

REPUBLICA DE VENEZUELA  
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
DIRECCION GENERAL SECTORIAL, INVESTIGACION DE AGUA, SUELO  
Y VEGETACION  
DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA

**MEDICIONES HIDROLOGICAS EN LOS SECTORES DE  
QUIBOR Y YACAMBU**

David Pérez Hernández

Caracas, Junio, 1992

## 1. INTRODUCCION

Como resultado de una inspección reciente al Valle de Quibor y a la cuenca del río Yacambú (24/06/92) en compañía de Ingenieros del Sistema Hidráulico Yacambú Quibor (SHYQ) y de la Zona Administrativa de Lara, se presentan en este informe sugerencias para acometer mediciones hidrológicas en diversos tributarios de la Qda. Las Raíces que forma el eje principal de drenaje del Valle de Quibor, así como de los ríos que aportan al embalse de Yacambú, cuya presa se encuentra en actual etapa de construcción.

Anteriormente (1) y (2)\* se hicieron consideraciones respecto a los programas de medición en estos últimos y se plantearon dificultades operativas para llevarlos a la práctica.

El reconocimiento ha permitido observar en la época lluviosa notables diferencias en los caudales y el transporte de sedimentos respecto a la condición seca.

## 2. NECESIDAD DE LAS MEDICIONES Y SITIOS PROPUESTOS

A objeto de manejar eficientemente y evaluar mejor el comportamiento del Ciclo Hidrológico en el Valle de Quibor, la Empresa SHYQ C.A., mediante cooperación con el CIDIAT, trata de emprender mediciones en algunos tributarios que drenan hacia la Depresión de Quíbor, procurando generar información hidrológica para calibrar e implementar modelos que permitan reproducir el funcionamiento del sistema fluvial. Dado que en su mayoría se trata de cursos efímeros, se dedicará atención especial a las crecientes para las que se intenta definir los caudales máximos y sus duraciones, mediante observaciones y mediciones de campo con personal permanentemente establecido en los sitios. Mediante colocación de miras y medidores de picos, se determinarían las variaciones de niveles del flujo en las crecientes y con métodos indirectos, se determinarían los caudales máximos en un conjunto de quebradas, siendo las más importantes: Atarigua, Las Guardias, Baragua y Las Raíces. Todas estas poseen fácil acceso y algunas disponen de puentes desde donde es factible practicar mediciones utilizando plumas.

Existen sin embargo, diferencias en la geometría de las diferentes secciones, grado de estabilidad del lecho, así como en los materiales que conforman las riberas y bancos que presentan variables alturas.

(1) (2) Véase referencias bibliográficas

Entre los sitios visitados se tienen:

#### QDA BARAGUA-PUENTE INTERCEPCION CON AUTOPISTA CENTRO-OCCIDENTAL:

Consiste de una sección de 70-75 m. de ancho, taludes verticales (3-4 m) de altura, formados de materiales finos, vegetación xerófila poco densa, el lecho es uniforme con zonas locales gravosas y predominio de fracción fina limo-arcillosa, el flujo se concentra hacia la margen derecha. Es factible medir con pluma desde el puente Baragua, donde se colocarían miras, dos medidores de picos situados aguas arriba y abajo del puente (250-300 m), serían apropiados para definir niveles de crecientes. La sección no está bien alineada y una curva pronunciada se desarrolla a 200 m. aguas arriba del puente, pero no existe un sitio más apropiado que el del puente para realizar las mediciones.

#### QDA. LAS RAICES-CERCA DE GUADALUPE

Posee una sección amplia de 80-85 m. de ancho taludes con 5-6 m. de altura, tramo lineal, lecho con abundancia de gravas y materiales gruesos, pueden hacerse mediciones con flotadores en adición a los medidores de picos para definir caudales de crecientes.

#### LAS GUARDIAS CERCA DE LOS JEBES

Sección ancha de 100-120 m. a la salida del valle y se angosta rápidamente conforme se penetra en la zona de mayor relieve, lecho constituido por materiales gravo-arenosos de color oscuro y anastomosado con diferentes bifurcaciones durante la condición de bajos caudales. Durante la fecha de inspección presentaba en caudal de 30-35 lps, conjuntamente a la Qda. Atarigua, representa en la zona de transición de pendiente, un área de gran importancia como fuente de recarga al acuífero cuyos aluviones deben interconectarse en profundidad, a través de depósitos de piedemonte y de relleno tipo conos y abanicos fluviales. Existen derivaciones y tomas de lugareños, así como pozos excavados en el lecho. Recomendable instalar medidores de picos cerca de la salida del valle, además de inventariar las tomas y derivaciones existentes.

#### QDA. ATARIGUA CERCA DE QDA. SECA

La sección no es tan ancha y puede seleccionarse un sitio para fijar una estación limnimétrica, mientras que es la única con régimen permanente. En el lecho predominan materiales gruesos, sería necesario utilizar medidores de picos separados a 300 m.

Aunque se contempla medir en los más importantes cursos superficiales, son muchos los que no se incluyan en el programa y ésto es una limitación para el desarrollo y calibración del modelo hidrológico que se adopte. La parte occidental del valle así como numerosos tributarios menores de la zona plana, no han sido considerados y respecto a ésta última zona, existen muchas lagunas y cuerpos superficiales de almacenamiento, que sirven de receptores por desvío de las aguas, así como fuente de flujos de retorno que no serían controlados. Por lo tanto, parece interesante medir en alguno de los tributarios que sea representativo del comportamiento en el Valle, usando dos ó tres secciones consecutivas y luego modelar el proceso de flujo de la creciente, lo que sería útil para analizar las pérdidas durante el proceso de tránsito de las avenidas, así como para evaluar la eficacia del riego, modalidad ésta empleada por los agricultores de la zona.

Ello requiere adecuar ó adaptar el modelo para operar a nivel de una microcuenca, produciéndose incorporar datos más precisos de los canales naturales, medios de almacenamiento y retención y traslado del flujo en las lagunas. Información sobre topografía de algunos pequeños embalses han sido lograda por técnicos del SHYQ pero al respecto es apropiado consultar al CIDIAT, obteniéndose más detalles al respecto.

Será necesario además, medir los sedimentos en estos ríos. Se sugiere utilizar botellas fijas en los sitios de interés, adaptándoles boquillas de entrada y de escape de aire que permitan captar a distintos intervalos, conforme asciende el nivel del flujo, un volumen de muestra. Estas botellas se deben disponer escalonadamente, a distintas alturas respecto al lecho ( $\frac{1}{2}$  m. c/u, por ejemplo), procurando que sean soportadas y mantenidas estables en sus apoyos, preferiblemente en las pilas de puentes.

El procedimiento evita la necesidad de mantener operarios en los sitios de muestreo, además de muestrear durante el ascenso de las crecientes.

A fin de alertar y preparar las cuadrillas de campo antes de que ocurran lluvias significativas, se recomienda mantener permanente contacto con El Dpto. de Alertas de la Dirección de Hidrología y Meteorología (vía FAX ó Teléfono), lo que ayudaría a ubicar tormentas, así como las áreas de afectación durante los dos períodos más notables de ocurrencia de lluvias en la zona. Estas crecientes podrían tener características muy diferentes, lo que debe ser considerado en la fase de calibración del modelo hidrológico, de allí la importancia de que sean registradas y medidas las distintas condiciones de flujos correspondientes a ambos lapsos. Es importante además, entrenar suficientemente al personal a involucrarse en estas mediciones, especialmente en el manejo

de técnicas de uso de plumas, uso de flotadores y selección de sitios especialmente en lo relativo a mediciones durante las crecientes.

El personal de Hidrología zonal debe mantenerse involucrado en éstas tareas, especialmente donde las facilidades operativas y de fácil acceso desde Barquisimeto lo permitan, tal es la situación del Valle de Quibor.

### 3. CONDICIONES ACTUALES EN YACAMBU

Las labores desarrolladas por maquinarias en las áreas circundantes a la presa y el grado de remoción de materiales para acondicionar vías de acceso, campamentos, cortes de taludes, etc., han contribuido a modificar notablemente el sector. La Estación Hidrométrica de Puente Angostura ha sido dañada permaneciendo inoperante, también las facilidades de penetrar hacia las Qdas. La Negra y la cola del embalse hacia el río Yacambú, se hacen muy difíciles en estas condiciones.

En la Estación de Puente Angostura donde se estimó un caudal de  $\pm 45 \text{ m}^3/\text{s}$  en base al nivel observado para esta fecha de 2,5 m en la curva provisional de gastos (2), se captó una muestra a nivel de la superficie que mostró una concentración de 3440 ppm (3,44 gr/l), esto conduce a un acarreo diario de 13.375 ton/día y tanto el Yacambú como sus otros dos tributarios, La Negra y La Honda, presentaban elevadas concentraciones del sedimento, hecho acentuado en la última debido a la remoción y trabajos realizándose para la fecha, por maquinarias pesadas en el propio lecho.

La Qda. La Negra presentaba niveles correspondientes al descenso de una creciente previa, con una notable concentración de sedimentos de color oscuro. Su cauce se desarrolla en un valle estrecho y profundo de difícil acceso por las altas pendientes en sus laderas y la espesa cubierta vegetal. El lecho se presenta con bifurcaciones causadas por la irregular distribución del sedimento, siendo desbordable en esta zona, donde se comporta como un cauce torrencial, lo que hace difícil conseguir un sitio para medir en altos caudales.

La Qda. La Honda puede ser medida en bajos caudales desde el puente que da acceso al campamento principal y se construye actualmente una estructura trapezoidal compuesta de concreto, que podría ser utilizada como un control para las mediciones de caudales, si logra obtenerse una curva de calibración, lo que requiere de la instalación de miras en el sitio.

