

M.A.R.N.R.
Dirección de Hidrología
División de Hidrometeorología
Dpto. de Investigaciones Hidroclimáticas

LOS EMBALSES EN LAS CUENCAS ANDINAS Y SU
IMPACTO AMBIENTAL EN LOS
LLANOS OCCIDENTALES

David Pérez Hernández

Guanare, 4 de Agosto de 1978

I N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. LOCALIZACION DE LOS EMBALSES	3
3. PROPOSITOS DE LOS EMBALSES	4
4. ASPECTOS HIDROCLIMATICOS EN LA REGION	7
4-a) Meteorología	7
4-b) Relaciones Escorrentía-Transporte Sólido	9
4-c) Relaciones de Acarreos-Variables Físicas de las Cuencas	13
5. HIDROQUIMICA	15
5-a) Aguas Superficiales	15
5-b) Aguas Subterráneas	17
6. USO CONJUNTO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES-SUBTERRANEAS	18
7. CONCLUSIONES	19

M A P A S

Pág.

HIDROGRAFIA Y LOCALIZACION DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS SOBRE EL PIE DE MONTE ANDINO. LLANOS OCCIDENTALES	2
MAPA DE LOCALIZACION DE LOS EMBALSES EN PROYECTO Y EN EJECUCION EN LAS VERTIENTES ANDINAS	4

G R A F I C O S

DATOS CLIMATICOS, ESTACION GUANARE Y BARINAS - AÑO 1973	6
DATOS CLIMATICOS, ESTACION ACARIGUA - AÑO 1973	8
HISTOGRAMAS DE BARRAS. ESCURRIMIENTO Y TRANSPORTE SOLIDO RIOS DEL FRENTE DE MONTAÑA. LLANOS OCCIDENTALES	10
HISTOGRAMAS DE BARRAS. ESCURRIMIENTO Y TRANSPORTE SOLIDO RIOS DEL FRENTE DE MONTAÑAS. LLANOS OCCIDENTALES	11
CURVAS DE DOBLE MASA. RELACION, TRANSPORTE SOLIDO-ESCURRI- MIENTO - PERIODOS (1952-1973)	12
CORRELACIONES ACARREOS - AREAS DE CUENCAS	14
CORRELACIONES ACARREOS - ESCURRIMIENTOS	16
DIAGRAMA TRILINEAR DE PIPER. CLASIFICACION DE LAS AGUAS SUPERFICIALES-SUBTERRANEAS DE DIFERENTES AREAS	17

C U A D R O S

BALANCE IONICO DE MUESTRAS DE AGUAS SUPERFICIALES Nº 1	
BALANCE IONICO DE MUESTRAS DE AGUAS SUBTERRANEAS Nº 2	

1. INTRODUCCION

Numerosos embalses en proyecto actualmente, así como otros ejecutados por el Gobierno Nacional con anterioridad en el Flanco Meridional de la Cordillera de los Andes, están destinados a causar transformaciones no solo en lo relativo al desarrollo económico-social de esta zona y áreas adyacentes - los llanos occidentales -, sino sobre el medio físico-ambiental.

Actualmente esta región por razones climáticas, la alta disponibilidad de recursos naturales renovables, facilidad relativa respecto a otras áreas para su manejo etc, le ha hecho convertirse en el centro - el más prominente y de enormes perspectivas futuras-, de mayor importancia agropecuaria de todo el país.

Mucho de ese progreso va a ser apuntalado y consolidado, por la presencia de esas importantes obras hidráulicas representadas por los embalses en las cuencas Andinas.

La consideración de los aspectos directamente ligados a su presencia e interrelación con diversas obras hidráulicas y el análisis de las consecuencias derivadas de su uso y operación, es importante como un medio de facilitar su aprovechamiento más racional y, también como medida necesaria para lograr diagnosticar aspectos conflictivos relacionados con su conservación, así como el de otros recursos y obras de infraestructura.

El éxito de muchos proyectos especialmente de naturaleza hidráulico-fluvial, radica en comprender esta realidad, la cual es sobre impuesta como consecuencia del mismo desarrollo y la actividad humana.

En este breve reporte se describen sucintamente los aspectos más importantes relacionados con dicha problemática, tratándose de centrar la atención sobre el impacto ambiental de los embalses, sus usos, vinculación con otras obras hidráulicas, conservación de los recursos naturales renovables y medidas correctivas para evitar en un futuro, efectos detrimentales sobre el medio. Se ha considerado de interés, resaltar algunos factores hi-

droclimáticos de las diferentes cuencas donde disponemos de datación hidrológica y some ramente se tocan detalles, sobre las características del aporte de sedimentos, hidroquímica, comportamiento y cuantificación de los rendimientos sólido-líquidos medidos en los diferentes cuerpos de agua. Esto es útil y conveniente como una forma de compenetrar nos con esta región y que nos ayude a comprender la cuantía de uno de sus más prominen tes recursos: El agua.

