

35026

1125  
71



ESTUDIO HIDROSEDIMENTOLOGICO

DEL RIO TAPENAGA

- Segunda Etapa -

- Setiembre 1988 -



ESTUDIO HIDROSEDIMENTOLOGICO

BEL RIO TAPENAGA

- Segunda Etapa -

- Setiembre 1988 -

ESTUDIO HIDROSEDIMENTOLOGICO DEL RIO TAPENAGA - Segunda Etapa.-

Lic. OSCAR ORFEO (\*)

Ing. CARLOS A. DEPETTRIS (\*\*)

Participaron en el trabajo:

Ing. Elvio O. CANO

Téc. Nicolás T. ROBERTO

Téc. Omar CAZZANIGA

Téc. Roberto SALZER

Téc. Francisco BENITEZ

Téc. Pablo BERTONI

Sr. Oscar R. SPAGNOLI

Agradecimientos:

A las Autoridades del Convenio Bajos Submeridionales (Unidad Técnica Operativa Chaco) y del Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL-CONICET), por el apoyo económico y las // facilidades operativas brindadas. Al Ing. Raúl J. Yurkevich, al // Profesor Juan J. Neiff y al Licenciado Carlos Patiño por la lectura crítica del manuscrito y las sugerencias aportadas durante la elaboración del trabajo.

(\*) Centro de Ecología Aplicada del Litoral (C.E.C.O.A.L)

(\*\*) Unidad Técnica Operativa Chaco del Convenio Bajos Submeridionales.

ESTUDIO HIDROSEDIMENTOLOGICO DEL RIO TAPENAGA - SEGUNA ETAPA.-

I N D I C E

- \* Introducción.-
- \* Area de Estudio.-
- \* Metodología.-
- \* Evolución Hidrológica del año 1987.-
- \* Resultados
  - 1) Sedimentos en suspensión prolongada.-
  - 2) Sedimentos de cauce y barrancas.-
- \* Discusión.-
- \* Conclusiones.-
- \* Recomendaciones.-
- \* Lista de trabajos citados en el texto.
  
- Plano
- Anexo Cuadros
- Anexo Figuras

## ESTUDIO HIDROSEDIMENTOLOGICO DEL RIO TAPENAGA - SEGUNDA ETAPA

### INTRODUCCION:

La presente contribución tiene por objeto ponderar el transporte de sedimentos en la cuenca inferior y media del Río Tapenagá, durante el ciclo hidrológico 1987, dentro del marco conceptual y metodológico sustentado en la primera etapa del estudio (Convenio Bajos Submeridionales, U.T.O.-CHACO, 1987).

Complementariamente, se analiza la influencia del subsistema biótico en la carga de sedimentos suspendidos, discutiendo su participación en relación a las características del escurrimiento. Se presenta asimismo una metodología expeditiva y de bajo costo, para realizar estimaciones indirectas del transporte de sedimentos suspendidos, a partir de su concentración y de la turbidez del agua.

### AREA DE ESTUDIO:

El plan de tareas desarrollado durante / el año 1987, para las determinaciones hidrometeorológicas, comprendió a la Cuenca Media e Inferior del Río Tapenagá, delimitada de / la siguiente forma:

- \* El límite N.O. quedó establecido por el tramo de la Ruta Provincial Nº4 que une las localidades de Villa Berthet y Quitilipi;
- \* Para el sector N.E. se consideró la divisoria natural con los sistemas de los Ríos Palometa y Saladillo;
- \* El límite Sur y S.O. quedó establecido sucesivamente por las divi

sorias naturales compartidas con los sistemas de Cañada Rica, Bajos de Charadai y Aº El Rabón;

\* El sector S.E. quedó circunscripto a la Ruta Nacional Nº 11 (Flo- / rencia, Provincia de Santa Fé), adoptado como sección de salida / del sistema.

El área descripta puede ubicarse en el / Plano Nº 1 debiendo tenerse en cuenta que en los sectores donde se adoptan divisorias naturales, éstas adolecen de la precariedad e interrupciones características de los sistemas de llanura, por lo /// cual están sujetas a una interrelación con los sistemas vecinos en / los períodos de excedentes hídricos superficiales.

Las secciones adoptadas para el muestreo y los trabajos de aforo, enunciadas desde aguas arriba hacia aguas abajo, son las siguientes:

N O M B R E	U B I C A C I O N
Canales Bajo Hondo I y II	Ruta Provincial Nº 4
Nacientes del Arroyo Tapenagá (Ca- nal Bajo Hondo III)	Ruta Provincial Nº 4
Estero El Aguará	Ruta Provincial Nº 10
Arroyo Tapenagá	Ruta Provincial Nº 10
Cañada El Aguará/Estero Tapenagá	Ruta Provincial Nº 7
Estero Las Hormigas/Aº Tapenagá	Ruta Provincial Nº 7
Río Tapenagá	Ruta Nacional Nº 89
Río Tapenagá	Ruta Nacional Nº 11

## METODOLOGIA:

En líneas generales, se empleó un enfoque metodológico utilizado satisfactoriamente con anterioridad (Orfeo, 1986; Depettris, 1987; Orfeo, 1987), a fin de obtener resultados comparables. Por lo tanto, solo se comentarán las novedades introducidas en esta etapa, remitiéndose a los interesados en mayor información (criterios de campo, rutinas de laboratorio, muestreo de sedimento, procesamientos de gabinete, etc.) a las fuentes de consulta.

Una variante para el muestreo de sedimentos de fondo en lechos cohesivos, fue incorporada con el empleo de sacatestigos manuales (tipo US-SB/87) con pared de acrílico transparente, adosados a un número optativo de barras metálicas huecas, de un metro de longitud cada una. El vaso colector construido del mencionado material, tiene 28 cm. de largo y 6 cm. de diámetro. El extremo de penetración cuenta filo en bisel y el opuesto posee válvula de cierre. Esta última es operada desde la superficie (a través de las prolongaciones), impidiendo mediante la obturación, la pérdida del material retenido. Entre las principales ventajas que ofrece este equipo, se destaca la observación directa de los sedimentos en muestras sin perturbar, permitiendo asimismo su documentación fotográfica. Por otra parte, resulta un instrumento liviano, de bajo costo y cómoda operatividad.

Siguiendo las recomendaciones vertidas en la etapa de estudios precedente (Depettris, 1987, Orfeo, 1987), se determinó la cantidad porcentual de materia orgánica particulada, transportada en suspensión. Para ello se concentró por decantación

y sifonamiento la fase sólida contenida en muestras de 50 litros. / Los residuos así obtenidos fueron secados hasta obtener peso cons- / tante (105 °C) y posteriormente pesados. Luego se procedió al asceni zado en mufla a 550°C y, finalmente, se obtuvo el valor de la mate=/ ria orgánica por diferencia entre peso seco y peso de cenizas.

Las dificultades derivadas de realizar lecturas de turbidez en muestras con alta concentración de sólidos suspendidos, fueron obviadas efectuando los siguientes ajustes metodológicos. Sobre una batería de diluciones de una misma alícuota, se realizaron / sendas lecturas nefelométricas buscando la mayor aproximación a los datos obtenidos por gravimetría. Los ensayos se repitieron sobre alícuotas procedentes de distintos sitios y oportunidades. A partir de los resultados obtenidos se optó por realizar las mediciones de turbidez sobre diluciones al 10% de las muestras originales.

Los ensayos granulométricos fueron realizados sin tratamientos químicos de dispersión, para evaluar las condiciones na turales del ambiente de depositación.

La determinación de los aforos líquidos se realizó por el método de áreas parciales, determinando velocidades puntuales con micromolinetes OTT de contacto magnético operado mediante torno / con cable y contrapeso para las situaciones de aguas medias a altas. En el caso de aguas bajas a muy bajas, situación frecuente durante 1987, se utilizó barra de mano recorriendo por vadeo la sección trans versal. El apoyo con verticales intermedias para mejorar el cálculo de la sección, se realizó con cable y escandallo. Se hicieron con pre cisión lecturas de distancia entre el pelo de agua - en las seccio nes que no poseen Escalas Hidrométricas - y puntos fijos de los puen



///tes y alcantarillas cuya cota topográfica referida al I.G.M. es conocida, con la finalidad de estimar la pendiente del pelo de agua en diferentes situaciones.

El procesamiento de la información en gabinete se efectuó en idéntica forma a lo ya descrito para la campaña 1986, deduciendo velocidad media con el método de cinco (5) puntos.

Teniendo en cuenta que dentro del conjunto de obras a proyectar en el sistema Tapenagá pueden plantearse obras de compensación que actúen como embalses de almacenamiento temporario, se ha detectado la necesidad de evaluar el transporte de material de fondo, en función de la importancia que éste puede alcanzar ante el tipo de obras mencionado.

Al no tener posibilidades en lo inmediato de efectuar mediciones directas de dicho transporte como tampoco el desarrollar un modelo físico o matemático de simulación, se ha recurrido en esta etapa de conocimiento preliminar en el tema, al uso de fórmulas empíricas. Cotejando las escasas experiencias realizadas y los resultados obtenidos en sistemas similares (Cuenca A9 / Los Amores), con la calidad y densidad de información disponible, se optó por la aplicación de la fórmula propuesta por Meyer-Peter-Müller (1948) para estimar el transporte de fondo en los tramos del curso inferior del Río Tapenagá con representatividad en las secciones de Ruta Nacional N° 11 (Sección 1.) y Ruta Nacional N° 89 (Sección 3.). Los requerimientos de la fórmula llevaron a determinar el diámetro representativo del sedimento de fondo, identificado como  $d_{50}$ , y realizar la estimación del peso específico del material

para hallar la tensión necesaria para la iniciación del arrastre de fondo. La tensión de arrastre determinada por las diferentes condiciones hidrométricas de la corriente, permite elaborar una curva de arrastre del material de fondo en cada sección, de modo que conociendo la curva de caudales clasificados (Figuras N<sup>o</sup> 9 y 12) se establecen los montos de transporte de material para la permanencia / de los sucesivos rangos de caudales. Los valores parciales acumulados en base a su distribución anual, permiten obtener el valor total anual acarreado de material de fondo.

## EVOLUCION HIDROLOGICA DEL AÑO 1987

El escaso volumen de precipitaciones registrado durante el año de trabajo en todo el sistema Tapenagá y áreas vecinas, dió lugar a un año caracterizado como seco, donde los caudales pico apenas superaron los 30' m<sup>3</sup>/s. con muy baja permanencia (5 días en Florencia y 2 días en Ea. Tapenagá) y hubo importantes períodos sin escurrimiento en Ruta Nacional Nº 89 (Febrero-Marzo-Abril-Septiembre) o con caudales inferiores a 5 m<sup>3</sup>/s. en Ruta Nacional Nº 11 (Marzo-Septiembre-Octubre). En la cuenca media-alta las condiciones de déficit hídrico fueron aún más agudas, siendo de poca permanencia las situaciones en las que pudo verificarse un movimiento significativo del agua, aún teniendo como sección de control las áreas con canalizaciones artificiales (Ruta Prov. Nº4).

Resumiendo globalmente los datos que caracterizaron a la cuenca inferior, donde se poseen estaciones hidrométricas con registros diarios, puede calcularse el derrame anual en la sección Ruta Nacional Nº 89 (Enero a Diciembre 1987) en 126,480 Hm<sup>3</sup> con un caudal medio anual de 4 m<sup>3</sup>/s., mientras en la sección Ruta Nacional Nº 11, en el período Noviembre 1986- Octubre 1987 el derrame alcanzó a 271,420 Hm<sup>3</sup>. representando un caudal medio de 11,8 m<sup>3</sup>/s.

Los hidrogramas representativos de las dos secciones mencionadas elaborados a partir de caudales medios diarios se observan en las Figuras Nº 8 y 11.-

## RESULTADOS

### 1.-) SEDIMENTOS EN SUSPENSION PROLONGADA.

La carga suspendida (partículas orgánicas e inorgánicas superiores a 0,45 micrones), en general fue de menor magnitud que en el ciclo hidrológico precedente (Cf. Orfeo, 1987). El Valor más alto de concentración en el presente período se registró en la Sección R.N.89 (1.280 mg/l), en septiembre/87, y el más bajo en la sección R.N.11 (137 mg/l), en noviembre/87. (Cuadro 1). En todos los casos tratados, la sección R.N.89 tiene concentraciones más elevadas que aquellas ubicadas aguas abajo y arriba de la misma.

La distribución de la carga en la sección R. N.11 durante el muestreo realizado en el mes de noviembre, revela mayor concentración sobre el tirante central, cerca del fondo de la corriente. En cambio en el mes de junio, la concentración más elevada se registra en la mitad del tirante de la margen derecha; situación comparable a la R.N.89 en el mismo momento de muestreo. El Estero Tapenagá en la intersección con la R.P.7 ofrece un esquema diferente, ya que la concentración de sólidos suspendidos disminuye en profundidad (aproximadamente 40%) (Cuadro 1).

La carga de sedimentos revela aumentos progresivos en el sentido de la corriente. El Canal Bajo Hondo II presenta el menor valor del ciclo en estudio (2,09 tn/día, 19/11/87) y la sección R.N.11 posee el registro más alto (677 tn/día, 16/6/87) / (Cuadro 2). El período de mayor actividad corresponde al mes de junio, y el de aportes más reducidos al de septiembre (Cuadro 2); sin

tener en cuenta los registros del mes de marzo, los cuáles fueron comentados en otra oportunidad. (Orfeo,1987).

En el Cuadro 2 se aprecian los caudales medidos en el presente período, cuyos valores extremos corresponden a // 26,14 m<sup>3</sup>/s (R.N.11,18/11/87) y 0,08 m<sup>3</sup>/s (Canal Bajo Hondo II, R.P.4 18/6/86). Se repitieron en varias situaciones los caudales nulos a-/guas arriba de las secciones 4-5 (Ruta Provincial Nº 7) y en particu-lar fue más aguda la situación de déficit hídrico durante el mes de septiembre. En las dos secciones que poseen escalas hidrométricas // (Ruta Nacional Nº 11 y Ruta Nacional Nº 89) se han podido modificar las curvas de calibración respectivas a partir de los aforos realiza-dos, mientras que las secciones restantes que carecen de escalas no cuentan aún con un conjunto de datos con amplitud suficiente para el ajuste de una curva H-Q, no obstante por tratarse de secciones más / estables (Rutas Provinciales 7, 10 y 4) debido al material de fondo y a estar definidas por alcantarillas de sección rectangular o puen-tes de dimensiones reducidas, es posible la determinación de cauda-/les con buena precisión para condiciones hidrométricas no aforadas.

En el cuadro Nº 7 se resumen las determina-/ciones hidrométricas efectuadas durante el año 1987.

El contenido de materia orgánica particulada en suspensión, tuvo las variaciones que se muestran seguidamente:

S E C C I O N	FECHA	MATERIA ORGA- NICA (%)
Ruta Nacional Nº 89 (Estancia Tapenagá)	03/03/87	10,86
Ruta Nacional Nº 11 (Florescia,S.Fé)	03/03/87	11,71
Ruta Provincial Nº 10 (Estero Tapenagá)	10/09/87	13,96
Ruta Provincial Nº 7 (Estero Tapenagá)	09/09/87	15,32



Ruta Nacional Nº 11 (Floresncia, S.Fé)

09/09/87

19,82

Para obtener una idea aproximada del transporte de materia orgánica suspendida, se puede deducir dicho porcentaje del caudal sólido total en la sección que se considere. Por ejemplo, en Floresncia (Sección R.N.11) el 09/09/87 se aforó una carga sólida igual a 185 tn/día. En el mismo momento y lugar, el contenido de materia orgánica fue estimado en un 20% de los sólidos suspendidos, lo // cual equivaldría a 37 tn/día de materia orgánica transportada en suspensión.

En la sección R.N.89 se realizaron muestreos semanales de sólidos suspendidos, cuyos resultados se grafican en la figura 4, siendo el rango de variación aproximado entre 200 y 2.700 / mg/l. En parte del ciclo hidrológico considerado, se obtuvieron registros de turbidez correspondientes a las muestras recién citadas (Figura 4), analizándose la intensidad de la asociación de acuerdo al coeficiente de Pearson. La Figura 5 muestra el diagrama de dispersión de los datos empleados, donde la correlación resulta significativa ( $r = 0,974$ ). A partir de dichos valores, se calculó la curva que relaciona ambas variables (Figura 6).

Un procedimiento similar se empleó para datos pertenecientes a un muestreo realizado en la sección R.N.11 el / , donde la correlación obtenida fue de menor significación ( $r=0,712$ ) (Figura 7, A y B).

## 2.-) SEDIMENTOS DE CAUCE Y BARRANCAS.

La composición granulométrica de las muestras extraídas, pueden apreciarse en los Cuadro 4 y 5, detallándose su ubicación en el Cuadro 3. Las muestras 1 a 5 y 20 a 22 fueron colectadas / en la carpeta traccional del cauce, mientras que la muestra 6 pertenece al sustrato subsuperficial. En este último caso, la fracción limo supera el 90% de la composición textural, observándose una población modal correspondiente a limo fino, en coincidencia con la media y la mediana de la distribución de frecuencias acumulativas (Cuadro 6). Se destacan los valores de percentil 1 ( $\phi$  0,10), el cual corresponde al mayor diámetro de grano de todas las muestras tratadas, y de selección (1,18).

En los sedimentos superficiales del cauce predomina siempre la fracción limo (62-4 micrones), aunque con proporciones subordinadas de arcilla o arena, siendo más frecuente el primer / caso. La media de la distribución de frecuencias varía entre limo mediano y fino, y la selección entre pobre y muy pobre (Cuadro 6).

Para evaluar tendencias deposicionales en los sedimentos de cauce, se ofrecen los datos correspondientes a una perforación realizada sobre la sección R.N.11, en el lecho expuesto durante una bajante extraordinaria (1984) (Cuadro 3, muestras 12 a 19). En todos los casos predomina la fracción arena, cuya participación oscila entre 50% y 99%, con menores proporciones de limo. En algunos casos, la fracción arcilla se halla presente hasta en un 12% (Cuadro 5) En el Cuadro 6 se aprecian las variaciones del valor medio de tamaño de grano, el cual se distribuye entre  $\phi$  2,26 y  $\phi$  4,65, vale decir, entre arena fina y limo grueso. Tal variación queda reflejada en las os

cilaciones de la selección (muy pobre a moderada) y de la capacidad / de la corriente (arena mediana a gruesa).

En las barrancas de Colonia Urdaniz, los pará metros de tendencia central oscilan entre limo fino (en los niveles / inferiores) y limo grueso (en los superiores) (Cuadro 6, muestras 7 y 8). En Florencia, Santa Fé, las barrancas son arenosas (psamitas muy finas a medianas) con valores granulométricos que varían según su ubi cación en la columna.

Los de menor diámetro se ubican en la parte / basal (arena muy fina), asentándose sobre éstas un paquete de arenas finas a medianas, con mejores valores de selección (moderada a buena) (Cuadro 6, muestras 9 a 11).

Los histogramas de las muestras consideradas se aprecian en la Fig. 1. Aproximadamente el 41% de los mismos son unimodales y el resto bimodales. En la mayoría de los casos, la moda / secundaria está representada por individuos más finos que los que la moda principal. La admixtura proximal de mayor frecuencia, corresponde en un 59% a poblaciones más finas que la moda. Igual porcentaje aglutina a las poblaciones modales más frecuentes, distribuidas entre 250 y 63 micrones (arena fina y muy fina).

La figura 13 muestra el resultado de las bati metrías realizadas desde el punto correspondiente a la Ruta Nacional Nº 11 durante las determinaciones hidrométricas del año 1987. Del aná lisis de la misma puede observarse la considerable variación produ cida en el perfil del fondo en la corta distancia correspondiente al ancho del puente, (8 m.), producida por las socavaciones ocurridas du rante la inundación de 1986, al ser reforzadas con gaviones de roca y



alambre tejido, las pilas del puente. El incremento puntual de la velocidad de la corriente en los espacios inter-gaviones dió lugar a / una mayor socavación reflejada en el perfil de aguas abajo, con ma-/yor incidencia sobre la margen derecha.

Finalmente en el Cuadro Nº 8 se presentan // los resultados del transporte del material de fondo, calculados en / base al método de MEYER-PETER-MULLER para las secciones 1 y 3.