#### **4. MEDICIONES EN EL EMBALSE YACAMBU**

Dadas las dificultades para medir los caudales sólidos y líquidos de tres tributarios que convergen en el sitio de presa, se ha sugerido (2) utilizar el reservorio para obtener los aportes mediante la instalación de miras situadas en un lugar estable y accesible. Esto requiere realizar una rectificación de las curvas de alturas-áreas-capacidades del vaso en sus niveles inferiores, dado que la acumulación de sedimentos en los últimos años, así como los movimientos de tierra, han modificado los depósitos del fondo del valle y por lo tanto, las capacidades del vaso a distintas elevaciones. Ello tiene además el propósito de estimar con más exactitud, el suministro y acumulación de sedimentos durante el período en que ha operado el dique construido en el Cañón Angostura. Si éste se complementa con la construcción de la estación hidrométrica en Puente El Triunfo en el río Yacambú, permitiría manejar mejor la operación futura del embalse y cuando se ejecute el traslado de la estación Puente Angostura hacia aguas abajo del sitio actual, se podría tener el balance en el embalse y por lo tanto, los suministros de agua y sedimentos provenientes de tributarios, como La Negra y La Honda.

#### **5. ESTACIONES HIDROMETRICAS EN EL RIO YACAMBU**

Dos estaciones hidrométricas son necesarias en el río Yacambú. La del Puente El Triunfo y la recientemente dañada de Puente Angostura que debe ser reubicada. El sitio sugerido para ésta última, se localiza aguas abajo (300-400 m.) de la actual estación, a la salida de una contracción de 35 m. de ancho que ofrece en la margen izquierda un afloramiento rocoso, colocándose la torre en la margen derecha, anclando la guaya y disponiendo el limnógrafo en la otra margen por razones de seguridad y más bajo costo. Se utilizarían en ambos casos limnógrafos tipo SEBA (DELTA-S) con sensores de presión, siendo de 15 m. la longitud requerida de la conexión y en el Triunfo de 10 m. en la de Angostura.

La estación situada abajo de la Presa (Angostura) permitirá evaluar los volúmenes de agua y la fracción fina del sedimento removida del depósito que no representa el aporte real de los tributarios y la cual está afectada por el movimiento de tierras y el laboreo en el vaso, que es actualmente muy importante y produce cambios notables en tal sentido.

En la estación no se medirán caudales de crecientes, mientras que éstas se regularían en el reservorio y sólo se pueden obtener descargas por los túneles, operando con borde libre ó a presión en caso de que los niveles del embalse superan las cotas de localización. Por lo tanto, es factible definir curvas de descargas calibradas, cuyas formas depen-

derán de como se opere el embalse. Logrado esto y con el limnógrafo funcionando, es sencilla la transformación de niveles en descargas y volúmenes de salida. Con estos limnógrafos se logrará reducir los costos y ejecutar más rápidamente las instalaciones, además de garantizar su operatividad en estos ríos con altas concentraciones de sedimentos y lo cual afectó en el pasado el funcionamiento de la estación Puente Angostura. La primera fase consiste en la instalación de las miras y estructuras de medición (torres-canastillas), que debe adelantarse con la mayor premura, con la participación de la zona Administrativa Regional y los aportes de recursos económicos de la Empresa SHYQ S.A. la instalación de los limnógrafos es realmente simple y rápido de realizar y sería ejecutado por personal del nivel central.

## **6. EVALUACION DE LAS OBRAS CONSERVACIONISTAS DE LA CUENCA DE YA CAMBU**

Vistas las dificultades y cambios experimentados en el sector de emplazamiento de la presa y el vaso modificado activamente por deforestaciones, remoción de suelos, construcción de vías de acceso, etc. es cuestionable emplear los datos obtenidos en estos sectores para evaluar la eficacia e influencia de obras de protección, planes de conservación, reforestación e intervención humana en las cuencas aportadoras. Incluso la estación en Puente El Triunfo podría evidenciar cambios en la producción de sedimentos muy diferentes a las condiciones naturales del pasado, debido a la construcción reciente de vías y desarrollo de la agricultura en la cuenca alta; por lo tanto un seguimiento continuo de la hidrología y el transporte sólido, debe servir de base para definir los efectos que resulten de tales intervenciones y su desarrollo en el tiempo.

Las obras localizadas en las cuencas más elevadas y alimentadoras del embalse, es preferible sean evaluadas con estructuras de regulación de los flujos (diques, vertederos, etc.) que sean receptoras de los flujos procedentes de las áreas drenadas en las cuencas (ó microcuencas) donde se emplean las obras protectivas, mientras tanto, lineamientos de ordenamiento y de tipo conservacionistas, como los propuestos en otros informes serían lo más apropiados de llevar a la práctica, con miras a preservar la futura vida útil del embalse Yacambú y de este modo, atenuar los problemas que causarán los sedimentos y la erosión de la cuenca. Midiendo los aportes del río Yacambú, los niveles en el embalse y las descargas aguas abajo de la presa es posible tener el balance de materiales y además estimar las contribuciones de otros tributarios que aportan directamente al embalse.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) PEREZ H. DAVID (1990) "El Sistema Yacambú. Mediciones de Caudales Sólido-Líquidos y sugerencias para la Conservación de los Recursos Naturales Renovables de la Cuenca " DHM-MARNR.
- (2) -----(1991) "Programa de mediciones propuesto. Río Yacambú y sus tributarios" (DHM)-MARNR.
- (3) CIDIAT (1992) "Mediciones de crecientes en el Valle de Quibor".

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS  
RIO TOCUYO EN ATARIGUA

## INDICES

	Pág.
INTRODUCCION .....	1
OBJETIVOS .....	1
INFORMACION CARTOGRAFICA Y AEROFOTOGRAFICA .....	2
GEOLOGIA .....	2
FUENTES DE SEDIMENTOS-CAUSAS DE LA EROSION .....	4
PROPIEDADES DE LOS SEDIMENTOS .....	8
TOCUYO - PASO REAL .....	8
QDA. LAS RAICES - GUADALUPE .....	8
PESOS UNITARIOS DEL SEDIMENTO .....	9
TRANSPORTE DE LOS SEDIMENTOS .....	10
QDA. LAS RAICES - GUADALUPE .....	10
RIO TOCUYO - PASO REAL .....	10
RENDIMIENTOS UNITARIOS DEL SEDIMENTO .....	11
APORTES SOLIDOS AL EMBALSE ATARIGUA .....	13
ACARREOS TOTALES DE UN LARGO PERIODO .....	14
CARACTERISTICAS DEL VASO .....	15
CLASIFICACION DEL RESERVORIO .....	16
DISPOSICION DE LAS TOMAS .....	16
EFICIENCIAS DE ATRAPE DEL EMBALSE .....	18

## MAPAS

Número

- Mapa Geológico de la Cuenca del Río Tocuyo hasta el Sitio de Presa Atarigua. .... 1

## CUADROS

- Resumen de las principales características en las diferentes unidades litológicas. .... 1
- Resumen de muestreos de sedimentos Río Tocuyo St. Presa (Paso Real). .... 2
- Determinación de la distribución probable del sedimento embalse Atarigua. .... 3
- Pérdida de capacidad y eficiencias de atrape embalse Atarigua. .... 4

## GRAFICOS

- Curvas granulométricas. Materiales de lecho y sedimentos en suspensión río Tocuyo-Arenales. .... 1
- Curvas granulométricas. Sedimento en suspensión Qda. Las Raíces ..... 2
- Curva de Sedimentación. Qda. Las Raíces en Guadalupe ..... 3
- Curva de Sedimentación. Río Tocuyo en Paso Real ..... 4
- Variación de concentraciones y temperatura del agua ..... 5
- Distribución de los sedimentos en Atarigua. Clasificación del reservorio según curvas Patrones ..... 6
- Diagrama de Brune - Eficiencias de atrape en embalses..... 7

## INTRODUCCION

En este informe se analizan las condiciones de sedimentación en el Río Tocuyo en el sitio de presa Atarigua, con el cual se amplía la información hidrológica requerida para el proyecto y se cumple con otro de los estudios a contemplarse en la programación de la División de Hidrología para el año 1971.

El personal de la zona de Barquisimeto dependiente del Distrito Hidrológico 1 de esta División, procesó los datos básicos requeridos para el estudio y dió amplia colaboración al suscrito en sus visitas al campo. El Ing° J. Gómez Reggio preparó un resumen del aspecto geológico de la cuenca, se departió con el Ing° A. Flores Espina sobre la posibilidad de usar datos de escurrimientos simulados en la cuenca usando el modelo HSP para obtener aportes sólidos, así como del uso de otras técnicas. El autor del informe es David Pérez Hernández.

## OBJETIVOS

En este informe se persigue actualizar la información de sedimentación del río Tocuyo hasta el sitio Atarigua en base a los datos disponibles hasta ahora. Ciertamente, la corta extensión de las mediciones hidrológicas en el sitio imponen grandes limitaciones para un estudio de este tipo.

Muchos de los aspectos de la hidrología de la cuenca suficientemente explícitos en estudios anteriores, se omiten aquí.

Se ha considerado de interés, destacar aspectos geológicos y de tratamiento de la tierra ligados íntimamente a los procesos de erosión. Referencias generales sobre áreas y tributarios que son importantes fuentes de suministro sólido, así como del carácter de sus sedimentos, se mencionan someramente, e igualmente se indican los resultados de mediciones térmicas del agua, de concentraciones de sedimentos, transporte y propiedades de los sedimentos en suspensión y de lecho en el sitio de presa.

Se hace un análisis de las condiciones probables de sedimentación y eficiencias de atrape de los sólidos por el embalse Atarigua.

#### INFORMACION CARTOGRAFICA Y AEROFOTOGRAFICA

Se dispuso de mapas de la cuenca a escala 1: 100.000 de la Compañía Shell y 25 vistas con 4 fotoíndices de las misiones 020249-020223.

El contratista del proyecto suministró las curvas de alturas-áreas capacidades del vaso de Atarigua, anexa al final.

