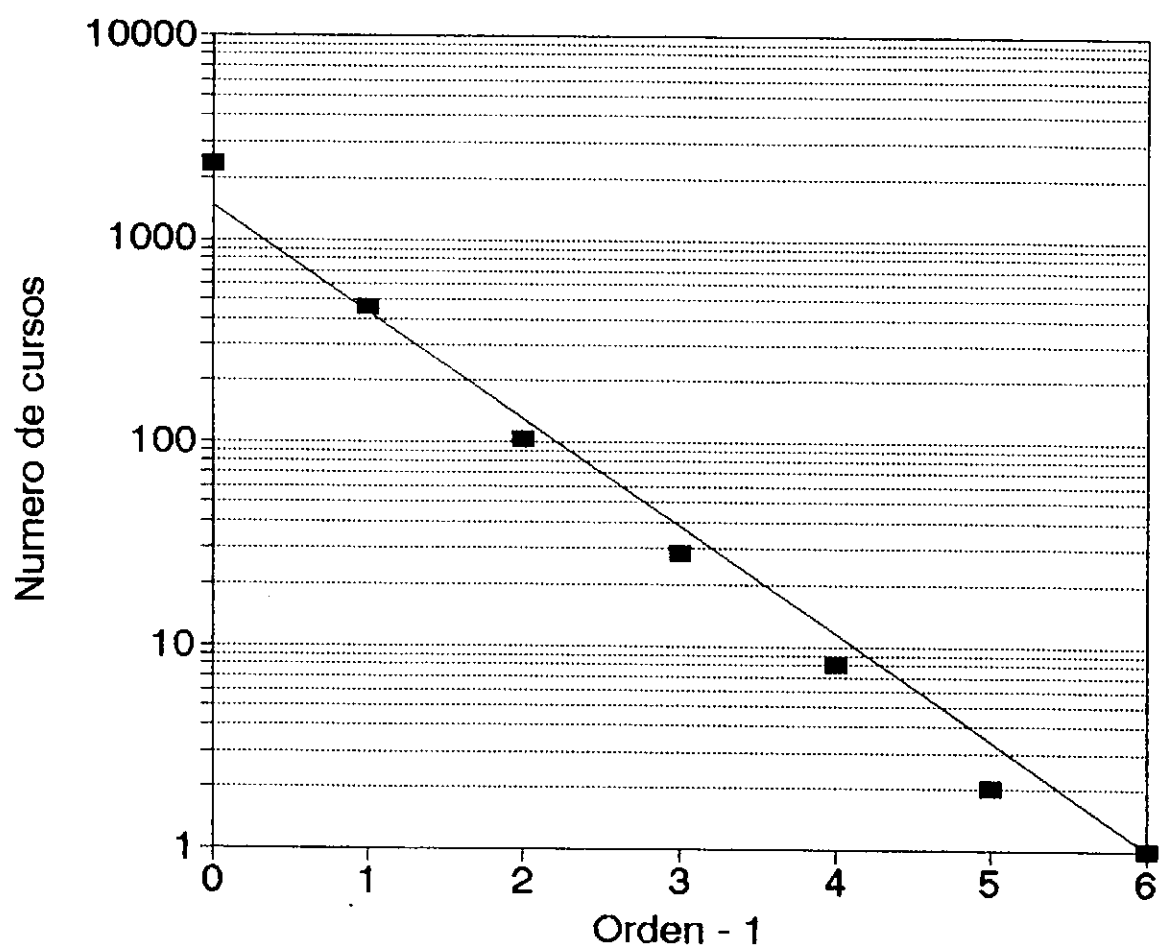


Gráfico a



## RELACION DE LONGITUD (RL)

orden-1	long.prom.			
0	0.207	-1.5748	-1.0724	0.34218
1	0.523	-0.6477	-0.5141	0.59801
2	1.872	0.62678	0.04414	1.04513
3	4.421	1.48646	0.60242	1.82654
4	3.213	1.16705	1.1607	3.19218
5	1.500	0.40547	1.71899	5.57887
6	15.700	2.75366	2.27727	9.75001

### Salida de Regresión:

Constante                    -1.0724  
 Err Estándar Est Y        0.81774  
 R Cuadrado                    0.723  
 N° de Observaciones        7  
 Grados de Libertad         5

Coeficiente(s) X            0.55828  
 Err Estándar de Co        0.15454

<b>RELACION DE LONGITUD (RL) = 1.75</b>
---

# RELACION DE LONGITUD

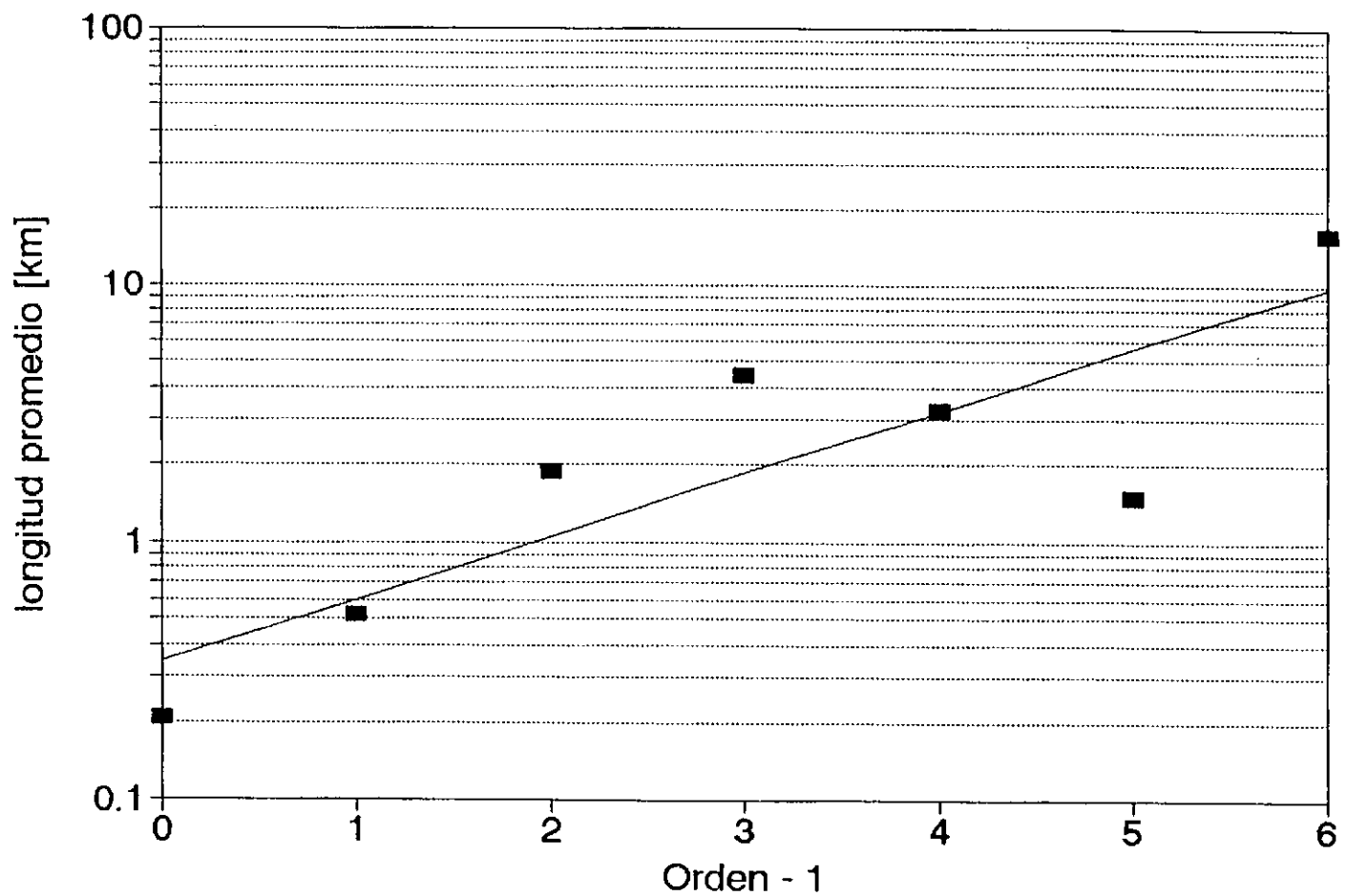


Gráfico b

Figura Nº 2

1. INDICE DE COMPACIDAD	2. FACTOR DE FORMA	3. DENSIDAD DE DRENAJE	4. FRECUENCIA DE CURSOS	5. EXTENSION MEDIA DEL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL	6. PENDIENTE MEDIA	7. PENDIENTE MEDIA PONDERADA	8. ALTURA MEDIA DE LA CUENCA	9. COEFICIENTE DE MASIVIDAD	10. RECTANGULO EQUIVALENTE	11. INDICE DE PENDIENTE	12. INDICE GLOBAL	13. DESNIVEL ESPECIFICO
1,28	0,193	4,55 [Km <sup>-1</sup> ]	12,32 [Km <sup>-2</sup> ]	0,055 [Km]	3,67 %	28,06 %	1320,34 [m]	5,97 10 [Km <sup>-1</sup> ]	Lado mayor: 26,143 [Km] Lado menor: 9,087 [Km]	1,91	0,044	0,678 [Km]

**DATOS:** Superficie de la cuenca: 237,562 Km<sup>2</sup>

Perímetro de la cuenca: 70,50 Km

Número de cursos: 2.927

Longitud de cursos: 1.081,40 Km

Longitud curso principal  
(longitud mayor): 35,10 Km

Longitud curvas de nivel: 666,60 Km

Equistancia (entre C.N.): 0,10 Km

Cota de cierre de la cuenca: 990 m (a.s.n.m.)

