

# **Programa Prioritario de Asesoramiento a Municipalidades**

## **Investigación hidrológica de la Cuenca del Arroyo Azul, Provincia de Buenos Aires.**

(\*) Sala, J.M.    (\*\*) Kruse, E    (\*\*\*) Aguglino, R

(\*) Prof. Titular Facultad Cs. Nat. y Museo (U.N.L.P.)

(\*\*) Investigador CONICET

(\*\*\*) Becario C.I.C. (Provincia de Buenos Aires)

Cátedra de Hidrología General - Cátedra de Hidrogeología - INGEA (Universidad Nacional de La Plata)

### **INFORME 37**

**LA PLATA, 1987**

 provincia de buenos aires  
comisión de  
investigaciones científicas  
calle 526 entre 10 y 11 - 1900 La Plata  
teléfonos 43795 - 217374 - 49581

# INDICE DE TEMAS

## I- GENERALIDADES

1. INTRODUCCION
2. OBJETIVOS
3. SITUACION GEOGRAFICA. AREA DE ANALISIS
4. INFORMACION ANTECEDENTE
  - 4.1. Datos hidrológicos y del medio físico
    - 4.1.1. Medio físico
      - 4.1.1.1. Topografía
      - 4.1.1.2. Fotografías aéreas e imágenes satelitarias
      - 4.1.1.3. Perforaciones
    - 4.1.2. Información hidrométrica
      - 4.1.2.1. Pluviometría
      - 4.1.2.2. Fluviometría
      - 4.1.2.3. Freatimetría
      - 4.1.2.4. Otras informaciones de interés
  - 4.2. Publicaciones e informes
- 5- METODOLOGIA
- 6- PROCEDIMIENTOS Y TAREAS REALIZADAS
  - 6.1. Medio físico
  - 6.2. Hidrometeorología
    - 6.2.1. Precipitación
    - 6.2.2. Evapotranspiración
  - 6.3. Hidrología subterránea
  - 6.4. Hidrología superficial

## II- CARACTERIZACION HIDROLOGICA

- 1- INTERPRETACION DEL MEDIO FISICO
  - 1.1. Características físicas generales
  - 1.2. Características hidrogeológicas
    - 1.2.1. de superficie
      - 1.2.1.1. "Rocas acuífugas"
      - 1.2.1.2. "Complejo rocas acuíferas"
    - 1.2.2. de subsuelo
- 2- HIDROMETEOROLOGIA
  - 2.1. Condiciones climáticas
  - 2.2. Precipitación
    - 2.2.1. Precipitación modular y anual
    - 2.2.2. Precipitación mensual
    - 2.2.3. Tormentas
  - 2.3. Evapotranspiración
- 3- HIDROLOGIA SUBTERRANEA
  - 3.1. Ambiente acuífugo (subambiente serrano)
  - 3.2. Ambiente acuífero
    - 3.2.1. Aspectos hidrodinámicos generales
      - 3.2.1.1. Condiciones regionales
      - 3.2.1.2. Condiciones locales
        - 3.2.1.2.1. Área urbana y suburbana
        - 3.2.1.2.2. Zona balneario de Azul
    - 3.2.2. Aspectos hidroquímicos

- 4- HIDROLOGIA SUPERFICIAL
  - 4.1. Características generales
    - 4.1.1. Cuenca superior
    - 4.1.2. Cuenca intermedia
    - 4.1.3. Cuenca inferior
  - 4.2. Régimen fluviométrico
  - 4.3. Hidroquímica superficial
  - 4.4. Caudal sólido

5-BALANCE HIDROLOGICO

6- MODELOS

- 6.1. Modelo de tormenta
  - 6.1.1. Estación seca
  - 6.1.2. Estación húmeda
- 6.2. Modelo anual
  - 6.2.1. Año medio
  - 6.2.2. Años húmedos y secos
- 6.3. Modelos seculares
- 6.4. Generalización

III- ASPECTOS APLICADOS

1- USO DEL RECURSO HIDRICO

- 1.1. Demanda de agua
- 1.2. Oferta de agua

2- CONTAMINACION

3- INUNDACIONES

4- PAUTAS GENERALES DE MANEJO

- 4.1. Inmediatas (coyunturales)
  - 4.1.1. Obras de retardo y regulación
  - 4.1.2. Limpieza y mantenimiento del cauce
  - 4.1.3. Pronóstico preventivo
- 4.2. Mediatas y a largo plazo
  - 4.2.1. Estudios de control y aproximaciones sucesivas
  - 4.2.2. Intensificación de la explotación

BIBLIOGRAFIA

## SINTESIS GENERAL

El presente trabajo que se pudo llevar adelante mediante un subsidio de la CIC y el apoyo logístico de la Municipalidad de Azul, se originó a partir de los problemas provocados por las inundaciones en la ciudad de Azul en Abril de 1980.

Por no ser las inundaciones un problema aislado dentro del ciclo hidrológico, por la importancia vital del recurso hídrico y por los efectos secundarios que pueden tener las obras, se abarca una temática más amplia que la sintética, que errónea y desprevenidamente puede suponerse como suficiente.

El primer capítulo es introductorio e incluye la metodología desarrollada y las técnicas empleadas, adaptadas a las condiciones naturales y antrópicas de la región así como a la realidad de los datos antecedentes y a los logrados en las observaciones de campo en el corto tiempo disponible.

En el segundo capítulo, en base a la sistematización, valoración, análisis e interpretación de la información, se efectúa una amplia caracterización hidrológica en la Cuenca del Arroyo Azul y sus aledaños, pero con las limitaciones lógicas a estos estudios, que deben ser permanentes y efectuarse en etapas de sucesivas aproximaciones.

Por último, el tercer capítulo, fundamentado en los anteriores, abarca aspectos aplicados y se delinearán en él soluciones tentativas a través del manejo del recurso hídrico, que consiste en:

- I) Obras de retardo y regulación de crecidas.
- II) Operaciones de limpieza y mantenimiento del cauce.
- III) Delineamiento de un sistema de pronóstico preventivo a bajo costo y relativa fácil operatividad.

Como no puede ser de otra forma, tratándose problemas de los recursos hídricos, se establecen además bases generales para prevenir y regular los problemas a mediano y largo plazo. Las pautas se resumen en la complementación de una polí

tica de manejo basado en el uso conjuntivo intensivo, lo cual se sustenta en:

- I) Estudios de control y aproximaciones sucesivas
- II) Complementación de redes de mediciones hidrométricas.

## I- GENERALIDADES

### 1- INTRODUCCION

La naturaleza es una sucesión de equilibrios inestables, donde a una acción responde una reacción, lo que puede, momentánea, circunstancial y/o definitivamente, ser favorable o desfavorable al hombre, el que es parte integral, plena e indisoluble de ella.

La historia de la vida y en particular la humanidad, demuestra que los seres vivos no la vencen, pero cuando se adaptan pueden sobrevivir, de lo contrario sufren grandes calamidades o desaparecen.

El avance científico y tecnológico a través del tiempo, parece conllevar una mayor adaptabilidad y por ende posibilita mejorar el nivel de vida social, comunitario e individual.

La diversidad y complejidad de los fenómenos ha llevado al hombre a solamente establecer leyes generales modificables en el tiempo, que le permitirían comprenderlos mejor y así adaptarse. Con ese proceder la ciencia actúa como disciplina aparentemente determinística. Pero la multitud de variables intervinientes, aleatorias o no, y sus cambios en tiempo-espacio, obliga a tratarlos muy frecuentemente como casuales o azarosos.

A todo lo señalado precedentemente en forma tan general, no escapa la hidrología, cuyos mayores avances pueden incluirse en los últimos cincuenta años, y mucho más reciente para ambientes de llanura, aunque aún insuficientes para satisfacer todas las necesidades del hombre.

Lo señalado precedentemente se agrava en general en la República Argentina incluida la Prov. de Buenos Aires, a pesar que F. Ameghino hace más de un siglo (1884) planteara en forma global, al señalar la necesidad de estudios básicos sobre el problema lo que posteriormente serían los lineamientos de la hidrología moderna.

La carencia de estudios y datos hidrométricos antecedentes impiden obtener en corto período conocimientos profundos sobre los problemas hidrológicos de una región como para establecer una planificación de obras que solucionen los problemas, especialmente porque pueden producirse efectos secundarios más perniciosos que los beneficios esperados. Esta opinión coincide con la de Kazzmann (1969).

Para atenuar los problemas planteados aparece en la actualidad como necesario seguir los siguientes principios, llevar adelante los denominados por sus características, "estudios con escasa información" (Sala, 1983), que se desarrollan en sucesivas aproximaciones y probablemente permitan solucionar problemas coyunturales, evitando dentro de lo posible los efectos secundarios nocivos. Esto es coincidente con las conclusiones del MOP (1956).

Si bien en hidrología las ciencias básicas concurrentes son la física, la meteorología, la matemática, la química y la geología; la última especialmente en estudios con escasa información adquiere una gran importancia pues frecuentemente permite inducir el posible comportamiento del sistema como así también apreciar cualitativamente la magnitud de los eventos históricos más notables. Este aspecto aún a nivel internacional ha sido encarado tímidamente (Sala et al 1983).

Por supuesto los estudios hidrológicos deberán obligadamente continuarse para perfeccionar el conocimiento y prever un manejo cada vez más adecuado del recurso en el tiempo.

Son numerosos los ejemplos universales en que las obras, por falta de estudios proporcionados a la magnitud y a los posibles efectos secundarios, han resultado un desperdicio por su inutilidad o han producido efectos perniciosos, llegando a ser graves y a sumergir a la sociedad en decadencia.

La República Argentina no escapa a lo manifestado y en la Prov. de Bs. As. son numerosos los ejemplos, entre otros:

- los grandes canales de la mal denominada Cuenca del Salado, que según autores optimistas evacúan un 10% de la precipitación, pero de acuerdo a estudios regionales recientes solamente lo harían en menos de un 4%. El resultado final es

que no han aliviado prácticamente en lo más mínimo a la región en cuanto a los efectos de las inundaciones, pero sí ha contribuido al rápido drene de las aguas freáticas en sus alrededores.

- el abastecimiento de agua a la localidad de C. Casares, instalado en la década del treinta, que a corto tiempo dejó de funcionar por salinización del agua.

- el mal asentamiento de ciudades en zonas anegables. El caso más grave y notorio corresponde al sector del Gran Buenos Aires arraigado en cuencas de los Ríos Reconquista y Matanza.

Más recientemente son varios los ejemplos que se pueden señalar:

- el canal Ameghino, que fue proyectado y construido para solucionar problemas de sequías de las lagunas y derivar los supuestos excesos de escurrimiento superficial que alimentarían al A° Sauce Corto, y para disminuir los caudales del Huáscar, tributario del Vallimanca. Los resultados contrarios al objetivo perseguidos estarían a la vista, como consecuencia de la falta de un conocimiento adecuado.

- en General Villegas por prevención inadecuada, el servicio domiciliario entrega agua de tenor salino mayor que el fijado por las normas.

- en numerosas localidades del interior de la provincia los nuevos barrios periféricos están asentados en áreas afectadas por las crecientes periódicas de lagunas, ríos y arroyos. El más notorio y trágico, posiblemente corresponde a Epecuén, donde períodos secos hicieron olvidar estados anteriores de la laguna en períodos húmedos, estableciéndose la población inadecuadamente en el lecho de la misma. Incluso en la culminación del período seco la situación llegó a tal punto que la intendencia (MOP, 1956) clamaba por el perjuicio ocasionado por el vaciado natural de la laguna.

Si bien el problema actual más grave son las inundaciones no se debe olvidar que en el futuro inexorablemente se producirán sequías con consecuencias tanto o más graves. La filosofía básica del presente trabajo es poder acelerar el conocimiento a fin de tratar de prevenir y atenuar también este

último problema.

Por la falta de disponibilidad de tiempo del profesor F. Fidalgo y su equipo de trabajo (especialistas en geología y geomorfología) se han encarado primeramente los estudios hidrológicos que los geológicos.

Los estudios actualmente en realización por el mencionado profesor cuando sean concluidos podrán introducir modificaciones y/o ajustes en el presente informe. Lo mismo sucederá en el futuro con la continuación de los estudios hidrológicos que deben tender a:

I- el perfeccionamiento del conocimiento hidrológico básico.

II- el control de previsiones efectuadas y de los efectos del accionar del hombre.

III- establecer nuevas pautas de manejo bajo una mayor precisión.

La investigación pudo concretarse merced a un acuerdo suscripto entre la Municipalidad de Azul y la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Provincia de Buenos Aires.

Los autores desean expresar su agradecimiento a distintas personas que han prestado su colaboración en forma directa o indirecta, entre otras, Sr. J.C. Ceraldi (Oficina Meteorológica Azul), Arq. R. Puértolas y Lic. M.J. Gilardoni (Dirección de Obras Sanitarias Azul), Ing. A. Strelzik, Lic. C. García e Ing. J.C. Seglie (Departamento de Recursos Hídricos de la Dirección Provincial de Hidráulica), Sr. M. Gil (Dirección de Planeamiento-Municipalidad de Azul), Srta S. Carrasquero (Fac. Cs.Nat. y Museo- La Plata), personal de fábrica de Cerámicos San Lorenzo, personal de la Sociedad Rural de Azul.

Debe destacarse la valiosa ayuda brindada por la Lic. L. Varela en la lectura y corrección del manuscrito y por el Sr. F.H. Gabrielli en las tareas de gabinete.

## 2- OBJETIVOS

La motivación de encarar la investigación surgió al producirse acontecimientos que provocaron perjuicios notables en la actividad del hombre, como resultó la inundación de 1980, originadora de daños que permanecen aún latentes en la memoria de los pobladores.

A pesar que los recursos hídricos tienen una influencia permanente en el accionar humano, es frecuente que la ocurrencia de catástrofes hídricas hagan más evidente la imprescindibilidad de contar con evaluaciones adecuadas y la necesidad de poseer un conocimiento más acabado del ciclo hidrológico.

Los conocimientos logrados no sólo deben ser aplicados a esos eventos catastróficos sino en aquellos, que resultando menos espectaculares, llegan a tener un efecto a largo plazo de mayor trascendencia que la sospechada. Por otra parte resultan necesarios en cualquier tipo de planificación en que tengan incidencia las aguas superficiales y las subterráneas.

La escasez de información hidrológica hidrométrica histórica, propia de todo "país nuevo" (Sala et al 1983) conduce a plantear el problema separando lo coyuntural de lo mediató.

Los estudios coyunturales, con la escasa información disponible, dan una primera aproximación intentando aminorar o amortiguar los problemas urgentes particulares (inundaciones, anegamientos, sequías, etc.). A partir de los resultados, tentativamente se establecen pautas provisionales de manejo, que posibilitan disminuir al mínimo los riesgos de los efectos secundarios perjudiciales al hombre, los que de otra manera podrían ser más nocivos que los males que se quieren corregir.

Los mediatos, estrictamente relacionados con los anteriores, se desarrollan a medida que se van generando nuevos registros y conocimientos hidrológicos.

Ambos requieren un entendimiento del ambiente natural, especialmente ante las condiciones variables espacio-tiempo que impone el ciclo hidrológico.

El usufructo debe estar basado en pautas de manejo planificadas, fundadas en el conocimiento adecuado de los recursos hídricos para así poder obtener un desarrollo urbano y/o rural armónico, en el presente y con miras al futuro.

De acuerdo a lo establecido en el programa de tareas aprobado y a lo manifestado, la investigación hidrológica de la cuenca del A° Azul ha tenido como finalidad plantear una diagnosis, con bases razonablemente seguras, de la problemática que presentan los recursos hídricos de la región.

### 3- SITUACION GEOGRAFICA.AREA DE ANALISIS

El área tratada que incluye la cuenca del A° Azul, se ubica en la zona central de la provincia de Buenos Aires, formando parte de la región hidrológica "extrapedemontana nororiental" de acuerdo a la generalización hidrológica de Sala et al (1983) (Fig. 1).

El arroyo Azul con cabeceras en las proximidades de Chillar, se desarrolla a través de todo el partido de Azul (Fig. 2) con una longitud de alrededor 120 Km. El mismo continúa para perderse antes de alcanzar al Río Salado, denominándose de su tramo inferior A° Gualicho. Debe señalarse que el curso, a unos 30 Km. aguas abajo del límite entre el partido de Azul y Las Flores, es cortado por el canal 11.

La presente investigación sólo abarca el tramo situado en el Partido de Azul, pudiéndose diferenciar dos sectores de acuerdo a las escalas de trabajo utilizadas (Fig. 3):

- I- Sector de mayor detalle
- II- Sector de menor detalle o complementario

El primero abarca aquella comarca que estaría específicamente relacionada con el problema de las inundaciones en la ciudad de Azul y se desarrolla desde la misma hasta las cabeceras de la cuenca.

El sector complementario se extiende aguas abajo de la ciudad hasta el límite nororiental del partido. Es importante por la influencia que puede tener el manejo de los recursos hídricos que se efectúen en el otro sector.

La superficie comprendida por ambos es algo superior a los 3.500 Km<sup>2</sup>.

#### 4- INFORMACION ANTECEDENTE

##### 4.1. Datos hidrológicos y del medio físico

Varias fuentes han sido consultadas en la recopilación de información. Además de la información existente en la Cátedra de Hidrología General y en la de Hidrogeología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, se requirieron antecedentes en los siguientes organismos: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Departamento de Recursos Hídricos (DRH) de la Dirección Provincial de Hidráulica (Buenos Aires), Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Obras Sanitarias de la Nación (OSN), Servicio Provincial de Agua Potable y Rural (SPAR), Secretaría de Planeamiento de la Municipalidad de Azul (SPMA), Dirección de Obras Sanitarias de la Municipalidad de Azul (DOSMA), Sociedad Rural de Azul, Administración General de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires (AGOSBA), Agua y Energía Eléctrica (Ay EE), Instituto Geográfico Militar (IGM) y Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales.

##### 4.1.1. Medio Físico

##### 4.1.1.1. Topografía

Los mapas topográficos utilizados corresponden a los relevamientos realizados por el IGM. La distribución areal de dichos mapas se muestra en la Fig. 4 y las distintas escalas son mencionadas en el Cuadro N° 1.

Proporcionados por la Municipalidad, han sido de utilidad para diversos aspectos de la tarea, los mapas planimétricos de la ciudad a escala 1:10.000 y 1:20.000.

##### 4.1.1.2. Fotografías aéreas e imágenes satelitarias

Se contó con fotografías aéreas a distintas escalas. Se han utilizado especialmente mosaicos del INTA a escala 1:50.000, coincidentes en su ubicación y denominación con las cartas topográficas citadas.

La municipalidad de Azul facilitó fotografías aéreas de detalle que abarcan el área de la planta urbana.

Se han usado también imágenes satelitarias (LANDSAT) que comprenden gran parte del área habiendo sido motivo de especial análisis, dadas sus características, la del 19 de Setiembre de 1980.

#### 4.1.1.3. Perforaciones

Existen en la región perforaciones documentadas de distintas instituciones, cuyo origen y/o propiedad se señalan en el Cuadro N° 2. Además se logró documentación de particulares; en algunos casos verbales, que resulta de menor calidad que la anteriormente mencionada.

Salvo las perforaciones Chillar y Cacharí, el resto está concentrado en el ejido de la ciudad de Azul, demostrando la heterogeneidad que presenta su distribución (Fig. 5).

#### 4.1.2. Información Hidrométrica

##### 4.1.2.1. Pluviometría

Se dispuso para el análisis registros hidrométricos publicados e inéditos de distintas estaciones de la región. En el Cuadro 3 se señala la localidad, fuente, tipo de información y período. La calidad de los records y la continuidad de los datos son variables.

##### 4.1.2.2. Fluviometría

La información básica de registros fluviométricos fue suministrada por el DRH, contándose con los caudales medios diarios de una estación en el A° Azul (Fig. 5) (período 1962-85). Además facilitó los datos de dos estaciones en A° de los Huesos, cruce con la ruta 226 (período 1962-80) y en la localidad de Miranda (período 1962-76).

También se logró información de AYEE (1981) del A° La Corina (período 1954-57) (Fig.5).

#### 4.1.2.3. Freatimetría

Se dispuso de registros freatimétricos diarios medidos por el SMN en las localidades de Azul y Campodónico. Además se cuenta con la información mensual, discontinua, de cuatro estaciones ubicadas aguas abajo de Azul (Fig. 5) que funcionan a partir de 1981.

También existen registros aislados de niveles en las perforaciones de DOSMA.

#### 4.1.2.1. Otras informaciones de interés

Distinta información cualitativa de interés hidrológico se ha podido recoger a partir de comunicaciones verbales, a veces documentadas, de pobladores, funcionarios, etc.; mereciendo especial atención aquellas vinculadas con los desbordes del A° Azul, específicamente en los años 1980 y 1985.

#### 4.2. Publicaciones e Informes

Se mencionan a continuación las principales publicaciones e informes que han sido consultados en el tratamiento de los distintos temas que debieron analizarse.

Desde un punto de vista temático y abarcando aspectos de la metodología de investigación en hidrología de llanuras, pueden mencionarse entre otros a Sala (1981 y 1983) y Kovacs (1983).

La región como parte integrante de otra mayor, ya sea de la Pampa Deprimida del Salado o del territorio provincial, ha sido el objeto de diferentes estudios, que según distintos enfoques incluyen, entre otros, aspectos hidrológicos, geográficos, los efectos antrópicos, manejo del agua y del suelo.

Pueden citarse: Durán (1981), Godz et al (1983), Sala, Gonzalez y Kruse (1983), Moscatelli y Scoppa (1983), Dargavs et al (1983), Domínguez y Carballo (1983), Tricart (1983).

Además han sido fuente de consulta aquellos trabajos que tradicionalmente tratan el problema regional de las inundaciones en la Provincia de Buenos Aires, como Ameghino (1984),

Posadas (1933) y MQR (1956).

En relación a trabajos geohidrológicos regionales debe mencionarse a Sala et al (1974), Sala (1975), Hernández et al (1975).

Desde un punto de vista geológico no hay estudios adecuados a las necesidades hidrológicas. Los existentes que abarcan áreas extensas e incluyen a la cuenca, a pesar que ésta se encuentra cubierta en su casi totalidad por sedimentos cuaternarios, se refieren fundamentalmente a la "roca dura", como por ejemplo los de Villar Fabre (1955), Gonzalez Bonorino et al (1956), Teruggi y Kilmurray (1975) y más reciente y actualmente en realización el de Kilmurray y Ribot (1985).

Si bien no hay trabajos geomorfológicos específicos del área, la incluyen los generales de Tricart (1973) y Fidalgo (1983), entre otros.

Con respecto a las características hidrometeorológicas regionales debe citarse a Burgos (1969) y Canziani et al (1983).

Un conocimiento geohidrológico preliminar desde Azul a la cabecera de la cuenca se tiene a partir de Kruse (1983 y 1984).

Aportan información estudios hidrogeológicos puntuales, destinados al aprovisionamiento de agua a Cacharí (SPAR, 1971), Chillar (SPAR, 1970), Azul (BOCANEGRA, 1979) y a problemas de corrosión de gasoductos (Auge, 1981).

Como estudio geológico de carácter local parcializado se puede mencionar a Zetti et al (1973), que estudia a los sedimentos cenozoicos aflorantes en las barrancas correspondientes a pequeños sectores de cabeceras del A° Azul.

Vinculado con el análisis de tormentas intensas debe mencionarse el tratamiento que se realiza para la estación Azul del SMN por parte de Medina y Moyano (1975).

## 5- METODOLOGIA

La escasez de información, las condiciones físicas de la región y las soluciones coyunturales que se requieren, plantean la necesidad de un desarrollo metodológico apropiado para lograr un conocimiento imprescindible del ciclo hidrológico antes de encarar cualquier acción que modifique las características naturales de almacenamiento y circulación de las aguas, pues ello puede llevar, como ya se mencionara, a efectos secundarios más perniciosos que los beneficios esperados.

Los procesos hidrológicos que cuantitativamente prevalecen en un ambiente de llanura, (precipitación-infiltración evapotranspiración), no se corresponden con las simplificaciones aplicadas en ambientes abruptos, que toman como variables fundamentales la relación precipitación-escurrimiento superficial.

Además para los problemas de inundación de llanura es necesario sumar a las variables fundamentales ya enunciadas, otra, que se torna de similar importancia, cual es la capacidad de almacenamiento subterráneo.

En consecuencia el concepto básico de la fuerte interacción existente entre aguas superficiales y subterráneas, pone más en evidencia que los fenómenos hidrológicos deban considerarse integrando un sistema único.

La escasez de tecnologías generales, especialmente universales, que permitan una simplificación adecuada a esas condiciones de llanura, conduce a que la investigación científica resulte por ahora el único camino valedero para establecer el funcionamiento hidrológico de la región.

Por otra parte el problema se agudiza por la escasez de información hidrométrica antecedente ya señalada.

Por todo ello la metodología general impuesta está basada en aproximaciones sucesivas y en el planteo de hipótesis con sus verificaciones a partir de la observación y la experimentación que se produce en el gran laboratorio representado por la naturaleza.

Se trata de comprender inicialmente las característi

cas generales, para luego hacerlo con las particulares. Como una forma de predicción se hace especial énfasis en las características del medio físico, para posibilitar la comprensión del control de los efectos de las precipitaciones en lo que hace a las variables circulación y almacenamiento de agua.

En los casos en que se cuenta con una sucesión de eventos valorables estadísticamente se intenta, partiendo del conocimiento de la naturaleza, complementar, convalidar o descartar la extrapolación de los resultados obtenidos.

Por último ante la aparente complejidad para el hombre de ciertos fenómenos hidrológicos, se trata de desentrañar los mediante simplificaciones y por analogías, con aquellos que aparecen como comprensibles y cuantificables.

## 6- PROCEDIMIENTOS Y TAREAS REALIZADAS

De acuerdo a la metodología establecida se han implementado distintas técnicas y procedimientos para analizar el medio físico, las características hidrometeorológicas, las hidrológicas subterráneas y las hidrológicas superficiales.

### 6.1. Medio Físico

La delimitación de la cuenca en lo que se denomina "sector de mayor detalle" (Fig. 3) no ofreció mayores dificultades a partir de los mapas topográficos (escala 1:50.000) pero donde existían algunas dudas, el auxilio de las fotografías aéreas e imágenes satelitarias permitió dilucidar en parte la situación.

En cambio en el "sector complementario" aparentemente los límites topográficos y freaticométricos se desdibujan y es por eso que el área de estudio se circunscribió a una franja de aproximadamente 20 Km. de ancho a ambos lados del arroyo Azul. Fijar los límites estables de esta zona requeriría un detalle que escapa a los objetivos perseguidos en esta etapa.

La confección de un mapa planimétrico de base a escala 1:100.000 del área, fue una de las tareas iniciales realizada a partir de la cartografía del IGM. Resultó de utilidad para la localización de unidades morfológicas, hidrológicas, de red de drenaje y de la acción antrópica.

Para la presentación en el informe, dichos mapas han sido reducidos (escala 1:200.000) para un mejor manejo. Sin perder el detalle de la escala 1:50.000, la compilación del mapa topográfico, con una equidistancia de 20 m en las áreas de mayores pendientes y con el agregado de una curva de nivel de 10 m y una auxiliar de 5 m en las de menores, permite visualizar las variaciones morfológicas regionales más importantes en la cuenca (Fig. 6a).

El aspecto geológico-geomorfológico se trató únicamente en términos generales ya que sus consideraciones de de-

talle están siendo actualmente ejecutadas por especialistas de la cátedra de Geomorfología (Fac. de Cs. Nat. y Museo. La Plata) en una investigación encarada por acuerdo entre la Municipalidad de Azul y la Comisión de Investigaciones Científicas (Prov. de Bs. As.).

Ante la necesidad de tener un conocimiento hidrogeológico de superficie preliminar y hasta tanto se cuente con la información producida en el citado estudio, se encaró el reconocimiento a partir de técnicas fotohidrológicas (mosaicos fotográficos 1:50.000 e imágenes satelitarias 1:250.000), con sus correspondientes verificaciones y chequeos de campo.

La separación en grandes unidades fue efectuada según los criterios convencionales de fotointerpretación, como son diferencias de tono, textura, rugosidad, etc. Toda esta información fue posteriormente volcada al mapa base escala 1:100.000.

Para la comprobación y complemento de la red de drenaje y de las características del almacenamiento superficial han sido también de gran utilidad los procedimientos fotohidrológicos.

El tratamiento hidrogeológico de subsuelo resultó relativamente dificultoso, dado que la información documentada está concentrada en la localidad de Azul. Para el resto del área es necesario interpretar las características de superficie y extrapolar aquellas generalidades regionales que permitan enmarcar el sistema hidrológico subterráneo.

## 6.2. Hidrometeorología

### 6.2.1. Precipitación

Constituye el único ingreso de agua al sistema y de ahí la necesidad de intentar una aproximación al conocimiento de su comportamiento.

Se han encarado análisis de distintos períodos en términos anuales y mensuales en localidades situadas en el área y con el auxilio de otras vecinas (Fig. 5 y Cuadro 3). Con ello se definió el tipo climático puntual y regional, como así también se valoró los probables volúmenes globales de agua incidentes en el balance hidrológico en períodos relativamen-

te largos.

A fines del presente trabajo se considera como período húmedo al conjunto de años sucesivos cuyo promedio supera el valor modular de toda serie, y viceversa para un período seco. Precisamente las series anuales, estacionales y mensuales, entre las que merece destacarse Azul (85 años de registros), se utilizaron para la definición de períodos húmedos y secos, regímenes de las precipitaciones y su posible influencia en los escurrimientos. A su vez permitieron estudiar la evolución de los valores medios, la comparación entre distintos períodos y la tendencia de las variaciones en el tiempo a partir de las medias móviles.

Para el tratamiento de tormentas se reduce la posibilidad de análisis, dado que únicamente existe información sistemática pluviográfica en Azul (estación del SMN 1946-1986) y del DRH 1964-1986) lo cual impide conocer la distribución, intensidad y área de las tormentas, interrogante que se plantea dada la extensión de la cuenca y la posibilidad de heterogeneidad de las tormentas. Como una forma de paliar en parte esta situación se han estudiado las precipitaciones diarias de distintas estancias (Fig. 7) que además de un período muy corto de registros (1981-1985), presentan las limitaciones que impone la información de tales características:

Se realizaron análisis de intensidades, frecuencia y duración de tormentas en base al pluviógrafo de DRH (con registros cada 6 horas).

Dada la escasez de la información hidrológica y el carácter del estudio emprendido se ha creído innecesario un mayor detalle para tormentas de duraciones menores, que el provisto por la bibliografía existente (Medina y Moyano, 1975). En ella se hace el análisis puntual de lluvias intensas según los registros pluviométricos 1908-1972 y pluviográficos 1946-72 de la estación del SMN.

#### 6.2.2. Evapotranspiración

Representa un egreso importante de la fase terrestre del

ciclo hidrológico, resultando uno de los fenómenos más difíciles de evaluar. Las numerosas variables que intervienen en el proceso, entre otras, temperatura, presión, viento, calidad de agua, pueden medirse con ciertos detalles, pero con su aplicación en el cálculo sólo se tiene un resultado estimativo.

Se optó por la utilización de fórmulas empíricas que presentan como variables fundamentales para el cálculo de la evapotranspiración, la temperatura y la precipitación en sus términos modulares.

Distintas fórmulas han sido empleadas, entre las que deben mencionarse Thornthwaite, Turc, Coutagne; las cuales la primera parecería contar con mayores probabilidades de adaptación a las características de la provincia de Buenos Aires, para la definición climática.

Los trabajos de Sala et al (1980) y Kruse y Rojo (1985) demostrarían que desde un punto de vista hidrológico sería necesaria una fórmula que incluya además de la temperatura y precipitación, la infiltración y otras variables hidrológicas, ya que la evapotranspiración según la fórmula de Thornthwaite daría valores exagerados, mientras que la de Turc y Coutagne podrían representar los límites mínimos de la misma.

El intento de estimación de evapotranspiración potencial y real a partir de la fórmula de Thornthwaite, siguiendo la marcha mensual (período 1966-85), se ha realizado con un fin meramente cualitativo tendiente a la comprensión de la influencia relativa de los excesos con respecto al escurrimiento en el balance hidrológico.

Las dudas que se plantean en cuanto a la evaluación de la evapotranspiración hacen que a los efectos prácticos, las aproximaciones en períodos cortos de tiempo carezcan de sentido para los fines hidrológicos, por lo tanto durante la tormenta se desprecia la que puede existir cuando se produce un escurrimiento superficial.

Se contó con datos de evaporación de tanque en la estación Azul del SMN para el año 1980, que aplicándoles un coeficiente de corrección mostrarían cierto paralelismo con el cálculo estimativo según las fórmulas mencionadas, de manera

que su utilización modular prácticamente no devela las dudas que se tienen con la metodología aplicada. Sin embargo sus lecturas diarias permitirían verificar que el proceso de evaporación se interrumpe prácticamente durante las tormentas.

### 6.3. Hidrología Subterránea

Con el objeto de evaluar las condiciones y circulación que caracterizan a las aguas subterráneas se han ejecutado distintas tareas que tienen como base, los relevamientos de campo.

Las labores han comprendido censos geohidrológicos, diferenciándose las mismas según los distintos sectores de la cuenca. En el "sector de mayor detalle" (Fig. 3) con anterioridad a la iniciación de los trabajos había sido efectuada la operación (Kruse, 1983), por lo que se requirió sólo una revisión y actualización. En cambio en el "sector complementario" el trabajo debió ser emprendido sin contar con esos antecedentes.

Las escalas utilizadas por los relevamientos fueron, en el primer caso 1:50.000 y en el segundo 1:100.000. Además el censo de perforaciones se densificó en las proximidades de Azul.

Por otra parte con la finalidad de reconocer las relaciones entre las aguas superficiales y subterráneas y las variaciones en el almacenamiento de banco, se realizó un relevamiento de detalle en la zona del balneario de Azul.

La tarea se basó en el censo de perforaciones existentes en el área (Cuadro N° 4), que están destinadas comúnmente a la extracción de agua por medio de bombas o molinos. En ellas se midieron profundidades de nivel, se extrajeron muestras de agua determinándose su conductividad y donde fue posible se midió la profundidad de la perforación. También se recabó información acerca de la construcción, sus características, sedimentos atravesados, usos, caudales de extracción, calidad y variaciones detectadas, efectuándose además en cada punto una descripción del ambiente del lugar (morfología e hidrogeología).

logía superficial).

Cada punto relevado fue ubicado en la cartografía de acuerdo al sistema de coordenadas Gauss Kruger, habiéndose establecido la cota de boca de pozo por interpolación de las curvas topográficas de las cartas del IGM; a escala 1:50.000.

En el área del balneario los puntos fueron acotados mediante nivelación al centímetro, tarea que fue efectuada con el apoyo del personal de topografía de la Municipalidad de Azul.

Durante las tareas de campo se establecieron lugares de medición periódica del nivel de aguas superficiales en distintos puntos del recorrido de los cursos, donde también se extrajeron muestras de agua, realizándose además una descripción de las particularidades morfológicas del cauce y de las corrientes.

Dado el carácter de la etapa que cubre este trabajo y al no haberse tenido oportunidad por falta de perforaciones adecuadas, no se han realizado ensayos de bombeo para la determinación de parámetros geohidrológicos.

En base a los relevamientos de campo señalados precedentemente, se procedió a la elaboración de los mapas isofreáticos correspondientes volcándose a la escala 1:100.000 la información disponible.

La equidistancia elegida en los mapas regionales fue de 10 m. con el fin de compensar los posibles errores que se derivan del acotamiento de boca de pozo y de las variaciones que pueden producir en los niveles durante el transcurso de la operación de censo. Para el trazado de las curvas se tomaron como límites los cuerpos de agua superficiales.

En las proximidades de la ciudad de Azul pudo elaborarse un mapa isofreático a escala 1:50.000, con un equidistancia de 5 m. y en el área de relevamiento de detalle del balneario la información obtenida fue volcada a una escala 1:20.000 con una equidistancia de 1 m.

Se trazaron mapas de isoprofundidad, tendientes a establecer el espesor de la zona de aereación, empleándose una equidistancia de 2,5 m.

Se elaboró un mapa de conductividades con una equidistancia de 500 micromho/cm, para reconocer la variación areal del contenido salino de las aguas freáticas.

Una vez finalizada la tarea de censo de perforaciones (marzo de 1985) se procedió a la selección de aquellos puntos censados que podrían servir como estaciones de mediciones hidrométricas periódicas.

El criterio seguido fue el de seleccionar perforaciones en base a la configuración del mapa isofreático y de las unidades morfológicas e hidrogeológicas. Además se tuvieron en cuenta en esta selección la facilidad de acceso y las características de las perforaciones.

Estas estaciones con un programa de medición trimestral, han sido la base para la elección de la distribución de perforaciones destinadas al muestreo para la realización de análisis químicos completos, habiéndose efectuado las modificaciones necesarias al considerar las variaciones de conductividad establecida.

A partir de las mediciones de los niveles freáticos en distintas épocas se intentaron realizar los mapas de isovariación correspondientes para conocer su influencia en el ciclo hidrológico.

Un único muestreo hidroquímico fue realizado en Agosto de 1985. Los análisis fueron ejecutados por el laboratorio químico de la DOSMA y comprendieron la determinación de pH, alcalinidad, cloruro, sulfato, fluoruro, nitrato, dureza, calcio y magnesio. Como consecuencia de algunas dificultades en el laboratorio no se creyó conveniente completar nuevos muestreos, que se habían planificado originalmente.

Los resultados obtenidos sólo han permitido una caracterización general de las aguas, habiéndose utilizado como procedimiento la graficación mediante diagramas de Stiff, ubicables en un mapa 1:200.000 (Fig. 8).

Se efectuaron análisis de datos freaticométricos históricos. La información diaria del SMN (Azul, período 1942-79 y Campodónico, período 1942-62) con algunas interrupciones, fue analizada y valorada, habiéndose graficado valores mensua

les para Azul (1942-51) y para Campodónico (1942-63).

Los datos del DRH corresponden al período 1981-85, aunque son discontinuos, han sido volcados en un gráfico de variación freaticométrica mensual.

#### 6.4. Hidrología superficial

Para el conocimiento de las aguas superficiales ha sido fundamental el tratamiento de los datos fluviométricos registrados (período 1962-85) en la estación ubicada en el seminario de Azul y operada por el DRH.

La tarea comprendió la valoración de la información, efectuándose la estimación de los módulos anuales y mensuales del escurrimiento fluvial a partir de los caudales medios diarios.

Debe indicarse que la información muestra una serie de interrupciones, resultando una de las más destacables la falta de registros de los posiblemente, máximos caudales de 1977 (entre Oct. y Enero), 1980 (entre Abril y Julio) y 1985 (Nov. y Dic.) coincidentes con inundaciones.

Se seleccionaron crecientes características (Cuadro N° 5), confeccionándose hidrogramas de crecidas y estableciéndose sus peculiaridades más importantes; tiempo al pico, tiempo base, curva de agotamiento, etc.

Además se efectuó la separación de los volúmenes correspondientes a escurrimiento subterráneo (caudal básico) y a escurrimiento superficial. Si bien se han utilizado distintas técnicas, tanto en papel decimal como en papel semilogarítmico, se aplicó la separación estableciendo una recta que una el punto de subida con el punto de inflexión de la curva de agotamiento, o sea, donde los caudales menores se hacen relativamente uniformes. Dado el carácter del estudio con ello se persigue adjudicar un mayor volumen al escurrimiento superficial, despreciando los efectos del almacenamiento de banco y consecuente retardo del escurrimiento subterráneo.

Este procedimiento también fue aplicado en la totalidad de los registros diarios, a fin de conocer los valores

modulares del escurrimiento básico (Kruse, 1984).

Debe destacarse el uso de procedimientos fotohidrológicos para la estimación de las características de la red de drenaje natural y antrópica, como así también para el establecimiento de las áreas con más probabilidad de almacenar temporariamente agua en superficie.

## II - CARACTERIZACION HIDROLOGICA

### 1. INTERPRETACION DEL MEDIO FISICO

El medio físico constituido por el conjunto "geológico fisiográfico" y consecuentemente el geomorfológico, regula la circulación y almacenamiento de las aguas en la fase terrestre del ciclo hidrológico.

Para la interpretación de los registros y regímenes de las aguas superficiales y subterráneas resulta imprescindible la consideración e interpretación de las características físicas generales. Su adecuado conocimiento posibilita plantear hipótesis de funcionamiento hidrológico y en base a ello, la predicción de comportamientos; contribuyendo la información hidrológica histórica, cuando la hay, a su verificación, ajuste o rectificación.

Lo expresado precedentemente adquiere una mayor importancia en áreas como la considerada, con escasa información hidrométrica histórica. Los procesos geomorfológicos que dieron origen a las formas, especialmente los más recientes y aún en actividad pueden arrojar en muchos casos datos cualitativos que tienen un valor adicional, ya que pueden ayudar a paliar la escasez de información cuantitativa señalada.

El aspecto geológico-geomorfológico de detalle, de acuerdo a lo convenido oportunamente con la CIC, ha sido encarado por el profesor Fidalgo y su equipo de trabajo, por lo tanto lo aquí expresado debe considerarse como un elemento importante, pero preliminar. Cuando se tengan los resultados de los trabajos del mencionado profesor, la interpretación hidrológica de los mismos permitirá introducir ajustes o verificaciones en las conclusiones.

#### 1.1. Características Físicas Generales

Desde el punto de vista morfológico, por lo que más

adelante se expresa, el comportamiento global de la región es el de un ambiente de llanura. En particular debe reconocerse como formas destacables un subambiente serrano y otro llano. Se incluye en este último un sector de lomadas apenas sobreelevadas que vinculan a ambos.

El subambiente serrano ocupa aproximadamente sólo un 10% del total del área y se ubica en las cabeceras de la red de drenaje, constituyendo el límite de ésta. Se desarrolla por encima de los 200 msnm, alcanzando su mayor altura en el sector oriental, específicamente en el C° La Crespa (379 msnm) y el C° La Armonía (359 msnm) (Fig. 5). Representan las formas relativamente más pronunciadas del área, con pendientes que pueden ser superiores al 5%, que si bien son valores bajos resultan destacables en relación con las pendientes circundantes. Como consecuencia de que el área ocupada por las serranías es muy pequeña con respecto al total de la región, su influencia sería local, y regionalmente predominarían los procesos característicos de un ambiente llano.

En el subambiente llano deben distinguirse las lomadas suaves ya mencionadas, que se encuentran en sectores intraserranos y proximales a las sierras. Son formas onduladas con pendientes locales entre 0,5 y 2%. Hacia el Norte se desarrolla una morfología más llana, con pendientes regionales de alrededor de 0,2%. A partir de Azul (130 msnm) se transforma en una llanada monótona, con una disminución paulatina de las pendientes hasta 0,1% en el sector nororiental del partido, cuya cota es de unos 60 msnm..

En esta última región no se aprecian variaciones fuertemente destacables del relieve, sino sólo pequeñas depresiones que, en una zona extremadamente llana como la tratada, adquieren importancia por producir modificaciones hidrológicas locales, característica de las llanuras (Sala et al 1983 y 1985).

De acuerdo a las peculiaridades físicas generales precedentes, la cuenca puede subdividirse (Fig. 6b) en:

I- Superior: Desarrollada desde cabeceras hasta las

Últimas manifestaciones serranas, incluyendo las lomadas y las partes de menores pendientes del sector intraserrano.

II- Intermedia: Se extiende a partir de la delimitación de la superior hasta las proximidades de Azul, siendo un ámbito de llanura con lomadas suaves.

III- Inferior: Emplazada aguas abajo de Azul. Es una llanura más franca cuya pendiente topográfica regional disminuye.

El cauce del A° Azul y sus tributarios forma parte de la red de avenamiento de la vertiente NE de las sierras de Tandilia la que, según Sala et al (1983), "en su mayoría se pierde en la comarca oriental a una apreciable distancia del área costera" (sic).

En la cuenca superior el diseño de drenaje es dendrítico con una textura relativamente gruesa. En las otras se presentan los interfluvios sin drenaje integrado, como así también gran cantidad de pequeñas depresiones cerradas, unidas en muchos casos por zanjás hechas por el hombre.

Con excepción de los sectores serranos, donde se encuentra roca acuífuga aflorante, la totalidad de la región está cubierta por vegetación. Predominan las gramíneas, encontrándose sólo en pequeños sectores arbustos y árboles. En la superior y en la intermedia la actividad agrícola, está dedicada a cereales y pasturas sembradas y/o naturales. En cambio en la inferior predomina la ganadería (pasturas naturales), teniendo menor importancia la agricultura.

La vegetación es un factor que influye en términos generales retardando el escurrimiento superficial; donde existe un adecuado uso de la tierra el mencionado retardo se incrementa. Como consecuencia de ello disminuye aún más el escaso poder erosivo.

## 1.2. Características hidrogeológicas

Se utiliza el término hidrogeología para designar a la interpretación de la geología desde un punto de vista hidrológico.

### 1.2.1. de superficie

#### 1.2.1.1. "rocas acuífugas"

En el subambiente serrano afloran rocas globalmente acuífugas (Fig. 9), con permeabilidad secundaria por fisuración. Estas pertenecen al basamento cristalino y a la cubierta sedimentaria paleozoica. El primero está constituido por granitoides, migmatitas, milonitas y metamorfitas (Terruggi y Kilmurray, 1975). La cubierta sedimentaria paleozoica se manifiesta como afloramientos aislados de cuarcitas, en las proximidades de Chillar.

El basamento cristalino por sectores ha sufrido meteorización, alterándose totalmente sus características primarias, que incluso llegan a transformar a la roca en una "arena gruesa" de buena permeabilidad. Espesores superiores a 3m., donde no es posible la observación de la roca sana, se han podido verificar en algunas canteras de la región (Kruse, 1983). En este caso permitirán la transmisión de agua análogamente a un medio poroso clástico. Debido a la fisuración y a los fenómenos de meteorización las rocas adquieren una permeabilidad regional importante, mayor que la que a simple vista se podría esperar. El fenómeno se refleja en el carácter efluente de los arroyos, aún en un ambiente franco de basamento, hecho ya señalado para el área de Tandil (Sala y Rojo, 1981).

#### 1.2.1.2. "Complejo rocas acuíferas"

La mayor parte del área está cubierta por sedimentos permeables reunidos dentro del "complejo de rocas acuíferas" (Fig. 9) que engloban a las unidades geológicas cuaternarias, Pampeano y Postpampeano.

Los "Pampeanos", son observables solamente en cortes de caminos, canteras, zanjas, pozos, barrancas, etc. El depósito está constituido predominantemente por un sedimento limoso, de color castaño rojizo, en general con impregnaciones de carbonato de calcio. Una característica bastante común en la región es la presencia en su techo de "tosca" con algunas va-

riaciones, en mantos de distinta potencia, láminas, clastos cementados, etc. La presencia de mantos discontinuos tiene una extensión areal más significativa en la cuenca inferior.

Los sedimentos poseen una permeabilidad relativa mediana, pero localmente las anisotropías la aumentan o la disminuyen. Regionalmente el conjunto puede considerarse homogéneo.

La "tosca" frecuentemente presenta doble permeabilidad: producto de su porosidad singenética y de la fisuración posterior; además conforma mantos discontinuos.

Por todo ello la permeabilidad regional de los sedimentos clásticos aún con la presencia de tosca, es más significativa que la que comunmente señalada por distintos autores.

Discordantemente superpuestos a los depósitos "pampeanos" se encuentran discontinuos afloramientos "postpampeanos", que pueden tener un significado hidrológico importante, en relación con el ciclo actual. Podrían diferenciarse, sedimentos arenolimosos de origen eólico, y sedimentos de variadas litologías de origen fluvial o lacustre.

En la cuenca superior e intermedia los primeros cubrirían gran parte de la región, pudiendo alcanzar espesores de 3 ó 4 m., mientras que los segundos estarían restringidos a los alrededores de cauces y depresiones de la red de drenaje actual. Estas características llevarían a deducir el predominio relativo de los procesos locales de infiltración y de escurrimiento respectivamente.

En la inferior los sedimentos de origen eólico disminuirían su espesor o prácticamente desaparecerían, mientras que los fluvio-lacustres con escasa potencia presentarían una mayor distribución areal y ocuparían las partes topográficas más bajas, pudiendo representar franjas de escurrimiento superficial, áreas de almacenamiento superficial y/o movimientos verticales del agua.

### 1.2.2. de subsuelo

La escasez y la heterogénea distribución de perfora

ciones es uno de los problemas principales para el conocimiento hidrogeológico de subsuelo.

La información disponible (Cuadro N° 2 y Fig. 5) prácticamente está limitada a las perforaciones realizadas en Azul, por lo tanto no se tiene documentación adecuada en el resto del área.

Las secciones hidrogeológicas reconocidas por Sala et al (1974) para la provincia de Bs. As. son: epiparaniana, paraniana e hipoparaniana. De ellas, que se ubican traslapando el basamento hidrogeológico, sólo se reconocería en Azul la epiparaniana. Del análisis de los mapas publicados por Hernández et al (1975), se desprendería que tanto la sección paraniana como la hipoparaniana comenzarían a desarrollarse aguas abajo de Azul.

Las "rocas acuífugas" que afloran en las sierras, van profundizándose hacia el área de llanura. Las perforaciones ubicadas en Azul indicarían que el basamento hidrogeológico se ubicaría próximo a la cota de 10 msnm, encontrándose por encima la sección epiparaniana con unos 120 m de espesor. La misma está constituida por una sección permeable areno-limosa, con anisotropías locales, destacándose en algunas perforaciones (Azul N° 5, N° 6, N° 10) un nivel de mayor granulometría (hasta gravas) ubicado entre los 40 y 50 m de profundidad. Consecuentemente con la variación de espesor de la sucesión permeable es esperable un incremento de la transmisividad.

En Chillar y según datos de SPAR (1970) una perforación que localiza las rocas acuífugas a 44 m, presentaría para la secuencia limo-arenosa suprayacente una transmisividad de  $20 \text{ m}^2/\text{día}$ .

Bocanegra (1979) al estudiar el acuífero de Azul establece mediante ensayos de bombeo (métodos de Theis, Jacob, recuperación de Theis), utilizando la perforación N° 4 para el bombeo y la N° 3 como piezómetro, una transmisividad promedio de  $700-800 \text{ m}^2/\text{día}$  y un coeficiente de almacenamiento de  $10^{-4}$ .

AGOSBA al encarar las perforaciones Azul N° 14, N° 15, y N° 16, ejecuta pozos pilotos y mediante ensayos de recuperación obtiene los siguientes valores de transmisividad: 270

$m^2/día$  (N° 14);  $413 m^2/día$  (N°15);  $768 m^2/día$  (N° 16).

En base al caudal característico de las perforaciones se efectuó una estimación más grosera de la transmisividad concluyéndose que aquellas aparentemente más eficientes (Azul N° 13, N° 4, N° 11) dan valores más próximos a los obtenidos por Bocanegra (op. cit.).

A pesar de la heterogénea distribución de la información, los valores mencionados confirmarían en una primera aproximación, el aumento esperable de la transmisividad desde cabeceras hasta Azul.

De acuerdo a las características hidrogeológicas regionales y al funcionamiento geohidrológico, posiblemente las transmisividades regionales del acuífero podrían ser superiores a las establecidas puntualmente por ensayos de bombeo en Azul.

No se cuenta con ensayos probatorios del parámetro, hacia aguas abajo de Azul.

El balance hidrológico y la variación areal del gradiente freático, permiten plantear algunas inferencias de los cambios de las transmisividades regionales en distintos sectores.

El perfil de equilibrio manifiestamente cóncavo de los sectores más llanos de la cuenca superior, es un indicio de la posibilidad de incremento de la transmisividad hacia la cuenca inferior. En esta última el perfil, con tendencia más constante, podría sugerir también un aumento del parámetro, pero la evidencia puede estar enmascarada por la relación entre los volúmenes infiltrados y la evapotranspiración.

Debe rescatarse que aún la información que surge del trabajo de Bocanegra (op. cit.), a pesar de la prolijidad de los ensayos, no reflejaría la transmisividad regional areal, pues las perforaciones deberían considerarse, dadas las condiciones hidrolíticas, como incompletas.

No obstante la escasez de información hidrogeológica del subsuelo conviene destacar la significación de la transmisividad del reservorio de aguas subterráneas como factor in

fluyente en los fenómenos hidrológicos.

Otro parámetro de suma importancia corresponde al coeficiente de almacenamiento. No existen valores, fundamentalmente para la capa freática, la que está relacionada con las reservas generadoras. Los resultados obtenidos por Boca-negra además de ser un dato puntual, se refieren a niveles productivos que presentan un cierto grado de confinamiento, producto de los que le suprayacen.

## 2- HIDROMETEOROLOGIA

### 2.1. Condiciones Climáticas

Según la información meteorológica de Azul (período 1901-85), el clima de la región de acuerdo a la clasificación de Thornthwaite es, subhúmedo-húmedo, mesotermal con poca o nula deficiencia de agua ( $C_2B'_2r$ ).

La falta de otra estación meteorológica en la cuenca no permite definir ni homogeneidad, ni heterogeneidad en el clima. Sin embargo de la comparación con información del período 1951-60, para las estaciones más próximas (Tandil, López Juárez y Las Flores) se podrá esperar una relativa homogeneidad climática regional, propias de las características geográficas, de altitud y fisiográficas de la zona en estudio.

Simplemente como datos informativos, para el período 1951-60, se señalan las siguientes características climáticas:

Azul: subhúmedo-húmedo, mesotermal, con poca o nula deficiencia de agua.

López Juárez: subhúmedo-húmedo, microtermal, con poca o nula deficiencia de agua.

Tandil: húmedo, microtermal, con poca o nula deficiencia de agua.

Las Flores: húmedo, mesotermal, con poca o nula deficiencia de agua.

### 2.2. Precipitación

De acuerdo a las finalidades perseguidas, el análisis estadístico de la precipitación abarcó períodos modulares, anuales, estacionales y mensuales; además de tormentas intensas, así como sus variaciones temporales y espaciales.

#### 2.2.1. Precipitación modular y anual

La precipitación modular anual para la localidad de

Azul en el período 1901-85, calculado en base a los valores de precipitaciones mensuales suministrados por el SMN, es de 894 mm/año.

Las grandes variaciones cíclicas húmedas y secas para el mencionado período, se muestran a partir de los módulos decenales; graficados en la Fig. 10. A principio de siglo aparecería un período pluviométrico húmedo (hasta la década del 20), de cuyo inicio no se tiene información. Le seguiría uno de sequedad prolongado (hasta los años 60), para luego aparecer uno húmedo hasta nuestros días. Quedando así definidos ciclos pluviométricos en el período de registros.

Otra forma de representación, aparentemente con un mayor detalle, son los módulos móviles para 10 años, iniciando con 1901-1910 y continuando con 1902-1911, 1903-1912 y así sucesivamente hasta 1976-1985 inclusive (Fig. 11). Es clara la distribución de ciclos húmedos y secos, así como su intensidad y duración.

El ciclo húmedo que comienza en 1961-70, continúa en la actualidad sin signos de reversión.

Surgiría de este análisis:

I- que en los 85 años de registros no se ha completado un ciclo de variación, volviéndose al estado de sequedad inicial.

II- que si bien existe un mínimo, no necesariamente este es el más bajo que se pueda esperar.

III- que no se tiene seguridad de estar registrado el período húmedo máximo.

En la figura 12 está graficada la serie de valores anuales para el período 1901-85, pudiendo observarse la oscilación de los mismos. Si se realiza la comparación con la Fig. 11 aparece claramente la alternancia, dentro de los grandes ciclos, de años húmedos en períodos secos y viceversa para los húmedos.

La amplitud entre los valores máximos y mínimos anuales queda reflejada con el máximo producido en 1980 con 1412,1 mm., que se sitúa un 58% por encima del promedio y el mínimo

en 1935 con 589,6 mm, estando 34% por debajo del mismo.

La menor amplitud del extremo seco confirma la probabilidad de ocurrencia en el futuro, de sequías más intensas que las mencionadas. Se desprende la necesidad de prestar más atención no sólo a los problemas actuales de inundaciones, si no también al de las sequías, tendiendo a atenuar los efectos perjudiciales que pueden llegar a superar los hasta hoy sufridos.

Con la finalidad de lograr una generalización acerca de la variación areal que en la precipitación modular podría esperarse, se analizaron los registros publicados por el SMN de estaciones ubicadas en el partido de Azul y próximos a él, aunque poseen un record de información de menor extensión que el de Azul.

El análisis para períodos coincidentes en las distintas estaciones, 1928-37 (Fig. 13) y 1921-50 (Fig. 14) muestra isohietas que indican una disminución en los valores de precipitación de noreste a sudoeste. Por ejemplo en el período 1928-37 desde 789 mm en Cacharí a 716 mm. en Chillar (10% de disminución) y en el período 1921-50 desde 847 mm. (Cacharí) a 799 mm. (Chillar) un 6% menor.

No existen registros suficientes para verificar algunos argumentos que indicarían variaciones en la precipitación debido a condiciones microclimáticas originadas por las sierras.

Se puede deducir de acuerdo a los registros analizados, que la precipitación modular es un elemento más de lo que ya se señalara como homogeneidad climática de la región, aunque no definitivamente. Destacándose un progresivo pero muy leve incremento de la precipitación, desde cabeceras hacia los sectores inferiores.

### 2.2.2. Precipitación Mensual

Los módulos pluviométricos mensuales del período 1901-85, muestran una distribución (Fig. 15) donde se destaca Marzo, por ser el mes más lluvioso (111 mm) y Agosto, el me-

os lluvioso (47 mm). De acuerdo a ello el año pluviométrico comenzaría en Agosto para finalizar en Julio.

Se intentó un análisis de los valores modulares en las distintas estaciones más próximas a la cuenca, graficándose con fines ilustrativos el período 1921-50 (Fig. 16). El mismo muestra una coincidencia general de los meses de máximas y mínimas precipitaciones, confirmando globalmente el año pluviométrico y una relativa homogeneidad areal. También se marca claramente que Marzo es el mes más lluvioso, superando en algunos casos los 100 mm. Los menores valores de precipitación corresponden a Julio, desplazándose en los casos de Olavarría y Chillar hacia Agosto.

A partir de la serie mensual de precipitación de Azul (1901-85), es posible extraer que los mayores registros corresponden a Abril/80, (601 mm); Octubre/39 (451 mm); Abril/28 (341 mm) y Mayo/57 (335 mm). Estos valores señalan una baja frecuencia de ocurrencia de los eventos. Lamentablemente no se tiene registros de caudales fluviales ni freaticométricos para esas fechas que permitan estimar los volúmenes escurridos.

Los registros mínimos extremos están representados por los meses en que no se produjeron precipitaciones y corresponden a: Mar/65, May/31, Jun/25, /50, /62, Jul/66, Ago/02, /69, /73 y Set/66. Son más frecuentes que los anteriores, 10 meses en 85 años, es decir que existe un mayor peligro de sequías a gronómicas mensuales.

Desde el punto de vista hidrológico, estableciendo como valores superiores a los normales aquellos que superan los 150 mm y como inferiores aquellos que no alcanzan los 20 mm (Cuadro 6), Marzo es el mes que más frecuentemente supera el límite superior, mientras que Junio, Julio y Agosto son los menos frecuentes. Los últimos, por el contrario, tiene mayores posibilidades de registrar lluvias inferiores a 20 mm, en cambio más escasamente se producen en el lapso Noviembre-Marzo.

De la serie mensual de precipitación de Azul se ha graficado la correspondiente al período 1942-62 (Fig. 17), con el objeto de ser comparada con datos freaticométricos del mismo

período, cuyo análisis se realiza más adelante.

### 2.2.3. Tormentas

El registro en una única estación sólo permite el análisis puntual de una tormenta. Como en la región sólo existen records pluviográficos en Azul, se plantea la incertidumbre acerca de la variación área-tiempo de las mismas. Ante la carencia de otras estaciones en la cuenca, se ha recurrido preliminarmente a registros diarios de algunas estancias y también de algunas localidades próximas al área, que sólo permiten utilizarlas para brindar una aproximación fundamentalmente cualitativa, de la variación areal de las tormentas.

El análisis de lluvias intensas en la República Argentina de Medina Y Moyano (1975) que incluye a los registros pluviométricos y pluviográficos de Azul del SMN, se considera con un detalle aplicable a la presente investigación.

Medina y Moyano (1975) de acuerdo a los registros pluviométricos 1908-72 y pluviográficos 1946-72, han extraído los siguientes máximos maximorum para distintas duraciones:

5'	27-12-72	12 mm
15'	9-1-64	28 mm
30'	8-12-64	41 mm
60'	19-12-68	59 mm
3 hs.	17-2-63	66 mm
6 hs.	15-5-67	105 mm
12 hs.	15-5-67	108 mm
24 hs.	21-4-28	199 mm

A su vez los autores aplicando la conocida distribución estadística de Gumbel para el cálculo de la precipitación máxima probable, obtienen distintos valores según el período de retorno que consideran. A modo de ejemplo se puede mencionar que para un período de retorno de 100 años establecen, de acuerdo al método gráfico o al cálculo computado con límites

superiores para la precipitación máxima probable según niveles de confianza de 68% y 95%, los siguientes valores:

duración	gráfico	cálculo computado
5'	17mm	18-20mm
15'	41mm	44-50mm
30'	56mm	71-81mm
60'	71mm	88-100mm
3hs	92mm	97-108mm
6hs	119mm	145-163mm
12hs	142mm	172-194mm
24hs	170mm	194-216mm

Canziani et al (1983) a partir de los registros en la zona deprimida del Salado, incluyendo la tormenta de Abril/Mayo de 1980, coinciden con los valores máximos observados que dan Medina y Moyano (1975), hasta duraciones de 12 hs, en cambio no concuerdan en la de 24 hs donde consideran que 170mm es un valor bajo para la localidad de Azul. Carece de sentido analizar tormentas de duraciones menores a 6 hs., pues no se compatibiliza con los objetivos perseguidos.

Los registros pluviométricos del DRH (Azul 1964-84, aunque con algunas interrupciones), fueron estudiados arrojando los siguientes resultados.