## DISCUSION.-

El análisis de caudales y concentración de / sedimentos suspendidos, permite, en líneas generales, corroborar la / relación inversa entre los mismos. Se interpreta que la disminución de los volúmenes de descarga, lleva aparejado un aumento en la con- / centración de partículas transportadas, aunque la cantidad total de las mismas sea menor.

Sin embargo, se registran excepciones luego de un prolongado período de aguas bajas. En tales circunstancias; un repunte de los niveles hidrométricos ocasiona la movilización del // fango superficial, sedimentado en algunos sectores del cauce y valle de inundación. Incluso remueve la materia orgánica en descomposición, aportada en abundancia por la vegetación acuática que coloniza áreas periféricas. De allí que en el inicio de la creciente el incremento de la masa líquida ocasiona un rápido aumento de concentración y // transporte de sólidos suspendidos, hasta que el lecho exponga su litología predominantemente arcillosa y compacta.

El contenido de materia orgánica suspendida, pone en evidencia su importante participación en la carga transportada. Puede apreciarse un aumento sostenido de concentración en dirección del escurrimiento (Con valores entre 10% y 20%) lo que sugiere la incorporación de materia orgánica a medida que el sistema se integra. Nótese que en una misma sección (Ruta Nac. Nº 11) se registra / una diferencia del 70% entre similares determinaciones. El pico de / creciente registrado en el mes de agosto/87, explicaría el mencionado incremento pocas semanas después, por remoción de los materiales

superficiales.

La correlación obtenida entre la turbidez // del agua y la concentración de sólidos suspendidos en la R.N.89 (fig 6), permite realizar estimaciones indirectas del transporte de sedimentos, siempre y cuando se mantengan interactuantes las variables / que regulan actualmente la dinámica del sistema. Aún cuando se trata de aproximaciones incipientes, cuyo margen de confianza es objeto de estudio, la simplicidad del método y el importante rol asignado a // los sedimentos suspendidos como descriptores de procesos erosivo-deposicionales (Neiff, 1986), permite alentar su utilización en estu- / dios hidrosedimentológicos de control de cuencas, en estaciones se- / leccionadas.

Este método permitiría simplificar la delimi- tación sobre el área que genera los sedimentos medidos en el ingreso a la cuenca inferior (R.N.89), considerando las variaciones que en / la misma se están produciendo en los últimos años como consecuencia del incremento de obras de desagüe superficial en las zonas agríco- / las. El muestreo secuencial de las secciones 4 a 10 (Ver plano 1) ac- tualmente en ejecución permitirá establecer conclusiones tales como la determinación del origen de las 66.600 toneladas netas de sedimen- tos en suspensión medidas durante 1987 discriminando la participación de los 4.000 Km<sup>2</sup>. que conforman la cuenca de aporte superficial hasta la sección 3.

El análisis del material depositado en el // cauce de la sección R.N.11 (Hasta 1 m. de profundidad), permite apre- ciar una frecuencia típicamente fluvial. La ciclicidad textural de la columna se relacionaría con la homogeneidad del área de aporte, /

el cual reviste carácter local (afloramiento psamítico). Esta característica imprime rasgos distintivos a la sección, donde la disponibilidad de material arenoso inconsolidado y los pulsos del régimen / hidrológico, favorecen el transporte de sedimentos y el desarrollo / de albardones.

Resulta importante mencionar la variación // que ha tenido el cauce en esta sección, registrada a través de las / batimetrías realizadas durante el año 1987 (Figura 13), donde el espesor del fondo ha tenido una oscilación de 0,43 m. La mayor profundización del cauce se ha producido para los niveles hidrométricos // más bajos (caudales entre 2 y 4 m<sup>3</sup>/s), mientras que el perfil ha recuperado material en niveles hidrométricos superiores (caudales mayores a 10 m<sup>3</sup>/s), vinculándose estos hechos a la concentración de velocidades en zonas cercanas al fondo en el primer caso y una distribución de velocidades más altas alejadas del fondo en el segundo caso. Las premisas anteriores relacionadas con el volumen de material movilizado durante el ciclo de estudios (Cuadro N<sup>o</sup> 8), permiten inferir que el tramo de influencia para el transporte de material de fondo en la sección N<sup>o</sup> 1, tiene una longitud del orden de los 2.500 metros. Esta determinación guarda una relación de semejanza numérica / con el gradiente de energía promedio que produce el movimiento del agua en esta sección, el cual tiene un valor de 0,207 m/km.

Aguas arriba de dicha sección, la litosecuencia superficial observada en las barrancas ofrece información más // discreta, con presencia de limos y arcillas sin estructuras visibles ni tendencias deposicionales apreciables en los niveles expuestos. Asimismo, no es posible identificar claramente albardones, lo que se

vincularía con el tamaño reducido de las partículas transportadas, y su dificultad de sedimentación, aún en situaciones de flujo no encauzado.

Este hecho es coincidente con la menor variación del espesor del fondo registrado en la sección Nº 3 (Ruta Naç. 89), el cual apenas alcanzó un valor promedio de 0,10 m.. De lo ex-/puesto resulta que para el ancho promedio en aguas bajas de 45 m., / el volumen de material de fondo movilizado durante 1987 (Cuadro Nº 8) tiene un tramo de afectación de aproximadamente 7.000 m.

La actividad fluvial más conspícua de la / baja cuenca, se manifestaría en la profundización del cauce, ya que en el resto de la cuenca predominan en general procesos vinculados a las áreas palustres.

## CONCLUSIONES.-

Los resultados obtenidos en la presente etapa de estudios, confirman la dependencia del transporte de sedimentos en relación al régimen de lluvias de la cuenca. La disminución / de éstas con respecto al período hidrológico anterior, determinó una reducción de caudal sólido del orden del 65% a 69%. Dicha carga sedimentaria, distribuida en forma aproximadamente homogénea en el flujo tiende a aumentar en el sentido del escurrimiento, acompañando las / variaciones de los niveles hidrométricos.

El transporte en suspensión anual en la // sección 1 (Ruta Nac. 11) resultó de 247.000 toneladas, el cual se reduce a 197.000 toneladas netas de sedimento si se descuenta un 20% en promedio de contenido de materia orgánica. El correspondiente a la / sección 3 (Ruta Nac. 89), aguas arriba de la anterior, fue de 74.800 ton., el cual considerando un promedio del 11% de materia orgánica / queda reducido a 66.600 toneladas, reflejando una marcada diferencia entre la carga de ambas secciones. Siguiendo el criterio propuesto / por algunos trabajos de investigación aplicada (LINSLEY, 1977), puede concluirse que la producción de sedimentos en suspensión en la Cuenca Inferior, cuya área de aporte es de 723 km<sup>2</sup>, ha sido durante el / año 1987 de 181 ton/km<sup>2</sup>.

Se verifica la importancia de los materiales orgánicos en los depósitos fluviales, apreciándose la asociación con los sedimentos clásticos en forma de acumulaciones mantiformes / superpuestas a éstos. La respuesta de ambos a los cambios energéticos de del medio, resulta característica de la fase hidrológica con-

siderada.

La estrecha correlación ( $r=0,974$ ) entre sólidos suspendidos y turbidez del agua, permite ofrecer la curva obtenida como método expeditivo y eficaz, para estimaciones indirectas / del caudal sólido.

La carpeta traccional del cauce está constituida (excepto en la sección de salida del sistema) por sedimentos laxos predominantemente arcillosos, los cuales responden a las condiciones ambientales (especialmente salinidad del agua), aglutinándose en agregados de mayor tamaño. En consecuencia son trasladados como nódulos correspondientes a la fracción limo. El material infrayacente, / aunque de similar textura, posee como rasgo distintivo elevada cohesividad, y por ende mayor resistencia a la erosión.

El desarrollo de geoformas asociadas a los ambientes fluviales vectoriales (tales como albardón) se restringe a la sección R.N. 11 (en la cuenca inferior), constituida por sedimentos arenosos. En el resto de la cuenca predominan las características / del ambiente palustre.

## RECOMENDACIONES.-

Se considera recomendable adoptar al Sistema Tapenagá como cuenca piloto, para profundizar en el estudio de // los caracteres hidrosedimentológicos más conspicuos y relevantes. Ello favorecería el conocimiento de ambientes fluviales autóctonos si milares al investigado, insertos en llanuras subtropicales. Lo dicho implica la continuidad de los estudios desarrollados y la incorporación de líneas analíticas que permitan ponderar aspectos poco escla recidos.

A modo orientativo se ofrece la siguiente guía temática, que se considera necesaria de tener en cuenta en futu ras acciones, sin excluir otros aspectos concurrentes:

- Analizar la granulometría de la carga en suspensión, a través de / determinaciones que contemplen el empleo de filtros de porosidad / seleccionada.
- Ajustar curvas de concentración de sólidos suspendidos-turbidez // del agua, para cada sección de muestreo considerada, evaluando la confianza del método predictivo.
- Realizar perforaciones y sondeos en sitios escogidos de la cuenca, reconociendo y caracterizando las secuencias sedimentarias con cri terio microestratigráfico.
- Estudiar el ciclo de la materia orgánica en el sistema fluvial, in cluyendo la oferta, descomposición y periodicidad de los aportes.
- Ponderar el contenido de materia orgánica de los sedimentos de fon do.
- Evaluar la erodabilidad de los terrenos en subambientes selecciona dos del gradiente topográfico, mediante el empleo de técnicas es-/



/tandarizadas (v.gr. sherard, 1971).

- Determinar características claves del agente de transporte (número de Reynolds y número de Froude) a partir de métodos indirectos basados en la distribución de frecuencias granulométricas de los sedimentos (v.gr. Spalletti y Gutiérrez, 1976).
- Estudiar el tipo de transporte sedimentario predominante en distintas fases del ciclo hidrológico, a través de criterio de consenso generalizado (v.gr. Visher, 1969; Flemming, 1977).
- Realizar análisis químicos secuenciales (fundamentalmente aniones, cationes, nutrientes y materia orgánica disuelta) de las aguas, para considerar su calidad y potencialidad de uso.
- Identificar los argilominerales de los sedimentos de la cuenca a través de difracción de rayos X.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

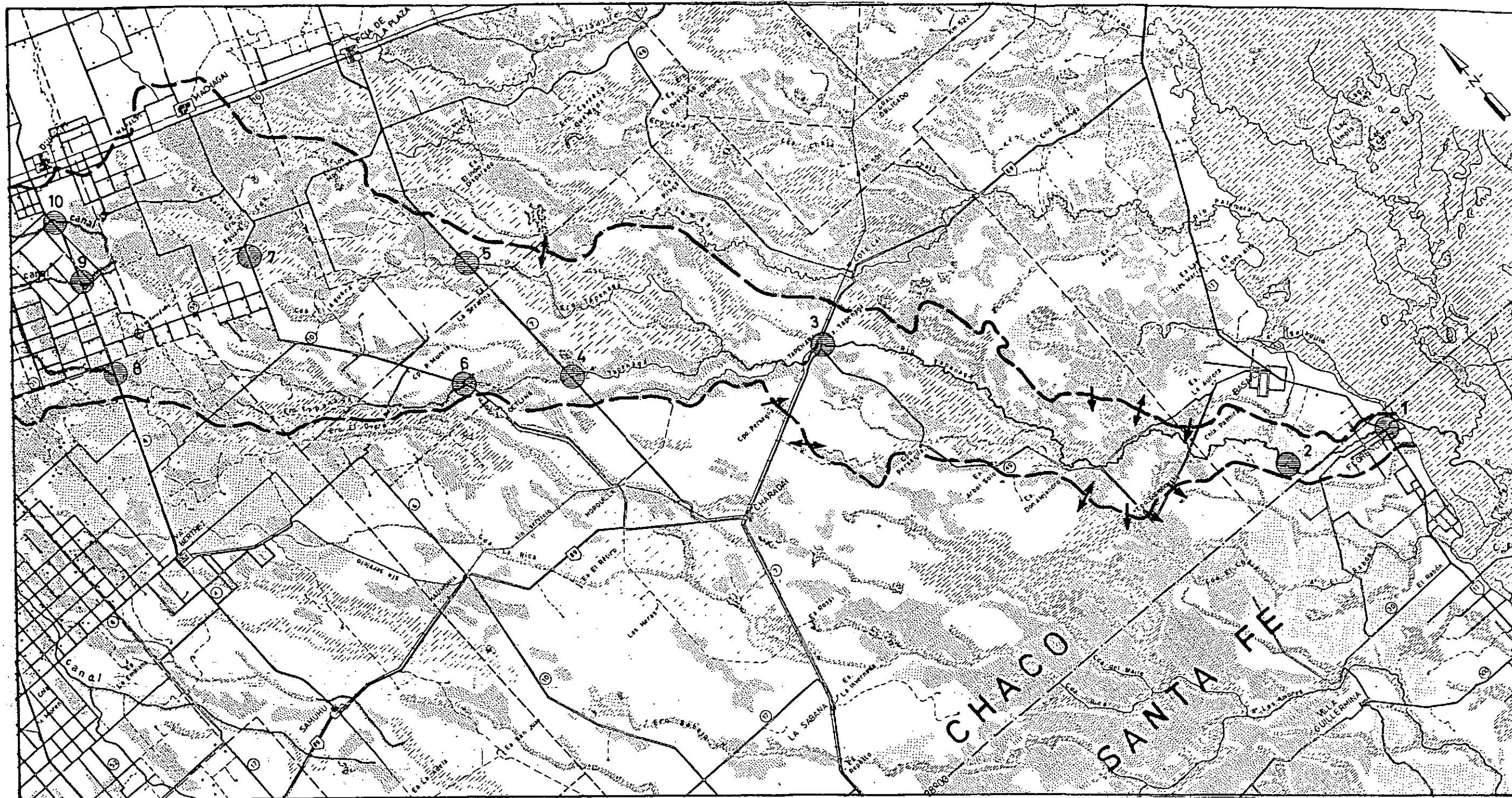
DEPETTRIS, C. 1987. Hidrología de la cuenca inferior del río Tapenagá. En: Estudio Hidrosedimentológico del Río Tapenagá, Cap. I, 13 pag. y figuras. Convenio Bajos Submeridionales (C.F.I.-U.T.O-Chaco).

NEIFF, J. 1986. Aspectos metodológicos y conceptuales para el conocimiento de las áreas anegables del Chaco Oriental. Rev. Ambiente subtropical, 1: 1-4.-

ORFEO, O. 1986. Estudio sedimentológico de ambientes fluviales del Chaco Oriental. Rev. Ambiente Subtropical, 1: 60-72

ORFEO, O. 1987. Sedimentos suspendidos y de fondo de la cuenca inferior del río Tapenagá. En: Estudio hidrosedimentológico del Río Tapenagá, Cap. II, 30 pag. y fig. Convenio Bajos Submeridionales (CFI-UTO CHACO).

LINSLEY, R.; KOHLER, M.; y PAULUS, J. 1977. Hidrología para Ingenieros, Ed. Mc. Graw Hill. Cap 13: pag, 331-345.



# REFERENCIAS

- ~ LIMITE DE CUENCA
- ↔ TRANSFLUENCIAS
- SECCION DE MEDICION (AFOROS)
- 1 RUTA NACIONAL 11 FLORENCIA (SANTA FE)
- 2 COLONIA URDANIZ
- 3 RUTA NACIONAL 89 Ea. TAPENAGA
- 4 RUTA PROVINCIAL Nº 7 Aº TAPENAGA
- 5 RUTA PROVINCIAL Nº 7 ESTERO TAPENAGA
- 6 RUTA PROVINCIAL Nº 10 Aº TAPENAGA
- 7 RUTA PROVINCIAL Nº 10 Cda. AGUARA
- 8 RUTA PROVINCIAL Nº 4 CANAL BAJO HONDO III
- 9 RUTA PROVINCIAL Nº 4 CANAL BAJO HONDO I
- 10 RUTA PROVINCIAL Nº 4 CANAL BAJO HONDO II

## SIMBOLOGIA CARTOGRAFICA

- ZONA URBANIZADA - PUEBLO
- CASA - VIVIENDA - PUESTO
- VIA FERREA
- 1) 2) RUTAS 1) PAVIMENTADA 2) SIN PAVIMENTAR
- 1) 2) RUTAS 1) NACIONAL 2) PROVINCIAL
- 1) 2) LIMITES 1) INTERPROVINCIAL 2) DEPARTAMENTAL
- CURSO DE AGUA - RIO - ARROYO
- ESPEJO DE AGUA - LAGUNA
- CAÑADA - ESTERO
- VALLE DEL PARANA
- CANAL - ZANJON
- 1) 2) AREA BOSCOSA 1) CERRADA 2) HALA - ARBUSTALES

## CONVENIO BAJOS SUBMERIDIONALES C FI. SANTA FE - CHACO SANTIAGO DEL ESTERO UNIDAD TECNICA OPERATIVA CHACO

ESTUDIO PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO DEL SISTEMA TAPENAGA

ESTUDIO HIDROSEDIMENTOLOGICO RIO TAPENAGA

LAMINA Nº	PLANO Nº	FECHA
REEMP. AL PL Nº	REEMP. POR PL Nº	may/88
DIBUJO CARTOGRAFIA	III. ASALTIER. S. GOMEZ	

## ANEXO CUADROS

## CONCENTRACION DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION PROLONGADA.

S E C C I O N		F E C H A	PROFUN- DIDAD	CONCENTRACION SEDIMENTOS SUSPENDIDOS (g/m3)			
N O M B R E	R U T A			V M I	V C	V M D	C M H
Ero. TAPENAGA	R.P. 7	04/03/87	a)	-	148,0	-	
			b)	-	286,0	-	
Río TAPENAGA	R.N.89	04/03/87	b)	-	2492,0	-	
Río TAPENAGA	R.N.11	03/03/87	c)	-	326	-	
CANAL BAJO HONDO II	R.P. 4	18/06/87	a)	-	324	-	
Ero. TAPENAGA	R.P. 7	17/06/87	a)		583		
			b)		482		
			c)		332		
			CMV		456,6		
Río TAPENAGA	R.N.89	16/06/87	a)	817	794	804	805
			b)	854	886	776	836
			c)	837	774	821	810
			CMV	836	818	798	
Río TAPENAGA	R.N.11	16/06/87	a)	763	697	776	745
			b)	904	788	692	794
			c)	856	823	688	789
			CMV	841	769	718	
Ero. EL AGUARA	R.P.10	10/09/87	a)	-	500	-	
Ero. TAPENAGA	R.P. 7	10/09/87	a)	-	1168	-	
Aryo. TAPENAGA	R.P. 7	10/09/87	a)	-	268	-	
Río TAPENAGA	R.N.89	09/09/87	b)	-	1280	-	
Río TAPENAGA	R.N.11	09/09/87	a)	-	764	-	
CANAL BAJO HONDO II	R.P. 4	19/11/87	a)	-	242	-	

## TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION PROLONGADA

S E C C I O N		F E C H A	C A U D A L (m <sup>3</sup> /s)	CONCENTRACION (g/m <sup>3</sup> )	TRANSPORTE SEDIMEN. SUSPEN. (Tn / día)
N O M B R E	R U T A				
Eo. TAPENAGA	R.P. Nº 7	04/03/87	1) 0,72 2) 2,15	217	1) 15,50 2) 40,30
RIO TAPENAGA	R.N. Nº 89	04/03/87	0,036	2492	7,75
RIO TAPENAGA	R.N. Nº 11	03/03/87	4,68	326	131,81
CANAL BAJO HONDO II	R.P. Nº 4	18/06/87	0,08	324	2,24
Eo. TAPENAGA	R.P. Nº 7	17/06/87	1) 1,22 2) 2,54	466	1) 49,12 2) 102,26
RIO TAPENAGA	R.N. Nº 89	16/06/87	6,17	817	435,70
RIO TAPENAGA	R.N. Nº 11	16/06/87	10,10	776	677,16
RIO TAPENAGA	R.N. Nº 89	09/09/87	0,53	1280	58,61
RIO TAPENAGA	R.N. Nº 11	09/09/87	2,80	764	184,82
CANAL BAJO HONDO II	R.P. Nº 4	19/11/87	0,10	242	2,09
RIO TAPENAGA	R.N. Nº 89	18/11/87	1,75	654	98,88
RIO TAPENAGA	R.N. Nº 11	18,11/87	26,14	145	327,48

NOTA: Los valores de concentración corresponden a la media de los datos volcados en el cuadro