Cota superior cuenca: 2.278 m ( " )

Cota interior cuenca: 990 m ( " )

Cota 5% superficie total: 2.213 m ( " )

Cota 95% superficie total: 1.052 m ( " )

$\sum \sqrt{\beta}$ : 30,90

$$1- I_c = \frac{0,28 \times P}{\sqrt{S_c}}$$

donde: I<sub>c</sub>: Índice de compacidad  
P: Perímetro de la cuenca [Km]  
S<sub>c</sub>: Superficie cuenca [Km<sup>2</sup>]

$$2- F_f = \frac{A_m}{L} = \frac{S_c}{L^2}$$

F<sub>f</sub>: Factor de forma  
A<sub>m</sub>: Ancho medio cuenca  
L: Longitud curso mas largo [Km]  
S<sub>c</sub>: Superficie cuenca [Km<sup>2</sup>]

$$3- D_d = \frac{L_i}{S_c}$$

D<sub>d</sub>: Densidad de drenaje [Km<sup>-1</sup>]  
L<sub>i</sub>:  $\sum$  Longitud cursos [Km]  
S<sub>c</sub>: Superficie cuenca [Km<sup>2</sup>]

$$4- F_r = \frac{N}{S_c}$$

F<sub>r</sub>: Frecuencia de cursos [Km<sup>-2</sup>]  
N: Número de cursos  
S<sub>c</sub>: Superficie cuenca [Km<sup>2</sup>]

$$5- E_s = \frac{S_c}{4 L_i}$$

E<sub>s</sub>: Extension media del escurrimiento superficial [Km]  
S<sub>c</sub>: Superficie cuenca [Km<sup>2</sup>]  
L<sub>i</sub>: Longitud de cursos [Km]

$$6- P_m = \frac{C_1 - C_2}{L}$$

P<sub>m</sub>: Pendiente media [‰]  
C<sub>1</sub>: Cota superior [Km]  
C<sub>2</sub>: Cota inferior [Km]  
L: Longitud curso ppal. [Km]

$$7- P_{mp} = \frac{D \times LCN}{S_c}$$

P<sub>mp</sub>: Pendiente media ponderada [‰]  
D: Equidistancia [Km]  
LCN: Longitud curvas de nivel [Km]  
S<sub>c</sub>: Superficie cuenca [Km<sup>2</sup>]

$$8- H_m = \frac{\sum_{i=1}^n [S_i - (S_i + 1)] \times [C_i - C_{fc}] + (C_i + 1) - C_i + C_{fc}}{2 S_c}$$

H<sub>m</sub>: Altura media cuenca [m]  
S<sub>i</sub>: Superficie bajo la curva de nivel i [Km<sup>2</sup>]  
S<sub>i+1</sub>: Superficie bajo la curva de nivel i+1 [Km<sup>2</sup>]  
C<sub>i</sub>: Cota curva de nivel i [m]  
C<sub>fc</sub>: Cota cierre cuenca [m]  
S<sub>c</sub>: Superficie cuenca [Km<sup>2</sup>]

$$9- C_m = \frac{H_m}{S_c}$$

C<sub>m</sub>: Coeficiente de masividad  
H<sub>m</sub>: Altura media cuenca [Km]  
S<sub>c</sub>: Superficie cuenca [Km<sup>2</sup>]

$$10- L \text{ y } l = \frac{I_c \times \sqrt{S_c}}{1,12} \times \left[ 1 \pm \sqrt{1 - \left[ \frac{1,12}{I_c} \right]^2} \right]$$

L: Lado mayor rectángulo equivalente [Km]  
l: Lado menor rectángulo equivalente [Km]  
I<sub>c</sub>: Índice de compacidad  
S<sub>c</sub>: Superficie cuenca [Km<sup>2</sup>]

$$11- I_p = \frac{\sqrt{D}}{\sqrt{L}} \times \sum \sqrt{\beta_i}$$

I<sub>p</sub>: Índice de pendiente  
D: Equidistancia [Km]  
L: Lado mayor del rectángulo  
β<sub>i</sub>: Porcentaje de área entre curvas de nivel

$$12- I_g = \frac{C_{5\%} - C_{95\%}}{L}$$

I<sub>g</sub>: Índice global  
C<sub>5%</sub>: Cota 5 % superficie total cuenca [Km]  
C<sub>95%</sub>: Cota 95 % superficie total cuenca [Km]  
L: Lado mayor del rectángulo [Km]

$$13- D_s = I_g \times \sqrt{S_c}$$

D<sub>s</sub>: Desnivel específico [Km]  
I<sub>g</sub>: Índice global  
S<sub>c</sub>: Superficie cuenca [Km<sup>2</sup>]

**CONVENIO**  
**PROVINCIA DE CATAMARCA**  
**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**ESTUDIO DEL SISTEMA PIROUITAS Y MANEJO**  
**DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS**

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
- DCCION. DE COOPERACION TECNICA  
- AREA INFRAESTRUCTURA HIDRICA

PROVINCIA DE CATAMARCA  
- SECRETARIA DE ESTADO DE  
CIENCIA Y TECNICA

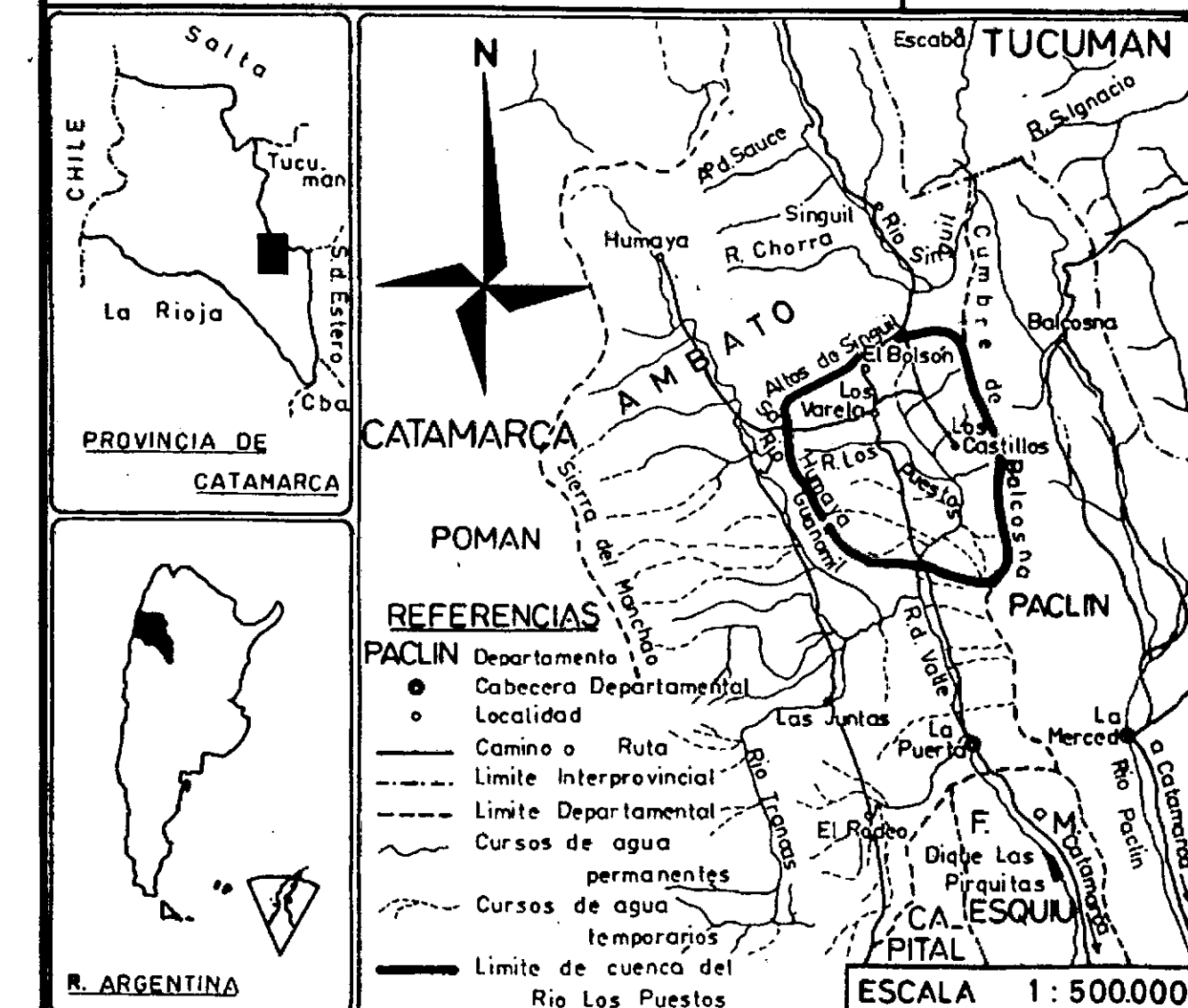
**TEMA: PARAMETROS HIDROGEOMORFOLOGICOS**

**AUTORES:** Geol. Gustavo Baez  
Tec. Dante Vilte

**ESCALA:**

TABLA N°: 3

FECHA: Enero '94



# RELACION DE AREAS (RA)

orden-1 areas prom.