Los valores máximos registrados son:

6hs	15-5-67	146mm
6hs	20-2-77	144mm
12hs	15-5-67	183mm
24hs	28-4-80	192mm

Los máximos encontrados, si bien están en el orden de magnitud, son algo superiores a los citados por L. Medina y M. C. Moyano (1975), y resultan muy similares a los estimados probabilísticamente por los mismos autores para una recurrencia de cien años, mediante el cálculo computado.

Además de acuerdo a la información del pluviógrafo

DRH, se han establecido la cantidad de tormentas registradas de distintos rangos de intensidades para 6 hs de duración, Cuadro 7). Es posible apreciar que en el período Oct-May las tormentas serían más frecuentes y de mayor intensidad.

Como se expresara, con la finalidad de lograr una aproximación cualitativa acerca de las variaciones areales de las tormentas, se han analizado los registros diarios de estancias ubicadas en la cuenca para el período 1980-85. La escasa extensión de ese record y la posible falta de sistematización en la toma de datos hacen que los mismos, por lo menos en apariencia, tengan un menor grado de confiabilidad que las estaciones establecidas por el SMN y obligan a tener cierta precaución en la aplicación de la información. Además como complemento se han utilizado registros del SMN aledaños a la cuenca.

Del total de la información recopilada, se han seleccionado 50 tormentas diarias, en las que se han tratado de establecer el grado de uniformidad, la ubicación probable de los centros de la tormenta y la variación aproximada entre los máximos y mínimos registrados en la cuenca. Considerando la importancia de la relación precipitación-escorrentía fluvial por ahora sólo se han analizado tormentas coincidentes con los datos de hidrogramas (Figs. 18 a 23).

El análisis general de la distribución areal de las tormentas (Figs. 18 a 23) demuestra que en algunos casos puede resultar homogénea y por el contrario en otras oportunidades heterogénea, lo cual sugeriría un comportamiento aleatorio. En la última situación la lluvia registrada en Azul no sería siempre representativa del volumen de agua caída en la totalidad de la cuenca.

### 2.3. Evapotranspiración

La evapotranspiración es la única variable fundamental dentro del ciclo hidrológico, que aún en la actualidad no es científicamente medible en forma adecuada. Desde el punto de vista hidrológico, la problemática señalada se complica de

bido a la intervención de variables concurrentes, entre otras, la infiltración y los escurrimientos.

A los fines de aminorar los problemas se emplean para la estimación distintas fórmulas empíricas. Estas son útiles desde un punto de vista agronómico, pero no resultan satisfactorias, con una precisión adecuada para los problemas hidrológicos, lo cual ha sido mencionado para la provincia de Buenos Aires por Sala et al (1980) y más recientemente por Kruse y Rojo (1985).

Las fórmulas empleadas para la estimación de la evapotranspiración que se han considerado, utilizan como variables fundamentales la precipitación y la temperatura. Ellas son las de Thornthwaite, la de Turc, y la de Coutagne. De acuerdo a Kruse (1984) la primera daría un valor exagerado, que podría representar un máximo probable, mientras que Turc y Coutagne serían mínimos, pero sin poder descartar las posibilidades de valores aún menores.

Para Azul en el período 1901-85 (precipitación media 894 mm., temperatura media 14°C), la evapotranspiración potencial según la fórmula de Thornthwaite es de 753 mm.

Si se asume tentativamente una saturación de agua en el suelo de 100mm, el balance hídrico (Cuadro 8 y Fig. 24) muestra que el agua existente satisface en todos los meses las necesidades óptimas de evapotranspiración potencial y por lo tanto la real es de 753 mm/año.

Entre los meses de Mayo y Noviembre existirían modularmente un total de 141 mm de excesos, que corresponderían al escurrimiento anual. En los meses de Diciembre, Enero y Febrero la precipitación es insuficiente y por lo tanto la evapotranspiración estaría alimentada por las reservas de agua en el suelo.

Según la fórmula de Turc para el mismo período, la evapotranspiración real es de 627mm/año (264mm/año de excesos), y según la de Coutagne 608mm/año (286mm/año de excesos). Como la evapotranspiración según la metodología de Thornthwaite sería excesiva, a los fines hidrológicos (opcit.) el límite superior de error de estimación estaría por de bajo de los 753 mm/año y el mínimo entre 608 y 624 mm/año.

A los fines de tener una idea de las posibles variaciones areales de la evapotranspiración se efectuó la estimación de estaciones más próximas que cuentan con períodos de registros aunque más cortos.

En el período 1951-60 (Fig. 25 y Cuadros 9,10,11,12) se obtuvieron los siguientes resultados:

	AZUL	LAS FLORES	LOPEZ JUAREZ	TANDIL
Thornthwaite	726	771	694	708
Turc	585	649	536	572
Coutagne	584	638	532	579

Es decir que se produciría un leve incremento en la evapotranspiración, desde SO a NE, pero en este sentido también aumenta la precipitación, existiendo un incremento en los excesos desde aguas arriba hacia aguas abajo.

Por otra parte no habría déficit de agua, pues salvo para el mes de febrero, en la estación López Juárez es de escasos milímetros (3,6mm), certificando lo ya señalado para Azul.

También se han realizado, para todas las estaciones incluida la de Azul, balances hídricos aplicando distintas capacidades de saturación de agua en el suelo verificándose que para valores superiores (150mm y 200mm) las condiciones serían similares a las ya expuestas. Con 50mm aparecerían escasos déficits de agua en los meses de verano, pero aumenta el exceso anual.

Lo expuesto permitiría plantear que modularmente serían esperables excesos pluviométricos en la totalidad de la región, que en el balance hidrológico debieran traducirse en escurrimiento superficial y subterráneo.

Con el objeto de establecer en términos cualitativos las posibilidades de excesos y déficit de agua en la marcha del balance hídrico mes a mes, se analizó la serie mensual de precipitación y evapotranspiración potencial según Thornthwai

te en forma continua desde 1966 a 1986 (Fig. 26).

Resultaría clara la predominancia de excesos pluviométricos manifestada en especial en los meses de invierno. A pesar que en el balance global no existe déficit de agua, en el detalle mensual aparecen meses deficitarios, fundamentalmente Febrero, pero existen oportunidades en que resulta más notorio ese hecho, como en los veranos 81/82, 78/79, 71/72.

Si se considera la precipitación 1901-85 (Fig. 12) o los módulos pluviométricos móviles (Fig. 11) aparecería como lógico pensar en un mayor número de meses estadísticamente deficitarios debido a disminuciones en la precipitación, ya que no son esperables bruscos cambios en la temperatura media. Ello podría incrementar la frecuencia de fenómenos de sequías mensuales desde un punto de vista agronómico.

Esta última circunstancia, siempre recordando las limitaciones que se impusieron para la estimación de esta variable, puede considerarse como un factor a tener en cuenta para las probabilidades de escurrimiento y también como un indicio del comportamiento ante posibles épocas de sequías.

Además considerando que las variaciones de temperaturas medias en el tiempo son pequeñas, a los fines ilustrativos se ha representado en la Fig. 12, la evapotranspiración media anual, según Thornthwaite. Esto señalaría cualitativamente que debido al déficit de precipitación dentro de los períodos secos, habría años de sequías catastróficas. Aún en los períodos húmedos existirían años de sequías. Se corrobora de esta forma lo mencionado para la Fig. 26.

Con igual criterio se ha indicado la evapotranspiración media anual en el caso de los módulos móviles decenales, (Fig. 11) verificándose que los decenios secos estarían directamente relacionados también con la menor pluviosidad, pero sin alcanzar a superar la evapotranspiración a los promedios de menor precipitación.

### 3- HIDROLOGIA SUBTERRANEA

Indudablemente las características físicas de la región, fisiografía y geología, resultan elementos condicionantes fundamentales en la fase subterránea del ciclo hidrológico. La rapidez o lentitud de la reacción de esta fase con las atmosférica y superficial, están reguladas por las variables espaciales hidrogeológicas.

La hidrogeología, preliminarmente descripta, permite prever el posible comportamiento de los regímenes hidráulicos e hidroquímicos de la capa freática, a nivel regional, como no permanentes fuertemente influenciados por los cambios meteorológicos. La variación tiempo-espacio de la capacidad de almacenamiento subterráneo debe destacarse como una variable cuyo conocimiento es imprescindible para atender y cuantificar el proceso hidrológico global en períodos secos y húmedos.

Al definirse las características del medio físico se estableció la presencia de una cuenca heterogénea dada por los subambientes "serranos" y "llanos", que influyen fuertemente en el comportamiento geohidrológico, por lo menos de la capa freática. Atendiendo a esto es que deben señalarse diferencias de funcionamiento entre el medio acuífugo (sierras) y el acuífero (llanuras)

#### 3.1. Ambiente acuífugo (subambiente serrano)

El subambiente serrano está compuesto por rocas acuífugas, cuya permeabilidad, dada fundamentalmente por la fisuración, puede ser arealmente significativa. Es indudable que localmente se trata de un medio con fuertes anisotropías, pero regionalmente adquiere un carácter homogéneo, que posibilita que el agua freática alojada pueda suponerse, a los fines del estudio y por simplificación, como un manto sin solución de continuidad.

La circulación del agua se evidencia en superficie

por la existencia de manantiales y por la alimentación permanente a algunos arroyos cuyas cabeceras se sitúan en las rocas acuífugas, ubicadas principalmente en el sector oriental (C° La Crespa y adyacencias) de la cuenca superior (Kruse, 1983).

Otro signo de lo mencionado es el carácter efluente de los arroyos situados en las partes topográficas relativamente más bajas. Características similares ya han sido mencionadas para la zona de Tandil por Sala y Rojo (1981).

Escasas perforaciones atraviesan estas rocas y por lo tanto se hace difícil establecer el movimiento particular del agua, sólo en los alrededores de Chillar se ubicó la existencia de algunos pozos jagüeles y perforaciones en tales condiciones. La posición del nivel freático en ellas, indicaría una conexión directa con la superficie freática del medio poroso clástico adyacente, el que retardaría el flujo en el medio fisurado, transformándolo en laminar. Pero ello no descarta movimientos turbulentos en las fisuras interconectadas por encima de ese nivel, cuya descarga originaría algunos manantiales intermitentes.

La falta de información detallada no permite verificar la configuración freática, pero dada la situación topográfica que ocupan estas rocas y el movimiento que se produce en el medio permeable adyacente, es posible establecer en una primera aproximación una divisoria de aguas subterráneas en coincidencias con la ubicación de los afloramientos.

Algunas comunicaciones verbales, en ciertos casos parcialmente comprobados, permiten ratificar la fuerte y rápida variación del almacenamiento subterráneo en relación a la alternancia de períodos húmedos y secos.

Si bien la información es escasa, por analogía a lo que sucede en otros ambientes de rocas fisuradas, es posible que el movimiento de agua también alimente parcial y directamente a los escurrimientos subterráneos intermedios y/o regionales.

No obstante todo lo expresado, aparecería como evidente una probable menor transmisividad regional horizontal

del medio acuífugo que la correspondiente al medio acuífero. A pesar de ello el medio acuífugo no impide el paso del agua, pero sí lo retarda o dificulta.

Es por esa razón que la cuenca superior, limitada por la serranía, puede considerarse como un gran embalse subterráneo, cuya capacidad de almacenamiento puede resultar importante.

### 3.2. Ambiente acuífero

#### 3.2.1. Aspectos hidrodinámicos

##### 3.2.1.1. Condiciones regionales:

El medio, debido a la complejidad de los procesos de sedimentación que le dieron origen, presenta anisotropías locales, pero menos pronunciadas que en el caso anterior. Estas variaciones dan lugar a niveles que pueden ser localmente más o menos productivos, pero todos transmisores de agua, permitiendo considerar la existencia de un solo sistema a escala regional.

De acuerdo a las características hidrogeológicas globales y debido a la falta de información hidrológica profunda, preliminarmente la morfología freática puede considerarse como representativa de las piezometrías profundas. Pero estas últimas, por consideraciones fisiográficas regionales y los principios físicos que regulan el movimiento del agua, tendrían una forma similar con gradientes más atenuados.

La morfología freática (Fig. 9) muestra claramente un comportamiento heterogéneo con dos casos extremos. En el ambiente interserrano (cuenca superior) tiende a una morfología cóncava (gradientes hídricos superiores a 2 m/Km) con flujo convergente hacia los arroyos. En el ambiente llano (cuenca inferior), al norte de Azul, a partir de la curva iso freática de 120 msnm, es de tendencia general plana (gradientes hídricos del orden de 1 m/Km) restringiéndose el carácter convergente a las proximidades del A° Azul.

Entre ambas formas extremas descriptas, hay una zona de transición desde la zona proximal del ambiente interse-

rrano hasta algo al norte de Azul.

De lo expresado se desprende la existencia de un escurrimiento subterráneo local significativo, que descarga en los arroyos y que se atenúa en su importancia de sur a norte.

Dada la precisión del relevamiento geohidrológico, los mapas isofreáticos no permiten marcar líneas de escurrimiento local hacia las depresiones poco profundas, pero de acuerdo a experiencias que se tienen de otras zonas similares en la provincias (Sala, Bonorino y Carrica, 1985), probablemente puedan asumirse tales fenómenos.

De acuerdo al balance hidrológico preexistente (Kru se, 1984) existiría un exceso de agua que podría alimentar el escurrimiento subterráneo regional. Según las características fisiográficas e hidrogeológicas conocidas, debería producirse en una dirección general hacia el nornorste.

Para conocer el funcionamiento hidrológico de la región y por ende la importancia de la capacidad de almacenamiento subterráneo, es necesario contar con mapas seriados de isoprofundidad del nivel freático. Lamentablemente el que se ha podido confeccionar pertenece a un período húmedo, por lo que debe corresponderse a un mínimo espesor de la zona de aereación o sea a la menor capacidad de almacenamiento que se puede esperar.

En la cuenca superior, a pesar de lo dicho anteriormente, predomina una potencia de 2,5 y 5 m (Fig. 27), con valores superiores en los sectores proximales de las sierras y a su vez inferiores en las áreas más llanas que se desarrollan próximas a los cauces.

En la cuenca intermedia los niveles disminuyen gradualmente su profundidad, desde aproximadamente 5 m en el límite con la zona anterior hasta alcanzar la cuenca inferior, donde oscilan entre 2 y 3 m y lógicamente se registran menores valores en las proximidades del arroyo.

De esta descripción regional debe rescatarse que, con excepción del ambiente serrano, el área se caracteriza por una escasa potencia de la zona de aereación.

De acuerdo a las condiciones hidrogeológicas y a las climáticas deberán existir variaciones en el tiempo que originarán un marcado dinamismo. Este se reflejará en una disminución, más pronunciada que la actual, en la capacidad de almacenamiento de continuarse el período húmedo o por el contrario se incrementará en períodos de sequía.

Si bien no existen registros históricos sistemáticos y continuos satisfactorios que reflejen el régimen de las aguas subterráneas, se ha analizado información aislada que permite confirmar y distinguir preliminarmente algunas peculiaridades de los cambios en la capacidad de almacenamiento subterráneo.

La información más extensa es la proporcionada por el SMN para las localidades de Azul (período 1942-52) y Campodónico (período 1942-62). A partir de los datos diarios se ha analizado la influencia de las variaciones en términos anual, mensual y diario.

La variación anual, estimada como valor promedio de los datos diarios, para las estaciones Campodónico y Azul, aparece graficada en la Fig. 28. Resulta posible establecer una relación general entre años húmedos y menor profundidad del nivel freático y viceversa, aunque con un leve desfase. En la Fig. 29 están representadas las profundidades medias mensuales. Considerando que las mayores oscilan entre Febrero y Mayo, el inicio del año hidrológico freaticométrico sería intermedio entre el pluviométrico y el fluviométrico.

El desfase señalado y el inicio intermedio del año freaticométrico entre el pluviométrico y el fluviométrico estarían señalando el rol fundamental amortiguador del almacenamiento subterráneo de la fase superficial y de la atmosférica.

En las figs. 30a y 30b se han graficado las series mensuales de los estados del nivel freático, referidos éstos al último día del mes correspondiente.

Un análisis comparativo de la serie mensual de Campodónico (Fig. 30a) con la serie mensual de precipitación en el lapso coincidente (Fig. 17) señala en forma general las grandes variaciones de la capacidad de almacenamiento subterráneo

en relación a períodos húmedos y secos. No obstante, un análisis más detallado con los excesos y déficit de precipitación sobre los promedios mensuales, podrá arrojar un mayor detalle; lamentablemente la falta de tiempo no ha permitido tal tarea, que está en marcha y posibilitará la introducción de algunos ajustes.

La amplitud de variación es más notoria en Campodónico (aproximadamente 5 m de amplitud) que en Azul (2 m de amplitud), ello sería coherente con la ubicación de ambas estaciones. Es decir en plena llanura interfluvial en el primer caso y muy próxima a la zona de descarga en el A° Azul en el segundo.

A los fines ilustrativos, considerando una porosidad efectiva de 5%, las variaciones en la reserva oscilarían entre 250 mm y 100 mm respectivamente. Todo ello sin considerar el escurrimiento subterráneo.

Los registros mensuales de una serie discontinua de cuatro estaciones del DRH (Fig. 31 y 32) ubicadas en la zona inferior del área, mostrarían las oscilaciones significativas que sufre la superficie freática. En el período 1981-85 presentan una variación extrema de alrededor de 2 m y la reacción tiende a ser coincidente en los cuatro registros, lo que supone una relativa uniformidad areal de las variaciones de los niveles de aguas subterráneas. La comparación de los cambios en los niveles con la precipitación, clasificada según los excesos y déficit con respecto a la media mensual del período (Fig. 33), no permite extraer conclusiones detalladas al respecto; pero sí refleja en forma general la coincidencia de períodos mensuales secos y húmedos, con una depresión y elevación de los niveles freáticos respectivamente.

La semejanza entre los registros se acentúan entre las perforaciones 2 con 4 y 1 con 3 (Fig. 31 y 32) correspondiendo en el primer caso a una menor potencia de la zona de aereación y en el segundo a una mayor.

Las mediciones llevadas a cabo, con una frecuencia aproximadamente trimestral, en toda la cuenca a partir de Enero/85 cuando se comienza la investigación (Cuadro 13 y Fig. 34), permitirían corroborar una cierta coincidencia de los picos y

senos. No obstante esto parecería no ser cierto para la cuenca superior donde la zona de aereación supera la potencia de 6 m, produciéndose aparentemente un desplazamiento, por retardo de la infiltración (Fig. 35) de lo cual se inferiría que en los pozos N°142, 5 y 25, el mes de mayor sequedad sería Mayo/86, a diferencia del pozo elegido como tipo de la cuenca inferior (N° 531) donde correspondería al mes de Febrero/86.

Los registros diarios de niveles freáticos en Campodónico mostrarían una respuesta muy rápida del acuífero ante tormentas (Figs. 36, 37 y 38). Debe tenerse en cuenta que la potencia de la zona de aereación ha oscilado en estos casos entre un máximo de 3,50 m y un mínimo de 0,50 m.

Con fines ilustrativos se han reproducido en las figuras mencionadas la precipitación caída, pero debe aclararse que la misma corresponde a las mediciones efectuadas en Cacharí, a unos 25 Km. del lugar, lo cual indica la precaución con que debe realizarse el análisis y la imposibilidad de lograr conclusiones cuantitativas.

Del análisis de estos freatigramas en relación a la precipitación, además de la rapidez de la manifestación de los efectos de los procesos de filtración, se desprendería un desfase entre el inicio de la lluvia y la culminación del nivel entre 2 y 4 días. Tal desfase es coincidente, como se verá más adelante, al que se produce entre la precipitación y la culminación de los hidrogramas superficiales.

Se ha intentado establecer un índice de altura de infiltración en función de las variaciones temporales freatimétricas y de las precipitaciones.

Claramente los factores o variables que rigen los procesos de infiltración actúan como magnitudes distintas según la estación del año que se considere. Los índices son manifiestamente mayores (altura freatimétrica) en la estación invernal que en la de estío. Las consecuencias limitan la posibilidad de utilizar las variaciones freatimétricas en el tiempo estadísticamente como un fenómeno totalmente aleatorio.

En un sistema de coordenadas se han ploteado las variaciones de los niveles en función de la precipitación. (Fig.

39) .

La mayor o menor separación de los puntos de la recta media parecen no ser aleatorios, sino que por el contrario pueden mencionarse dos cuestiones diferentes que involucran las otras variables intervinientes:

I- menor índice que el promedio estimado. Se debe a fenómenos por ahora no valorables, de intercepción, evapotranspiración, infiltración profunda, escurrimiento subterráneo local, retención por capacidad de campo del suelo vegetal y/o un mayor escurrimiento superficial.

II- mayor índice, como consecuencia de almacenamiento superficial transitorio, filtración ascendente, intermedia y/o profunda, menor evapotranspiración, escurrimiento subterráneo local, menor capacidad de campo del suelo vegetal Y/O menor escurrimiento superficial.

III- el futuro estudio de control detallado, tal vez permita desentrañar las actuales incógnitas.

Se puede concluir que con el detalle que se cuenta y con los escasos registros no es posible interpretar con seguridad los factores que influyen en las variaciones de los niveles freáticos anuales, mensuales y diarios descriptas; pero sí debe destacarse la manifestación clara de los procesos de infiltración y la vinculación con las condiciones hidrometeorológicas. La posibilidad que en los casos de una mayor potencia de la zona de aereación las respuestas sean más lentas, podría relacionarse con la amortiguación que van sufriendo por su mayor recorrido los volúmenes infiltrados, y también en la salida subterránea.

Debe concluirse que aparecería como un factor de relevancia a tener en cuenta en el funcionamiento hidrológico, la rápida disminución de la capacidad de almacenamiento subterráneo ante un período lluvioso como el actual.

### 3.2.1.2. Condiciones particulares

#### 3.2.1.2.1. Area urbana y suburbana

La densificación de puntos relevados en las proximi-

dades de Azul, permitió la elaboración de un mapa isofreático a escala 1:50.000 (Fig. 40). La equidistancia elegida fue de 5 m, debido a que el acotamiento de las perforaciones fue efectuado en base a las cartas topográficas del IGM, cuya equidistancia es de 2,5 m.

Del mapa isofreático, en términos generales se deduce que el efecto de la explotación de aguas subterráneas para la provisión de agua a Azul desde 1942, a pesar del volumen de extracción, es poco marcado. El cono de depresión no tiene una expresión trascendente, siendo la modificación más destacable la inversión del carácter general efluente del arroyo en un corto trecho.

Se estaría en presencia de un nuevo equilibrio antrópico, aparentemente normal, que no presentaría riesgos por ahora, pero esto no excusa sino que por el contrario obliga a efectuar estudios de detalle y preventivos de la evolución de los conos en función de la explotación que permitan una adecuada conservación del recurso hídrico.

La profundidad de los niveles estáticos en las perforaciones de explotación serían relativamente similares a los regionales de la capa freática, en todo caso sólo algo más profundos. Los niveles dinámicos marcan una profundidad piezométrica que puede alcanzar entre 35 y 40 m. Las condiciones señaladas sugieren un fenómeno que se podría acercarse aparentemente más a la simplificación presentada por Hantush para capas filtrantes, que a la de Boulton, manteniéndose el nivel de la capa subordinante relativamente constante y siendo el factor de filtración (B) sumamente pequeño en relación a la extracción. De cualquiera de los dos modelos que se consideren se podría deducir como primera aproximación, que la extracción de agua no habría llegado a límites críticos.

Las características enunciadas no sólo indicarían la importancia de las reservas del recurso subterráneo, sino también su influencia en los procesos hidrológicos interrelacionados, tanto de las aguas superficiales como de las subterráneas.

### 3.2.1.2.2. Zona balneario de Azul

Como fuera mencionado en la zona del balneario, donde existe un embalse artificial, se habían planificado ensayos tendientes a verificar las características de un supuesto almacenamiento de banco y sus posibles efectos colaterales.

Debe destacarse que lamentablemente no se ha podido realizar más que una sola prueba preliminar, cuyo objetivo básico tentativo era establecer los relevamientos necesarios, los elementos a utilizar, los tiempos de medición, etc. Las circunstancias climáticas, problemas en el apoyo requerido y las necesidades operativas propias del embalse, no han permitido emprender los ensayos definitivos.

De cualquier forma la prueba ejecutada ha posibilitado verificar algunas generalidades cualitativas teóricas, a partir de las mediciones efectuadas. Debe tenerse en cuenta el carácter preliminar de la experiencia. Por otro lado, hay una variable natural fundamental no reproducida, la infiltración, cuyos efectos casi instantáneos que fueran señalados, aumentarían el gradiente freático y consecuentemente la descarga básica hacia el río, modificando ello las condiciones simuladas.

Después de estar el lago varios meses vacío, el cierre de las compuertas originó la elevación de los niveles de aguas superficiales, hasta alcanzar el máximo en que se completó el embalse, (Fig.41 y 42) lográndose un comportamiento algo análogo a una creciente de aproximadamente 14 hs. hasta alcanzar el pico. Las mediciones en perforaciones a distintas distancias del curso posibilitó registrar las oscilaciones de los niveles freáticos, sin la influencia de la recarga por precipitación, dadas las condiciones climáticas reinantes.

Luego de transcurrido un lapso de 60 hs. y con una tendencia de elevación continua de los niveles freáticos se abrieron las compuertas, registrándose el proceso inverso al anteriormente descrito, es decir que se tendría un comportamiento casi similar al agotamiento de la crecida.

Para la experiencia preliminar realizada, el efecto de almacenamiento de banco ha sido insignificante y da a pen-

sar que son pequeños los volúmenes del caudal del arroyo transferidos momentáneamente al acuífero.

Además de los defectos señalados en la experiencia (falta de infiltración), la corta duración no permite descartar que para tiempos mayores el arroyo reestablezca su característica efluente o se disminuya a un mínimo al almacenamiento de banco.

Por otra parte con el embalse permanentemente lleno el censo de pozos efectuado (Diciembre/85) muestra que se mantiene el carácter efluente del mismo.

De lo expresado se puede deducir que la construcción de embalses de retención permanentes, posibilitaría, como efecto secundario, la elevación de los niveles freáticos, originando a mediano y/o largo plazo anegamiento permanente no previsto de áreas productivas desde el punto de vista agrícola.

### 3.2.2. Aspectos hidroquímicos

Se ha tratado de analizar las características hidroquímicas generales para establecer en forma global las posibilidades de su uso y fundamentalmente como un elemento cualitativo más para verificar la hidrodinámica y la facilidad de los procesos de infiltración. Aunque se debe recalcar que no se ha podido cumplir la totalidad de las tareas en tal sentido, como consecuencia de las dificultades surgidas para la realización de análisis químicos.

En la cuenca superior e intermedia la conductividad de las aguas subterráneas (Fig. 43), relacionada con su salinidad, se puede considerar como uniforme con valores muy bajos en general, menores de 750 micromho/cm. No obstante pueden observarse leves incrementos en algunos sectores del A° Azul donde se produce la descarga parcial de las aguas subterráneas.

En la cuenca inferior existe un gradual aumento hasta valores aislados de alrededor de 3000 micromho/cm, destacándose algunos sectores interfluviales de tenores menores a 1000 micromho/cm. En especial en las proximidades de Cacharí puede aparecer un incremento más manifiesto hacia el arroyo.

La baja salinidad de las aguas se debe relacionar con una importante infiltración, pero también una renovabilidad constante que evita en parte procesos de concentración por disolución debido al tiempo. A su vez las variaciones observadas podrían indicar aquellos sectores donde la infiltración es un factor de mayor predominio relativo (menos salinidad en los interfluvios) y aquellos en que tiende a prevalecer la descarga parcial (mayor salinidad).

Las características químicas generales, representadas a los fines ilustrativos en la Fig. 8, de las aguas subterráneas reconocen el predominio prácticamente total de aguas bicarbonatadas, incrementándose este anión hacia los sectores inferiores. Desde el punto de vista catiónico se presentaría una leve prevalencia cálcica en cabeceras, para dominar hacia el norte las características sódicas.

El predominio areal del anión bicarbonato es un indicio de la importancia relativa de la infiltración con relación a los procesos de escurrimiento y descarga (Sala et al, 1978), ya que su concentración puede vincularse con la presencia de anhídrido carbónico proveniente de la atmósfera y del suelo vegetal.

El anión cloruro, indica un incremento en su contenido desde cabeceras hacia los ámbitos inferiores, lo cual es coherente con su peculiaridad de trazador del recorrido del agua. En ningún caso, aún en las aguas de mayor salinidad, supera la proporción de bicarbonatos convalidando lo expresado precedentemente.

Las variaciones de conductividad con el tiempo, de acuerdo con los muestreos realizados en coincidencia con la medición en las estaciones de registros periódicas, son muy pequeñas y están dentro de los límites de error del equipo de medición.

#### 4- HIDROLOGIA SUPERFICIAL

##### 4.1. Características generales

La cuenca del arroyo Azul es la fundamental de la comarca estudiada. Este arroyo de régimen perenne de acuerdo a la información fluviométrica existente, forma parte de la red de avenimiento de la vertiente NE de las sierras de Tandilia.

Deben distinguirse como cuerpos de agua superficial tanto a la red de drenaje, del A°Azul y sus tributarios, como los cuerpos lénticos cerrados, de pequeña dimensión, de régimen intermitente, que se distribuyen en los distintos sectores de la región.

De acuerdo a las condiciones generales descriptas (hidrogeología- hidrología subterránea) debe remarcar que la zona en estudio presenta una manifiesta heterogeneidad, especialmente entre las cabeceras y el sector de la llanura distal, situada al norte de Azul. Desde el punto de vista potamológico existe una coincidencia, y es posible subdividir la porción de la cuenca estudiada, en superior, intermedia e inferior. Fig. 6b. Mientras la superior actúa aparentemente como activa, las otras dos lo harían como pasivas, marcándose más esta propiedad en la inferior.

##### 4.1.1. Cuenca superior

Corresponde a los sectores serranos e intraserranos, que actúan como un gran embalse subterráneo regulador.

De acuerdo a los mapas topográficos (escala 1:50.000) se verifica que la cuenca superior presenta una red de drenaje integrada de textura gruesa, con diseño general dendrítico. Fundamentalmente en el sector oriental, donde predominan afloramientos de rocas acuífugas, muestra una apariencia rectangular y una mayor densidad.

Las fotografías aéreas y mosaicos fotográficos, aunque corresponden a un período seco (década del 60) permiten un mayor reconocimiento de los cursos y su importancia en la red

de drenaje, ya que posibilita completarla a partir de rasgos de erosión y de características de la vegetación.

En el estiaje de un período húmedo (Set./80) la imagen satelitaria LANDSAT correspondiente permite una visión más clara de los cuerpos de agua superficial. (Fig. 44). Se distingue una mayor densidad de drenaje que la mencionada anteriormente, siendo posible observar que la integración en algunos sectores se produce a través de zonas intraserranas deprimidas, anegadas, relativamente amplias y planas, pero donde no siempre es fácil identificar con claridad el cauce. Esta característica de aparente no integración total de la red, también se da en algunos cursos menores que terminan en pequeñas depresiones.

El conjunto de la red de drenaje se comporta normalmente como un elemento efluente de las aguas subterráneas. Este carácter se acentuaría cuando el ritmo de infiltración supera al de salida de los escurrimientos subterráneos intermedios y/o regionales.

Durante las tormentas, cuando se colmata la capacidad de almacenamiento subterráneo y superficial, se generaría escurrimiento superficial hacia los cauces.

En definitiva este sector actúa como área generadora.

#### 4.1.2. Cuenca intermedia

La textura de la red intermedia es más gruesa y se desdibuja su carácter integrado con respecto al caso anterior. El A° Azul recibe solamente al A° Videla y al A° denominado por algunos pobladores, Siempre Amigos. Este último de acuerdo a su régimen está señalando la posibilidad de un carácter de tendencia a influente local, especialmente en los períodos secos; algunos reconocimientos expeditivos de campo (hidroquímicos y piezométricos) contribuyen a confirmar lo expresado.

Existen ambientes de cuerpos lénticos intermitentes, de pequeñas dimensiones, cuyo aislamiento demostraría su alimentación fundamentalmente freática, debido a la colmatación de la capacidad de almacenamiento subterráneo.

Según la imagen satelitaria del 19/IX/80, se observa una red de drenaje adicional apenas marcada no integrada (Fig. 44), que no aparece en los mosaicos fotográficos y no está indicada en los mapas topográficos, así como una mayor abundancia de cuerpos lénticos. De lo expresado se puede deducir que:

I- el escurrimiento superficial regional sería relativamente escaso.

II- los cuerpos lénticos mostrarían un carácter efluente local.

III- existirían escurrimientos fluviales locales, pero insuficientes para naturalmente integrarse o salir de la cuenca.

IV- no puede descartarse, aunque no se tienen evidencias confirmativas, que los afluentes por acción antrópica y/o períodos más húmedos que el actual, aporten un caudal adicional al A° Azul. No obstante, los volúmenes transferidos serían relativamente pequeños.

En definitiva el comportamiento de este sector podría definirse como fundamentalmente de conducción de los excesos del área generadora. No obstante existe adición de caudales locales subterráneos. Además debe señalarse que confluyen los A° Videla y Azul. La magnitud de los aportes no puede ser cuantificada por la falta de estaciones de aforo adicionales.

Se concluye, en función de la hidrogeología, la hidrología subterránea y lo arriba expresado, que la precipitación caída en el área y no evapotranspirada, posiblemente en su mayor volumen drene como escurrimiento subterráneo intermedio y/o regional.

#### 4.1.3. Cuenca inferior

La red de drenaje no está integrada, es menos densa que en los casos anteriores y su orientación tiende a ser subparalela al curso principal.

De acuerdo al mapa isofreático (Fig. 9) el carácter efluente general del río se haría menos marcado y contribuiría a confirmarlo la pequeña variación espacial de contenido

salino de las aguas que componen el caudal básico del arroyo.

La carta topográfica a escala 1:50.000 muestra amplias zonas interfluviales con gran cantidad de lagunas y algunos cursos no integrados.

Del análisis de los mosaicos fotográficos surge que las lagunas ocupan las depresiones más bajas dentro de franjas deprimidas. Su orientación general es subparalela al A° Azul, tendiendo a unirse al mismo en los sectores inferiores, incluso fuera del partido. Por el contrario en la zona occidental del área, abarcada por los mosaicos 3760-10-1 y 3760-10-3, el rumbo tiende hacia el arroyo Tapalqué.

De acuerdo a la imagen satelitaria (Set/80) se verificaría cierta vinculación por desborde entre las lagunas.

Ante el escaso escurrimiento superficial el arroyo se transforma prácticamente en un conductor de los caudales alóctonos que recibe.

Los excesos de precipitación caídos en el área, no evapotranspirados, serían drenados fundamentalmente por el escurrimiento subterráneo intermedio y/o regional.

En un período de tiempo en que la intensidad de la precipitación no supere la capacidad de infiltración, pero sí el ritmo de drenaje subterráneo, se produciría almacenamiento subterráneo y cuando la capacidad de éste sea colmatada, se manifestaría en superficie como grandes áreas anegadas.

Cuando la intensidad de la precipitación supere la capacidad de infiltración se originaría una retención momentánea superficial y posteriormente daría lugar a infiltración retardada.

#### 4.2. Régimen fluviométrico

Para el tratamiento del régimen de las aguas superficiales han sido básicamente utilizados los registros de la estación limnigráfica del DRH, ubicada en el A° Azul, en las proximidades del cruce con la ruta 226 (Fig. 5). Esta estación registra los caudales producto de un área de drenaje de 1024 Km<sup>2</sup>.

Los registros analizados se extienden desde 1962, en que comienza la información, hasta 1985, pero debe aclararse que en varias oportunidades se encuentran interrupciones diarias y mensuales, lo cual disminuye el récord.

Ese hecho obliga a la utilización de la información con precaución. Además la falta de otras estaciones de aforo en el arroyo impide la estimación de los datos faltantes.

La principal dificultad que se produce es la falta de registros durante crecidas mayores (1980 y 1985), correspondiente la primera a una inundación realmente excepcional. Este evento superó los niveles proyectados supuestamente como máximos esperados para la medición.

Es por esa razón que los valores de escurrimiento modulares (anuales y mensuales) estimados en base a los registros existentes, pueden ser algo inferiores a los reales, pero ello no modificaría fundamentalmente la caracterización del escurrimiento fluvial.

De acuerdo a la información disponible el escurrimiento fluvial medio anual es de  $30 \text{ Hm}^3/\text{año}$ , equivalente aproximadamente a  $30 \text{ mm/año}$ .

Para apreciar la variación en el derrame anual se cuenta con 8 años de lecturas completas, aunque de distribución discontinua.

El mayor escurrimiento fluvial anual observado es de 58 mm y corresponde a 1970, que tuvo una precipitación (743 mm) marcadamente inferior al valor modular (894 mm). Estos valores serían superados en 1978, año comprendido en un período húmedo, con una precipitación total de 1119 mm, ya que el total registrado fue de 97 mm, aún faltando el mes de enero en que llovieron 180 mm. Lo mismo puede haber sucedido en el año 1980, en que la precipitación anual fue de 1412 mm y que se contabilizó un derrame fluvial de 50 mm, faltando los datos fluviométricos de abril a junio, en que la precipitación fue de 715 mm.

El menor registro de escurrimiento fluvial se produciría en 1973 con 4,5 mm, a pesar de ser un año que supera la media pluviométrica (945 mm), a la inversa de lo que sucede en 1970.

Todo esto señala que no existiría una relación directa precipitación-derrame. La aparente anomalía deberíase entre otras causas a las variables, intensidad-duración-distribución espacio-tiempo de la precipitación, capacidad de almacenamiento subterráneo momentáneo preexistente y capacidad de filtración. Además deben adicionarse las detalladas anteriormente en la descripción de las aguas subterráneas. La información histórica es insuficiente para develar las incógnitas que se plantean.

En la Fig. 45 se han intentado establecer el índice de derrame fluvial mensual, a los fines de tener una idea global de funcionamiento de la cuenca.

Los derrames correspondientes a los meses de verano muestran un valor relativamente uniforme, independiente de las precipitaciones. Esto señalaría que las distintas variables, cuya sumatoria conforma el déficit de escurrimiento potencial fluvial superan en mucho aún a las mayores precipitaciones registradas.

No obstante algunos puntos que se apartan de la generalidad señalada, mostrarían que una o el conjunto de algunas de las variables temporalmente han disminuído su importancia, como ser evapotranspiración, interceptión, capacidad de campo en el suelo vegetal, infiltración profunda, capacidad de almacenamiento subterráneo; o que otras se han incrementado como escurrimiento superficial, escurrimiento subterráneo local, intensidad-duración-distribución de las precipitaciones.

El índice de derrame para la época invernal muestra una mayor dependencia de las precipitaciones, significando una mayor uniformidad relativa del estado antecedente de la cuenca.

Aquellos puntos que se alejan de la recta en más, indican que la precipitación supera el déficit de escurrimiento potencial fluvial. Debe destacarse, aunque no está representado en la figura por razones de escala, el mes de Jul/80 que para un total de 90 mm registrados, derramaron 31 hm<sup>3</sup>.

El apartamiento en menos de la recta significa la inversa de lo anterior y un ejemplo extremo correspondería a Jul/73, en que para una precipitación total de 126 mm escurrieron 0,75 hm<sup>3</sup>.

Si bien no se desconoce la importancia que tiene la variable intensidad-duración-distribución-área de las precipitaciones, el ejemplo precedente indicaría como esta variable podría en muchos casos cubrir un rol secundario en relación a los otros. Además permite establecer una hipótesis general de la relevancia que tiene analizar dentro de que período (seco o húmedo) se producen los fenómenos meteorológicos.

La serie mensual (Fig. 46) presentaría una distribución de máximos y mínimos derrames, que ante un análisis desprevenido podría aparecer como azaroso con respecto a los factores meteorológicos. La falta de coincidencia entre el año pluviométrico y el año fluviométrico, conduce a una caracterización global en que los meses más lluviosos concuerdan con los de menor derrame y vice versa, pudiéndose establecer la importancia de las variables citadas anteriormente.

La distribución de los valores medios mensuales (con 18 datos computados) está representada en la figura 47, correspondiendo el mayor derrame mensual a Julio (5 mm) y el menor a Febrero (0,4 mm).

El año fluviométrico, considerando como punto de inicio el estiaje, comenzaría en Febrero, alcanzando su culminación en Julio y, por lo que ya fue citado, no se correspondería con el pluviométrico.

La conclusión a que se puede arribar del análisis precedente es la de contar con un elemento más para confirmar la hipótesis de la importancia de la ocurrencia de los fenómenos en períodos húmedos o secos.

Lo expuesto representa la respuesta global de la cuenca en el área abarcada hasta el lugar en que se encuentra la estación de aforo, pero las heterogeneidades ya señaladas del medio físico, de la hidrología subterránea y consecuentemente de la red de drenaje superficial, contribuirían a indicar la posibilidad de una mayor velocidad en los escurrimientos hacia los arroyos en la zona superior (sector serrano).

Si bien no se cuenta con la información en la cuenca, los registros realizados en el arroyo La Corina por AyEE (Fig. 5) en prácticamente el mismo ambiente serrano, con aná

logas condiciones del medio geológico, topográfico e hidrológico, serían extrapolables al ámbito de sierras de la cuenca del A° Azul.

Dichos datos verificarían una cuestión que aparece como lógica, como es un mayor escurrimiento en el área serrana, donde afloran rocas acuífugas. Al no haberse obtenido hasta el presente la información diaria de caudales, no se ha podido hacer un análisis más profundo, que piensa llevarse adelante de lograrse la mencionada información.

No obstante lo expuesto y que se trata de un corto lapso de registros (1954-57) es posible estimar en una primera aproximación un valor medio de escurrimiento fluvial de 91 mm/año (11% de la lluvia) que resultaría superior al mencionado para la totalidad de la cuenca, debiendo a su vez mencionarse un máximo para 1957 de 148 mm/año (18% de la lluvia).

A pesar del corto período de información podría inferirse en una primera aproximación, un régimen modular mensual relativamente similar al mencionado para el A° Azul, con los menores índices de escurrimientos en los meses de verano y los mayores en invierno, destacándose como máximo el mes de Mayo (Fig. 48).

Si se considerase el 18% como índice de escurrimiento de la cuenca superior y prorrateado al resto del área correspondería a un índice de 9%. Este último valor es coincidente con los índices obtenidos con los aforos para el año de mayor derrame fluvial (1976) con 8,6%, lo cual confirmaría el carácter generador de la cuenca superior.

De acuerdo a la superficie de la cuenca y a los errores en la medición de las otras variables intervinientes en el ciclo hidrológico, se consideró satisfactorio, con detalle suficiente y de precisión adecuada, analizar los caudales medios diarios. Elegir tiempos menores daría aparentemente mayor precisión, que es irreal y por el contrario produciría encandilamientos que llevarían a conclusiones sofisticadas, erróneas, supuestamente más exactas.

Para el análisis de crecidas resulta importante la consideración de hidrogramas diarios, que lógicamente son las

respuestas a las múltiples variables tiempo-espacio que caracterizan a la cuenca y a las precipitaciones. De acuerdo al conocimiento actual y a la información existente, todas ellas aparecen como variables aleatorias.

Se debe insistir que lamentablemente no se cuenta con información documentada de las crecientes de 1980 y de 1985.

De cualquier forma las características de los hidrogramas generales, el tiempo de subida, la curva de agotamiento, el tiempo de base y los caudales pico, posibilitan contar con una aproximación del comportamiento de las crecidas.

La revisión detallada de los registros diarios ha permitido identificar crecientes de muy variadas características. En el cuadro 5 están enumeradas las 139 seleccionadas, de acuerdo a la fecha del suceso, duración y caudal pico. A los fines ilustrativos se muestran 19 de ellas en las Figs. 49 a 66.

Debido a la diferencia de comportamiento señalada en cada caso se utilizó una escala de representación diferente, lo que puede llevar a interpretaciones erróneas si no se tiene en consideración lo manifestado.

Salvando lo citado como generalidad es posible separar aquellos hidrogramas de cierta importancia que tienen un tiempo de subida entre 3 y 5 días, surgiendo las mayores diferencias en la curva de agotamiento. En el período noviembre-marzo suele descender rápidamente (menos de 10 días) a su caudal inicial, en cambio en el lapso abril-octubre la recesión es muy lenta, inclusive pueden pasar meses sin volver a la posición anterior y la depleción generalmente es interrumpida por una nueva crecida.

Para los hidrogramas correspondientes al primer grupo deben destacarse como representativos los del mes de Febrero, en que a pesar de ser un mes lluvioso, los picos además son poco pronunciados (Fig. 63).

El comportamiento de los hidrogramas en el otro período, posibilitan pensar en la gran importancia que tiene el estado de la capacidad de almacenamiento subterráneo, ya que el lento agotamiento debe provenir del drene del escurrimiento

subterráneo local, que es el reflejo indirecto del estado de la capacidad de almacenamiento subterráneo.

En el segundo período son comunes los hidrogramas complejos, que implican una superposición de las características expuestas para uno simple.

El hidrograma que registra el mayor caudal diario ( $45 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ) que se desarrolla en forma completa, tanto en su curva ascendente como descendente (Fig. 62) es el de 7/7/80. Lamentablemente el limnógrafo como ya se mencionara dejó de funcionar en Octubre/77, Abril/80 y Noviembre/85 cuando en crecientes ya se habían registrado  $35 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ,  $66 \text{ m}^3/\text{seg}$  y  $108 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Del análisis que se ha realizado de los datos fluvimétricos diarios del período (1962-85) se ha seleccionado como representativo el del año 1965 (Fig. 67). De acuerdo a la información disponible queda reflejado un estiaje con variaciones lentas, en días o meses, con caudales básicos menores en enero, Diciembre y Febrero.

El caudal básico sería sumamente importante, como ya lo señalara Kruse (1984), representando en términos modulares  $14 \text{ mm/año}$ , con una distribución mensual como la indicada en la Fig. 68.

Las características del régimen fluvimétrico descrito son un elemento más que tiende a comprobar la trascendencia en los procesos hidrológicos del estado de la capacidad de almacenamiento subterráneo, tanto para períodos de tiempo relativamente cortos como prolongados. Además contribuirían a deducir la importancia del área generadora en el origen de las ondas de crecidas que se producirían en estados húmedos de la cuenca.

#### 4.3. Hidroquímica superficial

Al no haberse podido realizar análisis químicos de las aguas superficiales sólo se pueden dar algunas generalidades. El contenido salino del caudal básico del A° Azul, en base a la conductividad de las aguas, sufriría un leve incremento de  $650 \text{ micromho/cm}$  en cabeceras, a  $850 \text{ micromho/cm}$  en Azul

(unos 50 km aguas abajo) y 1030 micromho/cm a la altura de Ca<sub>u</sub>charí (a unos 60 km del punto anterior).

Las pocas lagunas muestreadas, también presentan baja salinidad (menos de 1000 micromho/cm). A pesar de no efectuarse controles seriados, debido a sus caracteres efluentes, son posibles los incrementos salinos en épocas de estiaje con respecto a los de las crecientes.

#### 4.4. Caudal sólido

No hay datos de contenido de sedimentos en las aguas del A°Azul, pero sus características sugieren un bajo potencial erosivo relativo. Tampoco son evidentes fenómenos erosivos de trascendencia, aunque existe la mención de pobladores sobre erosión hídrica de los suelos en los sectores próximos a las sierras.

Además se cita la profundización y alguna modificación en los cauces, en especial de afluentes, como resultado de la inundación de 1980 y posiblemente como consecuencia de ello se halla originado la depositación de sedimentos finos en la ciudad en esa oportunidad, hecho que es comentado con frecuencia. De cualquier forma estos fenómenos catastróficos puntuales no modifican la generalización marcada.

## 5- BALANCE HIDROLOGICO

La estrecha interdependencia entre la fase atmosférica y la terrestre (superficial y subterránea) del ciclo hidrológico lleva a que, a partir de balances, se pueda lograr una mejor comprensión del funcionamiento hidrológico en su conjunto.

Las características del medio físico permiten plantear como primera aproximación que en los escurrimientos existe un incremento relativo del subterráneo sobre el superficial, o sea que la infiltración regional es de suma trascendencia.

El comportamiento mencionado puede confirmarse a través de balances hidrológicos modulares.

Se debe partir de que los fenómenos interrelacionados están regidos por la ecuación de la continuidad, donde:

$$I - E = \pm \Delta S \quad (1)$$

En el balance modular el término variación en la capacidad de almacenamiento ( $\Delta S$ ) tenderá a cero, por lo tanto:

$$I = E \text{ (ingresos iguales a los egresos)}$$

Se considera como unidad hidrológica de referencia para el balance al área drenada por el A° Azul, comprendida hasta la ubicación de la estación fluviométrica. Sus límites pueden quedar fijados por la morfología de la superficie freática, que coincide aproximadamente con los topográficos.

Los ingresos están dados por la precipitación y los egresos por la evapotranspiración (Evt) y el escurrimiento total (Q) en la cuenca.

$$P = Q + Evt \quad (2)$$

Para el período 1901-85 se tendría:

P = 894 mm/año

Evt = 752 mm/año (Thorntwaite); 627 mm/año (Turc); 608 mm/año (Coutagne)

Q = 141 mm/año ( " ); 267 mm/año ( " ); 286 mm/año (Coutagne)

El escurrimiento total (Q) está compuesto por el escurrimiento fluvial (Ef) y el escurrimiento subterráneo profundo o regional (Ep.)

$$Q = E_f + E_p \quad (3)$$

El escurrimiento fluvial lo conforman el escurrimiento superficial (Es) y el escurrimiento básico (Eb), producto de la descarga de una parte de las aguas subterráneas (escurrimiento local).

$$E_f = E_s + E_b \quad (4)$$

Ef fue estimado según los datos de la estación limnigráfica y representa un 4% de la precipitación, por lo que extrapolado al período modular considerado, Ef = 36 mm/año.

De acuerdo a Kruse (1984) el escurrimiento básico modular estaría en el orden de un 45% del fluvial total:

Por lo tanto  $E_b = 16$  mm/año

$E_s = 20$  mm/año

Por diferencia entre (2) y (3)

$E_p = 105$  mm/año

En términos modulares la infiltración regional estaría representada por la suma del escurrimiento subterráneo local profundo.

$I_r = E_b + E_p$

$I_r = 121$  mm/año

Estos valores verificarían la mayor significación que tiene modularmente la infiltración regional (14% de la precipitación) y por ende la importancia de la capacidad de almacenamiento subterráneo y la menor del escurrimiento superficial (2%).

Las características físicas de los sectores serranos que ocupan una superficie restringida, sugieren una mayor posibilidad de escurrimiento superficial que la enunciada, pero sólo como un efecto local. Dicho efecto se disipa en relación a la mayor extensión del área llana que conforma la cuenca.

En una aproximación preliminar sería válido extrapolar los índices de escurrimiento del vecino A° La Corina (período 1954-57).

P = 842 mm/año

Ef = 91 mm/año

El Ef. representa un 11% de la precipitación. Este índice de escurrimiento podría adoptarse como un límite tentativo máximo para la totalidad de la cuenca del A° Azul, siempre en términos modulares y cuando la capacidad de almacenamiento tiende a cero.

En los balances anuales se requiere una información más detallada ya que no es conveniente simplificar la variación en la capacidad de almacenamiento superficial y subterráneo, y sólo sería factible su realización si se contara con esa información actualmente inexistente.

Sin embargo, se puede establecer que a los fines ilustrativos no se registra una relación que implique que una mayor precipitación anual produzca un mayor escurrimiento fluvial.

	P	Ef	%
1965	840 mm	14 mm	1,7
1967	906 mm	23 mm	2,5
1970	725 mm	58 mm	8,0
1971	1031 mm	32 mm	3,1
1973	954 mm	5 mm	0,5
1978	1120 mm	96 mm	8,6 (incompleto)

Estas relaciones también se verificarían en el ámbito serrano, pero con un porcentaje algo mayor de escurrimiento fluvial.

	P	Ef	%
Jul/54-Jun/55	732 mm	50 mm	6,8
Jul/55-Jun/56	929 mm	75 mm	8,1
Jul/56-Jun/57	867 mm	148 mm	17

Estos balances confirmarían la significación que adquiere el estado de la capacidad global de almacenamiento y, dadas las características físicas descriptas la mayor importancia que podría tener en tal sentido la subterránea.

La falta de estudios hidrológicos antecedentes, tanto de superficie como de subsuelo, hace que se carezca de la información precisa y adecuada necesaria para cuantificar plenamente los fenómenos de evapotranspiración y de las variaciones de la capacidad de almacenamiento, reduciendo la precisión en los balances mensuales que se pueden realizar.

No obstante la escasa información existente, la comparación de módulos mensuales de precipitación y escurrimiento fluvial comprobaría una vez más que los meses de menores precipitaciones coincidirían con los mayores valores de escurrimiento y los más lluviosos con los de menores.

## A° Azul

MES	Prec. (mm)	Esc. (mm)	%
Ene.	86	0,4	0,5
Feb.	88	0,35	0,4
Mar.	112	1,6	1,4
Abr.	69	1,4	2,0
May.	72	2,4	3,3
Jun.	44	2,5	5,7
Jul.	45	4,7	10,4
Ago.	41	3,4	8,3
Set.	62	4,5	7,3
Oct.	83	4,3	5,2
Nov.	81	2,1	2,6
Dic.	98	1,0	1,0

La no coincidencia entre el año pluviométrico y el año fluviométrico ya señalada, complica la posibilidad de relacionar precipitación y escurrimiento como una forma de predecir los caudales de la cuenca, pero claramente está indicando la posibilidad que el desfasaje entre los meses más lluviosos y los de mayores derrames, se deba en gran parte a los procesos de infiltración, almacenamientos y escurrimientos subterráneos.

Por otra parte esto se confirmaría con el desfasaje intermedio entre los inicios del año pluviométrico y el fluvio métrico.

Como generalidad se puede marcar una vez más que los meses menos lluviosos: Junio, Julio, Agosto, representan los mayores derrames fluviales, incluyéndose también Setiembre y Octubre. En cambio la estación de mayores precipitaciones: Diciembre a Marzo, es la que se corresponde con los menores derrames fluviales.

Los excesos de escurrimiento total en el balance hídrico, estimados según la metodología de Thornthwaite, cuyos resultados están mostrados en la Figura 26, han sido balancea-

dos con los derrames mensuales registrados en la estación de los aforos (Fig. 69). No existe siempre una relación directa entre los valores, más bien aparecen como erráticos. Estas diferencias tan notorias confirmarían la acción según el caso, de una o múltiples variables que aparecen aleatorias, aunque interrelacionadas entre sí, entre las cuales se pueden señalar las ya mencionadas, la capacidad de almacenamiento subterráneo y la intensidad área-distribución de la lluvia. No tendría influencia la capacidad de campo del suelo vegetal, dado que está considerada dentro del balance de Thornthwaite como distintos índices de reservas.

El balance de tormentas plantea aún mayores interrogantes. Se han elegido 19 tormentas características con sus hidrogramas simples (Cuadro 14 y Fig. 49 a 66). Quizás serían útiles para el análisis de tormentas de varios días o meses con hidrogramas complejos, que en definitiva son los que dieron lugar a las inundaciones más recientes, pero la interrupción de la información fluviométrica y la dificultad de simplificar la interrelación entre los factores influyentes llevó a tratar las características de los hidrogramas simples y a partir de ellos intentar comprender el fenómeno.

Para las tormentas con anterioridad a 1972 se analizó como precipitación media la registrada en el pluviógrafo del DRH, posteriormente se usó la precipitación de estaciones próximas.

Para estimar el escurrimiento superficial se efectuó la separación en el caudal fluvial total del caudal básico, estableciendo una recta que une el punto de subida con el punto de la curva de agotamiento que vuelve a registrar caudales menores relativamente uniformes.

El principio que avalaría esta simplificación preliminar, parte de los resultados obtenidos en los ensayos experimentales efectuados en el embalse del balneario de Azul ya descritos.

De acuerdo a los balances realizados surge que el índice de escurrimiento fluvial de una tormenta no es constante y no necesariamente existe un incremento en él con una más in-

tensa y/o mayor precipitación.

Si bien no es posible establecer una relación sumamente estrecha, el Cuadro N° 14 indica como generalidad, que a mayor caudal básico inicial en una tormenta, corresponde un mayor índice de escurrimiento superficial.

Como ejemplo se puede señalar:

<u>Fecha</u>	<u>Caudal básico</u>	<u>% de escurrimiento superficial</u>
6-12-79	0,05 m <sup>3</sup> /seg	0,15%
11-7-74	1,02 m <sup>3</sup> /seg	10%
25-5-75	1,55 m <sup>3</sup> /seg	15%
7-7-80	5,90 m <sup>3</sup> /seg	28%

Esto sería una señal más de la importancia de la capacidad de almacenamiento subterráneo y no sería sólo una consecuencia de la mayor evapotranspiración, como comunmente se podría pensar.

También es posible encontrar, siempre como generalidad para tormentas, un mayor escurrimiento superficial en los meses de invierno que en los de verano, ésto no necesariamente contradeciría lo antedicho, dado los cambios hidrológicos subterráneos descritos oportunamente.

Con fines meramente ilustrativos se ha intentado realizar balances para algunas tormentas en base a los datos diarios de estancias, obtenidos a partir de 1980.

Se han elegido tormentas con distinta distribución areal de la precipitación. La del 2-4-83 (Fig. 21) con registros relativamente uniformes en toda el área y una precipitación media de aproximadamente 50 mm.

La tormenta del 3 y 4-5-83 (Fig. 22), cuyas mayores precipitaciones están concentradas en las proximidades de Azul (superior a 100 mm) y con valores inferiores en cabeceras, siendo la media de alrededor de 75 mm.

La tormenta del 9-3-83 (Fig. 20) en cambio presenta

las mayores lluvias en los sectores de cabeceras, con valores que alcanzan a 175 mm para decrecer a 40 mm en las porciones más distales del área de balance, con un valor medio de 100 mm.

Si bien no hay uniformidad sistemática en la medición de los distintos pluviómetros de las estancias, salvando las diferencias que pueden existir y para tener una idea general, los balances arrojan un escaso porcentaje de escurrimientos superficiales, 1%, 5% y 1% respectivamente. Puede inferirse preliminarmente que si bien la distribución areal de las tormentas es un factor de importancia, no se puede considerar en forma aislada de los otros factores ya citados, para conocer la respuesta de la cuenca.

## 6. MODELOS CONCEPTUALES

Establecer un modelo conceptual de una cuenca no es un objetivo, pero sí resulta una herramienta fundamental para el futuro planeamiento del desarrollo hídrico.

En una cuenca con escasos datos hidrológicos históricos, se torna sumamente difícil, sino imposible, establecer un modelo relativamente acabado. No obstante, en estos casos dentro de lo posible es conveniente y necesario trabajar en sucesivas aproximaciones, estableciéndose modelos que se pueden denominar "aproximativos".

Lo intrincado de la problemática planteada, torna sumamente difícil comprender cuál será el comportamiento de la cuenca, especialmente en casos extremos ante períodos seculares que abarquen lapsos de años sucesivos secos o húmedos como el que actualmente se vive o más graves aún.

No podrá haber soluciones ni pronóstico sin un adecuado diagnóstico. Actuar con ligereza buscando soluciones a partir de conocimientos superficiales o erróneos producirán problemas secundarios más perniciosos que los que se desean solucionar.

Por suerte la hidrología es una ciencia experimental y la naturaleza misma es el laboratorio más completo, complejo y armónico que pueda poseer el hombre, en el cual los experimentos se suceden espontánea y permanentemente. El problema radica en hacer un buen empleo de ella como se desprende de lo dicho. El hombre, a menudo indebidamente, por falta o sobrevaloración de sus conocimientos se cree capacitado u obligado de por sí a efectuar deducciones que se tornan totalmente superfluas con las calamitosas consecuencias pertinentes.

Por otra parte su egocentrismo, creyendo dominar la naturaleza, le lleva a efectuar deducciones sofisticadas dando por cierto detalles y seguridades aparentes, incompatibles con la realidad y debida a las verdaderas limitaciones de su intelecto, en relación a la complejidad armónica de la naturaleza. El árbol no le deja ver el bosque y viceversa.

El hecho que los postulados de las leyes hidrológicas generales se cumplan en todos los casos, independiente de la extensión e intensidad de los fenómenos, abre un horizonte importante en la investigación y por lo tanto posibilita establecer en una primera aproximación pronósticos aproximativos probables, indispensables e ineludibles si se desea realmente reducir al mínimo posible los riesgos de los desastres naturales y antrópicos.

En función de las descripciones efectuadas en los capítulos precedentes a modo de hipótesis, estrictamente hablando, se ha tratado de confeccionar modelos conceptuales a aproximativos para las principales situaciones hidrológicas de funcionamientos, variaciones seculares, períodos modulares secos y húmedos, años secos y húmedos, estaciones anuales, mensuales y tormenta.

El punto de partida ha sido el análisis de los efectos más marcados, medibles de las tormentas; que resultarían modelos analógicos naturales de aquellos sucesos que son más difíciles de valorar a la luz de la información disponible en fenómenos que comprenden lapsos más extensos. Por este camino se trata de desentrañar el probable funcionamiento de los últimos.

En la interpretación de los resultados, se deben evitar los errores que comunmente se cometen en el ánimo de obtener un mayor detalle, que provienen del manejo de las diferencias en las escalas de los tiempos, de la relación de las variables, de la magnitud de los volúmenes de agua transferidos en los cambios de almacenamiento y, consecuentemente con la extrapolación de las analogías.

Sin intentar reflejar un detalle mayor que el que surge del presente informe, en base a los principios señalados, se intentan usar las observaciones y escasos datos que se poseen de las experiencias naturales para solamente inferir hipótesis generales.

Al utilizarse como punto de partida la tormenta se ha invertido, en relación al resto del informe, el orden de descripción, partiendo de los fenómenos más simples a los más

complejos.

De acuerdo a las características físicas de la región, las variables fundamentales intervinientes en la fase terrestre del ciclo hidrológico pueden clasificarse (Fig. 70) en:

a) entradas: - lluvias

b) salidas: - escurrimiento fluvial, que comprende escurrimiento superficial regional, más el caudal básico o escurrimiento subterráneo local.