El autor del informe es David Pérez Hernández.

2. LOCALIZACION DE LOS EMBALSES

El Mapa N°2 muestra la distribución de las diferentes presas ejecutadas, con es tudios de anteproyecto y los sitios estudiados por la División de Planeamiento de Cuencas a nivel preliminar, señalándose el rendimiento medio de la cuenca, su área drenada y la capacidad útil prevista para el embalse.

Existen 13 sitios de presas seleccionados con proyectos definitivos y 15 con fac tibilidad de ser acometidos en el futuro.

La mayoría de los embalses se localizan en las zonas de irregular relieve y en vertientes de valles de origen tectónico con relleno sedimentario grueso. La ubicación de los embalses desde el punto de vista topográfico, facilita los medios para sus aprovecha - mientos con fines de riego, al lograrse económicos transportes de flujos por gravedad hacia las partes bajas y además, para el control de las crecientes en la zona transicional, gene radas en las áreas de alto relieve y las cuales se caracterizan por elevados caudales pi cos, los cuales aún con relativamente bajos Tr^* , no son capaces de ser regulados y transi tados por los lechos sedimentados en las áreas piemontinas.

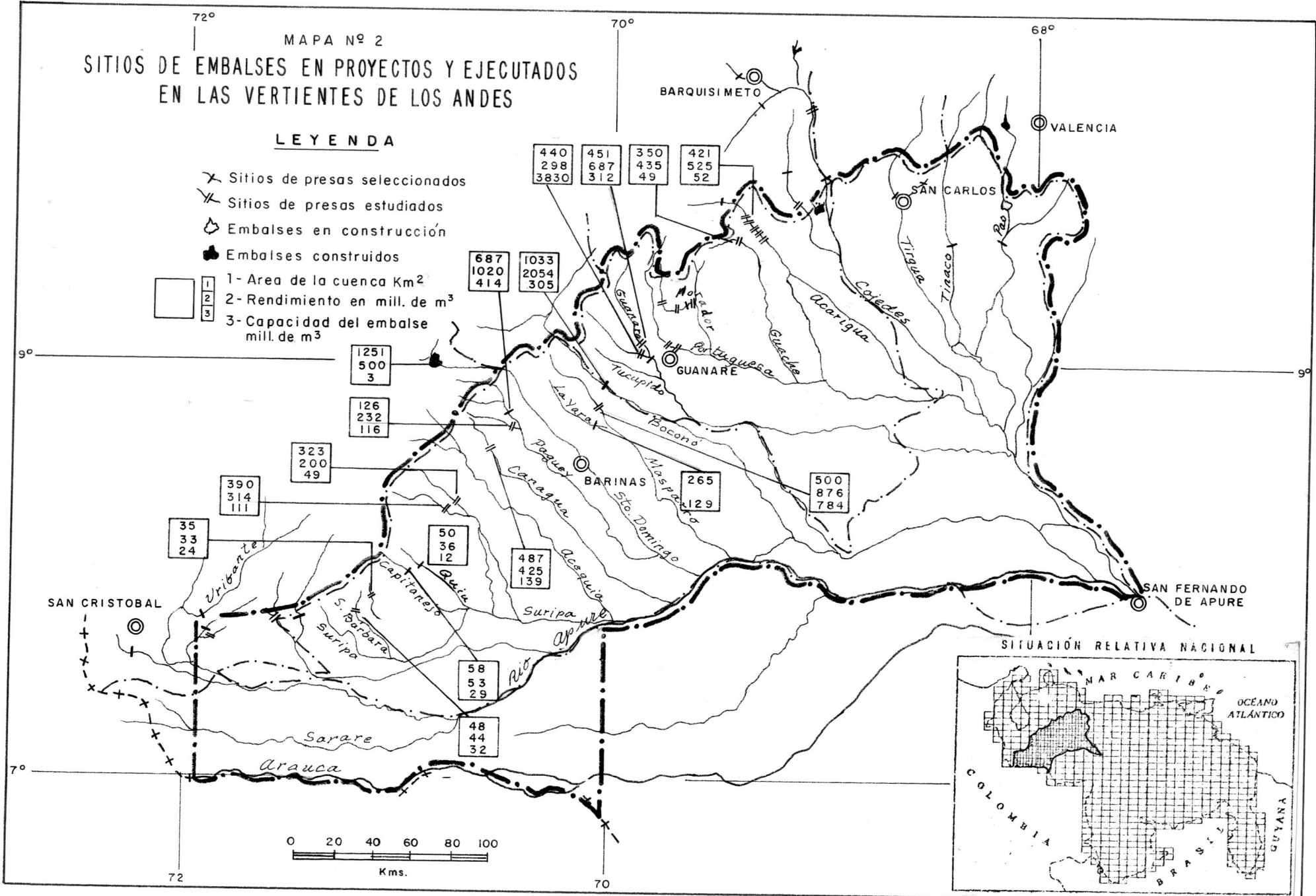
* Tr - Período de Retorno

MAPA Nº 2
SITIOS DE EMBALSES EN PROYECTOS Y EJECUTADOS
EN LAS VERTIENTES DE LOS ANDES

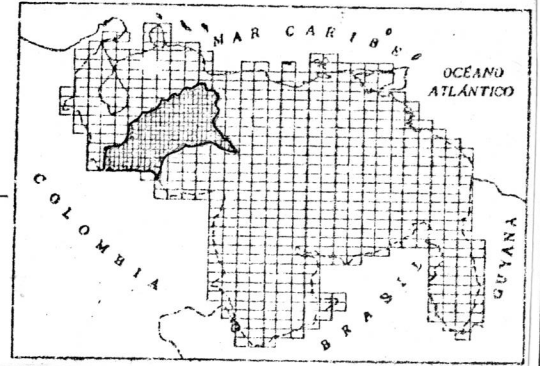
LEYENDA

- Sitios de presas seleccionados
- Sitios de presas estudiados
- Embalses en construcción
- Embalses construidos

- | | |
|---|--|
| 1 | 1- Area de la cuenca Km ² |
| 2 | 2- Rendimiento en mill. de m ³ |
| 3 | 3- Capacidad del embalse mill. de m ³ |



SITUACION RELATIVA NACIONAL



3. PROPOSITOS DE LOS EMBALSES

Los objetivos fundamentales a lograr con estos embalses son: control de crecientes, suministro de agua a poblaciones, control de erosión y transporte de sedimentos, suministro para riego, como elementos de recreación y mejoramiento del ambiente, además como medios artificiales de recarga a través de la infiltración en los vasos de almacenamiento.