0

1

2

3 6.263 1.834659 2.333849 10.31758

4 10.465 2.348036 3.111799 22.46142

5 46.386 3.836998 3.889749 48.89861

6 237.562 5.470429 4.667699 106.4525

Salida de Regresión:

Constante 0

Err Estándar Est Y 0.702302

R Cuadrado 0.815766

Nº de Observaciones 4

Grados de Libertad 3

Coficiente(s) X 0.77795

Err Estándar de Coe 0.075731

RELACION DE AREAS = 2.18

# RELACION DE AREAS

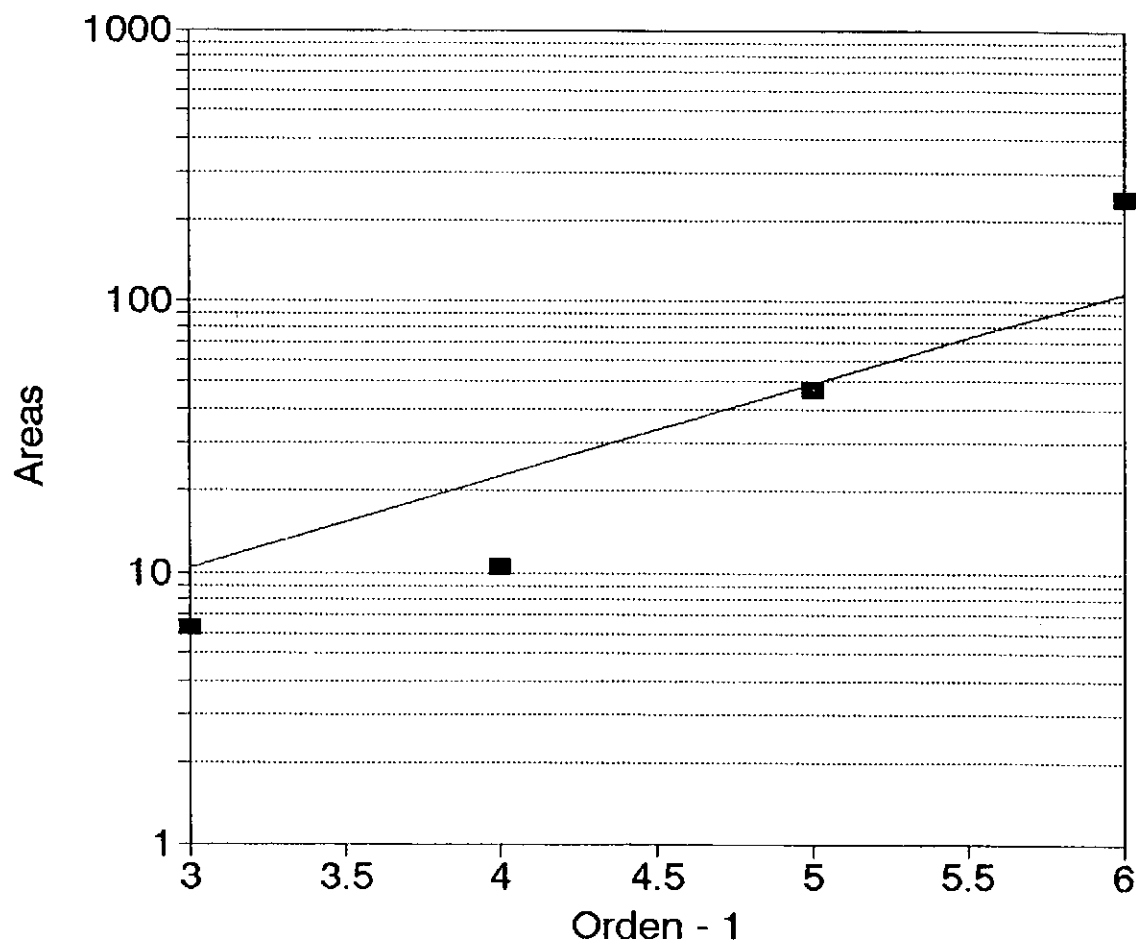
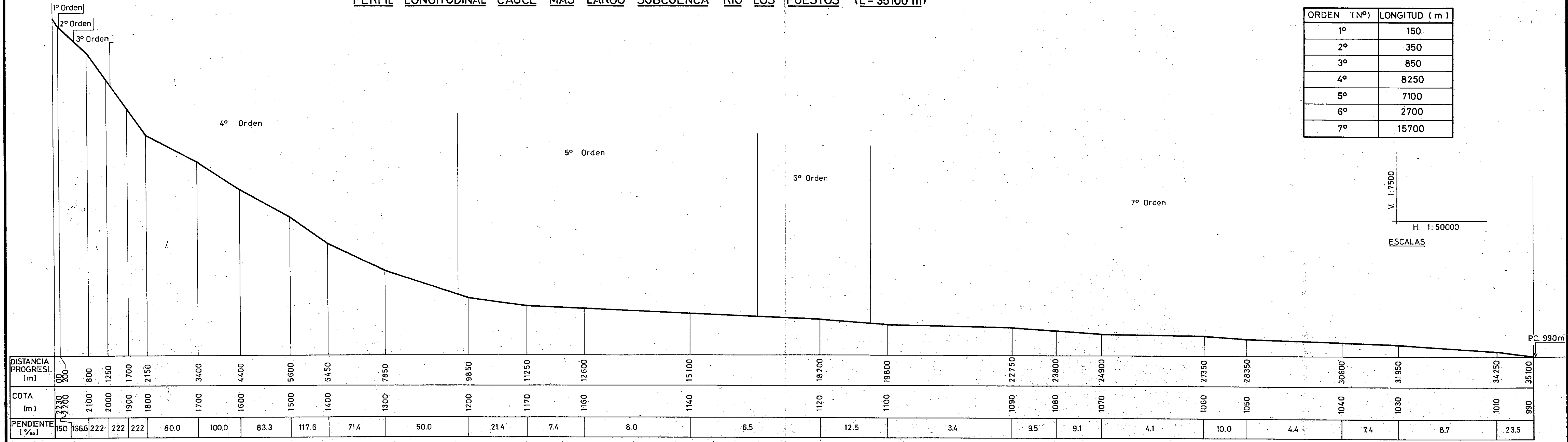


Gráfico c

Figura Nº 3

PERFIL LONGITUDINAL CAUCE MAS LARGO SUBCUENCA RIO LOS PUESTOS (L= 35100 m)



ORDEN (Nº)	LONGITUD (m)
1º	150
2º	350
3º	850
4º	8250
5º	7100
6º	2700
7º	15700

V. 1:7500  
H. 1:50000  
ESCALAS

CONVENIO  
PROVINCIA DE CATAMARCA  
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ESTUDIO DEL SISTEMA PIQUITAS Y MANEJO  
DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
- DCCION. DE COOPERACION TECNICA  
- AREA INFRAESTRUCTURA HIDRICA

PROVINCIA DE CATAMARCA  
- SECRETARIA DE ESTADO DE  
CIENCIA Y TECNICA

TEMA: PERFIL LONGITUDINAL

AUTORES: Geol. Gustavo Baez  
Téc. Dante Vitte

ESCALA:  
FIGURA Nº: 4  
FECHA: Dic. '93

CHILE

La Rioja

PROVINCIA DE CATAMARCA

Salta

Tucuman

S. d. Estero

Cba

N

Escab

TUCUMAN

R. Signacio

Balcosna

Los Castillos

Los Varela

El Bispion

Alto de Sigul

R. Charra

Singul

Humaya

Sierra del

POMAN

CA. ESQUIU

PITAL

La Puerla

Las Juntas

El Radeo

Diage Las

CA. ESQUIU

PITAL

La Puerla

Las Juntas

El Radeo

Diage Las

CA. ESQUIU

PITAL

R. ARGENTINA

ESCALA 1: 500.000

(GRAFICO d)