- escurrimiento subterráneos intermedios y/o regional: originados en las infiltraciones profundas, que salen del área de estudio.

- evaporación: se produce a través de los cuerpos de agua, de los suelos y del agua freática poco profunda (menos de 1 metro).

- transpiración: por efecto de los vegetales, según las características generales florísticas y de suelos, y clima, frecuentemente alcanza entre 1m y 1,5m debajo del suelo vegetal

c) almacenamientos: aparece como relevante la capacidad de almacenamiento subterráneo por su continuidad espacial (abarca el total del área de la cuenca) y por las características hidrogeológicas. Es también importante la capacidad de almacenamiento superficial, aunque de menor jerarquía que la anterior y especialmente a la que se hace mención corresponde a los cuerpos lénticos, cañadas, bajos extensos, poco profundos naturales y/o antrópicos que almacenan temporariamente y/o retardan la infiltración directa, escurrimientos superficial y/o subterráneo locales.

Antes de iniciar la descripción de los modelos se ha creído conveniente definir:

I- sequía agronómica, se refiere a períodos cortos (anuales, estacionales, mensuales y diarios) en los que la falta de precipitación no puede ser suplida naturalmente por la humedad del suelo, produciéndose marchitez. Lo contrario es exceso de humedad agronómica.

II- sequía hidrológica: fenómeno que por fuerte disminución de la precipitación, en un período de años sucesivos, tiende a disminuir marcada y globalmente las reservas de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca. Lo opuesto es exceso de humedad hidrológica.

Esta disminución general de la humedad de la cuenca puede ser mucho más grave que la anterior, pues puede afectar además del agro al abasto de los distintos fines que necesita el hombre.

En función de lo antedicho a continuación se describen tentativamente los distintos posibles modelos y funcionamientos.

### 6.1. Modelo de tormenta

Si bien se ha dicho que la información pluviométrica es de la existente la menos escasa, se transforma en relativamente escasa, en especial arealmente, cuando debe considerarse una tormenta y sus resultados hidrológicos, pues se multiplican y densifican las relaciones variables de los procesos, demandando los estudios una información más detallada que la disponible. Además distintos parámetros físicos (hidrogeológicos), que pueden considerarse como tales para condiciones estacionales y/o anuales, se convierten en variables espaciales o adquieren una importancia más relevante.

Se transforma en variable aleatoria, o por lo menos adquiere más trascendencia, el cambio del ritmo de precipitación de una tormenta en relación a la respuesta de las otras variables intervinientes: a la variable independiente espacial, parámetro capacidad de filtración; a las dependientes tiempo-espacio, capacidad de almacenamiento superficial-subterráneo; al ritmo y desfase en su conjunto o entre sí de los escurrimientos; y por último a la dependiente estacional ritmo de evapotranspiración.

Por otra parte a lo antedicho se le suma la heterogeneidad de la cuenca, que tendrá de por sí distintas influencias según sea la distribución-intensidad-duración de la tor-

menta.

El carácter llano de la cuenca significa de por sí, una disminución relativa del índice de escurrimiento superficial en favor del incremento de los subterráneos y de la evapotranspiración, en que la potencial tiende a alcanzar a la real. De la descripción en los capítulos anteriores se desprende que la cuenca no escapa a los principios señalados, sino que por el contrario, los confirma.

Las últimas condiciones facilitan, por lo menos cualitativamente, deducir e inducir con mucha probabilidad de acierto el comportamiento de la cuenca ante tormentas producidas en diferentes períodos hidrológicos y estaciones del año.

El desfase entre el año hidrológico pluviométrico con respecto al fluviométrico y al subterráneo, permite inducir una analogía hidrológica general entre el comportamiento en las estaciones (estío e invierno), los años y los períodos, secos y húmedos respectivamente.

Comparando los hidrogramas fluviométricos obtenidos para tormentas en distintas estaciones del año se establecen las siguientes diferencias dominantes:

I) En los meses de verano disminuyen notoriamente los índices de los escurrimientos fluviales.

II) En los meses de invierno claramente se incrementan los índices de escurrimientos superficial y básico.

Además en la época de estío hay globalmente disminución natural de las reservas subterráneas generadoras y por ende, aunque tal vez desfasadas, de las geológicas.

Por último debe decirse que en el análisis de la tormenta adquiere una mayor importancia la capacidad de campo del suelo vegetal, que en los casos de interpretaciones de períodos de tiempos mayores pueden despreciarse. De acuerdo a los balances hídricos aplicando el método de Thornthwaite se confirmaría lo expresado, pero también que la infiltración continúa aunque quizás en forma atenuada.

A partir de considerar que el año hidrológico se iniciaría en la estación estival en que las reservas hidrológicas se han reducido, y a lo expuesto en el capítulo "Hidrometeorología"

logía" especialmente sobre las diferenciaciones entre tormentas ocurridas en diversas épocas del año, es que se han analizado en primer término los hidrogramas de dicha estación.

#### 6.1.1. Estación seca

La escasez de información, tantas veces mencionada, ha obligado a seleccionar únicamente la tormenta del 8/2/81 aunque con dudas dada la extensión de la cuenca, en base a la precipitación de Azul (55 mm/día) de Chillar (46 mm/día) e Hinojo (53 mm/día), se consideró la tormenta como uniforme en toda la cuenca.

Del hidrograma (Fig. 63) en la estación de aforo, se deducen los siguientes resultados:

I) Índice de escurrimiento fluvial extremadamente pequeño (0,26%) y por ende los superficiales y los básicos.

II) Si bien la evapotranspiración se hace en la práctica insignificante durante la lluvia, considerando a un valor exagerado de 40 mm, existiría un exceso de agua importante (18% de lo precipitado).

III) Del superávit de agua, de acuerdo al método de Thornthwaite, una parte (10 mm) serían absorbidos por la capacidad de campo del suelo vegetal.

IV) El porcentaje restante (5 mm) alimentaría la intercepción, el almacenamiento superficial y la infiltración. Esta última se refleja en la evolución de la superficie freática, pero dada la pequeña magnitud no es cuantificable.

Se puede concluir que tanto el escurrimiento fluvial como las variaciones de almacenamiento subterráneo son pequeñas y está disminuido el potencial de crecidas y anegamiento.

#### 6.1.2. Estación húmeda

A los fines de analizar las tormentas en la estación húmeda del año se seleccionó la de fecha 7/7/80. La información pluviométrica fehaciente proviene de Azul SMN (32 mm)

Chillar (58 mm) e Hinojo (57 mm). La uniformidad en toda la cuenca fue estimada además en base a los datos adicionales de estancias (Fig. 18). Esta tormenta se corresponde con el hidrograma (Fig. 62) de mayor índice de escurrimiento fluvial registrado. La interpretación dada es la siguiente:

I) En relación al caso anterior es mayor el índice de escurrimiento fluvial y el de sus componentes (44%).

II) El déficit de escurrimiento proveniente de la evapotranspiración se hace acentuadamente más insignificante.

III) La absorción de agua por la capacidad de suelo vegetal tendería a cero. El porcentaje restante que alimentaría las otras variables, sería más importante que en el caso anterior.

Se confirma que si en el futuro se quisiera aplicar el método del hidrograma unitario, los resultados podrían llegar a ser satisfactorios, siempre y cuando se utilicen bases distintas según la estación del año y/o período secular en que está incluido. También este principio debe tenerse en cuenta si se desean estimar estadísticamente las precipitaciones que puedan producir crecidas extraordinarias.

Como no puede ser de otra forma se mantienen las leyes hidrológicas generales, pero se modifica la forma de los hidrogramas, como consecuencia de los cambios relativos considerables de los valores de los distintos componentes de la ecuación general hidrológica. Estos cambios serían análogos a los mismos que incluyen lapsos de tiempo mayores, en los cuales se acentuará la diferencia apuntada. El correspondiente a Febrero representaría estados hidrológicos secos y el correspondiente a Julio a estados hidrológicos húmedos.

## 6.2. Modelo anual

### 6.2.1. Año medio

Como ya se mencionara, la información hidrométrica antecedente es escasa y las series tienen distinta extensión según las variables. La más prolongada corresponde a datos pluviométricos y la corta a los fluviométricos. La freaticométrica

además de su menor record, adolece de otra limitación fundamental que es el número restringido de puntos datados (solamente dos). Sin embargo del análisis efectuado, descrito en los capítulos anteriores, se pueden inferir principios generales importantes. El año hidrológico pluviométrico coincidente con el déficit de escurrimiento, estaría invertido con respecto al pluviométrico.

En el último el mayor caudal no se debe solamente a la mayor frecuencia y magnitud del escurrimiento superficial, sino también a un marcado e importante incremento en el caudal básico, pudiendo concluirse con ello y con lo expresado en los capítulos anteriores:

I) Que el mayor déficit de escurrimiento se debe a que la precipitación en los meses más cálidos, a pesar de la evapotranspiración, es en parte absorbida por la capacidad de campo del suelo vegetal, disminuyendo el ritmo y retardando los procesos de filtración descendentes.

II) Que con el incremento de la capacidad de almacenamiento de la cuenca se atenúan notoriamente los caudales fluviales, incluidos los correspondientes a las crecientes.

III) Que al final de la estación, al estar colmada la capacidad de almacenamiento, especialmente la subterránea, la mayor energía acumulada incrementa los escurrimientos subterráneos incluido el local o básico. Precipitaciones aún no muy intensas se reflejarán más notoriamente en los picos de hidrogramas.

#### 6.2.2. Años húmedos y secos

En el punto precedente los items I y II caracterizarían a un modelo analógico que responde a un año lluvioso situado dentro de un período seco; y lo expresado en el ítem III, dentro de un período húmedo.

Cuando se trata de un año seco el comportamiento será similar al anterior, pero las magnitudes de las crecientes estarán atenuadas.

### 6.3. Modelos Seculares

La serie de datos hidrométricos más extensa corresponde a los pluviométricos (85 años) y su análisis muestra la alternancia de años y períodos de años secos y húmedos, es decir aquellos que tienen valores menores o superiores a la media modular.

El récord es poco extenso y por lo tanto insuficiente para poder hacer algún análisis estadístico, fundamentalmente en lo que se refiere a recurrencia e intensidad de períodos húmedos y secos.

Por otra parte hay información histórica cualitativa que señala la posibilidad de que se hayan sucedido eventos anteriores no registrados más intensos de sequías o de inundaciones, como ser los que secaron la laguna de Chascomús o hicieron navegable el río Salado.

Las características geológicas de la provincia también muestran la existencia y repetición de los hechos señalados en épocas geológicas relativamente recientes, con posibilidad de repetirse imprevistamente en la actualidad.

De lo expresado se deduce claramente la posibilidad de que se produzca en la provincia de Buenos Aires y por ende en la cuenca del A° Azul nuevos desastres naturales, mayores a los actualmente conocidos, cuya recurrencia y oportunidad de acuerdo al estado del conocimiento actual no pueden ser pronosticadas, siendo clasificados como fenómenos seculares.

Durante las sequías las salidas anuales, fundamentalmente la subterránea y la evapotranspiración, predominan sobre los ingresos, profundizándose los niveles freáticos y piezométricos con sus consiguientes consecuencias antrópicas.

Al final del período, además de la aridez implantada que puede ser extrema, la capacidad de almacenamiento será la máxima.

Hay períodos de sequía en que la disminución de las precipitaciones podría ser muy acentuada. Imaginando un extremo de tal intensidad en que el escurrimiento fluvial llegara a cero, aún así es posible que se mantuvieran salidas median-

te el escurrimiento subterráneo regional.

En períodos sumamente extensos podrían mermar fuertemente las reservas hidrológicas de la cuenca (sequía hidrológica) transformándose en una sequía calamitosa que superaría en más los problemas que ocasionan las inundaciones. Los límites del desastre de estos fenómenos son imprevisibles.

Durante los períodos de excesos de humedad modularmente los ingresos superarán las salidas, y anualmente se incrementarán las reservas globales de agua. La evapotranspiración real alcanzará a la potencial, aumentarán los escurrimientos fluviales y los subterráneos, los niveles freáticos y piezométricos se elevarán aflorando las aguas subterráneas. A la finalización del período tenderá a estar colmatada la capacidad de almacenamiento de la cuenca.

Continuando las precipitaciones se engrosará el caudal fluvial y por lo tanto las frecuencias de las avenidas; pero además se extenderán en el tiempo y arealmente los fenómenos de anegamientos extremos por afloramiento de las aguas freáticas.

#### 6.4. Generalización

Entre los valores extremos correspondientes a las condiciones hidrológicas del 8/2/81 y las del 7/7/80, indudablemente deben existir numerosas variantes. No obstante, para condiciones medias, considerando estados intermedios graduales e introduciendo simplificaciones, se pueden lograr generalizaciones importantes, que facilitan visualizar los probables comportamientos de la cuenca en diferentes épocas y lapsos.

Los términos de estado hidrológico húmedo y seco, que son relativos y varían en el tiempo, se refieren a la humedad regional en un momento considerado. Están dados por los cambios en más o en menos de las reservas hidrológicas, que dependen de las diferencias temporales entre los volúmenes ingresados y egresados.

En condiciones naturales para la provincia de Buenos

Aires en general, y en particular para la cuenca bajo estudio, las entradas están dadas por las precipitaciones y las salidas por el escurrimiento total y la evapotranspiración.

Una síntesis estaría reflejada en la fórmula general siguiente:

$$P_{(tp)} - Evt_{(te)} - Q_{(tq)} = \pm \Delta Sr_{(tsr)} \pm \Delta Sbr_{(tsbr)} \quad (1)$$

$$Q_{(tq)} = Qf_{(tf)} + Qbr_{(tqbr)} \quad (2)$$

$P_{(tp)}$ : precipitación en función de la duración de la lluvia

$Evt_{(te)}$ : evapotranspiración en función del tiempo de evapotranspiración.

$Q_{(tq)}$ : caudal total en función del tiempo de escurrimiento

$Sr_{(tsr)}$ : variación del almacenamiento superficial en función del tiempo de almacenamiento superficial

$Sbr_{(tsbr)}$ : variación del almacenamiento subterráneo en función del tiempo de almacenamiento subterráneo.

$Qf_{(tf)}$ : caudal fluvial en función del tiempo de escurrimiento fluvial

$Qbr_{(tqbr)}$ : caudal subterráneo regional en función del tiempo de escurrimiento subterráneo regional.

Los ritmos particulares de las variables independientes que integran la fórmula, y sus diferencias espacio-tiempo podrían producir entre otros fenómenos no deseados, dentro del plazo mayor considerado, sequías o inundaciones.

Si bien los fenómenos en todos los casos son análogos, por el contrario cuantitativamente la mayor o menor magnitud de los mismos, raramente serán iguales.

La intensidad de la respuesta de la cuenca al mayor ingreso o egreso en un tiempo, no dependerá exclusivamente de la diferencia bruta de esas dos variables. El otro factor fundamental que debe tenerse en cuenta es el estado preexistente

de la cuenca, globalmente su capacidad de almacenamiento, que depende de las condiciones hidrológicas en un lapso mucho mayor que en el que está incluido el considerado, un mes, una estación, un año o un período.

Para los distintos estados posibles se ha intentado una clasificación, estableciendo índices hidrológicos (IH) numéricos. Su finalidad, dado el conocimiento actual, es dar una idea general de los fenómenos no deseados que probablemente pueden esperarse.

En función de las diferencias entre ingresos y egresos se establecieron los índices que a continuación se señalan.

Estado o condición de la cuenca	I.H.	Relaciones
Seco extremo	1	$I \ll E$
Seco	2	$I < E$
Subseco	3	$I \approx E$
Transición	4	$I = E$
Subhúmedo	5	$I \gtrsim E$
Húmedo	6	$I > E$
Húmedo extremo	7	$I \gg E$

Para períodos y años, secos y húmedos, se usan las letras S, H, s y h respectivamente

La continuación del período húmedo actual, cuya finalización es desconocida, así como las sequías que indefectiblemente se producirán, estarán acompañadas de cambios extremos en las reservas hidrológicas de la cuenca. La magnitud de las inundaciones o de la sequedad ambiental serán extremas, pero los procesos serán similares.

Los estados húmedos y secos serían análogos a lo que se ha descrito para las tormentas del 8/2/81 y 7/7/80 que corresponden a un estado seco y húmedo respectivamente. Pudiendo suponerse que;

a) En el estado hidrológico húmedo la precipitación supera a las salidas. El grado de diferencia incrementa en distinta mag

nitud:

I) El almacenamiento subterráneo y/o superficial (disminución de capacidad de almacenamiento de la cuenca)

II) Los escurrimientos fluviales y los subterráneos regionales.

b) En el estado hidrológico seco, la salida supera a la lluvia. El déficit es alimentado por las reservas geológicas disminuyendo:

I) El almacenamiento superficial y/o subterráneo (incremento de la capacidad de almacenamiento de la cuenca)

II) Los escurrimientos fluviales y/o subterráneos regionales. Estos últimos, aunque tiendan, no llegarán a cero ó lo harán muy raramente.

En base a los índices numéricos y a la analogía señalada se podría establecer el siguiente cuadro:

PERIODOS	I.H.	AÑOS	I.H.	ESTACIONES ANUALES	I.H.
		SECO	s	seca	1
SECO	S			húmeda	2
		HUMEDO	h	seca	3
				húmeda	3a4
		SECO	s	seca	5a4
HUMEDO	H			húmeda	5
		HUMEDO	h	seca	6
				húmeda	7

En base a todo lo expresado, la finalidad de la sistemática empleada es establecer tentativamente pronósticos generales cualitativos sobre las probabilidades de mayor o menor intensidad de los fenómenos no deseados que se pueden esperar

para diferentes condiciones de espacio-tiempo.

Un conocimiento futuro más detallado de la cuenca permitirá cuantificar las variables, ajustando la efectividad de los pronósticos.

### III- ASPECTOS APLICADOS

Un problema común a todos los países, aún los altamente tecnificados, consiste en compatibilizar la demanda con la oferta del recurso hídrico. Aún en condiciones naturales, mientras que la primera crece en el tiempo, la segunda considerando largos períodos (de cincuenta, cien o más años) para una región puede suponerse constante como término medio. La naturaleza misma se encarga de acondicionar inexorable y drásticamente el equilibrio, produciendo efectos no siempre convenientes al hombre.

La acción antrópica, por su forma de ser, acentúa la diferencia señalada debido, entre otros, a los siguientes hechos:

I- incrementa innecesaria, desmedida y vertiginosamente la demanda.

II- reduce la oferta derrochando los caudales, evacuando anárquicamente del área los excesos aparentes temporarios.

III- agota en pocos años las reservas geológicas acumuladas en cientos de años.

IV- deteriora, cada vez más aceleradamente, la calidad de las aguas, tornándolas inutilizables u obligando a tratamientos gravosos, frecuentemente no permitibles para la economía de la región. Por suerte con los conocimientos actuales se puede apreciar que tal anarquía sería incipiente en el partido de Azul.

La única forma de paliar el problema es adaptarse a la naturaleza y uno de los aspectos básicos requeridos es el mejor conocimiento del recurso disponible y su evolución en el tiempo.

En "países nuevos" (Sala et al, 1983), como Argentina, por la escasez de conocimientos antecedentes de sus recursos hídricos y su evolución (natural y antrópica) se plantean siempre problemas humanos inmediatos, del día (coyunturales)

Se olvidan y descuidan los mediatos y los de largo plazo, que se suman rápidamente a los anteriores, profundizando, agravando y enmascarando los problemas, dificultando y/o alejando las posibles soluciones.

El estado de cosas lamentablemente obliga a seguir un orden lógico, es decir encarar, los problemas coyunturales mediante estudios expeditivos cuyos resultados den posibles soluciones tentativas, si las hay, tratando de disminuir al mínimo la posibilidad de introducir efectos secundarios graves.

Paralelamente se deben intensificar los estudios para poder dentro de lo posible, ganar el tiempo perdido y poder planificar manejos de los recursos hídricos a mediano y largo plazo.

Estos principios están incluidos implícitamente en la Conferencia sobre inundaciones en la Provincia de Buenos Aires (MOP 1956).

Las evaluaciones resultantes de los estudios son la base ineludible para establecer las pautas más seguras de manejos coyunturales, a mediano y a largo plazo. Actuar de otra forma llevará al desastre, con las consiguientes consecuencias sociológicas y económicas.

El manejo significa regular el ciclo hidrológico, en la medida de lo posible, para su usufructo pleno actual, por las generaciones inmediatas y las mediatas (Sala, 1981). El mismo requiere planificación de las distintas operaciones que llevan a la regulación y uso del agua.

El único camino, obligatorio, es complementar una política flexible al ordenamiento hídrico, a inmediato, mediano y largo plazo, antes que los problemas creados sean irreversibles. Indudablemente ello es difícil, pero no imposible. Las dificultades estriban en un fuerte cambio cultural, aún técnico, sobre el manejo del agua, o sea la ruptura de rutinas y mitos fuertemente arraigados, lo cual depende de factores socioeconómicos.

De acuerdo a los principios expuestos, los delineamientos que a continuación se describen, a pesar de su posi-

ble apariencia de detalle, deben ser considerados como tentativos, susceptibles de ser verificados, ajustados y/o rectificados, ante investigaciones más detalladas y ante la evolución en el tiempo de los recursos.

#### 1- USO DEL RECURSO HIDRICO

Entre las operaciones que se incluyen en el manejo está la de uso directo del agua como elemento vital y por lo tanto no puede ser evitada su consideración.

Además si la extracción no obedece a un conocimiento cabal de las reservas y de sus variaciones en el tiempo-espacio, sus efectos secundarios tórnanse sumamente perniciosos. Por el contrario, cuando el conocimiento del recurso hídrico es adecuado tiene un efecto secundario beneficioso adicional en que la extracción de agua, que es una salida agregada al sistema, efectuada armónicamente se transforma en una operación más de regulación del ciclo hidrológico.

Dada la índole del presente estudio y los objetivos perseguidos, establecidos en el plan de trabajo original, no se puede soslayar el tema mencionado y debe destacarse aunque sea en forma general.

En el corto tiempo transcurrido (18 meses) desde el inicio del trabajo, agravado por la escasez de estudios antecedentes y la amplitud que necesariamente debería otorgársele al tema, sería demasiado pretensioso tener un resultado detallado de los problemas que crea la demanda y la explotación de las aguas.

El informe sólo abarca el aspecto general básico que hace al inicio del conocimiento hidrológico de una región.

En una comarca en que se ha desarrollado la explotación de agua sin un fundamento científico adecuado, establecer bases más racionales de oferta y demanda de agua requiere una serie de operaciones adicionales de detalle que escapan al alcance de esta primera aproximación.

Por otra parte como se han tenido noticias que a posteriori el Instituto de Hidrología de Llanuras ha iniciado

estudios de detalle al respecto, por lo menos para la ciudad de Azul, ellos podrán parcialmente ratificar, ampliar y/o ajustar lo aquí expresado.

### 1.1. Demanda de Agua

La provisión para el uso humano en la ciudad de Azul (población 36.000 hab.) se estima en un total de 15.000 m<sup>3</sup>/día, según información de DOSMA, o sea aproximadamente 400 l/día/hab. Esta dotación para el grado de desarrollo demográfico. Podría ser algo alta, si se la compara con las estadísticas de abastecimiento a las grandes urbes mundiales.

Las entregas a Chillar y Cacharí, también cubierta por aguas subterráneas, son menores; 200 l/d/hab. en el primer caso y 120 l/d/hab en el segundo.

Desde el punto de vista del recurso hídrico y por lo que ya se expresara, no habría disminución manifiesta de las reservas subterráneas. En estos casos sólo se conoce cual es la entrega, pero no la demanda real actual y menos aún la futura. En relación a consideraciones de la experiencia en otras zonas de la provincia es posible que en el futuro haya un incremento en la demanda no prevista especialmente en la industrial y en la agrícola.

Sobre la dotación específica a las industrias no se posee información, pero debe adicionársele a la extracción realizada por el servicio de agua potable, pues la mayoría de las industrias importantes visitadas tienen sus propias perforaciones de abastecimiento.

La demanda actual agrícola es totalmente despreciable, así fue comprobado durante los trabajos de campo ya que en general no se han localizado grandes superficies con riego complementario. Sólo se han ubicado algunas pocas hectáreas para la explotación de papas y alfalfa, aunque en el último caso se había dejado de realizar tal operación.

### 1.2. Oferta de Agua

Desde el punto de vista de la calidad del agua, la

misma puede considerarse como globalmente apta para todo uso. Sin embargo es necesario confirmar esta premisa preliminar mediante estudios tiempo-espacio detallados para conocer la presencia de oligoelementos que pueden existir y ser perniciosos para algunos empleos determinados.

Cuantitativamente, de acuerdo a los balances hidrológicos efectuados, el superávit medio correspondiente a la infiltración profunda sería de 105mm/año, que equivale a una reserva renovable de 107 hm<sup>3</sup>/año para toda la cuenca; lo que posibilita sin hacer otra consideración, que con sólo una utilización media de un 30% de esas reservas móviles se pueda realizar un desarrollo pleno del partido y por supuesto de la ciudad, para uso directo humano, industrial y de riego sumamente importante.

Si se consideran aisladamente los déficit hídricos registrados como 1979 (235 mm) y 1981 (133 mm) o aquellos de menor superávit, las diferencias podrían ser alimentadas artificialmente por las reservas geológicas subterráneas y así lograr un efecto regulador beneficioso por el incremento de la capacidad de almacenamiento subterráneo. Pero debido al escaso conocimiento actual, tales condiciones sólo resultan una hipótesis con fuertes probabilidades de certeza que los futuros estudios seguramente podrán cuantificar ajustadamente.

A la consideración anterior habría que sumarle los fenómenos de sequías, que no han sido incluidos en los razonamientos.

Es importante señalar que esto es fundamental, especialmente para regular e incrementar la producción agrícola, como sucedería en otras partes de la provincia de Buenos Aires. Además permite solucionar problemas de sequías agronómicas intensas de diferentes lapsos de duración.

## 2- CONTAMINACION

De acuerdo a las características hidrogeológicas resaltan la facilidad de los procesos de filtración e infiltración, que conjuntamente con la lenta dinámica hidrológica posibilitan la contaminación antrópica de las aguas superficiales y subterráneas. Probablemente tales fenómenos ya se han iniciado y podrán incrementarse en forma alarmante en un futuro inmediato, siempre y cuando no se mantengan los recaudos necesarios.

La contaminación bacteriológica es previsible que existe peligrosamente en aquellas localidades sin servicios cloacales. Tal resultado se ha verificado en Chillar, de acuerdo a la comunicación proporcionada por DOSMA. El problema sería común en las viviendas rurales cuando éstas no cuentan con las precipitaciones correspondientes, entre otras: cámaras sépticas y la distribución adecuada de las obras de provisión y pozos ciegos.

En cuanto a la contaminación química de asentamientos industriales, en que sus aguas servidas se insuman y no sean tratadas debidamente producirán problemas aún más graves que aquel de la contaminación bacteriológica, y la insumición también a los acuíferos.

En relación al agro la utilización de pesticidas y/o fertilizantes sin las precauciones debidas, puede producir a corto o mediano plazo problemas de contaminación que pueden resaltar graves.

### 3- INUNDACIONES

Como se desprende de los modelos conceptuales descritos en períodos, años, estaciones y meses para estados hidrológicos húmedos; cuando la intensidad y volumen de precipitación caída excede la capacidad de infiltración regional y especialmente porque se ha disminuído al mínimo la capacidad de almacenamiento subterráneo, se producen acumulaciones temporarias de agua superficial que se denominan crecidas, mientras se mantienen dentro de sus cauces naturales.

Hay dos formas de manifestación de las crecidas:

I- expansión de los cuerpos de aguas superficiales de regímenes temporarios y/o permanentes. Esta da lugar a extensos espejos poco profundos. El origen del almacenamiento superficial temporal proviene de distintas variables que pueden actuar de diferentes maneras según los casos, precipitación directa, filtración subterránea ascendente (escurrimiento subterráneo local) y/o escurrimiento superficial local. Probablemente este fenómeno sea más marcado en la cuenca inferior y tal vez en la intermedia.

#### II- Avenidas

x- fluvial, se manifiesta en una relativa rápida propagación: a través de los cauces mayores y menores de los arroyos. El tiempo de concentración hasta la ciudad de Azul es de 2 a 3 días.

xx- cuando la precipitación, por su intensidad y duración excede la capacidad de almacenamiento superficial y por rebalse debido a la energía acumulada en la superficie del agua, ya que la pendiente topográfica se anula, se pueden unir con los cuerpos próximos a través de depresiones.

Desde un punto de vista estrictamente hidrológico deberá denominarse inundación únicamente a aquellas acumulaciones cuyas alturas sobrepasan los límites naturales de los lechos mayores de los cuerpos de agua, tanto fluviales como lénticos, produciendo desbordes con anegamiento y avenidas en las áreas vecinas, difícilmente previsibles.

El escaso detalle del conocimiento de las características fisiográficas (llanura extrema) y geomorfológicas torna sumamente difícil la determinación de los cauces mayores.

Lamentablemente el hombre, tanto en el desarrollo de ciudades como en la división de la tierra no ha tenido en cuenta las características geomorfológicas que limitan los fenómenos descritos. Como resultado de la división indiscriminada de la tierra que incluye la ocupación de los cauces, simples crecidas relativamente pronunciadas que no deberían pasar de tal, se transforman en inundaciones catastróficas, cuya ocurrencia podría haberse prevenido. Así una crecida adquiere el carácter de inundación que ya no se mide objetivamente por su caudal sino por el desastre ocasionado.

Lo señalado es propio de toda la provincia y por ende de la cuenca del A° Azul.

En relación a los problemas de anegamiento citados no se tienen referencias históricas cuantitativas de fenómenos antecedentes y sólo se pueden hacer deducciones e indicaciones generales.

En el futuro una manera de atenuar y prevenir problemas, ajustando un adecuado uso de la tierra a las condiciones naturales y antrópicas, podrá lograrse a partir de estudios fisiográficos y geomorfológicos detallados.

No existiendo información histórica fehaciente de las crecidas en la ciudad de Azul, interpretar los procesos de inundaciones más recientes detalladamente se torna sumamente peligroso, pues se puede arribar a diagnósticos equivocados.

Desde el punto de vista técnico y con mayor razón científico, la información antecedente es muy escasa, aún aquella aparentemente más abundante como es la pluviométrica, dado que la distribución areal de registros es poco densa en relación al problema atacado.

No obstante lo manifestado, en la necesidad de dar por lo menos una idea preliminar de como se han sucedido los fenómenos, se tratará de interpretar la poca información cuantitativa existente y la cualitativa brindada por la planimetría

facilitada por la Municipalidad correspondiente a los fenómenos de inundación en la ciudad de Azul de Abril de 1980 y Noviembre de 1985.

Si bien se analizan por separado las mencionadas tormentas también se incluyen las aparentes diferencias en los orígenes y efectos entre una y otra.

a- Inundación de Abril de 1980

El evento se produjo dentro de un período de estado húmedo, de acuerdo al análisis estadístico de la Fig. 11; además según el análisis descripto, sería el año hidrológico de mayor pluviosidad y dentro del año hidrológico pluviométrico corresponde al final de la estación lluviosa, y al comienzo de los excesos de agua en el balance hídrico.

Por otra parte el año hidrológico precedente se presentaba como un año seco dentro del período húmedo. Se desprendería de esto que el año fue insuficiente para descargar las reservas subterráneas acumuladas en años anteriores, manteniéndose disminuída la capacidad de almacenamiento subterráneo.

En los meses precedentes al evento (Febrero, Marzo y los primeros quince días de Abril) las precipitaciones superaron en mucho los promedios modulares, enmascarando y por lo tanto poniendo en tela de juicio la hipótesis anterior, pero no invalidándola.

De cualquier manera, por una u otra o ambas causas, el efecto resultante es que existe una fuerte posibilidad que la capacidad de almacenamiento antecedente especialmente subterránea, tendiera a cero.

De acuerdo a la información periodística del 25 de Abril de 1980 la inundación se habría iniciado el día anterior con precipitaciones antecedentes importantes en cabeceras (Chillar 110 mm) y en Azul (149 mm). Los días posteriores hasta el 30 de Abril se producen precipitaciones importantes registradas en ambas localidades pero debe notarse que en Azul llovieron 88 mm más que los 257 mm correspondientes a Chillar.

Se deduce que debería evacuarse de la propia lluvia caída en la ciudad un volumen excepcional cuando la efectividad del drenaje hubiese disminuído al elevarse probablemente

el punto de descarga (nivel del río). Estaría confirmado de acuerdo a información verbal que señala que bajo circunstancias similares en otras oportunidades, lluvias menores habrían producido efectos análogos.

El remanso originado sería el factor fundamental adicional en el desastre originado. La planimetría de registro de niveles proporcionada por la Municipalidad confirmaría el hecho.

El limnógrafo de la estación fluviométrica, por rotura, después de superarse los 3 m de altura del agua no efectuó más registros, impidiendo verificar fehacientemente lo descrito.

La planimetría mencionada además daría información de aportes superficiales, por saturación de la capacidad de almacenamiento de la cuenca de las aguas acumuladas al este de la ruta N° 3. Esta transferencia de agua se produciría a través de las alcantarillas de la vía férrea, salvándose de la inundación sólo la zona más elevada.

Sobre la margen izquierda por el contrario, la vía férrea del Ferrocarril Provincial endicaba las aguas provenientes no sólo de las lluvias en la ciudad, sino también de la crecida del arroyo.

De ello se deduce que la creciente del arroyo ha sido un factor sumamente importante, pero el desastre hubiese sido de menor envergadura de no haber coincidido con intensas lluvias en la ciudad. El conjunto de variables intervinientes, poco frecuentemente podrán volver a concurrir en forma coincidente, período húmedo, año húmedo, estación húmeda, mes húmedo, precipitación intensa en toda la cuenca.

De acuerdo al conocimiento científico-técnico actual y a los datos disponibles de la región la posibilidad de repetición del fenómeno se torna totalmente azarosa o sea aleatoria y sólo tímidamente se puede expresar que tendrá una probabilidad de recurrencia de más de 50 años. Pero no se puede decir con ninguna certeza si un hecho similar se producirá mañana o dentro de cien años.

b- Inundación de Noviembre de 1985

Las condiciones generales son similares a las señaladas para el caso anterior, las diferencias están dadas fundamentalmente en la magnitud de las lluvias y del fenómeno resultante.

Por otra parte de acuerdo a la información periodística (Diario El Tiempo) eventos parecidos habrían ocurrido en 1939 y 1957.

Además el suceso se produce en la transición, de acuerdo a los estados hidrológicos y pluviométricos, de la estación húmeda a la seca.

En relación a la precipitación los meses anteriores: Septiembre, Octubre y Noviembre hasta el día 15, exceden a las medias mensuales correspondientes, aunque en menor magnitud que en el caso anterior.

En general, como se desprende del cuadro N° 15, las precipitaciones mayores corresponden a la cabecera y esto es especialmente válido para los cuatro días anteriores a la inundación. Por otra parte la culminación de la creciente se corresponde con días en que sólo se registran lluvias menores (en los dos días anteriores, 5,5 y 14 mm), lo que permite que el drenaje de la ciudad, como consecuencia de estas precipitaciones, haya funcionado normalmente.

La estación pluviométrica registra un máximo de caudal medio diario de  $66 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

De acuerdo a los registros de altura suministrados por la intendencia, en el puente de la ruta 226, la culminación de la creciente se produce el día 16 aproximadamente a las 16 hs. Aguas abajo en el puente Benavídez, según datos de Fábrica Cerámica San Lorenzo, el pico tiene lugar a las 23 hs. Entre las dos lecturas hay un desfase de 7 hs., o sea una velocidad de avance de onda de 1,7 Km/h.

De acuerdo a la planimetría facilitada por la Municipalidad aparece como obvio el efecto negativo de la edificación, que al disminuir la sección efectiva de escurrimiento amplía transversalmente la zona afectada por la inundación. Este efecto estaría confirmado por la filmación desde un avión efectuada por Canal 2 Cablevisión de Azul.

A la ocupación edilicia del cauce mayor del arroyo, que impide el libre escurrimiento de las aguas, se le añadiría una aceleración en el escurrimiento incrementándose el efecto devastador.

Del análisis comparativo de los fenómenos en forma general se puede deducir como probable:

I- que el efecto negativo antrópico en la catástrofe, es importante en ambos casos.

II- que la disminución de los perjuicios en la última creciente no se debería al efecto de correcciones por los trabajos realizados a tales fines a partir del año 1980. Por el contrario ellos probablemente no hayan tenido casi efecto, pues la inundación no ha coincidido con lluvias intensas en Azul; y sólo se debería a la creciente de menor magnitud iniciada en las cabeceras de la cuenca y a la ocupación edilicia del cauce.

III- que en la inundación de 1980 obras de retención aguas arriba y de drenaje aguas abajo solamente habrían atenuado el problema.

IV- que pequeñas obras de retardo aguas arriba y para facilitar el drenaje aguas abajo reducirían los efectos perniciosos de lo ocurrido en Noviembre de 1985 y tal vez atenuarían la de 1980.

#### 4. PAUTAS GENERALES DE MANEJO

##### 4.1. Inmediatas (Coyunturales)

Estas pautas están destinadas a intentar disminuir los problemas de inundaciones que se originan en el área urbana y suburbana de Azul. Se plantea con la sencilla base de adecuarlas a las condiciones hidrológicas que caracterizan la región, sin la implementación de grandes obras que produzcan modificaciones cuyos efectos en pro o en contra resulten muy difíciles de prever.

Las pautas que se establecen pretenderían aliviar los perjuicios de inundaciones, como las ocurridas en 1985, 1957 y 1939, pero si bien aminorarían los efectos destructivos es muy difícil pronosticar por ahora lo que ocurriría con una excepcional como la ocurrida en 1980.

Considerando la presente escasez de información y el grado de conocimiento actual, que sólo permite un diagnóstico en primera aproximación en relación a la magnitud del problema, se torna sumamente peligroso diseñar pautas de manejo detalladas y obras de gran envergadura que puedan modificar totalmente las condiciones.

Además podrían producirse efectos perniciosos aún más graves cuando se sucedan períodos de medianas o intensas sequías, inexorables y previsibles de acuerdo a la historia natural de la región y a la información meteorológica existente a pesar de su corto período de registros.

Las pautas generales se refieren a la complementación de pequeñas retenciones de los caudales fluviales y al mantenimiento, dentro de lo posible, expedito el cauce, no dificultando su circulación a través de la ciudad y su salida. Además a establecer un sistema de pronóstico preventivo.

##### 4.1.1. Obras de Retardo y Regulación

Tentativamente se indican posibles asentamientos de tres obras de pequeña envergadura, en la cuenca superior, tendiente a la regulación de las avenidas originadas en el área

generadora. (Fig. 71.).

Su ubicación responde a sitios donde de acuerdo a las características hidrológicas, naturalmente se produciría una amortiguación de los volúmenes escurridos.

El intento tiene por finalidad incrementar el efecto natural señalado, mediante almacenamientos temporarios de agua que disminuyan la velocidad de la onda de crecida y atenuen la magnitud de su pico. De esta forma se podrá reducir la altura de la crecida a niveles compatibles, que no produzcan inundación, a pesar que ello significará un aumento en la duración del fenómeno. No existen antecedentes que permitan definir el problema. Estudios de detalle geológico, como los que están en marcha, y topográficos, tal vez puedan arrojar luz al respecto.

De acuerdo al conocimiento actual, el carácter experimental del estudio que lleva a dar conclusiones coyunturales, permite proyectar tentativamente presas de escasa altura de coronamiento, situadas en áreas anegables, por lo menos en los períodos húmedos, tratando de lograr así un mayor efecto de la obra y reduciendo al mínimo el anegamiento de campos feraces.

Básicamente los embalses se deben proyectar con un régimen intermitente, para funcionar únicamente como tales cuando se prevean avenidas importantes, ya que una permanencia en el tiempo podría originar problemas de anegamiento por ascenso del nivel freático en los alrededores, disminuyendo así la capacidad de almacenamiento subterráneo que tienen un rol tan importante en el ciclo hidrológico. Esto se confirmaría por la experiencia realizada en el balneario de Azul, en los meses de verano. Además la elevación de los niveles freáticos podría afectar a áreas aledañas importantes por su productividad agrícola-ganadera.

El dimensionamiento preciso de las obras debe ser encarado por especialistas de la ingeniería, y entre otras cosas deberán realizarse estudios auxiliares de detalle, que escapen a la incumbencia de este trabajo, y establecerse la relación socio-económico-beneficio de las mismas. Estas presas no significan que se solucionarán todos los problemas, de manera que

deben mantenerse medidas precautorias en cuanto al uso de la tierra aguas abajo de las mismas.

#### 4.1.2. Limpieza y Mantenimiento del Cauce

Esta operación debe realizarse en especial en el área urbana y aguas abajo. Su objetivo es facilitar el paso de las crecientes, tratando de volver a establecer las condiciones análogas a las naturales, modificadas por la edificación de la ciudad.

La simple profundización del cauce para aumentar la sección de escurrimiento no surtiría efecto debido a la acción de la descarga de aguas subterráneas que alimentarían en parte si no todo, el incremento pretendido de la sección, especialmente en períodos húmedos en que se aumenta la infiltración, indicio de ello serían por un lado el carácter efluente señalado del embalse lleno y por otro las experiencias preliminares efectuadas sobre el efecto de almacenamiento de banco. Por la escasa pendiente topográfica, prácticamente nula, el movimiento se mantendría por la pendiente hidráulica dada por la altura del agua, conservándose los problemas de remanso que afectan a la inundación. Por el contrario en épocas de sequías podrían acelerarse la salida de las reservas de aguas subterráneas. Hasta tanto no se tengan otros elementos de juicio cuando se desee incrementar la sección deberá aumentarse el ancho del cauce.

#### 4.1.3. Pronóstico Preventivo

Con poca erogación económica, es posible diseñar preliminarmente un sistema de pronóstico preventivo, cuyo fin es mantener alerta a la población rural y urbana ante cualquier evento perjudicial y permitir tomar los recaudos necesarios para evitarlos y/o atenuarlos. Además su establecimiento, control y coordinación en la recepción de la información resultará un elemento básico para las pautas a considerar a mediano

y a largo plazo.

Sería conveniente transformar a la estación ubicada en Chillar, en meteorológica, con características similares a las existentes actualmente en Azul; o como mínimo en pluviográfica y termométrica.

La sistematización de la toma de la información de algunas de las principales estancias, permitirá contar con un adecuado cuadro pluviométrico, prácticamente instantáneo de la región.

Por ahora, una simple red freaticométrica monitora es estratégicamente situada, facilitará datos instantáneos de la capacidad de almacenamiento subterráneo.

El rápido análisis del conjunto de la información recepcionada posibilitará establecer bases más seguras de alerta. Además contribuirá en el futuro a una mejor comprensión del comportamiento hidrológico con los consiguientes beneficios.

#### 4.2. Mediatas y a Largo Plazo

Las pautas del mediano y largo plazo tienden a resolver tanto problemas de inundación como de sequías en base a un mayor y mejor aprovechamiento del recurso en el presente y con miras al futuro, y de acuerdo al avance del conocimiento de las características hidrológicas de la cuenca. El camino para ello es implementar una política hídrica que conduzca al uso conjuntivo del recurso hídrico o sea la utilización armónica de las aguas subterráneas y superficiales. No debe confundirse el uso conjuntivo con la simple explotación no coordinada de aguas superficiales y subterráneas.

La operación si bien es compleja, considerando que la provincia de Bs. As. es el primer estado argentino, ya debería estar en marcha pues es totalmente factible. Con ello se conseguiría una mayor regulación del funcionamiento de la cuenca, disminuyendo al mínimo los peligros de las "inundaciones", pero también los de las "sequías", con los consiguientes bene-

ficios socio-económicos.

Otro aspecto sumamente importante que debe considerarse es el control de los fenómenos de contaminación, que se aceleran y tornan cada vez más peligrosos con el desarrollo demográfico, agrícola e industrial, especialmente en ambientes de llanura.

Para encarar una política como la mencionada se requieren dos líneas fundamentales de acción, una la de continuar con estudios de control y mayor aproximación y otra la del fomento coordinado de la explotación de los recursos hídricos.

#### 4.2.1. Estudios de Control y Aproximaciones Sucesivas

La oferta de agua para una cuenca en un lapso de varios años se puede considerar modularmente como invariable, mientras que la demanda se incrementa. La única manera de poder solucionar la problemática surgida de las diferencias anotadas, puede efectuarse a través de estudios e investigaciones que hagan más preciso el conocimiento del recurso hídrico y permitan el mayor y mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

Las necesidades se incrementan y se hacen más urgentes con motivo que dentro de cualquier período modular existen fuertes cambios tiempo-espacio en los regímenes, que dan lugar a los fenómenos de características por ahora aleatorias (inundaciones y sequías).

De acuerdo al conocimiento hidrológico actual de la cuenca es temerario establecer de antemano un programa rígido detallado de investigación. Es necesario adoptar un programa flexible en el cual se establezcan las grandes líneas de investigación sin detallar las tecnologías particulares.

Un programa orientativo debe abarcar los siguientes rubros:

I- estudios hidrogeológicos de superficie y de subsuelo que comprendan geología, fisiografía y geomorfología: a fin de precisar los parámetros y características hidrológicas y del medio físico.

II- Complementar redes de mediciones:

. pluviométricas. Es válido lo señalado para las pautas coyunturales, pero debe por lo menos instalarse 2 pluviógrafos más que hagan más homogéneas la información sobre tormentas.

. fluviométricas. Establecer como mínimo, dos estaciones de aforo con limnógrafo. En las mismas se debe lograr información de caudales, hidroquímica y sedimentométrica.

. freaticométrica y piezométrica. En una primera aproximación densificar una red monitora de lectura freaticométrica para mediciones, por lo menos mensuales, de las variaciones de los regímenes hidráulicos e hidroquímicos. Indudablemente de acuerdo a los requerimientos que surjan, las lecturas podrán ser diarias e inclusive horarias o de registro continuo. El objetivo es estudiar los regímenes naturales y antrópicos para controlar la capacidad de almacenamiento subterráneo de la cuenca. Asimismo las variaciones químicas de la explotación y/o inicio de la contaminación.

III- Determinación del gasto de agua:

Se llevaría un control lo más exacto posible de salidas y de las extracciones de agua en la cuenca. El objeto de tal operación es poder apreciar con mayor exactitud la salida adicional del sistema, cual es el uso conjuntivo. Por otra parte podrá dar información sobre aguas servidas que puedan contaminar el medio.

IV- Contaminación:

En una apreciación primaria se establecerá cuales son las probables fuentes de contaminación (aguas servidas, humanas, industriales, utilización de plaguicidas y/o fertilizantes).

A partir de lo anterior se podrán medir los efectos en las redes monitoras citadas y en puntos adicionales que se

crean necesarios.

V- pronóstico:

La información que se vaya obteniendo deberá ser ordenada en un banco de datos y con ella se estará en condiciones de mejorar los pronósticos de control-ajuste de la explotación y de probabilidades de inundaciones y sequías.

#### 4.2.2. Intensificación de la Explotación

Dado el carácter fundamentalmente llano de la cuenca, la mayor posibilidad de almacenamiento de agua que posee estaría dada en el subsuelo, equivalente al área de la cuenca por el espesor de la zona de aereación y el coeficiente de almacenamiento. El escurrimiento subterráneo regional no considerado por ahora resultaría un coeficiente de seguridad.

Aún es válida la premisa establecida por F. Ameghino hace ya más de un siglo, que es la de retener las aguas de las crecientes para las épocas de sequías. Para intentar poner en marcha la misma debe tenerse en cuenta el carácter llano de la región, que hace que la retención superficial tenga relativamente gran extensión y escasa profundidad y por lo tanto el almacenamiento subterráneo posee un rol primordial a considerar.

Si bien existe explotación del recurso hídrico para uso humano e industrial, salvo para la localidad de Azul, en general puede calificarse como poco intenso. Aún en la mencionada ciudad pareciera que la extracción no ha producido fuertes depresiones de los acuíferos más que aquella necesaria e indispensable a toda explotación. No obstante, como ya se expresara, es necesario tener precauciones y efectuar los estudios preventivos y de control de detalle.

De ser posible el incremento de la extracción, obteniendo mayor beneficio económico, podría producir un efecto favorable secundario regulador por el aumento de la capacidad de almacenamiento subterráneo.

Por otra parte la posibilidad de utilización del embalse subterráneo surge de la fácil respuesta de la infiltra-

ción detectada en este estudio.

De todo ello aparece la necesidad de un incremento controlado de la explotación del agua.

Debido a la baja pendiente topográfica el drenaje superficial se torna sumamente lento y dificultoso, traduciéndose en que los excesos de agua se acumulan en el subsuelo elevando la capa freática reflejándose en extensos cuerpos de aguas superficiales poco profundos.

Para evitar los problemas consecuentes, si alguien deseara sin más trámites drenar el área, se darían dos posibilidades:

I- Incremento, oneroso e inútil, de la energía para extracción artificial de los supuestos excesos de agua.

II- Proyectar una densa red de canales y obras de drenaje de difícil y costosa manutención. El difícil manejo se acentuará porque el avenamiento indiscriminado producirá efectos secundarios, actualmente imprevisibles, graves por el aumento de la intensidad y de la duración de las sequías.

Las salidas naturales estarían dadas por la evapotranspiración, los escurrimientos subterráneos intermedios y/o regionales y el fluvial. Sólo sería factible en el estado actual de la técnica, incrementar la evapotranspiración mediante la utilización de aguas subterráneas para riego.

Debe hacerse notar que en la cuenca no se efectúa riego intensivo. La utilización de riego intensivo por medio de las aguas subterráneas podría tener un efecto regulador entre períodos húmedos y secos, años húmedos y secos y aún entre estaciones húmedas y secas manteniendo una mayor capacidad de almacenamiento subterráneo al iniciarse el período, años, estaciones o meses húmedos.

Además así podría aminorarse el escurrimiento subterráneo local, disminuyendo el caudal básico de los arroyos y las acumulaciones lénticas superficiales.

Indudablemente establecer una política de tal tipo no se puede efectuar en corto tiempo, pues significa un cambio cultural importante que se caracteriza por la necesidad de dejar de lado preconceptos técnicos fuertemente arraigados. Pero

con ello se obtendría un efecto favorable adicional cual es el de conseguir cosechas regulares como, entre otras, en la zona de Balcarce, del Gran Buenos Aires, Gran La Plata.

Una política hídrica como la esbozada producirá, entre otros, los siguientes beneficios:

- I\_ costos directamente rentables.
- II- Creación de riquezas adicionales
- III- facilidad en las operaciones autocontrolables por los interesados.
- IV- disminución, y en determinados casos anulación de los efectos desastrosos de las sequías e inundaciones.
- V- ganar tiempo para perfeccionar el conocimiento y así mejorar las condiciones ecológicas, introduciendo nuevas técnicas.

Aparentemente de las experiencias preliminares logradas en Balcarce (Sala et al 1977) no existirían, dadas las características reciclables del agua, problemas de contaminación química de las aguas ni sobresaturación de suelos por efecto de un mayor bombeo, aunque hay que tener precaución sobre la posibilidad de tal fenómeno.

Un problema que debe estudiarse en profundidad es el incremento de la contaminación por la utilización de fertilizantes y plaguicidas.

El mayor y mejor conocimiento hidrológico permitirá sustentar bases más seguras para la programación del desarrollo demográfico de la región incluyendo, entre otros, beneficios hidráulicos, sanitarios y agrícolas.

## FIGURAS

1. Regiones hidrológicas de la provincia de Buenos Aires.
2. Ubicación área de estudio
3. División en sectores según el detalle de la investigación
4. Cartas topográficas del Partido de Azul
5. Información antecedente
- 6a. Compilación topografía de la cuenca
- 6b. División de la cuenca
7. Estancias con registros pluviométricos (1981-85)
8. Diagramas de Stiff
9. Hidrogeología-Isopreática
10. Precipitación. Medias decenales. Azul (1901-80)
11. Módulos pluviométricos móviles. Azul (1901-85)
12. Precipitación. Serie Anual. Azul (1901-85)
13. Módulos pluviométricos. Período 1928-37
14. Módulos pluviométricos. Período 1921-50
15. Módulos pluviométricos mensuales. Azul. (1901-85)
16. Precipitación. Variación mensual. Período 1921-50
17. Serie de precipitaciones mensuales. Azul 1942-62
18. Precipitación. Tormenta del 7/7/80
19. Precipitación. Tormenta del 25/3/82
20. Precipitación. Tormenta del 9/3/83
21. Precipitación Tormenta del 2/4/83
22. Precipitación. Tormenta del 3 y 4/5/83
23. Precipitación. Tormenta del 14 y 15/10/84
24. Balance hídrico. Azul 1901-85
25. Balance hídrico. López Juárez, Las Flores, Azul, Tandil (1951-60)
26. Balance hídrico. Azul (1966-85). Serie mensual
27. Isopropundidad freática.
28. Variaciones freáticas y precipitación anual. Azul y Campodónico (1942-62)
29. Niveles freáticos (valores medios) Campodónico 1942-62.
- 30a. Variaciones freáticas mensuales. Campodónico 1942-64.
- 30b. Variaciones freáticas mensuales. Azul 1942-52

31. Variación de niveles freáticos (DPH)
32. Variación de niveles freáticos (DPH)
33. Precipitación serie mensual. Azul (1981-85)
34. Variaciones freáticas en la cuenca
35. Variaciones freáticas (N° 5, 25, 142 y 531)
36. Freatigramas Campodónico (8/42 y 6/43)
37. Freatigramas Campodónico (4/46 y 6/46)
38. Freatigramas Campodónico (9/50 y 11/53)
39. Relación variación freática-precipitación
40. Mapa isofreático Azul.
41. Ensayo balneario
42. Ensayo balneario
43. Mapa de isoconductividad
44. Red de drenaje
45. Relación precipitación-escorrimento
46. Serie mensual de derrames. A° Azul (1962-84)
47. Escorrimento fluvial (Módulos mensuales). A° Azul 1962-85.
48. Escorrimento fluvial (Módulos mensuales). A° La Corina 1954-57.
49. Hidrograma N° 1. Agosto 1965.
50. Hidrograma N° 2. Agosto 1966.
51. Hidrograma N° 3. Diciembre 1966.
52. Hidrograma N° 4. Mayo 1967
53. Hidrograma N° 5. Julio 1967
54. Hidrograma N° 6. Marzo 1969
55. Hidrograma N° 7. Diciembre 1972
56. Hidrograma N° 8. Enero 1974
57. Hidrograma N° 9. Julio 1974
58. Hidrograma N° 10. Mayo 1975
59. Hidrograma N° 11. Octubre 1976
60. Hidrograma N° 12 y 13 Marzo-Abril 1977
61. Hidrograma N° 14. Diciembre 1979
62. Hidrograma N° 15. Julio 1980
63. Hidrograma N° 16. Febrero 1981
64. Hidrograma N° 17. Marzo 1983
65. Hidrograma N° 18. Abril 1983
66. Hidrograma N° 19. Mayo 1983

67. Separación del escurrimiento fluvial del A° Azul
68. Escurrimiento fluvial y básico del A° Azul
69. Relación escurrimiento-exceso de agua.
70. Ciclo hidrológico.
71. Obras de retardo y regulación-Mantenimiento del cauce.