CUADRO: 3

DETALLE DE LAS MUESTRAS DE FONDO, BARRANCAS Y PERFORACIONES EXTRAIDAS PARA SU ANALISIS TEXTURAL

MUESTRA Nº	S E C C I O N	F E C H A	O B S E R V A C I O N E S
1	R.P. Nº 7 (Eo. TAPENAGA)	04/03/87	FONDO
2	R.P. Nº 7 (Ao. TAPENAGA)	04/03/87	FONDO
3	R.N. Nº 89 (Ea. TAPENAGA)	04/03/87	FONDO
4	R.P. (Ea. LA AURORA)	03/03/87	FONDO
5	R.P. (Colonia URDANIZ) Superior	03/03/87	FONDO
6	R.P. (Colonia URDANIZ) Inferior	03/03/87	FONDO
7	R.P. (Colonia URDANIZ) Superior	03/03/87	BARRANCA
8	R.P. (Colonia URDANIZ) Inferior	03/03/87	BARRANCA
9	R.N. Nº 11 (FLORENCIA) Superior	03/03/87	BARRANCA
10	R.N. Nº 11 (FLORENCIA) Inferior	03/03/87	BARRANCA
11	R.N. Nº 11 (FLORENCIA) Basal	03/03/87	BARRANCA
12	R.N. Nº 11 (FLORENCIA) Superior	20/08/84	PERFORACION
13	R.N. Nº 11 (FLORENCIA)	20/08/84	PERFORACION
14	R.N. Nº 11 (FLORENCIA)	20/08/84	PERFORACION
15	R.N. Nº 11 (FLORENCIA)	20/08/84	PERFORACION
16	R.N. Nº 11 (FLORENCIA)	20/08/84	PERFORACION
17	R.N. Nº 11 (FLORENCIA)	20/08/84	PERFORACION
18	R.N. Nº 11 (FLORENCIA)	20/08/84	PERFORACION
19	R.N. Nº 11 (FLORENCIA) Inferior	20/08/84	PERFORACION
20	R.P. Nº 4	18/06/87	FONDO
21	R.P. Nº 7	17/06/87	FONDO
22	R.N. Nº 89	16/06/87	FONDO

REFERENCIAS:

R.P. : Ruta Provincial

R.N. : Ruta Nacional

Eo. : Estero

Ao. : Arroyo

Ea. : Estancia

## FRECUENCIA GRANULOMETRICA (% EN PESO) DE LOS SEDIMENTOS (VER CUADRO 3)

MUES TRA. Nº	G R A D O S $\phi$										
	- 1 (G)	0 (AMG)	1 (AG)	2 (AM)	3 (AF)	4 (AMF)	5 (LG)	6 (LM)	7 (LF)	8 (LMF)	A
1	-	0,04	0,18	0,46	1,40	8,97	11,73	10,89	16,12	11,17	39,04
2	-	0,31	0,31	0,18	1,27	9,82	14,89	10,62	9,39	11,51	41,70
3	-	-	-	0,19	2,31	22,90	17,27	7,30	13,67	10,06	26,30
4	0,16	0,72	0,89	1,40	4,33	17,45	13,08	9,38	46,98	4,88	0,73
5	-	-	0,39	0,79	2,12	9,67	15,73	14,84	12,32	20,59	23,55
6	0,21	0,64	2,61	1,54	1,24	0,94	4,72	19,27	57,14	11,67	0,02
7	-	-	-	0,15	4,20	36,76	33,31	8,80	0,70	5,75	10,33
8	-	-	-	0,29	1,24	11,59	12,39	22,88	6,74	7,69	37,18
9	-	-	1,03	33,21	47,61	15,45	2,29	0,41	-	-	-
10	-	-	6,26	74,35	17,74	1,74	0,19	0,29	-	-	-
11	-	-	0,45	3,80	29,90	30,40	12,00	7,60	4,20	3,70	7,95
12	-	-	0,39	14,35	67,75	14,11	2,91	-	-	-	-
13	-	0,18	0,74	1,78	15,32	22,82	30,36	9,93	8,52	5,76	4,59
14	-	-	0,64	4,76	11,89	33,00	13,37	12,96	7,08	3,75	12,55
15	-	-	0,39	2,81	15,61	33,75	23,55	5,94	6,55	5,37	6,03
16	-	0,05	1,78	23,34	30,28	20,53	12,88	2,06	1,04	0,45	7,59
17	-	-	1,20	33,93	51,52	10,85	2,10	-	-	-	-
18	-	-	1,75	34,45	51,66	9,68	2,12	-	-	-	-
19	-	-	1,32	17,07	38,76	22,46	8,56	1,84	5,41	0,55	4,03
20	-	0,10	0,35	1,45	7,95	21,25	14,20	6,95	3,65	10,70	33,39
21	-	-	0,40	0,50	1,15	7,40	12,75	16,05	2,00	18,35	41,40
22	-	-	-	0,14	0,79	9,79	26,97	7,54	6,39	9,74	38,63

## REFERENCIAS:

G: GRAVA; AMG: ARENA MUY GRUESA; AG: ARENA GRUESA; AM: ARENA MEDIANA; AF: ARENA FINA  
 AMF: ARENA MUY FINA; LG: LIMO GRUESO; LM: LIMO MEDIANO; LF: LIMO FINO; LMF: LIMO MUY FINO  
 A: ARCILLAS TOTALES



CUADRO: 5

COMPOSICION GRANULOMETRICA DE LOS SEDIMENTOS ( Ver Cuadro 3 )

MUESTRA Nº	% ARENA ( 2 - 0,062 mm )	% LIMO ( 0,062 - 0,004 mm )	% ARCILLA ( 0,004 mm )
1	11,05	49,91	39,04
2	11,89	46,41	41,70
3	25,40	48,30	26,30
4	24,95	74,32	0,73
5	12,97	63,48	23,55
6	7,18	92,80	0,02
7	41,11	48,56	10,33
8	13,12	49,70	37,18
9	99,59	0,41	-
10	99,71	0,29	-
11	64,55	27,50	7,95
12	99,51	0,49	-
13	40,84	54,57	4,59
14	50,29	37,16	12,55
15	52,56	41,41	6,03
16	75,98	16,43	7,59
17i	99,60	0,40	-
18	99,66	0,34	-
19	79,61	15,81	4,58
20	31,11	35,50	33,39
21	9,45	49,15	41,40
22	10,73	50,64	38,63

CUADRO: 6

PARAMETROS TEXTURALES DE LOS SEDIMENTOS (Ver Cuadro 3 )

MUESTRA N °	M E D I A N A		M E D I A M O D A			S E L E C C I O N		COMPETENCIA	
	Md	CLASIF.	Mz	CLASIF.	Mo	S.D.	CLASIF.	ø 1	CLASIF.
1	7,00	L.M.	6,75	L.M.	L.M.	2,01	M.P.	2,52	AF
2	7,20	LMF	6,79	LF	AMF	2,07	M.P.	2,24	AF
3	6,00	LF	6,06	LF	AMF	2,10	M.P.	2,61	AF
4	6,03	LF	5,41	LM	LF	1,45	P	0,20	AG
5	6,50	LF	6,37	LF	LMF	1,91	P	1,95	AM
6	6,29	LF	6,14	LF	LF	1,18	P	0,10	AG
7	4,27	LG	4,81	LG	AMF	1,64	P	2,52	AF
8	6,15	LF	6,40	LF	LM	2,03	MP	2,75	AF
9	2,29	AF	2,35	AF	AF	0,68	M	0,99	AG
10	1,64	AM	1,66	AM	AM	0,46	B	0,70	AG
11	3,50	AMF	4,00	AMF	AMF	1,82	P	1,37	AM
12	2,52	AF	2,53	AF	AF	0,57	M	1,23	AM
13	4,29	LG	4,50	LG	LG	1,69	P	1,05	AM
14	3,99	AMF	4,65	LG	AMF	2,05	MP	1,21	AM
15	3,91	AMF	4,39	LG	AMF	1,78	P	1,44	AM
16	2,82	AF	3,04	AMF	AF	1,76	P	0,80	G
17	2,26	AF	2,26	AF	AF	0,67	M	0,77	AG
18	2,24	AF	2,29	AF	AF	0,67	M	0,90	AG
19	2,81	AF	3,05	AMF	AF	1,58	P	0,95	AG
20	5,65	LM	5,88	LM	AMF	2,37	MP	1,59	AM
21	7,50	LMF	6,97	LF	LMF	2,01	MP	2,15	AF
22	6,70	LF	6,59	LF	LG	2,03	MP	3,01	AMF

RESUMEN DE DETERMINACIONES HIDROMETRICAS REALIZADASDURANTE EL AÑO 1987.-

S E C C I O N	F E C H A	E S C A L A (m)	CAUDAL (m3/s)	AREA (m2)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)
RUTA NACIONAL Nº 11 FLORENCIA (1)	03/03/87	1,02	4,68	20,8	0,23
	16/06/87	2,29	10,10	54,99	0,18
	09/09/87	0,95	2,80	12,68	0,22
	18/11/87	2,98	26,14	68,31	0,38
RUTA NACIONAL Nº 89 PUENTE Ea. TAPENAGA (3)	04/03/87	0,20	0,04	0,24	0,15
	16/06/87	1,37	6,17	35,64	0,17
	09/09/87	0,55	0,53	2,21	0,24
	18/11/87	0,85	1,75	5,13	0,34
RUTA PROVINCIAL Nº 7 PUENTE Eo. LAS HORMI- GAS. (4)	04/03/87	3,12(*)	S/escurrim.	Prof.0,95	-
	17/06/87	2,95(*)	"	" 1,10	-
	10/09/87	3,10(*)	"	" 0,98	-
	19/11/87	2,92(*)	"	" 1,08	-
RUTA PROVINCIAL Nº 7 PUENTE SUR Eo. TAPE- NAGA (5a)	04/03/87	2,92(*)	0,72	5,50	0,13
	17/06/87	2,75(*)	1,22	5,90	0,21
	10/09/87	3,05(*)	S/escurrim.	Prof.0,85	-
	19/11/87	3,16(*)	"	" 0,73	-
RUTA PROVINCIAL Nº 7 PUENTE NORTE Eo. TAPE- NAGA. (5b)	04/03/87	2,94(*)	2,15	5,65	0,38
	17/06/87	2,75(*)	2,54	6,20	0,41
	10/09/87	3,06(*)	S/escurrim.	Prof.1,06	-
	19/11/87	3,16(*)	"	" 0,87	-
RUTA PROVINCIAL Nº 10 PUENTE Ao. TAPENAGA (6)	17/06/87	1,13(**)	S/escurrim.	-	-
	10/09/87	1,22(**)	"	Prof.0,95	-
	19/11/87	1,20(**)	Esc.muy su- ave	" 1,00	-

CUADRO Nº 7 (Cont.)

S E C C I O N	F E C H A	ESCALA (m)	CAUDAL (m3/s)	AREA (m2)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)
RUTA PROVINCIAL Nº 10	17/06/87	2,65(*)	S/escurrim	Prof.0,58	-
PUENTE Eo. EL AGUARA	10/09/87	2,88(*)	S/escurrim	" 0,17	-
(7)	19/11/87	2,87(*)	S/escurrim	" 0,14	-
RUTA PROVINCIAL Nº 4	18/06/87	2,03(*)	S/escurrim	" 0,96	-
CANAL BAJO HONDO III	19/11/87	2,17(*)	S/escurrim	" 0,87	-
(8)					
RUTA PROVINCIAL Nº 4	18/06/87	s/d	S/escurrim	-	-
CANAL BAJO HONDO I	19/11/87	3,05(ø)	Esc.muy su ave	" 0,28	-
(9)					
RUTA PROVINCIAL Nº 4	18/06/87	2,11(**)	0,08	Prof.0,22	0,33
CANAL BAJO HONDO II	19/11/87	2,07	0,10	" 0,26	0,35
(10)					

REFERENCIAS:

- (\*) Distancia entre baranda superior y pelo de agua.-
- (\*\*) Distancia entre tablero del puente y pelo de agua.-
- (ø) Sobre alcantarilla nueva, medida desde la baranda Aguas Arriba al pelo de agua.-
- (5a) Número correspondiente a la sección, según Plano. La letra subindica más de una (1) obra de arte en cada sección.-

CUADRO Nº 8

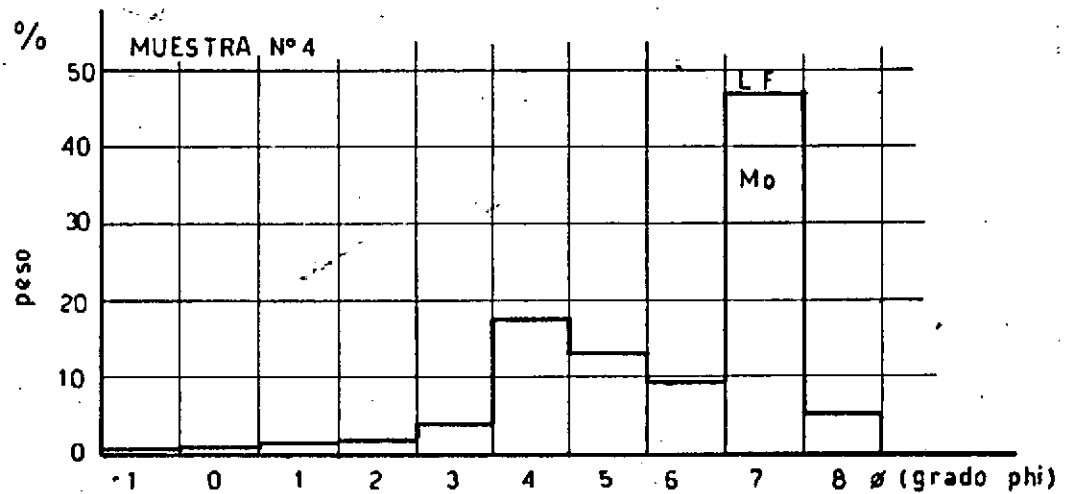
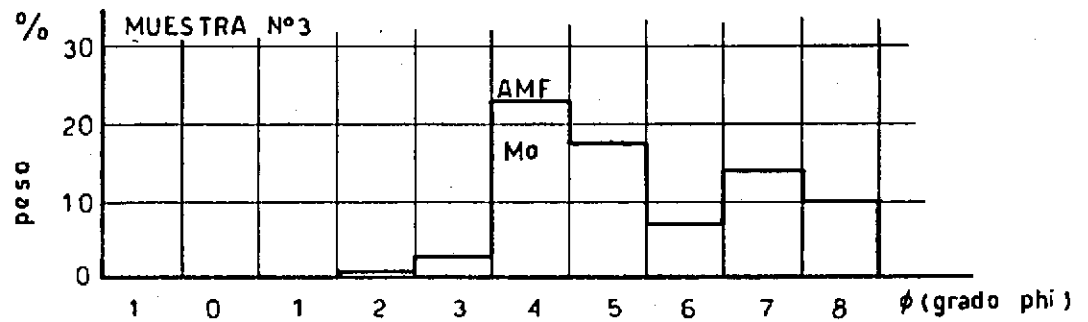
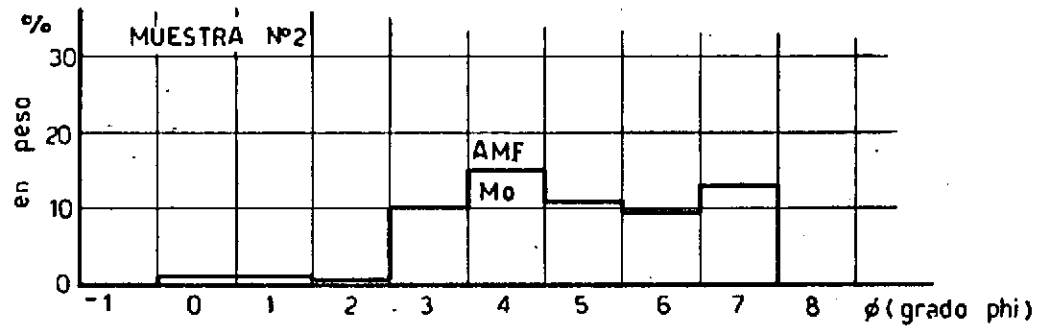
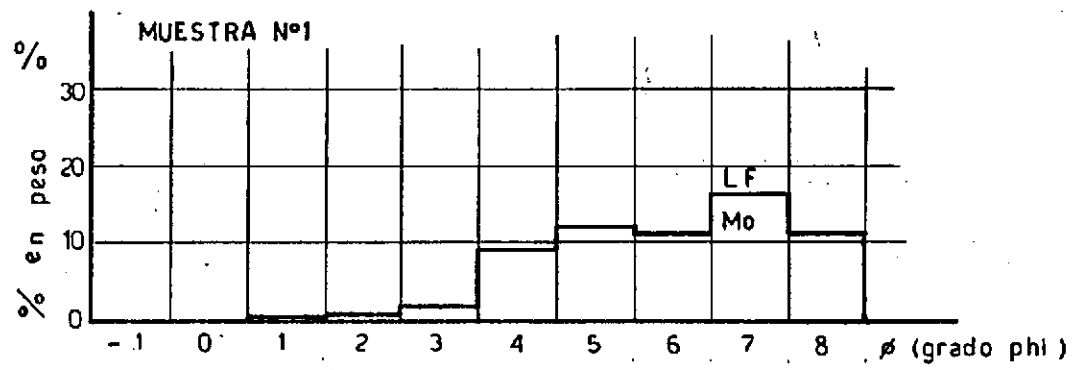
TRANSPORTE DEL MATERIAL DE FONDOFORMULA DE MEYER-PETER-MULLER.