#### GEOLCGIA

La cuenca del Río Tocuyo hasta el sitio de presa Atarigua, drena áreas de naturaleza geológica sedimentaria, pertenecientes a períodos que van desde el Paleozoico Superior hasta el Cuaternario, véase mapa N° 1

Casi todo el borde Oeste de la cuenca, desde el flanco Sur del Cerro Chivato hasta el Páramo Jabón, está litológicamente integrado por se-

cuencias estratigráficas de calizas macizas, lutitas duras e intercalaciones de areniscas calcáreas y otras unidades sedimentarias pertenecientes a las formaciones Maraca, Apon y Río Negro del Cretáceo Inferior. A este período pertenecen también unidades de poca extensión de la Formación Carorita, situada al Este de la cuenca.

Ocupando el flanco medio de la Serranía de Los Humocaros y en contacto Sur-Oriental con las formaciones antes descritas, se encuentran unidades geológicas del Cretáceo Superior, formados por lutitas no estratificadas y calizas macizas de las formaciones La Luna y Colón, siendo las calizas de esta última, carbonosas y bituminosas.

A ambos lados del cauce alto del Río Tocuyo, al Sur de la cuenca se encuentran las Formaciones Paují, Río Abajo y Humocaro del período Paleoceno, constituídas predominantemente por lutitas arenosas muy enfriables.

Monótonas secuencias de lutitas y areniscas con algunos lentes de calizas pertenecientes a los llamados miembros "Lutitas de El Tocuyo" y "Areniscas de Botucal" de la Formación Morán de edad Eoceno-Paleoceno, se encuentran al borde Sur del Surco de Barquisimeto en la región de El Tocuyo, Quíbor y Loma de León.

Al Sur de la población de Guarico hasta la divisoria de la cuenca, la litología corresponde a lutitas, areniscas y calizas de la Formación Villanueva (Eoceno-Paleoceno) y rocas de la Serranía de Portuguesa del Paleozoico superior en muy pequeña extensión.

CUADRO N° 1

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS EN LAS DIFERENTES UNIDADES LITOLÓGICAS

Formación Geológica	Período Geológico	Área Km <sup>2</sup>	Litología	Vegetación
	Cuaternario sin diferenciar	596	Sedimentos aluvionales	Bosques secos, altos, densos y desélicos en partes bajas.
Matatere	Eoceno-Paleoceno	358	Alternancia de areniscas y lutitas.	Boscosa a xerofítica.
Moran	Eoceno-Paleoceno	680	Lutitas y areniscas con lentes de caliza	Bosques y monte alto.
Villanueva	Paleoceno-Eoceno	20	Lutitas silíceas con areniscas y calizas intercaladas.	Bosques húmedos.
Paují, Río Abajo, Humocaro	Eoceno-Paleoceno	220	Lutitas arenosas	Bosques húmedos y secos, sabanas.
Barquisimeto Cazadero	Cretáceo	126	Calizas y lutitas	Bosques secos, sabanas y potreros.
Colón La Luna	Cretáceo Inferior	350	Calizas dominantes, algunas lutitas y areniscas.	Bosques secos, sabanas y potreros.

Una tercera parte de la longitud del cauce principal del Río Tocuyo y la mitad del cauce de la Quebrada Las Raíces se desarrolla sobre sedimentos cuaternarios sin diferenciar. Estos a su vez descansan sobre rocas de la Formación Matatere de edad Eoceno-Paleoceno del Surco de Barquisimeto, expuestas en la subcuenca de la Quebrada de Las Raíces y cauce bajo del Río Tocuyo. Esta formación consiste de una alternancia monótona de areniscas y lutitas con horizontes de peñas y peñones con características del "flish" Europeo.

En diversas partes de la sección Nor-Oriental de la hoya, hay zonas tipificadas por rocas de las Formaciones Barquisimeto y Cazadero del Cretáceo Inferior del Surco de Barquisimeto integrada por calizas, lutitas, limolitas, margas etc.

El sitio de presa en Atarigua se encuentra fundada en rocas la Formación Barquisimeto.

#### FUENTES DE SEDIMENTOS-CAUSAS DE LA EROSION

En estudios previos, se ha catalogado la erosión en la cuenca del Río Tocuyo como de carácter geológico, donde la naturaleza fina de los suelos de la cuenca de por sí muy erosionables, supuestos durante los períodos de sequía y lluviosos a condiciones extremas de humedad y térmicas con escasa protección vegetal, y en general a las adversas condiciones climáti -

cas en la cuenca contribuyen a determinar que se produzcan excesivas magnitudes de transporte sólidos por las corrientes principales. En algunas áreas, la actividad humana ha contribuido en los últimos años a acelerar los procesos erosivos.

La intensificación de las labores agrícolas y el riego en el valle de Quibor, empleando aguas subterráneas (sin cargas de sedimentos) y pequeños pero numerosos embalses superficiales, ha favorecido probablemente un desajuste en los lechos de estos cauces que drenan hacia el Río Tucuyo por intermedio de numerosos afluentes, lo que se ha traducido en una aceleración de la erosión en los suelos; así, zonas planas que deberían presentar un mayor grado de estabilidad y conservación, evidencian estados muy avanzados de degradación vertical y erosión laminar regresiva, respecto a los observados en suelos de la cuenca con mayores pendientes. En una Qda. tributaria de Las Raíces, identificada como Las Guardias, que se caracteriza por presentar crecientes cortas originadas por lluvias de alta intensidad, se han medido concentraciones del orden de 22 por ciento en peso ( $220 \text{ Kg/m}^3$ ) en el Puente Carretera Quibor-Barquisimeto; esto permite dar una idea de la importancia de las contribuciones de sólidos por muchos de los efímeros cursos que drenan la región.

Un factor quizás no menos importante, es el sistema de cultivo y tratamiento de la tierra, específicamente de estos suelos en referencia.

Habitualmente y especialmente desde el año 1950 las labores agrícolas se han intensificado grandemente en el valle del Quibor. Los agricultores acostumbran sembrar parcelas de áreas reducidas empleando sistemas de arado y siembra en surcos zigzagueantes conocidos como serpientes que les permita regar por gravedad, y aprovechar óptimamente el agua disponible extraída mayormente de fuentes subterráneas mediante pozos profundos; pero debido a la sobre-explotación, se ha originado un progresivo descenso de la mesa de agua, lo que ha limitado su disponibilidad. El método, si bien no determina aumentos excesivos de la erosión, dado que no se produce escorrentía suficiente como para remover apreciables cantidades de sedimentos y gran parte del agua se infiltra o evapora, también es cierto que resulta altamente destructivo para los suelos de las zonas que deben ser abandonadas, debido a las limitaciones impuestas por la escasez de agua para riego, después de ser arados intensivamente y modificadas las condiciones originales del drenaje superficial. Así que, numerosas parcelas que presentan las condiciones de erosión descritas, reflejan tal tipo de manejo.

La subcuenca de Las Raíces y en general el sector comprendido hacia la margen derecha del valle del Río Tocuyo presenta un avanzado grado de erosión que se refleja en el patrón muy denso de drenaje de tipo dendrítico controlado fundamentalmente por el carácter muy erosionable de la litología (Borde SW Surco de Barquisimeto, véase Geología).

Al igual que en el valle de Quibor, se producen desde el poblado Garrapatera en el propio valle del Río Tocuyo, gruesas acumulaciones aluvionales Cuaternarios que se presentan como depósitos de terrazas fluviales con elevaciones a diferentes niveles sobre el actual lecho del río. Estos en su mayoría, se derivan de la erosión de las Formaciones Barquisimeto y Casadero (Cretáceo Superior) que han debido suministrar, hacia las zonas depresivas laterales (Quibor y Valle del Tocuyo) apreciables volúmenes sólidos en los tiempos geológicos más recientes. El hecho de que se produzca actualmente una acelerada erosión de éstos, se interpreta como un reflejo del rejuvenecimiento fluvial, lo que permitiría además explicar el avance y progreso de la erosión en muchos tributarios, así como en las redes fluviales de menor orden.

Las partes de la cuenca situadas hacia el borde Sur y Oeste de la cuenca presentan menores grados de erosión. La litología aquí se hace más resistente, la vegetación presenta mejor desarrollo y los patrones de erosión no son tan críticos como los existentes en la subcuenca de Las Raíces. Una amplia franja que se extiende a través de las serranías de Los Humoceros-Sanare-Guarico, donde se registran elevadas precipitaciones, tienen las más bajas tasas de productividad de sedimentos.

## PROPIEDADES DE LOS SEDIMENTOS

### RIO TOCUYO EN PASO REAL

Muestras de los sedimentos en suspensión y materiales del lecho se han analizado en la sección Paso Real inmediata al sitio de presa. Las curvas de granulometrías se ilustran en el gráfico N° 1.