Fig. 1

REGIONES HIDROLOGICAS DE LA PROV.  
DE BUENOS AIRES  
(SALA et al, 1983)

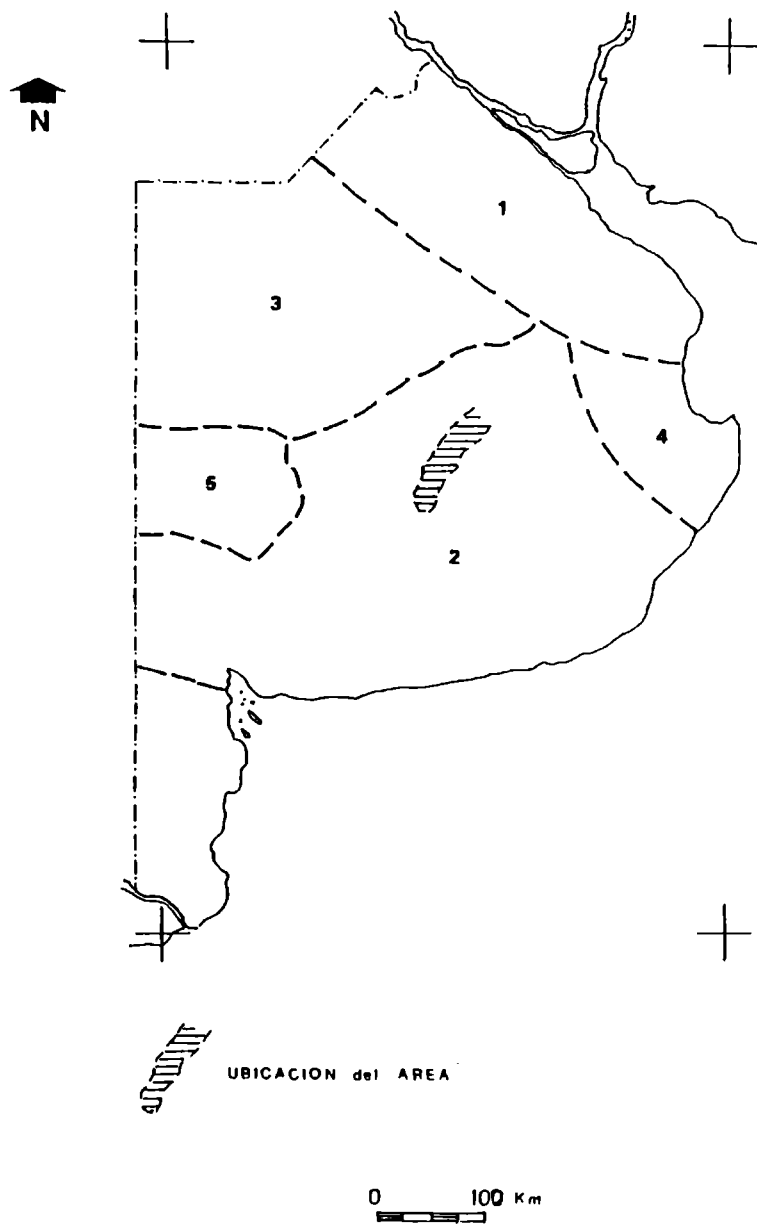


FIG. 2

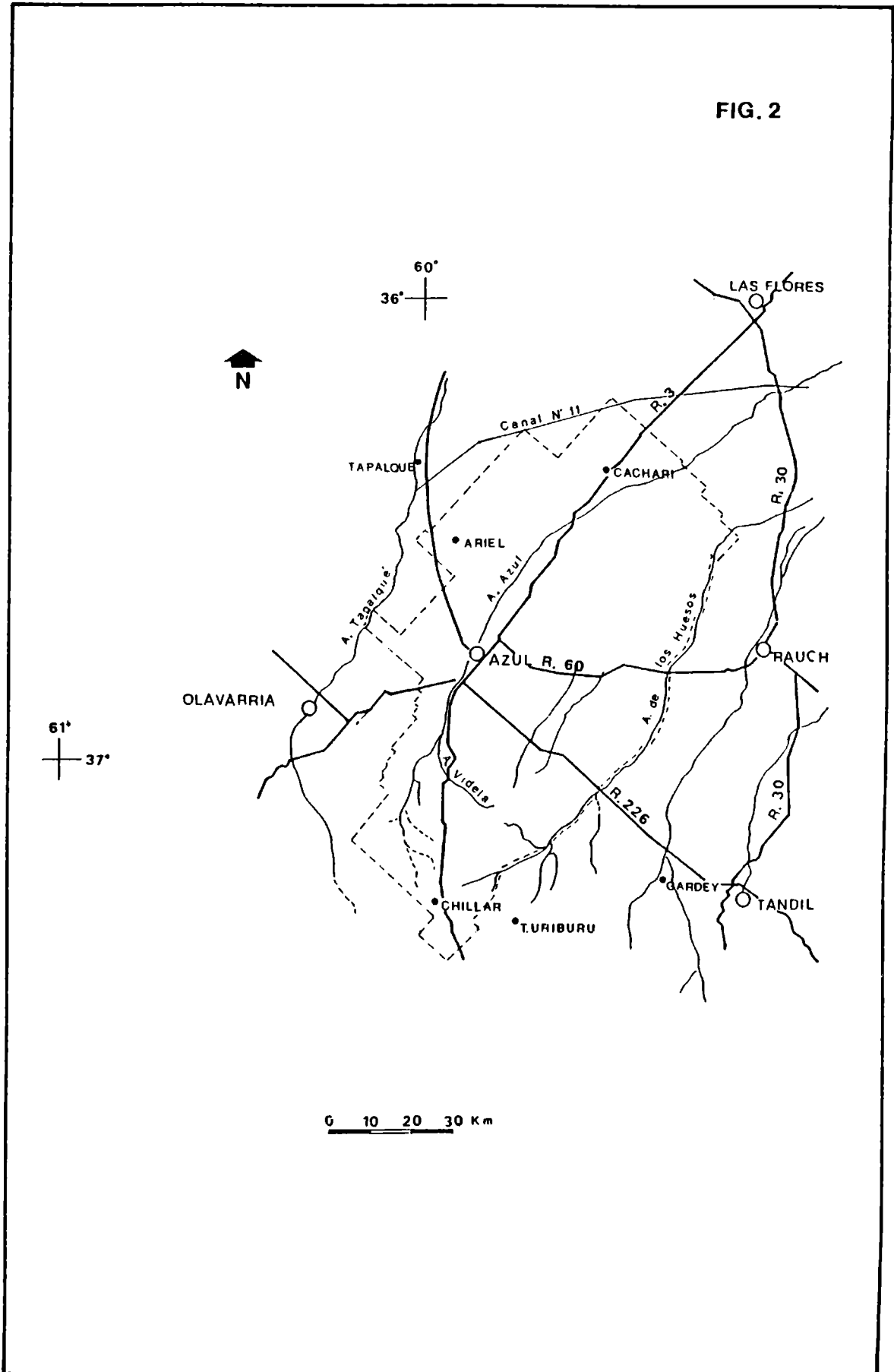


FIG. 3

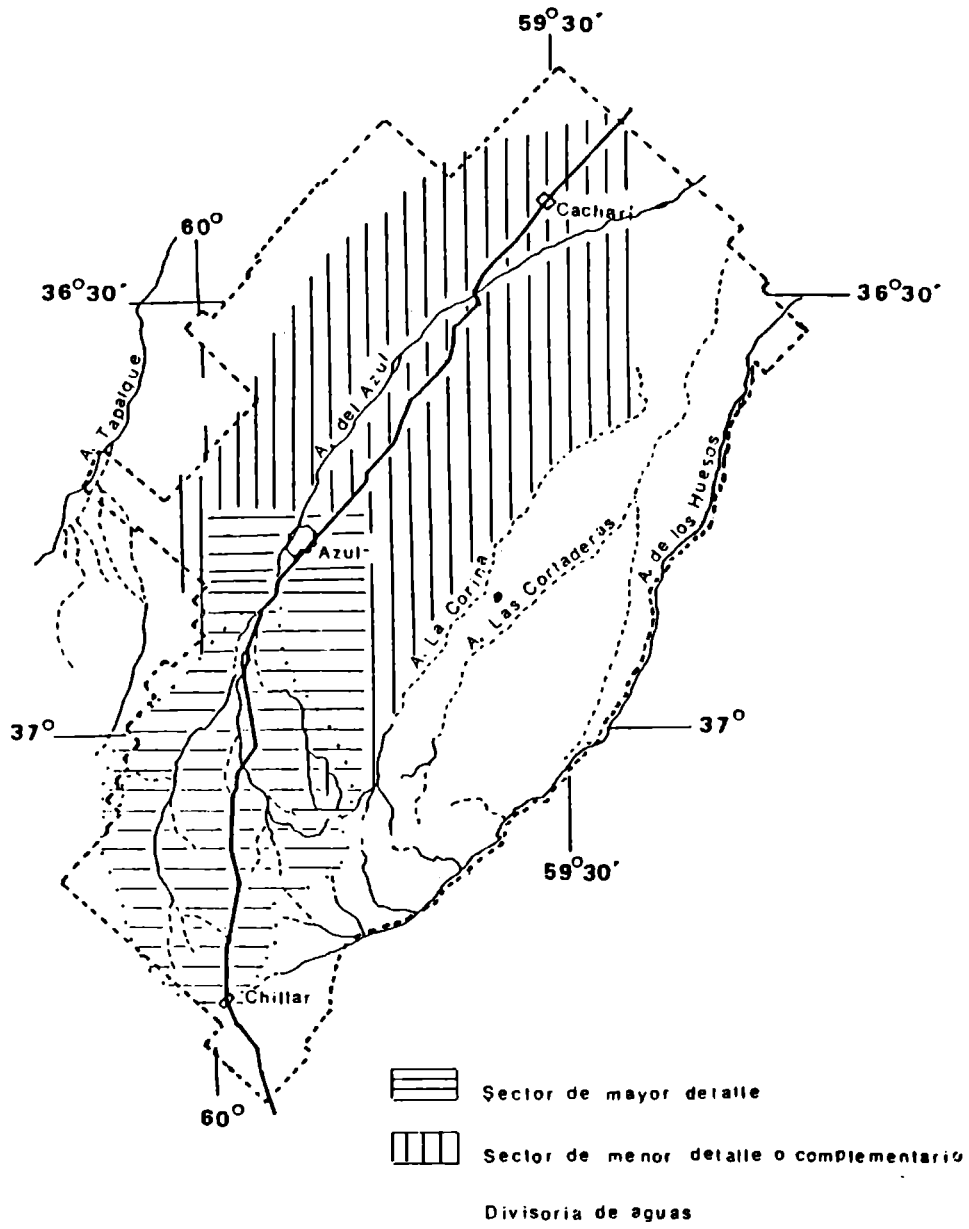


FIG. 4

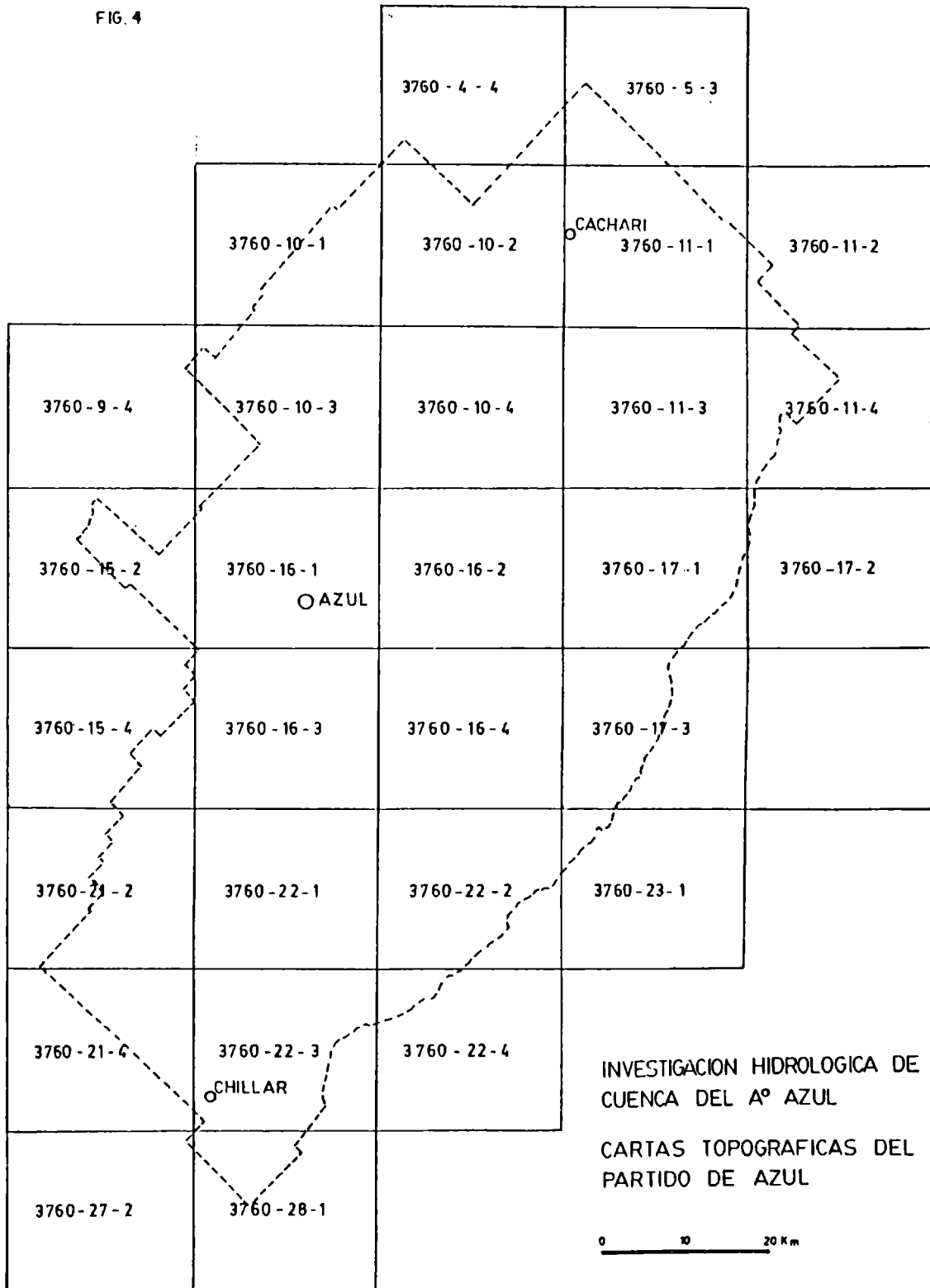
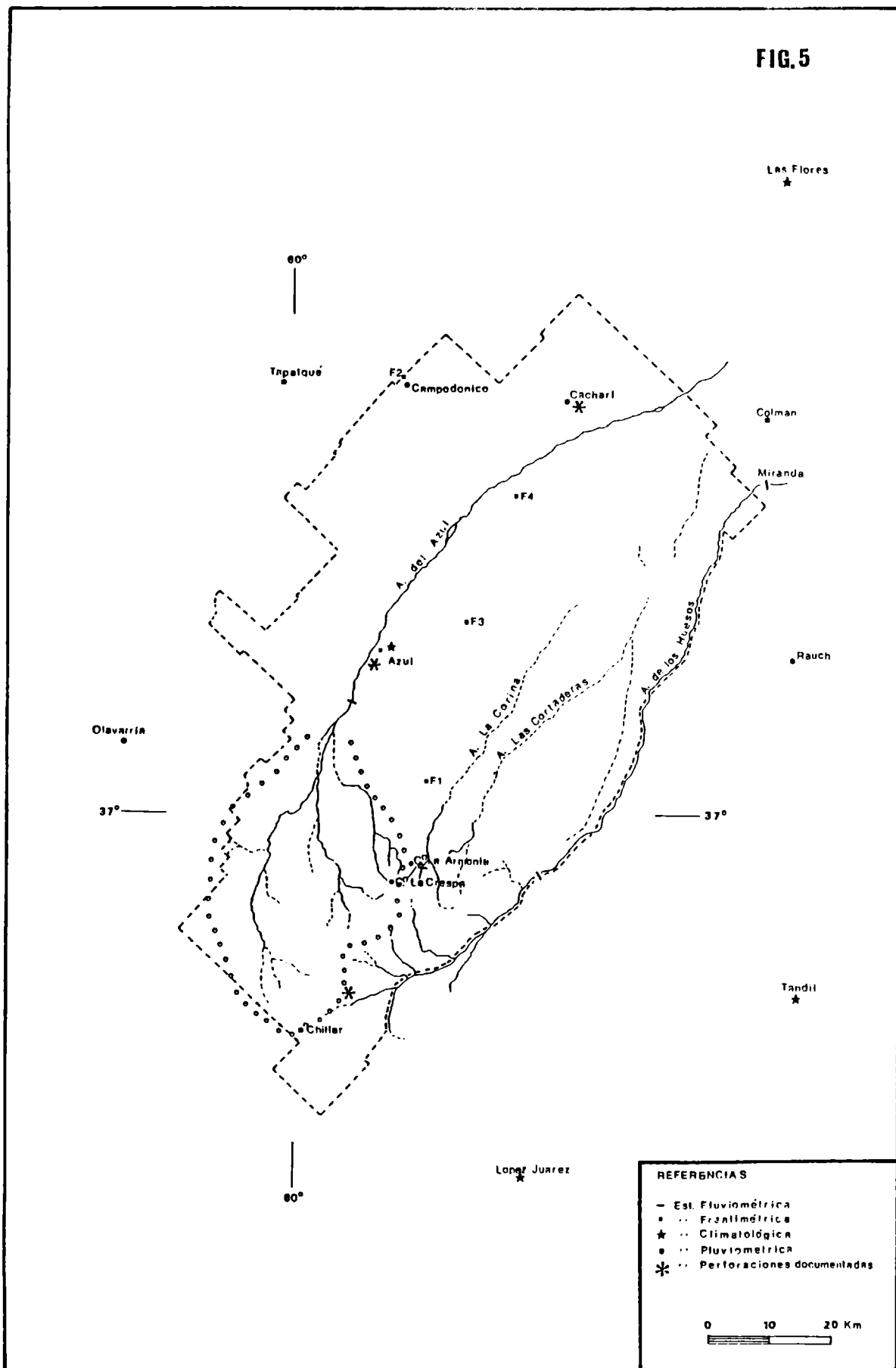
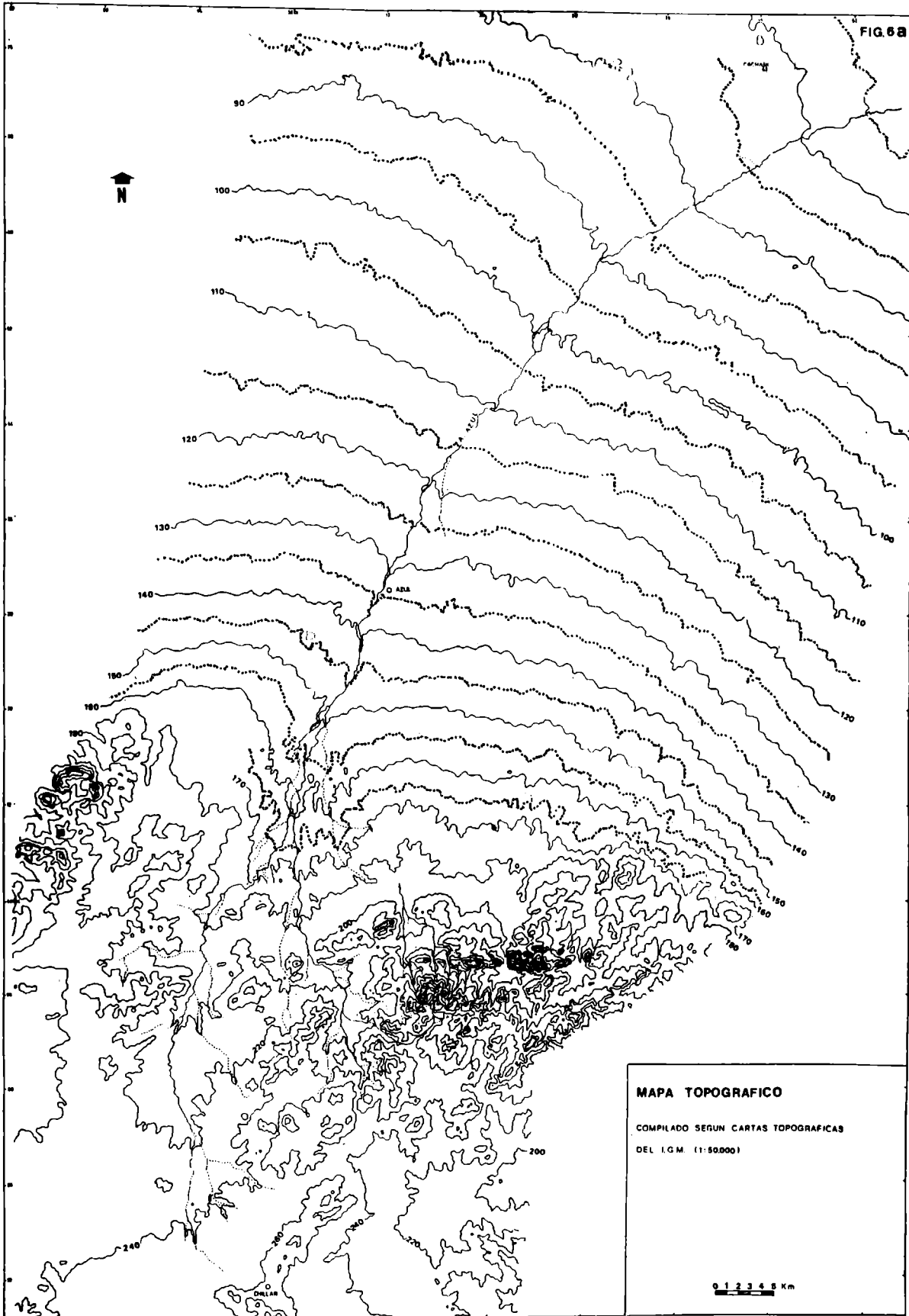
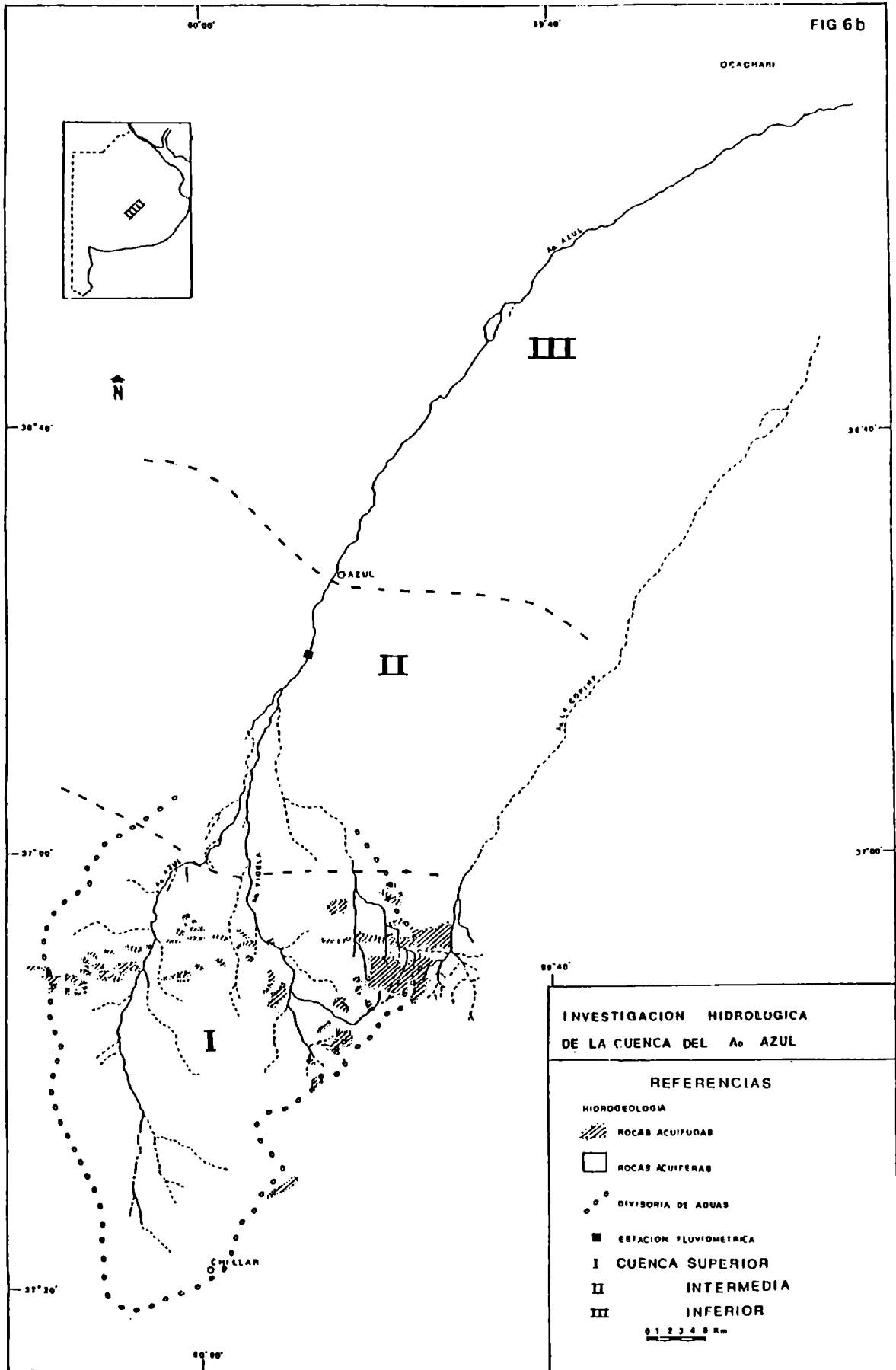


FIG.5

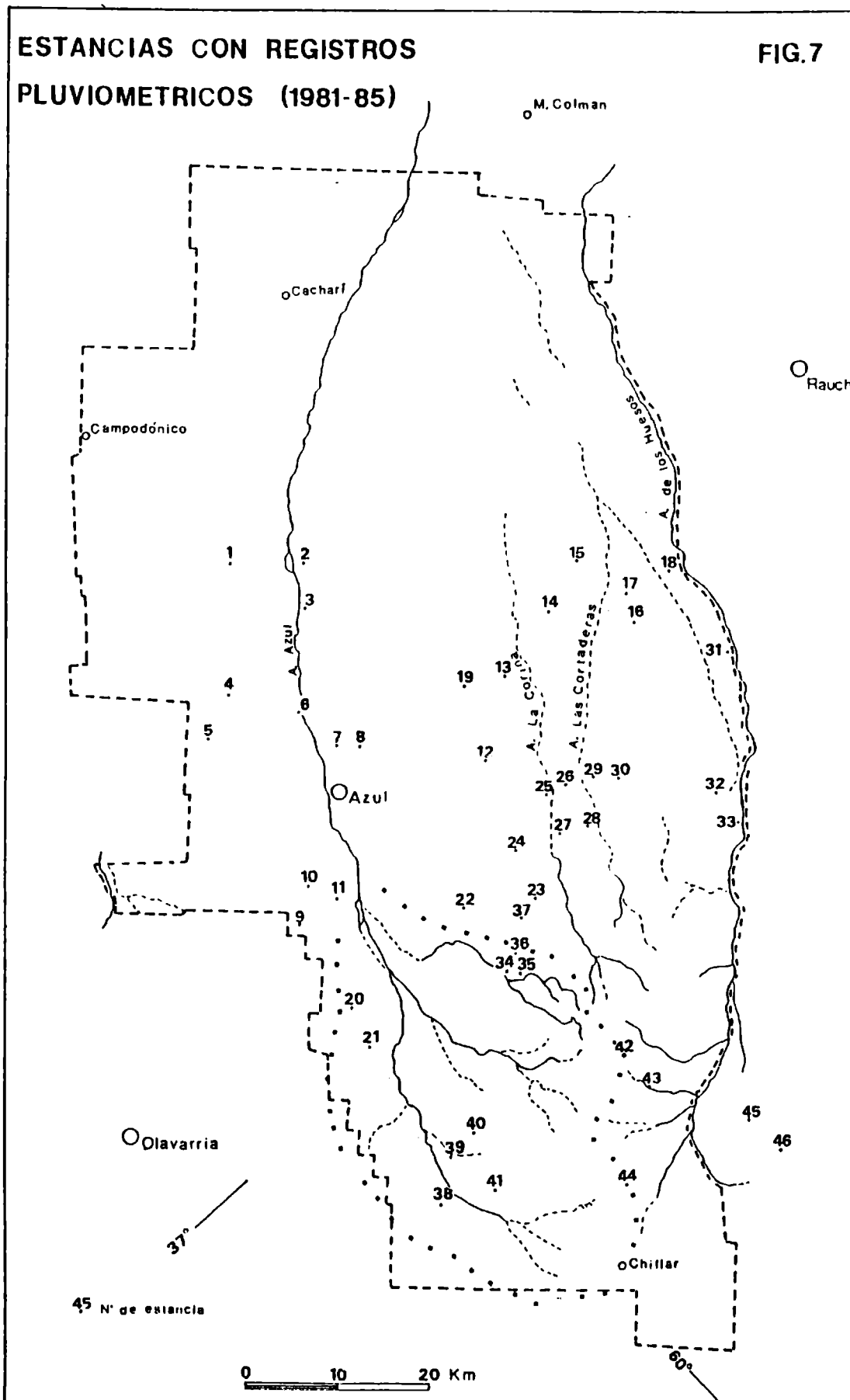


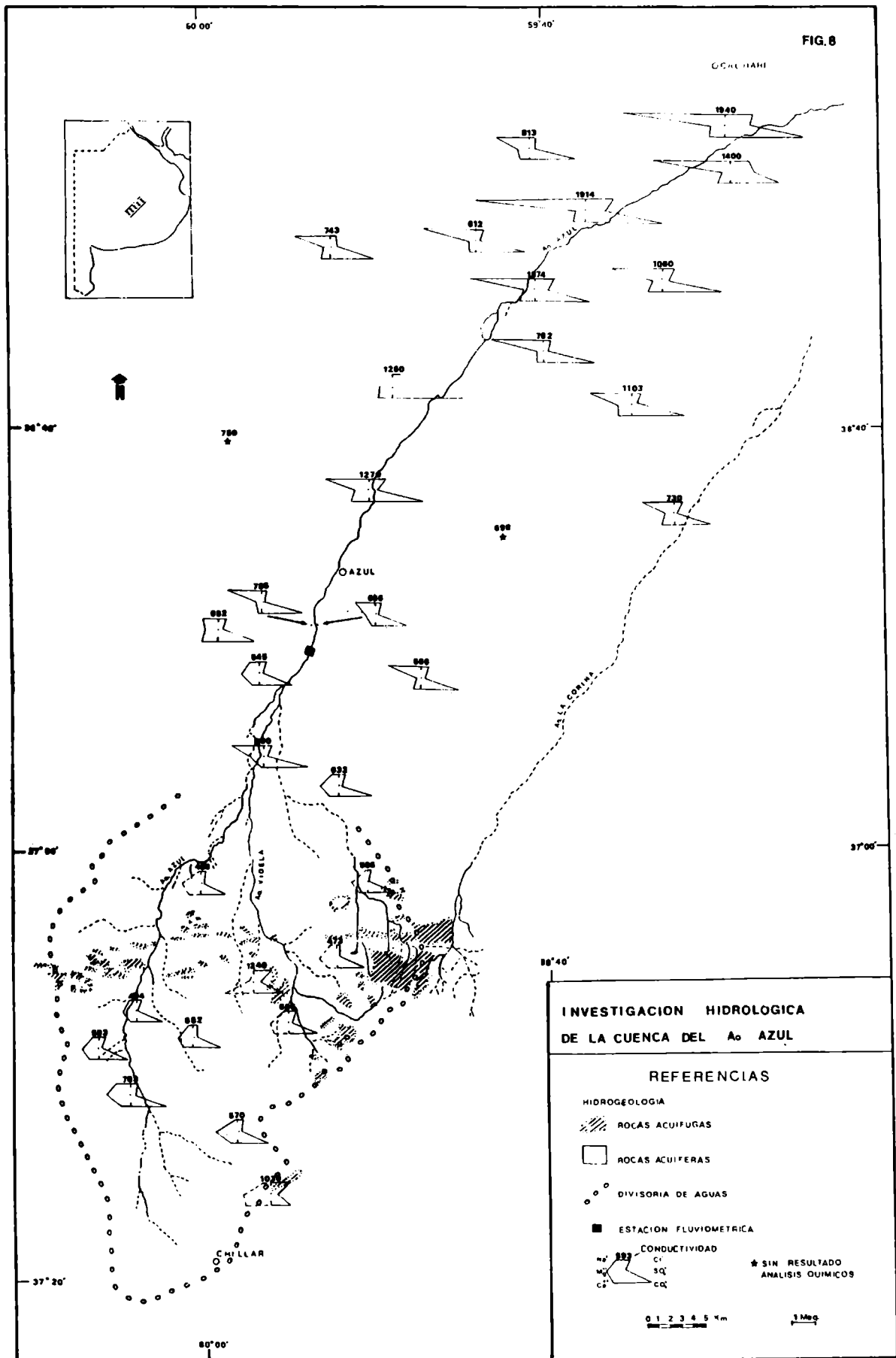




**ESTANCIAS CON REGISTROS  
PLUVIOMETRICOS (1981-85)**

**FIG.7**





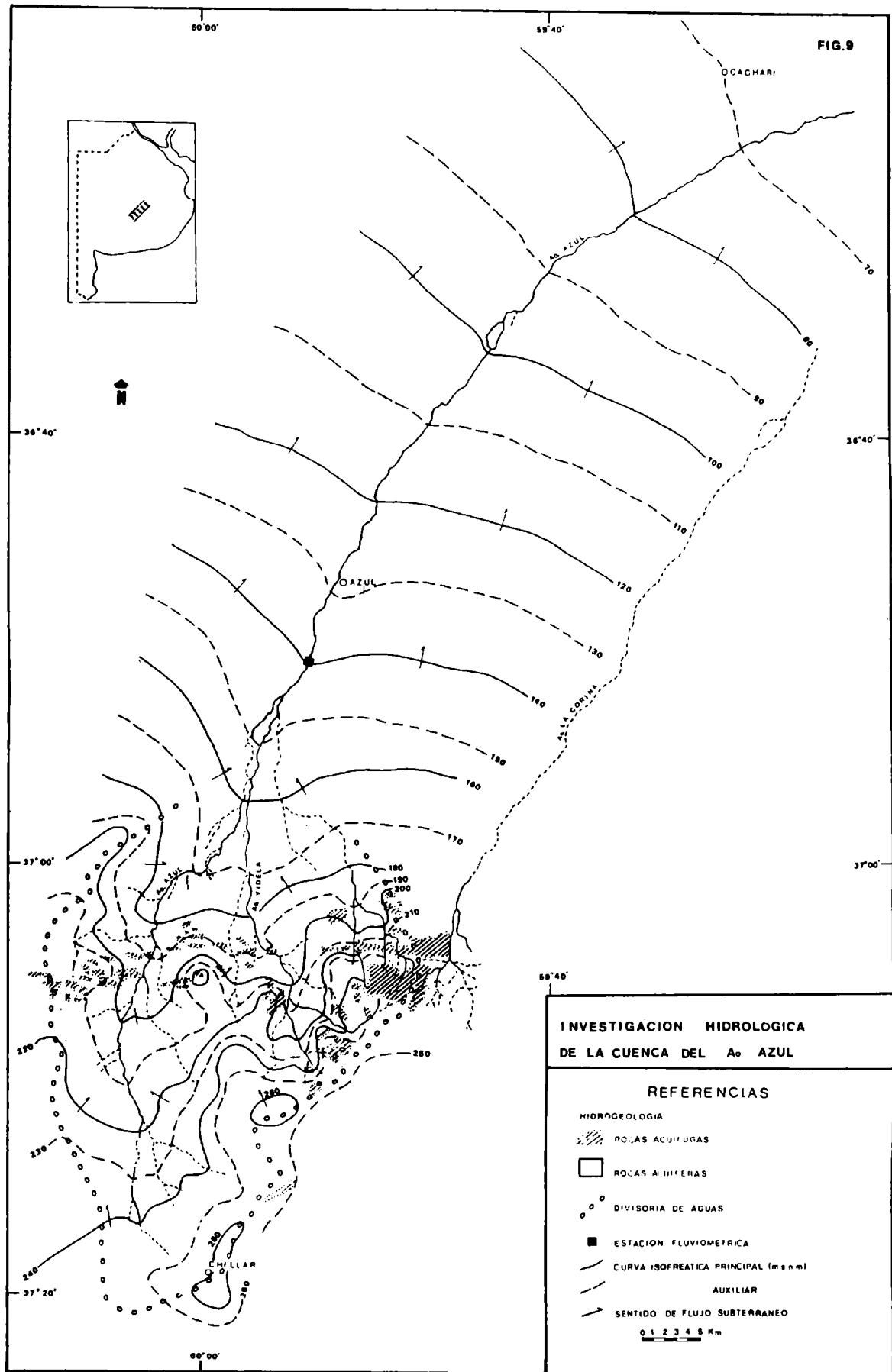
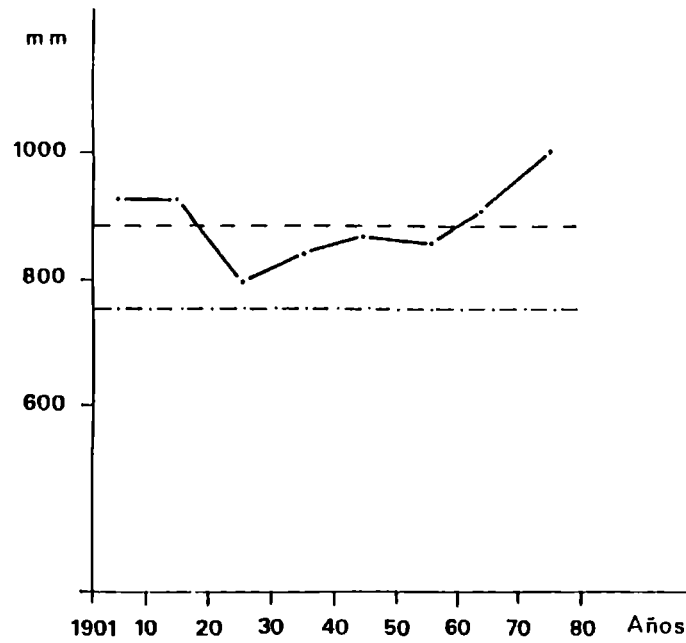


FIG.10

# PRECIPITACION

MEDIAS DECENALES

AZUL 1901-80



--- Precipitación media (1901-85)

----- Evapotranspiración media (1901-85)

FIG.11

MODULOS PLUVIOMETRICOS MOVILES  
AZUL 1901-85

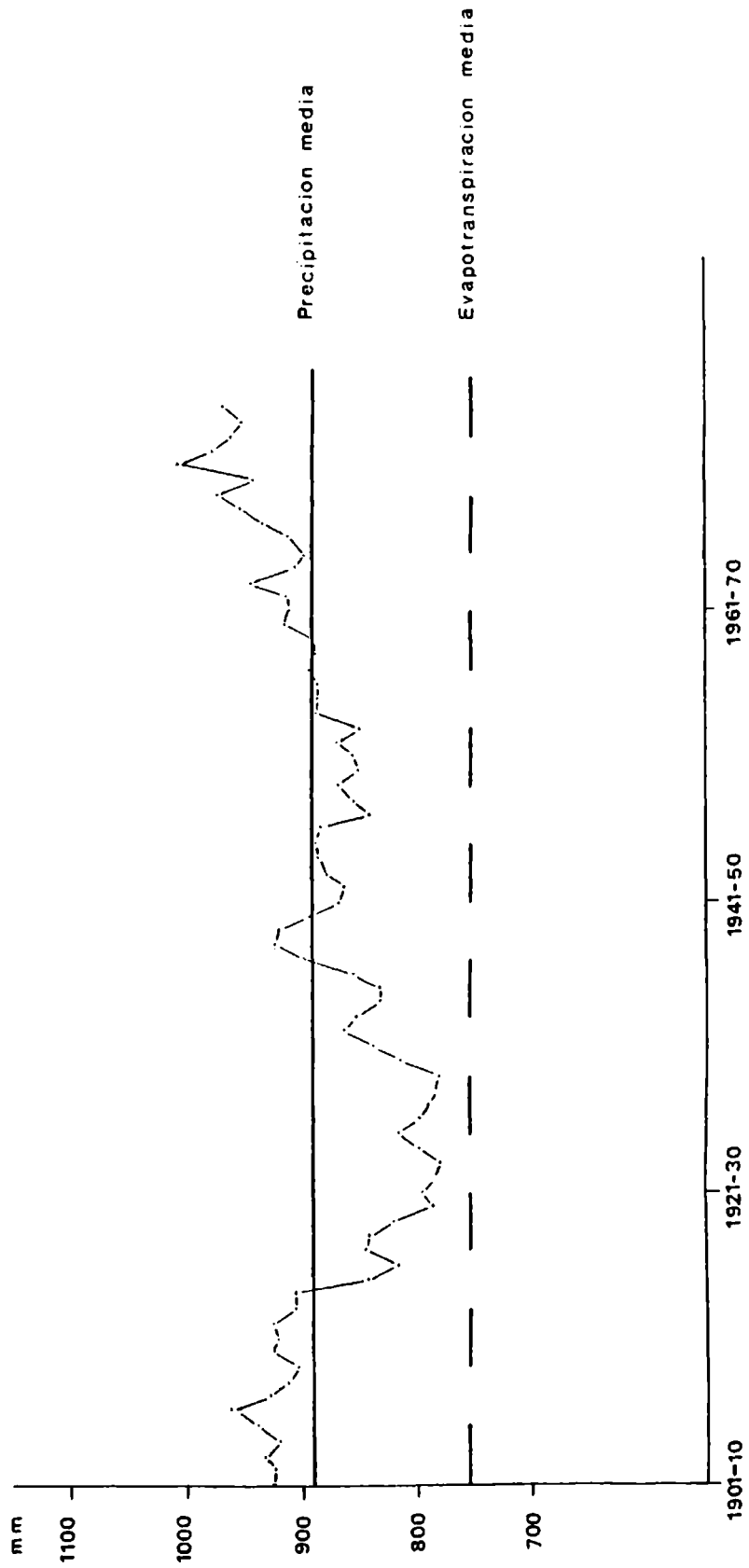
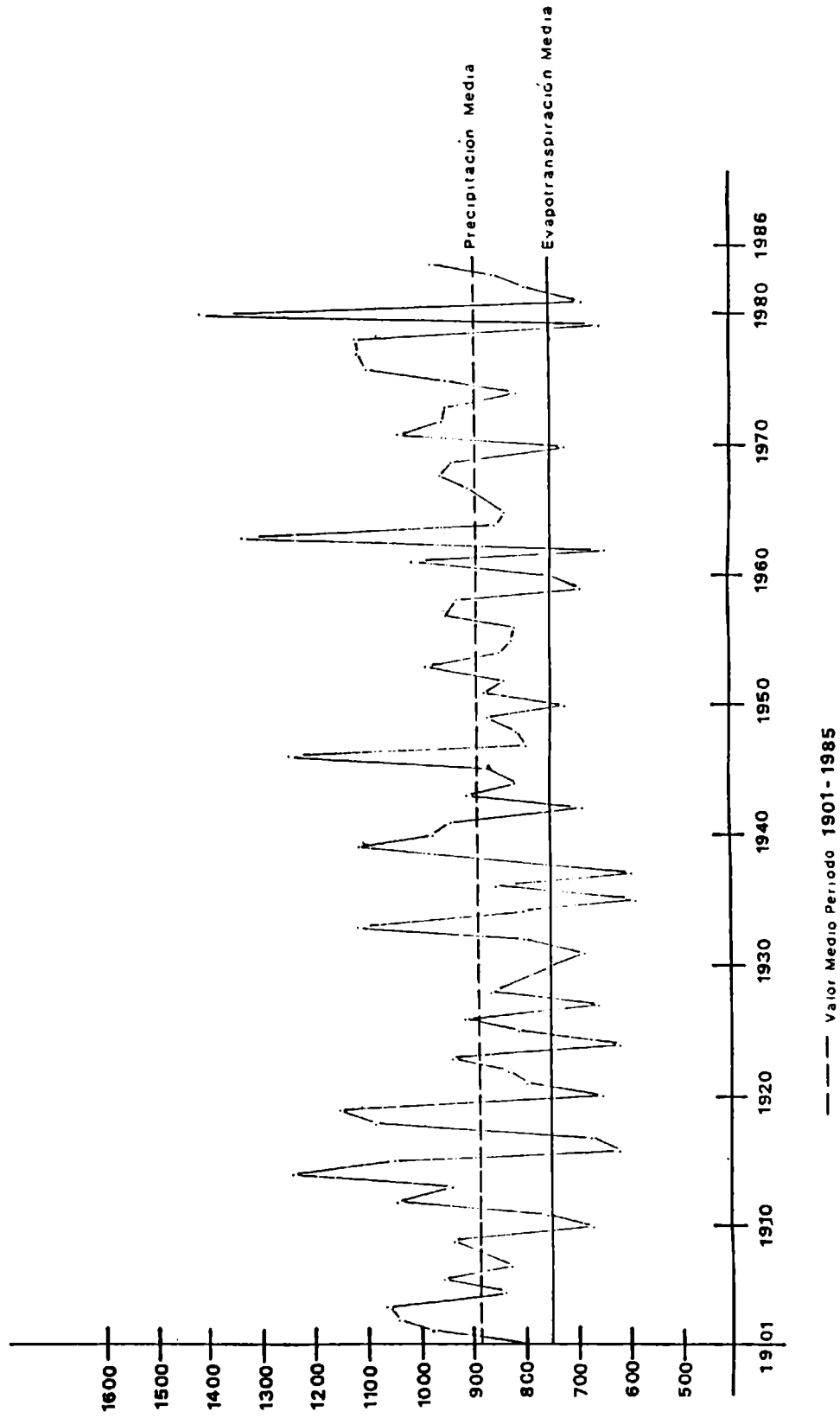


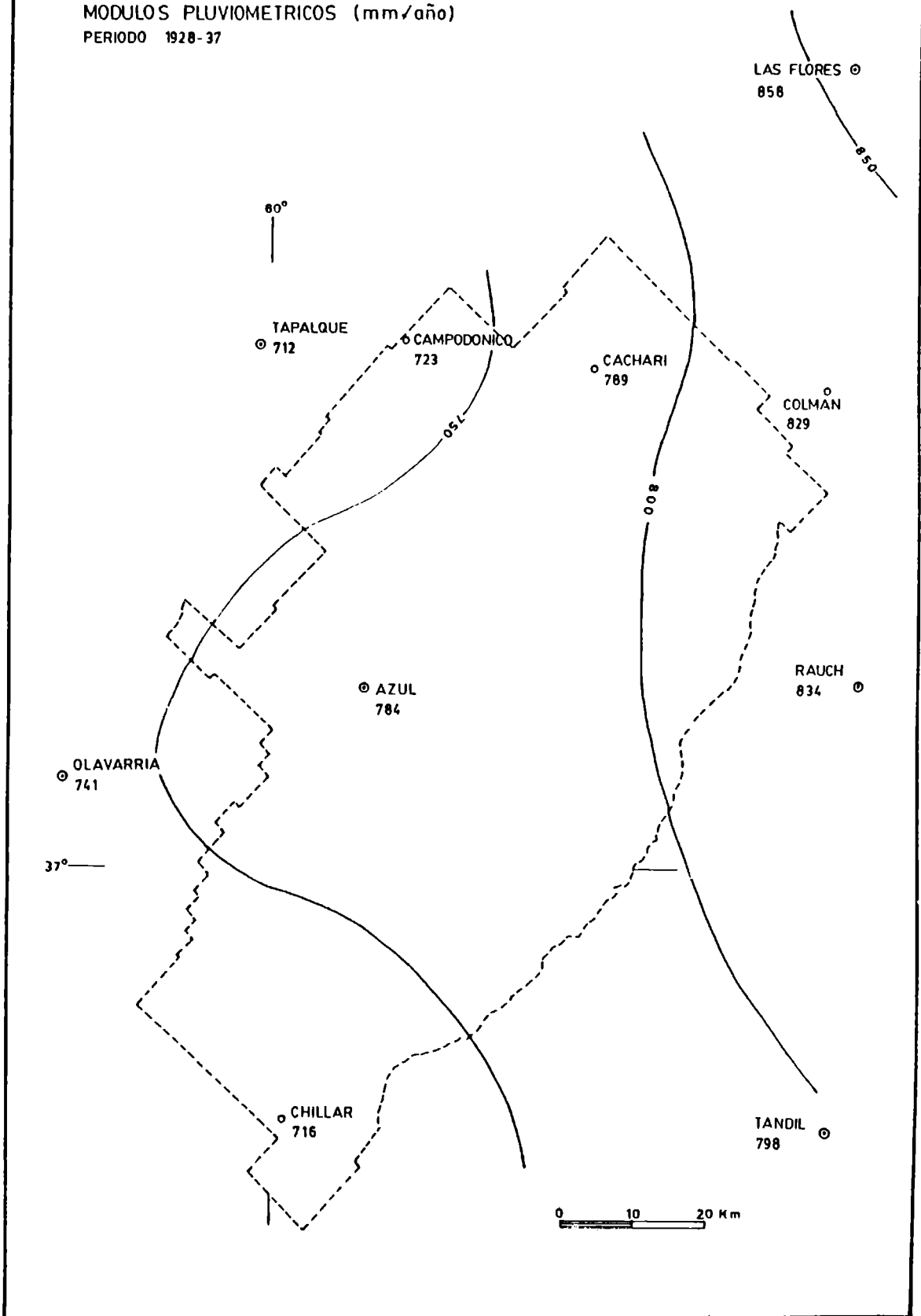
FIG.12

PRECIPITACION MARCHA ANUAL  
AZUL PERIODO 1901-1985



MODULOS PLUVIOMETRICOS (mm/año)  
PERIODO 1928-37

FIG.13



**FIG.14**

MODULOS PLUVIOMETRICOS (mm/año)  
PERIODO 1921-50

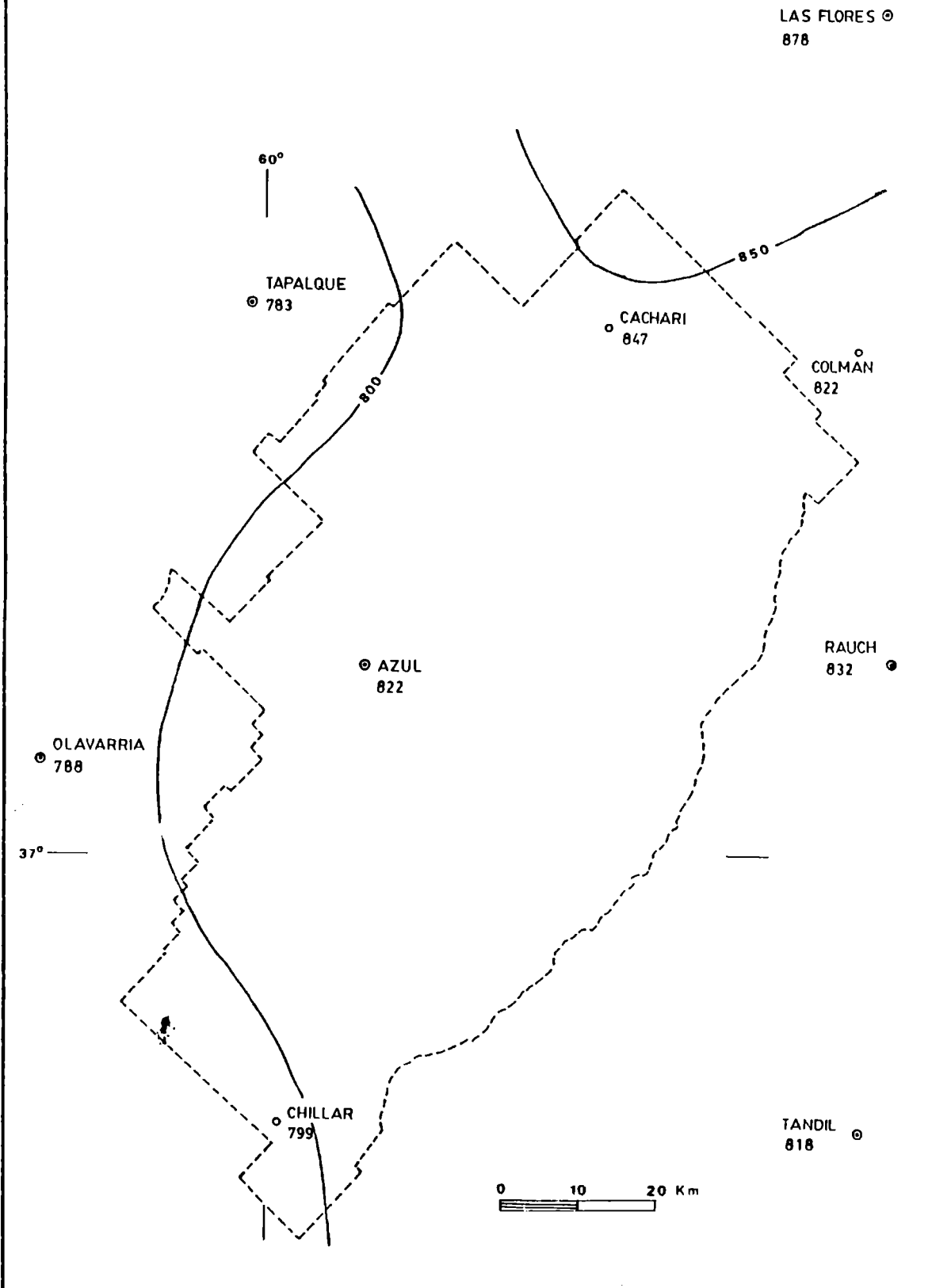


FIG.15

MODULOS PLUVIOMETRICOS MENSUALES

AZUL 1901-85

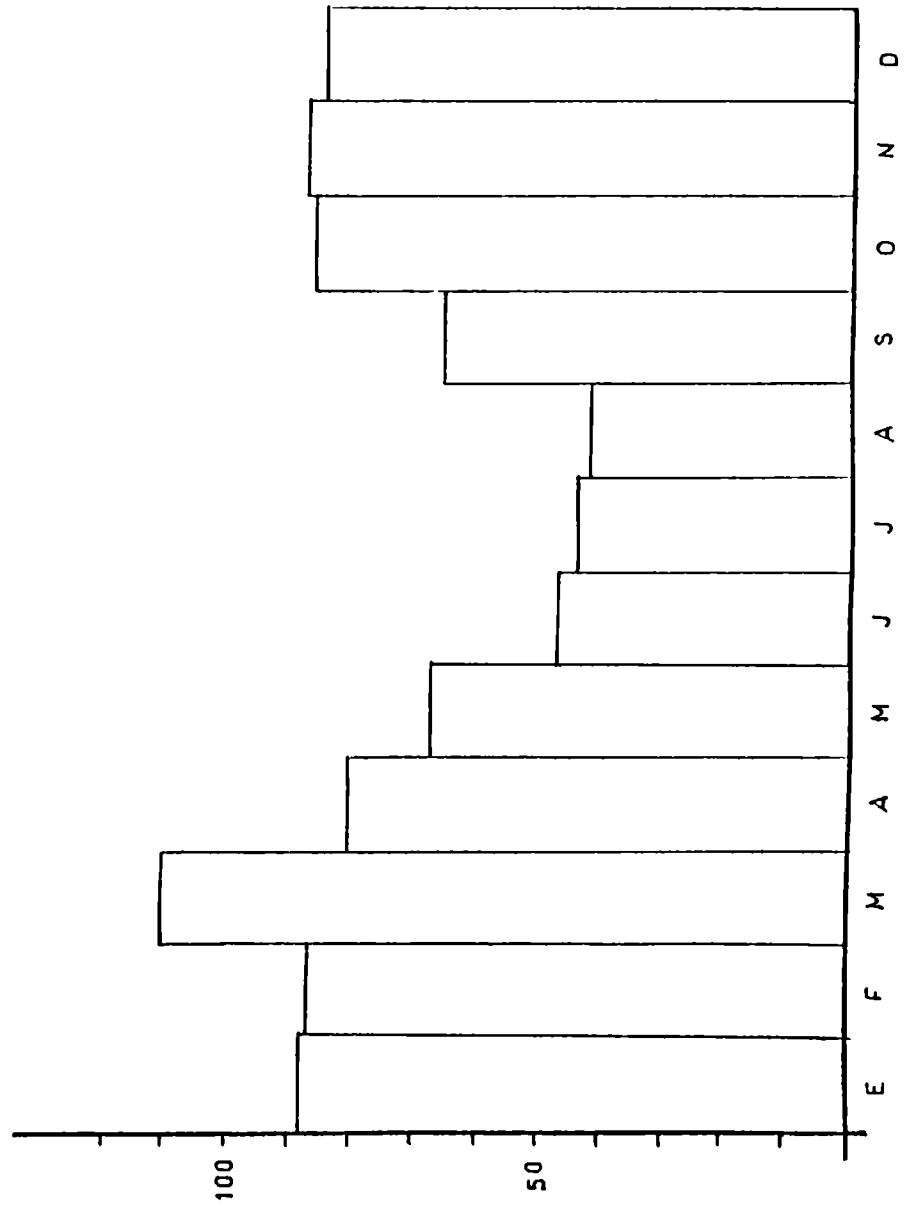
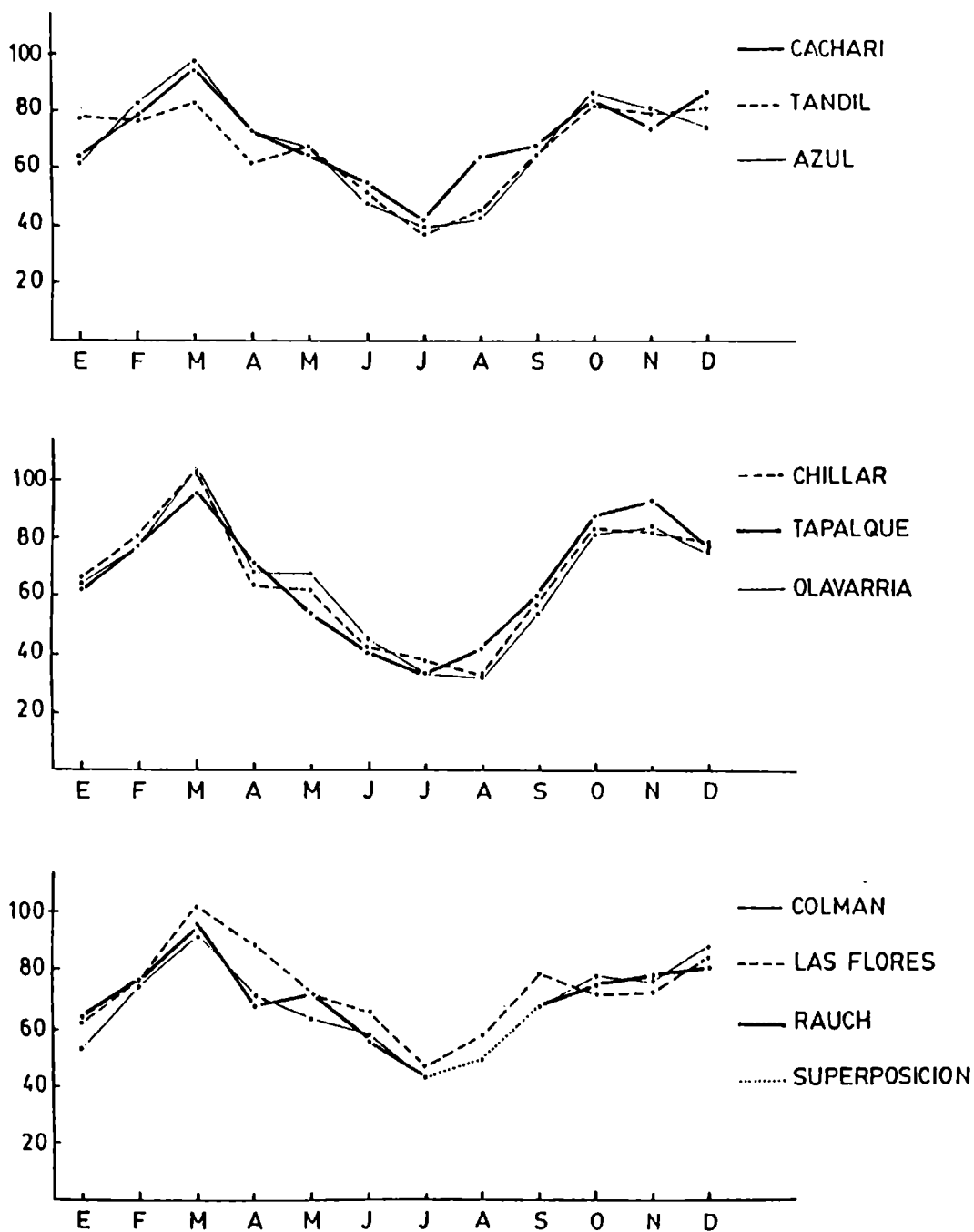


FIG. 16

GRAFICOS DE VARIACION MENSUAL - PRECIPITACION

PERIODO 1921-50



**SERIE DE PRECIPITACIONES MENSUALES  
AZUL (SMN)  
1942-62**

**FIG. 17**

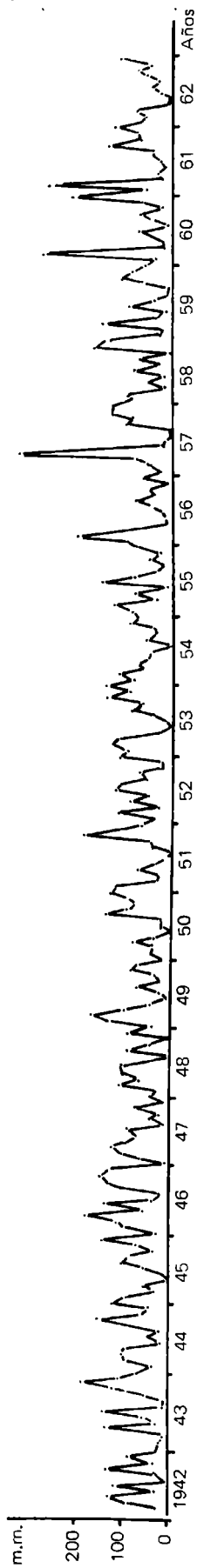
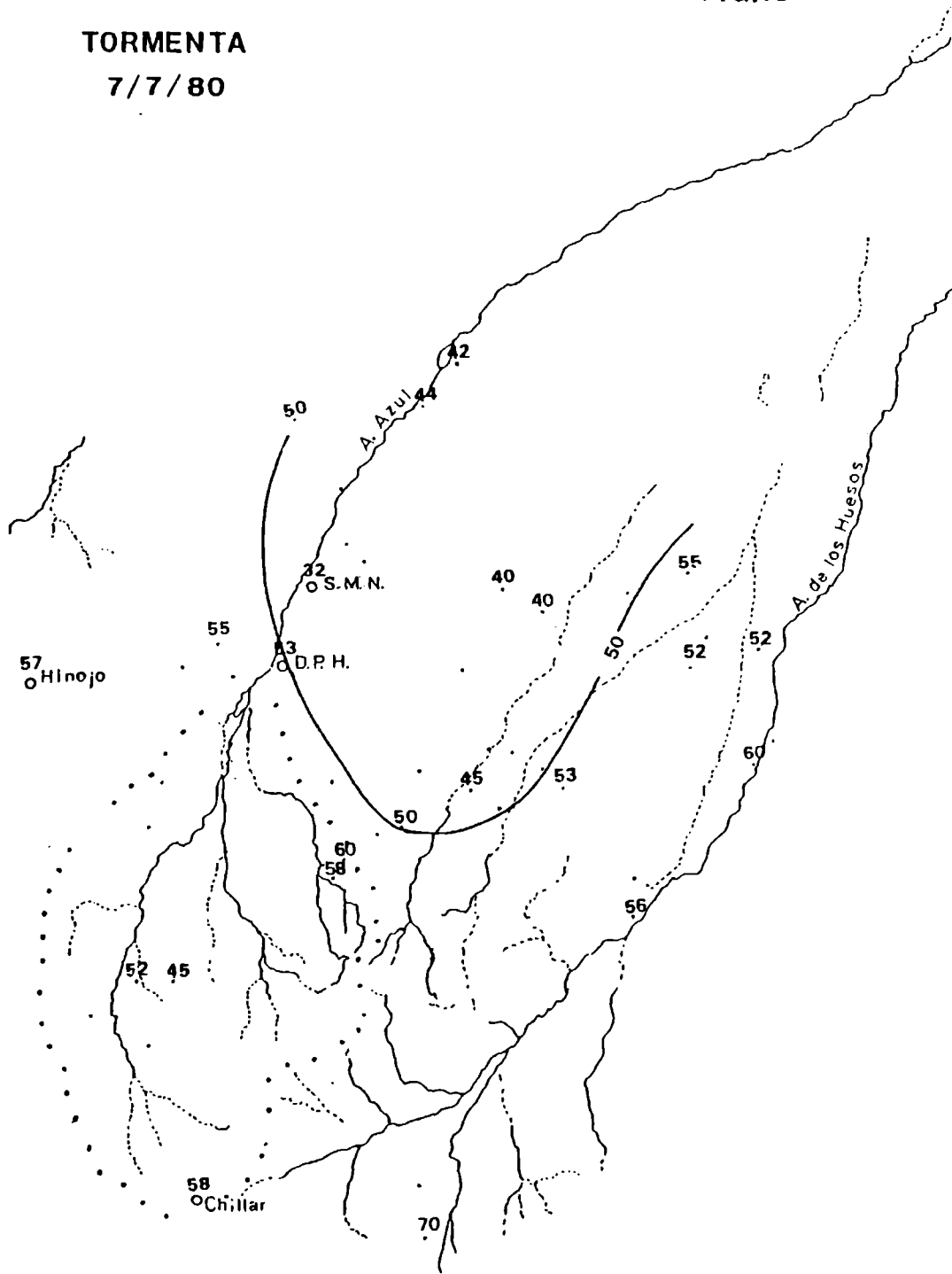