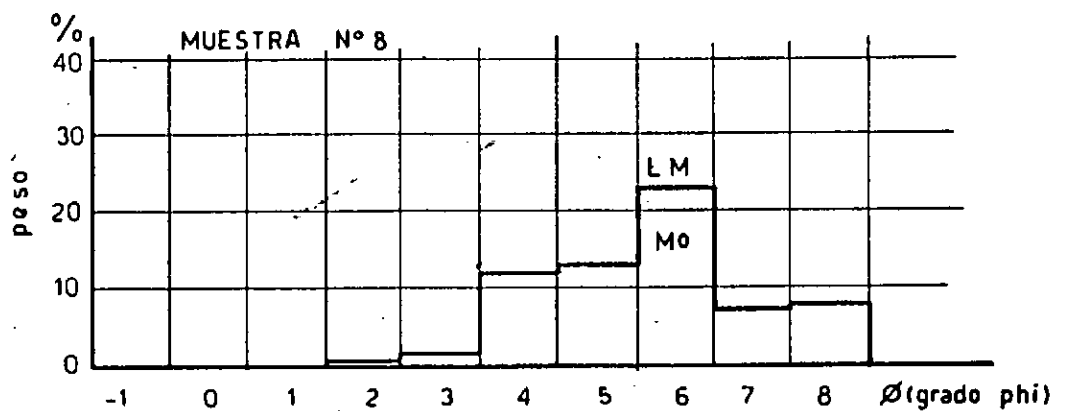
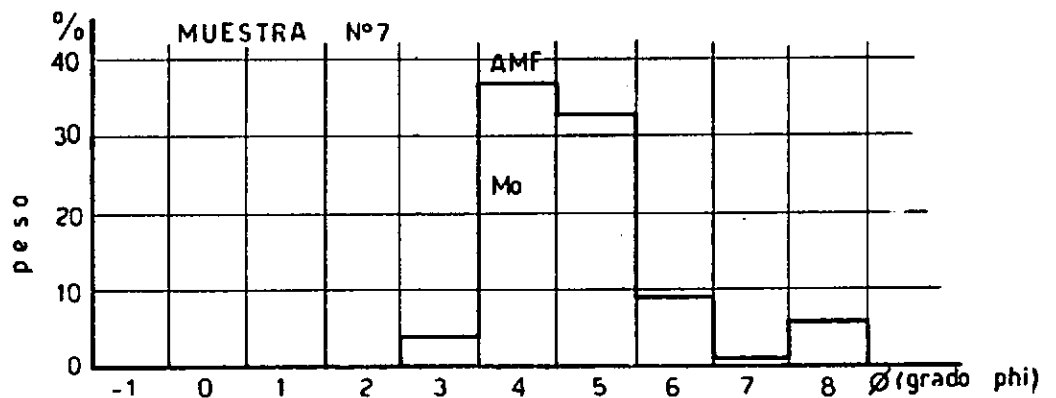
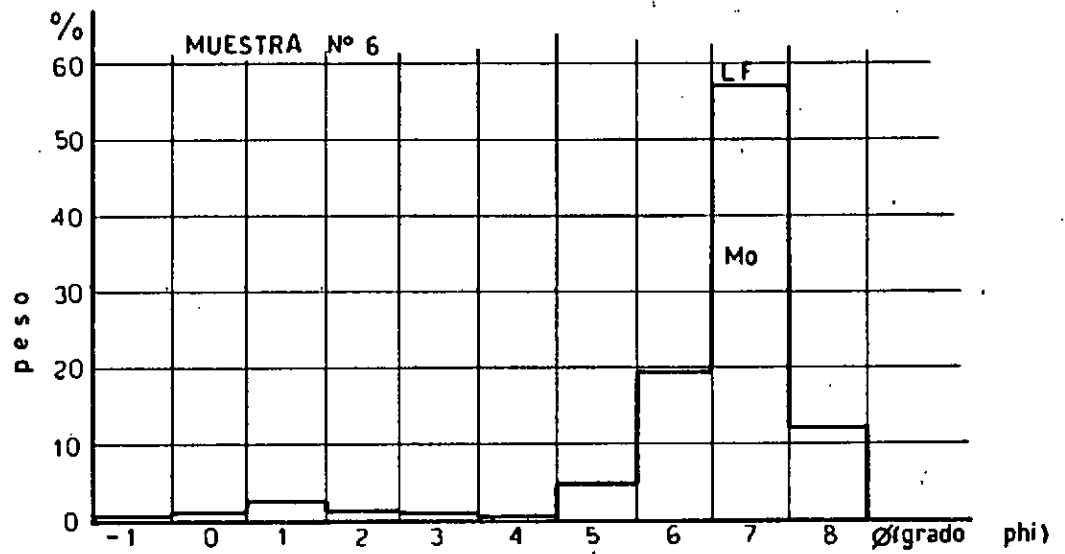
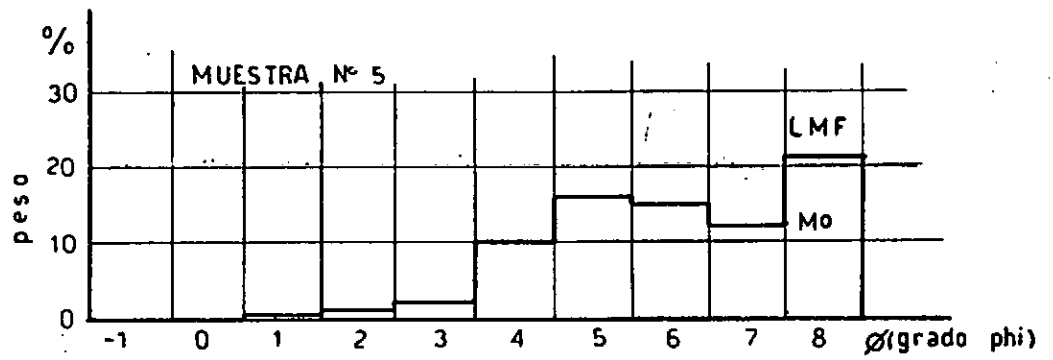
S E C C I O N	Diámetro Representativo $d_{50}$ (mm)	Peso Espe- cífico. (kg/dm <sup>3</sup> )	Tensión para ini- ciación del arras- tre. (kg/m <sup>2</sup> )	A Ñ O 1 9 8 7			
				Tasa de Transporte (Gs) (Kg/s)		Transporte Anual (Tonelad.)	Caudal Medio Anual (m <sup>3</sup> /s)
				Máxima	Minima		
Ruta Nacional Nº 11 Florenxia (1)	0,268	2,65	0,0208	5,1	0,14	81.400	11,8
Ruta Nacional Nº 89 Ecía. Tapenagá (3)	0,020	2,70	0,0016	17,7	0	86.100	4,0

## ANEXO FIGURAS

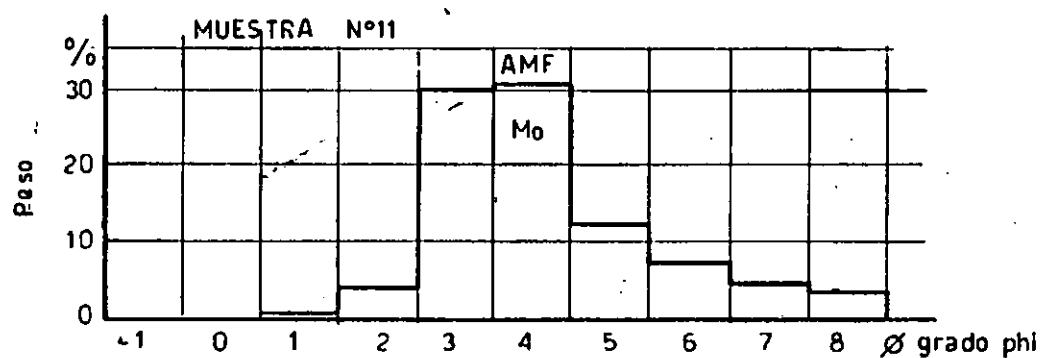
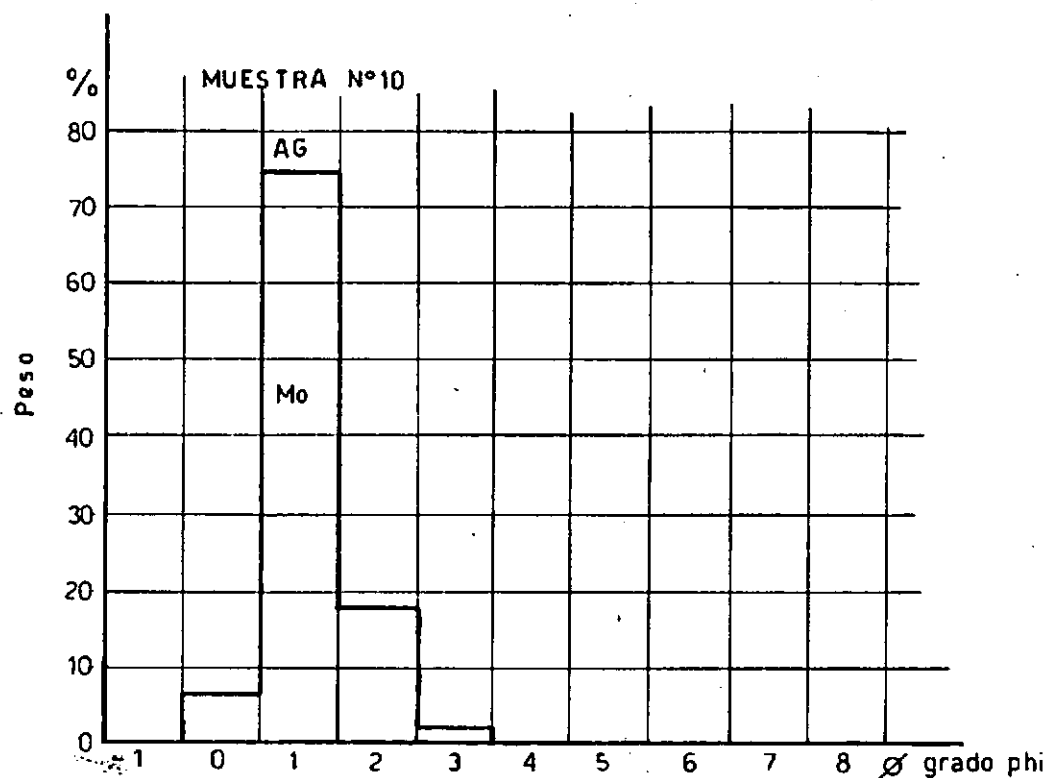
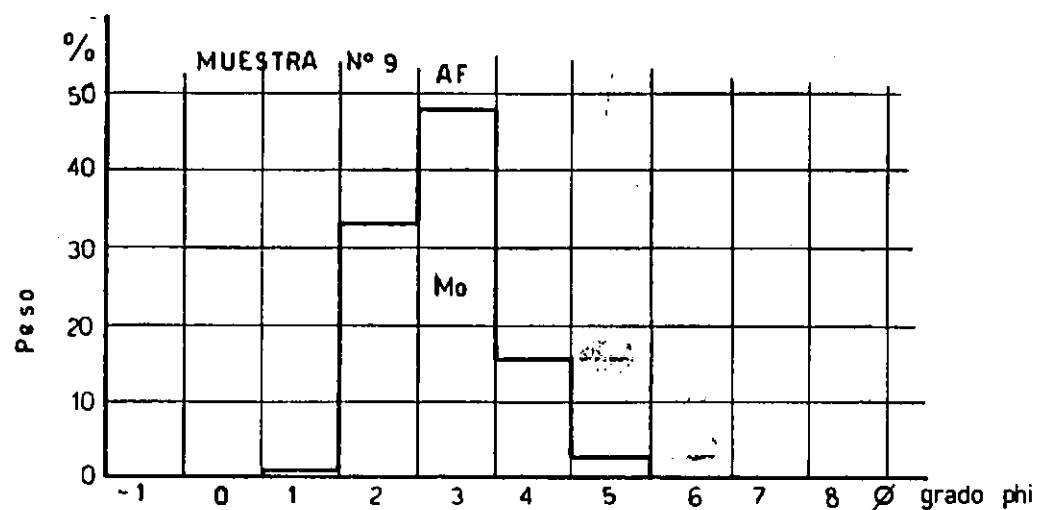
FRECUENCIA GRANULOMETRICA (% EN PESO)  
DE LAS MUESTRAS DETALLADA EN EL CUADRO

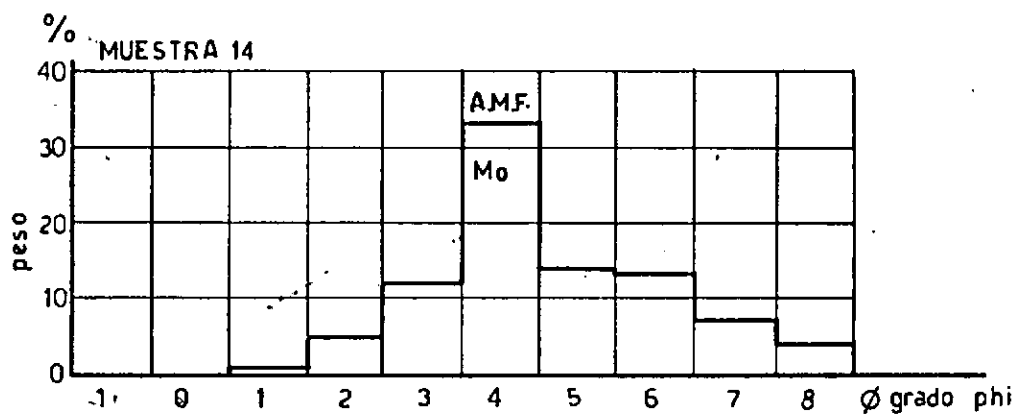
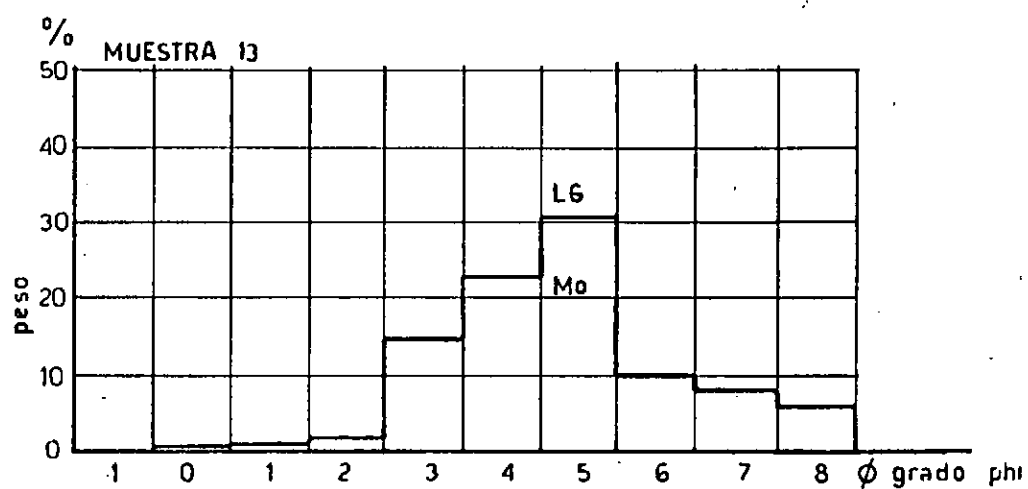
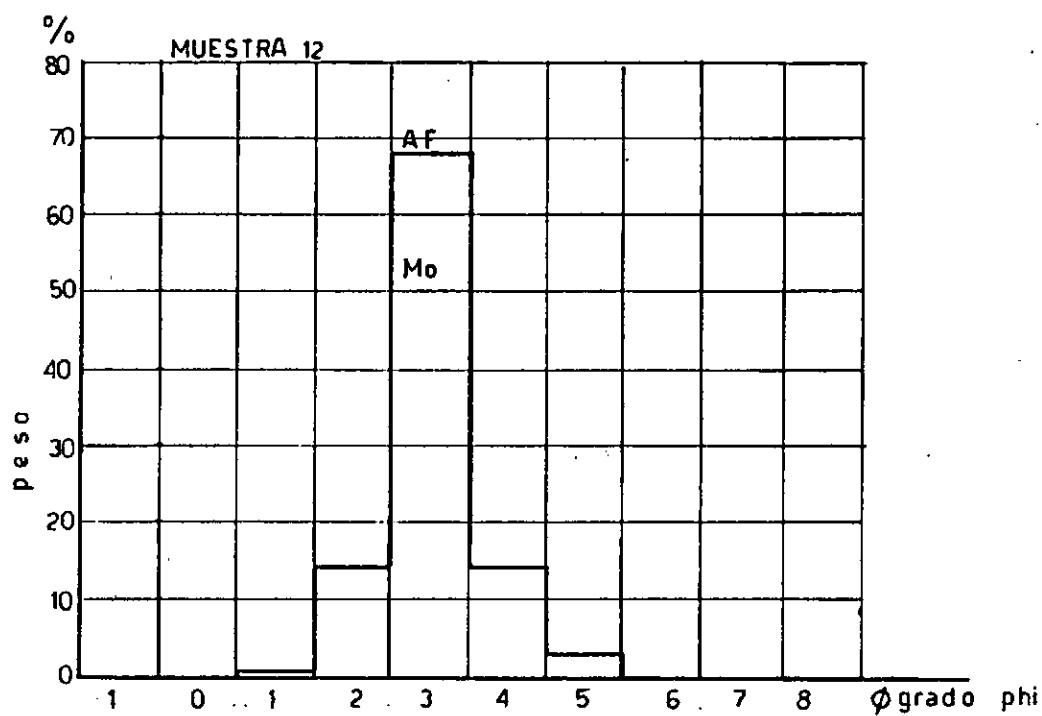
Fig. 1

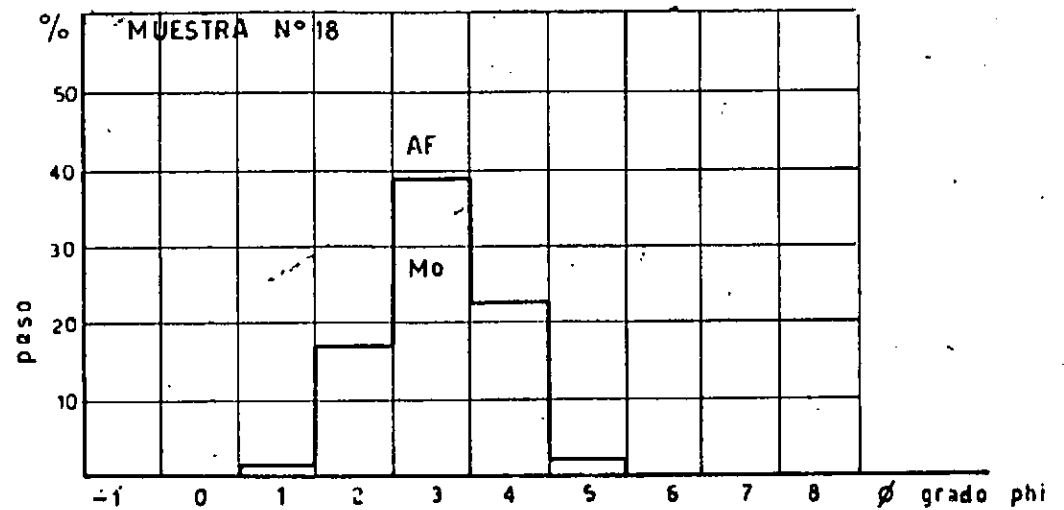
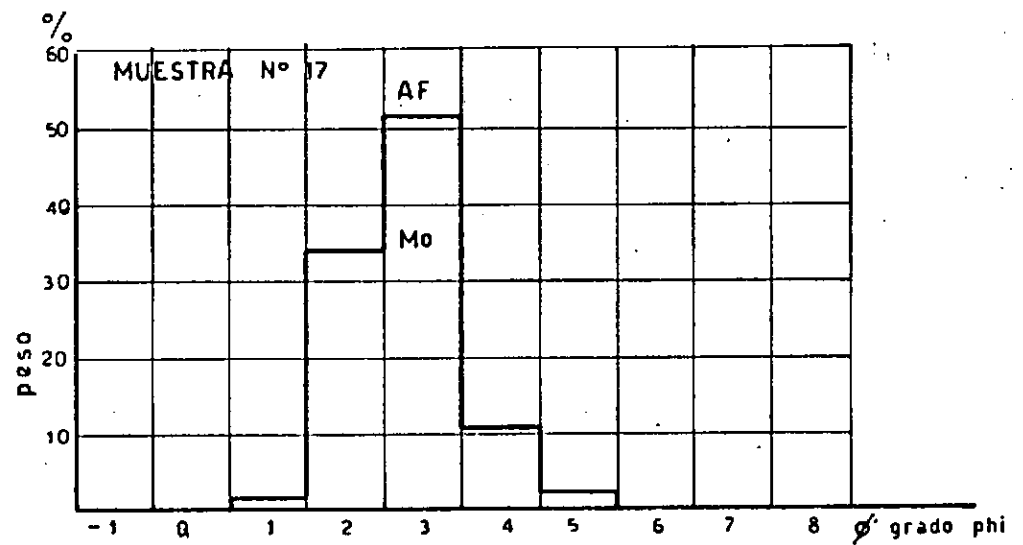
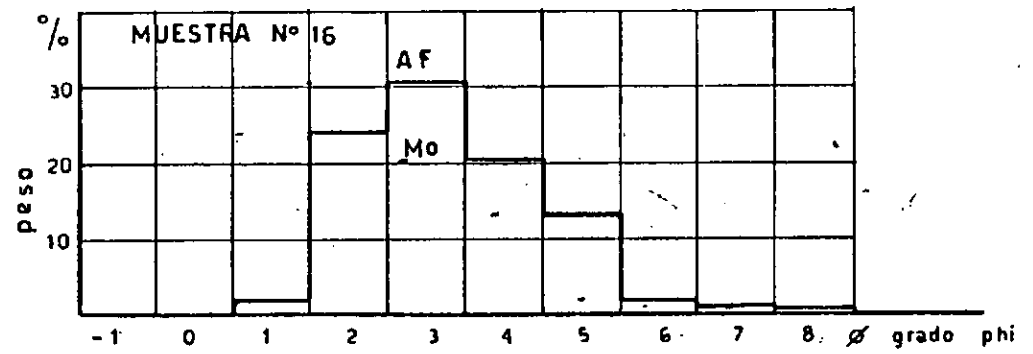
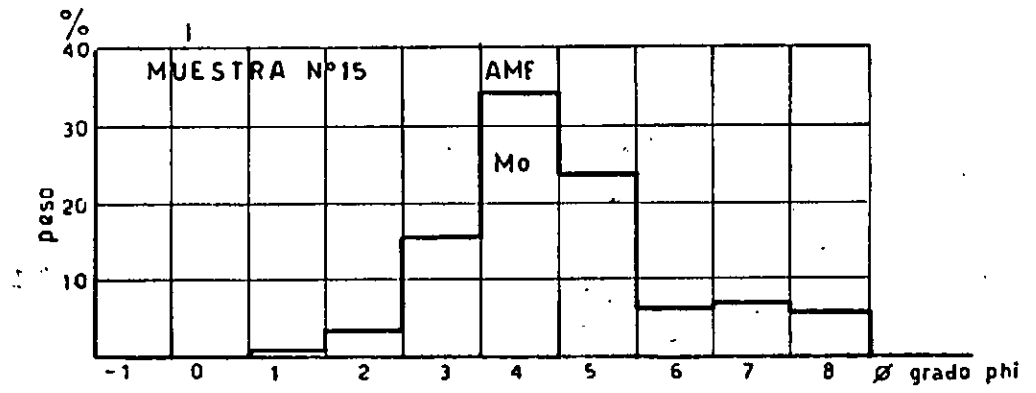