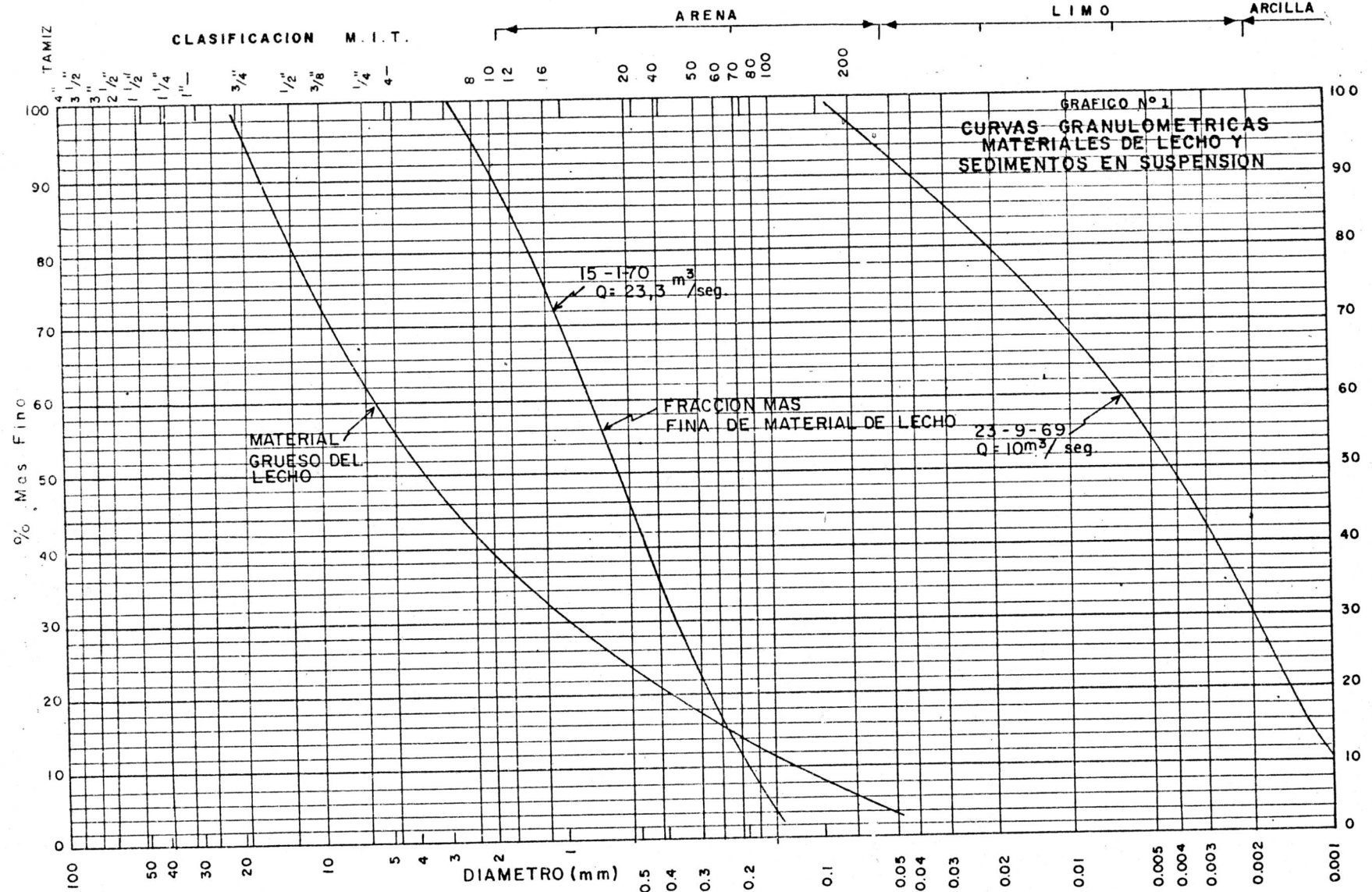
El sedimento de suspensión refleja características muy finas con solo 5 por ciento de arena y el resto de limo y arcilla siendo estos superiores en porcentaje en peso respecto a los observados en Las Raíces; el  $d_{50}$  de este material es 0,0045 mm. El material mas grueso que forma tanto las playas como la fracción fina existente en un más alto porcentaje como material del lecho, se han analizado independientemente, ambas curvas se señalan en el gráfico N° 1. Puede observarse que cierta fracción ( $\simeq$  10% peso) de las partículas mas finas del material de lecho es activamente removida por efecto de arrastre debido al flujo en la sección, pero este hecho podría reflejar solo condiciones muy locales.

### QDA. LAS RAICES - GUADALUPE

Los reducidos muestreos efectuados durante los meses de Junio y Julio de 1971 del sedimento en suspensión en la Qda. Las Raíces evidencian predominancia del limo en un 90 por ciento en peso respecto a la arena y arcilla, el diámetro medio del sedimento es de 0,07 mm. el peso específico obtenido de análisis de laboratorio es de 2,67.

### GRANULOMETRIA DE SEDIMENTOS

AÑO: 69 RIO-EST. TOCUYO-PASO REAL DTO.-ZONA \_\_\_\_\_ MUESTREADOR: \_\_\_\_\_ METODO: \_\_\_\_\_



FECHA	% PESO	$Q(\text{m}^3/\text{seg})$	GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA	FECHA	% PESO	$Q(\text{m}^3/\text{seg})$	GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA	FECHA	% PESO	$Q(\text{m}^3/\text{seg})$	GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA	
ENE.							MAY.							SEP.							
FEB.							JUN.							OCT.							
MAR.							JUL.							NOV.							
ABR.							AGO.							DIC.							

Los materiales del lecho lo forman gruesas acumulaciones de gravas y arenas que se distribuyen sobre el cauce originando playas resultantes de la activa redistribución y remoción de los materiales del lecho en crecientes. Las curvas granulométricas del sedimento en suspensión se señalan en el gráfico N° 2.

### PESOS UNITARIOS DEL SEDIMENTO

Mientras que los componentes predominantes del sedimento son principalmente limo y arcilla, valores relativamente bajos del peso unitario sumergido serían normales de esperarse. Los análisis de pesos específicos del sedimento efectuados con una aceptable periodicidad, reportan valores que varían entre 2,67 - 2,68, los cuales son similares a los obtenidos en sitios más bajos de la cuenca, esto refleja el caracter mineralógico muy uniforme en los materiales sólidos acarreados por el Río Tocuyo.

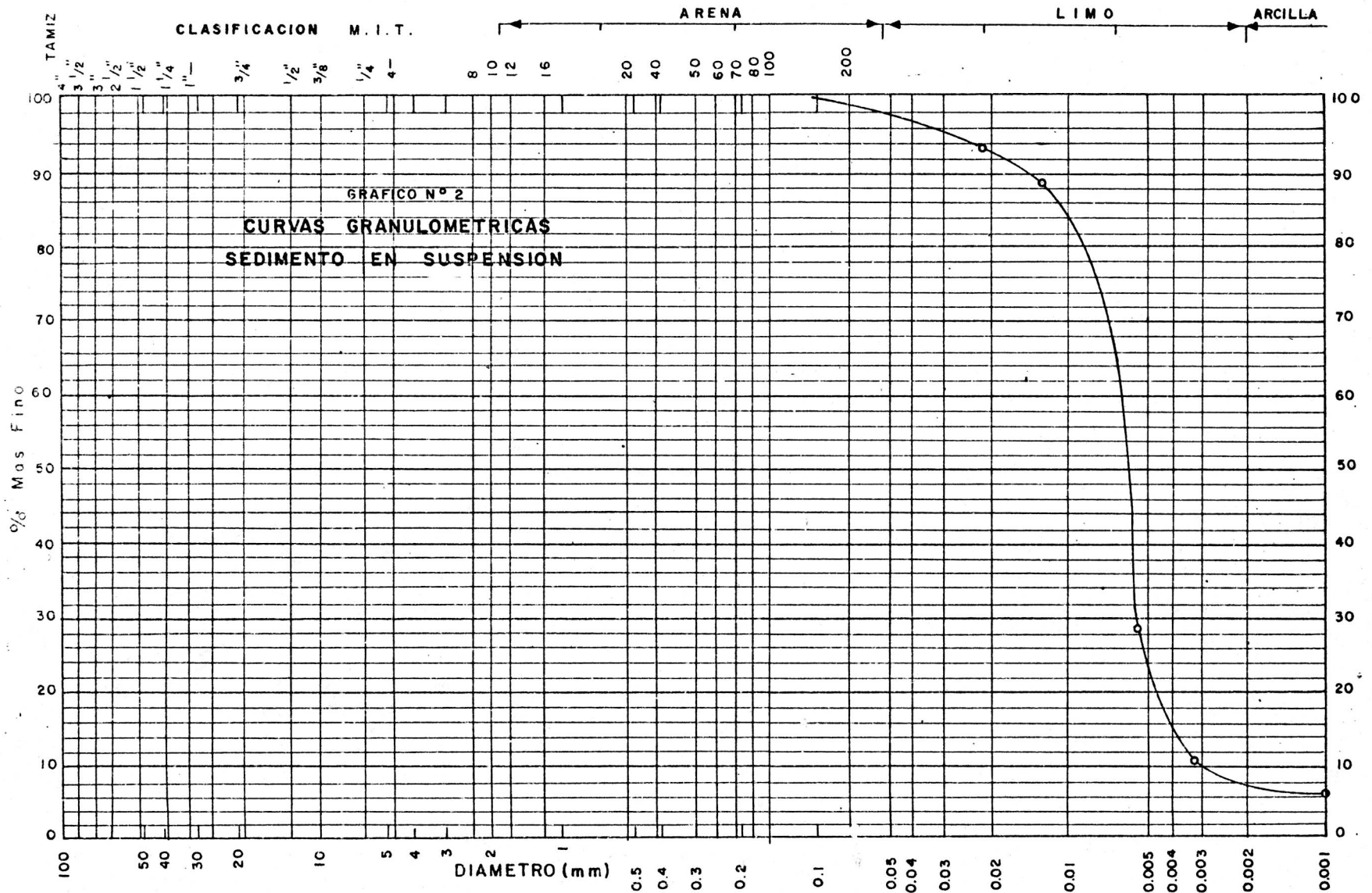
En un sedimento con las características granulométricas observadas y el peso específico determinado, pueden adoptarse índice de vacíos variables razonablemente en el rango de 0,85 - 0,90, esto permite obtener para el peso unitario sumergido valores de:

$$\rho_s = \frac{G - 1}{1 + e} \times \rho_w = \frac{2,67 - 1}{1 + 0,90} \times \rho_w = \frac{1.67}{1.90} 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_s = .880 \text{ ton/m}^3$$

### GRANULOMETRIA DE SEDIMENTOS

AÑO:            R I O - EST. Q. LAS RAICES-GUADALUPE DTO.-ZONA MUESTREADOR:            METODO:           



FECHA	% PESO	Q(m <sup>3</sup> /seg)	GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA	FECHA	% PESO	Q(m <sup>3</sup> /seg)	GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA	FECHA	% PESO	Q(m <sup>3</sup> /seg)	GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA	
ENE.							MAY.							SEP.							
FEB.							JUN.							OCT.							
MAR.							JUL.							NOV.							
ABR.							AGO.							DIC.							

## TRANSPORTE DE LOS SEDIMENTOS

### QDA. LAS RAICES - GUADALUPE

En bajos caudales, la concentración del sedimento en suspensión en la Qda. Las Raíces es muy bajo, esto se explica porque la escorrentía se deriva del flujo subterráneo a través de los aluviones en el lecho, existiendo poca contribución desde las áreas marginales que representan realmente las fuentes más productivas de sedimentos finos.