COTA 95 % : 2213 m  
COTA 5 % : 1052 m

50 % A : 1252 m  
50 % H : 29.762 Km<sup>2</sup>

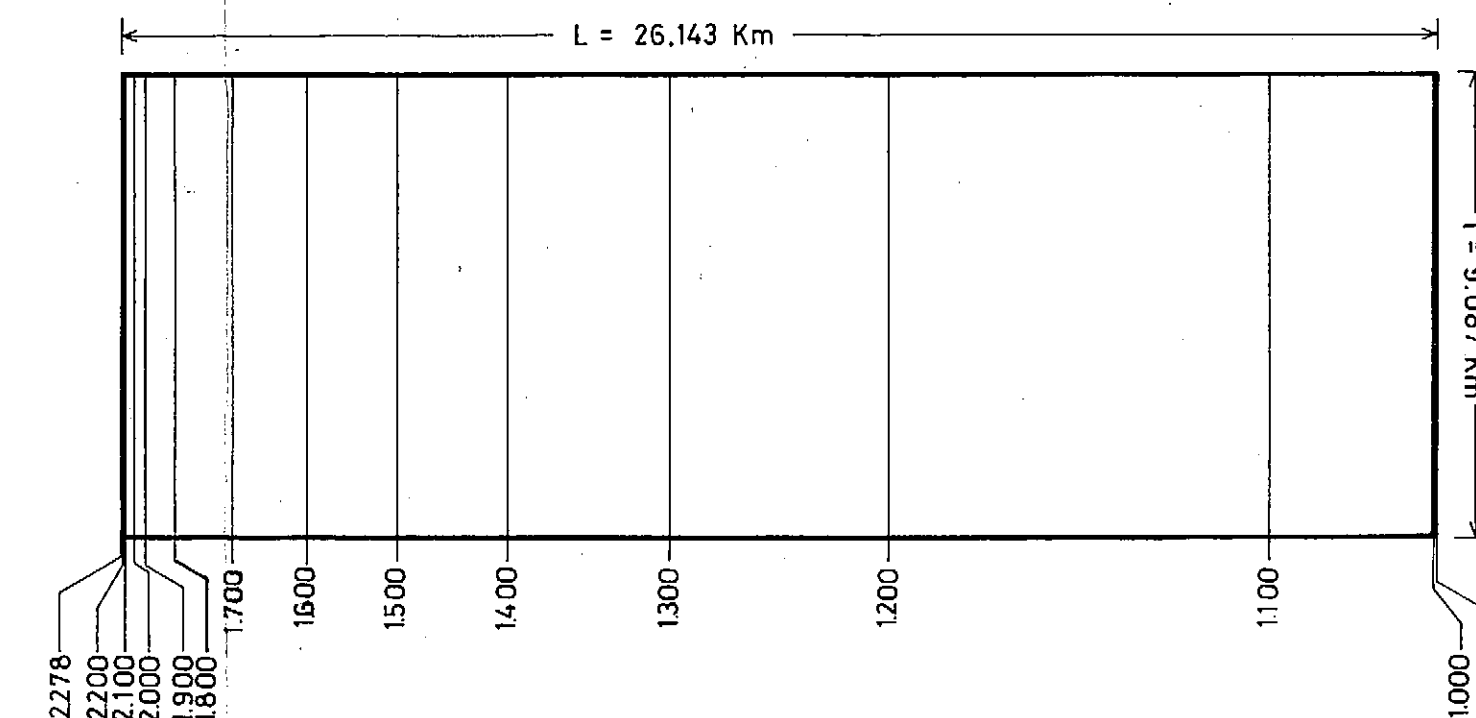
Curva de nível a

(GRAFICO c)

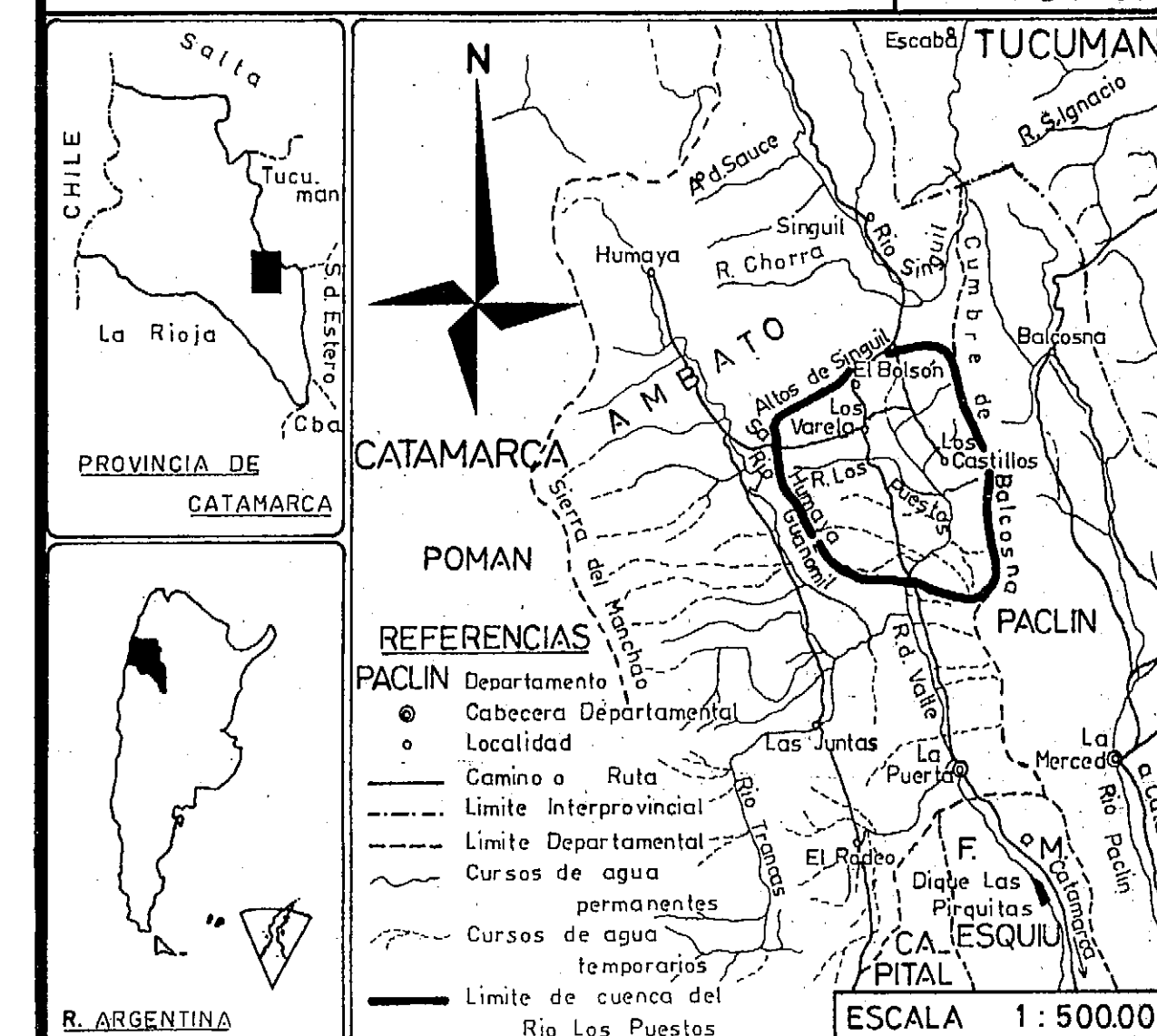
h (m)	a (Km²)
900-1000	0.00
1000-1100	30.00
1100-1200	68.00
1200-1300	39.00
1300-1400	29.00
1400-1500	20.00
1500-1600	17.00
1600-1700	13.00
1700-1800	10.00
1800-1900	6.00
1900-2000	2.00
2000-2100	1.00
2100-2200	0.50
2200-2300	0.20

h (a.s.n.m.) [m]	a (parcial) [Km <sup>2</sup> ]	a (acumulad) [Km <sup>2</sup> ]	h/H	a/A
2278	0.270	0.000	1.000	0.000
2200	0.914	0.270	0.939	0.001
2100	1.516	1.184	0.862	0.005
2000	2.112	2.700	0.784	0.011
1900	5.934	4.812	0.707	0.020
1800	10.530	10.746	0.629	0.045
1700	13.028	21.276	0.551	0.090
1600	16.374	34.304	0.474	0.144
1500	20.060	50.678	0.396	0.213
1400	28.710	70.738	0.318	0.298
1300	39.424	99.448	0.241	0.419
1200	68.461	138.872	0.163	0.585
1100	30.160	207.333	0.085	0.873
1000	0.069	237.493	0.008	0.999
990		237.562	0.000	1.000