FIG.18

TORMENTA

7/7/80



..... Divisoria Cuenca  
—50— Precipitación en mm

0 10 20 Km

TORMENTA  
25/3/82

FIG.19

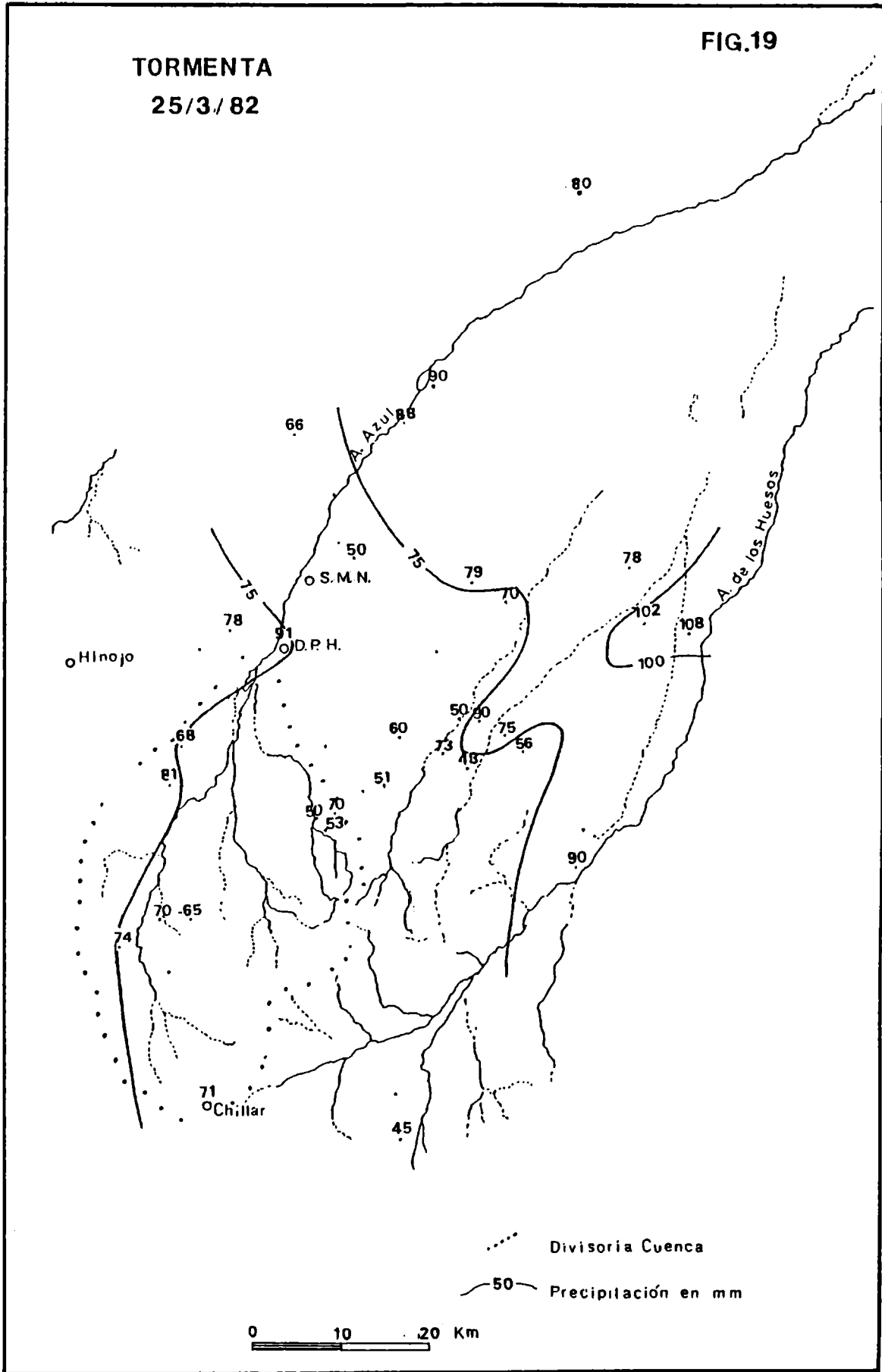


FIG.20

TORMENTA  
9/3/83

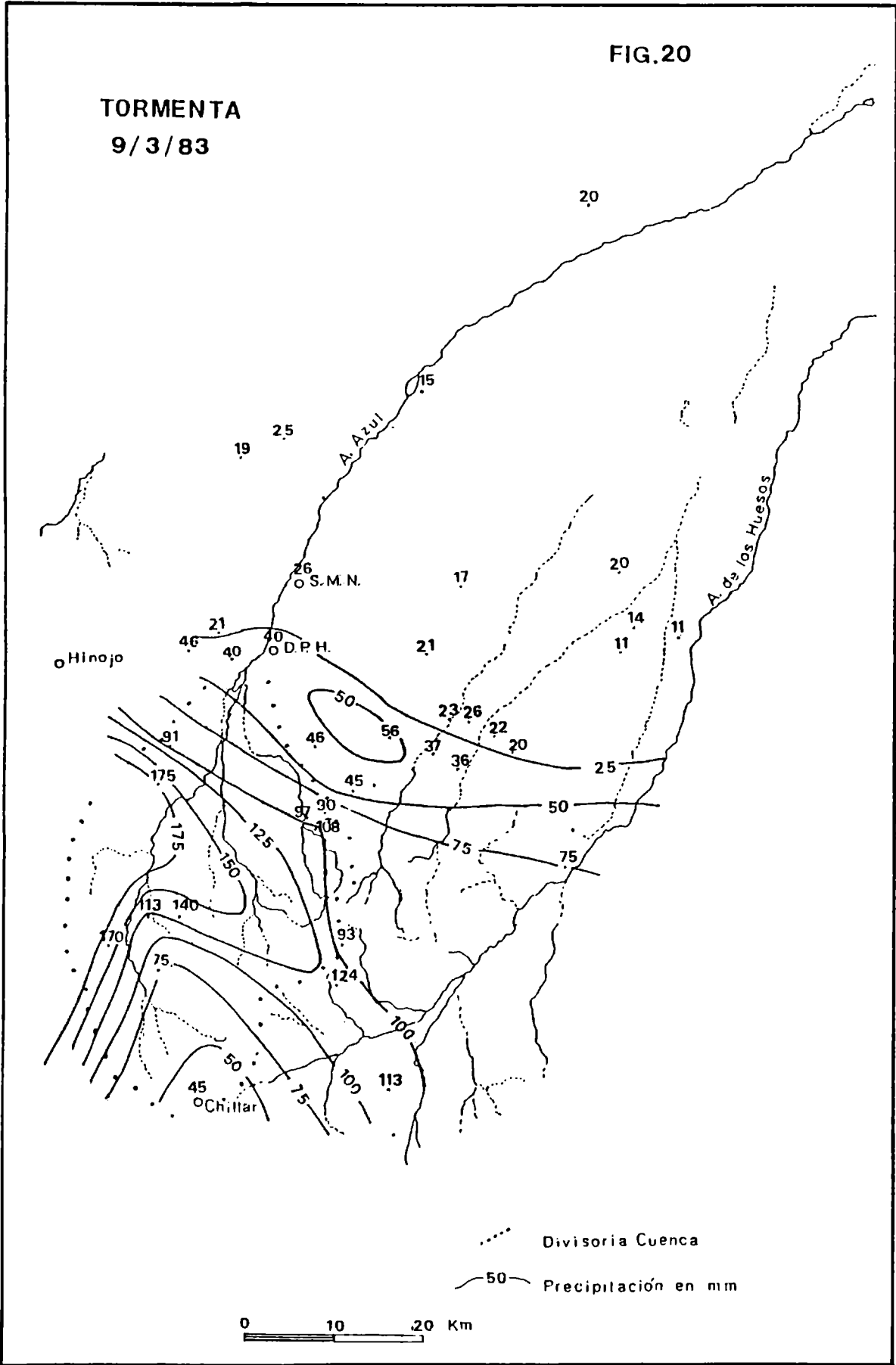
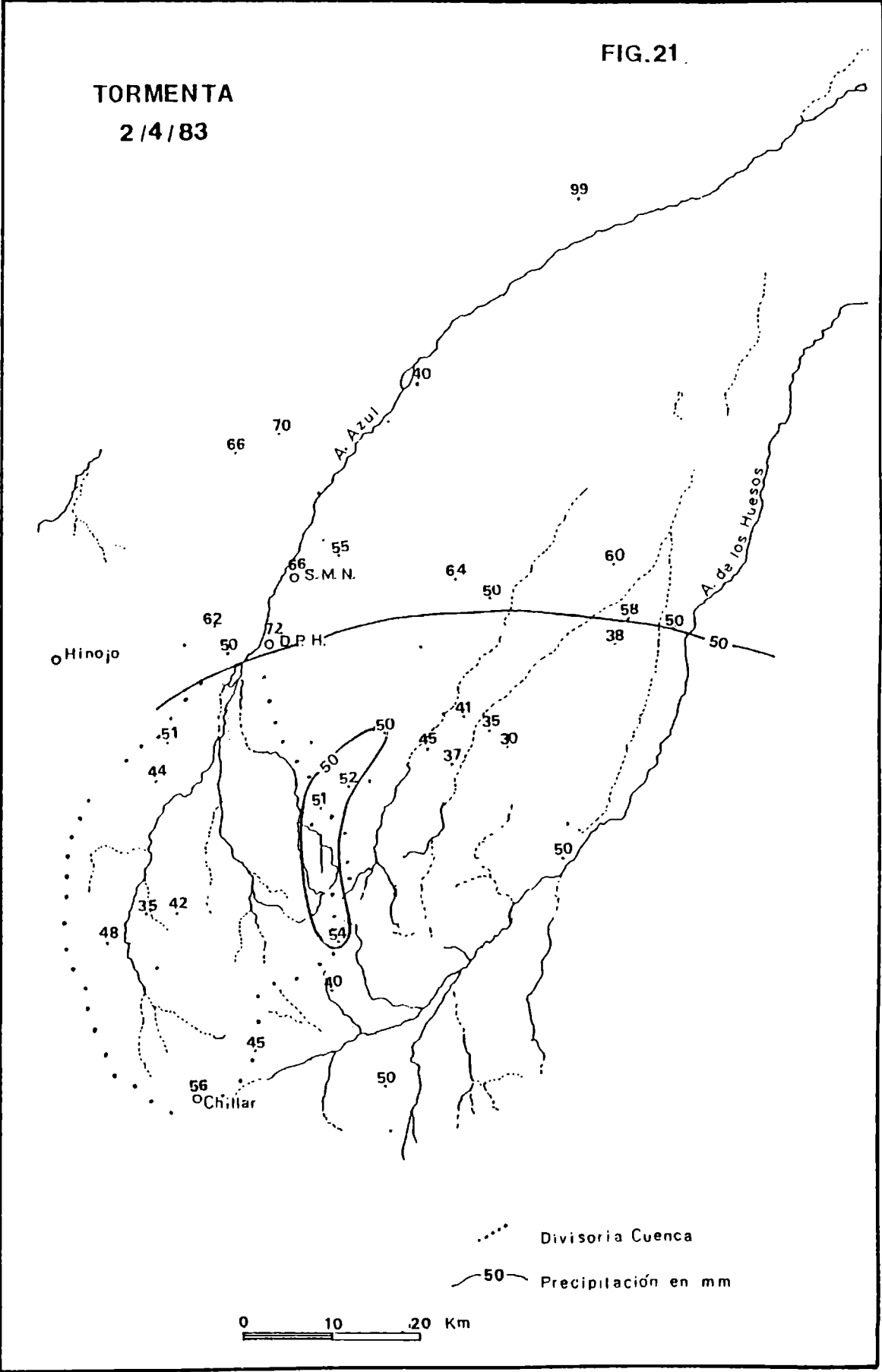


FIG.21

TORMENTA  
2/4/83



TORMENTA  
3Y4/5/83

FIG.22

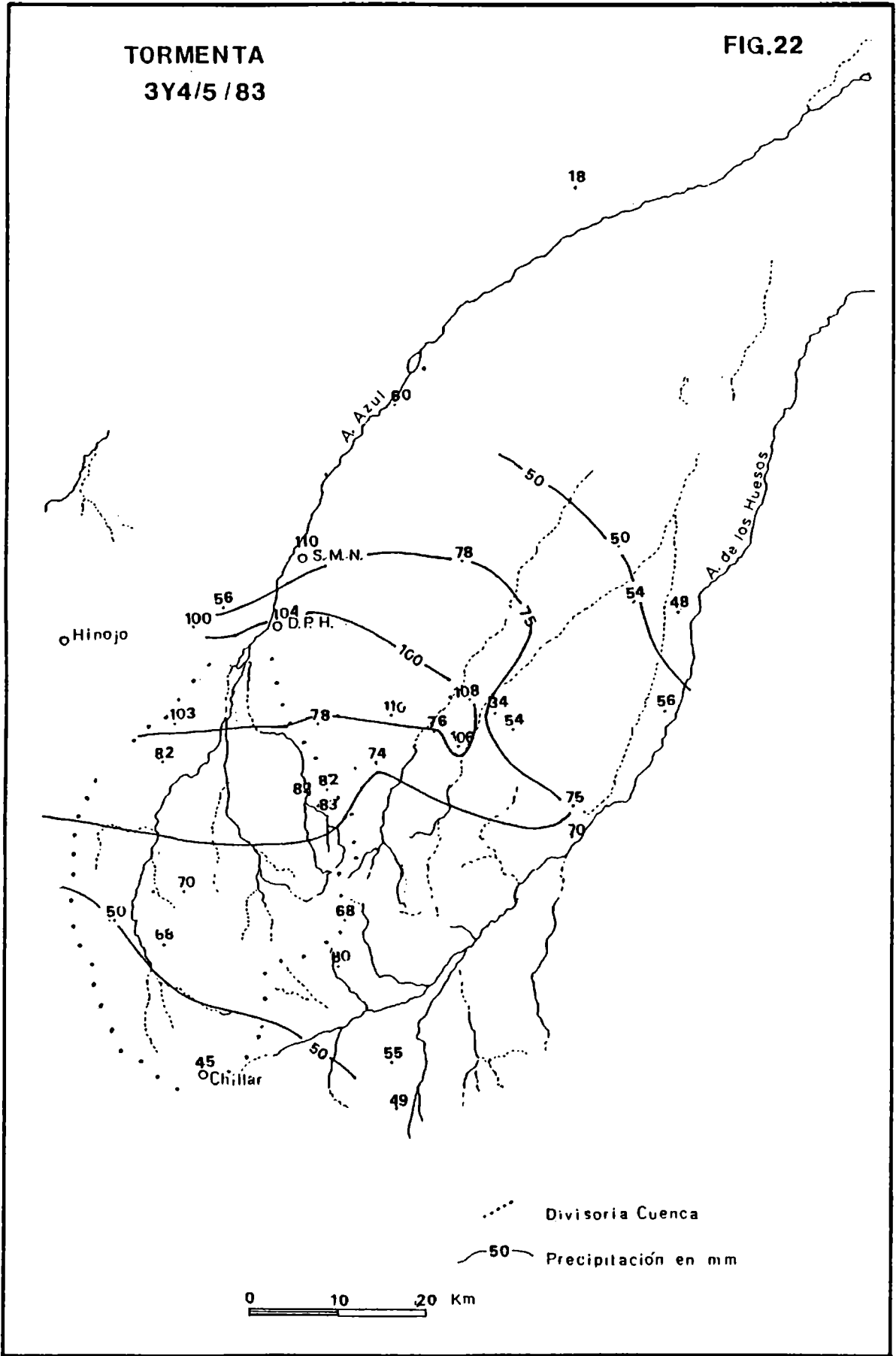


FIG.23

TORMENTA  
14Y 15/10/84

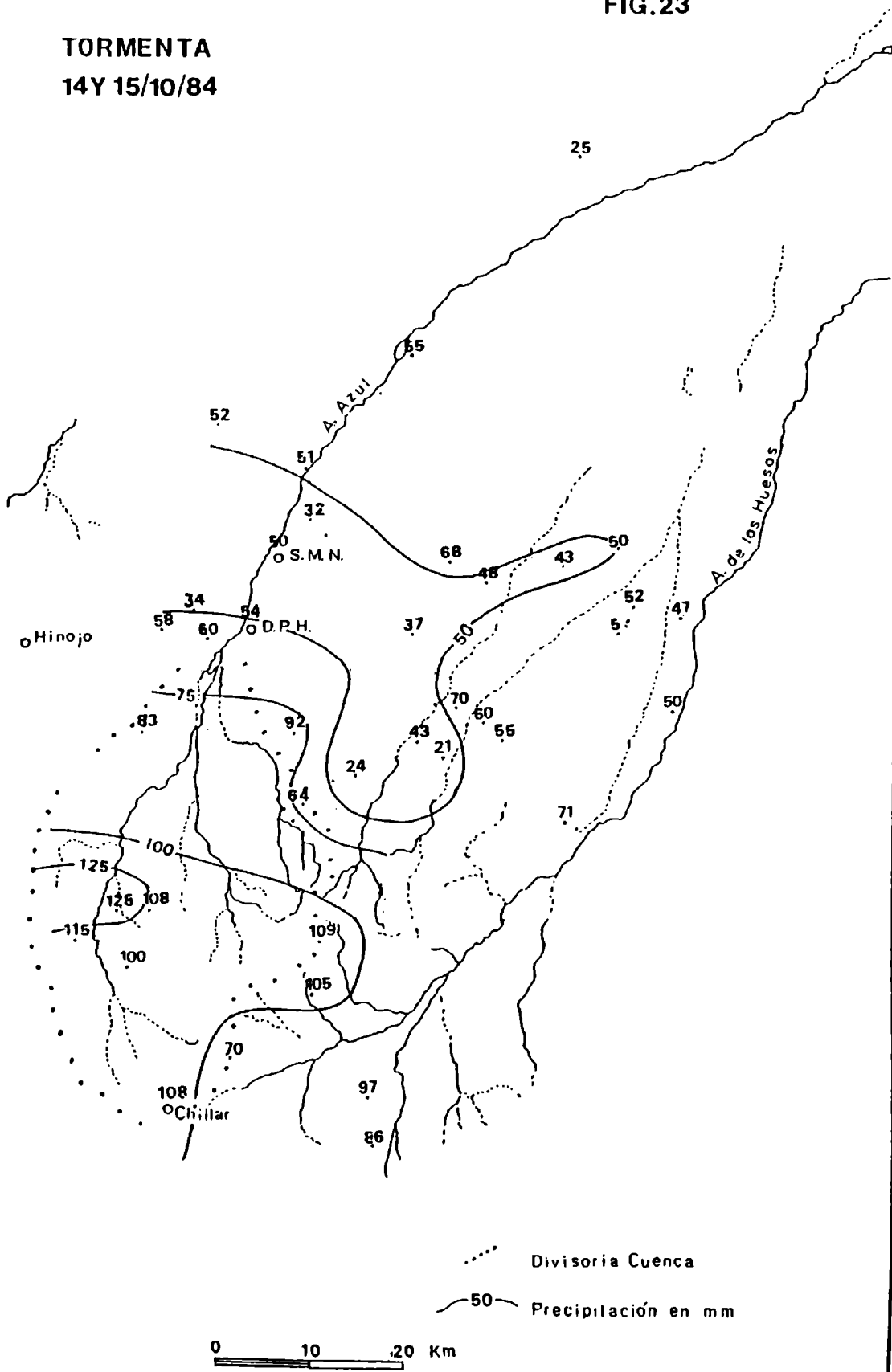


FIG. 24

**BALANCE HIDRICO  
AZUL 1901-85**

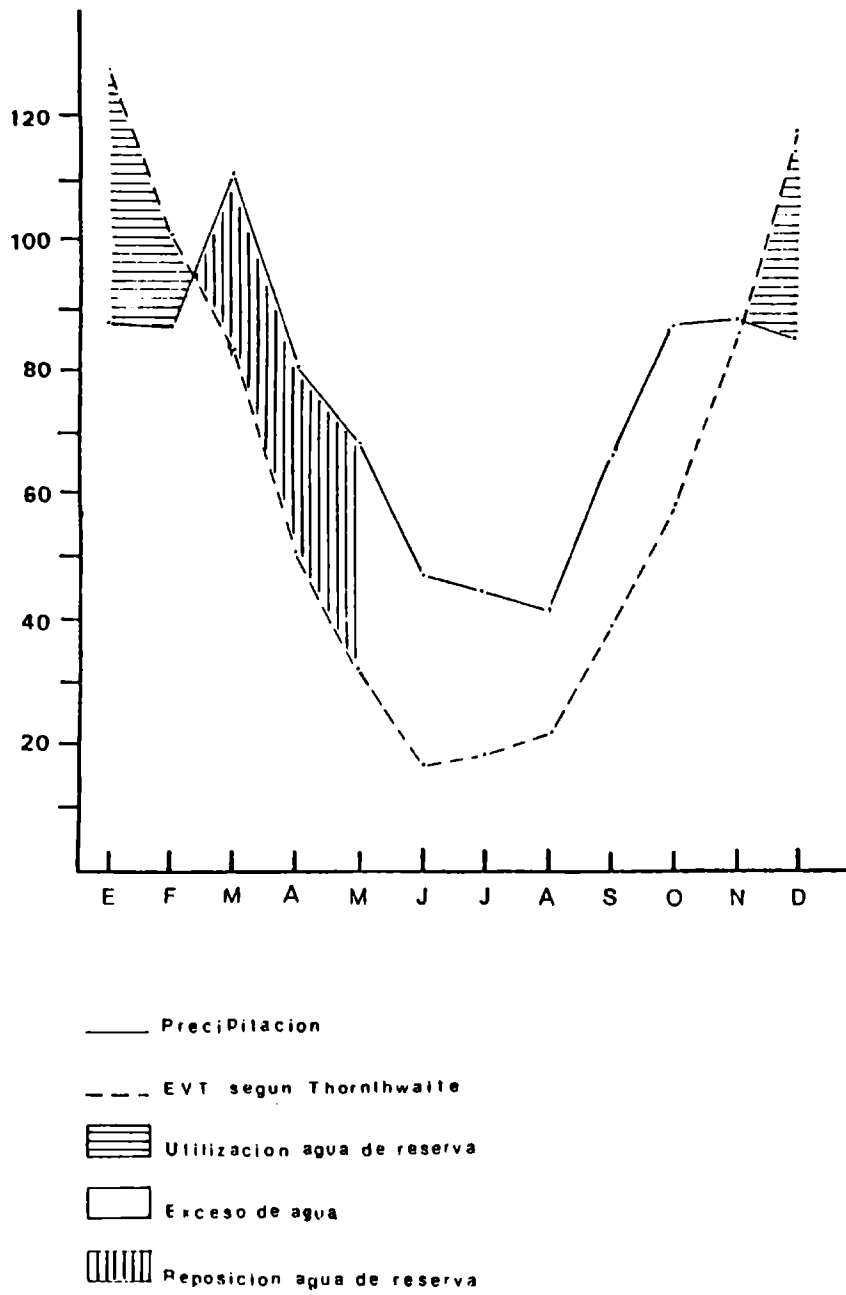


FIG. 25

BALANCE HIDRICO (1951 60) METODO DE THORNTHWAITE

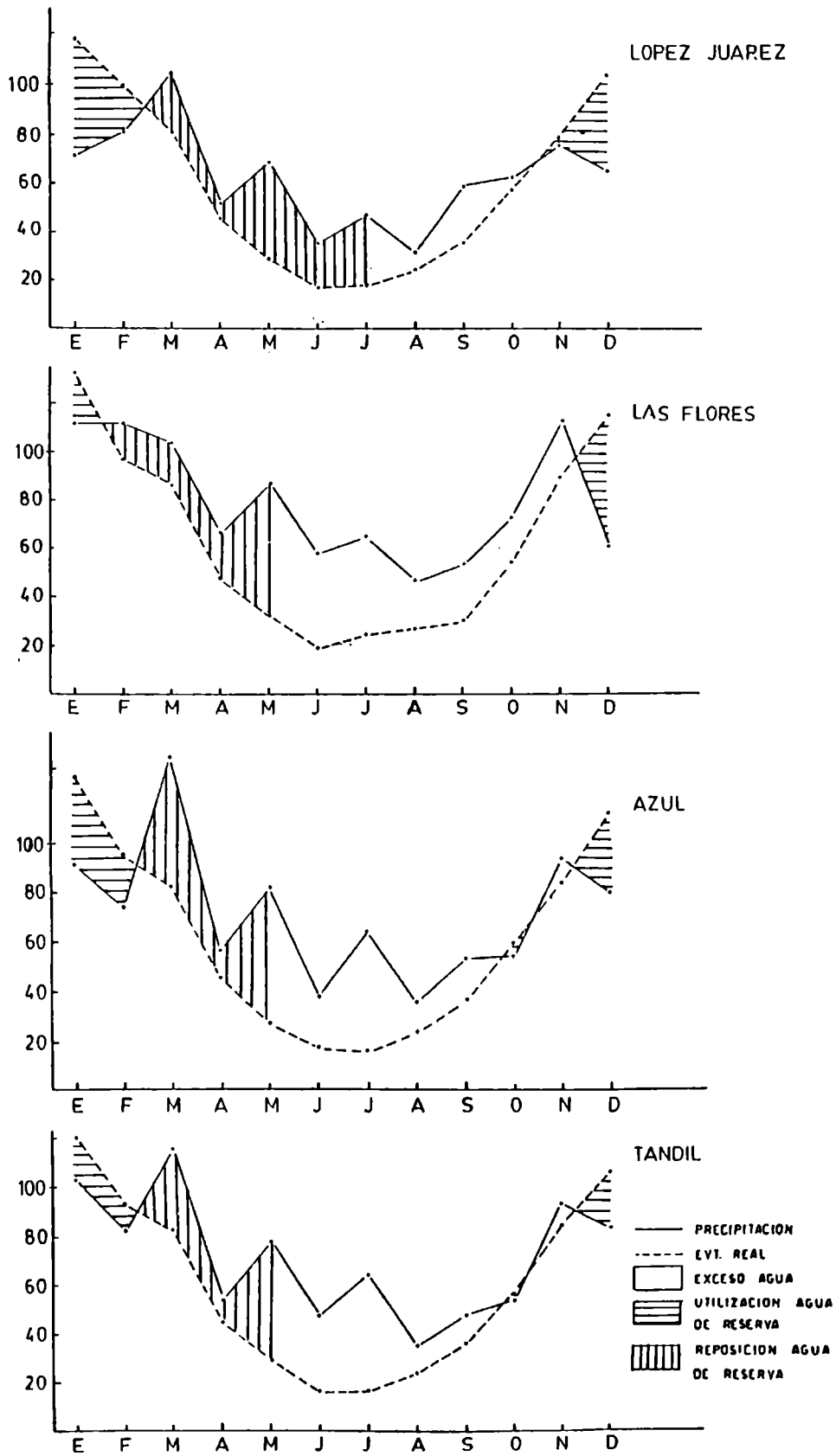
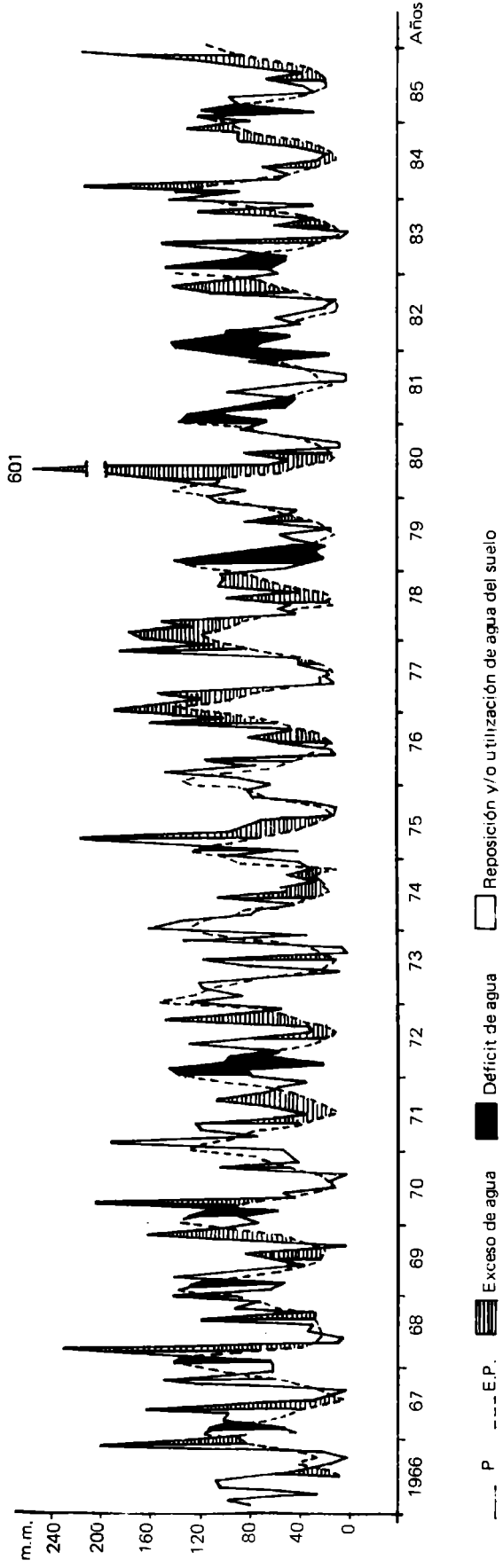


FIG. 26

BALANCE HIDRICO  
AZUL  
1966-85



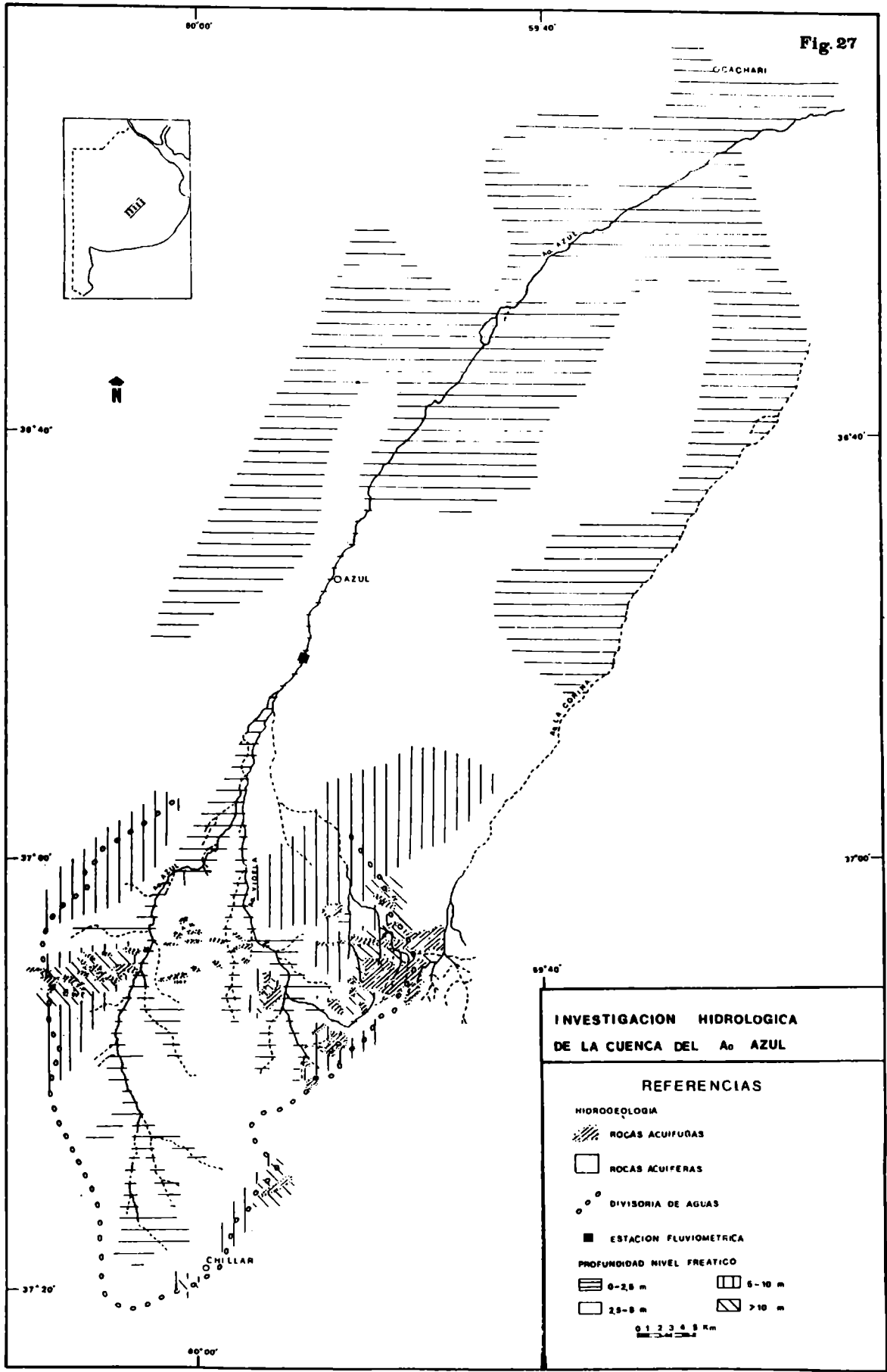


FIG. 28

### VARIACIONES FREATICAS Y PRECIPITACION ANUAL

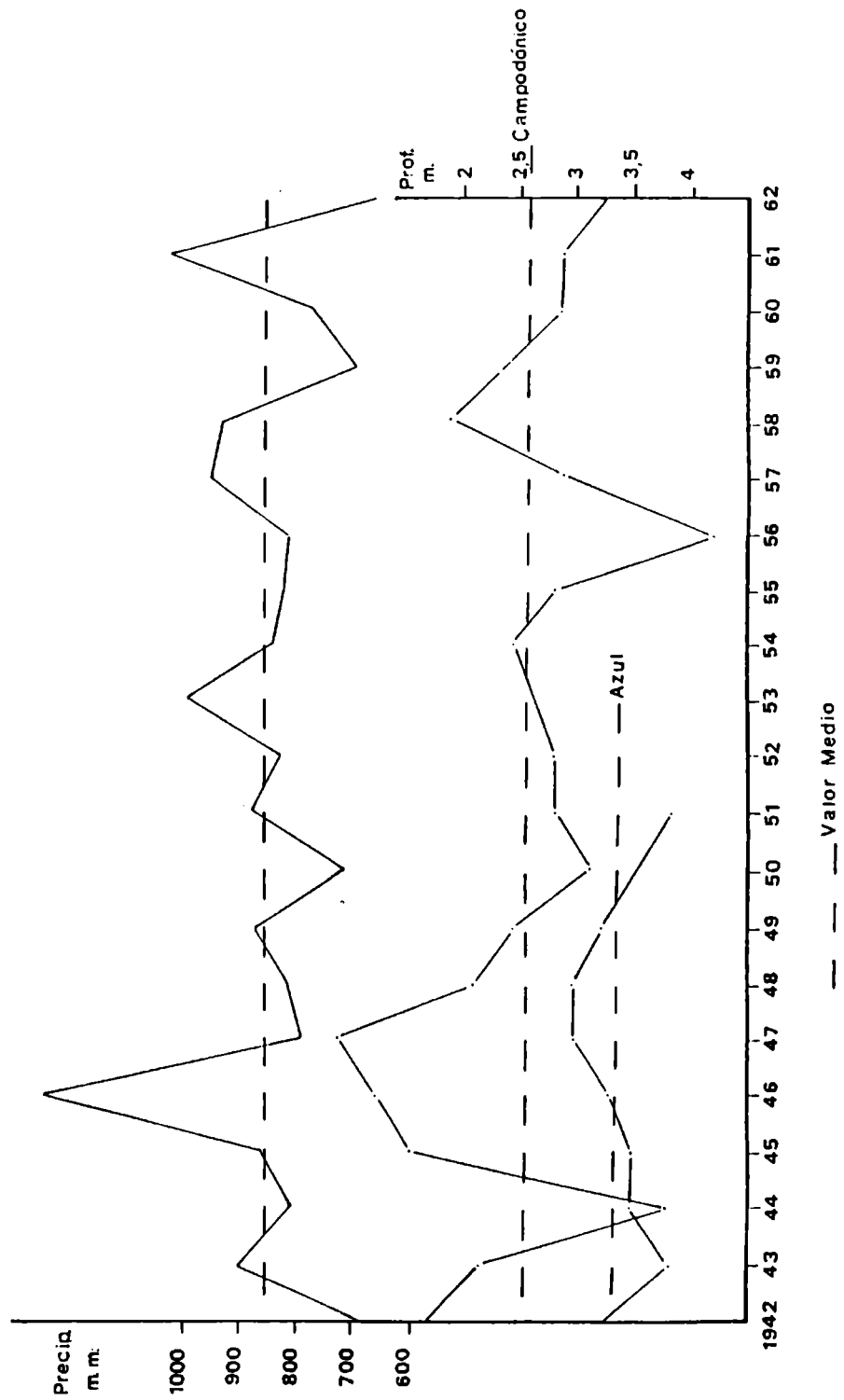
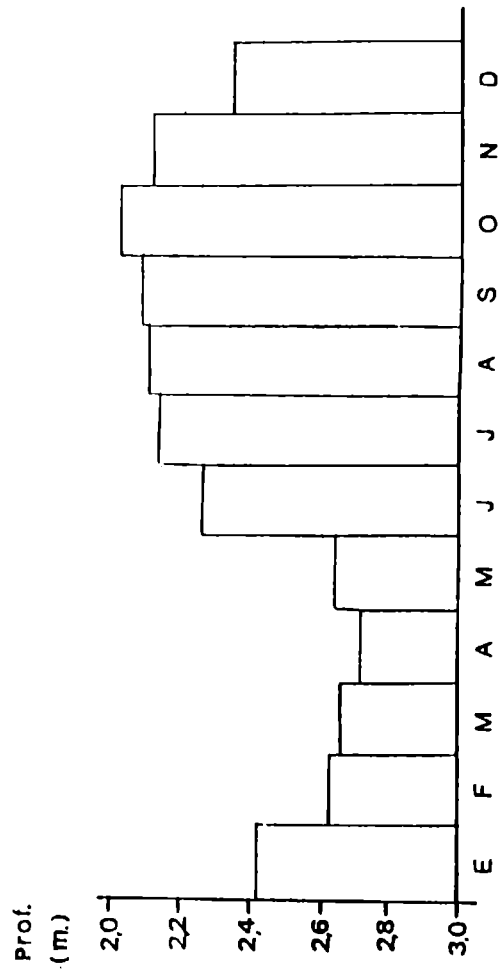


FIG. 29

**NIVELES FREATICOS**  
**CAMPODONICO - 1942-62**  
VALORES MEDIOS



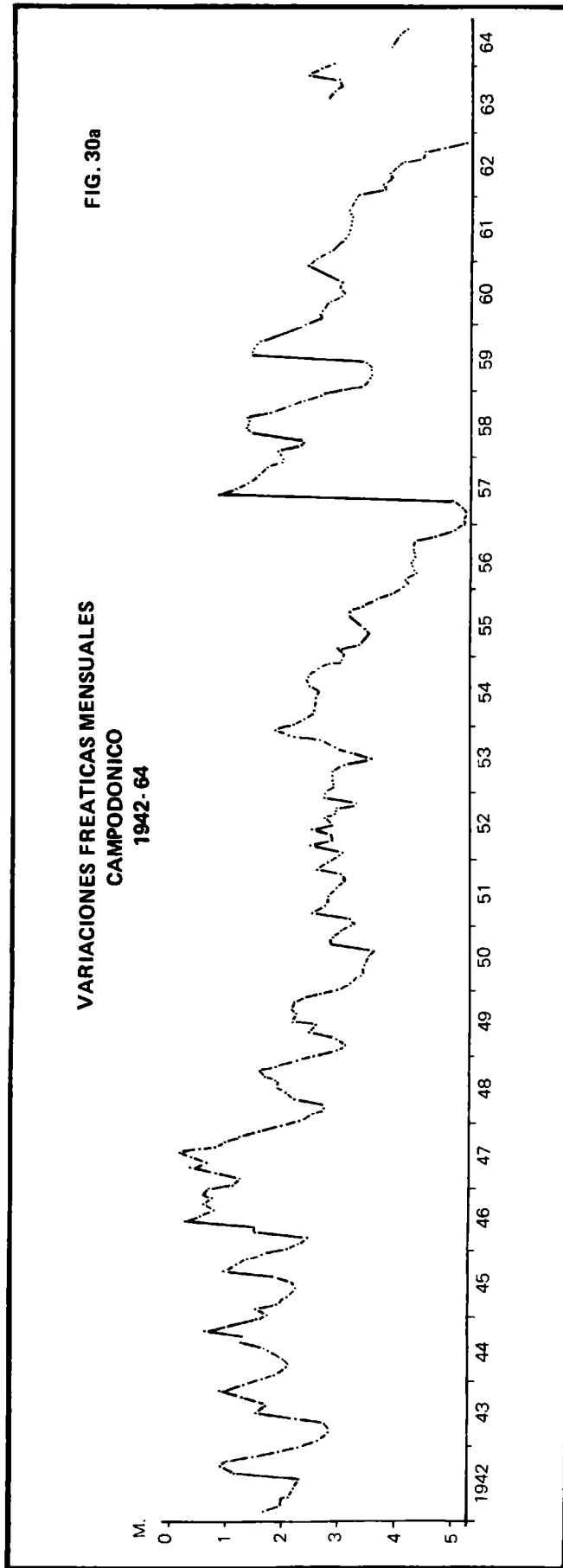


FIG.30b

VARIACIONES FREATICAS MENSUALES  
AZUL (1942 - 52)

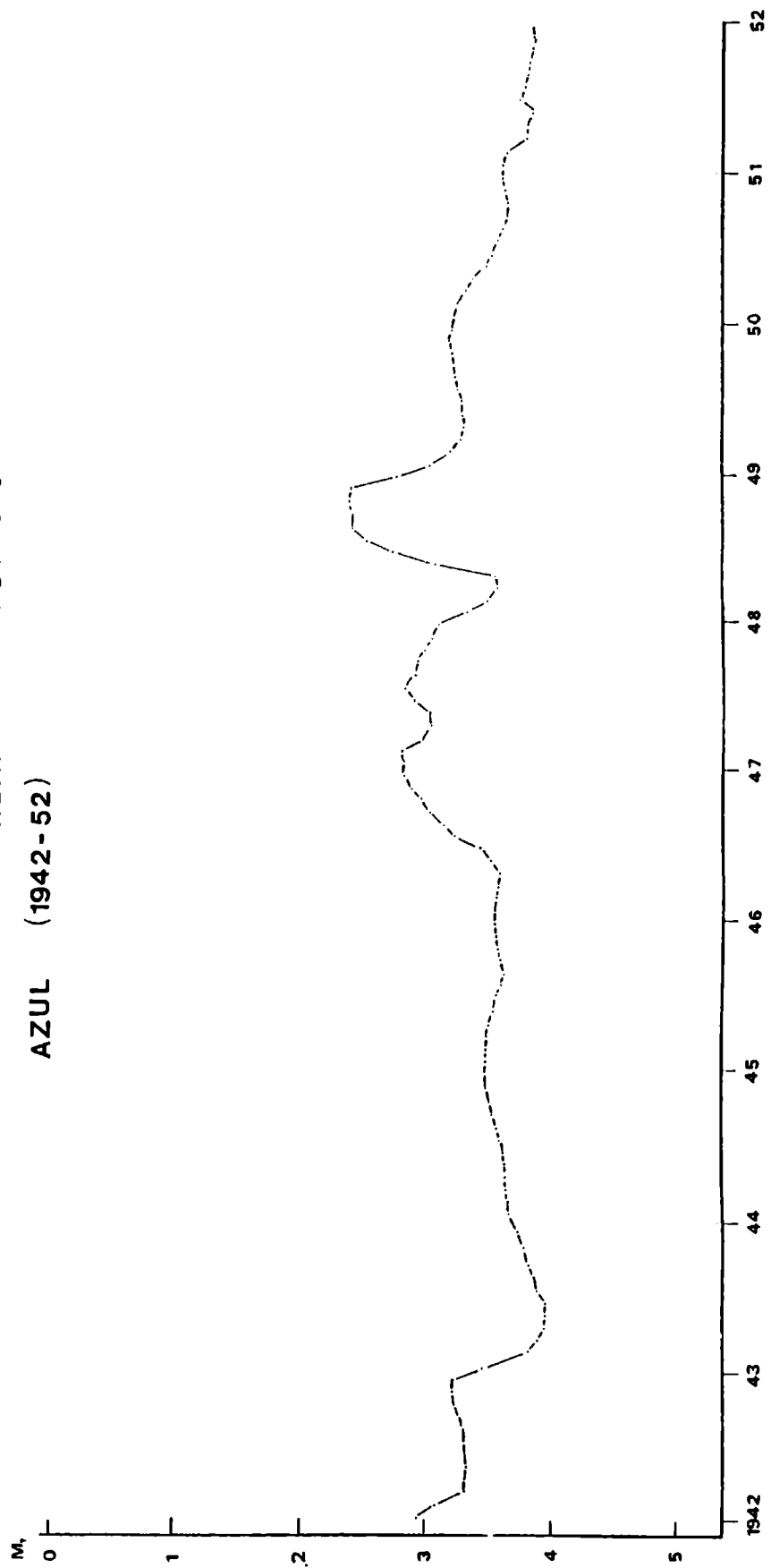
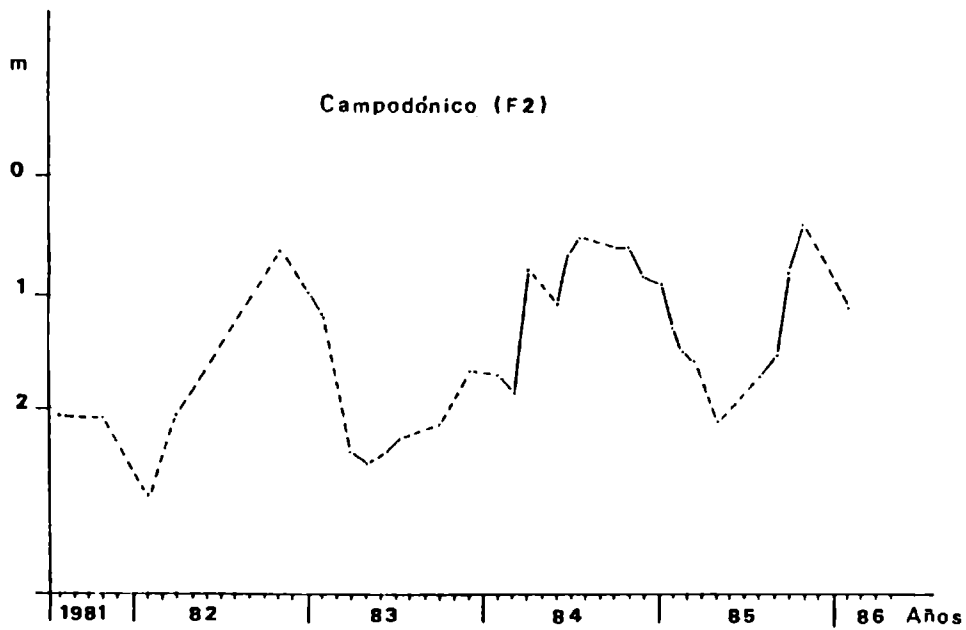
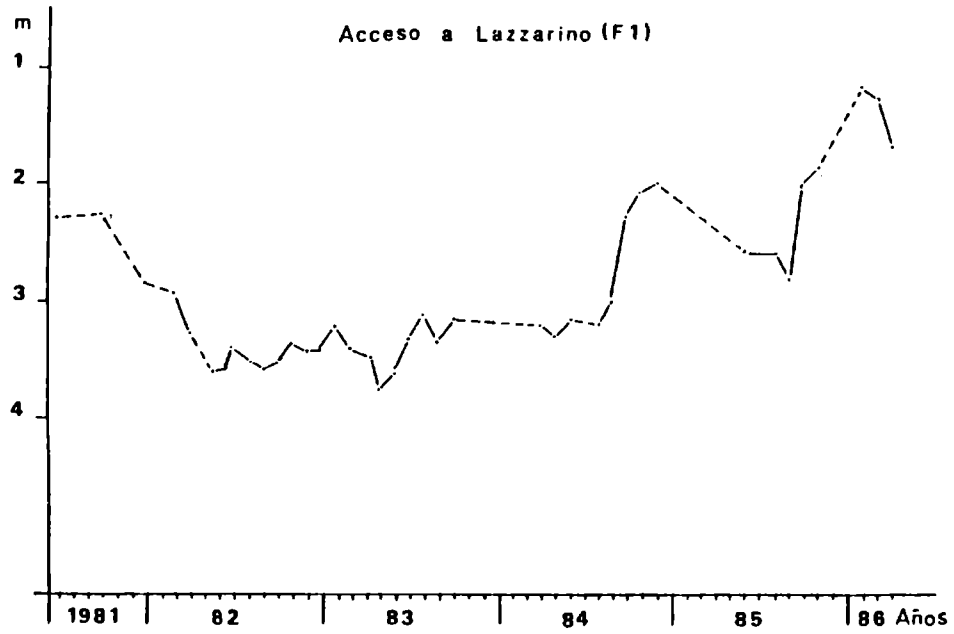


FIG.31

### VARIACION DE NIVELES FREATICOS

(INFORMACION DE LA D.P.H.)

Profundidad

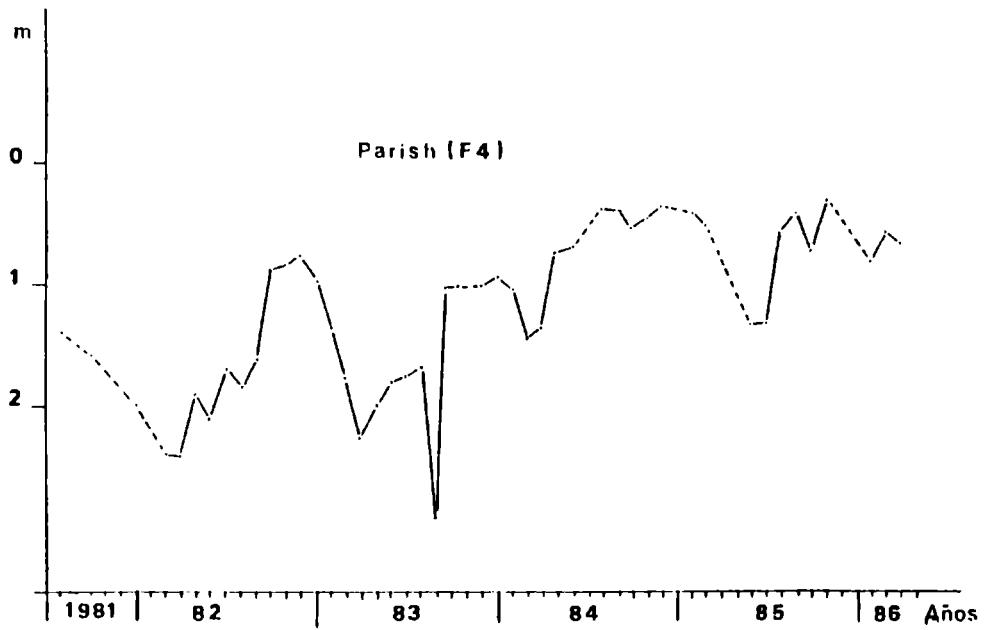
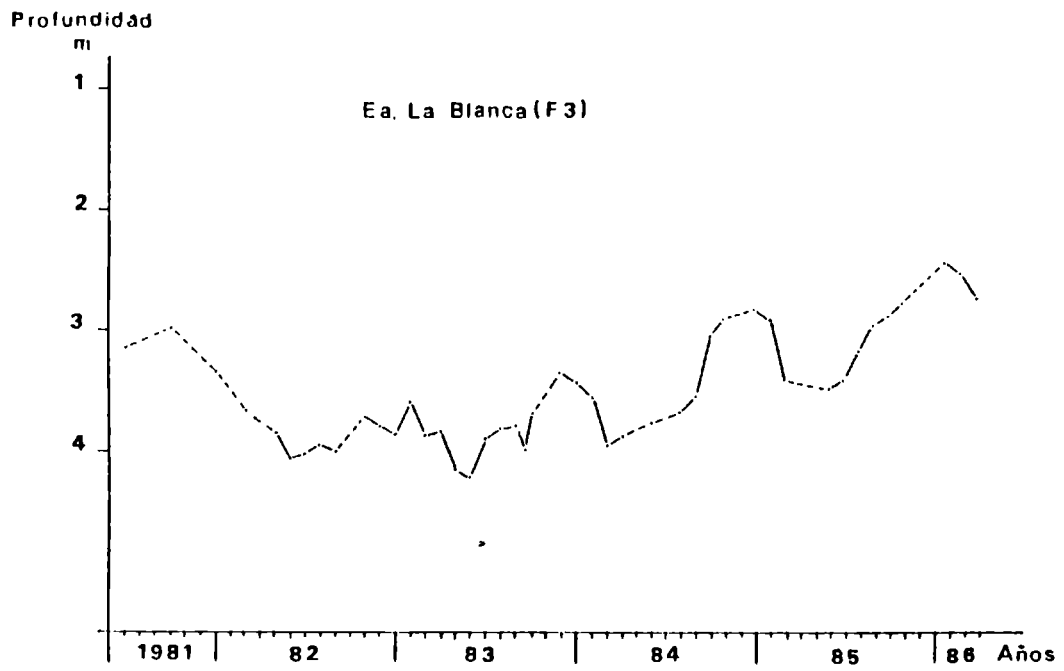


----- Información discontinua

FIG.32

### VARIACION DE NIVELES FREATICOS

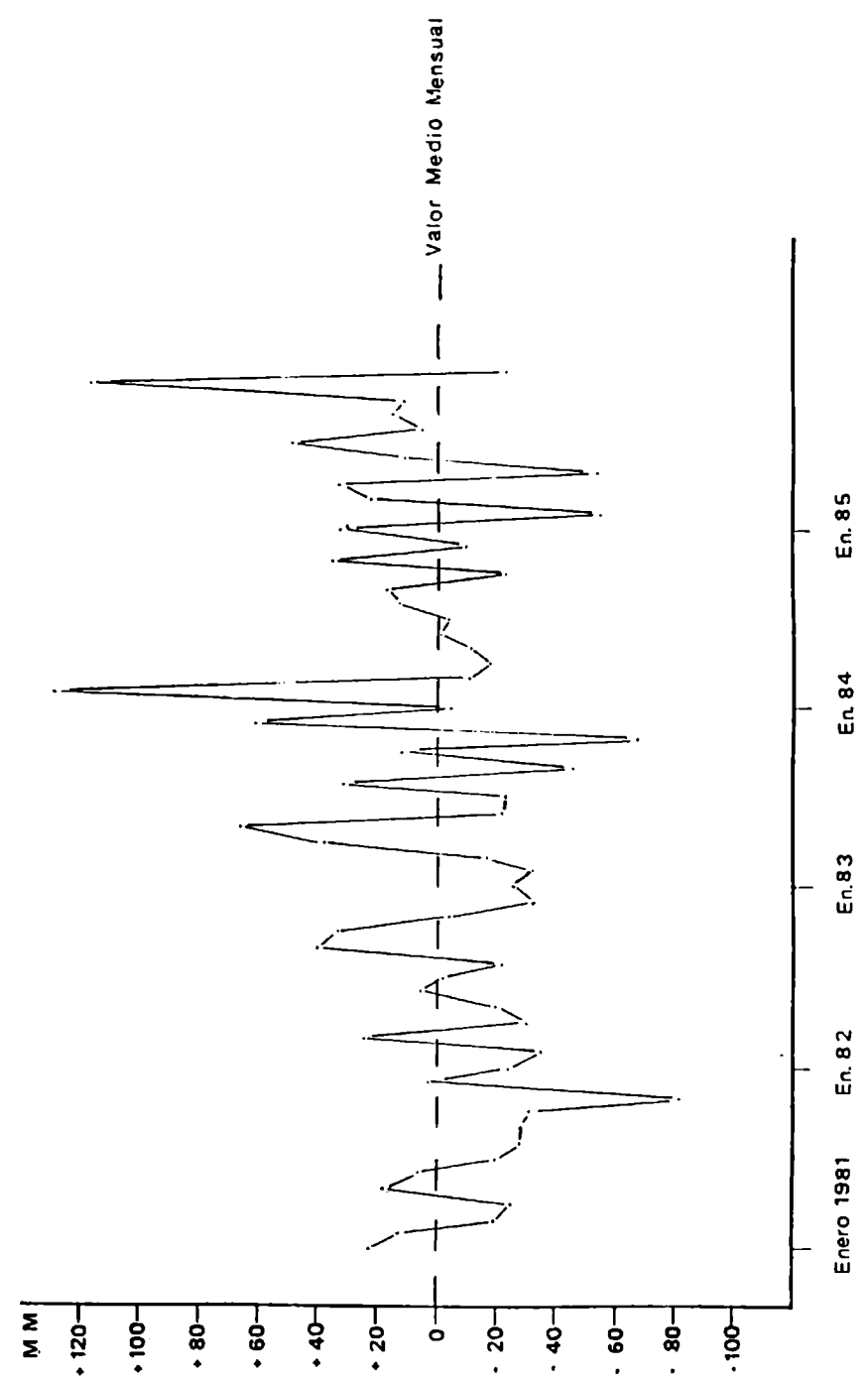
(INFORMACION DE LA D.P.H.)