Evitar los daños causados por las inundaciones de los ríos en las zonas de transición y sobre las áreas de regadío, así como la factibilidad de mejorar y recuperar tierras llanas bajas, sólo sería factible a través de la acción amortiguadora de los embalses. Otro aspecto importante es que una vez éstos construídos, los costos de mantenimiento ó de ejecución de otras obras localizadas aguas abajo, se reducen considerablemente y se facilitan de acometer en sus detalles técnicos; por ejemplo, las relativas al drenaje, rectificación de cauces, obras de captación etc. No es factible que en áreas planas afectadas por inundaciones causadas por la lluvia directa, en sectores de deficiente drenaje o con suelos saturados debido a la elevada posición del nivel freático, los embalses permitan un control de tales eventos; lo que debe destacarse es la factibilidad de lograr un control más efectivo a través de obras menores correctivas de mejoramiento. Con la regulación de los flujos controlados (reducción!) en el período lluvioso, es obvio que tanto la eficiencia de drenaje superficial como el subterráneo hacia los cauces principales, se mejore y haga más eficiente, así ambos efectos contribuyen a reducir los daños causados por la persistencia de los niveles de la escorrentía superficial y sub-superficial.

Cuando se analiza el efecto conjunto que estos embalses pueden ejercer sobre el régimen fluvial, es entonces comprensible que aun sobre los grandes sistemas de ríos como el Uribante-Caparo, Apure, Portuguesa, pueden esperarse reducciones de los gastos máxi

mos de crecientes y controles en el proceso general de escorrentía superficial, con lo cuál su acción sobre poblaciones marginales puede ser mucho menos crítica que en el presente.