RECTANGULO      EQUIVALENTE



ESCALA:
FIGURA Nº: 5
FECHA: Dic. '93





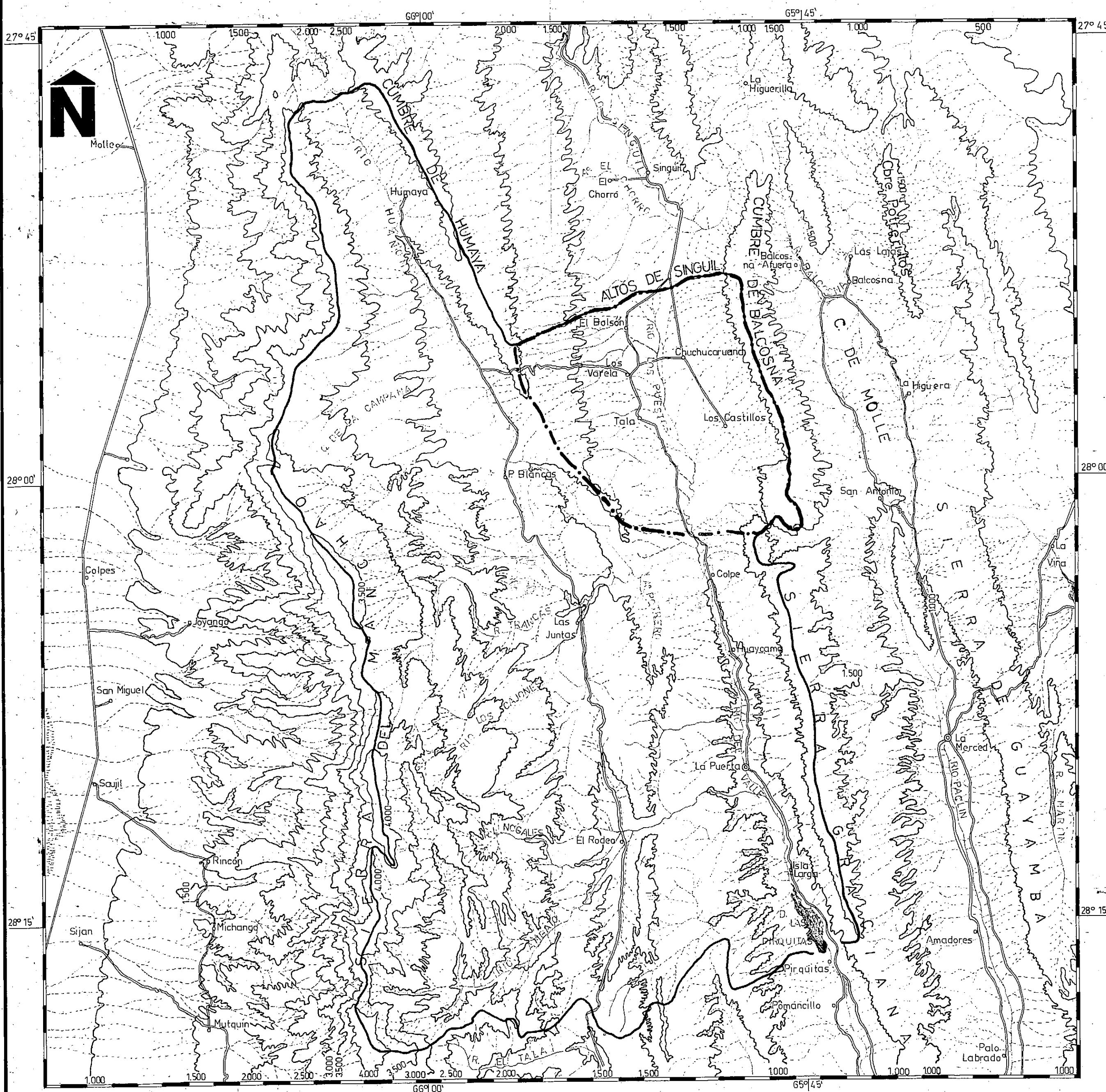
# **SIGNOS CARTOGRAFICOS:**

- o Cabecera departamental.
- ⊙ Distrito o población.
- Camino y/o ruta.
- Rios y/o arroyos permanentes.
- - - Rios y/o arroyos transitorios.
- Bañados.

Curvas de nivel -EQUIDISTANCIA: 500 m-

— Límite Sistema Pirquitas.

— Límite Subcuenca Río Los Puestos.



## **FUENTE DE DATOS:**

Cartas topograficas: - Catamarca Nº 14 f  
- Villa Alberdi Nº 13 e

## **CONVENIO PROVINCIA DE CATAMARCA CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

### **ESTUDIO DEL SISTEMA PIQUITAS Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS**

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES PROVINCIA DE CATAMARCA  
- DCCION DE COOPERACION TECNICA - SECRETARIA DE ESTADO DE  
- AREA INFRAESTRUCTURA HIDRICA CIENCIA Y TECNICA

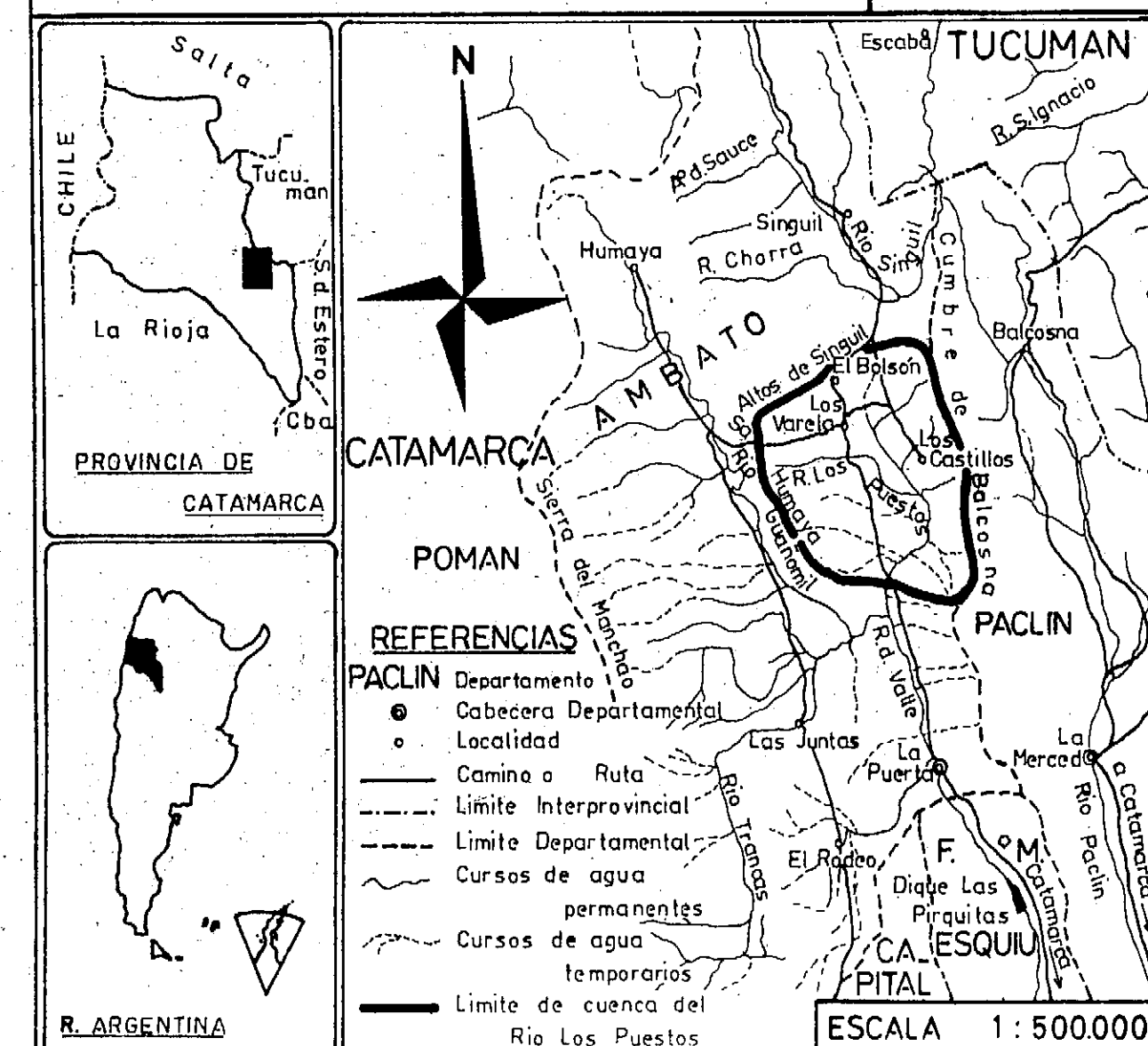
**TEMA:** UBICACION GEOGRAFICA DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS

**AUTORES:** Geol. Gustavo Adolfo Baez  
**COLABORADOR:** Tec. Dante Rubén Vilte

**ESCALA:** 1:200.000

**PLANO Nº 1**

**FECHA:** SET. '93



## **REFERENCIAS**

- PACLIN Departamento
- o Cabecera Departamental
- o Localidad
- Camino o Ruta
- - - Limite Interprovincial
- - - Limite Departamental
- Cursos de agua permanentes
- - - Cursos de agua temporarios
- Limite de cuenca del Río Los Puestos