--- Información discontinua

PRECIPITACION - SERIE MENSUAL  
 AZUL (1901-85)

FIG. 33



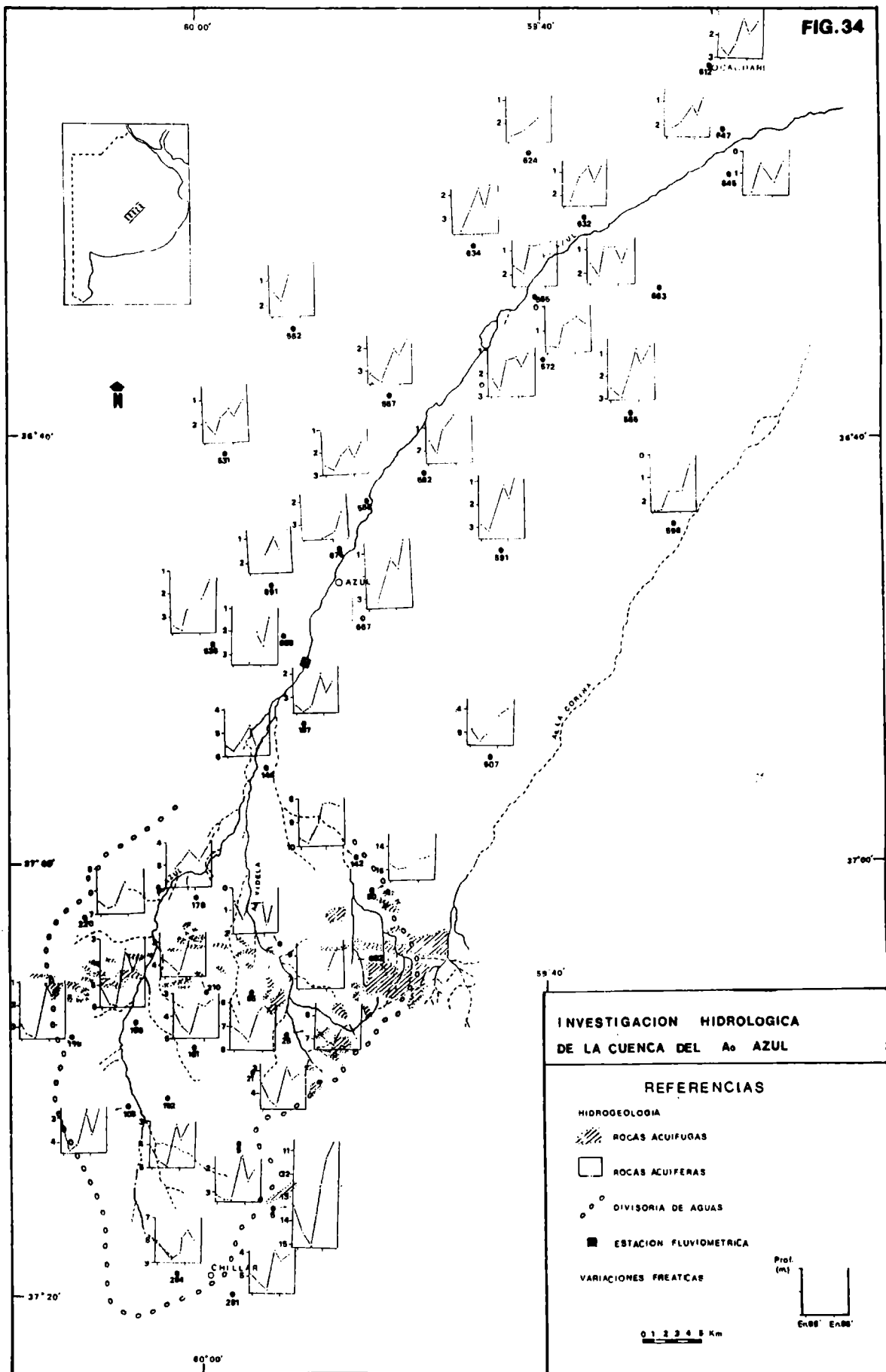


FIG.35

VARIACIONES FREATICAS

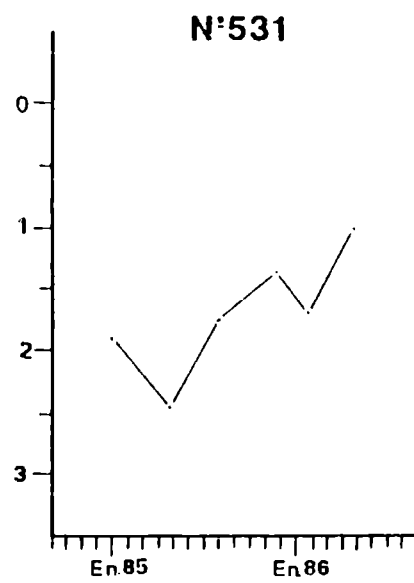
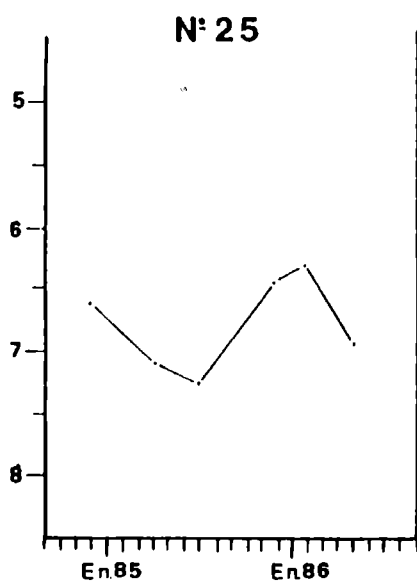
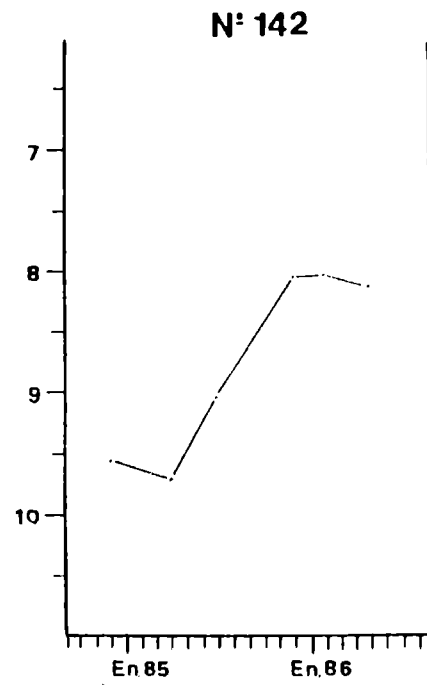
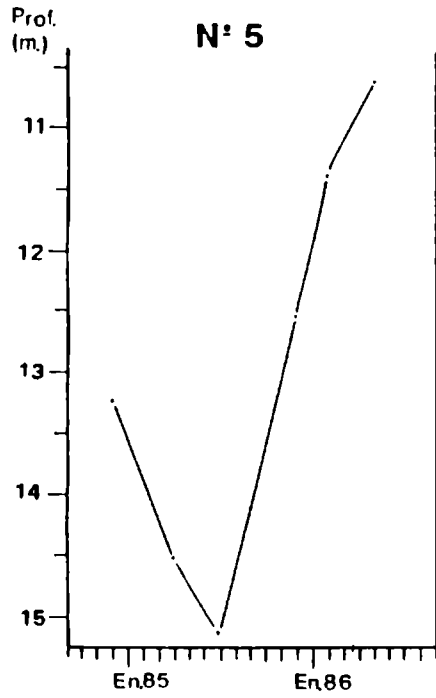
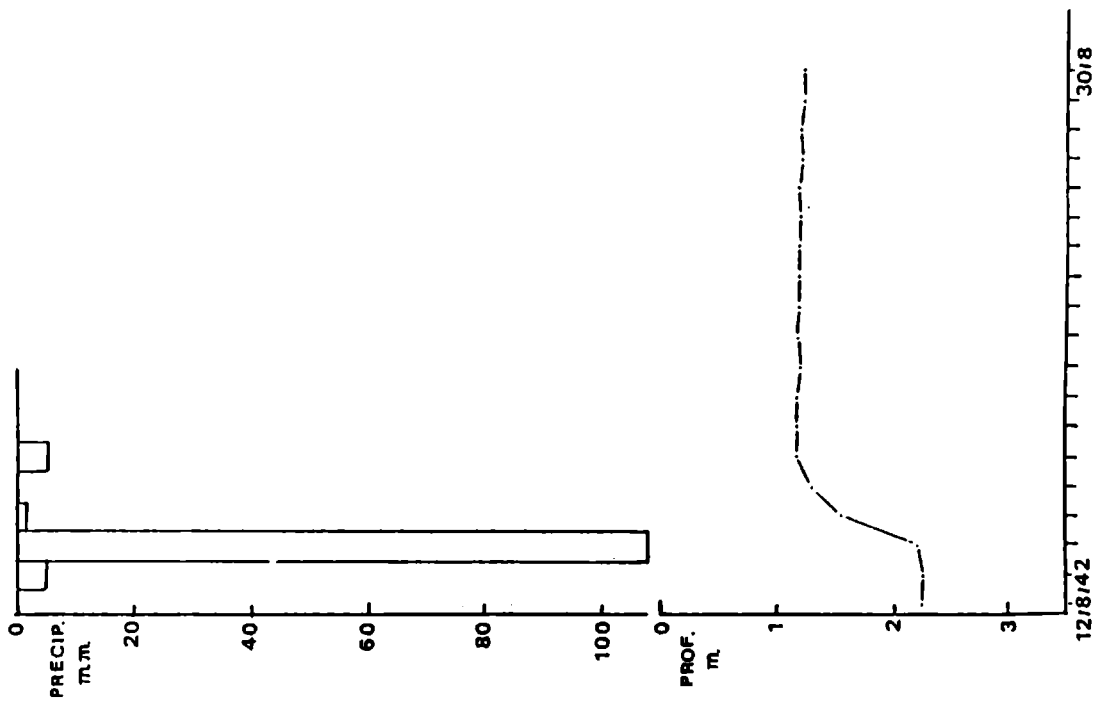
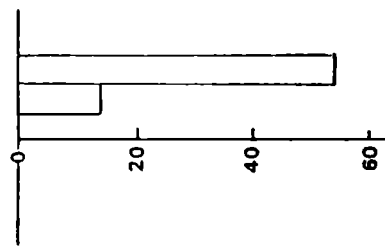


FIG. 36  
 FREATIGRAMA: CAMPODONICO  
 PRECIPITACION: CACHARI



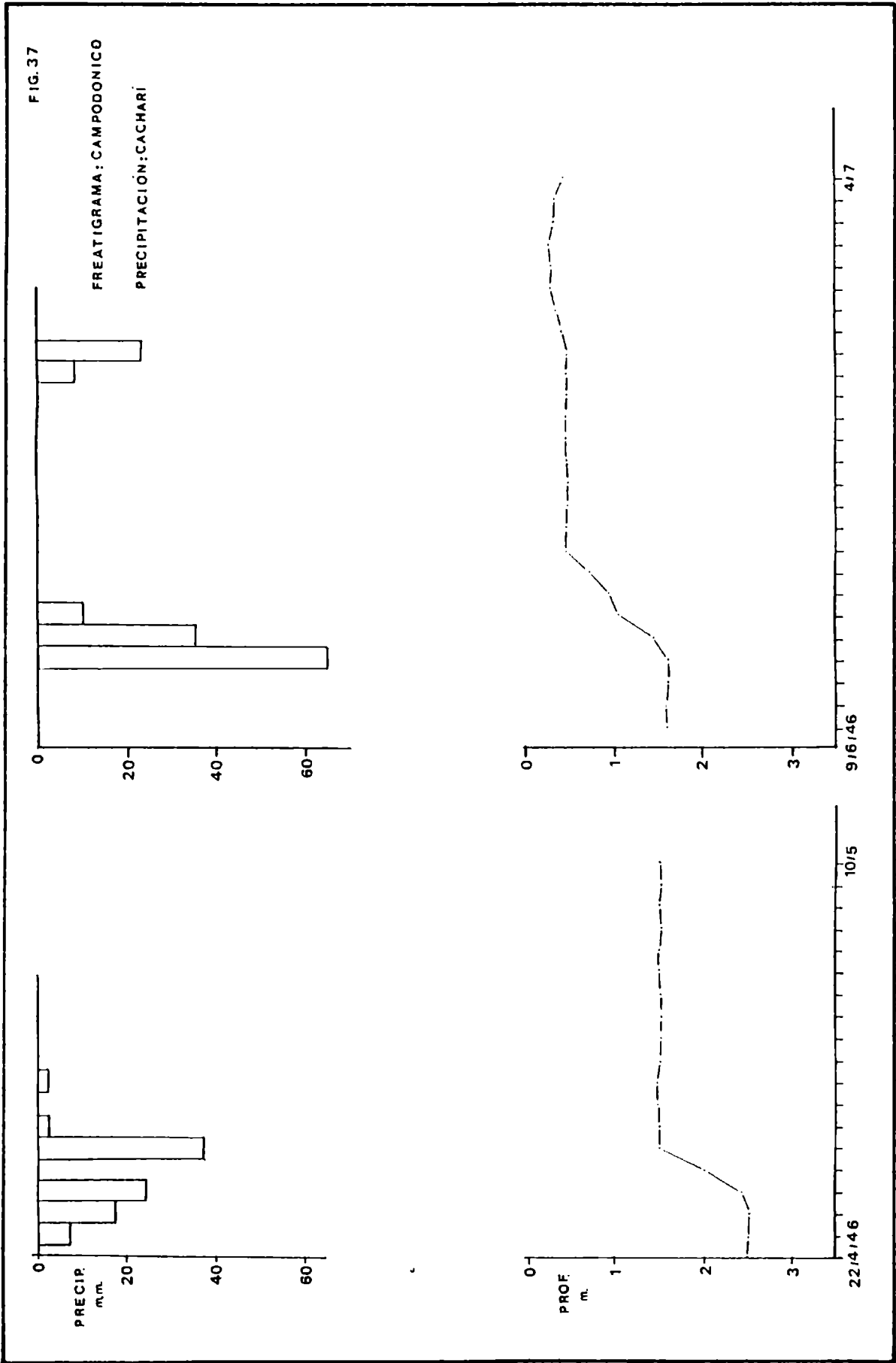


FIG.38

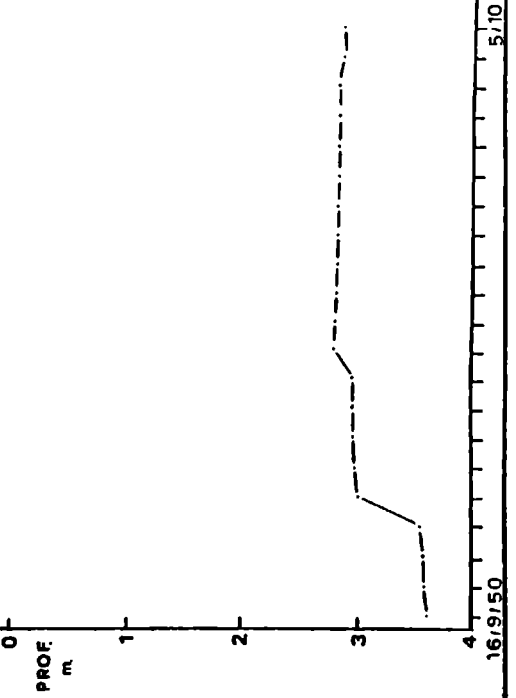
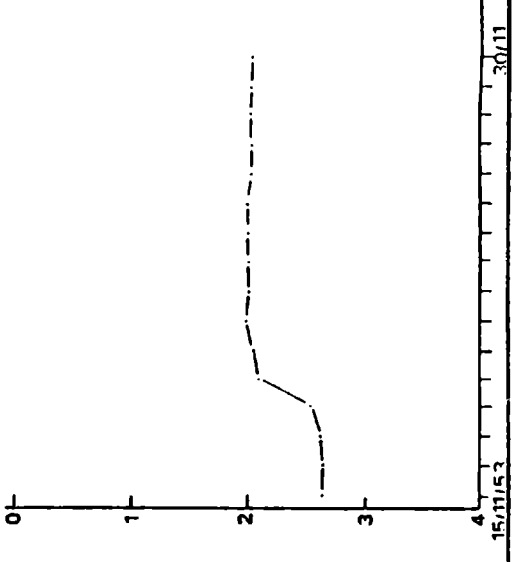
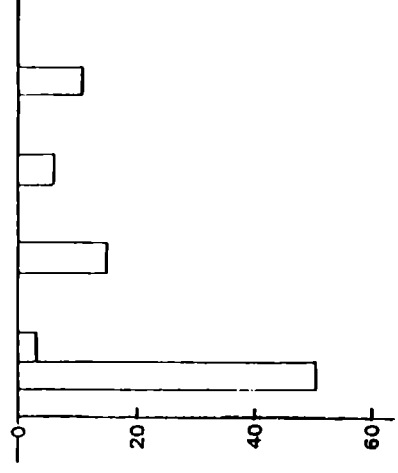
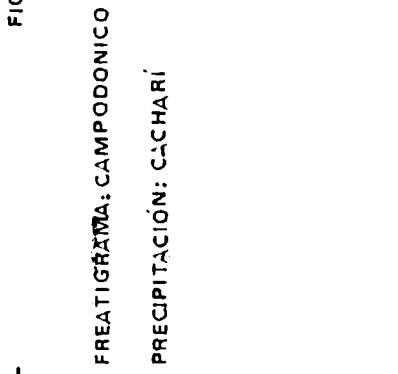


FIG.39

### RELACION VARIACION FREATICA-PRECIPITACION

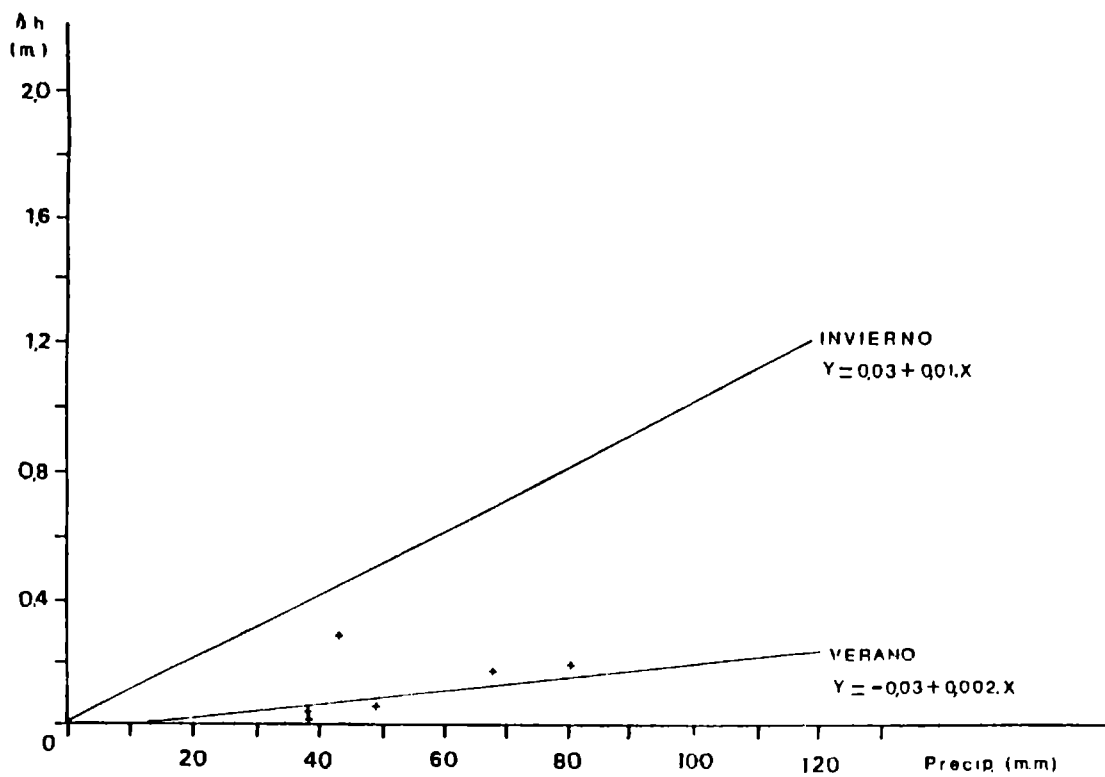


FIG. 40

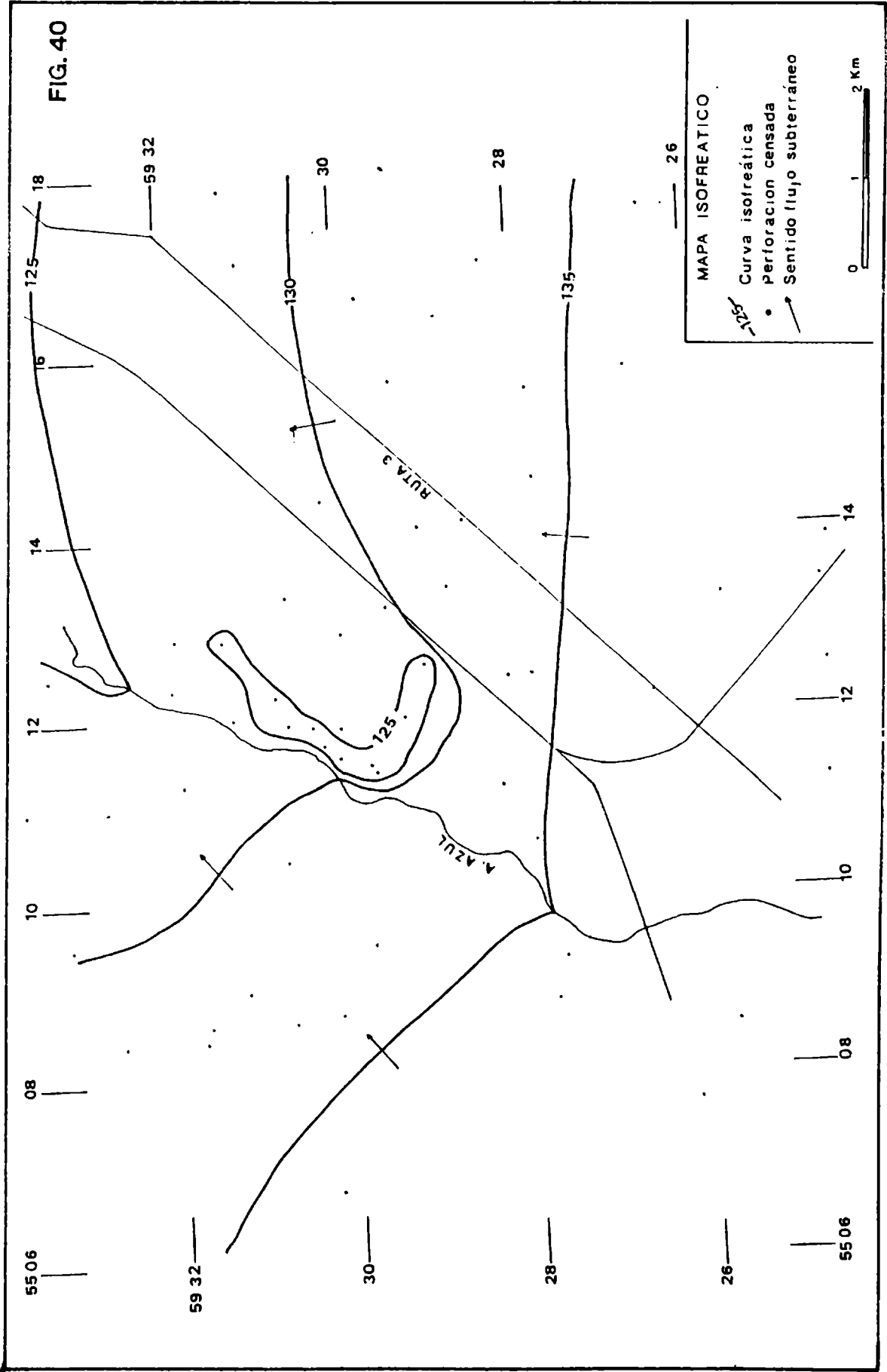
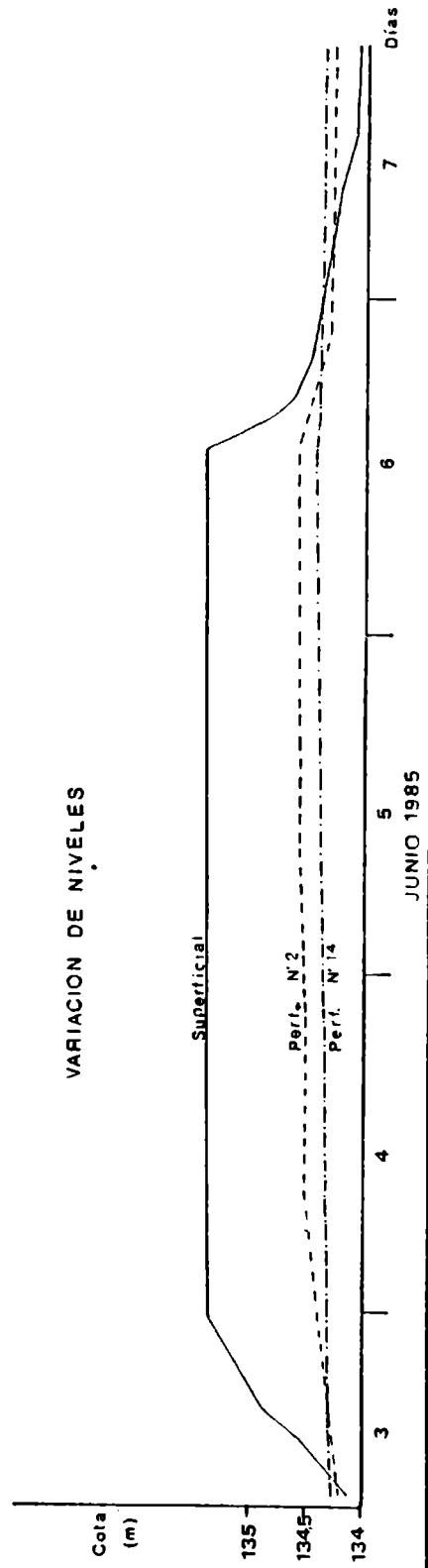
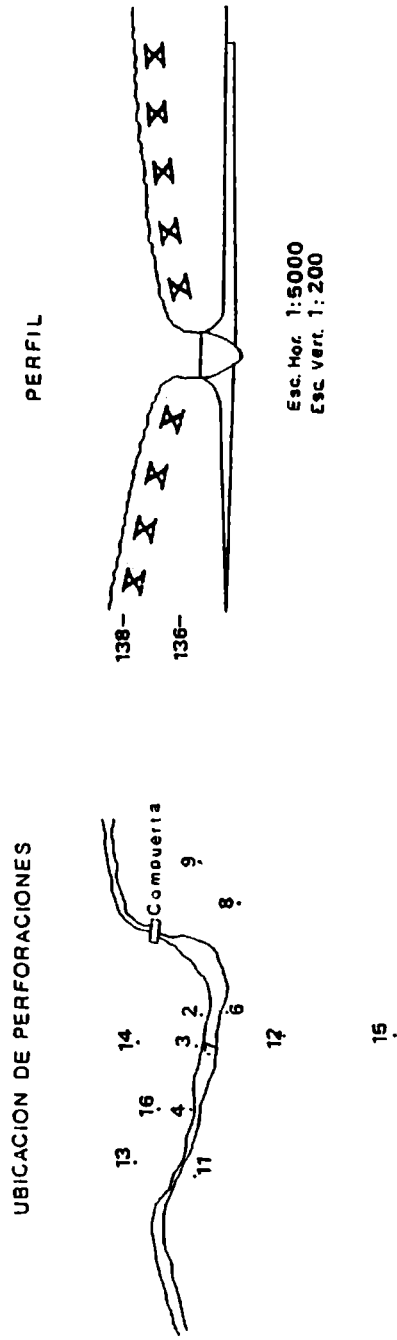
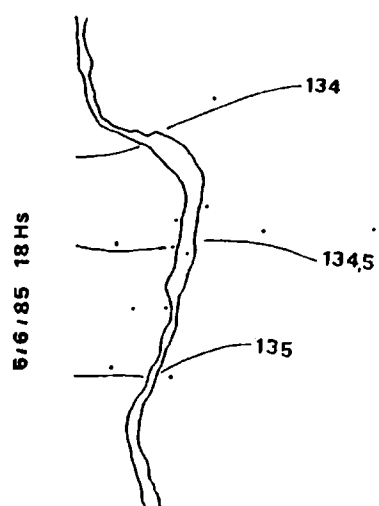
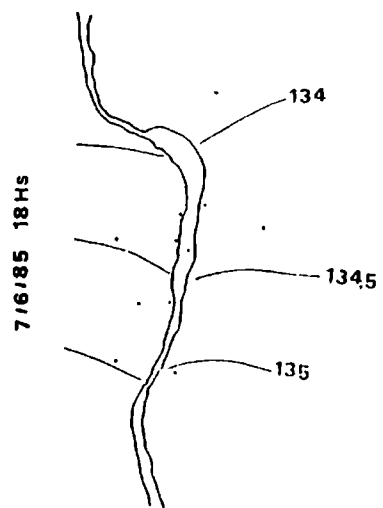
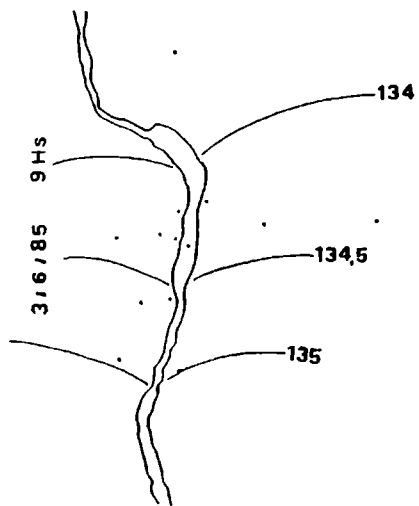
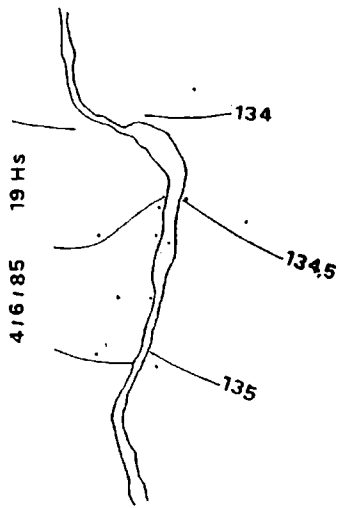
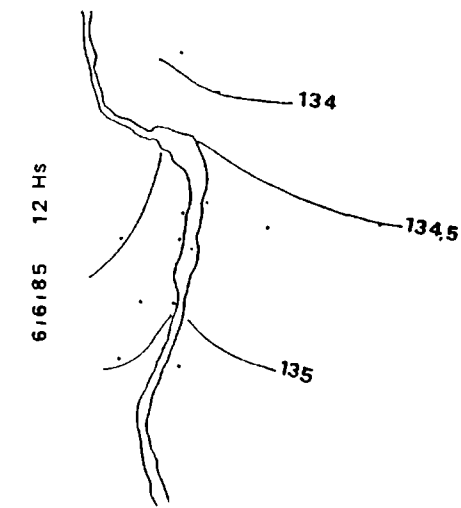


Fig.41

### ENSAYO BALNEARIO





ENSAYO BALNEARIO

134<sup>A</sup>  
Curva Isofreatica

Fig. 42

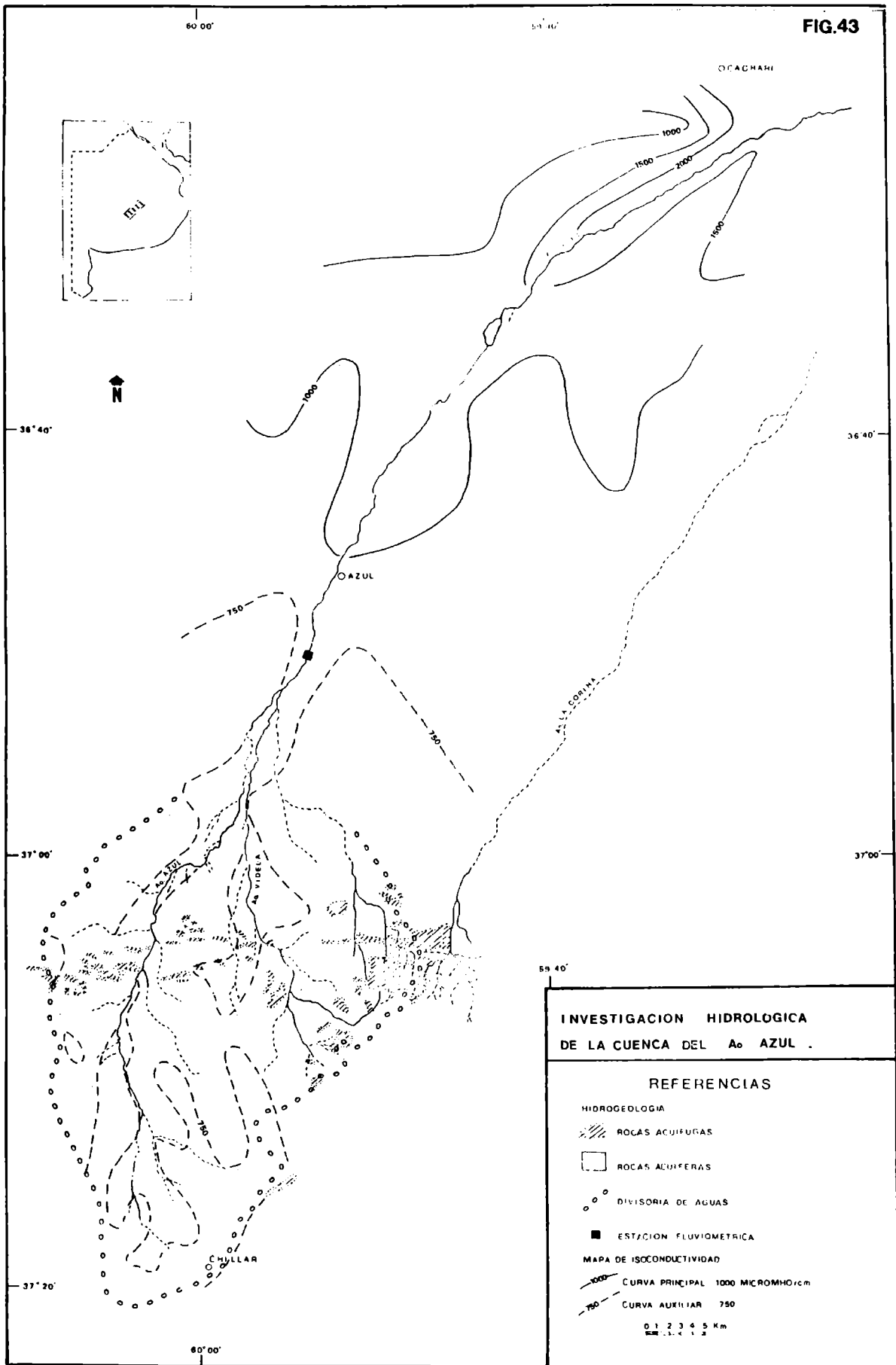


Fig. 44

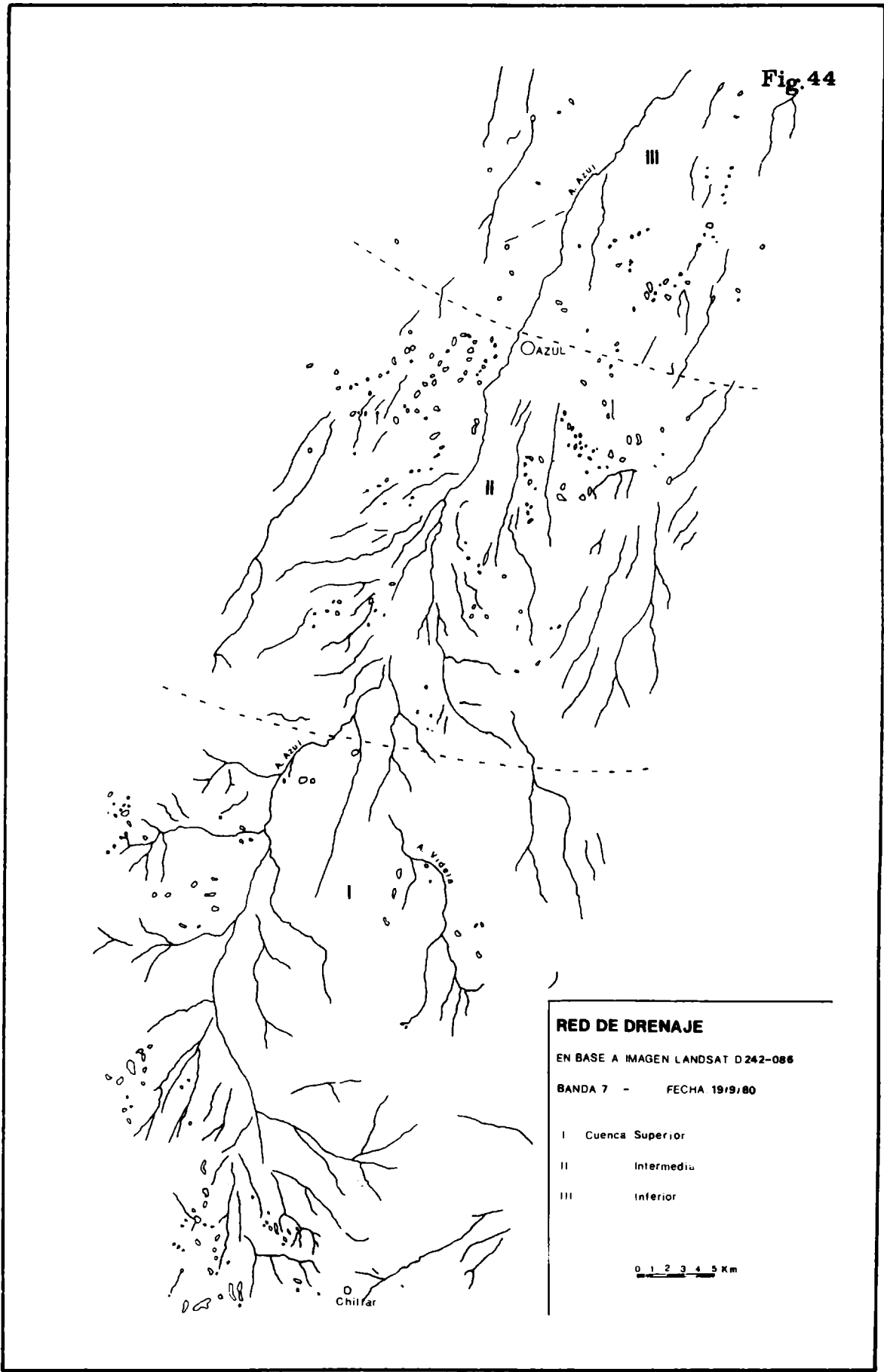
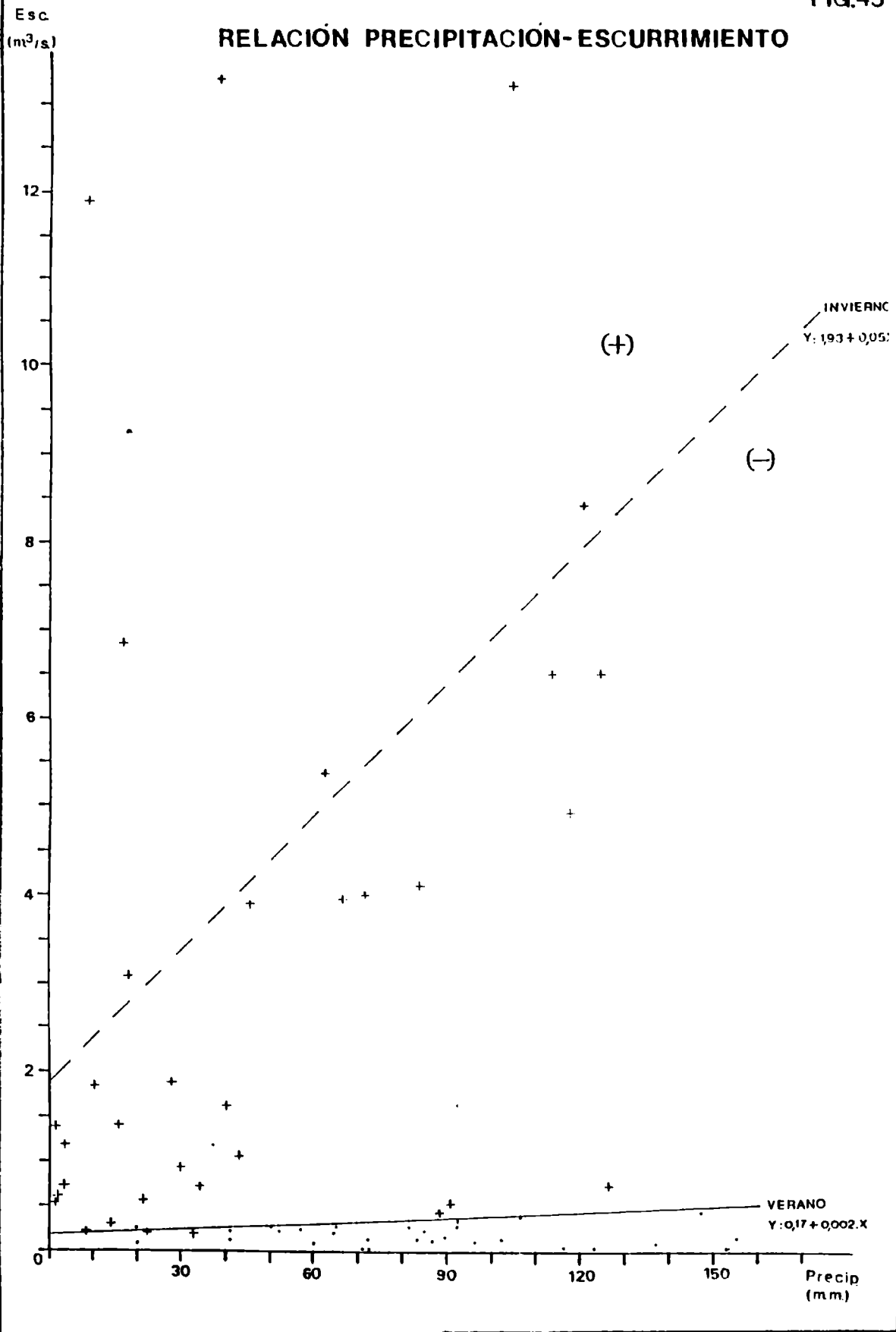


FIG.45



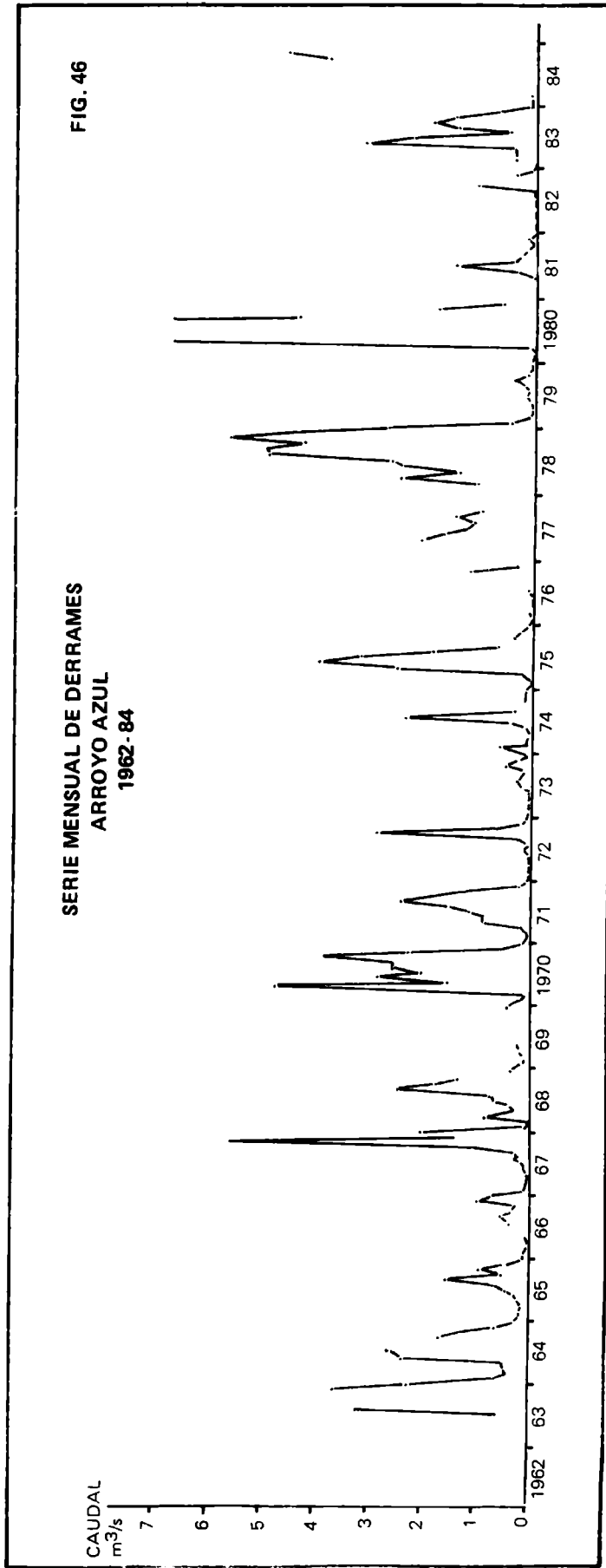


FIG. 46

SERIE MENSUAL DE DERRAMES  
 ARROYO AZUL  
 1962-84

FIG.47

**ESCURRIMIENTO FLUVIAL**

(MODULOS MENSUALES)

**A' AZUL 1962-85**

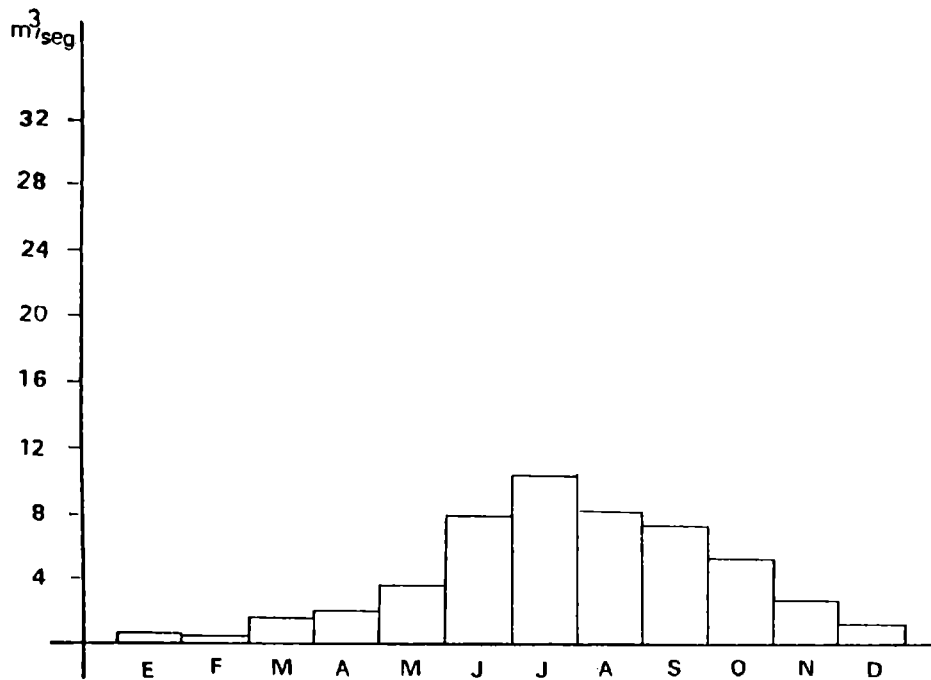
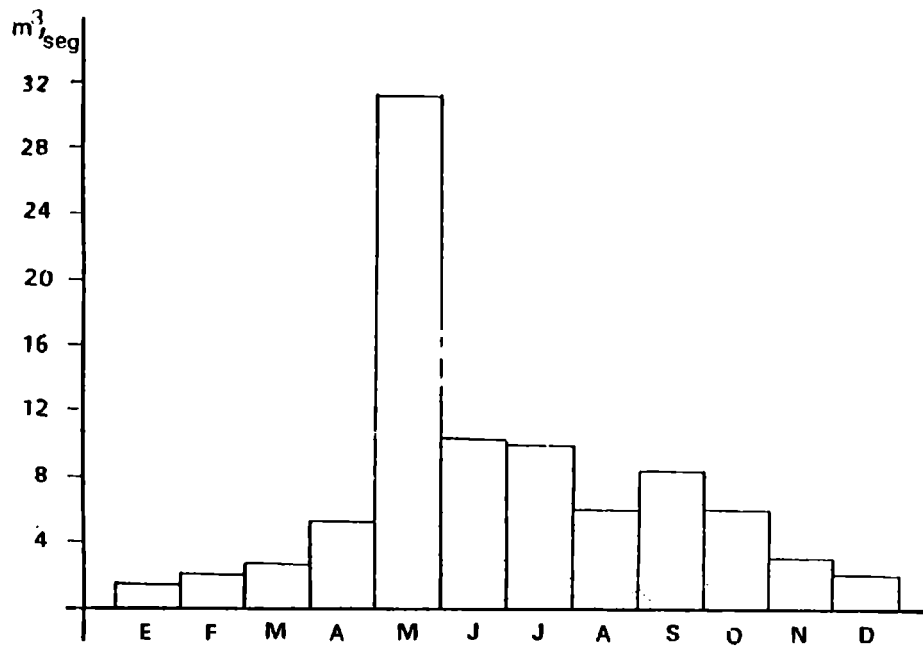


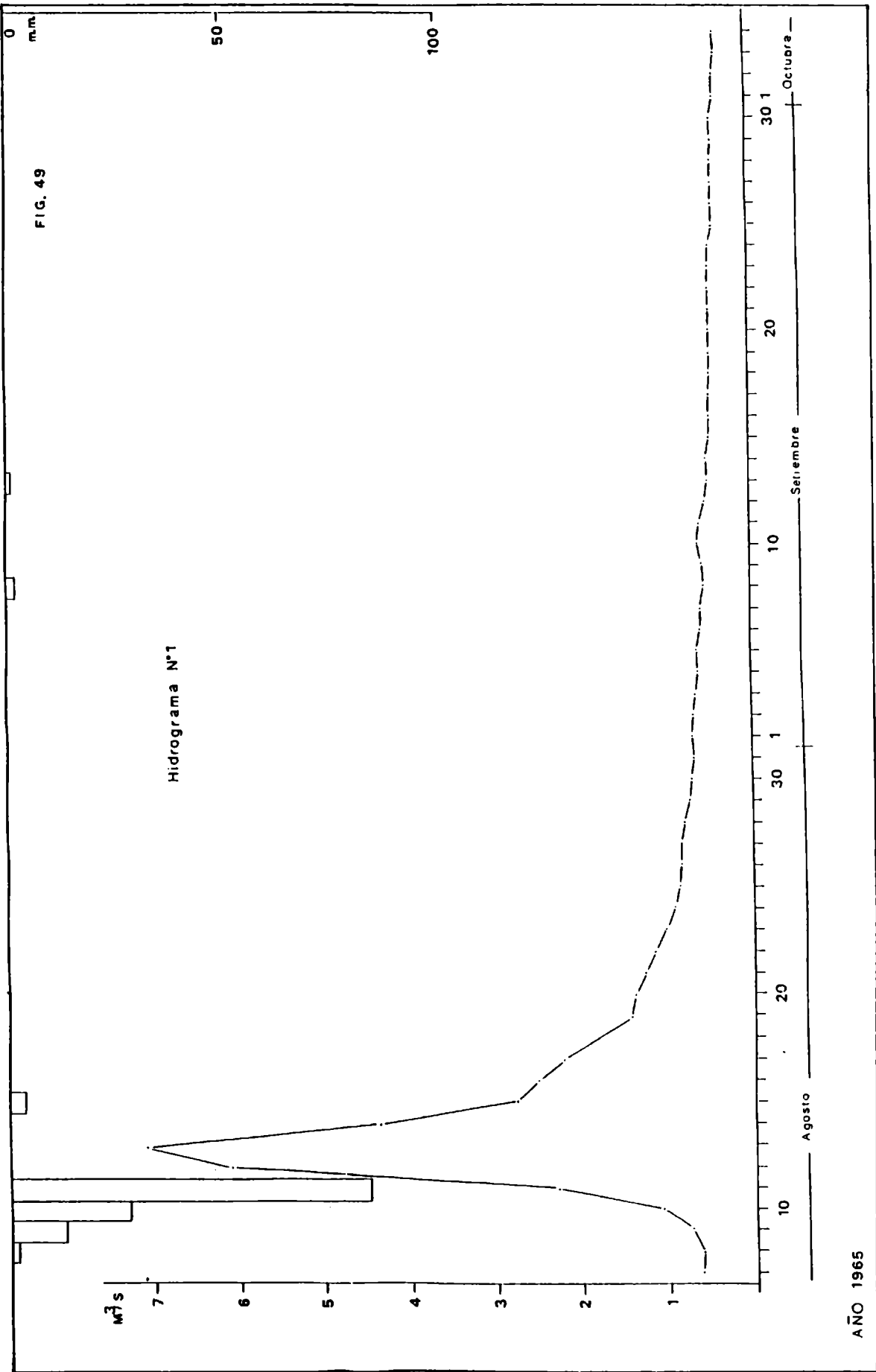
FIG.48

# ESCURRIMIENTO FLUVIAL

(MODULOS MENSUALES)

A: LA CORINA 1954-57

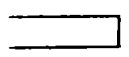
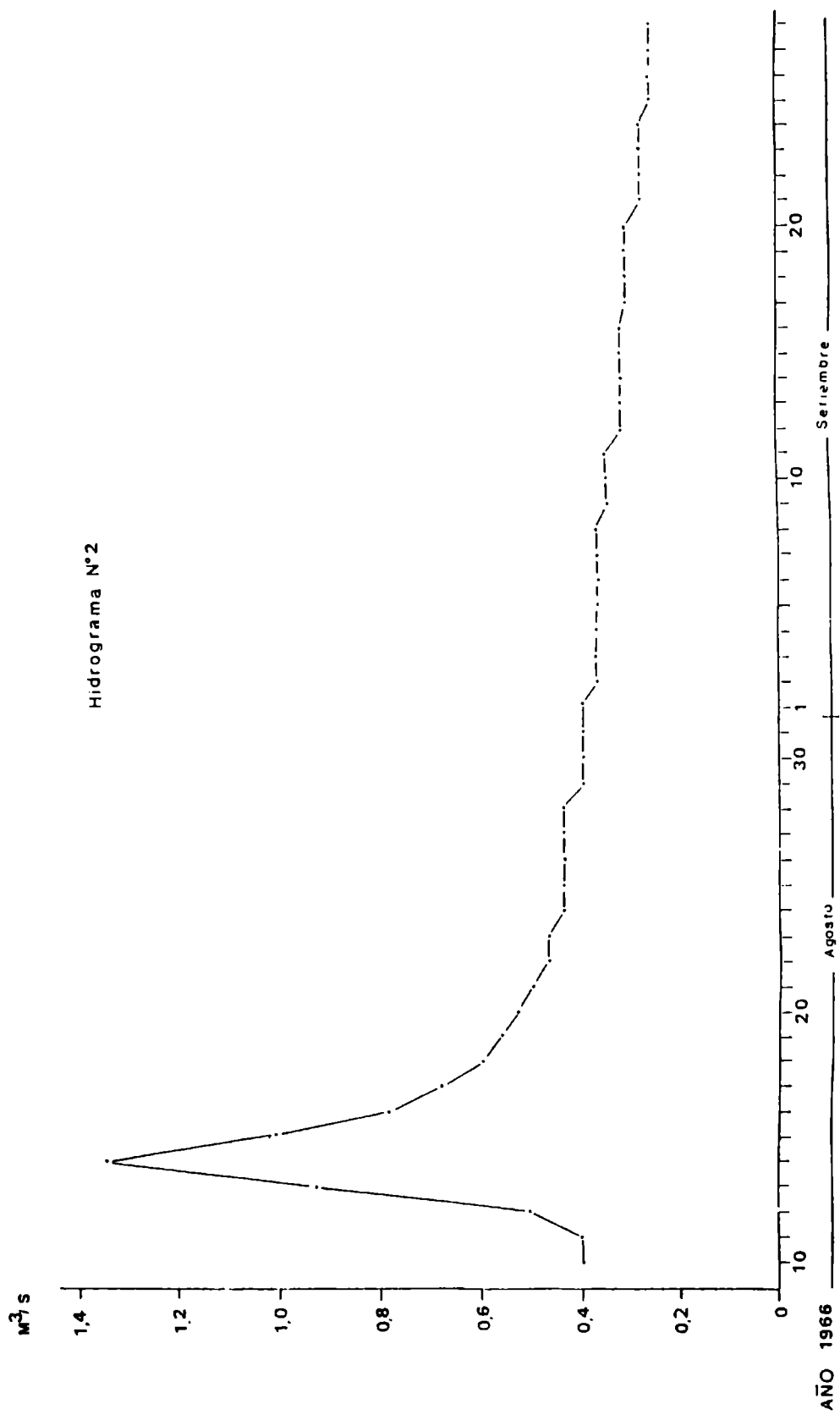