En el gráfico N° 3 se ilustra la curva de sedimentación en la estación Guadalupe situada aguas arriba de la confluencia con el Río Tocuyo. Se observa en la misma la pobre correlación existente entre los caudales y los acarrees en caudales bajos. En algunas pequeñas crecientes aforadas (06-11-1969) con 25,8 m<sup>3</sup>/seg se han medido concentraciones del orden de 3,7 por ciento en peso lo que indica magnitudes instantáneas de acarrees de 0,95ton/seg. Debe señalarse que en caudales mayores las concentraciones pueden alcanzar valores muy superiores al registrado, lo cual se traduce en mayores acarrees. Una tendencia lineal más definida, se produce en caudales altos.

### RIO TOCUYO EN PASO REAL

En el gráfico N° 4 se muestra una curva de sedimentación muy tentativa que relaciona los pocos aforos de caudales con el transporte en suspensión en el sitio de presa, obtenida en base a los muestreos de diferentes

GRAFICO N° 3  
 CURVA DE SEDIMENTACION  
 QDA. LAS RAICES - GUADALUPE  
 AÑO 1969 - 70

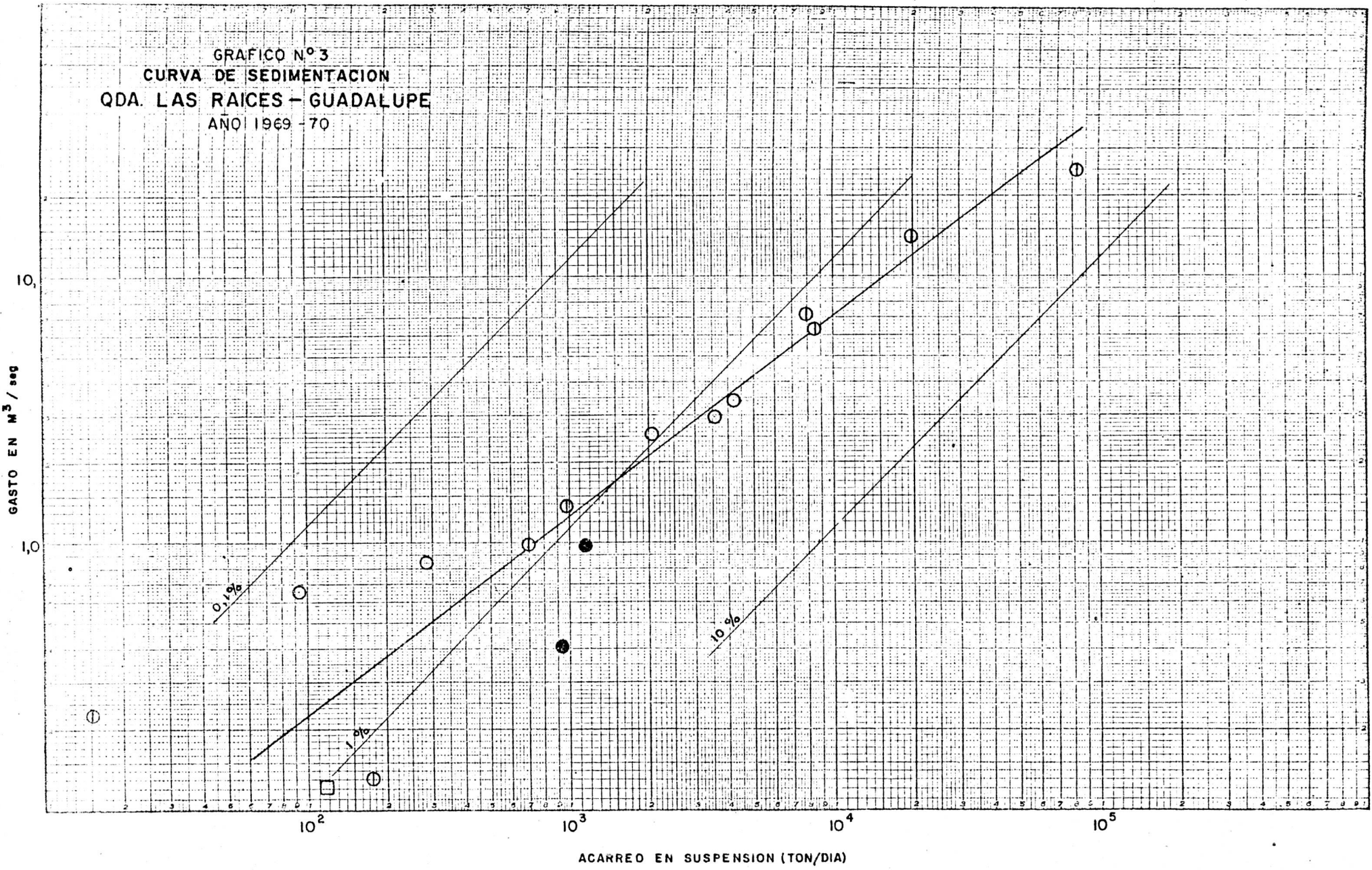
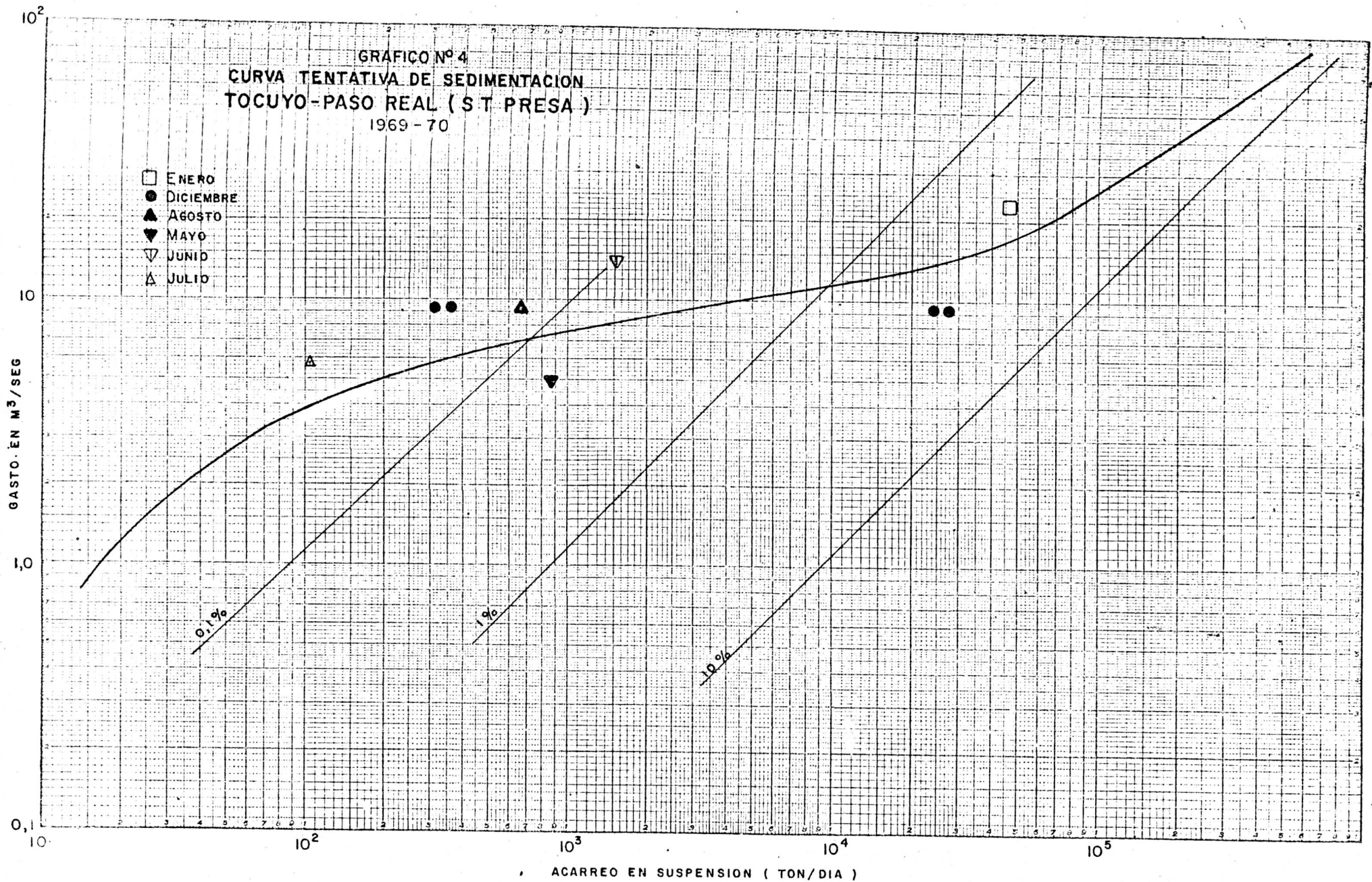


GRÁFICO Nº 4  
 CURVA TENTATIVA DE SEDIMENTACION  
 TOCUYO-PASO REAL ( S T PRESA )  
 1969 - 70

- ENERO
- DICIEMBRE
- ▲ AGOSTO
- ▼ MAYO
- ▽ JUNIO
- △ JULIO



meses del año 1969-1970. En la misma se destaca el rango de variación de la concentración que oscila entre 0,02 - 7,41 por ciento en peso. El valor máximo medido no se indica sobre la gráfica, debido a que no se efectuó medición del caudal en esa fecha, pero la tendencia general de la curva re fleja que valores normales superiores al 10 por ciento en peso podrían ocurrir en altos caudales. En el gráfico N° 5 se señalan resultados de muestreos y mediciones de temperatura del agua en el sitio de presa, en el mismo se observa, que los valores más elevados de la concentración del sedimento coi n ci de con el período de crecientes que ocurren en el lapso más lluvioso.

El caudal mas alto medido en Enero 15 de 1970 fué de  $23,3 \text{ m}^3/\text{seg}$  con una concentración del sedimento en suspensión de 2,26 % en peso lo que conduce a un acarreo instantáneo de 0,526 ton/seg. donde 0,026 ton/seg esta representado por la arena fina y el resto formado por limo y arcilla.