**ESCALA** 1:500.000

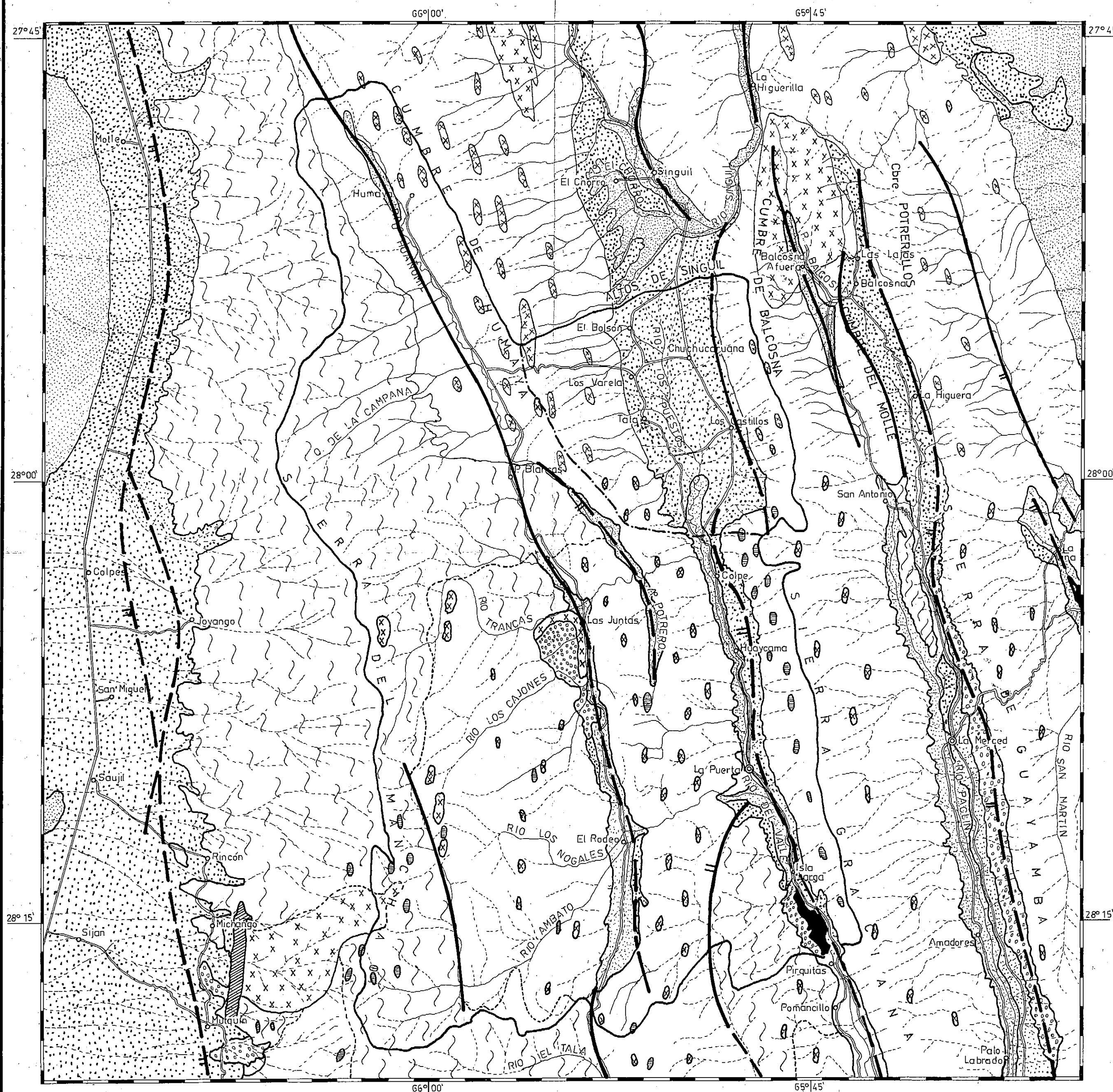


# SIGNOS CARTOGRAFICOS:

- Cabecera departamental
- ⊙ Distrito o población
- Camino y/o ruta
- Ríos y/o arroyos permanentes
- Ríos y/o arroyos transitorios
- Límite sistema piquitas
- Límite subcuenca Río Los Puestos

# REFERENCIAS:

- Depósitos aluviales
- Depósitos aluviales más o menos aterrados, fanglomerados, etc. Niveles inferiores
- Depósitos aluviales aterrados, fanglomerados, etc. Niveles superiores
- Cuerpo cuarzoso hidrotermal de Mutquín
- Pegmatitas (afloramientos mas importantes)
- Cuerpos graníticos
- Esquistos inyectados y migmatitas
- Esquistos metamórficos: filitas y micacitas cuarzosas bandeadas, filitas antibólicas, etc.
- Contacto visible
- Contacto supuesto
- Falla observada
- Falla observada con indicación de labio bajo
- Falla oculta



# FUENTE DE DATOS:

**CARTOGRAFIA:** Cartas topograficas: Catamarca N° 14 f.  
Villa Alberdi N° 13 e.

**GEOLOGIA:** Cartas geologicas: Catamarca N° 14 f.  
Villa Alberdi N° 13 e. ] por G. Bonorino.  
Esc. 1: 200.000

# CONVENIO PROVINCIA DE CATAMARCA CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

# ESTUDIO DEL SISTEMA PIQUITAS Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
- DICIÓN. DE COOPERACION TECNICA  
- AREA INFRAESTRUCTURA HIDRICA