U  
mm  
10  
20

FIG. 50

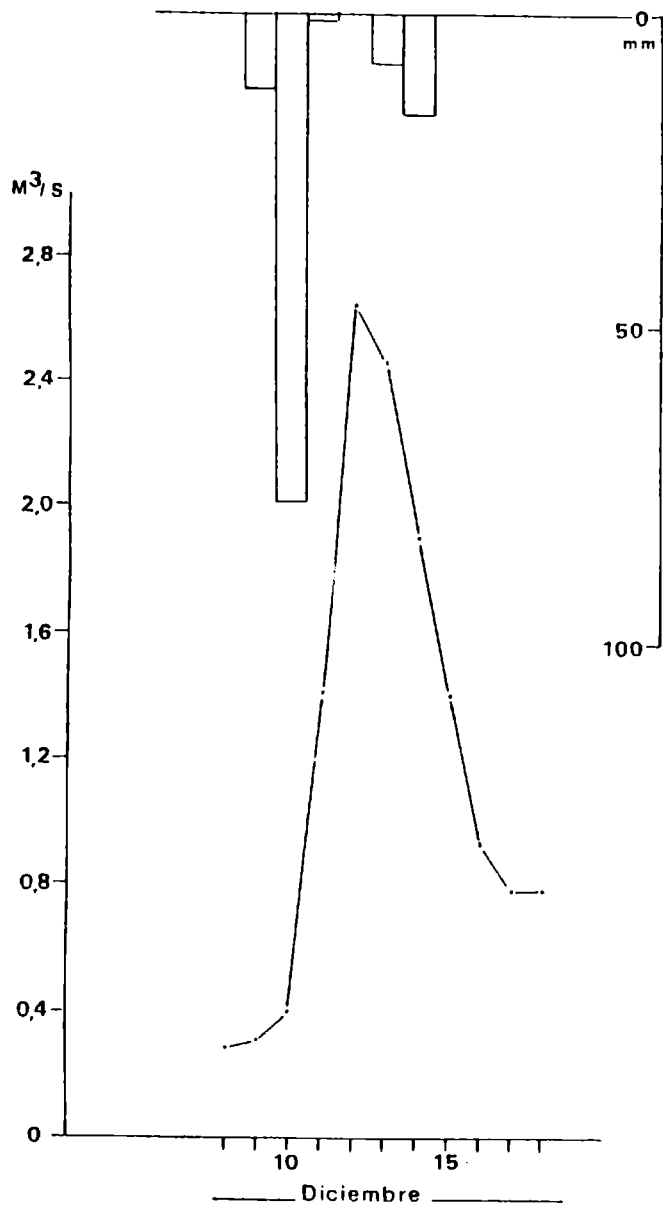
Hidrograma N°2



AÑO 1966

Fig. 51

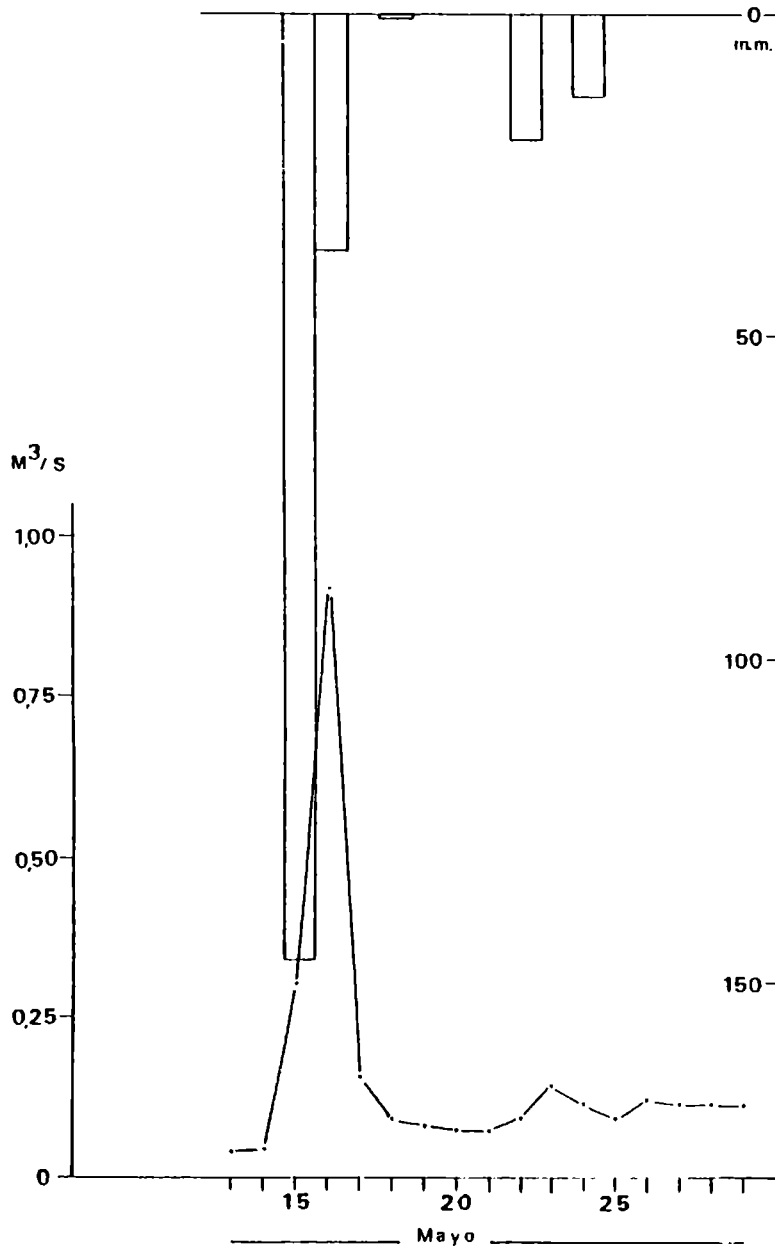
Hidrograma N°3



AÑO 1966

Fig 52

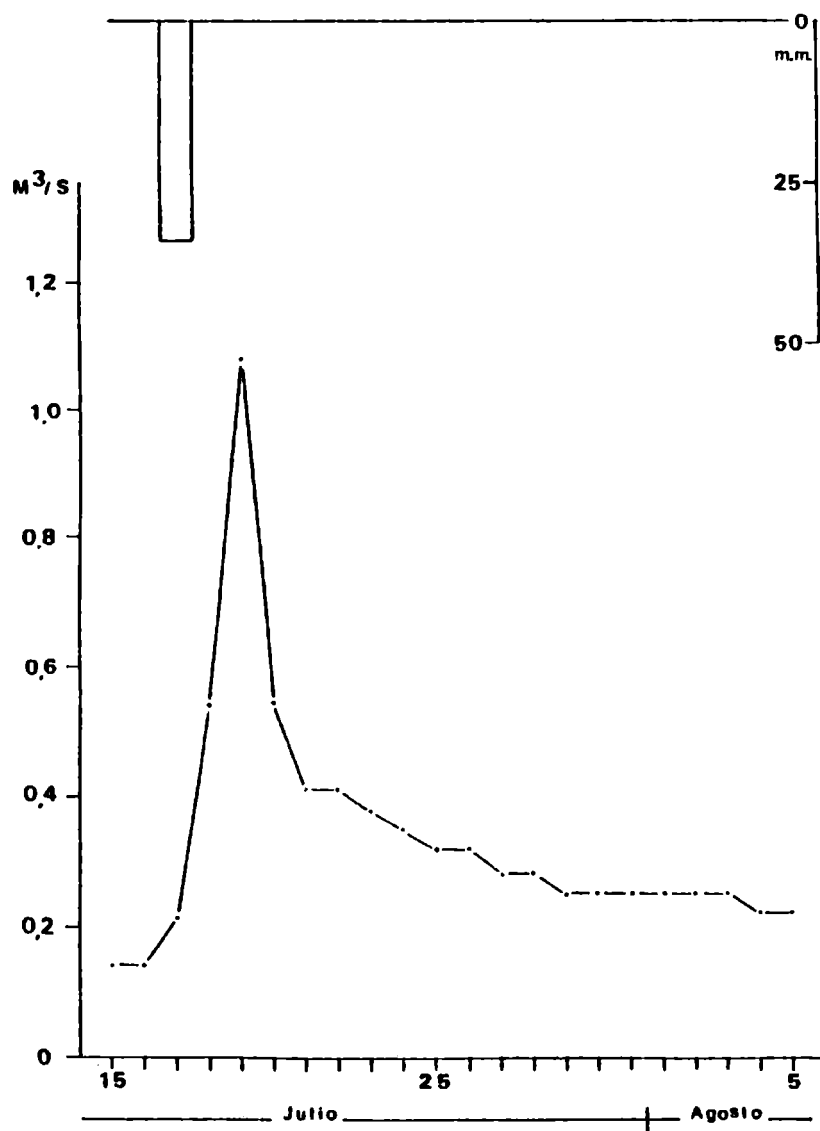
Hidrograma N° 4



AÑO 1967

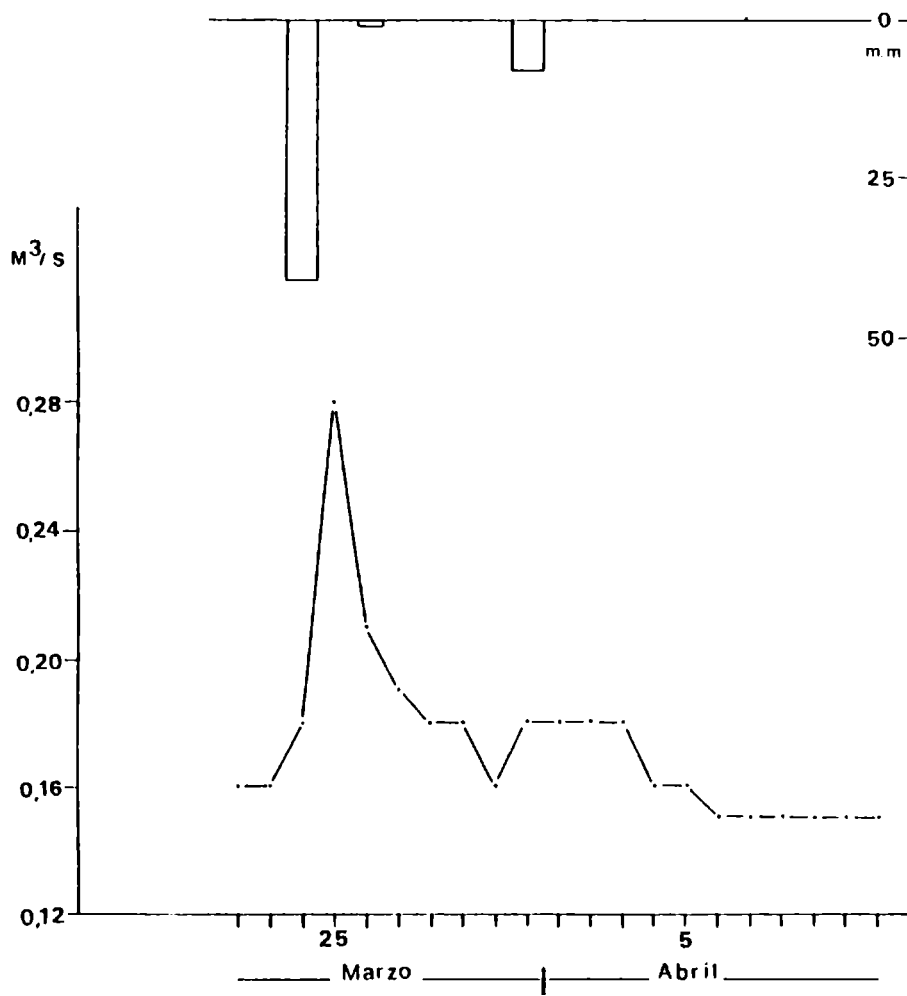
Fig. 53

Hidrograma N°5



AÑO 1967

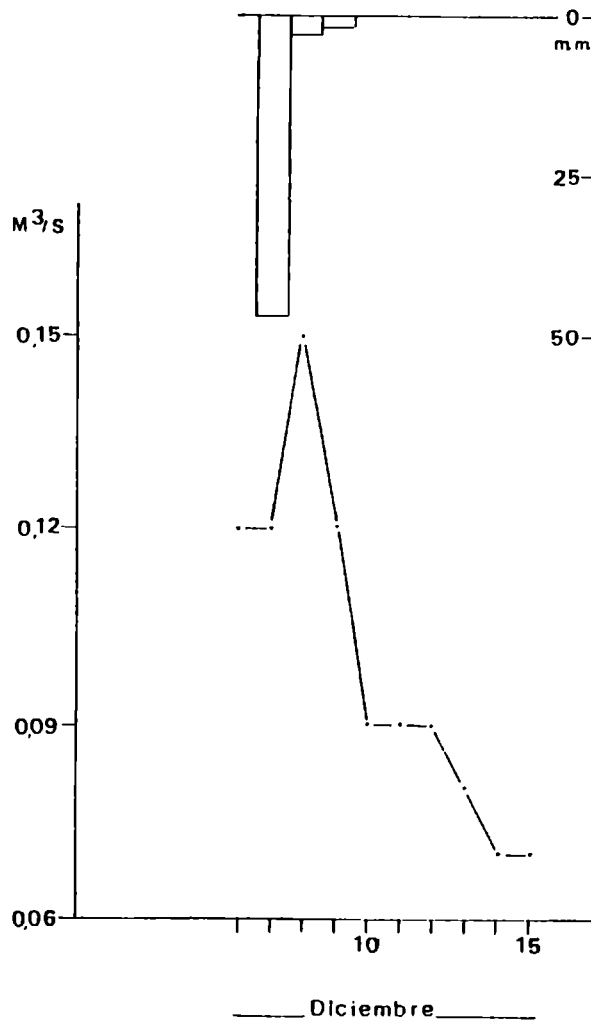
Hidrograma N° 6



AÑO 1969

FIG. 55

Hidrograma N° 7



AÑO 1972

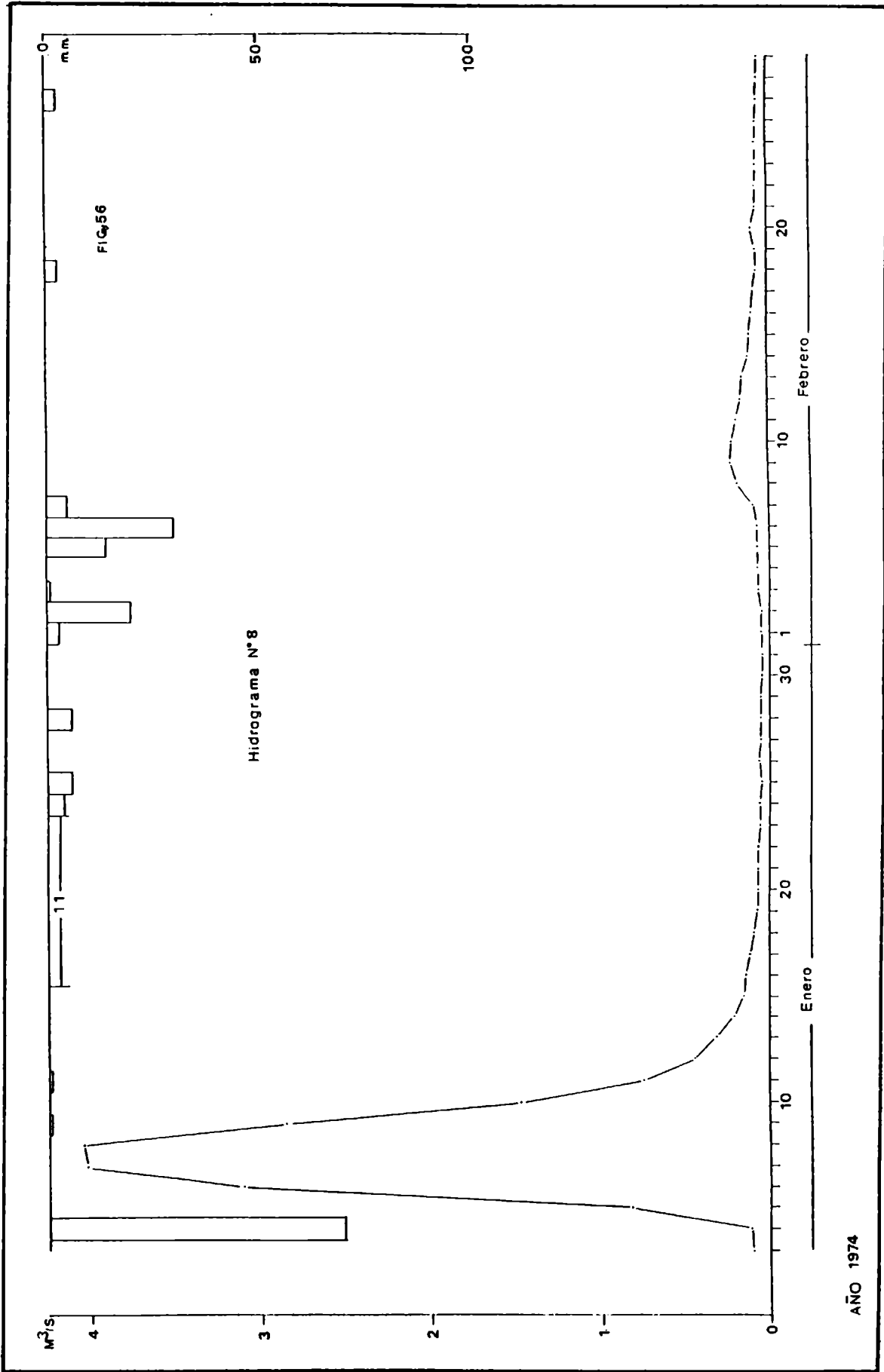


FIG.57

Hidrograma N°9

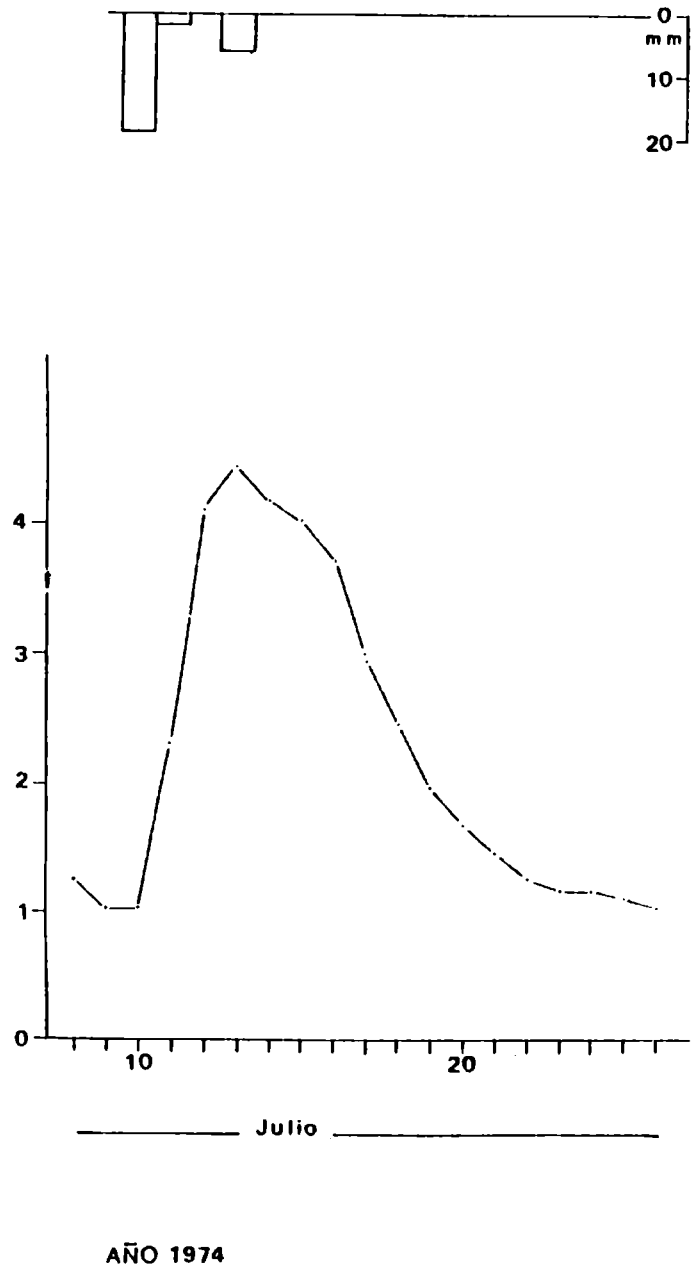
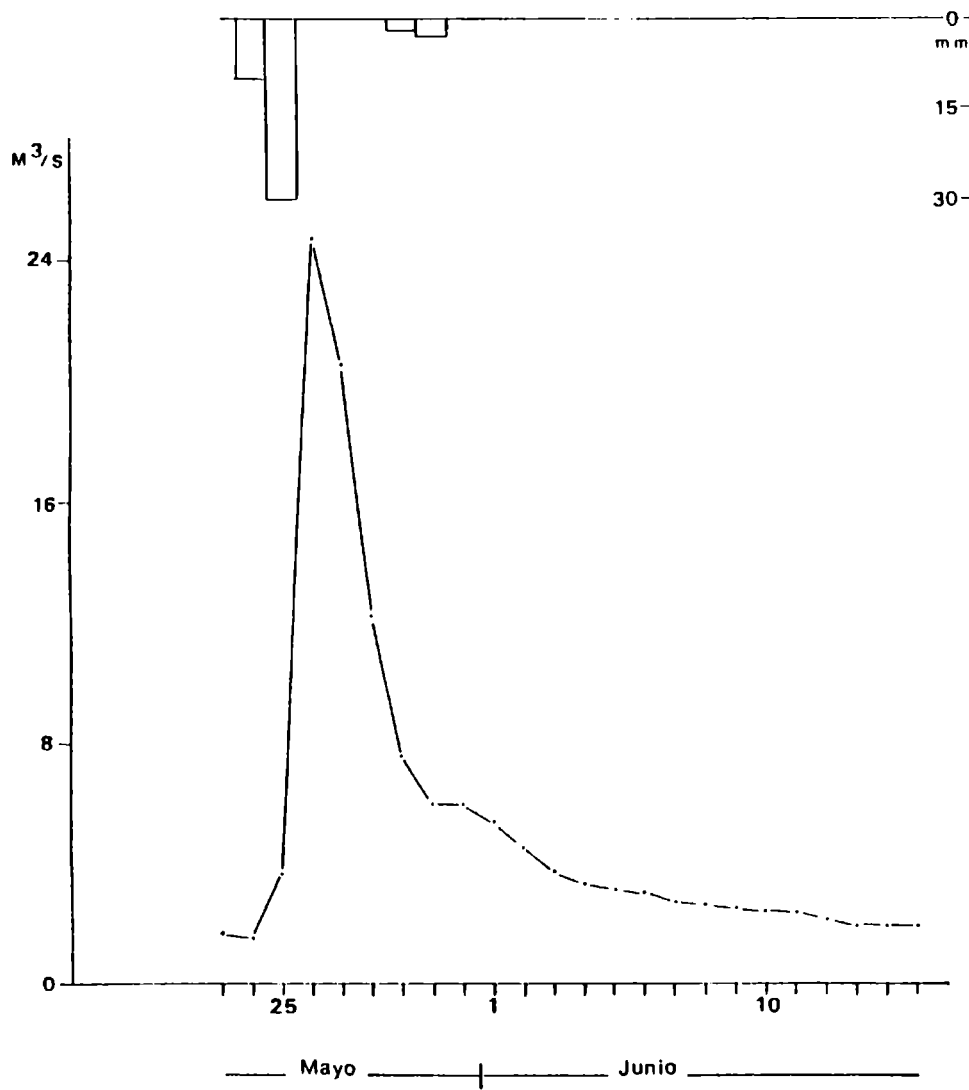


FIG 58

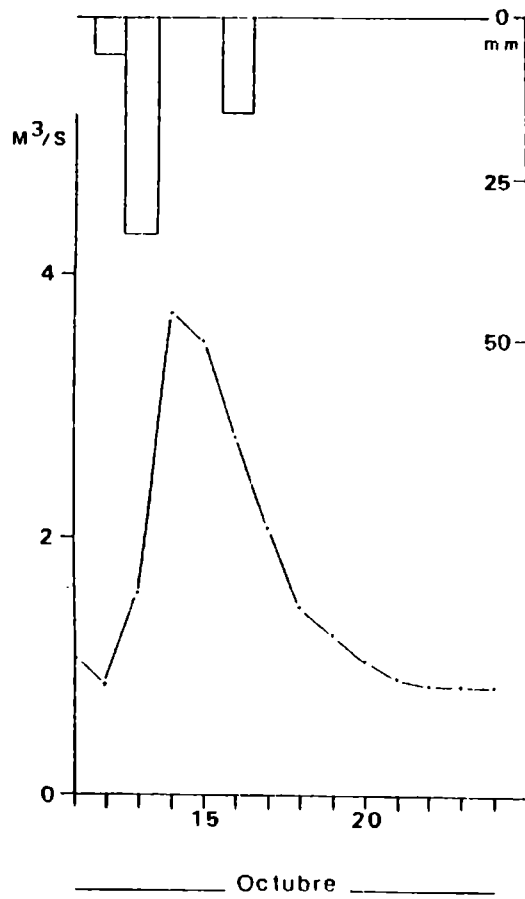
Hidrograma N° 10



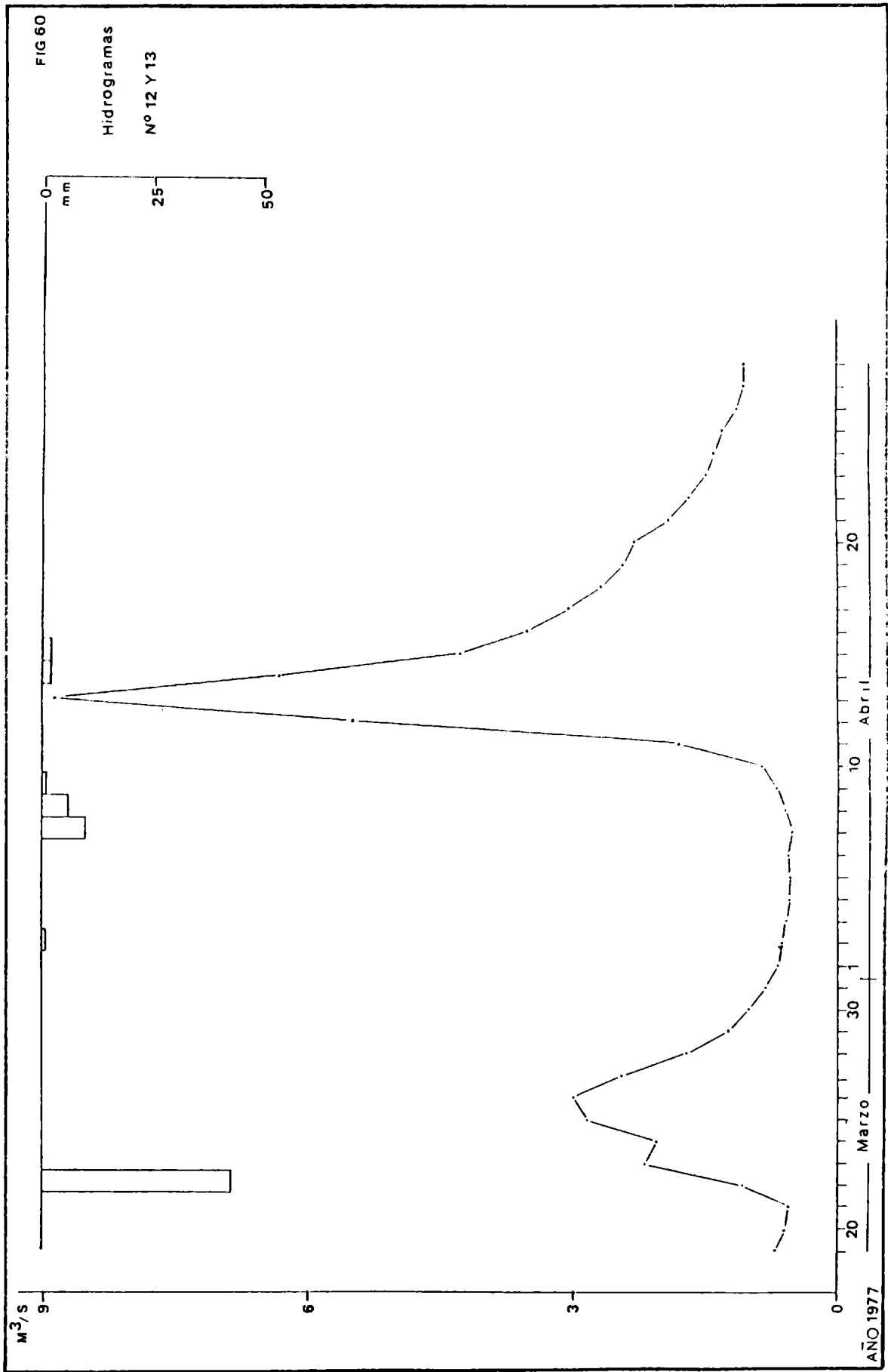
AÑO 1975

FIG.59

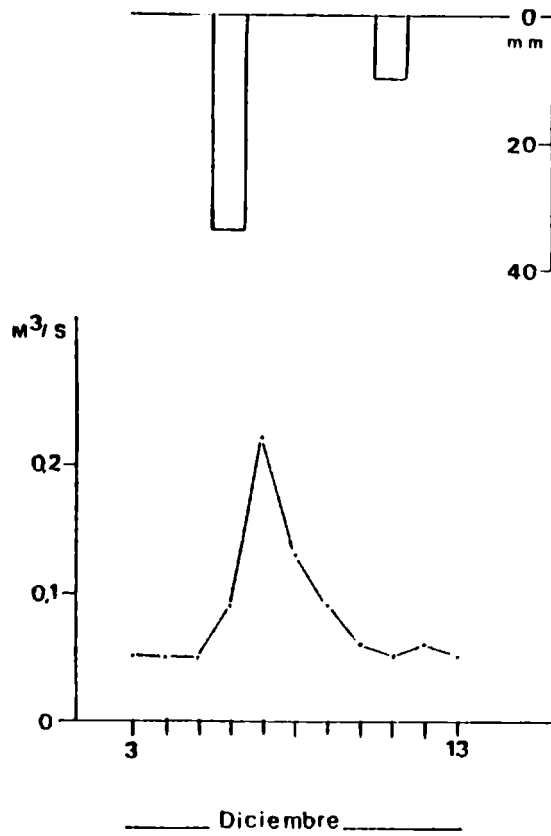
Hidrograma N° 11



AÑO 1976



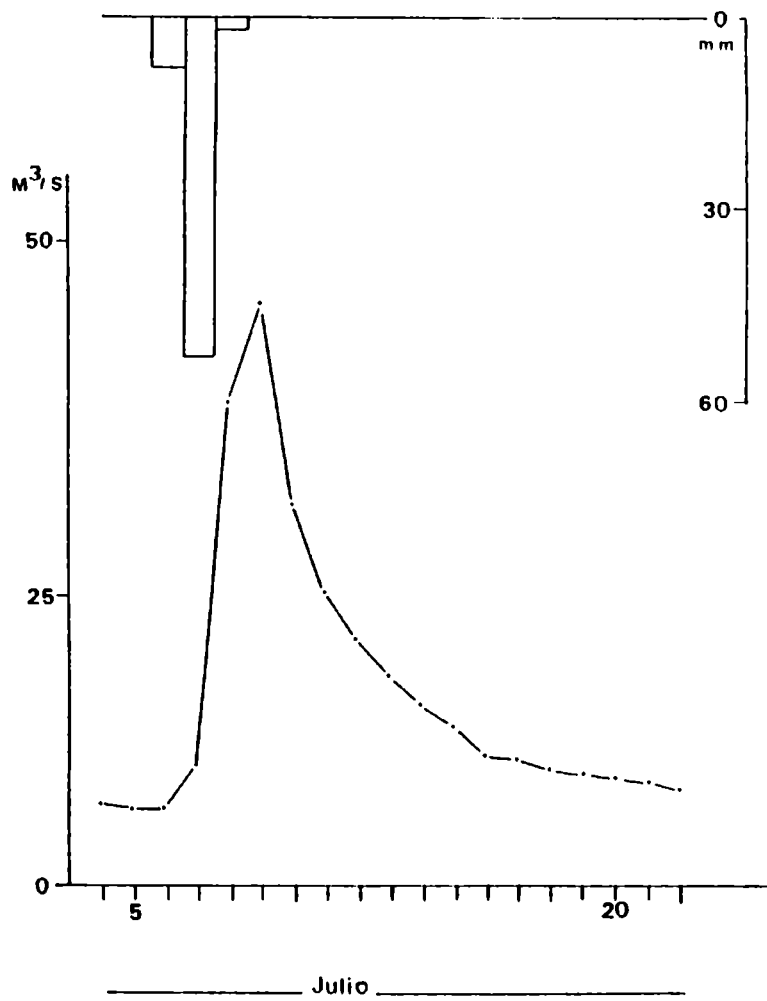
Hidrograma N° 14



AÑO 1979

FIG 62

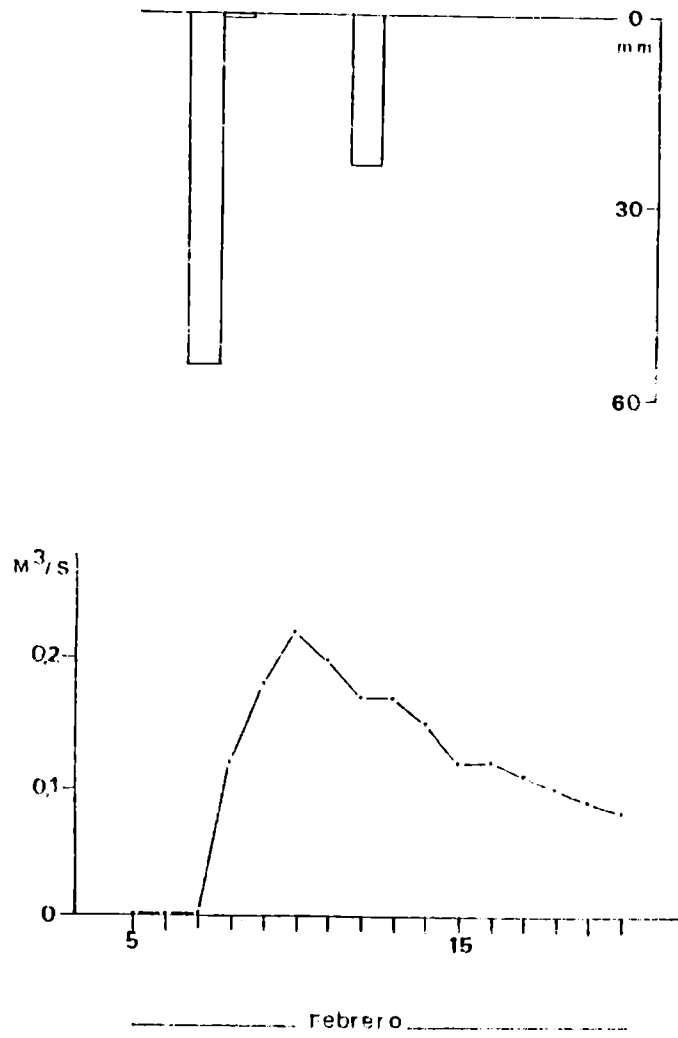
Hidrograma N° 15



AÑO 1980

FIG 63

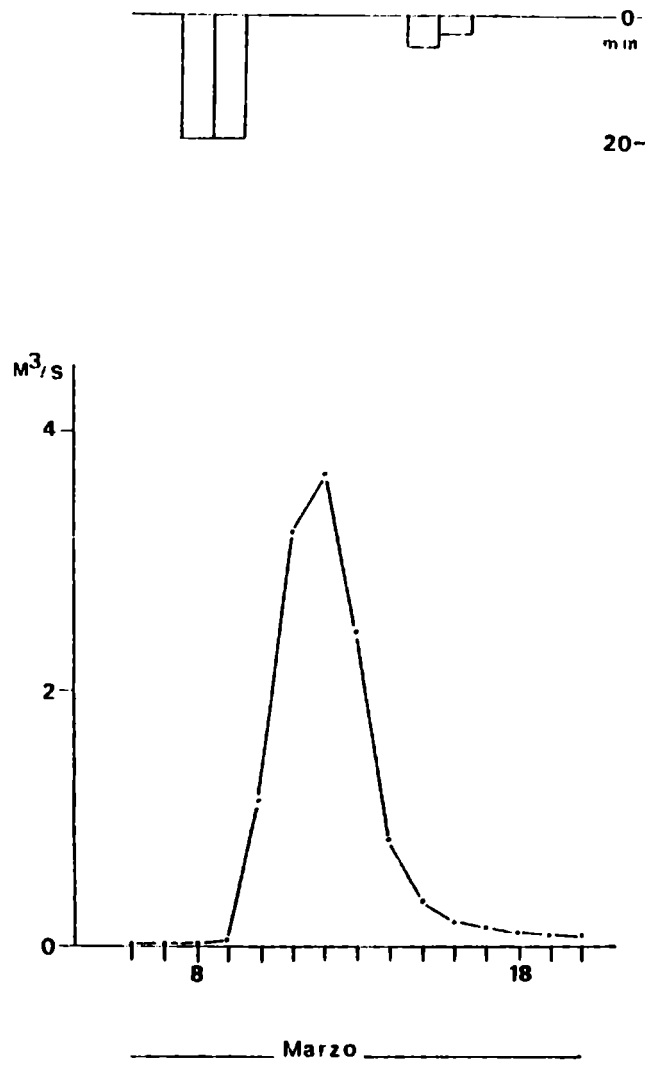
Hidrograma Nº 16



ANO 1981

FIG 64

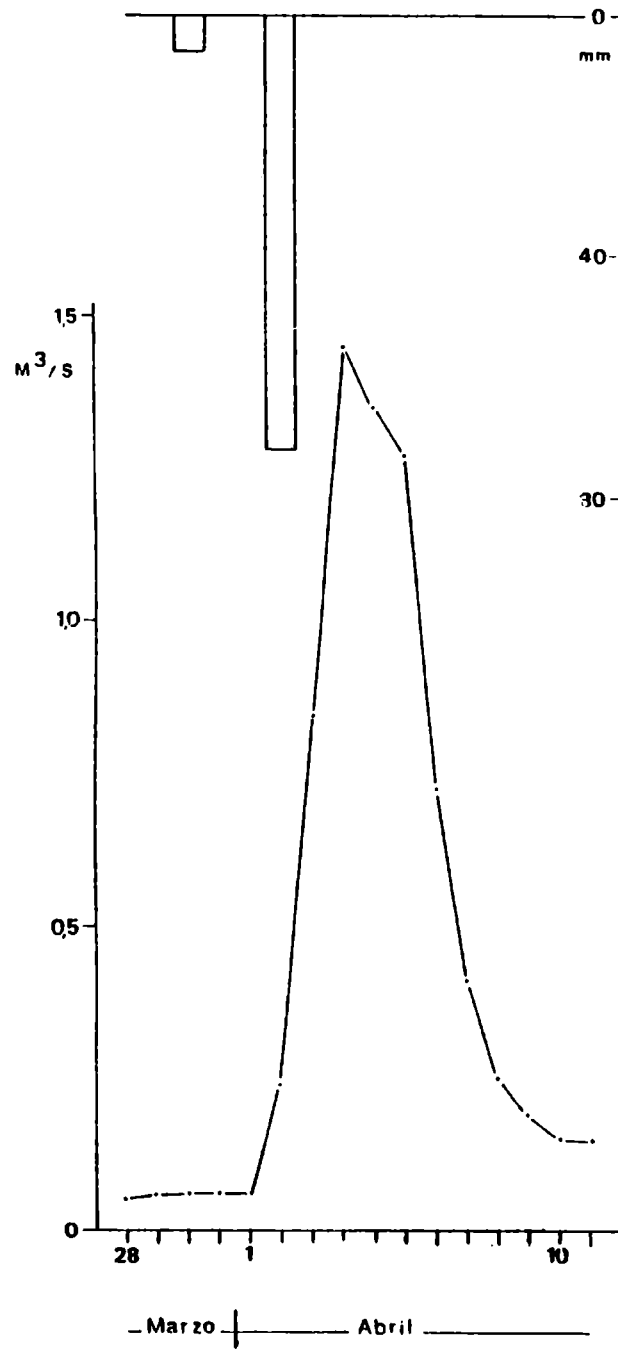
Hidrograma Nº17



AÑO 1983

FIG 65

Hidrograma Nº 18

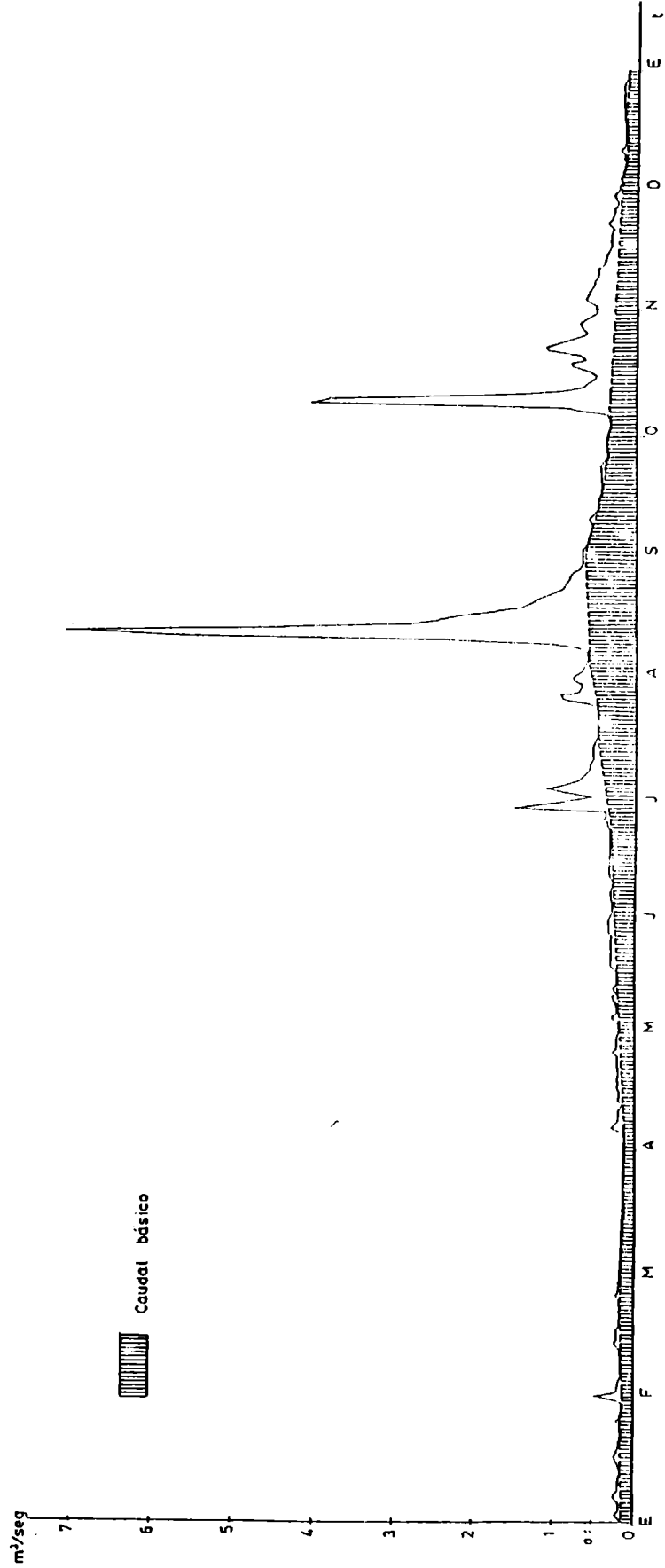


AÑO 1983

FIG. 67

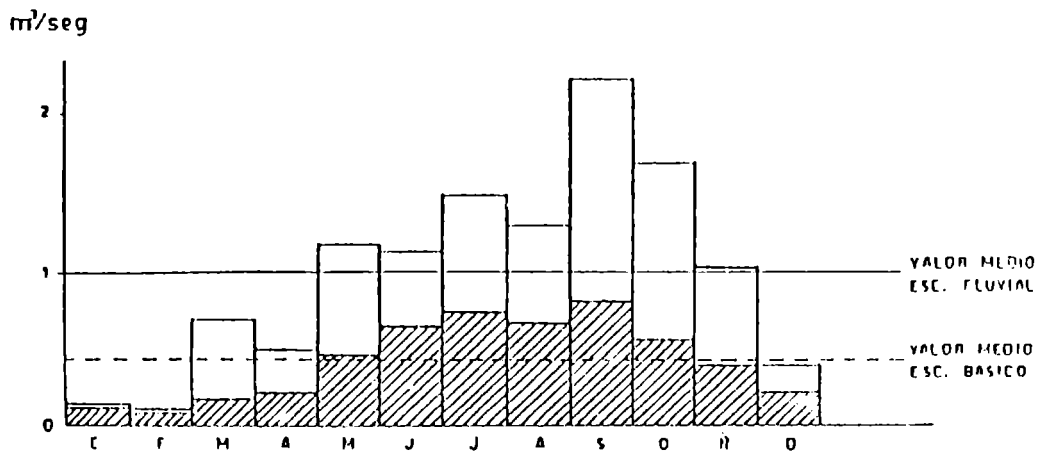
SEPARACION DEL ESCURRIMIENTO FLUVIAL A° AZUL ( KRUSE, 1984 )

AÑO 1965

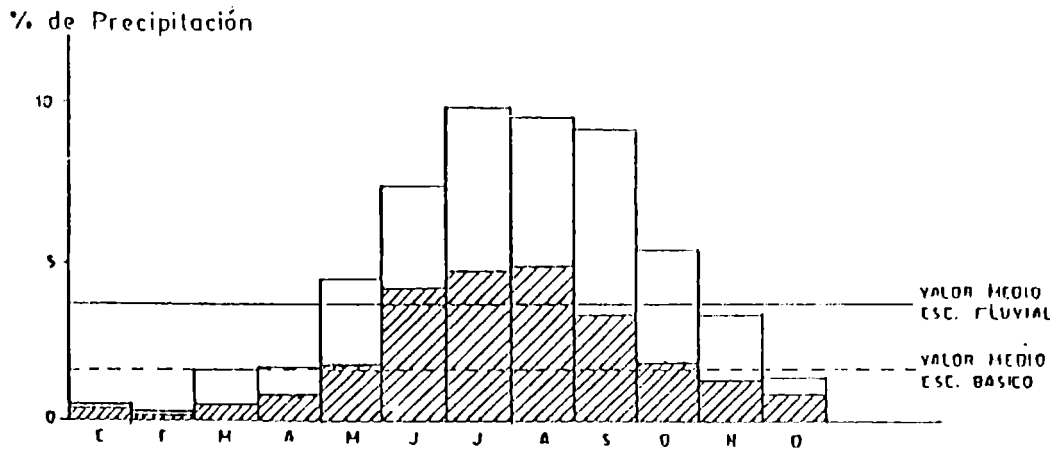


ESCURRIMIENTO FLUVIAL Y BASICO DEL A° AZUL

(KRUSE,1984)

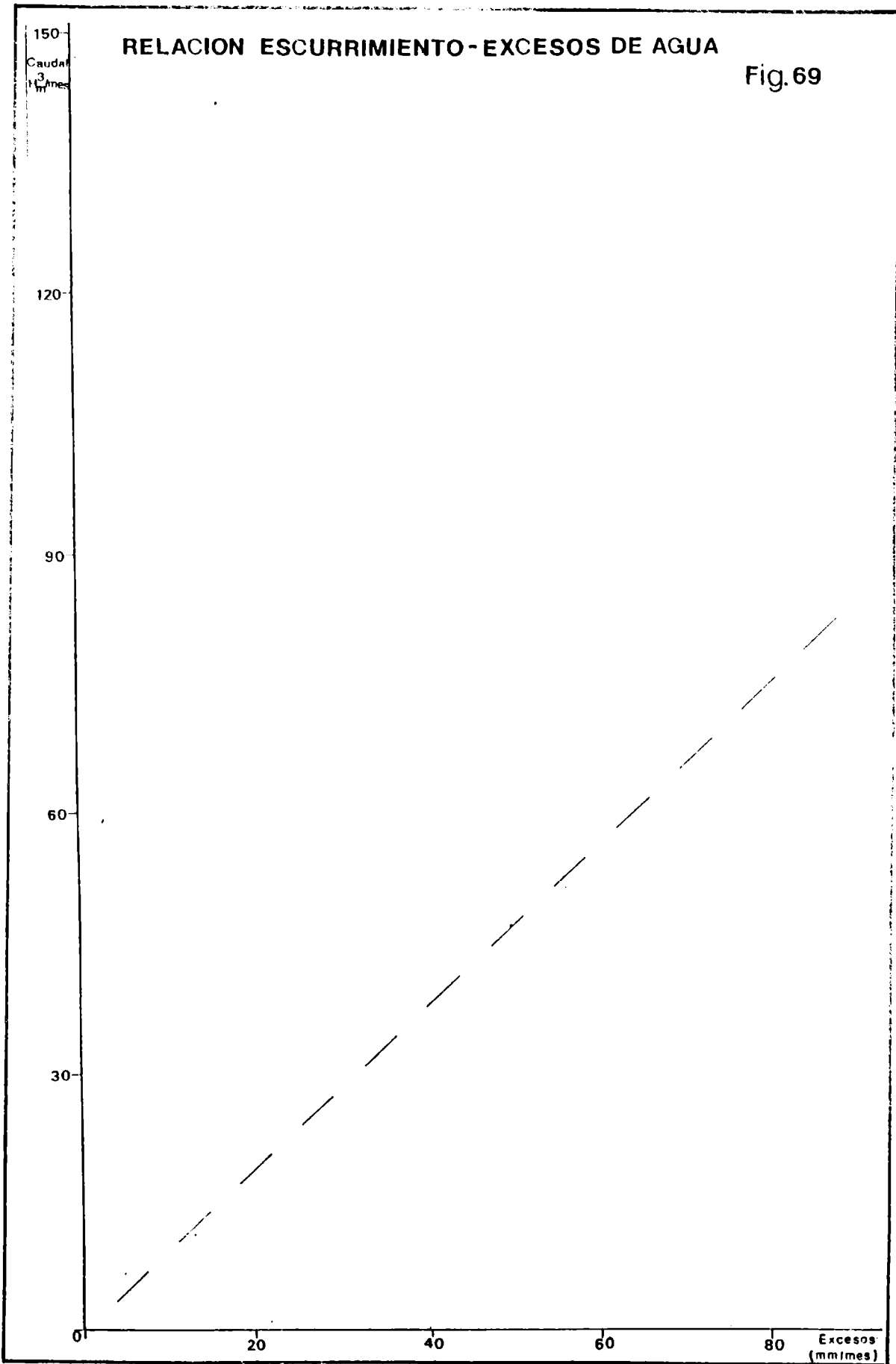


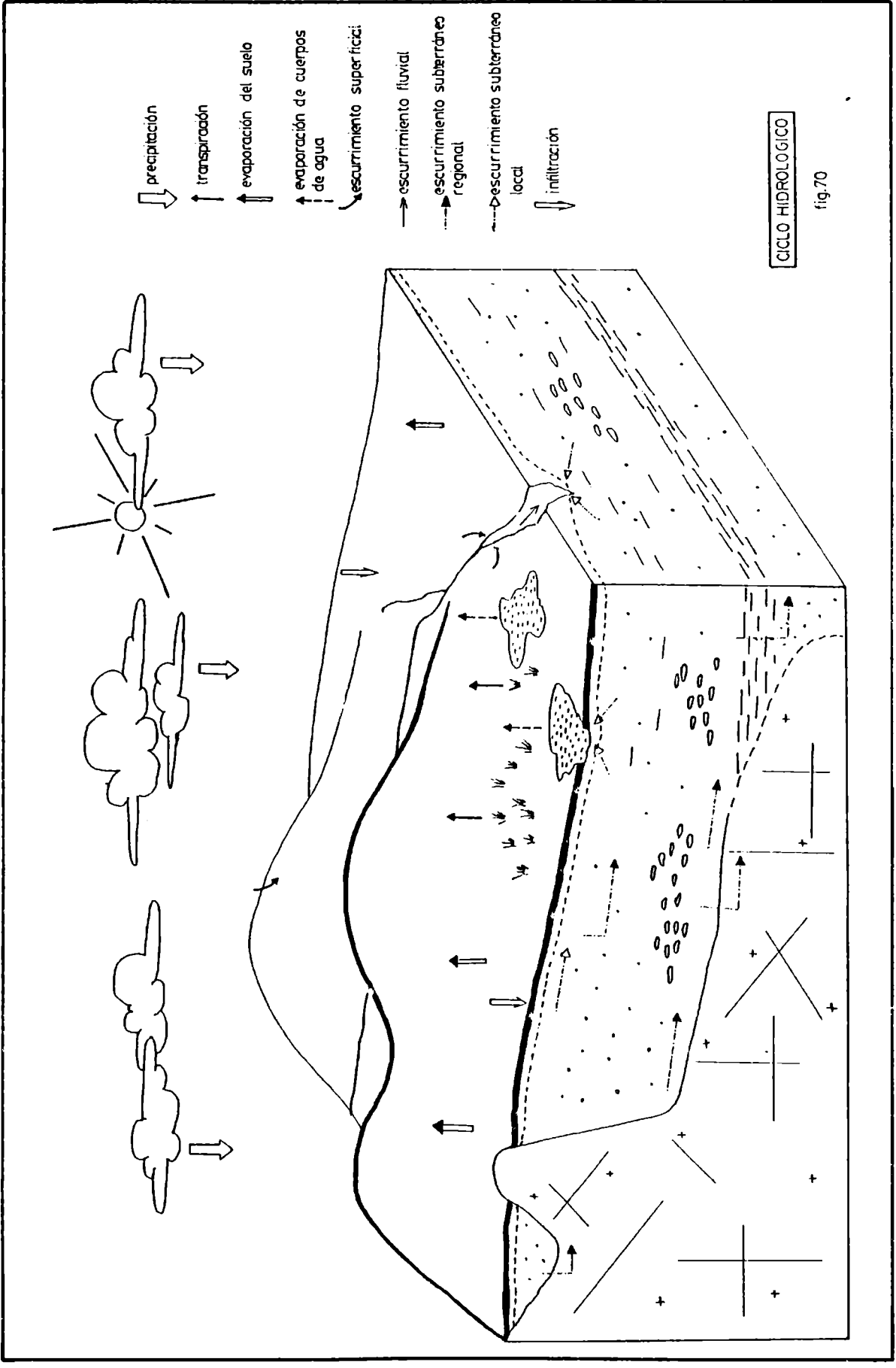
a- DISTRIBUCION MODULAR MENSUAL

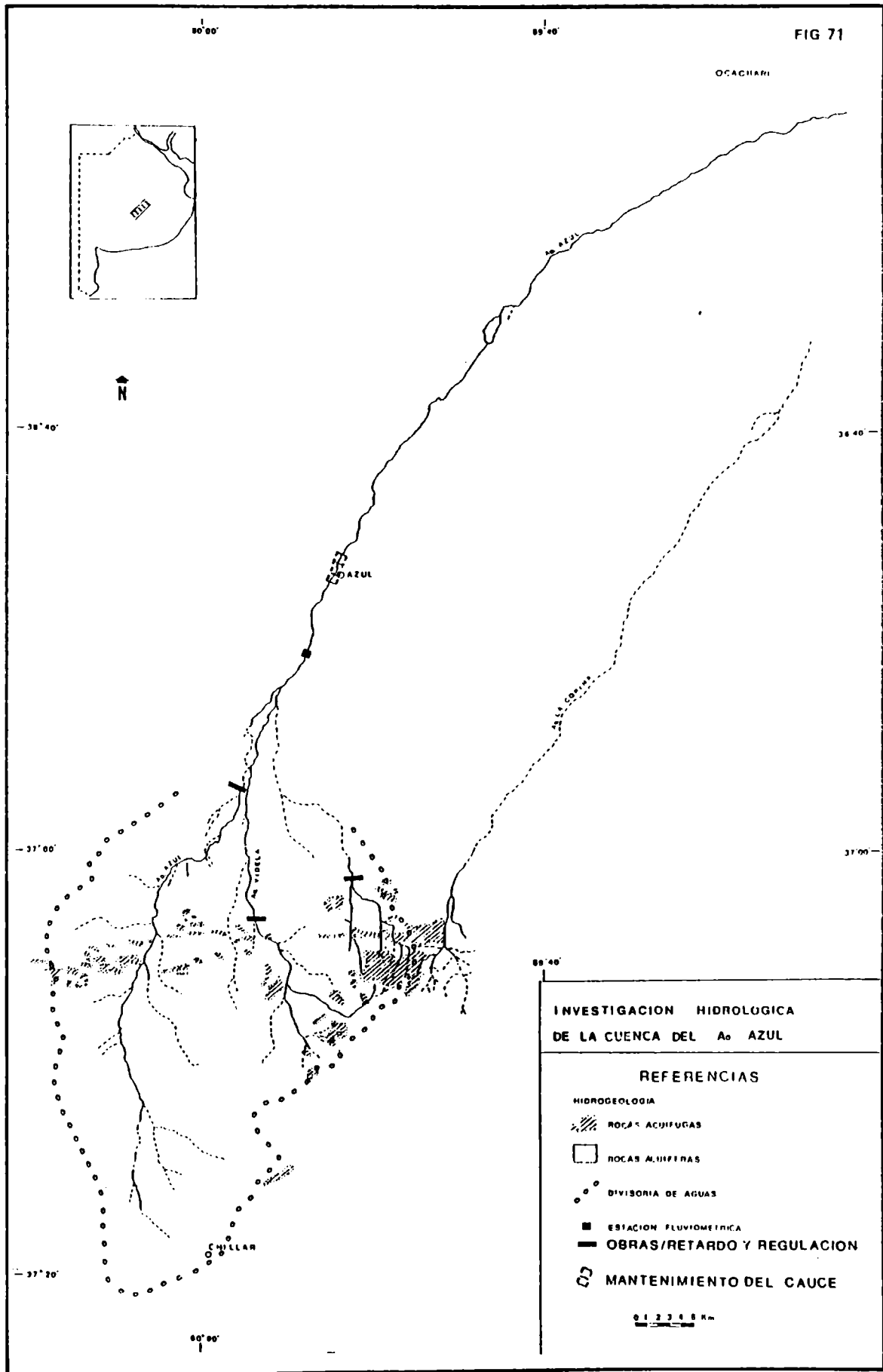


b- VARIACION PORCENTUAL

 Caudal básico







## CUADROS

1. Mapas topográficos IGM de la región
2. Principales perforaciones documentadas
3. Información pluviométrica
4. Censo de perforaciones
5. Crecidas seleccionadas
6. Precipitación Azul (1964-84)
7. Precipitación pluviógrafo DRH. Azul (1964-84)
8. Balance hídrico Azul (1901-85)
9. Balance hídrico Azul (1951-60)
10. Balance hídrico Tandil (1951-60)
11. Balance hídrico López Juárez (1951-60)
12. Balance hídrico Las Flores (1951-60)
13. Variaciones freáticas
14. Balance de tormentas
15. Precipitaciones Chillar y Azul

CUADRO N° 1  
MAPAS TOPOGRAFICOS IGM DE LA REGION

Escala 1: 500.000	Hoja: 3760 Tandil	
Escala 1: 100.000	Hoja: 3760-10 Cacharí	Hoja 3760-11 Martín Colman
	Hoja: 3760-16 Azul	Hoja 3760-22 Chillar
Escala 1: 50.000	Hoja: 3760-4-4 Est. Covello	Hoja 3760-5-3 Pardo
	" 3760-10-1 Campodónico	" 3760-10-2 Cacharí
	" 3760-11-1 Cacharí Este	" 3760-11-2 Martín Colman
	" 3760-9-4 Crotto	" 3760-10-3 Ariel
	" 3760-10-4 Parish	" 3760-11-3 Alm. La Verde
	" 3760-11-4 Miranda	" 3760-15-2 Est. T. Miñana
	" 3760-16-1 Azul	" 3760-16-2 Ea. Las Cortaderas
	" 3760-17-1 Ea. La Isabelita	" 3760-17-2 Rauch
	" 3760-15-4 Sierra Chica	" 3760-16-3 Azul Sur
	" 3760-16-4 Lazzarino	" 3760-17-3 Ea. San Gabriel
	" 3760-21-1 Cerro Negro	" 3760-22-1 Base Azopardo
	" 3760-21-2 Pablo Acosta	" 3760-23-1 Est. La Pastora
	" 3760-22-4 Ea. Acelaín	" 3760-22-3 Chillar
	" 3760-28-1 Tedín Uriburu	" 3760-27-2 Est. R. Gaviña
		" 3760-21-4 16 de Julio

Cuadro N° 2

Principales Perforaciones Documentales

<u>LOCALIDAD</u>	<u>PERFORACION</u>	<u>INSTITUCION</u>	<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>AÑO</u>
Azul	N°1 (Colegio Nacional)	DGMG e Hidrol.	67 m.	1926
"	Parque Rivas (1 a Perf.)	Prov. Bs.As.	126 m.	1913
"	Feria Castelar	" " "	122 m.	1931
Chillar	N°1 Explotación	SPAR		1971
Cacharí	N°1 Explotación	SPAR	60 m.	1971
Azul	N°1	O.S.N.	113 m.	1942
"	N°2	"	114 m.	1942
"	N°3	"	119 m.	1942
"	N°4	"	113 m.	1942
"	N°5	"	122 m.	1942
"	N°6	"	126 m.	1942
"	N°7	"	111 m.	1950
"	N°8	"	125 m.	1954
"	N°9	"	116 m.	1954
"	N°10	"	124 m.	1954
"	N°11	"	110 m.	1961
"	N°12	"	120 m.	1981
"	N°13	AGOSBA	120 m.	1981
"	N°14	"	80 m.	1983
"	N°15	"	80 m.	1983
"	N°16	"	80 m.	1983

CUADRO N° 3

INFORMACION PLUVIOMETRICA

<u>LOCALIDAD</u>	<u>INFORMACION</u>	<u>PERIODO</u>	<u>FUENTE</u>
AZUL	Mensual	1901-85	SMN
"	Mensual	1964-85	DPH
"	MEDIA Mensual	1901-50	SMN
"	" "	1921-50	"
"	" "	1941-50	"
"	" "	1951-60	"
"	" "	1961-70	"
"	Diaria (c/6 hs.)	1964-85	DPH
"	diaria	distintos periodos	SMN
ARIEL	Mensual	1928-37	SMN
CAMPODONICO	"	1928-37	"
A° de los HUESOS	"	1936-37	"
PABLO ACOSTA	"	1930-37	"
MARTIN FIERRO	"	1937	"
16 DE JULIO	"	1936-37	"
CACHARI	"	1928-37	"
"	Media Mensual	1921-50	"
"	diaria	distintos periodos	"
CHILLAR	Mensual	1928-37	"
"	Mensual	1962-80	DPN
"	Media Mensual	1921-50	SMN
"	Diaria	distintos periodos	"
Hinojo	diaria	distintos periodos	"
Estancias (ver anexo cuadro N° 3)	diaria	1980-85	particular

Anexo Cuadro N° 3

Detalle de estancias con registros pluviométricos  
(1980 - 85)

1 LA ESPERANZA	24 LA ALBERTINA
2 LAS MARIAS	25 LA CORINA
3 SANTA MARIA	26 LA RINCONADA
4 LA AURORA	27 LA INDEPENDENCIA
5 SAN MIGUEL	28 SAN SILVANO
6 LAS BLANCAS	29 LAS MARIAS
7 LA 42	30 LA UNION
8 EL RECREO CHICO	31 SAN GABRIEL
9 LA MARIA ESTHER	32 EL RECUERDO
10 LA JUANITA	33 LA ISABEL
11 SANTA LYDIA	34 SIEMPRE AMIGOS
12 LA JOSEFINA	35 EL CERRITO
13 LA PAULINA	36 EL SOLITO
14 LA PAZ	37 G UAY CURU
15 SANTA LAURA	38 LA NARCISA
16 LAS ROSAS	39 DON CARLOS
17 LA LIA	40 LA SARITA
18 SAN JUAN	41 LA ISABEL
19 LA CHUMBEADA	42 LAS MALVINAS
20 LA DOLORES	43 SAN RAMON
21 SAN FELIX	44 CERRO LA PLATA
22 LA DORITA	45 EL CHIFLE
23 LA CAUTIVA	46 LA HORTENSIA

CUADRO N° 4

CENSO DE PERFORACIONES

Referencias: N°- número de orden del punto relevado

HOJA - nombre de la hoja topográfica (escala 1:50.000) en que se encuentra

COORDENADAS - ubicación según coordenadas Gauss-Krüger

COTA- altura del punto en metros sobre el nivel del mar

PROF.NIV.ESTATICO - profundidad del agua desde boca de la perforación, en metros

NIVEL ESTATICO- altura del nivel freático en metros sobre el nivel del mar

= (COTA - PROF.NIV.ESTATICO)

TIPO DE FUENTE - M.V.: molino

B.M.: bomba manual

Bomb.: bombeador

Pozo: pozo jagüel

Barr: perforación realizada con barreno

CONDUCTIVIDAD - conductividad eléctrica del agua en micromho/cm

OBSERVACIONES - Estación: lugar de medición periódica del nivel freático

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
1	Chillar	55-05800/58-76.100	260	4,65	255	M.V.	619	
2	"	" 04350/ " 76.250	266	6,31	260	Bomb.	1062	
3	"	" 02850/ " 76.550	258	5,20	253	M.V.	2068	
4	"	" 03100/ " 78.250	251	4,95	246	M.V.	796	
5	"	" 06300/ " 77.000	269	16,90	252	M.V.	1257	Estación
6	"	" 05700/ " 77.100	275	11,79	263	M.V.	767	
7	"	" 07550/ " 78.800	258	15	-	M.V.	567	
8	"	" 08600/ " 77.500	255	13,15	242	M.V.	619	
9	"	" 03500/ " 82.450	260	4,68	255	M.V.	697	
10	"	" 04550/ " 80.100	254	2,40	252	M.V.	719	
11	"	" 06000/ " 80.300	257	4,62	252	M.V.	860	
12	"	" 07450/ " 85.800	268	2,02	266	M.V.	695	
13	"	" 09700/ " 84.100	245	2,60	242	M.V.	656	
14	"	" 10400/ " 85.950	254	6,50	247	M.V.	678	
15	Base Azopardo	" 10850/ " 87.400	270	3,90	266	M.V.	-	
16	"	" 13450/ " 89.350	273	17,66	255	M.V.	-	
17	"	" 15450/ " 89.400	257	8,10	249	M.V.	742	
18	"	" 13550/ " 91.450	246	0,88	245	M.V.	716	
19	Chillar	" 09100/ " 86.550	258	3,20	255	M.V.	688	
20	"	" 01800/ " 77.250	253	7,30	246	B.M.	1053	
21	Base Azopardo	" 04450/ " 88.350	255	4,86	250	M.V.	-	
22	Base Azopardo	" 05950/ " 89.700	229	2,75	226	M.V.	694	
23	"	" 07000/ " 88.650	240	4,96	235	M.V.	584	
24	"	" 05700/ " 91.350	225	1,01	224	M.V.	716	
25	"	" 07500/ " 91.600	214	8,55	205	M.V.	841	
26	"	" 09250/ " 93.500	215	3-4	-	M.V.	685	
27	"	" 07200/ " 93.400	217	5,80	211	M.V.	587	
28	"	" 09000/ " 91.400	220	3,50	216	M.V.	544	

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
29	"	55-09500/58-95.350	217	2,65	214	M.V.	715	
30	"	" 10850/ " 93.600	222	3,95	218	M.V.	634	
31	"	" 11800/ " 92.150	234	12,50	221	M.V.	518	
32	"	" 10750/ " 90.050	247	3,10	244	M.V.	462	
33	"	" 07750/ " 89.750	235	5,50	230	M.V.	690	
34	Chillar	" 05650/ " 85.800	265	5,17	260	Bomb.	786	
35	"	" 05850/ " 84.100	267	3,90	263	M.V.	-	
36	"	" 06250/ " 82.450	246	2,97	243	M.V.	804	
37	"	" 02300/ " 84.250	260	2,26	258	M.V.	-	
38	"	" 01800/ " 84.000	248	2,15	246	M.V.	637	
39	"	" 00100/ " 86.100	237	4,71	232	M.V.	689	
40	"	" 01850/ " 85.900	245	3,90	241	M.V.	607	
41	"	" 04050/ " 86.500	259	4-5	-	M.V.	-	
42	Base Azopardo	" 03650/ " 90.100	245	1,62	243	M.V.	735	
43	"	" 02450/ " 88.050	251	1,85	249	M.V.	763	
44	16 de Julio	54-99200/ " 78.650	248	5,50	242	M.V.	2545	
45	"	" 99900/ " 78.000	246	4,95	241	M.V.	-	
46	Chillar	55-00650/ " 79.800	240	2,85	237	B.M.	863	
47	"	" 01600/ " 80.050	244	2-3	-	M.V.	710	
48	"	" 00450/ " 80.900	244	7,64	236	M.V.	911	
49	"	" 02500/ " 81.000	260	13,93	246	M.V.	637	
50	Base Azopardo	" 08850/ " 98.500	203	3-4	-	M.V.	579	
51	"	" 07000/ " 99.350	196	2,00	194	M.V.	741	
52	"	" 05700/ " 97.950	193	2-3	-	M.V.	760	
53	"	" 07600/ " 97.150	198	2-3	-	M.V.	-	
54	"	" 05350/ " 99.650	189	1,97	187	-	-	
55	"	" 02900/ " 92.650	216	3-4	-	M.V.	792	
56	"	" 01550/ " 91.700	225	10,05	215	M.V.	705	

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
57	Base Azopardo	55-00700/58-92.750	213	3,84	209	M.V.	-	
58	"	" 03300/" 97.700	194	2-3	-	M.V.	783	
59	"	" 03150/" 96.350	201	3,20	198	M.V.	755	
60	"	" 03100/" 94.950	205	2,13	203	M.V.	-	
61	"	" 04650/" 93.550	223	6,22	217	M.V.	698	
62	"	" 06200/" 94.950	237	13,10	224	M.V.	544	
63	"	" 06700/" 95.900	209	10,10	199	M.V.	-	
64	"	" 05800/" 96.650	197	6-8	-	M.V.	777	
65	"	" 04350/" 95.100	216	10,30	206	M.V.	1349	
66	"	" 06300/59- 00.000	201	3-4	-	M.V.	-	
67	"	" 09600/58- 99.300	204	3-4	-	M.V.	612	
68	"	" 10900/59- 00.450	214	8,73	205	M.V.	721	
69	"	" 07600/" 01.250	202	11,20	191	M.V.	-	
70	"	" 06500/" 01.950	197	7,78	189	M.V.	869	
71	"	" 12100/" 00.650	205	2,85	202	M.V.	661	
72	"	" 02100/58- 99.350	195	7	188	M.V.	704	
73	"	" 00750/" 99.300	194	3,18	191	M.V.	693	
74	"	" 00800/59- 00.050	190	2-3	-	M.V.	643	
75	Cerro Negro	54-99100/" 01.550	184	4-5	-	M.V.	621	
76	"	" 98950/58-98.850	195	1,70	193	M.V.	695	
77	Base Azopardo	55-18250/" 94.750	274	4,80	269	M.V.	602	
78	"	" 15650/" 92.000	270	3,00	267	M.V.	669	
79	"	" 15050/" 92.850	260	3-4	-	B.M.	529	
80	"	" 14200/" 92.300	250	-	-	-	553	Agu superficial
81	"	" 12700/" 94.250	243	2-3	-	M.V.	613	
82	"	" 14500/" 98.000	241	9,40	232	M.V.	488	
83	"	" 15650/" 98.000	245	9,85	235	M.V.	619	
84	"	" 13750/" 99.850	210	5,62	204	M.V.	761	

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
85	Base Azopardo	55-15300/59-00.450	207	6,95	200	M.V.	736	
86	"	" 11550/58-98.100	237	7,30	230	M.V.	613	
87	"	" 10200/" 97.300	218	6,15	212	M.V.	-	
88	"	" 11250/" 99.500	212	5,75	206	M.V.	649	
89	"	" 13550/59-03.300	190	5-6	-	M.V.	643	
90	"	" 14150/" 03.950	200	16,45	184	M.V.	-	
91	"	" 12150/" 02.900	203	12,57	190	M.V.	588	
92	"	" 09950/" 01.950	206	9,60	196	M.V.	875	
93	"	" 08800/" 02.900	195	8,10	187	M.V.	-	
94	"	" 06850/" 03.100	186	3-4	-	M.V.	836	
95	16 de Julio	54-99850/58-82.800	240	4,20	236	B.M.	801	
96	"	" 99000/" 81.700	241	7,70	233	M.V.	612	
97	"	" 96900/" 81.150	232	3-4	-	M.V.	777	
98	"	" 97450/" 82.600	230	4,00	226	B.M.	-	
99	"	" 97450/" 84.050	226	3-4	-	M.V.	714	
100	"	" 98250/" 85.050	232,5	6,05	226	M.V.	1058	
101	Cerro Negro	" 98950/" 88.250	221	2,25	219	M.V.	705	
102	16 de Julio	" 98450/" 87.100	224	3-4	-	M.V.	649	
103	"	" 95200/" 86.200	218	7,50	210	M.V.	625	
104	"	" 94550/" 86.950	205	5,00	200	M.V.	642	
105	"	" 93600/" 85.250	217	4,40	213	M.V.	-	
106	"	" 92500/" 82.900	223	2-3	-	M.V.	922	
107	"	" 93550/" 80.650	232	5,05	227	M.V.	700	
108	"	" 94450/" 81.550	226	3-4	-	M.V.	-	
109	"	" 94950/" 80.200	229	1,20	228	M.V.	-	
110	"	" 95150/" 80.650	-	-	-	-	656	Agua superficial
111	"	" 96250/" 79.500	235	6,73	228	M.V.	649	
112	"	" 97700/" 80.200	237	5,56	231	M.V.	-	