#### RENDIMIENTOS UNITARIOS DEL SEDIMENTO

En el estudio "Capacidad de Transporte del Río Tocuyo en El Al to" se presentaron cálculos de rendimientos unitarios de sedimentos que com pre nde n las áreas de nuestro interés, calculados de las mediciones hidrológicas (16 años de record) en la estación pluviométrica Puente Torres, los valores medios allí reportados ( $934 \text{ ton}/\text{km}^2/\text{año}$ ) muestran que esta parte de la cuenca, presenta relativamente menores rendimientos sólidos, aunque los va lo res extremos calculados oscilan entre 162 -  $2535 \text{ ton}/\text{km}^2/\text{año}$ . Tres he-

GRAFICO Nº 5

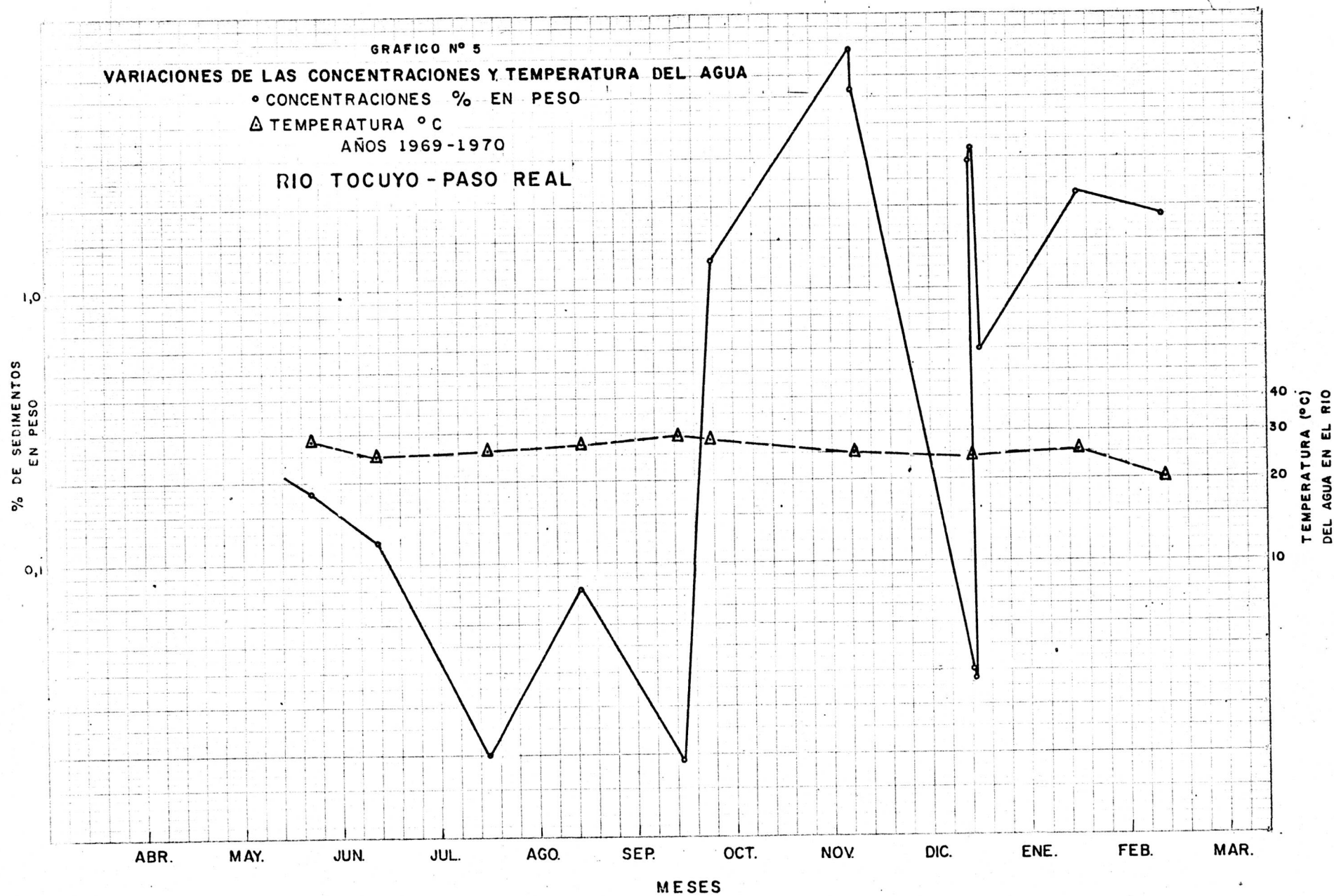
VARIACIONES DE LAS CONCENTRACIONES Y TEMPERATURA DEL AGUA

◦ CONCENTRACIONES % EN PESO

△ TEMPERATURA °C

AÑOS 1969-1970

RIO TOCUYO - PASO REAL



chos por destacar de la observación de los datos, son:

- 1) La variabilidad en las magnitudes de Rendimientos Unitarios del sedimento en algunos años, refleja la ocurrencia de períodos con valores extremos de escurrimiento, esto es normal que ocurra debido a que el sedimento es fino y los caudales de crecientes tienen una alta capacidad de transporte como ocurre en el río Tocuyo.
- 2) Un 30 por ciento de las áreas que comprenden las partes superiores de la sub-cuenca tienen efímeros aportes de sedimentos (serranía de Guarico-Sanare-Humocaros), y se generan altos escurrimientos debido a la ocurrencia de elevadas precipitaciones, los cuales al concentrarse hacia las zonas más bajas con suelos superficiales más erosionables, determinan aumentos considerables del acarreo de sedimentos. Tal comportamiento de la zona, hace que se conceptúe al Rendimiento Unitario de los sólidos, como un término más bien ambiguo e impreciso para definir realmente tasas de erosión en áreas tan extensas como las consideradas hasta Puente Torres.
- 3) A partir del año 1963, se observan valores de acarreos anuales en suspensión en Puente Torres muy superiores al promedio ( $9,1 > A_c > 3,7$  mill ton/año). En éstos, además de que fué profuso el escurrimiento, se presume que la intensificación del laboreo de la tierra ha podido influir considerablemente. Esta es una situación normal de esperarse en los futuros años, tanto en el valle del Quibor como en los valles del Río Tocuyo aguas abajo de Dos Cerritos, donde se preve incrementar las áreas bajo riego y por lo tanto el suministro de sólidos, al iniciarse el funcionamiento del embalse "Felix de los Ríos".
- 4) La influencia de este embalse dentro del sistema no debe subestimarse, especialmente desde el punto de vista del transporte de sedimentos. Probablemente, se atenúen los efectos temporales de los gastos de crecientes al regularse el caudal, pero sería normal esperar, que se produzca degradación en el tramo aguas abajo del reservorio, lo que puede ir precedido de una aceleración de la erosión en los tributarios, los cuales es bien sabido presentan altas capacidades de suministro de sedimentos. El hecho de que una fracción del caudal ( $3,5 \text{ m}^3/\text{seg}$ ) se trasbasarán para suminis

tro a Barquisimeto es desde éste punto de vista muy positivo. Estas situaciones son prácticamente imposibles de evaluar cuantitativamente.

## APORTES SOLIDOS AL EMBALSE ATARIGUA

Los siguientes métodos se han empleado para estimar los acarrees anuales promedios en el sitio de presa Atarigua.

- 1) Sustraer a los acarrees medios anuales medidos en Puente Torres (16 años) los aportes probables de las subcuencas Curarigua (620 Km<sup>2</sup>) y Los Ranchos (75 Km<sup>2</sup>). En estas últimas debido a su menor extensión, uniformidad en sus caracteres geológicos, cobertura vegetal, grado y formas de la erosión, se pueden estimar Rendimientos Unitarios de 1200 ton/km<sup>2</sup>/año. Mientras que el promedio de acarrees en suspensión en Puente Torres es de 3.21 mill de ton/año se obtienen en Atarigua resultados de 2.4 - 2.5 mill de ton/año.
- 2) Adoptar un valor medio de la concentración del sedimento suspendido dentro del rango de los muestreos obtenidos (gráfico N° 5) y aplicarla al volumen medio obtenido mediante técnicas de simulación hidrológica para estimar los acarrees probables. Mientras que en el lapso de Junio a Noviembre, se registra en Puente Torres el 70% del acarreo anual manteniéndose la concentración media en años de extremos acarrees, en un valor algo superior a 2 por ciento en peso se considera tomar para el sitio de presa Atarigua este valor. El total medio anual del transporte en suspensión calculado sería:

$$170 \text{ mill m}^3/\text{año} \times 2 \times 10^{-2} = 3,4 \times 10^6 \text{ ton/año.}$$

- 3) Determinar un coeficiente de Ajuste del caudal medio el cual al aplicarse a la curva de sedimentación en el sitio de presa permita obtener el acarreo medio anual. En éste análisis se usaron los

registros del Río Tocado en Puente Torres que tiene un caudal medio anual de  $Q_m = 12 \text{ m}^3/\text{seg}$ , empleando curvas de sedimentación de diferentes años en los cuales los acarreo anuales medidos no difieran en más de 10 por ciento del promedio del período, se obtuvieron resultados muy próximos al total anual de acarreos medidos, siempre que se usara el caudal resultante de incrementar en 2 veces el valor medio. Este caudal en Puente Torres para los diferentes años analizados, es excedido en un 15 por ciento del tiempo en el año, tal como puede verificarse de las diferentes curvas de duración de caudales medios.

En el sitio de presa Atarigua con un caudal medio estimado de  $5,4 \text{ m}^3/\text{seg}$  se obtiene con el método antes descrito, un acarreo en suspensión de 7000 ton/día ó sean 2,6 millones de ton/año. Estos diferentes procedimientos llevan a resultados de los cuales el segundo es descartado por exceder al promedio medido en Puente Torres, lo que es improbable que ocurra.