PROVINCIA DE CATAMARCA  
- SECRETARIA DE ESTADO DE  
CIENCIA Y TECNICA

TEMA: GEOLOGIA REGIONAL

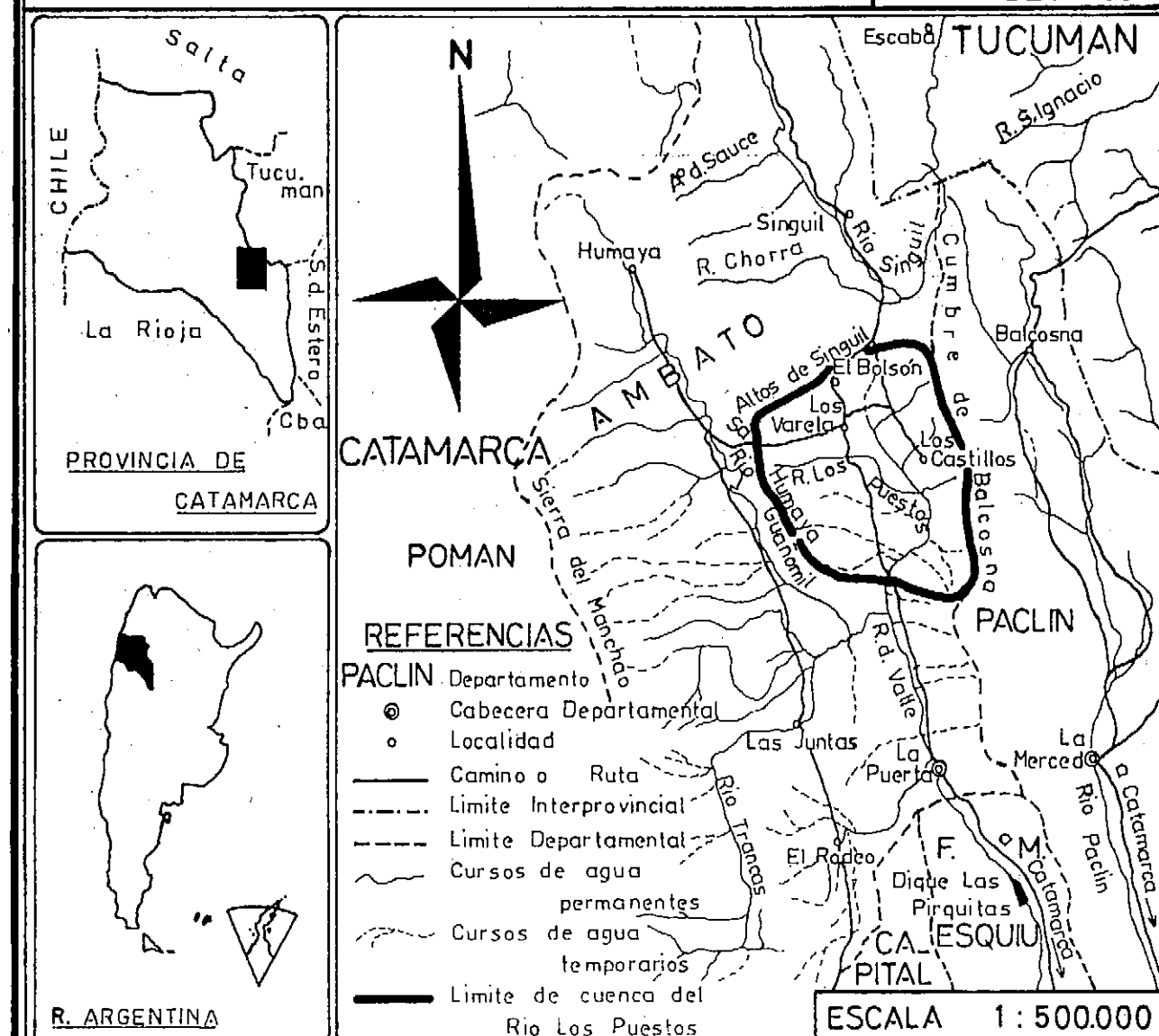
AUTORES: Geól. Gustavo Adolfo Baez

ESCALA: 1:200.000

COLABORADOR: Téc. Dante Ruben Vilte

PLANO N° 2

FECHA: SET. '93



# REFERENCIAS

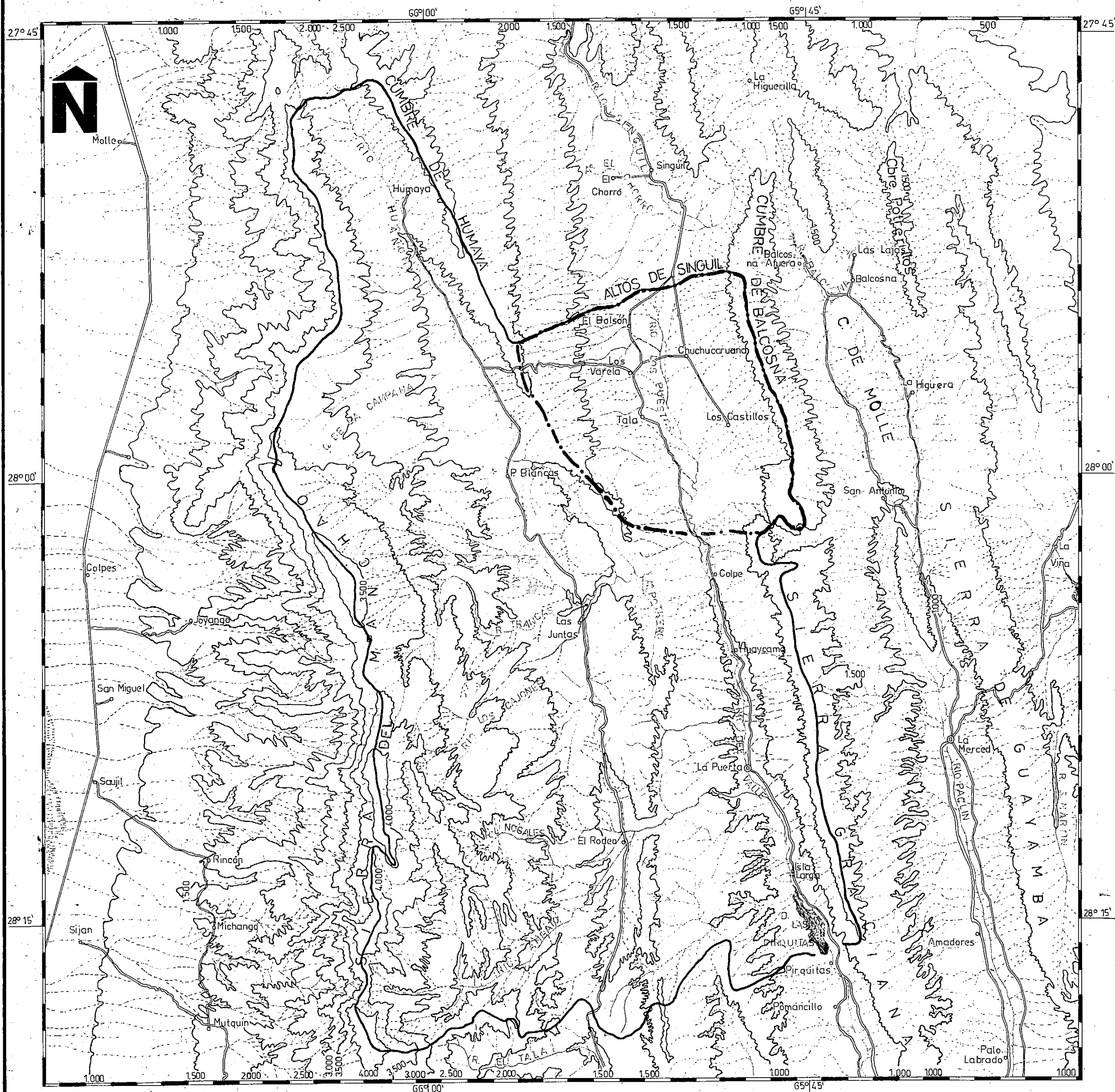
- Cabecera departamental
- ⊙ Localidad
- Camino o Ruta
- Limite Interprovincial
- Limite Departamental
- Cursos de agua permanentes
- Cursos de agua temporarios
- Limite de cuenca del Río Los Puestos

ESCALA 1: 500.000

# SIGNOS CARTOGRAFICOS:

- Cabecera departamental.
- ⊙ Distrito o población.
- Camino y/o ruta.
- Rios y/o arroyos permanentes.
- - - Rios y/o arroyos transitorios.
- ▨ Bañados.

- ~ Curvas de nivel -EQUIDISTANCIA: 500 m-
- Limite Sistema Pirquitas.
- Limite Subcuenca Río Los Puestos.



## FUENTE DE DATOS:

Cartas topograficas: \_ Catamarca Nº 14 f  
\_ Villa Alberdi Nº 13 e

## CONVENIO PROVINCIA DE CATAMARCA CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

### ESTUDIO DEL SISTEMA PIQUITAS Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES - DION. DE COOPERACION TECNICA	PROVINCIA DE CATAMARCA - SECRETARIA DE ESTADO DE CIENCIA Y TECNICA
--	---

TEMA: UBICACION GEOGRAFICA DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS