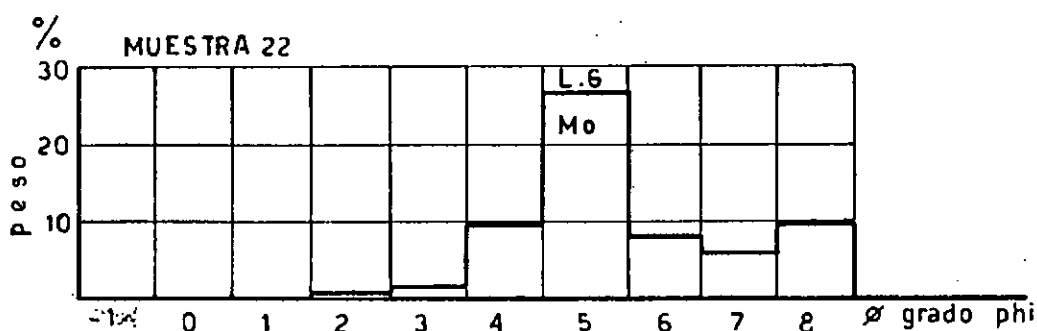
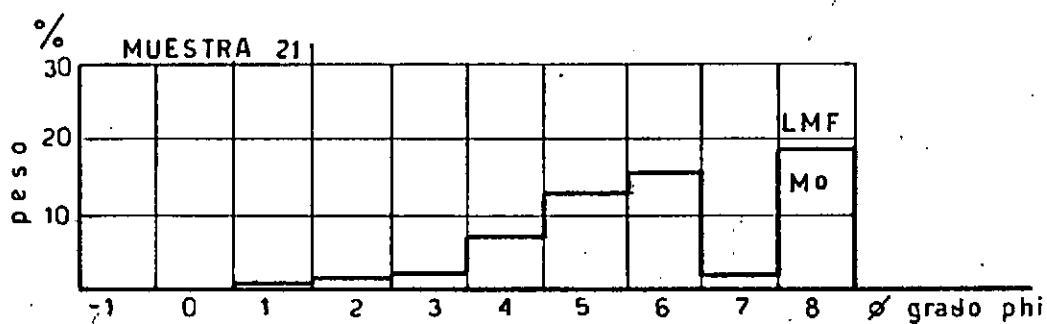
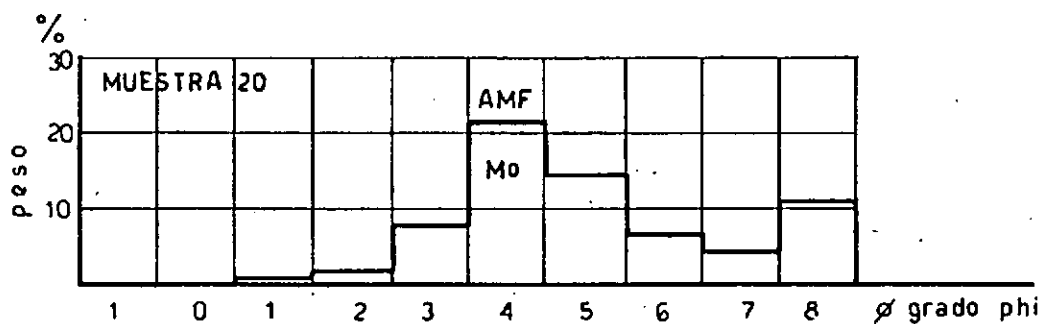
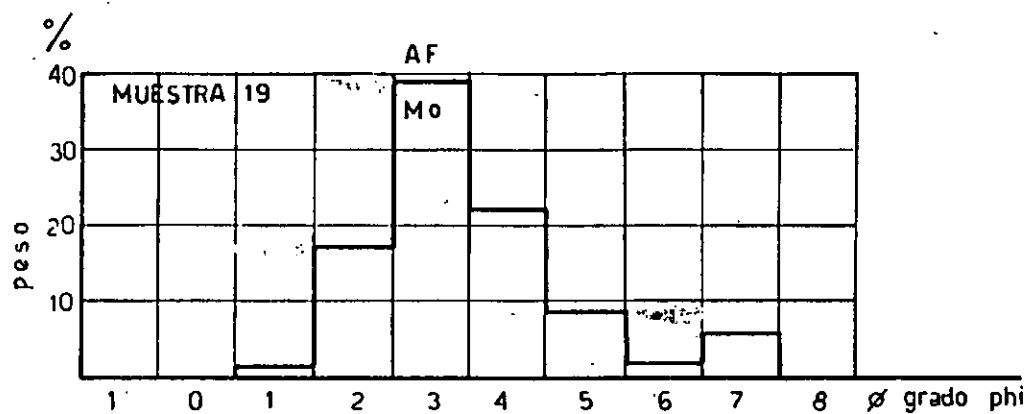