#### ACARREOS TOTALES DE UN LARGO PERIODO

Según las características del sedimento y el régimen del río, se considera que el acarreo de lecho puede representar un 10 por ciento del total en suspensión, así se tendría para un período de 50 años un total sólido de:

$$1.10 \times 2.6 \times 10^6 \text{ ton/año} \times 50 \text{ años} = 143 \times 10^6 \text{ ton.}$$

el cual representa un volumen de:

$$\frac{143 \times 10^6}{.880} \text{ m}^3 \approx 160 \times 10^6 \text{ m}^3$$

## CARACTERISTICAS DEL VASO

El embalse Atarigua inundará extensiones del valle del Río Tocuyo inmediatas y aguas abajo a la confluencia con la Qda. Las Raíces donde su fondo es relativamente ancho y plano; pero de laderas escarpadas y pobremente recubiertas de vegetación. En la parte derecha se han originado en el pasado grandes deslizamientos naturales donde los suelos superficiales muestran actualmente un relativo grado de estabilización. La ladera izquierda señala sin embargo un grado más avanzado de erosión, debido al efecto de la escorrentia superficial que ha disectado profundamente los suelos.

El Río Tocuyo en las áreas de inundación, desarrolla meandros asimétricos con anchos del cauce variable entre 50-150 m, produciendo gruesas acumulaciones y barras de material fino que son removidas parcialmente en crecientes. Bajos porcentajes de material grueso del lecho existente en las Raíces se ha observado en estos depósitos, esto, conjuntamente con el hecho de que su cauce refleja un alternado desarrollo de playas entrelazadas con anchos hasta de 250 m, sugiere que para este tipo de material predomina la tendencia a la agradación aguas arriba de la confluencia.

El hecho de que la cola del embalse se extenderá hasta estas áreas, puede considerarse como positivo para hacer menos efectiva la movilización de estos sedimentos gruesos, pero será de poca importancia en evitar

que gran parte del sedimento fino, que es el mayor porcentaje de los sólidos efluentes tanto del Río Tocuyo como de Las Raíces, se distribuya hacia las partes más bajas y profundas del reservorio.

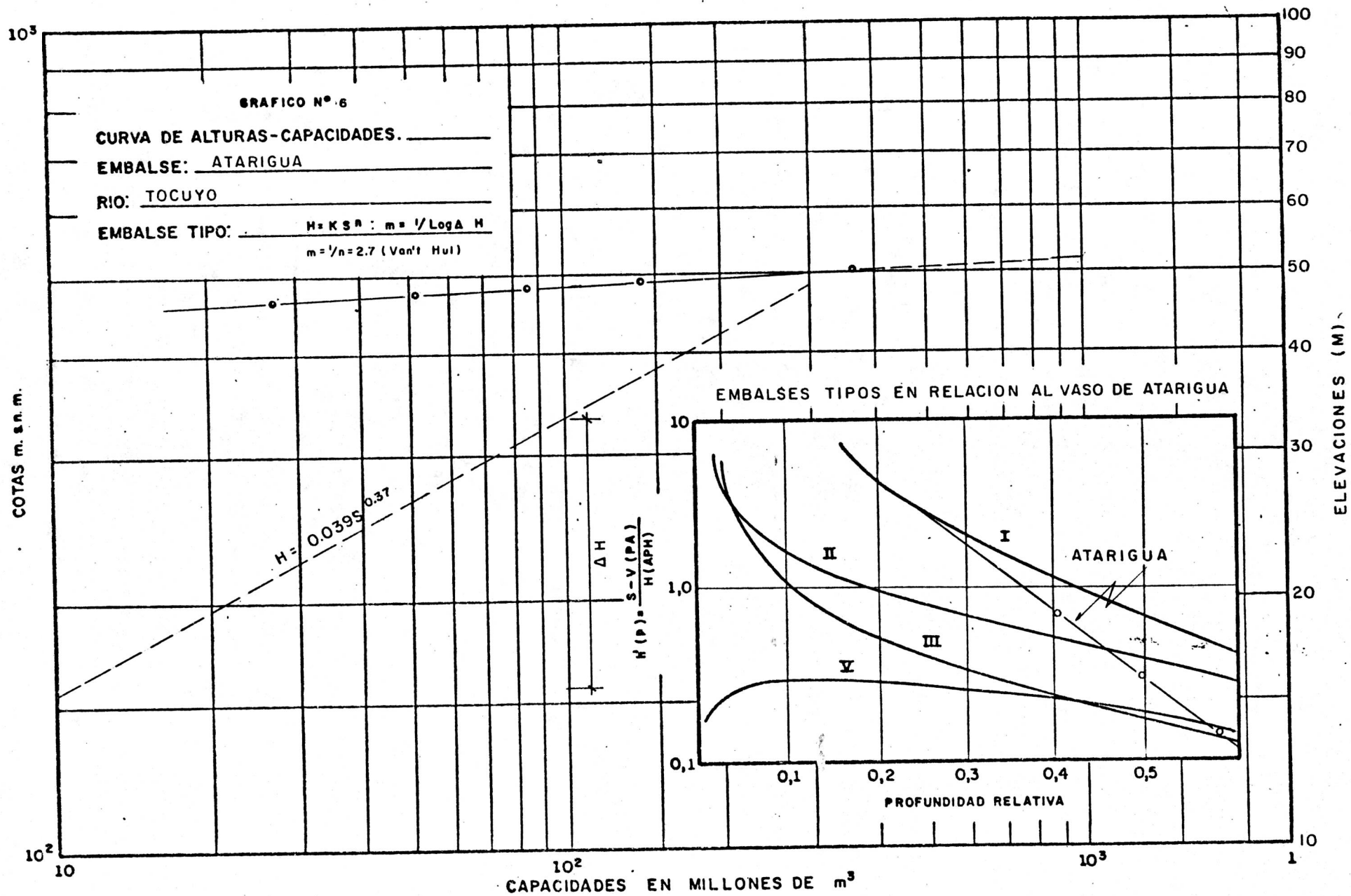
### CLASIFICACION DEL RESERVORIO

En el gráfico N° 6 se ha representado la curva de alturas-capacidades del vaso Atarigua a escala logarítmica, obteniéndose la recta cuya forma analítica normal es del tipo  $H = K S^n$ , donde H y S son las elevaciones y el almacenaje respectivamente; K y n son constantes que dependen de la geometría, forma y topografía del vaso.

El valor obtenido para  $m = 1/n$ , permite clasificar al depósito como del "tipo flood plain" según el criterio de Van't Hul, mientras que  $m = 2,7$ , lo que define curvas genéricas del tipo II, y se tendrán rápidos incrementos del almacenaje para sensibles variaciones en las alturas del embalse (relativamente pequeños valores de n).

### DISPOSICION DE LAS TOMAS

La elevación a que se dispongan las tomas depende fundamentalmente de la disposición ó altura que alcance el depósito del sedimento al pie de la presa, al final del período de vida útil del embalse. En el cuadro N°3 se indican los cálculos necesarios para determinar la distribución probable del sedimento, se ha considerado en éste análisis una altura total de la



presa de 55 m sobre el fondo del valle al pie de la presa, a esta altitud se tendría un almacenamiento de 420 mill de m<sup>3</sup>.

CUADRO N° 3

DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION PROBABLE DEL SEDIMENTO EMBALSE ATARIGUA - RIO TOCUYO					
(1) Ele. (msnm)	(2) Prof. Rel.	(3) Capac. V x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	(4) S-Capac. V x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	(5) H (APH) x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	(6) H'(P)
460	0.22	6	154	69	2,23
470	0.40	28	132	192	0,69
475	0.49	52	108	344	0,31
480	0.58	90	70	482	0,15
485	0.67	138	22	605	0,04

En este cuadro las columnas (1); (2) y (3) estan definidas de las curvas de alturas Areas-Capacidades, la columna (4) es la diferencia entre la capacidad muerta y el volumen señalado en la columna (3), la columna (5) resulta de multiplicar las áreas correspondientes por las alturas respectivas y la columna (6) representa la distribución relativa de los volúmenes sólidos almacenados a cada nivel.

Se observa que la distribución relativa del depósito de sedimentos en el embalse Atarigua intercepta a la curva patron tipo II, a una profun-

dad relativa de 45 por ciento, por lo que deben ubicarse las tomas a niveles algo superiores a:

$$y = 448 + 0,45 (503 - 448) = 473 \text{ m.s.n.m.}$$

mientras que este análisis es válido solo cuando el sedimento se desplaza y distribuye sobre el fondo del vaso siguiendo un patrón deltáico, lo cual no ocurrirá en Atarigua donde el carácter fino de los sólidos determine seguramente una mayor dispersión y distribución más uniforme sobre el embalse. Lleva a sugerir se ubiquen las tomas a una cota no inferior a los 475 msnm.

#### EFICIENCIAS DE ATRAPE DEL EMBALSE

El método de Brune, que permite obtener la eficiencia de atrape de un embalse en función de la relación entre la capacidad de almacenamiento y el escurrimiento medio anual, ha sido empleado.

En el cuadro N° 4 se han considerado diferentes períodos de la vida útil del embalse para computar las eficiencias de atrape y las pérdidas de capacidad de almacenamiento en el embalse Atarigua a diferentes períodos.