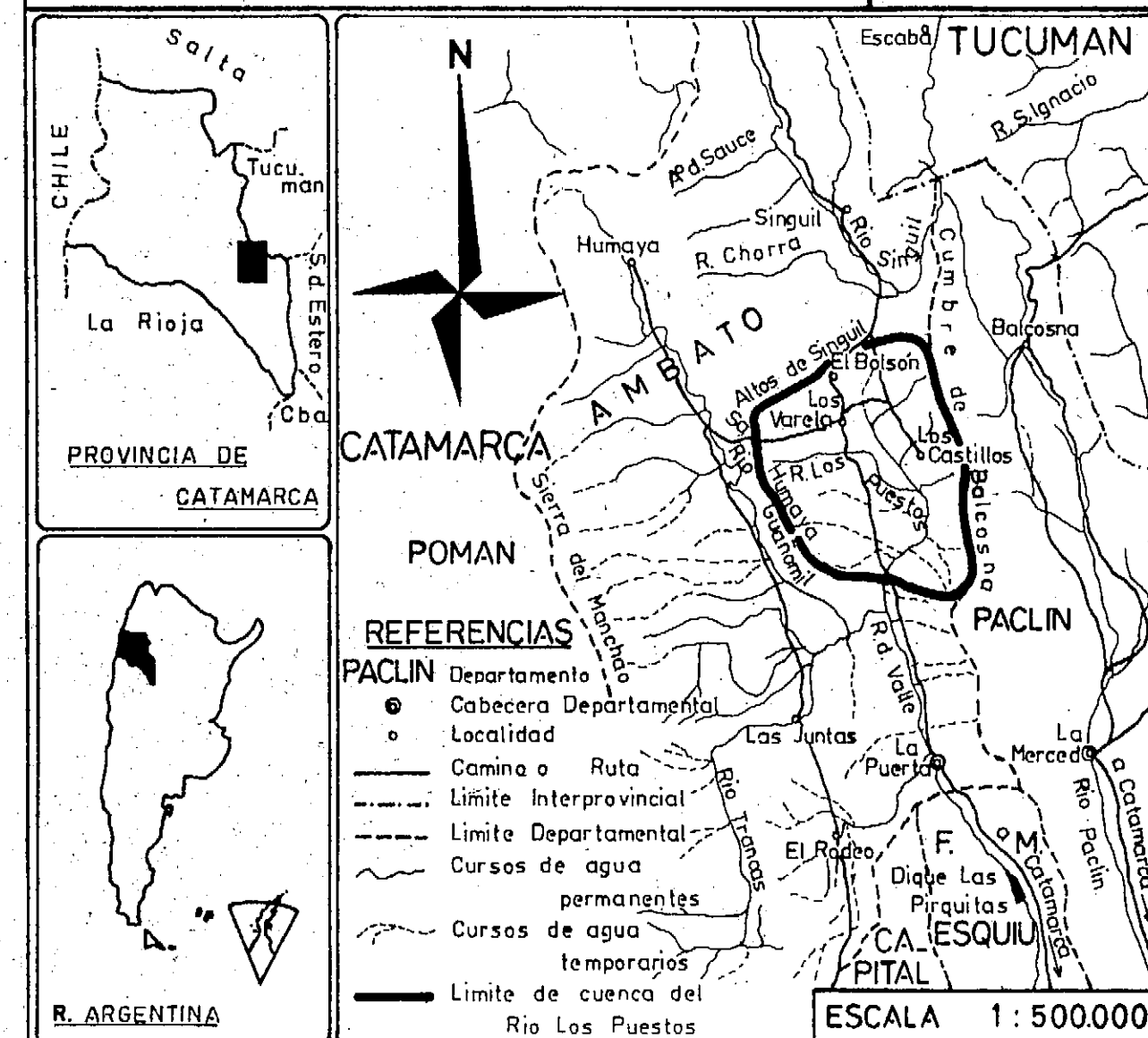
AUTORES: Geol. Gustavo Adolfo Baez

COLABORADOR: Téc. Dante Rubén Vilte

ESCALA: 1:200.000

PLANO Nº 1

FECHA: SET. '93

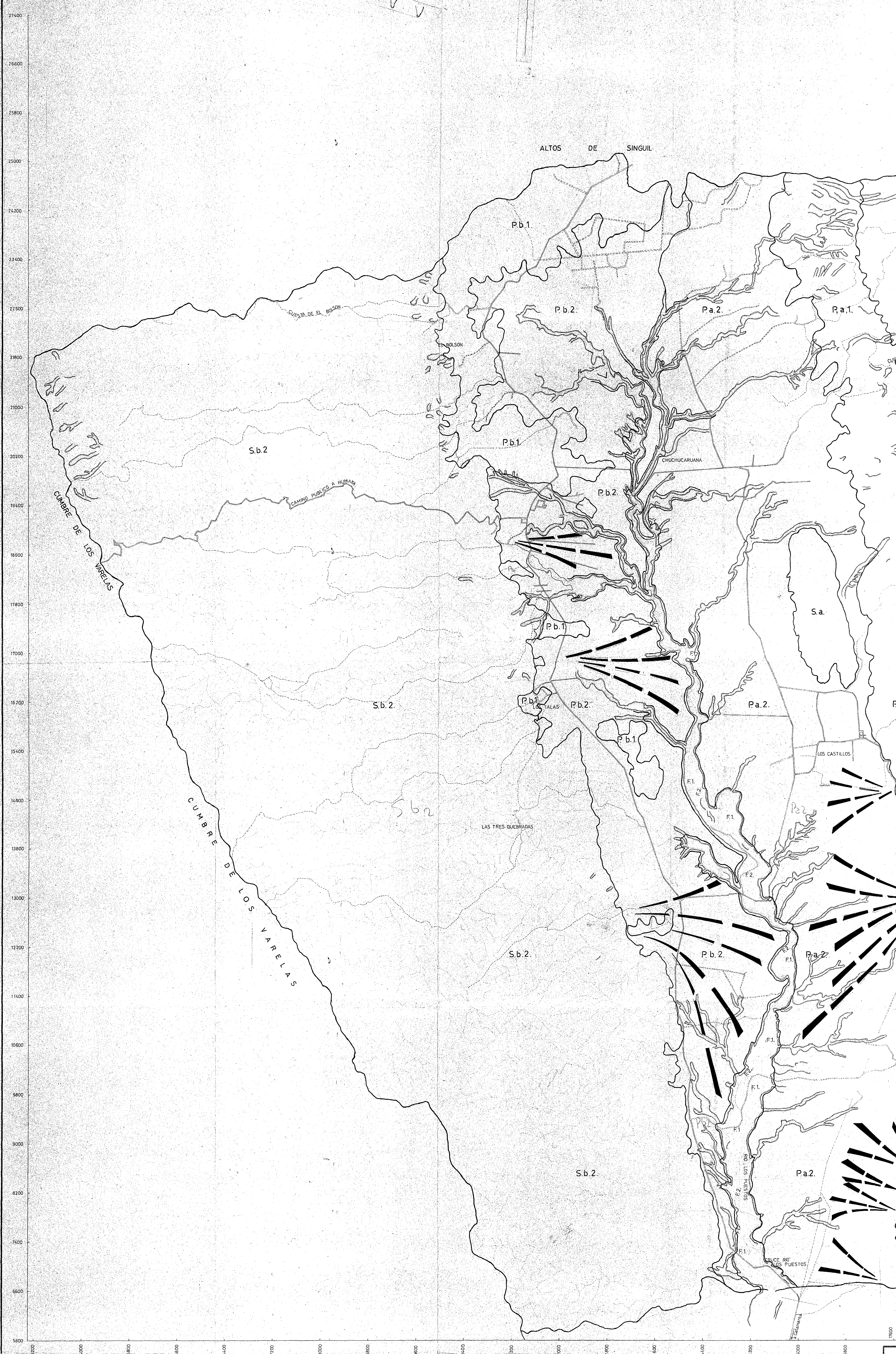


## REFERENCIAS

- Departamento
- ⊙ Cabecera Departamental
- Localidad
- Camino o Ruta
- - - Limite Interprovincial
- - - Limite Departamental
- ~ Cursos de agua permanentes
- - - Cursos de agua temporarios
- Limite de cuenca del Río Los Puestos

ESCALA 1:500.000





FUENTE DE DATOS

CARTOGRAFIA (Planimetria)  
HOJA N° 1 - LOS CASTILLOS  
HOJA N° 2 - LOS VARELAS  
(Por: Ing. Dante Omar Leiva Mendez  
Gustavo Castillo  
Ing. Graciela Caiati de Alvarez Parma)  
Restitución Aerofotogrametrica - Año 1993 -

REFERENCIAS CARTOGRAFICAS

- Camino Público
- Huella para transporte con vehículo
- Senda
- Río y/o arroyo permanente
- Río y/o arroyo transitorio
- Límite Cuenca Río Los Puestos

REFERENCIAS GEOMORFOLOGICAS

SUBCUENCA	ASOCIACION GEOMORFOLOGICA			UNIDAD GEOMORFOLOGICA	
	Designación	Denominación	Sector	Designación	Denominación
S	AREA SERRANA	CUMBRE DE BALCOSNA	S.a.	S.a.1	Superficie combal ondulada
		SIERRA DE HUMAYA		S.a.2	Vertiente abrupta (escarpa rocosa)
P	AREA PEDEMONTANA	NIVELES PEDE MONTANDS DE CUMBRE DE BALCOSNA	P.a.	S.b.2	Vertiente de reverso
		NIVELES PEDE MONTANDS DE SIERRA DE HUMAYA		P.a.1	Glacis superior
F	LLANURAS DE FAJA FLUVIAL	F.1	P.b.1	P.a.2	Glacis inferior
				P.b.2	Glacis superior
F	LLANURAS DE FAJA FLUVIAL	F.2	F.1	P.b.2	Glacis inferior
				F.1	Terrazas
F	LLANURAS DE FAJA FLUVIAL	F.2	F.1	F.2	Lechos actuales
				F.2	Lechos actuales

Conos aluviales

Límite de unidad geomorfológica.





#### REFERENCIAS CARTOGRAFICAS

- Camino Público
- Huella para transporte con vehículo
- Senda
- Río y/o arroyo permanente
- Río y/o arroyo transitorio
- Límite Cuenca Río Los Puestos

#### REFERENCIAS GEOMORFOLOGICAS

SUBCUENCA	ASOCIACION GEOMORFOLOGICA			UNIDAD GEOMORFOLOGICA	
	Designación	Denominación	Sector	Designación	Denominación
RÍO	S	AREA SERRANA	CUMBRE DE BALCOSNA	S.a.1	Superficie cumbre ondulada
			SIERRA DE HUMAYA	S.a.2	Vertiente abrupta (escarpa rocosa)
LOS PUESTOS	P	AREA PEDEMONTANA	NIVELES PEDE MONTANOS DE CUMBRE DE BALCOSNA	P.a.1	Glaciés superior
			NIVELES PEDE MONTANOS DE SIERRA DE HUMAYA	P.a.2	Glaciés inferior
	F	LLANURAS DE FAJA FLUVIAL		P.b.1	Glaciés superior
				P.b.2	Glaciés inferior
				F.1	Terrazas
				F.2	Lechos actuales

- Conos aluviales
- Límite de unidad geomorfológica.

#### CONVENIO PROVINCIA DE CATAMARCA CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

#### ESTUDIO DEL SISTEMA PIRAITES Y MANEJO DE LA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES PROVINCIA DE CATAMARCA  
COMISION DE COOPERACION TECNICA SECRETARIA DE ESTADO DE  
AREA INFRAESTRUCTURA HIDRICA CIENCIA Y TECNICA

TEMA: GEOMORFOLOGIA SUBCUENCA DEL RIO LOS PUESTOS

AUTORES: Geol. Gustavo Baez ESCALA: 1:20.000  
COLABORADOR: Tec. Dante R. Vitte PLANO Nº: 3  
FECHA: Nov. 1975