#### Referencias

Mo = Moda principal

AMF = Arena muy fina

A.F. = Arena fina

L.G. = Limo grueso

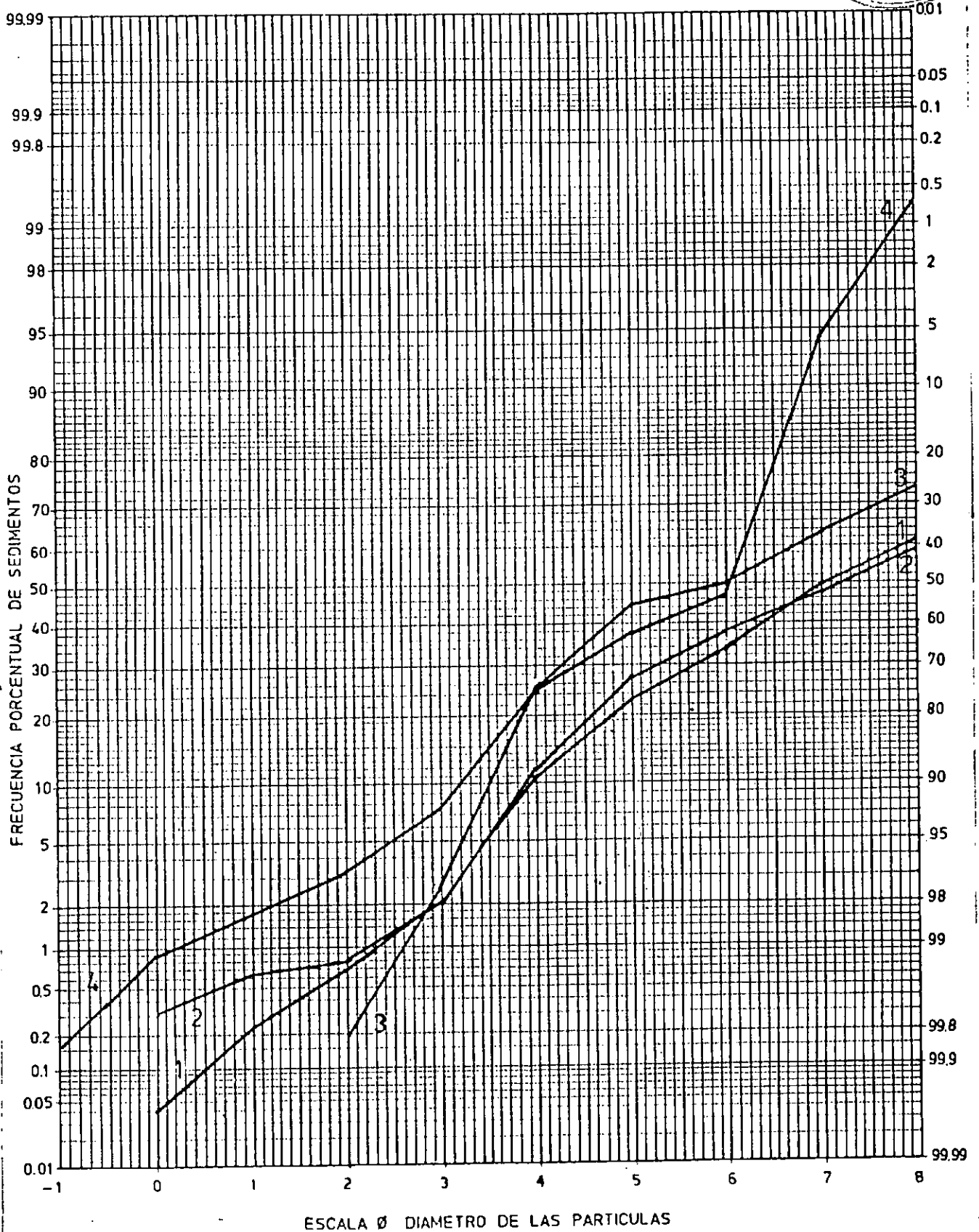
LMF = Limo muy fino

# CURVA DE PROBABILIDADES

Muestra N° 1-2-3-4

Fecha 03 y 04-03-87

Lugar de proveniencia Ver Cuadro 3

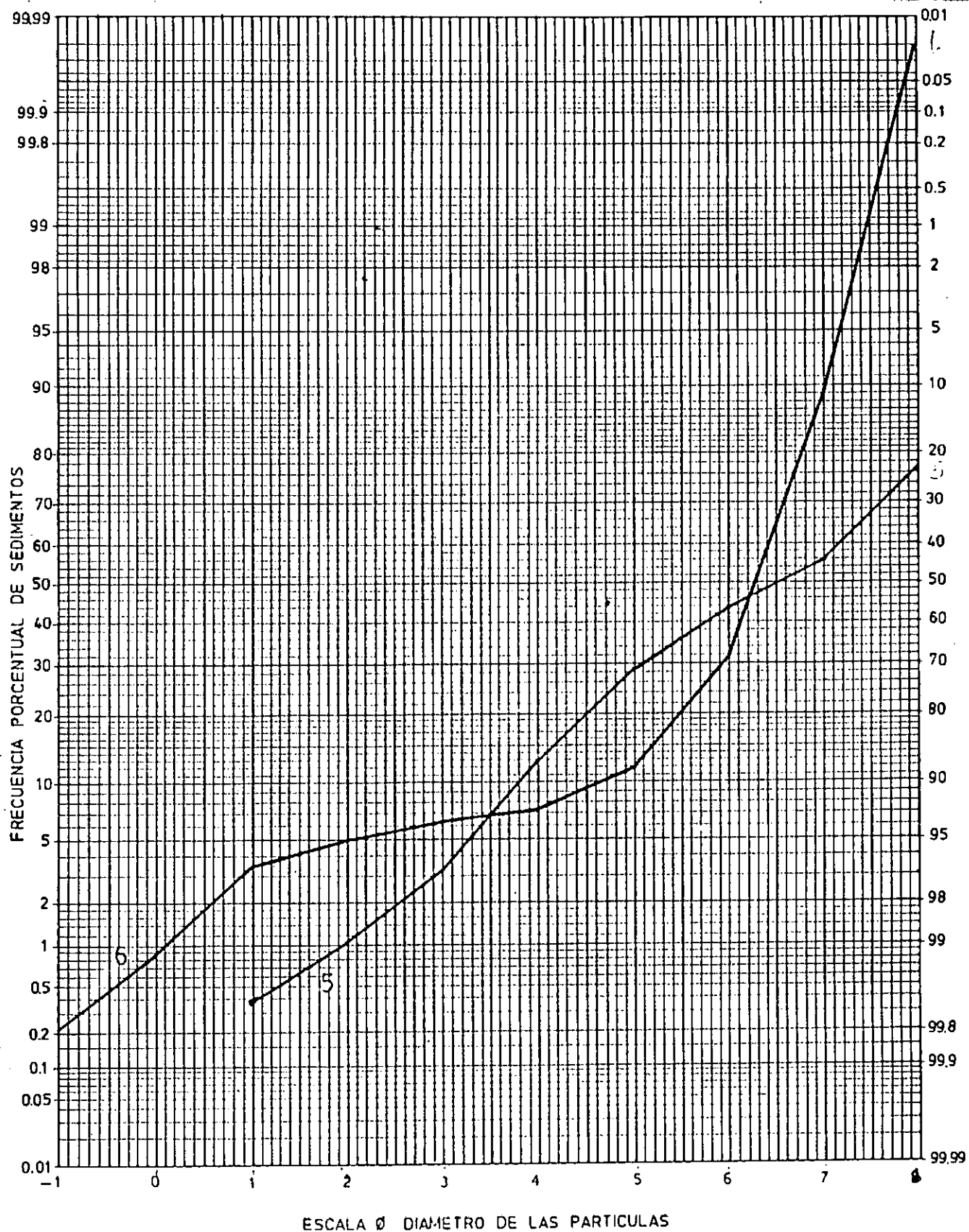


# CURVA DE PROBABILIDADES

Muestra N° 5 - 6

Fecha 03 - 03 - 87

Lugar de proveniencia Ver Cuadro 3

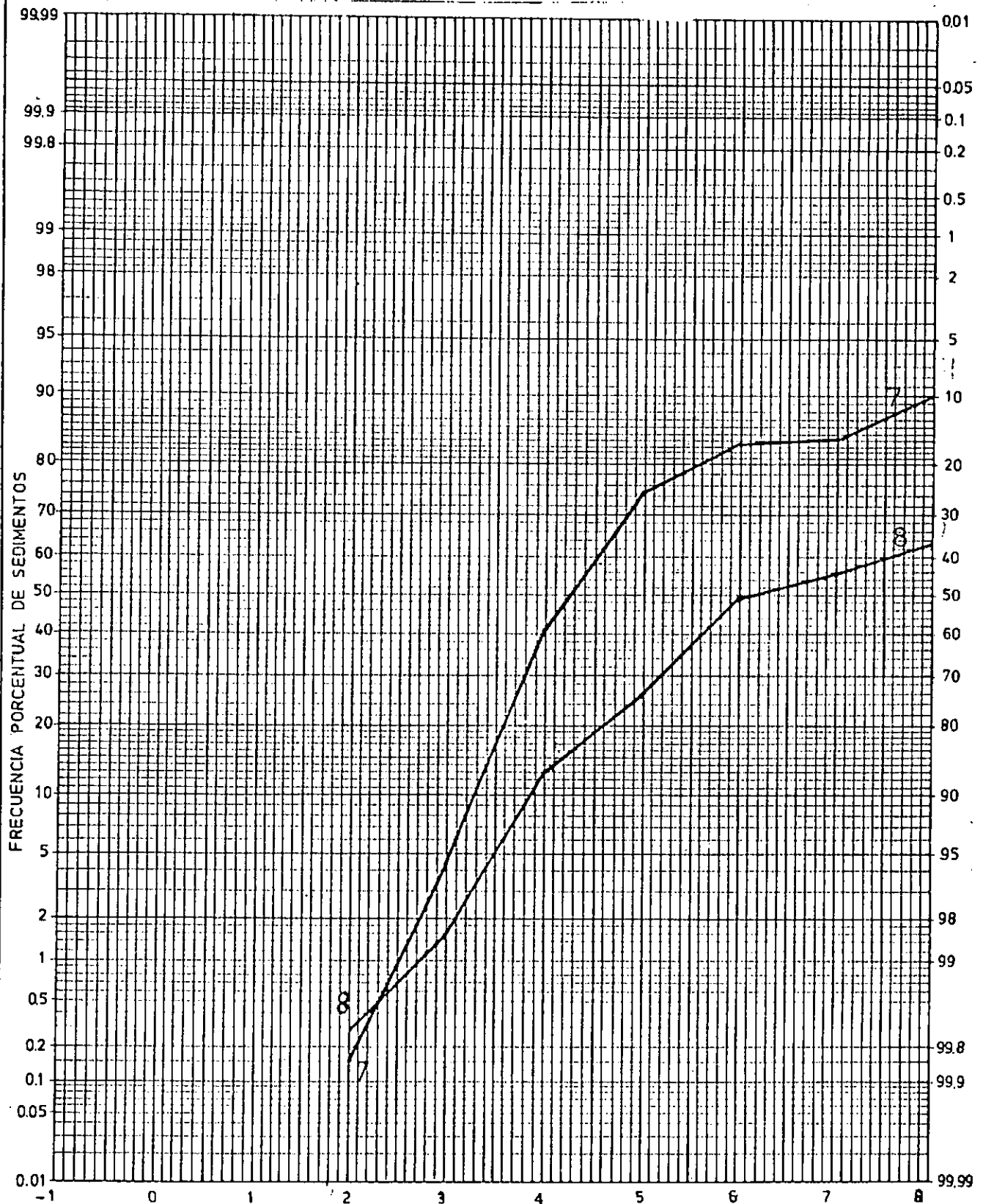


# CURVA DE PROBABILIDADES

Muestra N° 7- 8

Fecha 03 - 03 - 87

Lugar de proveniencia Ver Cuadro 3



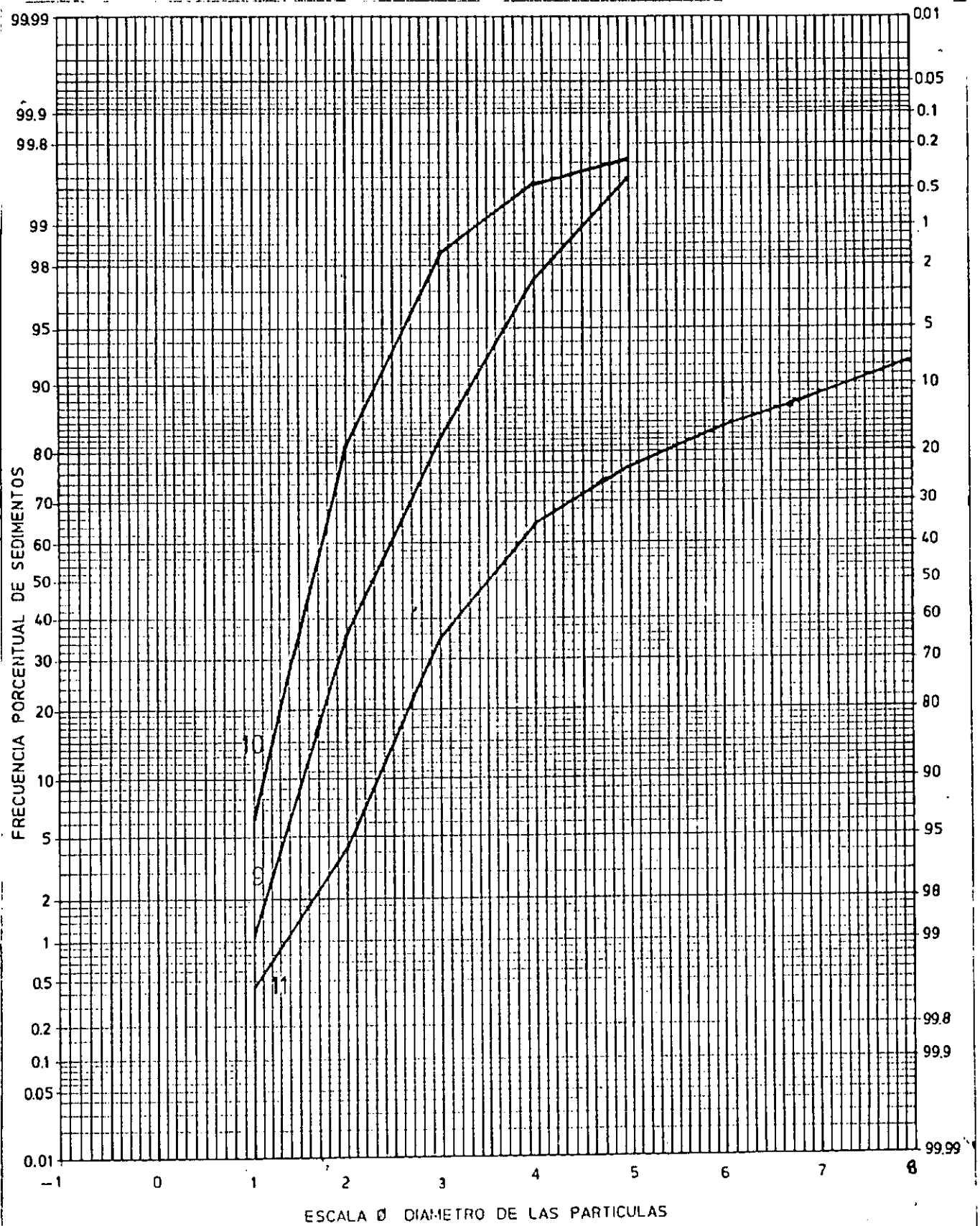
ESCALA Ø DIAMETRO DE LAS PARTICULAS

# CURVA DE PROBABILIDADES

Muestra N° 9\_10\_11

Fecha 03.03.87

Lugar de proveniencia Ver Cuadro 3

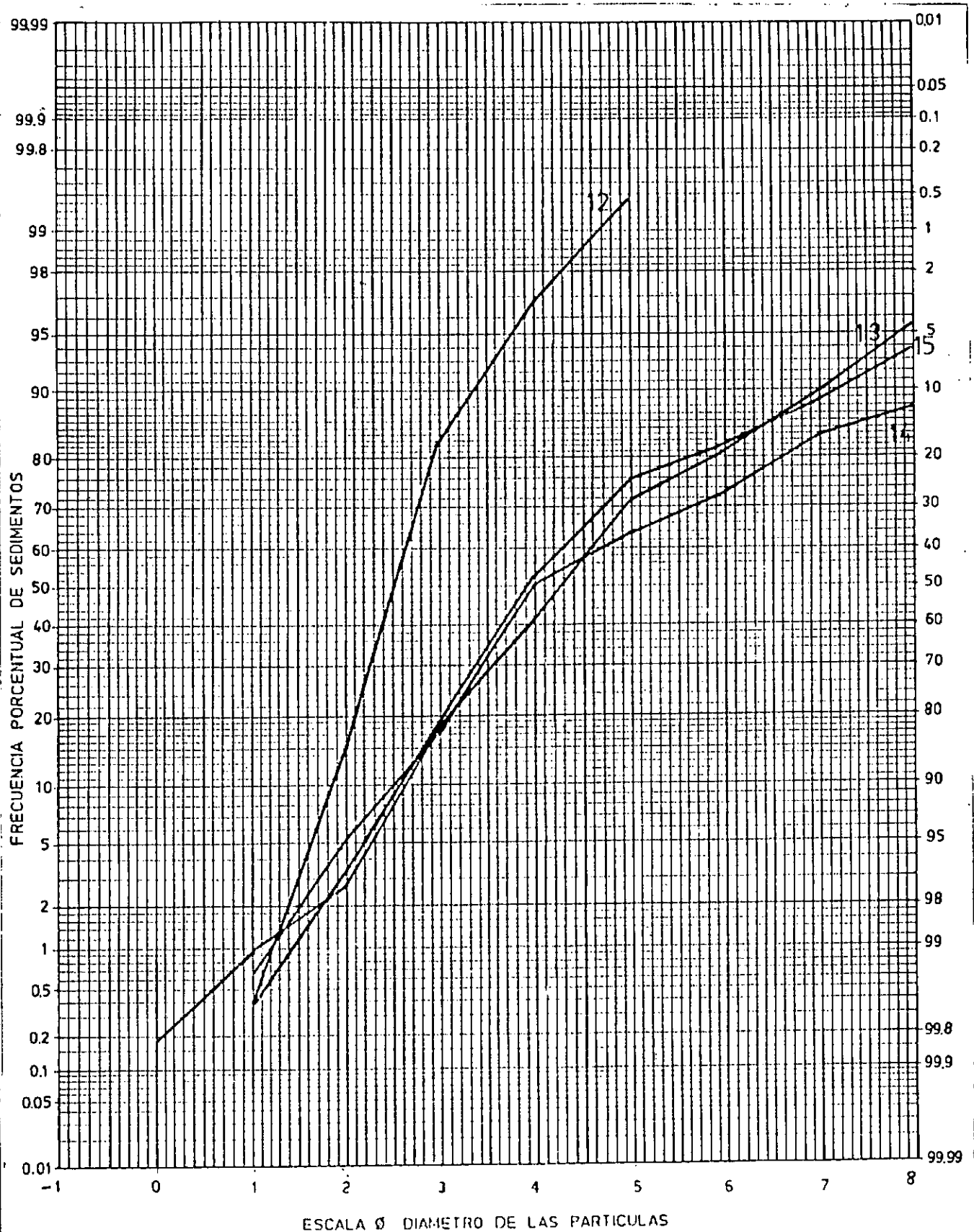




# CURVA DE PROBABILIDADES

Muestra N° 12\_13\_14\_15 Fecha 20-08-84

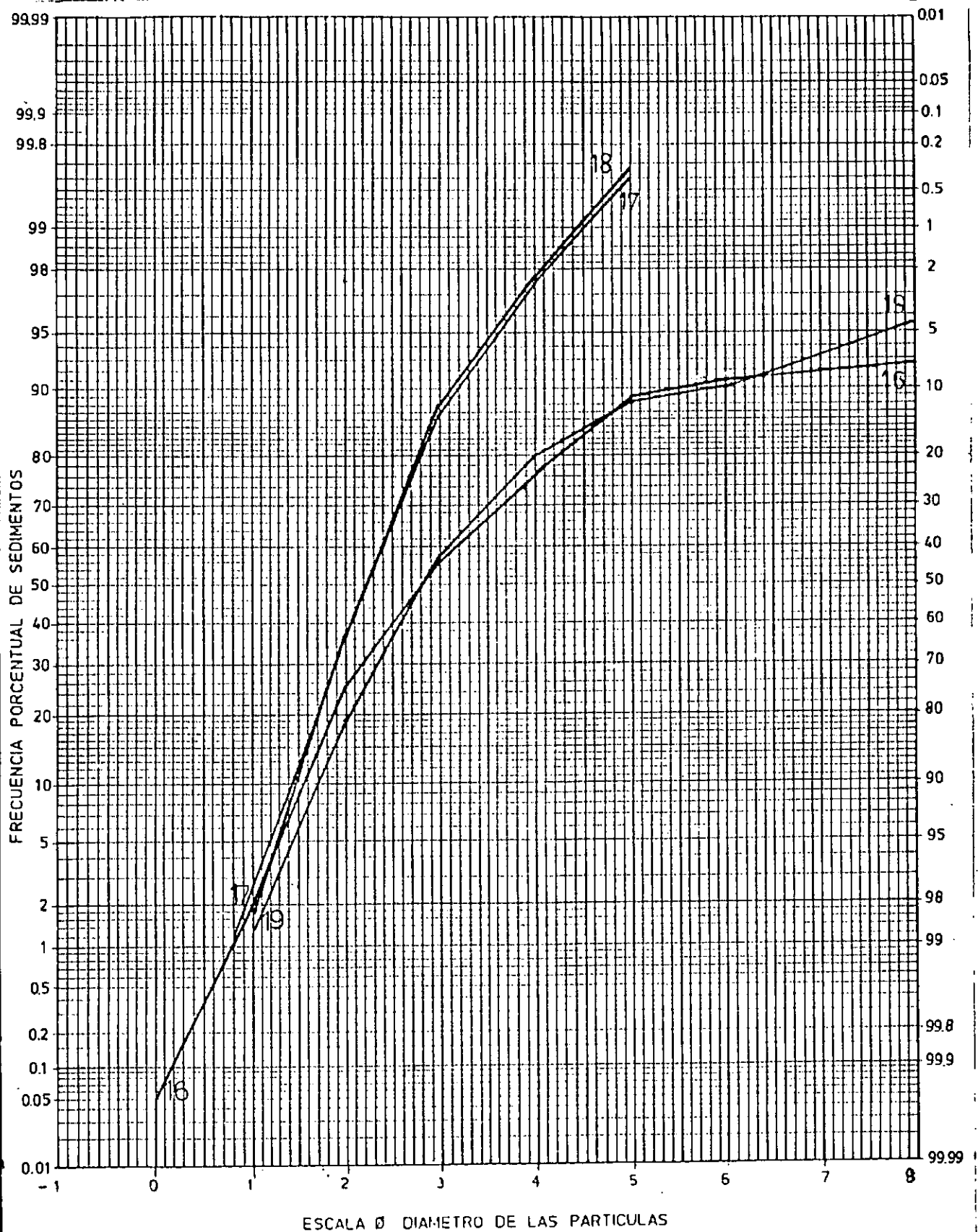
Lugar de proveniencia Ver Cuadro 3



# CURVA DE PROBABILIDADES

Muestra N° 16 \_17\_18\_19      Fecha 20 \_08\_ 84

Lugar de proveniencia Ver Cuadro 3

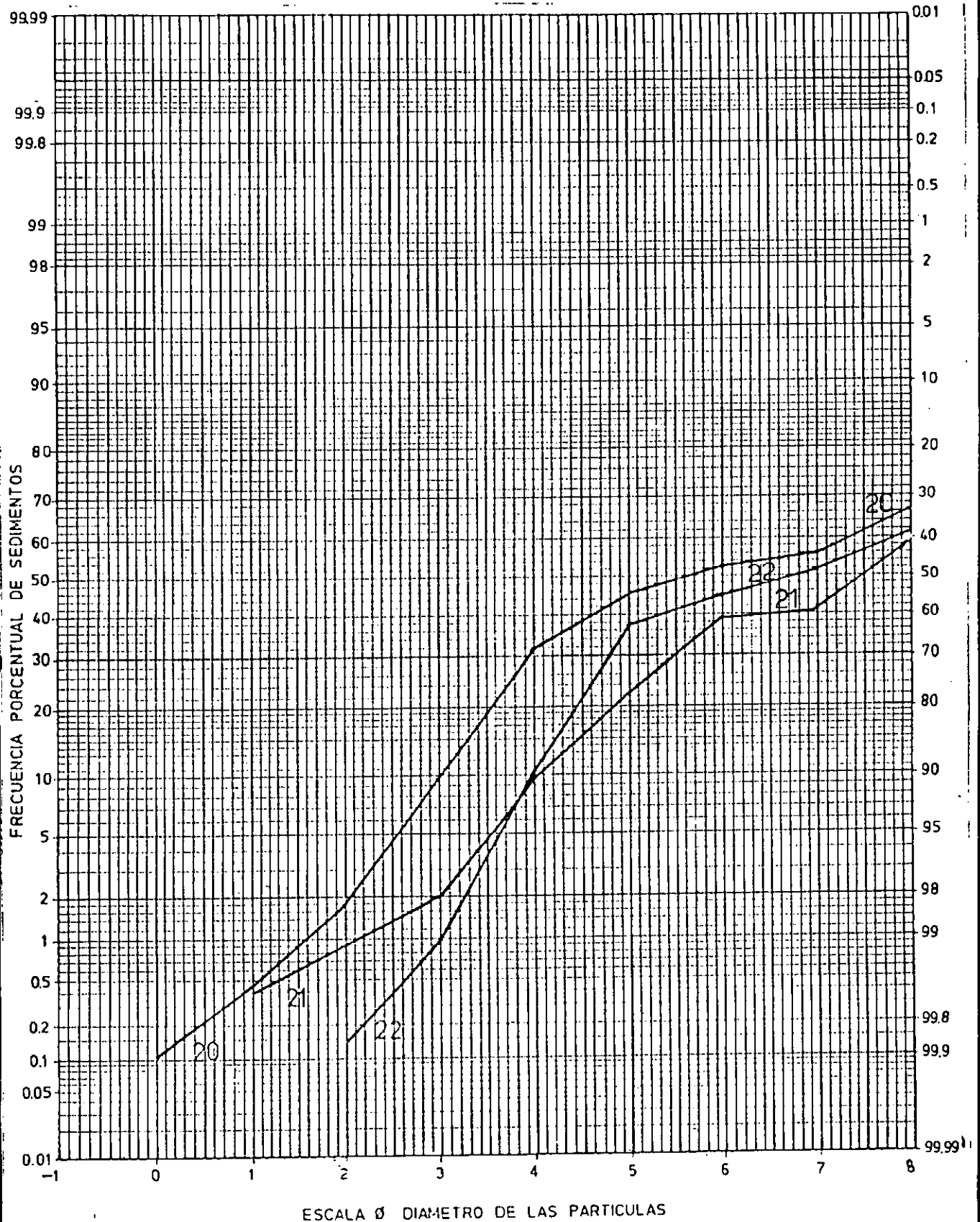


# CURVA DE PROBABILIDADES

Muestra N° 20-21-22

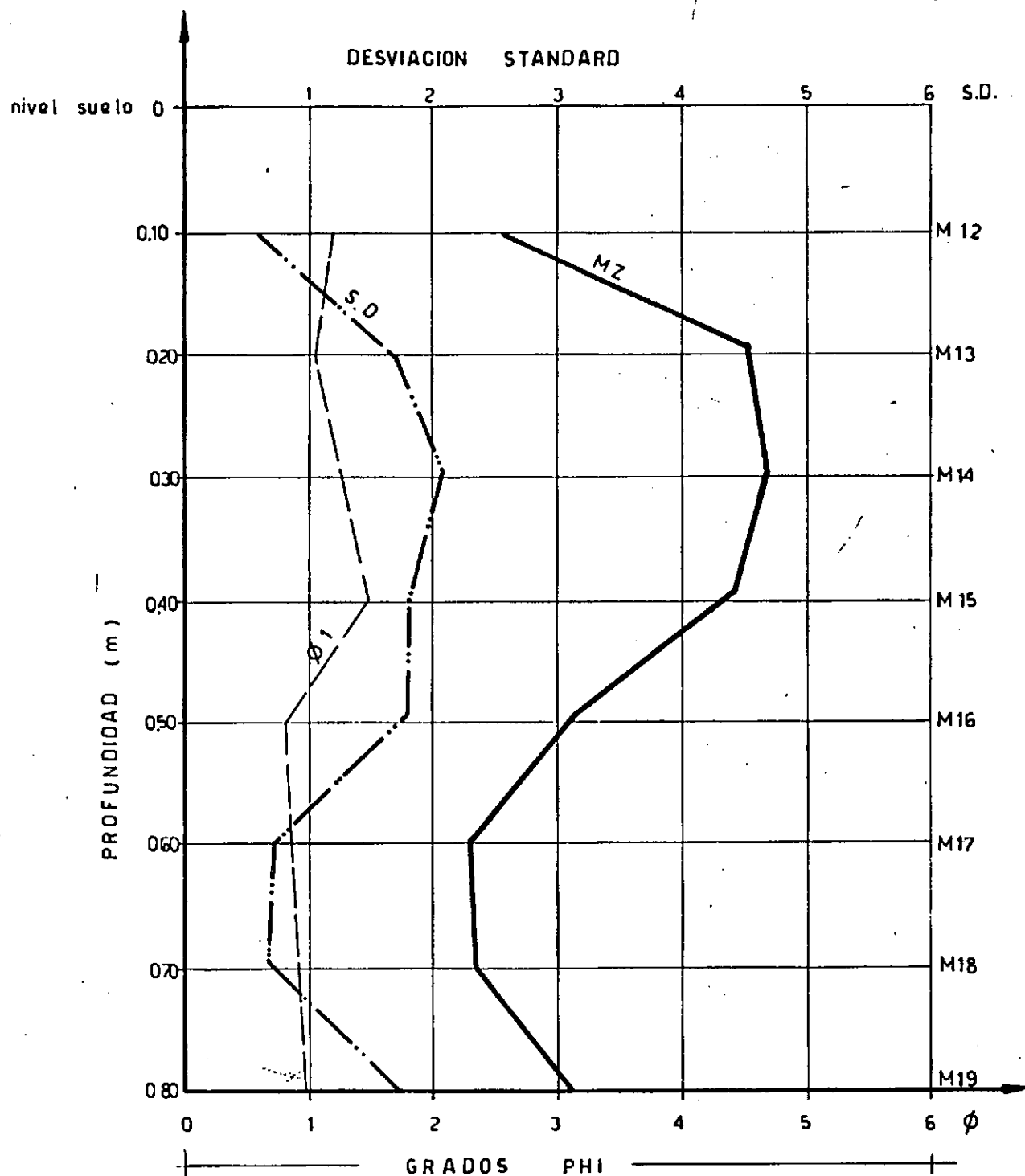
Fecha 18/06/88

Lugar de proveniencia Ver cuadro 3



VARIACION DE PARAMETROS TEXTURALES EN  
LITOSECUENCIA DE SUBFACIES DE CANAL ( SECCION  
RUTA NACIONAL II, EN AGUA MUY BAJAS.)  
RIO TAPENAGA

Fig: 2



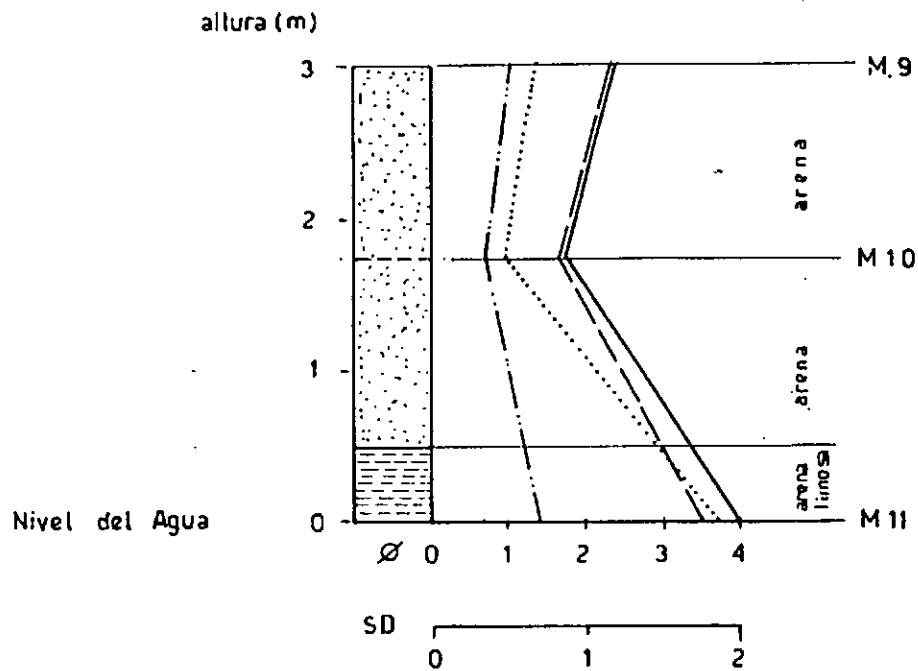
REFERENCIAS

- $\phi$  1 COMPETENCIA
- S.D. DESVIACION STANDARD
- MZ TAMAÑO MEDIO
- M MUESTRA

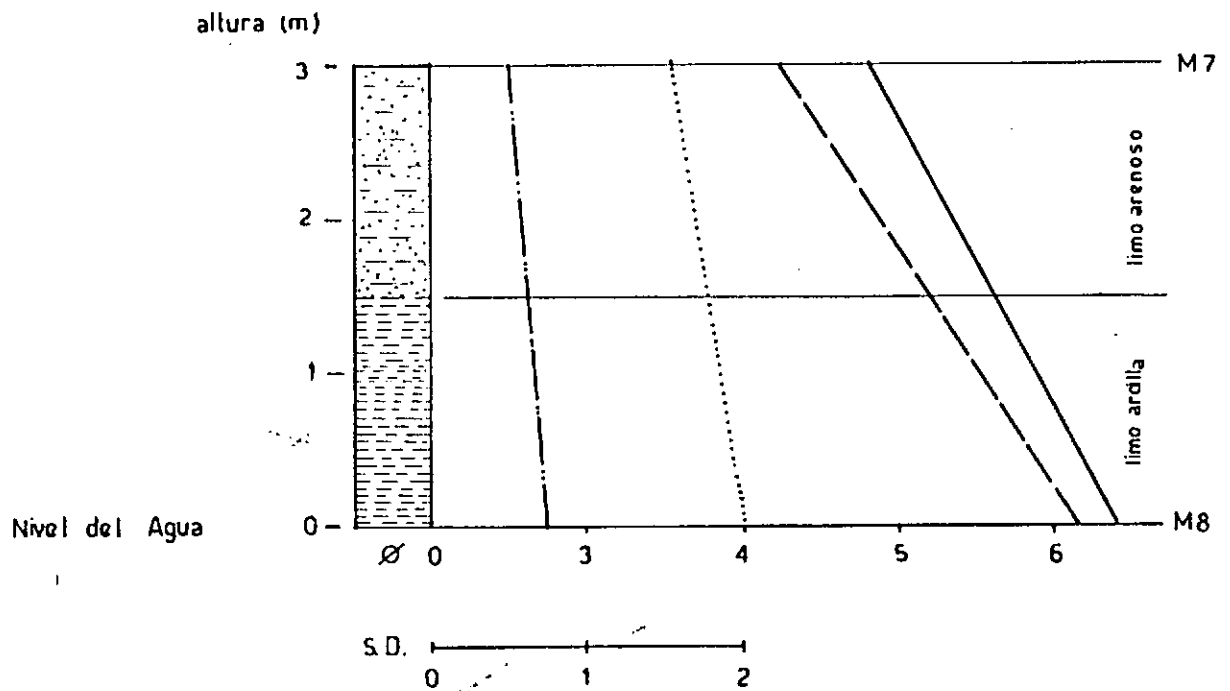
# LITOLOGIA Y PARAMETROS TEXTURALES DE BARRANCAS