CUADRO N° 4

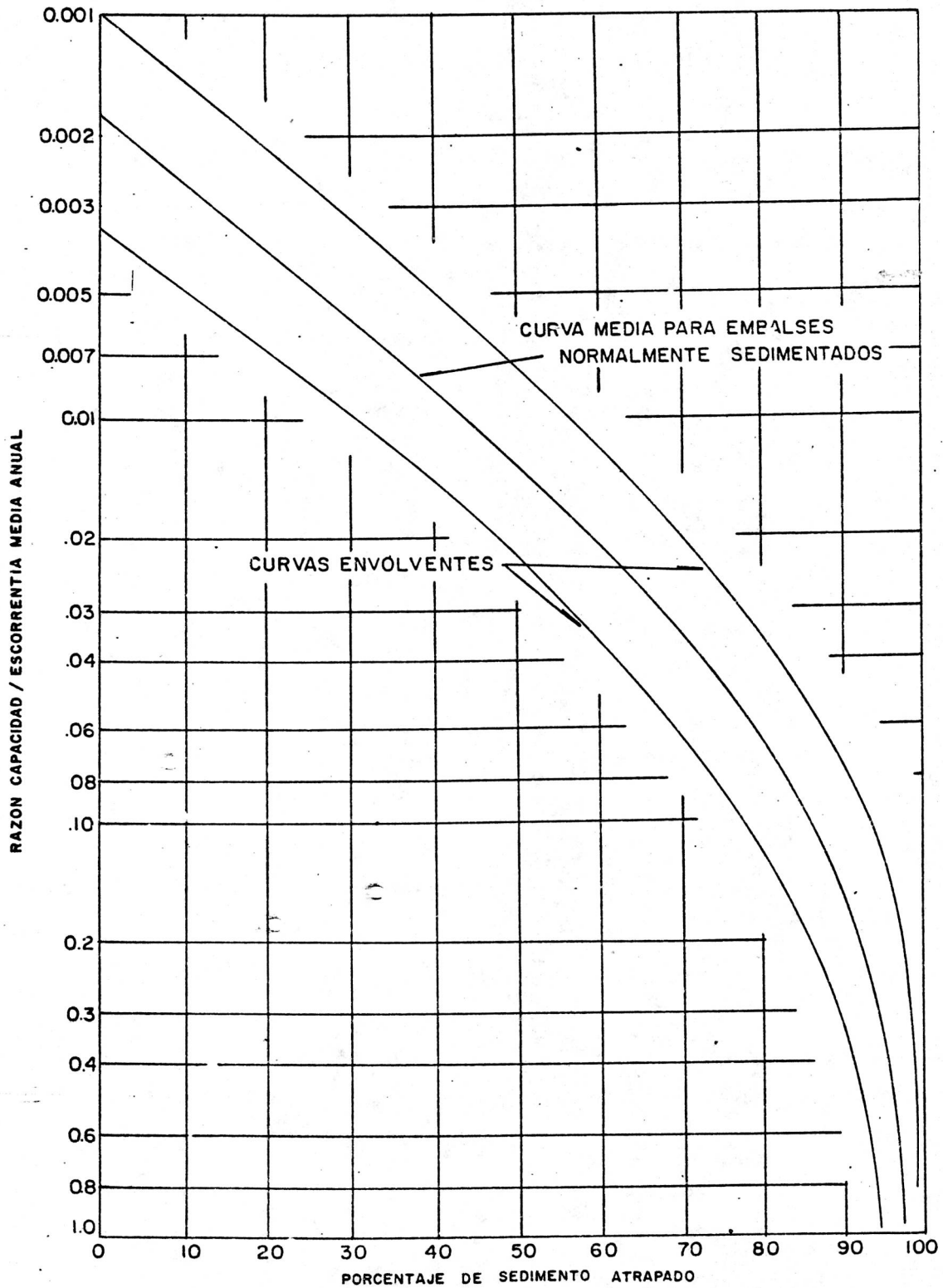
PERDIDAS DE CAPACIDAD Y EFICIENCIAS DE ATRAPE							
EMBALSE ATARIGUA - CUENCA DEL RIO TOCUYO							
(1)	(2)	(3)		(4)	(5)	(6)	(7)
Capacidad $10^6 \text{ m}^3$	Capacidad Esc. med. anual	% Efic. atrape		Sedimento anual atrapado $\times 10^6$		$\times 10^6 \text{ m}^3$ Incrementos de volumen considerados	Años desde el comienzo
		Al Volumen dado	Incremento promedio	Ton	$\text{m}^3$		
400	2,40	97	97	2,73	3,10	50	16,1
350	1,78			2,73	3,10		
300	1,19			2,73	3,10		
250	0,59			2,73	3,10		

Estos cálculos indican que en 50 años aproximadamente, se reducirá la capacidad del embalse en un 36 por ciento; además se nota que la eficiencia de atrape será superior a 97% debido a la alta relación entre la capacidad del embalse y el escurrimiento medio anual, y por el hecho de que durante su operación se produzcan variaciones relativamente pequeñas en las alturas del reservorio, con lo cual se favorezcan mejores condiciones de sedimentación en las partículas del sedimento.

DPH/mv  
01-10-71

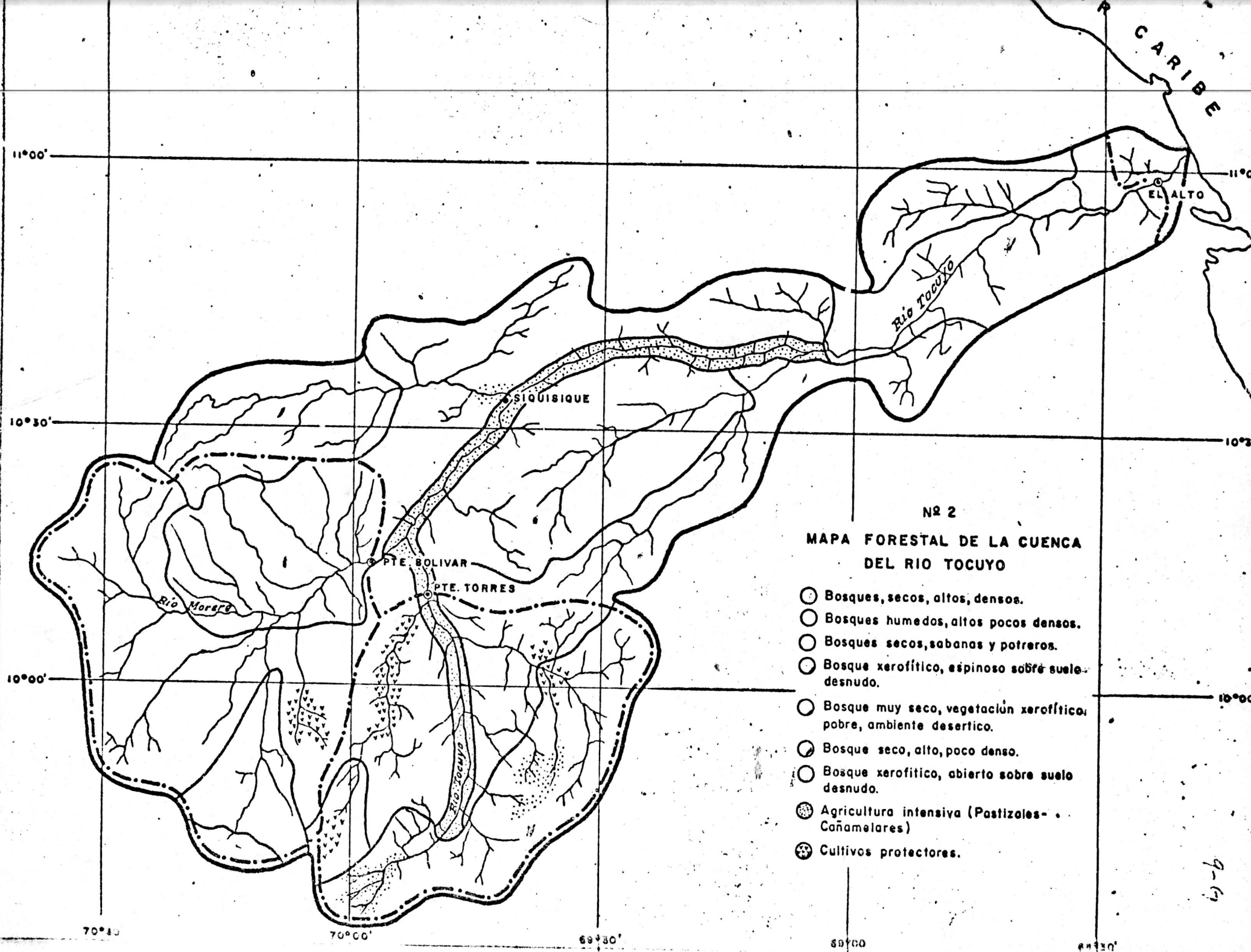
GRAFICO N° 7

EFICIENCIAS DE ATRAPE EN EMBALSES SEGUN G.M. BRUNE



## REFERENCIAS

- "Estudio Hidrológico del Río Tocuyo en Pte. Torres"; Ing° Pedro Porras, División de Hidrología 1966.
- "Avance del Estudio Hidrológico del Río Tocuyo en Las Pulgas"; Ing° Pedro Porras, División de Hidrología 1968.
- "Estudio Hidrológico Preliminar del Río Tocuyo en Arenales"; División de Hidrología 1969.
- "Informe Hidrológico de la Cuenca de Quibor"; División de Hidrología.
- "Capacidad de Transporte del Río Tocuyo en El Alto"; División de Hidrología, Ing° David Pérez H., Alfredo Flores E., Luis Eraso 1967.
- "Estudio de Reconocimiento para el Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos de la Hoya del Río Curarigua, Edo. Lara"; Oficina de Planeamiento, Ing° O. González Pozo, 1966.
- "Presa Arenales en el Sitio Atarigua Estudio Preliminar, Río Tocuyo, Edo. Lara"; Oficina de Planeamiento 1969.
- "Estudio para el Aprovechamiento Integral de los Recursos Hidráulicos de la Cuenca del Valle de Quibor"; J. L. Arconada, Ofic. Planeamiento. En progreso.
- "Estudio Hidrológico del Río Tocuyo en Atarigua, A. Flores Espina y Ramón J. Guilarte - 1971.



Nº 2  
**MAPA FORESTAL DE LA CUENCA DEL RIO TOCUYO**

- Bosques, secos, altos, densos.
- Bosques húmedos, altos pocos densos.
- Bosques secos, sabanas y potreros.
- Bosque xerofítico, espinoso sobre suelo desnudo.
- Bosque muy seco, vegetación xerofítica, pobre, ambiente desértico.
- Bosque seco, alto, poco denso.
- Bosque xerofítico, abierto sobre suelo desnudo.
- Agricultura intensiva (Pastizales - Cañamales)
- Cultivos protectores.

9-19