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
113	16 de Julio	54-97700/58-78.150	240	3,90	236	B.M.	678	
114	"	" 98950/" 76.900	246	3-4	-	M.V.	587	
115	"	" 98000/" 73.000	248	3,45	245	M.V.	845	
116	"	" 95500/" 74.500	241	-	-	-	665	Agua superficial
117	"	" 95250/" 75.650	240	0,70	239	M.V.	816	
118	"	" 95450/" 75.900	241	1,80	239	Bomb.	938	
119	"	" 96150/" 75.150	246	2,30	244	M.V.	731	
120	Base Azopardo	55-034400/59-00900	184	5-6	-	M.V.	680	
121	"	" 04250/" 00100	183	4-5	-	M.V.	847	
122	"	" 02200/" 03200	180	3-4	-	M.V.	610	
123	"	" 02950/" 05150	175	4-5	-	M.V.	715	
124	"	" 04050/" 03200	183	6,45	177	M.V.	866	
125	"	" 04600/" 03550	176	-	-	-	642	Agua superficial
126	"	" 00250/" 02400	184	4-5	-	M.V.	-	
127	"	" 01150/" 04950	176	6-7	-	M.V.	741	
128	"	" 01850/" 06550	169	0,60	168	Barr.	582	
129	"	" 03650/" 07950	169	4,80	164	M.V.	618	
130	"	" 05200/" 02050	186	5,30	181	M.V.	-	
131	Azul Sur	" 11750/" 09050	173	0,75	172	Barr.	-	
132	"	" 12400/" 08700	178	5-6	-	Bomb.	604	
133	"	" 11750/" 09150	174	-	-	-	468	Agua superficial
134	"	" 10450/" 08600	176	5-6	-	M.V.	627	
135	"	" 08650/" 06100	179	5-6	-	M.V.	627	
136	"	" 09300/" 06500	174	0,60	173	Barr.	-	
137	"	" 06800/" 08150	171	5,30	166	B.M.	627	
138	Base Azopardo	" 11650/" 5500	186	6-7	-	M.V.	799	
139	"	" 11600/" 03700	204	14,44	190	M.V.	617	
140	"	" 13300/" 04200	188	3,40	185	M.V.	558	

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
141	Azul Sur	55-11900/59-06200	186	6-7	-	M.V.	627	
142	"	" 13400/ " 07000	186	9,60	176	M.V.	-	
143	"	" 14100/ " 05750	189	9,20	180	M.V.	636	
144	"	" 05650/ " 14550	162	4,95	157	B.M.	1004	Estación
145	"	" 14850/ " 04400	200	11,91	188	M.V.	741	
146	"	" 16100/ " 06900	179,1	4-5	-	M.V.	608	
147	Base Azopardo	" 14700/ " 05200	187,9	6,50	181	M.V.	746	
148	Azul Sur	" 15400/ " 07350	182	4,70	177	B.M.	-	
149	"	" 13450/ " 09000	181	6,30	175	M.V.	691	
150	"	" 12000/ " 11750	172	5,86	166	Bomb.	627	
151	"	" 14000/ " 12550	169,5	4,65	165	B.M.	-	
152	Base Azopardo	" 06950/ " 04300	182	7	-	M.V.	1019	
153	Azul Sur	" 09900/ " 19900	152	3,93	148	B.M.	896	
154	"	" 09800/ " 21150	148	3-4	-	M.V.	840	
155	"	" 10350/ " 18700	153	4-5	-	M.V.	829	
156	"	" 11800/ " 17350	157	4-5	-	M.V.	769	
157	"	" 06800/ " 17200	155,5	3,90	152	B.M.	1084	
158	"	" 09650/ " 12350	166	4-5	-	B.M.	608	
159	"	" 08900/ " 13800	161	4,10	157	B.M.	-	
160	"	" 08200/ " 13400	161	5-6	-	M.V.	737	
161	"	" 07250/ " 15000	158	5,02	153	B.M.	-	
162	"	" 07750/ " 16100	157	4,45	153	B.M.	741	
163	"	" 13850/ " 10800	176	6,87	169	B.M.	627	
164	"	" 15950/ " 11650	171	3-4	-	M.V.	604	
165	"	" 05250/ " 18150	151	2,53	150	B.M.	1372	
166	"	" 02550/ " 15850	159	4,38	155	B.M.	636	
167	"	" 08950/ " 18650	153	3,87	149	Bomb.	622	Estación
168	"	" 10050/ " 16300	158	3,80	154	B.M.	560	

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
169	Azul Sur	55-07150/59-20250	148	4,30	144	B.M.	1019	
170	"	" 06850/" 18250	152	3	149	M.V.	1124	
171	"	" 05350/" 16150	155	1,95	153	B.M.	1171	
172	"	" 08600/" 09700	166,8	4-5	-	M.V.	728	
173	"	" 08700/" 10300	164,5	0,74	164	Barr.	419	
174	"	" 07500/" 09250	174	0,58	173	Barr.	-	
175	"	" 05050/" 13200	160,5	3,25	157	B.M.	1066	
176	"	" 13100/" 16000	157,3	4-5	-	M.V.	663	
177	"	" 13550/" 15200	162	4,00	158	B.M.	652	
178	Cerro Negro	54-99550/" 03500	180	3,70	176	Pozo	605	
179	"	" 98050/" 04200	175	3,40	172	B.M.	1063	
180	"	" 97100/58-99200	187,5	3-4	-	B.M.	1666	
181	"	" 99500/" 90300	217,5	3,97	214	M.V.	673	Estación
182	"	" 94400/" 90600	210,5	5,50	205	B.M.	869	
183	"	" 91800/" 91700	225	17,45	208	M.V.	590	
184	"	" 91250/" 93500	212	5-6	-	M.V.	680	
185	"	" 92500/" 93050	209,5	5-6	-	M.V.	609	
186	"	" 94400/" 92600	205	5,28	200	M.V.	626	
187	"	" 95050/" 92350	205	3,15	202	Pozo	637	
188	Base Azopardo	55-00750/" 89550	225	1,05	224	B.M.	680	
189	Cerro Negro	54-94800/" 89700	211,5	3,45	208	B.M.	615	
190	"	" 95650/" 87700	218	4,45	214	M.V.	-	
191	16 de Julio	" 96650/" 87000	219	3,70	215	M.V.	768	
192	"	" 97100/" 86250	224,5	4,10	220	M.V.	-	
193	Cerro Negro	" 94500/" 87700	214,5	3,50	211	B.M.	654	Estación
194	"	" 96000/" 88700	213	1,20	212	M.V.	660	
195	"	" 91350/" 89300	216	4,35	212	Pozo	667	
196	"	" 92800/" 88850	210	3-4	-	M.V.	1240	

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
197	Cerro Negro	54-91450/58-90800	213	3-4	-	M.V.	716	
198	"	" 88500/" 90050	238	5,62	232	M.V.	829	
199	"	" 88950/" 91300	224	3,55	220	M.V.	600	Estación
200	"	" 90100/" 89450	221	5,34	216	M.V.	857	
201	"	" 90700/" 86900	217	3,58	213	M.V.	720	
202	"	" 90000/" 87900	219,5	4-5	-	M.V.	774	
203	"	" 95000/" 95350	195,5	1,53	194	B.M.	660	
204	"	" 94700/" 93950	198	2,20	196	M.V.	889	
205	"	" 96250/" 93700	200,5	1,30	199	M.V.	-	
206	"	" 97900/" 92900	205	3-4	-	M.V.	782	
207	"	" 97950/" 94750	207	3-4	-	M.V.	692	
208	"	" 99450/" 93950	206	0,50	205	M.V.	615	
209	"	" 97350/" 96000	197	5-6	-	M.V.	713	
210	"	55-00400/" 95000	214	2,72	211	M.V.	-	Estación
211	Base Azopardo	" 00550/" 96500	239	6,85	232	M.V.	1168	
212	Cerro Negro	54-99650/" 97400	209	6,64	202	M.V.	878	
213	"	" 93500/" 97000	215	10,20	205	M.V.	610	
214	"	" 92950/" 96100	217	7,20	210	M.V.	-	
215	"	" 92150/" 96900	227	8,50	218	M.V.	-	
216	"	" 94400/" 95750	195	3-4	-	M.V.	746	
217	"	" 95400/" 97800	199	7-8	-	M.V.	496	
218	"	" 91850/59-01250	207,5	6-7	-	M.V.	-	
219	"	" 93100/" 00950	202	7,80	194	M.V.	-	
220	"	" 89950/" 02000	219	6,60	212	Bomb.	643	
221	"	" 91300/" 03200	205	2,85	202	M.V.	680	
222	"	" 89100/" 01500	223	8,40	215	M.V.	-	
223	"	" 88500/" 01250	228	8,60	219	M.V.	643	
224	"	" 88100/" 97550	222,5	2,08	220	M.V.	10009	

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
225	Cerro Negro	54-89300/58-95600	240	12,70	227	M.V.	-	
226	"	" 89350/" 98350	220	7,73	212	Pozo	-	Agua superficial
227	"	" 90950/" 00250	202	-	-	-	655	Agua superficial
228	"	" 95200/" 99850	185	-	-	-	686	Agua superficial
229	"	" 94750/" 02000	184	4,70	179	M.V.	-	
230	"	" 93350/" 02800	195	5-6	-	B.M.	711	
231	"	" 92350/" 04300	197,5	5,90	191	Pozo	768	
232	"	" 91350/" 05400	215	9,00	206	M.V.	-	
233	Sº Chico	" 92650/" 07850	216	11,65	206	M.V.	-	
234	Sº Chico	" 95600/" 08500	198	7,25	191	M.V.	-	
235	"	" 95600/" 06450	189	4,40	185	M.V.	667	
236	"	" 96550/" 06750	189	8,68	180	M.V.	-	
237	Cº Negro	" 96100/" 04500	190	7,30	183	M.V.	680	
238	"	" 96700/" 03950	183	4,70	178	B.M.	818	
239	"	" 96700/" 00750	182,5	3,80	179	M.V. Y B.M.	700	
240	Sº Chico	" 98400/" 11750	182	5,70	176	B.M.	1963	
241	"	" 99850/" 11500	174	4-5	-	M.V.	867	
242	Azul Sur	55-01800/" 07900	166	1,50	164	Pozo	1128	
243	"	" 00150/" 09900	172,5	3-4	-	M.V.	750	
244	Cº Negro	54-91550/58-98850	207	6-7	-	M.V.	-	
245	"	" 94100/" 99200	192	1,80	190	M.V.	629	
246	16 de Julio	" 94900/" 83350	221	3,50	217	Pozo	873	
247	"	" 92900/" 77750	239	5-6	-	Bomb.	712	
248	"	" 91950/" 77500	236,5	4,25	232	B.M.	701	
249	"	" 91900/" 79650	236	4,35	232	B.M.	701	
250	"	" 90050/" 81350	231	3,55	227	B.M.	934	
251	"	" 91550/" 82400	227,5	1,65	226	B.M.	787	
252	"	" 93000/" 86400	214,5	2,10	212	B.M.	909	

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
253	16 de Julio	54-93250/58-73000	247	1,05	246	B.M.	684	
254	"	" 90750/" 76500	236,5	2-3	-	M.V.	-	
255	"	" 91450/" 75350	241,5	3,45	238	B.M.	702	
256	"	" 91050/" 74450	241,5	3-4	-	M.V.	1143	
257	"	" 90000/" 77650	236	2,55	233	M.V.	824	
258	"	" 89500/" 76900	236	2,35	234	B.M.	817	
259	"	" 89600/" 73950	241	2,70	238	B.M.	839	
260	"	" 91000/" 70200	249	5-6	-	B.M.	818	
261	"	" 90550/" 69500	247	2-3	-	M.V.	978	
262	"	" 89800/" 69900	247	3,85	243	M.V.	-	
263	R. Gavina	" 89500/" 68600	248	4,75	243	B.M.	-	
264	"	" 19750/" 65050	250	3,60	246	B.M.	746	
265	"	" 92550/" 67900	251	5,10	246	Pozo	1836	
266	"	" 93750/" 65900	251	2,80	248	B.M.	1019	
267	"	" 93400/" 68550	250	3,40	247	B.M.	1090	
268	16 de Julio	" 93000/" 69700	248	4-5	-	M.V.	1274	
269	"	" 89900/" 69250	244	-	-	-	-	Agua superficial
270	"	" 91200/" 77800	234	-	-	-	1019	"
271	Cº Negro	" 93700/" 87400	208	-	-	-	816	"
272	16 de Julio	54-95000/58-70500	250	4-5	-	M.V.	1791	
273	"	" 96400/" 71200	252,5	2,65	250	M.V.	448	
274	"	" 96150/" 68900	250	2,95	247	B.M.	787	
275	R. Gavina	" 97900/" 66900	252	2,84	248	B.M.	592	
276	T. Uriburu	55-01000/" 66250	253	3,78	249	M.V.	707	
277	"	" 03050/" 64800	248	4-5	-	M.V.	791	
278	"	" 00400/" 67050	256	5,24	251	M.V.	650	
279	Chillar	" 01350/" 69950	278	7,90	270	Pozo	1619	
280	"	" 01900/" 70850	262	2,32	250	Bomb.	-	

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
281	Chillar	55-03000/58-69750	264	5,88	258	M.V.	634	
282	"	" 02500/" 73150	280	7,50	272	Pozo	-	
283	"	" 00350/" 73650	254	2,60	251	B.M.	610	
284	16 de Julio	54-98050/" 71400	257	7,97	249	Pozo	2152	
285	16 de Julio	" 90050/" 79400	233	3,70	229	B.M.	759	
286	"	" 99600/" 69700	277,5	19,73	258	Pozo	674	
287	S° Chico	" 98350/59-15600	171	2,98	168	B.M.	701	
288	Azul Sur	55-01050/" 20700	158,5	3,60	155	B.M.	667	
289	"	54-99600/" 16850	166	4,10	162	B.M.	690	
290	S° Chica	" 99350/" 19250	164	3-4	-	B.M.	686	
291	Azul Sur	55-00800/" 18550	161,5	3-4	-	M.V.	695	
292	"	" 03850/" 19500	155,5	4,20	151	B.M.	637	
293	"	" 07200/" 24250	145	3-4	-	B.M.	683	
294	"	" 06950/" 23350	147	4,10	143	B.M.	715	
295	"	" 09000/" 22650	141	-	-	-	787	Agua superficial
296	"	" 04950/" 21150	152	4,80	147	B.M.	721	
297	"	" 05600/" 20700	152,5	4,40	148	B.M.	590	
298	"	" 03500/" 23400	151	4-5	-	B.M.	655	
299	"	" 12000/" 20750	149	4-5	-	B.M.	739	
300	"	" 00400/" 22500	158	4,76	153	B.M.	726	
301	"	" 12900/" 24050	143	3-4	-	Bomb.	713	
302	Azul	" 11200/" 24700	143	3,95	139	B.M.	1071	
303	"	" 10750/" 26900	140	4,20	136	M.V.	806	
304	"	" 09700/" 25350	140,5	4,85	136	B.M.	869	
305	"	" 09650/" 25500	140,5	4,26	136	B.M.	917	
306	"	" 11450/" 22700	145	4-5	-	M.V.	879	

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
501	Azul Sur	55-18650/59-14650	161	1,95	159	B.M.	974	Muestra 17100/17200
502	"	" 17050/" 17300	156	2,64	153	B.M.	923	
503	"	" 14750/" 19950	151	2,82	148	B.M.	703	Agua superficial
504	Lazzarino	" 28750/" 13150	158	2,40	-	-	509	
505	"	" 29300/" 14550	155	3,35	152	M.V.	649	Agua superficial
506	"	" 29900/" 14500	153	2,00	-	-	526	Agua superficial
507	"	" 24950/" 14700	159	4,83	154	M.V.	815	Estación
508	"	" 28450/" 19950	146	4,05	142	B.M.	713	
509	"	" 28200/" 16950	150	3-4	-	M.V.	745	
510	"	" 24700/" 20150	147	2,93	144	B.M.	925	
511	Azul Sur	" 19400/" 20900	147,5	1,45	146	B.M.	823	
512	"	" 21400/" 23400	142,5	2,50	140	B.M.	816	
513	Azul	" 19300/" 24200	142,5	2,95	139	B.M.	771	
514	"	" 20600/" 27250	137	2,46	135	B.M.	732	
515	"	" 17700/" 26650	138	2,40	136	B.M.	863	
516	"	" 13950/" 24600	142	2,55	139	B.M.	845	
517	Azul Sur	" 15900/" 23900	143	1,92	141	B.M.	747	Muestra 16050/23300
518	Azul	" 15850/" 26850	138	1,22	137	B.M.	892	
519	"	" 15750/" 29500	134	2,75	131	B.M.	847	
520	Lazzarino	" 26650/" 22000	143	2,92	140	B.M.	736	
521	"	" 28150/" 23900	139	2,61	136	B.M.	883	
522	Pa.Las Corta- deras."	" 28000/" 26750	134	2,22	132	B.M.	855	
523	"	" 24800/" 25950	137	2,50	134,50	B.M.	892	
524	Azul	" 19000/" 30500	133	2,88	130	B.M.	800	
525	"	" 17100/" 31200	132	3,00	129	B.M.	853	
526	"	" 16550/" 33850	126	0,45	125,50	B.M.	963	
527	"	" 13700/" 33900	128	3,67	124	B.M.	994	
528	"	" 13100/" 33200	126	3,35	-	-	847	Agua superficial

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
529	Azul	55-08650/59-36600	128	1,99	126	B.M.	857	
530	"	" 03800/" 37000	128	1,43	127	B.M.	1163	Estación
531	"	" 02000/" 41200	124	1,91	122	Pozo	746	
532	"	" 08250/" 33600	132,5	1,40	131	Pozo	815	
533	"	" 08250/" 30350	137	3,36	134	B.M.	1847	
534	"	" 07750/" 29200	140	3,10	137	B.M.	762	
535	"	" 06150/" 31650	136	1,33	135	B.M.	814	
536	"	" 01050/" 24800	152	3,36	149	M.V.	756	Estación
537	"	" 02600/" 27700	145	3,10	142	M.V.	713	
538	"	" 06200/" 27050	143	2,90	140	B.M.	628	
539	"	" 08800/" 27450	140	3,71	136	Pozo	784	
540	"	" 07350/" 39500	124,5	1,51	123	B.M.	886	
541	Ariel	" 06050/" 43650	120	2,33	118	B.M.	1182	
542	"	" 11100/" 46600	114	2,30	112	Pozo	825	
543	"	" 08850/" 49600	113	1,91	111	B.M.	1863	Estación
544	"	" 08450/" 52150	110,5	1,40	109	B.M.	-	
545	"	" 09300/" 54450	108	1,67	106	B.M.	1093	
546	"	" 07050/" 57500	106,3	1,53	105	M.V.	1001	
547	Parish	" 24650/" 47450	106,5	2,17	104	M.V.	1211	Estación Agua superficial
548	"	" 23250/" 48700	105	2,90	-	-	882	
549	Ariel	" 18000/" 51900	105	2,13	103	B.M.	1162	
550	"	" 17450/" 55350	102,5	1,85	101	B.M.	2054	
551	"	" 16750/" 58700	101	1,90	99	B.M.	854	Muestra 11550/58400
552	"	" 11700/" 58250	104	1,35	103	B.M.	923	
553	"	" 13350/" 51650	108	1,85	106	B.M.	1028	
554	Azul	" 14850/" 36400	124	1,90	122	B.M.	1238	
555	"	" 14850/" 37450	122,5	2,55	120	B.M.	1341	Estación
556	"	" 15500/" 40250	119	2,70	116	B.M.	1356	

Nº	HOJA	COORDENADAS	GOTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
557	Ariel	55-16900/59-46550	112	3,10	109	B.M.	1659	Estación
558	Azul	" 16600/" 40550	116,5	1,80	-	-	907	agua superficial
559	"	" 16000/" 39700	119,5	2,67	117	B.M.	2196	
560	"	" 18150/" 41700	116	2,30	114	B.M.	1179	
561	"	" 17800/" 37700	122	1,94	120	B.M.	-	
562	"	" 19350/" 39250	118,5	1,50	117	B.M.	-	Estación
563	Parish	" 22850/" 47100	108	2,45	106	B.M.	936	Muestra 23000/47500
564	"	" 25100/" 51050	100,5	2,23	98	Barr.	1208	Muestra 25300/51050
565	"	" 29350/" 54950	94,5	1,57	93	Barr.	2116	
566	"	" 32800/" 59100	88	0,50	87,50	Pozo	1577	
567	"	" 33200/" 60100	86	0,65	-	-	866	agua superficial
568	Azul	" 21000/" 33700	127,5	3,06	124	M.V.	874	
569	Pa. Las Cór-	" 24700/" 36900	120,5	2,05	118	B.M.	837	
570	taderías"	" 29700/" 36450	119	2,40	117	B.M.	958	
571	"	" 30150/" 39350	116,5	3,05	113	B.M.	691	
572	Parish	" 30050/" 49650	100,5	1,62	99	B.M.	937	Estación
573	"	" 22450/" 49600	105	2,25	103	B.M.	-	
574	Pa. Las Cor-	" 22800/" 33050	127,5	3,20	124	B.M.	-	
575	taderías"	" 26550/" 29900	131	2,40	129	B.M.	846	
576	"	" 30900/" 29850	128	2,13	126	B.M.	751	Muestra 31000/30000
577	"	" 31550/" 33600	122,5	3,05	119	B.M.	801	
578	"	" 33850/" 34000	120,5	2,07	118,50	B.M.	754	
579	"	" 33500/" 40700	112	2,75	109	B.M.	904	
580	"	" 36800/" 39500	111	3,10	108	B.M.	1152	
581	Parish	" 31100/" 43950	107,5	2,50	105	B.M.	999	
582	Pa. Las Cor-	" 40100/" 41750	106	2,77	103	B.M.	838	
583	taderías Parish	" 44000/" 42750	101	2,68	98	B.M.	780	
584	"	" 40650/" 44650	101	2,52	98,50	B.M.	970	

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
585	Parish	55-37350/59-44500	104	2,53	101,50	B.M.	1010	Estación Muestra 37200/44550
586	"	" 36050/" 49900	97	2,30	95	B.M.	1023	
587	Ea. Las Cor- taderas Azul	" 40500/" 37750	110	2,20	108	B.M.	841	
588	"	" 13500/" 38550	122,5	3,15	119	Pozo	1224	Muestra 13300/38400
589	Ariel	" 14550/" 47950	111	2,34	109	B.M.	1158	" 14350/48950
590	Azul	" 20650/" 37250	121,5	2,15	119	B.M.	1445	
591	Ea. Las Cor- taderas	" 26100/" 32700	127	2,84	124	B.M.	720	Estación Muestra 26000/32800
592	"	" 34550/" 28000	127,5	2,40	125	B.M.	814	
593	Lazzarino	" 36350/" 24000	130	2,00	-	-	547	agua superficial
594	Ea. Las Cor- taderas	" 36500/" 24600	130	2,55	127,50	B.M.	1626	
595	"	" 36300/" 30350	122	2,50	119,50	B.M.	836	
596	"	" 38400/" 29900	120	1,10	-	-	557	agua superficial
597	"	" 40500/" 29800	118,5	2,25	116	B.M.	926	
598	"	" 40800/" 34900	112,5	2,45	110	B.M.	860	Estación
599	"	" 41300/" 33250	114,5	1,50	-	-	557	agua superficial
600	"	" 34500/" 38250	114,5	3,00	111,50	B.M.	866	
601	Parish	" 42300/" 48900	95	2,35	93	B.M.	1058	
602	"	" 40500/" 51700	92,5	3,85	89	B.M.	992	
603	"	" 43950/" 54150	86	1,45	84,50	B.M.	1191	
604	"	" 37900/" 54550	90	1,65	88	B.M.	1182	
605	"	" 37800/" 56800	86,5	1,48	85	B.M.	1120	
606	"	" 32600/" 53550	95	2,20	93	B.M.	-	
607	"	" 25900/" 44000	110,5	1,80	109	B.M.	852	
608	"	" 28550/" 48700	103	1,80	101	B.M.	766	
609	"	" 30400/" 52700	97	2,40	95	B.M.	1038	
610	"	" 35100/" 52900	93,5	2,10	91	B.M.	1061	
611	"	" 31650/" 60600	87,5	2,05	85,50	B.M.	1690	
612	Cachari	" 44450/" 75200	72,5	2,55	70	Pozo	1738	Estación

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
613	Cachari	55-42150/59-76900	72,5	2,25	70	B.M.	1484	
614	"	" 41400/" 72600	74,5	2,00	72,50	B.M.	1657	
615	"	" 38000/" 72650	78,5	3,35	75	B.M.	1193	
616	"	" 37100/" 70950	78,5	2,60	76	B.M.	886	
617	"	" 36800/" 68650	79,5	2,35	77	B.M.	1223	
618	"	" 36750/" 66600	80,0	2,05	78	B.M.	1747	
619	"	" 34450/" 67550	83	2,05	81	B.M.	1002	
620	Parish	" 28100/" 57700	93	2,00	91	B.M.	1873	
621	"	" 29300/" 58800	91	210	89	B.M.	1863	
622	Cachari	" 27900/" 61900	91	2,00	89	B.M.	1255	
623	"	" 30850/" 64450	87,5	3,85	84	B.M.	984	
624	"	" 28800/" 67200	87,50	2,55	85	B.M.	1034	Estación
625	"	" 31100/" 69350	84	2,05	82	B.M.	760	
626	"	" 44750/" 73000	72	2,15	70	B.M.	1723	
627	"	" 44300/" 68350	73	1,90	71	B.M.	3782	Muestra 44250/68700
628	"	" 41600/" 70400	75	2,50	72,50	Pozo	899	
629	"	" 40700/" 67500	76,5	2,25	74	B.M.	2799	
630	"	" 36450/" 61800	82	2,85	-	-	1003	agua superficial
631	Parish	" 35750/" 61100	83,5	2,05	81,50	B.M.	2963	
632	Cachari	" 33650/" 61800	86	2,25	84	Pozo	2514	Estación
633	Parish	" 26550/" 60900	93	2,55	90	B.M.	1847	
634	"	" 24000/" 59200	96	2,55	93	Pozo	977	Estación
635	"	" 25950/" 55100	97,5	2,35	95	B.M.	1291	
636	"	" 27400/" 54200	-	-	-	-	933	agua superficial
637	"	" 27600/" 53850	97	2,70	94	B.M.	1327	
638	Cachari	" 25400/" 64450	90	2,20	88	B.M.	-	
639	"	" 23800/" 68000	89,5	2,40	87	B.M.	1009	
640	Campodónico	" 14900/" 73150	87,5	1,95	85	B.M.	1214	

Nº	HÓJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTATICO	NIVEL ESTATICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
641	Cacharí Este	55-47300/59-72100	70	2,15	68	B.M.	2606	
642	"	" 50650/" 72300	67	2,55	64	B.M.	2986	agua superficial
643	"	" 50600/" 69450	67,5	3,00	-	-	1031	
644	"	" 50300/" 67650	69	2,30	67	Bomb.	1303	
645	"	" 49150/" 68450	69	2,60	66	B.M.	-	Estación
646	Cacharí	" 36950/" 63450	81,5	2,05	79	B.M.	2263	
647	Cacharí Este	" 45900/" 69800	72	2,10	70	Pozo	2353	Estación
648	"	" 46300/" 68100	71	2,00	-	-	968	agua superficial
649	"	" 45950/" 66450	72,5	1,80	71	B.M.	3299	
650	"	" 45700/" 66500	-	-	-	-	801	agua superficial
651	"	" 47600/" 65800	72	1,85	70	B.M.	1549	
652	"	" 46200/" 65600	73	1,80	71	B.M.	1642	Estación Muestra 46500/65550
653	Parish	" 44000/" 60000	80,5	1,75	79	B.M.	1887	
654	Cacharí Este	" 46000/" 64450	74,5	1,90	73	Bomb.	1275	
655	"	" 50300/" 63050	-	-	-	-	606	agua superficial
656	"	" 52050/" 64950	70	2,38	68	B.M.	1927	
657	"	" 53700/" 63250	71	2,55	68	B.M.	1911	
658	"	" 52000/" 61800	72,5	1,95	71	B.M.	2505	
660	Cacharí	" 26950/" 70000	86	2,25	84	B.M.	772	
661	Ariel	" 20200/" 48500	107,5	3,00	104,50	B.M.	1053	
662	"	" 20100/" 56800	100,5	2,55	98	Barr.	1611	
663	Parish	" 40350/" 55900	86,5	2,55	84	B.M.	794	Estación
664	"	" 37650/" 58750	84	2,10	82	B.M.	-	
665	"	" 36050/" 60150	84	2,00	82	M.V.	1025	
666	Azul	" 13300/" 25850	141	3,14	138	B.M.	669	
667	"	" 14650/" 27950	137,5	3,15	134	B.M.	824	Estación

Nº	HOJA	COORDENADAS	COTA	PROF. NIV. ESTÁTICO	NIVEL ESTÁTICO	TIPO de FUENTE	CONDUCTIVIDAD	OBSERVACIONES
668	Azul	55-15650/59-28000	137	3,00	134	B.M.	749	
669	"	" 17100/" 28450	137,5	2,70	133	B.M.	771	
670	"	" 16700/" 29850	133,5	2,75	131	B.M.	824	
671	"	" 18400/" 27900	133,5	3,70	130	B.M.	-	
672	"	" 17900/" 31350	132	3,35	129	B.M.	-	Estación
673	"	" 11250/" 24700	143	3,90	139	B.M.	707	
674	"	" 12500/" 24750	142,5	3,45	139	B.M.	643	
675	Azul Sur	" 12750/" 23850	143	2,70	140	B.M.	643	Estación
676	Azul	" 12500/" 33450	130,50	3,50	127	B.M.	1277	
677	"	" 09550/" 35450	128,50	1,60	127	B.M.	795	
678	"	" 11050/" 33750	130,50	2,90	127,50	B.M.	1085	
679	"	" 11500/" 32950	130,50	2,90	127,50	B.M.	968	
680	"	" 10700/" 52650	132	2,60	129,50	B.M.	1033	
681	"	" 11500/" 31950	131,50	2,70	129	B.M.	-	
682	"	" 10400/" 30850	134	3,30	131	B.M.	939	
683	"	" 09500/" 33300	132	1,85	130	B.M.	872	
684	"	" 08400/" 32750	133,50	2,40	131	B.M.	1558	
685	"	" 08400/" 31800	134,50	3,50	131	B.M.	-	
686	"	" 08600/" 30800	135,50	2,00	133,50	B.M.	787	
687	"	" 09500/" 29850	138	4,55	133,50	B.M.	883	
688	"	" 07650/" 26250	142,50	3,45	139	B.M.	629	Estación
689	"	" 08500/" 25750	142,50	3,30	139	B.M.	-	
690	"	" 08800/" 27800	140	3,20	137	M.V.	-	
691	"	" 06750/" 30400	138,50	1,65	137	POZO	732	Estación

CUADRO N° 5

CRECIDAS SELECCIONADAS EN LOS REGISTRADOS PLUVIOMETRICOS  
(1962-84) DE LA ESTACION DE LA DPH (Seminario de Azul)

N°; de orden

FECHA DE INICIACION: Día de iniciación de la crecida

DURACION: días de duración de la crecida

CAUDAL PICO: mayor registro de caudal medio diario

REGISTRO PLUVIOGRAFICO: datos del pluviógrafo de la DPH ubicada  
en el Seminario de Azul, se indica el  
período de precipitación y el total ca-  
ído.

OBSERVACIONES:

# HIDROGRAMAS

Nº	FECHA INICIACION	DURACION ( días )	CAUDAL PICO ( M <sup>3</sup> /S )	REGISTRO PLUVIOGRÁFICO		OBSERVACIONES
				dia	mm	
1	5/3/63	3	8,91	-	-	
2	6/7/63	13	19,80	-	-	
3	29/7/63	4	2,00	-	-	
4	8/9/63	6	3,70	-	-	
5	5/11/63	3	2,30	-	-	
6	9/11/63	9	8,56	-	-	
7	24/11/63	5	9,48	-	-	
8	27/12/63	5	1,60	-	-	
9	17/5/64	7	8,53	no registra		
10	25/5/64	4	4,97	"		
11	1/6/64	7	6,02	1-3/6/64	31	
12	6/9/64	4	2,76	5/9/64	3	
13	16/9/64	4	2,82	15/9/64	15	
14	30/9/64	5	3,00	28-30/9/64	34	
15	15/10/64	5	2,46	15/10/64	18	
16	15/11/64	4	2,30	13-14/11/64	26	
17	8/12/64	3	0,56	7-8/12/64	58	
18	7/4/65	2	0,28	6-7/4/65	48	
19	28/6/65	3	1,51	28/6/65	51	
20	3/7/65	3	1,13	2/7/65	11	
21	9/8/65	6	7,08	9-11/8/65	125	
22	7/10/65	6	4,06	6-8/10/65	36	
23	21/10/65	4	1,13	20-21/10/65	11	
24	28/7/66	4	1,34	27-28/7/66	40	
25	12/8/66	4	1,34	12/7/66	19	
26	5/11/66	5	8,86	3-6/11/66	141	
27	10/12/66	6	2,65	9-10/12/66	90	
28	15/5/67	3	0,92	15-16/5/67	183	
29	17/7/67	4	1,08	17/7/67	34	
30	11/9/67	3	0,35	11-12/9/67	25	
31	26/9/67	5	9,30	26-27/9/67	115	
32	3/10/67	3	4,32	2-3/10/67	20	
33	8/10/67	7	17,50	7-10/10/67	79	
34	17/10/67	6	18,18	16-17/10/67	45	
35	10/11/67	4	4,87	9-10/11/67	18	
36	24/3/68	5	9,54	-	-	
37	5/6/68	3	1,02	4-5/6/68	29	
38	1/8/68	5	3,46	-	-	
39	15/8/68	10	4,53	-	-	
40	28/8/68	5	6,16	-	-	
41	23/10/68	9	4,38	-	-	
42	24/3/69	3	0,28	24/3/69	41	
43	17/4/69	3	0,38	16-17/4/69	49	

# HIDROGRAMAS

Nº	FECHA INICIACION	DURACION ( dias )	CAUDAL PICO ( M <sup>3</sup> /S )	REGISTRO PLUVIOGRAFICO		OBSERVACIONES
				dia	mm	
44	2/5/69	4	1,08	1-2/5/69	25	
45	14/11/69	9	5,49	14-16/11/69	73	
46	27/11/69	5	1,94	25-27/11/69	42	
47	24/1/70	3	0,21	24/1/70	40	
48	2/3/70	7	17,36	-		
49	10/3/70	6	12,30	-		
50	22/3/70	4	3,55	22/3/70	44	
51	12/4/70	5	3,05	11-12/4/70	15	
52	4/5/70	6	12,72	4/5/70	20	
53	12/6/70	6	4,48	11-12/6/70	13	
54	16/7/70	6	11,20	15-16/7/70	31	
55	10/9/70	6	3,35	8-12/9/70	28	
56	18/9/70	5	8,69	18/9/70	22	
57	26/9/70	8	18,79	26-28/9/70	52	
58	30/10/70	3	1,45	30/10/70	23	
59	6/3/71	2	1,25	5-6/3/71	47	
60	15/4/71	7	4,94	-	-	
61	14/5/71	4	2,53	13-14/5/71	35	
62	23/5/71	5	1,66	22-23/5/71	27	
63	7/6/71	5	1,60	6-7/6/71	18	
64	22/6/71	5	2,71	21-22/6/71	11	
65	11/7/71	8	3,97	11/7/71	39	
66	19/8/71	6	11,01	19-20/8/71	46	
67	28/8/71	11	11,61	27-31/8/71	48	
68	9/10/71	4	2,49	2/9/71 9/10/71	27	
69	19/10/71	4	2,40	18-19/10/71	23	
70	6/5/72	1	0,09	5-6/5/72	46	
71	15/5/72	2	0,11	15/5/72	52	
72	14/6/72	6	0,86	13-15/6/72	41	
73	1/8/72	3	0,22	1/8/72	28	
74	19/8/72	5	1,28	18-19/8/72	28	
75	15/9/72	8	20,37	15-16/9/72	145	
76	25/10/72	4	3,20	23-25/10/72	37	
77	8/12/72	1	0,15	7-8/12/72	50	
78	8/6/73	5	0,78	7-8/6/73	12	
79	6/7/73	7	0,44	6-9/7/73	43	
80	10/10/73	3	1,45	9/10/73	42	
81	4/1/74	6	4,04	4/1/74	70	
82	7/2/74	4	0,22	6-7/2/74	35	
83	11/5/74	4	0,25	10-11/5/74	52	
84	25/5/74	6	0,45	25/5/74	39	
85	6/6/74	7	1,03	5-6/6/74	20	

# HIDROGRAMAS

Nº	FECHA INICIACION	DURACION ( dias )	CAUDAL PICO ( M <sup>3</sup> /S )	REGISTRO PLUVIOGRAFICO		OBSERVACIONES
				dia	mm	
86	30/6/74	8	3,00	28-30/6/74	28	
87	11/7/74	6	4,16	10-13/7/74	27	
88	9/2/75	3	0,09	9-10/2/75	79	
89	17/3/75	4	2,17	17-22/3/75	76	
90	7/4/75	4	3,38	7/4/75	54	
91	21/4/75	8	15,05	21/4/75	36	
92	11/5/75	5	4,40	10-11/5/75	41	
93	25/5/75	6	24,72	24-25/5/75	40	
94	16/6/75	8	4,40	-	-	Sin lluvias
95	18/10/75	3	0,60	17-18/10/75	46	
96	15/11/75	2	1,08	-	-	
97	19/2/76	3	0,08	18-20/2/76	56	
98	13/10/76	5	3,70	12-13/10/76	40	
99	22/3/77	6	2,98	22/3/77	43	
100	8/4/77	9	8,85	7-9/4/77	17	
101	29/4/77	4	4,00	26-30/4/77	48	
102	30/8/77	3	5,09	30/8/77	17	
103	23/9/77	5	1,69	22/9/77	28	
104	13/1/78	4	2,43	12-13/1/78	53	
105	27/1/78	6	7,68	25/1/78	77	
106	12/2/78	5	2,30	11-13/2/78	67	
107	13/3/78	11	9,37	-	-	Sin lluvias
108	13/5/78	8	5,19	11-15/5/78	42	
109	15/6/78	5	5,93	14,15/6/78	34	
110	8/7/78	12	10,93	7-13/7/78	62	
111	4/8/78	7	11,81	-	-	
112	14/9/78	7	6,78	13-17/9/78	66	
113	25/9/78	7	9,54	24-27/9/78	42	
114	17/11/78	6	10,09	-	-	
115	21/12/78	6	5,19	19-23/12/78	34	
116	31/1/79	4	0,62	12-13/1/79	31	
117	30/4/79	3	0,22	29/4/79	36	
118	1/8/79	4	0,68	1/8/79	31	
119	12/9/79	3	2,30	12/9/79	15	
120	6/12/79	3	0,22	6/12/79	34	
121	29/12/79	4	0,54	27-29/12/79	70	
122	22/3/80	6	8,30	-	-	
123	7/7/80	8	45,00	6-7/7/80	61	
124	1/10/80	4	3,75	29-30/10 a 1/11/80	41	
125	22/11/80	5	1,92	21-22/11/80	56	
126	28/1/81	4	0,15	26-27/1/81	61	
127	8/2/81	6	0,22	7/2/81	55	

# HIDROGRAMAS

Nº	FECHA INICIACION	DURACION (dias)	CAUDAL PICO ( M <sup>3</sup> /S )	REGISTRO PLUVIOGRAFICO		OBSERVACIONES
				dia	mm	
128	24/5/81	4	3,20	24-27/5/81	27	
129	31/5/81	5	5,80	30-31/5/81	100	
130	12/5/82	2	0,11	-	-	
131	9/9/82	5	7,12	9-11/9/82	78	
132	4/10/82	4	7,24	4/10/82	46	
133	9/3/83	5	3,67	8-9/3/83	40	
134	2/4/83	5	1,45	2/4/83	72	
135	3/5/83	6	10,67	3-4/5/83	104	
136	22/5/83	4	4,90	21/5/83	8	
137	25/8/83	8	12,49	25-29/8/83	56	
138	7/10/83	6	5,29	6-8/10/83	41	
139	14/10/84	6	29,88	14-16/10/84	54	

CUADRO N° 6

PRECIPITACIONES - AZUL (1964-84)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
N° de años con registros superiores a 150 mm.	6	8	20	5	8	2	1	1	6	9	10	7
N° de años con registros inferiores a 20 mm.	4	2	3	6	17	23	18	33	12	6	3	3

CUADRO N° 7 PRECIPITACION Pluviógrafo DRH - AZUL ( 1964-1984)

Intensidad mm/6hs.	Número de tormentas											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
entre 10 y 25mm	32	31	36	33	31	16	16	20	29	42	32	41
entre 26 y 50mm	9	17	10	10	11	5	2	6	8	10	12	12
entre 51 y 75mm	2	2	3	4	-	-	-	-	-	1	2	2
entre 76 y 100mm	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
entre 101 y 125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
entre 126 y 150	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
mayores de 150 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CUADRO N° 8

BALANCE HIDRICO AZUL (1901-1985)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Precipitación	88	87	111	81	68	47	44	42	66	87	88	85	894
Evt. Potencial	128	101	83	51	32	17	18	22	39	58	86	118	753
Variac. Res. Agua	-40	-14	28	29	30	-	-	-	-	-	-	-33	
Res. Agua Util	27	13	41	71	100	100	100	100	100	100	100	67	
Exceso de Agua					7	30	26	20	27	29	2		141
Déficit de Agua													
Evt. Real	128	101	83	51	32	17	18	22	39	58	86	118	753

Evt. Potencial = evapotranspiración potencial según fórmula de Thornthwaite

CUADRO N° 9

BALANCE HIDRICO AZUL (1951-1960)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Precipitación	92	74	135	57	82	38	63	36	52	53	93	79	854
Evt. Potencial	125	97	83	46	28	18	17	23	36	59	83	110	725
Variac. Res. de Agua	-33	-23	52	11	24	-	-	-	-	-6	6	-31	
Res. Agua Util	36	13	65	76	100	100	100	100	100	94	100	69	
Exceso de Agua					30	20	46	13	16	-	3	-	128
Déficit de Agua													
Evt. Real	125	97	83	46	28	18	17	23	36	59	83	110	725

Evt. Potencial = evapotranspiración potencial según fórmula de Thornthwaite

CUADRO N° 10

BALANCE HIDRICO TANDIL (1951-1960)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Precipitación	103	82	116	53	78	47	64	35	47	53	92	83	853
Evt. Potencial	120	92	82	45	30	17	17	23	35	57	83	107	708
Variaç. Res. de Agua	-17	-10								-4	4	24	
Res. Agua Util	59	49	83	91	100	100	100	100	100	96	100	76	
Exceso de Agua					39	30	47	12	12		5		145
Déficit de Agua													
Evt. Real	120	92	82	45	30	17	17	23	35	57	83	107	708

Evt. Potencial = evapotranspiración potencial según fórmula de Thornthwaite

CUADRO N° 11

BALANCE HIDRICO LOPEZ JUAREZ (1951-1960)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Precipitación	71	81	104	51	68	34	47	31	58	61	75	64	745
Evt. Potencial	119	94	81	46	29	17	18	23	34	56	78	103	698
Variac. Res. de Agua	-48	-10	23	5	39	17	16	-	-	-	-3	-39	
Res. Agua Util	10	0	23	28	67	84	100	100	100	100	97	58	
Exceso de Agua							13	8	24	5			50
Déficit de Agua		3											3
Evt. Real	119	91	81	46	29	17	18	23	34	56	78	103	695

Evt. Potencial = evapotranspiración potencial según fórmula de Thornthwaite

CUADRO N° 12

BALANCE HIDRICO LAS FLORES (1951-1960)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Precipitación	111	111	104	67	87	58	64	46	52	72	102	60	934
Evt. Potencial	133	98	87	47	32	19	23	26	40	64	88	113	770
Variac. Res. de Agua	-22	13	17	20	25	-	-	-	-	-	-	-53	
Res. Agua Util	25	38	55	75	100	100	100	100	100	100	100	47	
Exceso de Agua					30	39	41	20	12	8	13		163
Deficit de Agua													
Evt. Real	133	98	87	47	32	19	23	26	40	64	88	113	770

Evt. Potencial = evapotranspiración potencial según fórmula de Thornthwaite

CUADRO N° 13

VARIACIONES FREATIMETRICAS

PERF N°	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO
5	14/12/84	13,25m	22/4/85	14,52m	16/7/85	15,13m	2/12/85	12,55m	24/2/86	11,35m	19/5/86	10,60m
9	12/12/84	3,17m	22/4/85	3,40m	16/7/85	3,45m	2/12/85	1,51m	24/2/86	2,58m	19/5/86	2,13m
21	12/2/84	3,50m	22/4/85	4,25m	16/7/85	4,50m	2/12/85	2,76m	24/2/86	3,37m	19/5/86	3,10m
25	12/2/84	6,60m	22/4/85	7,10m	16/7/85	7,25m	2/12/85	6,44m	24/2/86	6,30m	19/5/86	6,95m
51	12/12/84	0,45m	22/12/84	1,26m	16/7/85	0,69m	2/12/85	0,72m	24/2/86	1,60m	19/5/86	0,72m
65	12/12/84	6,95m	22/4/85	7,21m	16/7/85	7,54m	2/12/85	6,25m	24/2/86	6,05m	19/5/86	6,40m
82	-	-	-	-	16/7/85	7,40m	-	-	24/2/86	6,65m	19/5/86	5,70m
90	14/12/84	14,75m	22/4/85	15,01m	16/7/85	14,98m	-	-	24/2/86	14,54m	19/5/86	14,48m
105	13/12/84	3,02m	23/4/85	4,30m	16/7/85	4,00m	2/12/85	2,56m	24/2/86	3,58m	22/5/86	2,58m
142	14/12/84	9,58m	22/4/85	9,74m	16/7/85	9,07m	2/12/85	8,08m	24/2/86	8,05m	22/5/86	8,15m
144	12/2/84	5,50m	22/4/85	5,85m	16/7/85	5,40m	2/12/85	4,55m	24/12/85	5,67m	22/5/86	5,30m
167	12/12/84	3,28m	22/4/85	3,57m	16/7/85	3,44m	2/12/85	1,94m	24/2/86	2,68m	22/5/86	2,30m
178	-	-	23/4/85	5,11m	16/7/85	4,85m	2/12/85	4,27m	24/2/86	4,74m	22/5/86	4,40m
181	13/12/84	3,76m	23/4/85	4,38m	16/7/85	4,73m	2/12/85	3,39m	24/12/86	3,49m	22/5/86	3,25m
186	13/12/84	5,08m	23/4/85	5,78m	16/7/85	5,92m	2/1285	3,28m	24/2/86	4,30m	22/5/86	3,60m
192	13/12/84	4,04m	23/4/85	4,63m	16/7/85	4,91m	2/12/85	3,10m	24/2/86	3,73m	22/5/86	3,06m
199	13/12/84	2,81m	23/4/85	3,20m	16/7/85	3,66m	2/12/85	1,05m	24/2/86	1,63m	22/5/86	1,20m
210	12/12/84	3,60m	22/4/85	4,03m	16/7/85	4,30m	2/12/85	2,73m	24/2/86	2,90m	22/5/86	3,00m
220	13/12/84	6,32m	23/4/85	6,78m	16/7/85	6,60m	2/12/85	5,54m	-	-	-	-
281	13/12/84	4,89m	22/4/85	5,32m	16/7/85	5,66m	2/12/85	3,99m	24/2/86	4,40m	22/5/86	4,17m
284	13/12/84	8,00m	-	-	16/7/85	8,78m	2/12/85	7,86m	24/2/86	7,54m	22/5/86	8,00m
507	22/1/85	4,83m	7/5/85	5,35m	12/8/85	5,05m	-	-	27/2/86	4,18m	22/5/86	3,98m
531	24/1/85	1,91m	7/5/85	2,45m	12/8/85	1,75m	17/12/85	1,38m	26/2/86	1,68m	19/5/86	1,00m

CUADRO N° 13

VARIACIONES FREATIMÉTRICAS

N°	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO	FECHA	PROF. NIVEL FREATICO
536	25/1/85	3,36m	7/5/85	3,55m	12/8/85	2,60m	-	-	27/2/86	2,15m	19/5/86	1,30m		
544	28/1/85	1,40m	8/5/85	1,80m	12/8/85	0,65m	-	-	-	-	-	-		
547	28/1/85	2,17m	8/5/85	2,65m	12/8/85	1,27m	18/12/85	1,15m	27/2/86	1,65m	20/5/86	1,10m		
555	29/1/85	2,55m	8/5/85	2,73m	12/8/85	2,15m	18/12/85	1,78m	27/2/86	2,20m	20/5/86	1,64m		
557	29/1/85	3,10m	8/5/85	3,50m	12/8/85	2,85m	18/2/85	2,00m	27/2/86	2,30m	20/5/86	1,59m		
562	29/1/85	1,50m	8/5/85	2,04m	12/8/85	1,05m	18/12/85	0,44m	-	-	-	-		
565	29/1/85	1,57m	8/5/85	1,90m	12/8/85	0,70m	18/12/85	0,65m	27/2/86	1,40m	20/5/86	0,53m		
566	29/1/85	1,50m	8/5/85	2,08m	12/8/85	0,78m	18/12/85	0,78m	27/2/86	1,50m	20/5/86	0,83m		
572	30/1/85	1,62m	8/5/85	1,80m	14/8/85	0,77m	-	-	28/2/86	0,40m	20/5/86	0,70m		
585	31/1/85	2,53m	9/5/85	2,85m	13/8/85	1,95m	19/12/85	0,76m	27/2/86	1,37m	20/5/86	0,65m		
591	18/2/85	2,84m	7/5/85	3,15m	-	-	19/12/85	1,07m	28/2/86	1,67m	20/5/86	0,57m		
598	19/2/85	2,45m	9/5/85	2,40m	13/8/85	1,55m	-	-	28/2/86	1,50m	20/5/86	0,45m		
612	20/2/85	2,55m	8/5/85	2,90m	14/8/85	2,35m	18/12/85	1,25m	27/2/86	1,95m	21/5/86	1,43m		
624	21/2/85	2,55m	-	-	13/8/85	2,28m	-	-	27/2/86	1,70m	21/5/86	0,95m		
632	-	-	16/4/86	2,25m	13/8/85	1,18m	18/12/85	0,67m	27/2/86	1,37m	20/5/86	0,65m		
634	-	-	16/4/85	3,55m	13/8/85	2,68m	18/12/85	1,75m	27/2/86	2,55m	21/5/86	1,65		
647	-	-	18/4/85	2,10m	14/8/85	1,85m	18/12/85	1,10m	27/2/86	1,50m	21/5/86	0,75m		
652	-	-	18/4/85	1,80m	14/8/85	0,55m	-	-	27/2/86	1,45m	21/5/86	0,50m		
667	-	-	9/5/85	3,15m	-	-	19/12/85	1,22m	26/2/86	1,75m	19/5/86	0,47m		
688	-	-	-	-	15/8/85	3,45m	19/12/85	2,00m	26/2/86	2,60m	19/5/86	1,40m		
691	-	-	-	-	15/8/85	1,65m	19/12/85	0,90m	26/2/86	1,50m	-	-		
676	-	-	-	-	14/8/85	3,50m	-	-	26/2/86	3,20m	22/5/86	2,50m		

CUADRO N° 14

N°	FECHA	DURACION CRECIDA	TIEMPO AL PICO (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL PICO (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL BASICO (m <sup>3</sup> /s)	VOL. ESCURRIMIENT TO SUPERFICIAL (directo) (hm <sup>3</sup> )	PRECIPITA- CION. AZUL (DRH) (mm)	PRECIPITACION MEDIA. CUENCA (mm)	VOLUMEN PRECIPITADO (hm <sup>3</sup> )	ESC. SUPERF./ PRECIPIT. (%)
1	8/8/65	8/8 a1 3/9	5	7,08	0,60	2,5	127	127	130	2
2	11/8/86	11 a1 27	3	1,34	0,40	0,28	19	19	20	1,4
3	10/12/66	8 a1 28	4	2,65	0,31	1,13	90	90	92	1,2
4	14/5/67	14 a1 20	2	0,92	0,04	0,11	—	—	—	—
5	17/7/67	16 a1 29	3	1,08	0,14	0,25	34	34	34,8	0,72
6	23/3/69	23 a1 28	2	0,38	0,16	0,028	41	41	42	0,07
7	7/12/72	7 a1 8	1	0,15	0,12	0,003	47	47	48	0,01
8	4/1/74	4 a1 15	5	4,04	0,14	1,60	70	74	76	2,1
9	11/7/74	10 a1 26	3	4,44	1,02	2,03	21	21	21,5	9,4
10	25/5/75	24/5 a1 13/6	2	24,72	1,55	7,2	40	48	49	15
11	12/10/76	12 a1 21	2	3,70	0,84	0,8	40	40	41	2,0
12	22/3/77	21/3 a1 4/4	5	2,98	0,54	1,17	43	43	44	2,6
13	7/4/77	7 a1 27	5	8,85	0,59	3,2	17	17	17,5	18,3
14	6/12/79	5 a1 11	2	0,22	0,05	0,045	34	29	29,7	0,15
15	7/7/80	6 a1 23	3	45	5,90	14,2	53	52	53	27
16	8/2/81	7 a1 20	3	0,22	0,08	0,07	55	54	55	0,13
17	10/3/83	8 a1 22	4	3,67	0,04	1,02	40	100	102	1
18	2/4/83	1 a1 11	3	1,45	0,06	0,50	72	50	51	0,98
19	3/5/83	2 a1 14	4	10,67	0,15-1,08	3,70	104	75	76,8	4,8

CUADRO N° 15

<u>PRECIPITACION NOVIEMBRE DE 1985</u>		
DIA	AZUL (SMN)	CHILLAR
1	2,0 mm	-----mm
6	9,0 mm	18 mm
7	7,5 mm	-----mm
8	--- mm	21 mm
9	65,0 mm	51 mm
10	1,3 mm	1,5 mm
11	----- mm	----- mm
12	36 mm	10,0 mm
13	60,2 mm	72,5 mm
14	5,5 mm	----- mm
15	14,0 mm	133,0 mm
TOTAL	200,5 mm	307,0 mm

## BIBLIOGRAFIA

Ameghino, F. 1884 "Las secas y las inundaciones en la Provincia de Buenos Aires". Min. As. Ag. Prov. Buenos Aires. (Cuarta edición 1978). La Plata.

Auge, M. 1981. "Reconocimiento hidrogeológico expeditivo en las cercanías de Azul, Cacharí y Barker, con el objeto de establecer el comportamiento del agua subterránea en relación a la corrosión de gasoductos". Gas del Estado. Consultor técnico. Fasc. 19 (1° parte) pp. 5-23 Bs. As.

Bocanegra, E. 1979. "Estudio hidrogeológico del acuífero en explotación de la ciudad de Azul". Informe interno O.S.N. Gerencia Regional Pampeana.

Burgos, J.M. 1969. "Clima de la provincia de Buenos Aires en relación con la vegetación natural y el suelo". En la Flora de la Prov. de Buenos Aires. INTA, pp. 33-99. Bs. As.

Canziani, J. et al, 1983. "Estudio de grandes tormentas en la Pampa deprimida en la Prov. de Buenos Aires (Argentina) y su incidencia en el balance hidrológico". Hidrología de las grandes llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría. UNESCO-CONAPHI. Vol. 2, pp. 899-922. Olavarría

Dangavs, N. Bozzo, A. y A. Strelzik, 1983. "Conocimiento y manejo agrohidrológico de las llanuras bonaerenses de baja pendiente". Hidrología de grandes Llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría. UNESCO-CONAPHI. Vol. 2, pp. 1130-1172. Olavarría.

Domínguez, O. y S. Carballo. 1983 "Uso de la imagen satelitaria en el estudio de los procesos de anegamiento y/o inundación en grandes llanuras". Hidrología de grandes llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría. UNESCO-CONAPHI. Vol. 2, pp. 1089-1138. Olavarría.

Durán, D. 1981. "La Pampa deprimida-Balance geofráfico". Estudios geográficos pampeanos III. Ed. Oikos. Bs. As.

Fidalgo, F. 1983. "Algunas características de los sedimentos superficiales de la cuenca del río Salado y en la pampa Ondulada". Hidrología de las grandes llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría. UNESCO-CONAPHI. Vol. 2, pp. 1043-1068. Olavarría.

Godz, P., Costa, J., González Belo, R., Vidal, N. y M. Lazovich., 1983. "La pampa deprimida de la Provincia de Buenos Aires". Hidrología de las Grandes Llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría. UNESCO-CONAPHI. Vol. 2, pp. 939-972. Olavarría.

González Bonorino, R., Zardino, R., Figueroa, M. y T. Limousin. 1956. "Estudio geológico de las Sierras de Olavarría y Azul (Bs. As.)". LEMIT. Serie II (63). pp. 5-22. La Plata.

Hernández, M., Auge, M., Fili, M. y J. Ceci, 1975. "Geohidrología de los acuíferos profundos de la provincia de Buenos Aires". Actas VI Congreso Geológico Argentino. Tomo II, pp. 479-500. Bs. As.

Kazmann, R., 1974. "Hidrología Moderna". Segunda impresión. Compañía Edit. Continental S.A. México.

Kilmurray, J. y A. Ribot. 1985. "Estructura y petrografía de las rocas de basamento de la hoja I.G.M. Pablo Acosta, Azul, Sierras Septentrionales de la Prov. de Buenos Aires". Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses. Tandil. Prov. de Bs. As. Resúmenes.

Kovacs, G., 1983. "General Principles of Flat-Land Hydrology". Hidrología de las Grandes Llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría. UNESCO-CONAPHI. Vol. 1, pp. 297-356. Olavarría.

Kruse, E., 1983. "Reconocimiento hidrogeológico de la cuenca superior del A° Azul". Informe Interno CONICET. La Plata.

Kruse, E. 1984. "Infiltración regional y caudal básico del A° de Azul (Primer análisis)". Jornadas Científico-técnicas. Modelos matemáticos hidrológicos para grandes llanuras y su aplicabilidad en la zona deprimida del Salado. La Plata.

Kruse, E. y A. Rojo, 1985. "Interpretación de los conos de depresión de Mar del Plata (Buenos Aires). Primer Análisis". Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses. Tandil. Pcia. de Buenos Aires. Resúmenes.

Medina, L. y M.C. Moyano, 1975. "Estudio piloto de lluvias intensas en la República Argentina". INCYTH. Cuaderno N° 2. Bs As

Ministerio de Obras y Servicios Públicos (MOSP). 1956. "Conferencia sobre desagües en la provincia".

Moscatelli, G. y C. Scoppa. 1983. "Características hidroedáficas de la Pampa Deprimida". Hidrología de las Grandes Llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría. UNESCO- CONAPHI. Vol. 2, pp. 1069-1088. Olavarría.

Posadas, C. 1933. "La solución del problema de los desagües e inundaciones en la Provincia de Buenos Aires". Taller de impresiones oficiales. La Plata.

Sala, J.M.; Ceci, J. y A. Kersfeld, 1974. "Contribución al mapa geohidrológico de la provincia de Buenos Aires. Escala 1:500.000. Zona central oriental. Informe Interno DYMAS (CFI-PBA), La Plata.

Sala, J.M. 1975. "Recursos hídricos (especial mención de las aguas subterráneas)". Relatorio Geología de la Pcia. de Buenos Aires, IV Congreso Geológico Argentino. pp. 169-193. Buenos Aires.

Sala et al. 1977. "Caracterización preliminar del ambiente pe-

riserrano de Balcarce". Convenio Ministerio de Asuntos Agrarios- Facultad de Ciencias Naturales y Museo. La Plata.

Sala, J.M., González, N. y M. Hernández. 1978 "Efectos de una barrera hidráulica natural en las aguas subterráneas del litoral de la Bahía Samborombón". Obra del Centenario del Museo de La Plata. Tomo IV, pp. 153 a 166. La Plata.

Sala, J.M., 1980 "Geología en cuencas de llanura con énfasis en Hidrogeología". Publ. Comité de Cuencas Hídricas de Area del gran Rosario. Rosario.

Sala, J.M. 1981. "Problemática en las investigaciones geohidrológicas en grandes llanuras" Prim. Jorn. Geol. de la provincia de La Pampa. Fasc. 3, pp. 33-55. Santa Rosa.

Sala, J.M. González, N. y E. Kruse. 1983. "Generalización hidrológica de la Prov. de Buenos Aires". Hidrología de las grandes llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría. UNESCO-CONAPHI Vol. 2, pp. 973-1010. Olavarría.

Sala, J.M., Bonorino, A. y J. Carrica. 1985. "Aspectos hidroquímicos del acuífero libre en los alrededores de Ing. White, prov. de Buenos Aires". Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses. Tandil. Resúmenes.

Sala, J.M. y A. Rojo. 1981. "Investigaciones geohidrológicas de la Cuenca de Tandil y su zona de influencia". Informe CIC.

SPAR, 1970 "Planillas de censo de perforaciones realizado con motivo de la provisión de agua potable a la localidad de Chillar". La Plata.

SPAR, 1971, "Estudio de fuentes para la provisión de agua potable en Cacharí". Informe inédito. La Plata.

Teruggi, M. y J. Kilmurray, 1975. "Tandilia". Relatorio de la

Prov. de Buenos Aires. VI Congreso Geológico Argentino. pp. 55-77. Bs. As.

Tricart, J., 1973. "Geomorfología de la Pampa Deprimida". INTA Colección Científica. Bs. As.

Tricart, J., 1983. "Reflexiones relacionadas a los trabajos presentados al Coloquio referentes a la Pampa Deprimida". Hidrología de grandes llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría. UNESCO-CONAPHI. Vol. 2. Olavarría.

Villar Fabre, J., 1955. "Resumen geológico de la Hoja 32 q. Sierras de Azul". RAGA Tomo x N° 2 pp. 75-99. Buenos Aires.

Zetti, J., Tonni, E. y F. Fidalgo, 1973. "Algunos rasgos de la geología superficial en las cabeceras del A° Azul". ETNIA pp. 28-34. Olavarría.