Fig 3

A- RUTA NACIONAL Nº11    RIO TAPENAGA    FLORENCIA    (S FE)



B- COLONIA URDANIZ    RIO TAPENAGA



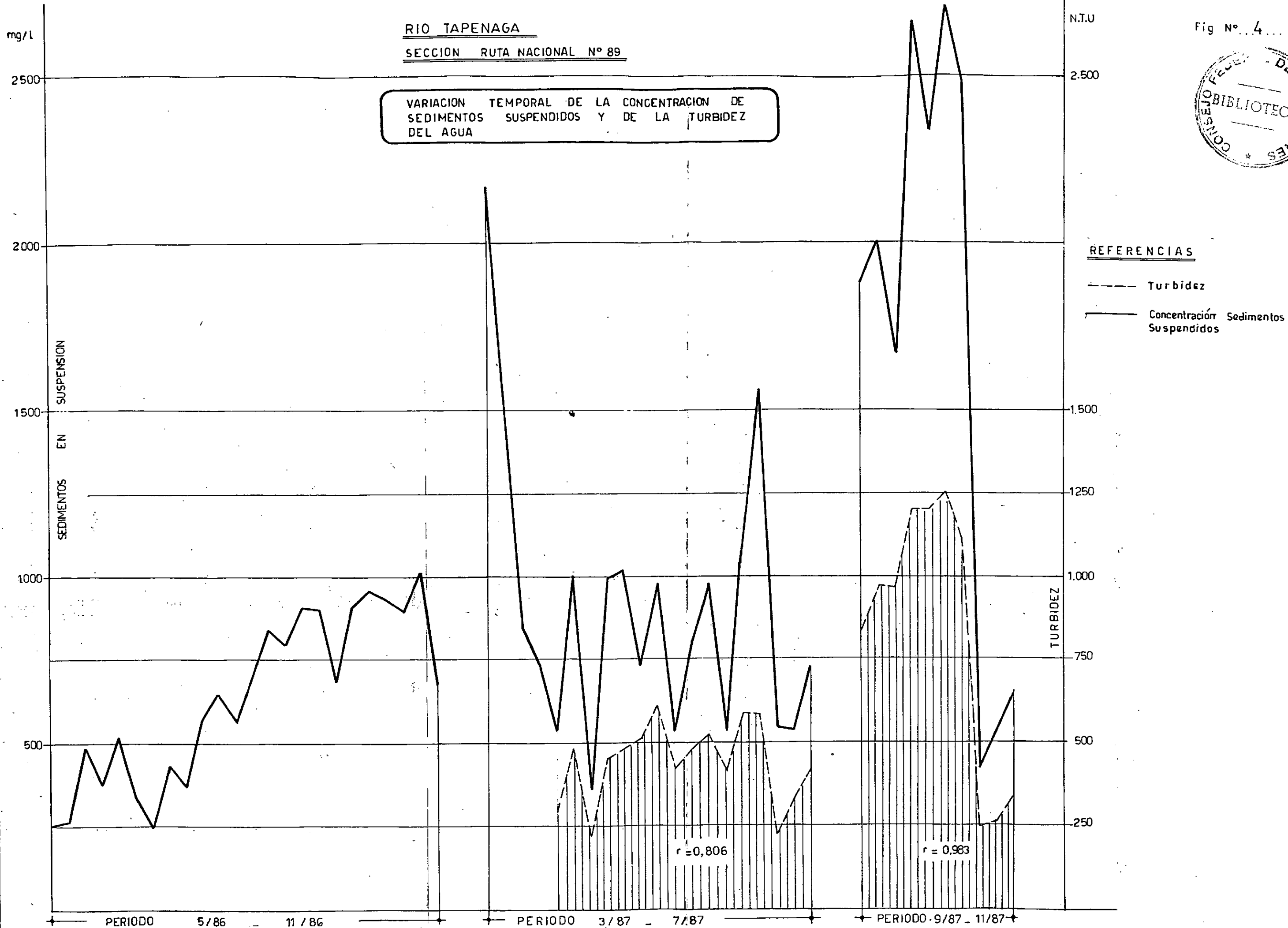
—— TAMAÑO MEDIO  
 --- MEDIANA  
 ..... PORCENTIL 1  
 - . - . DESVIACION STANDARD

Ø GRADOS PHI  
 S.D. DESVIACION STANDARD  
 M MUESTRA

RIO TAPENAGA  
SECCION RUTA NACIONAL N° 89

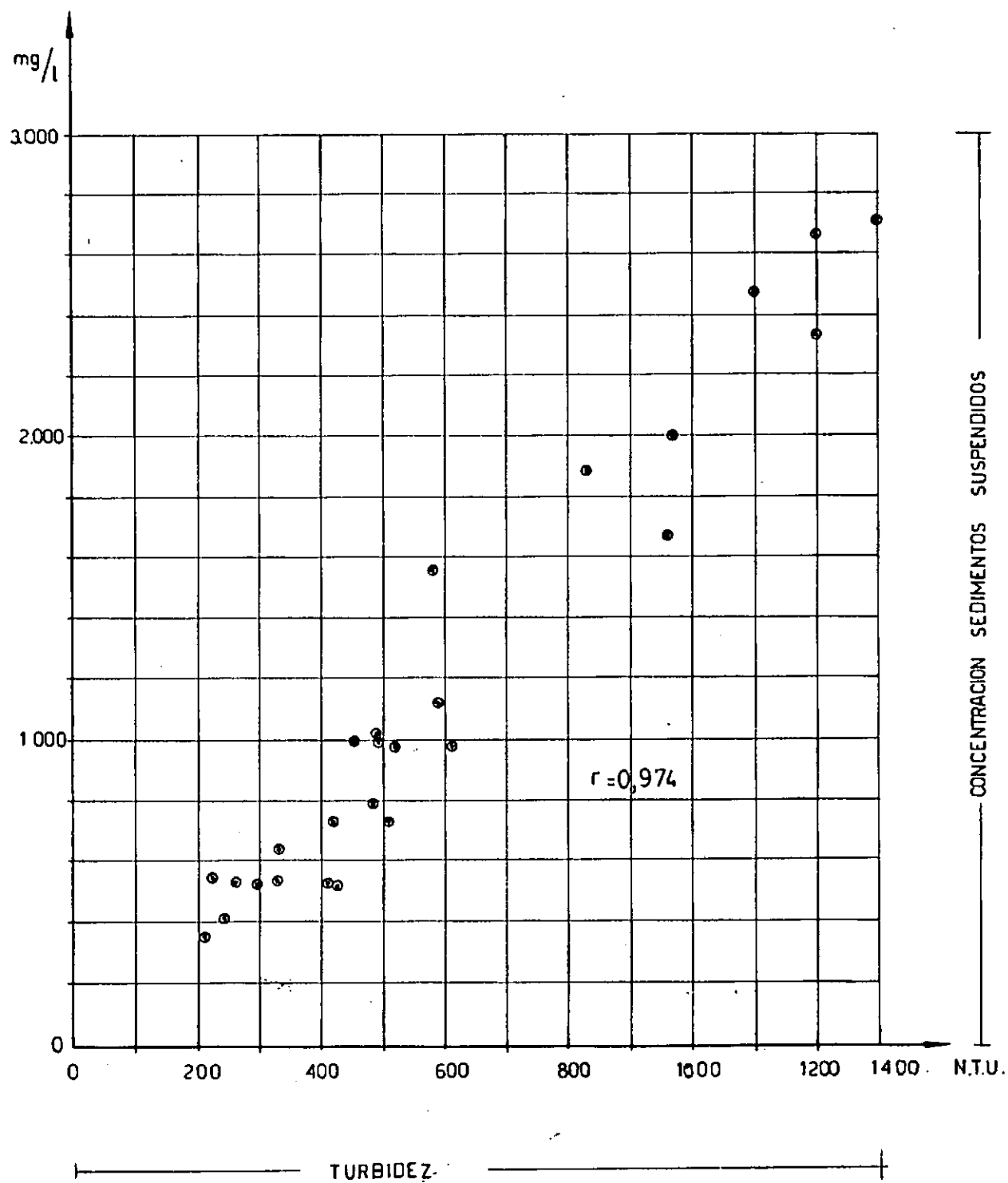
VARIACION TEMPORAL DE LA CONCENTRACION DE  
 SEDIMENTOS SUSPENDIDOS Y DE LA TURBIDEZ  
 DEL AGUA

Fig N° 4...



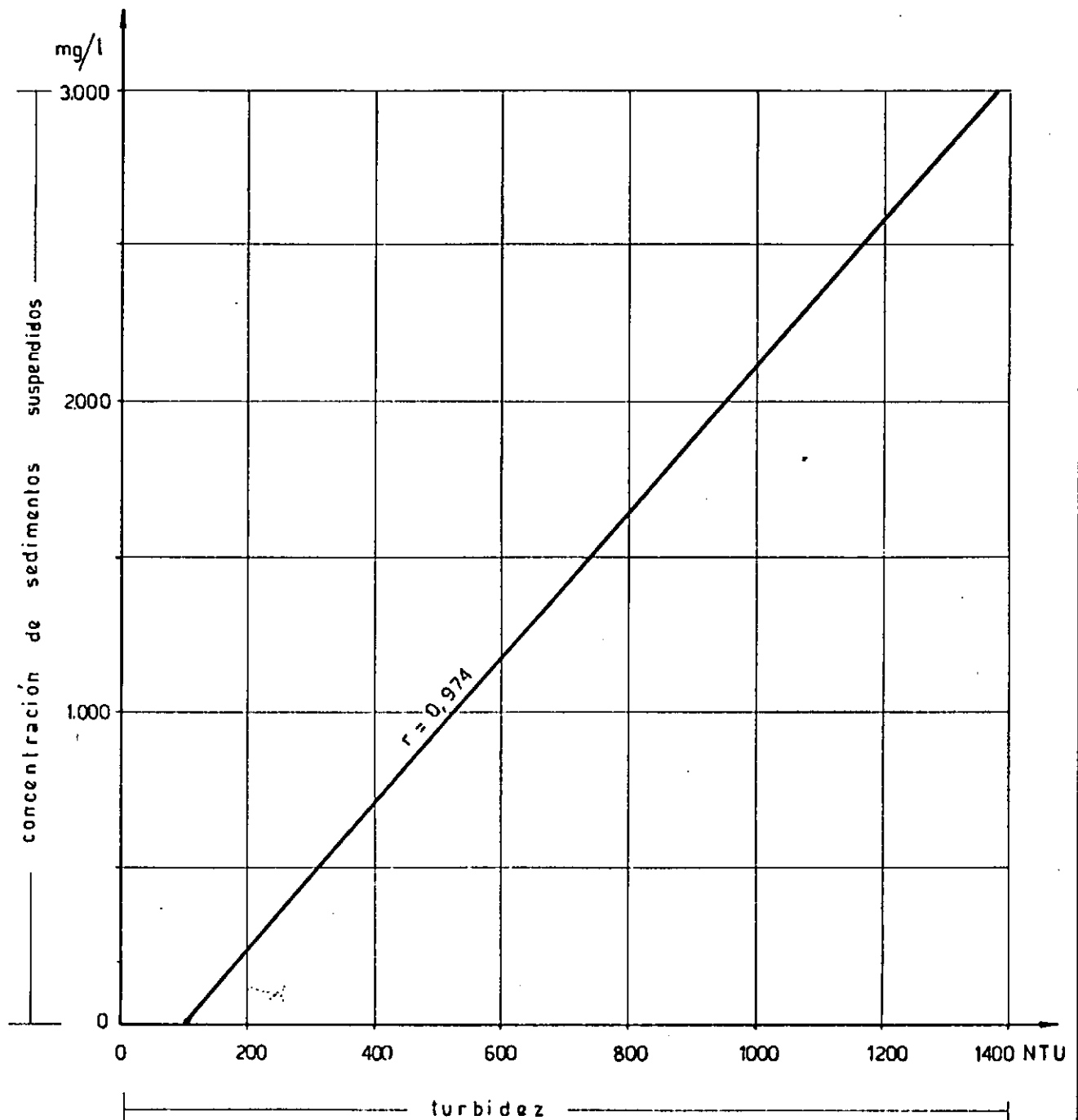
RELACION ENTRE LA CONCENTRACION DE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS (mg/l) Y LA TURBIDEZ (N.T.U.) DEL AGUA EN MUESTRAS OBTENIDAS SOBRE RUTA NACIONAL N° 89..

Fig. 5



COEFICIENTE DE REGRESION LINEAL ( $r$ ) ENTRE LA  
CONCENTRACION DE SEDIMENTOS SUSPENDIDOS Y  
LA TURBIDEZ DEL AGUA EN LA SECCION RUTA  
NACIONAL N° 89 (datos tomados de la figura n° 5 )

Fig. 6





RELACION CONCENTRACION SEDIMENTOS SUSPENDIDOS -  
TURBIDEZ DEL AGUA (A) Y COEFICIENTE DE REGRE-  
SION LINEAL (B) ENTRE AMBOS PARAMETROS, EN  
UN MUESTREO SOBRE RUTA NACIONAL N° 11

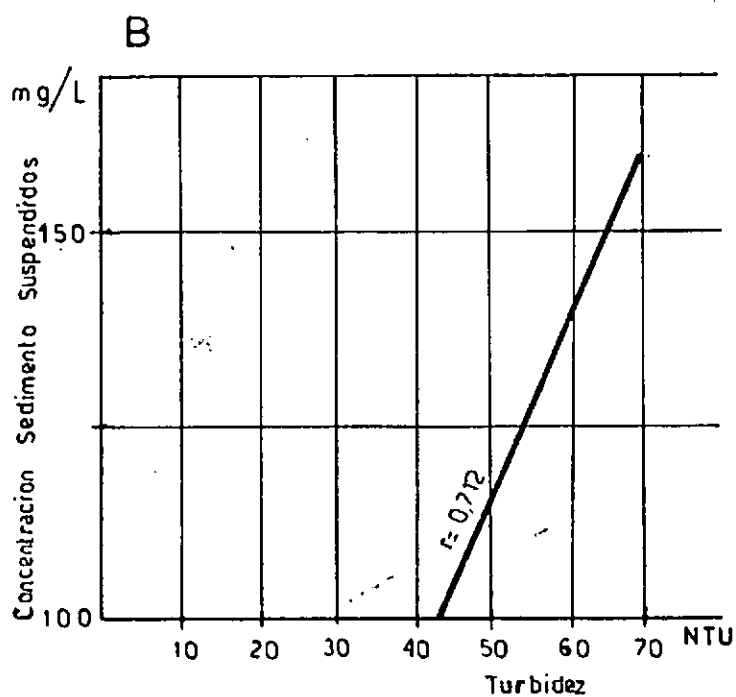
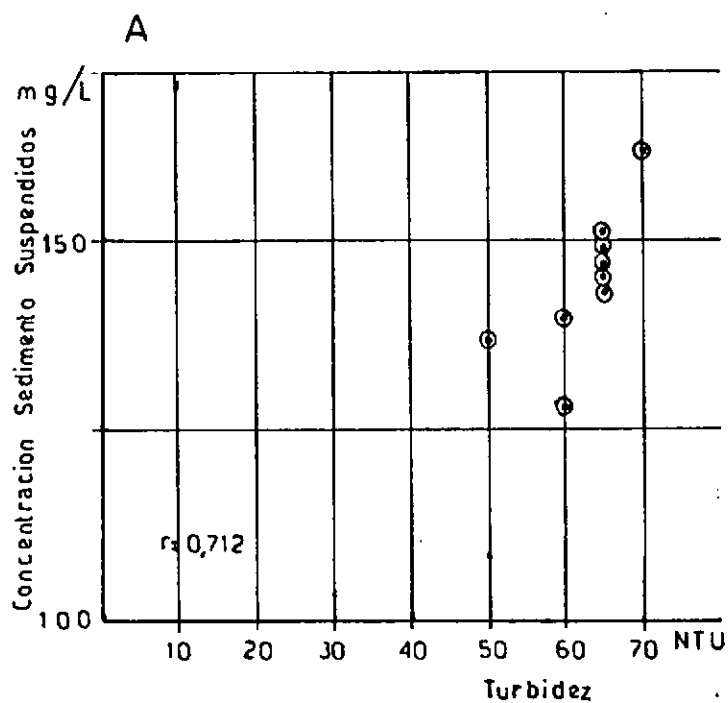


Fig 8

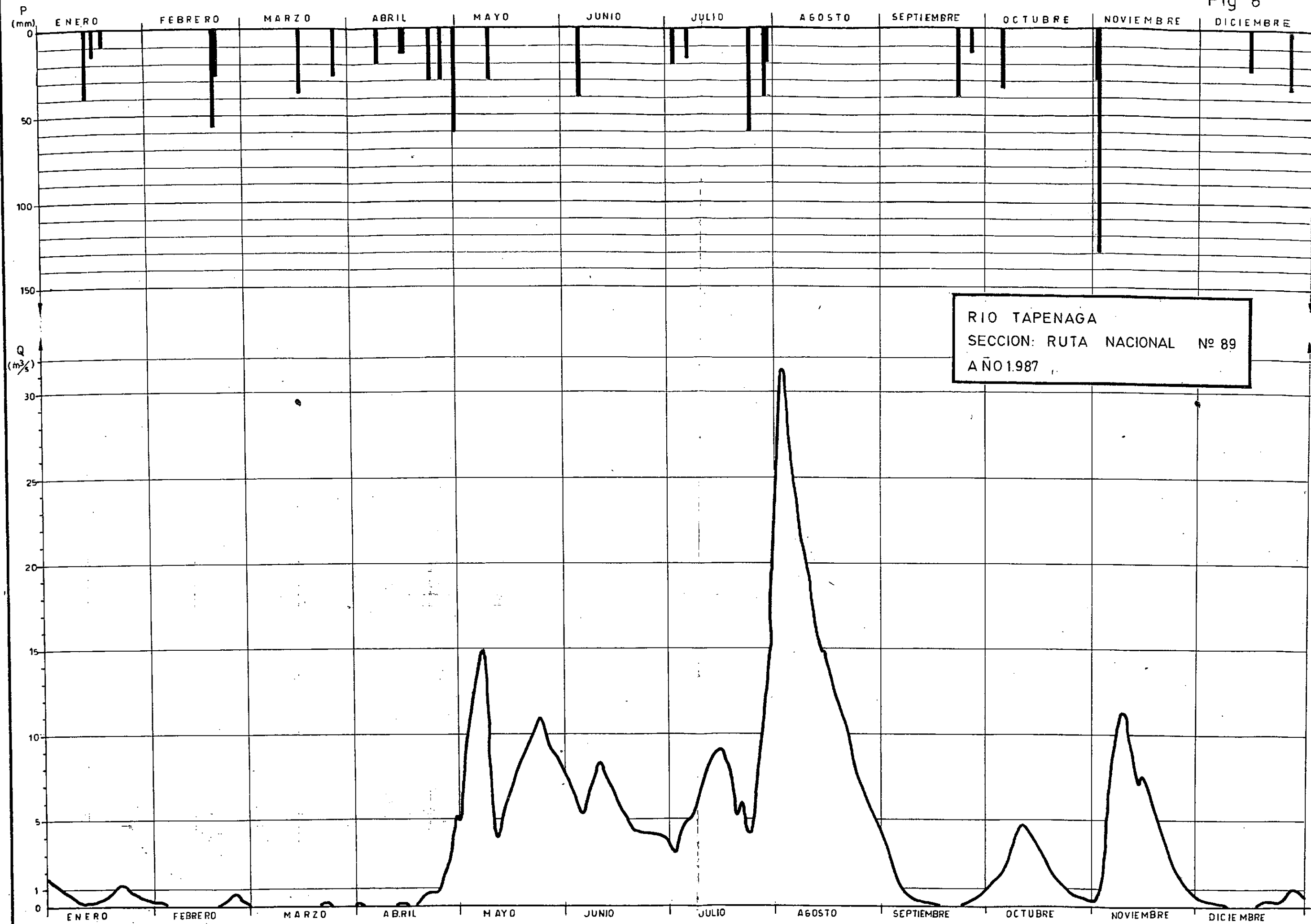


Fig 9

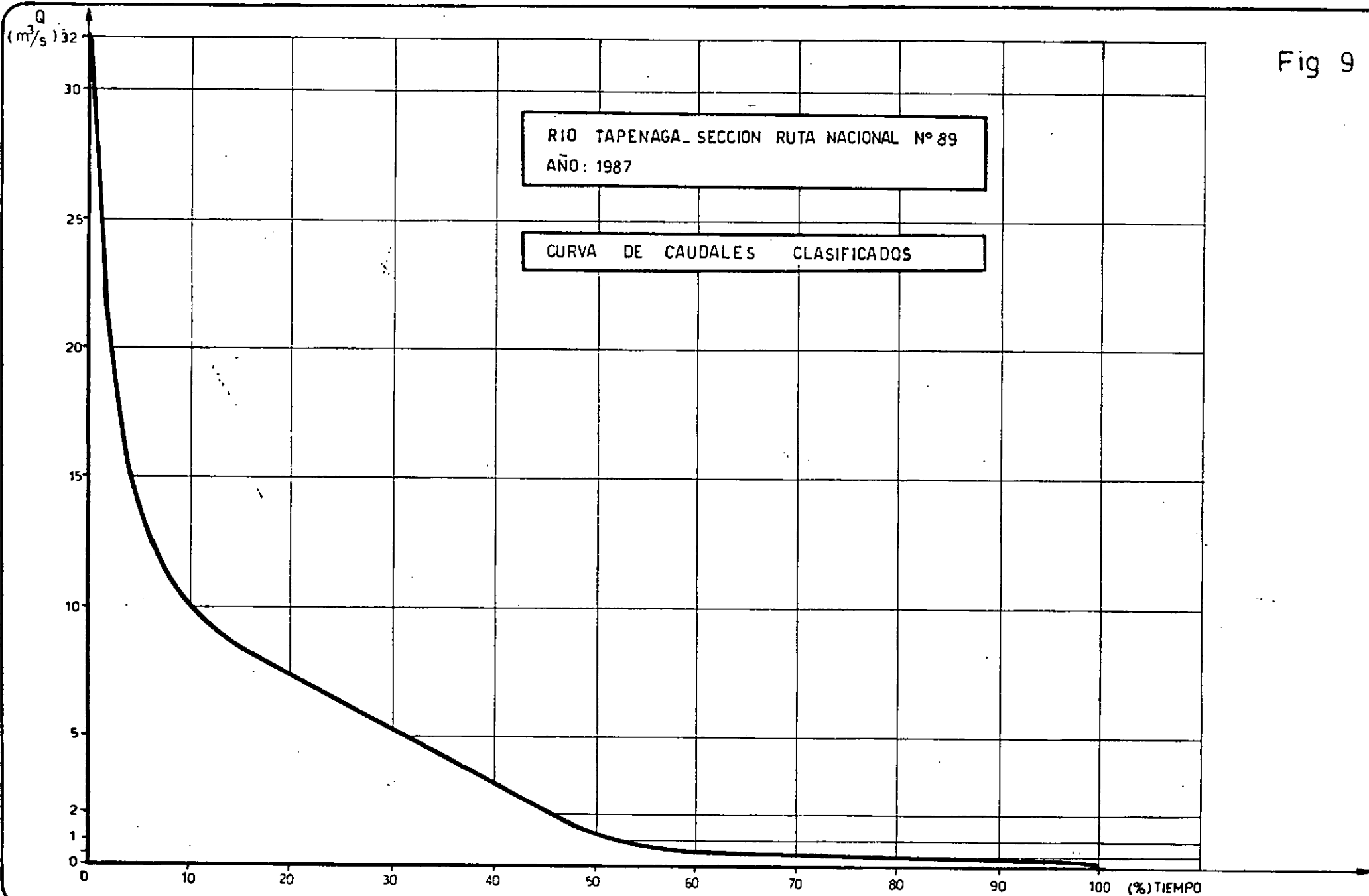


Fig 10

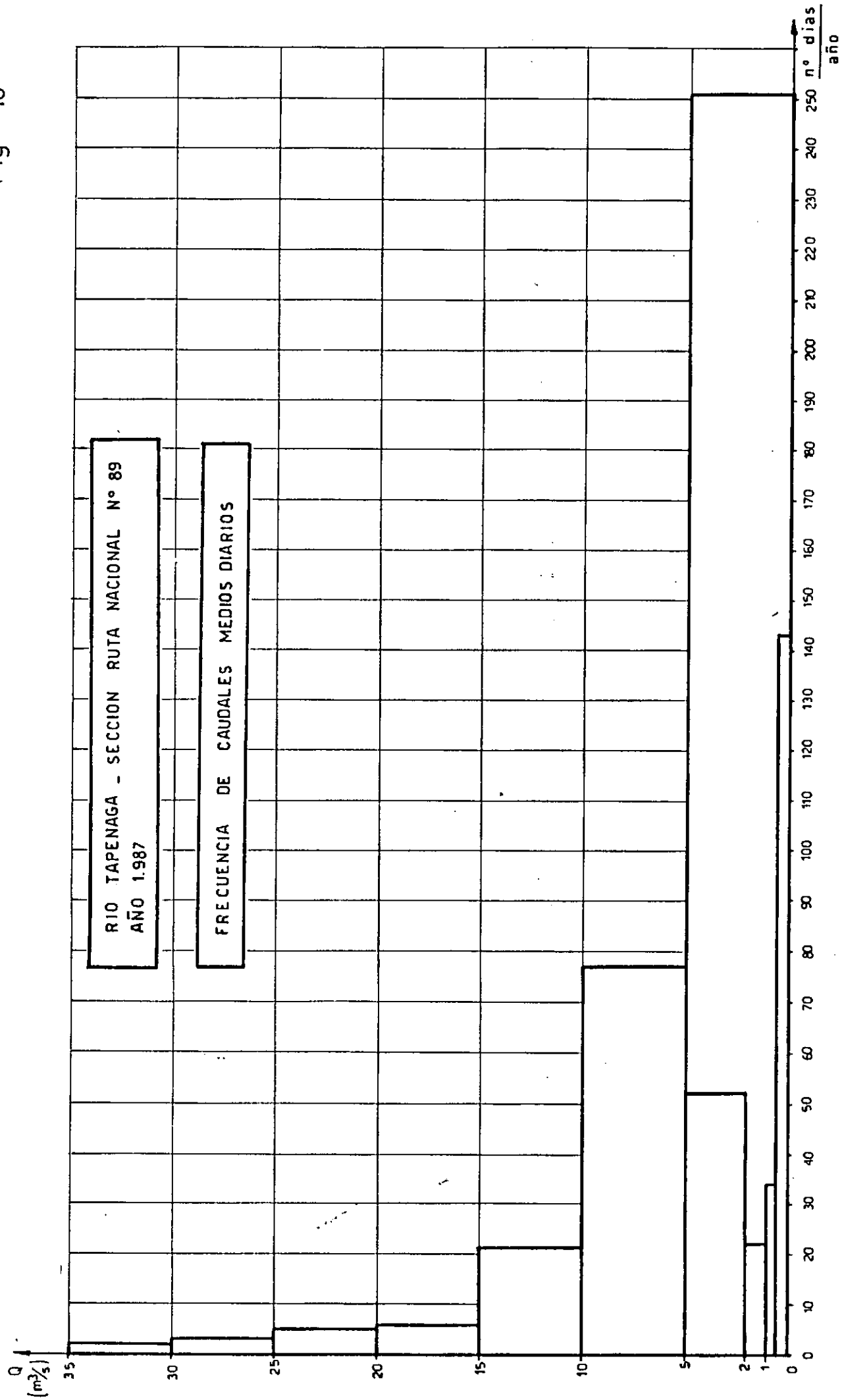
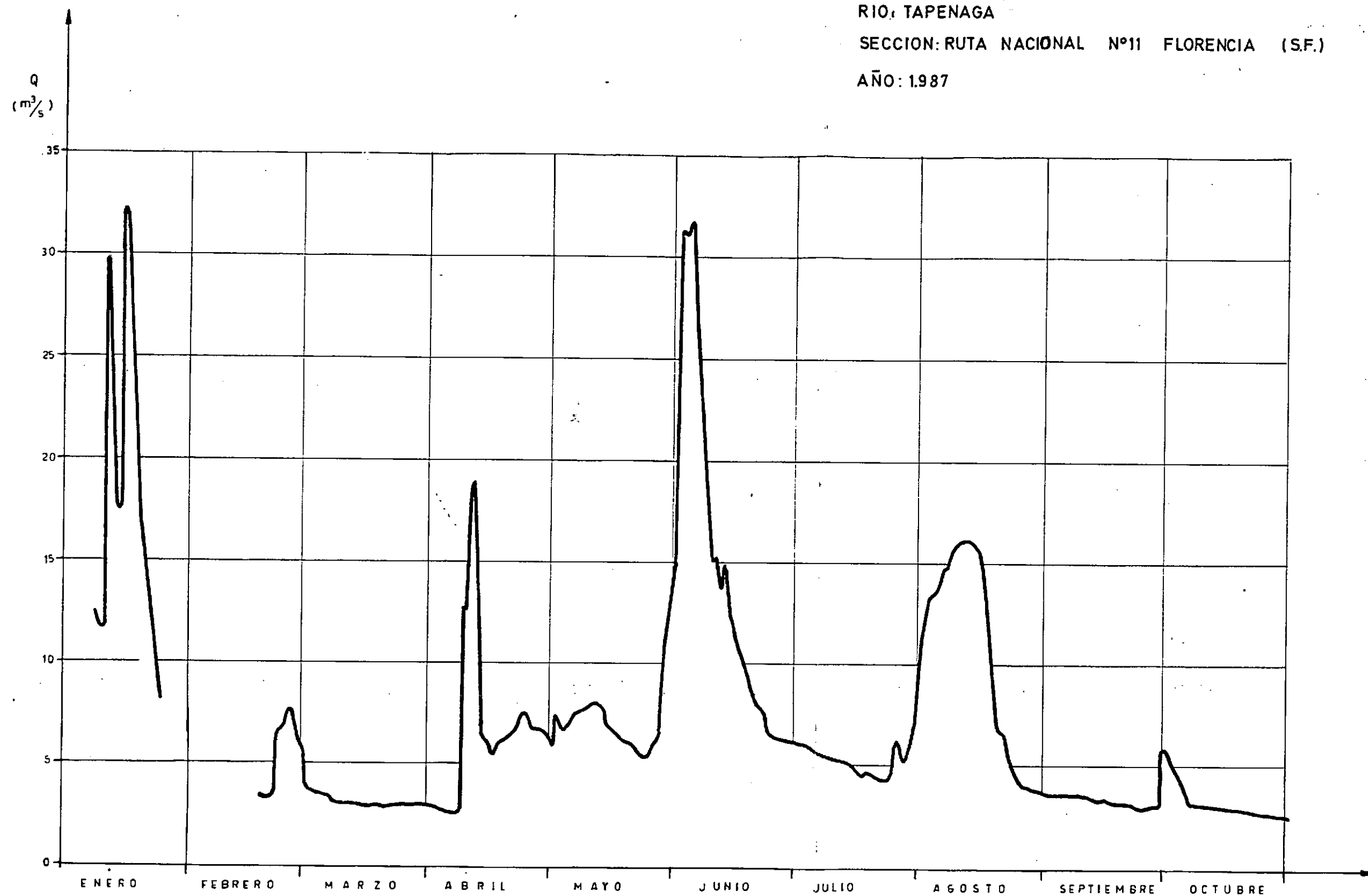


Fig 11

RIO: TAPENAGA

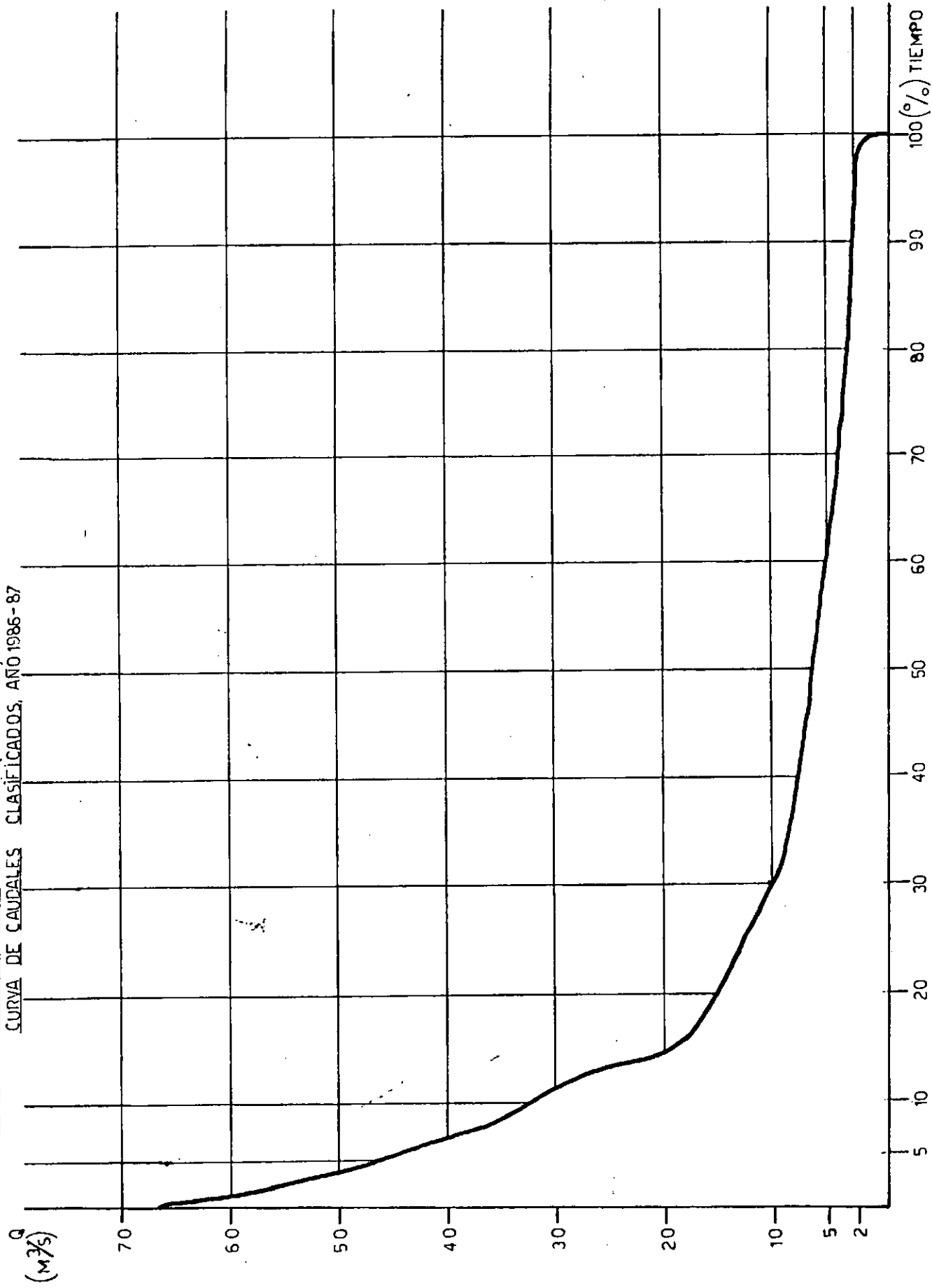
SECCION: RUTA NACIONAL Nº11 FLORENCIA (S.F.)

AÑO: 1987



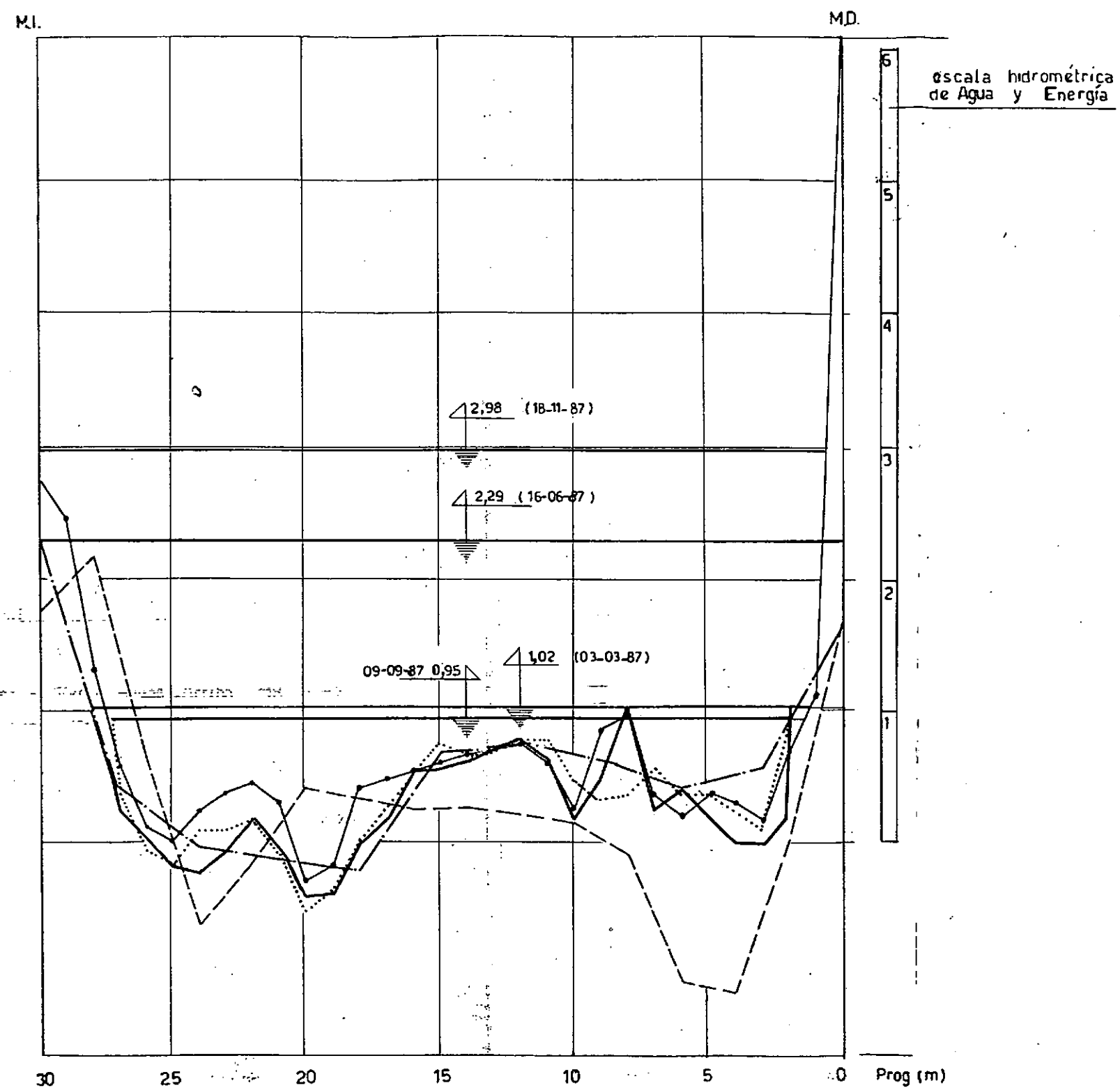
RIO IAPENAGA SECCION RUTA NAC. Nº11. (Florendia)  
CURVA DE CAUDALES CLASIFICADOS, AÑO 1986-87

Fig 12



## RIO TAPENAGA

SECCION: RUTA NACIONAL Nº11 - FLORENCIA (S.FE).



## BATIMETRIAS REALIZADAS DESDE EL PUENTE

—•—•—•—	Perfil Aguas Arriba	18-11-87
- - - - -	Perfil Aguas Abajo	18-11-87
.....	Perfil Aguas Arriba	09-09-87
- - - - -	Perfil Aguas Arriba	16-06-87
—————	Perfil Aguas Arriba	03-03-87