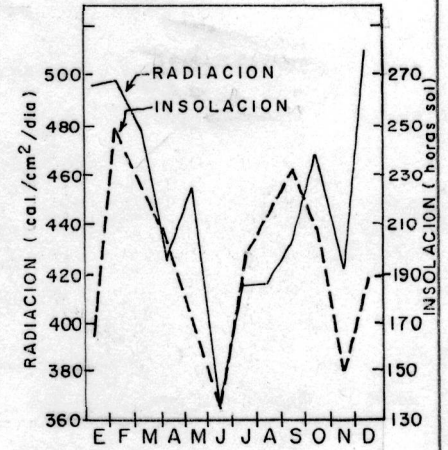
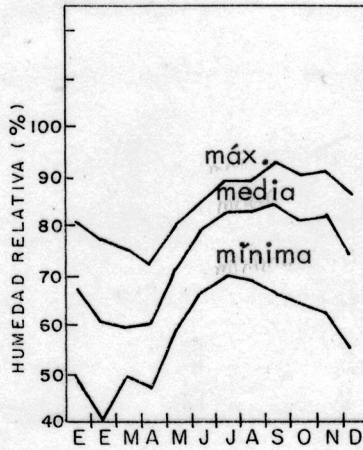
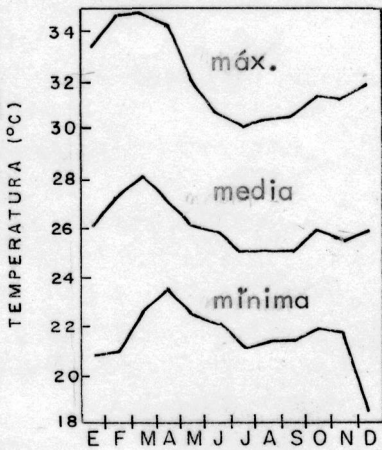
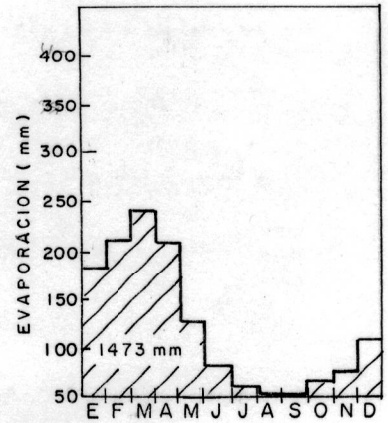
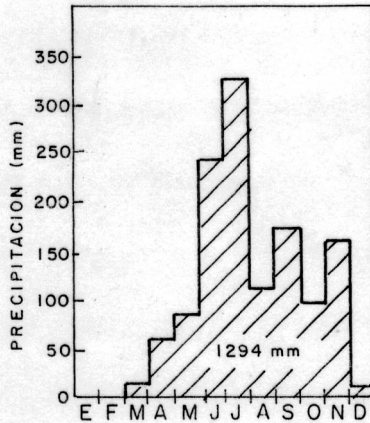
Una influencia fundamental sobre el régimen de transporte sólido es ejercida por un embalse dentro de cualquier sistema fluvial y ello se traduce en perturbaciones en las condiciones de los canales y los suelos superficiales, que directa ó indirectamente inciden sobre sus comportamientos y respuestas, ante la acción de la escorrentía. Los embalses lo calizados en áreas transicionales de montañas hacia regiones llanas, son almacenadores potenciales de materiales sólidos aportados desde las hoyas superiores, ya sea a través de procesos erosionales naturales ó a través de la actividad antrópica. En esta región la alta pluviosidad, el carácter geológico de las formaciones superficiales proclives a producir al tas ratas de suministro sólido, elevadas pendientes y la forma como se concentra el escurrimiento, determinan elevados transportes sólidos por algunos ríos. En ausencia de los embalses, altos porcentajes de este material especialmente los más gruesos, se acumulan en las zonas de transición topográfica, lo que aparte de agrandar los canales, es causa im portante de la generación de inundaciones, al disminuirse sus capacidades hidráulicas y de transporte.

Mientras que los embalses actúan como cuerpos receptores y de acumulación de sólidos, la disponibilidad del agua se logra mejorando su calidad con lo cual tanto el su ministro para riego como el relativo al poblacional, conlleva a hacer más apropiada su ap titud para tales usos, mientras tanto parte de sus capacidades de almacenaje se reducen con el progreso del tiempo, por efecto de la sedimentación.

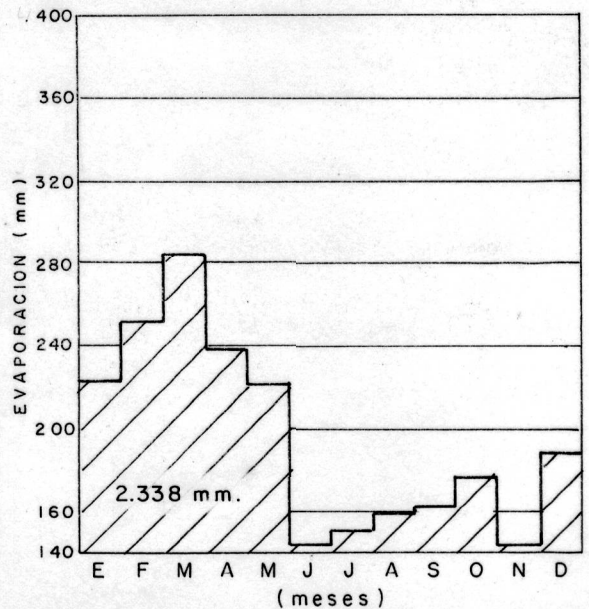
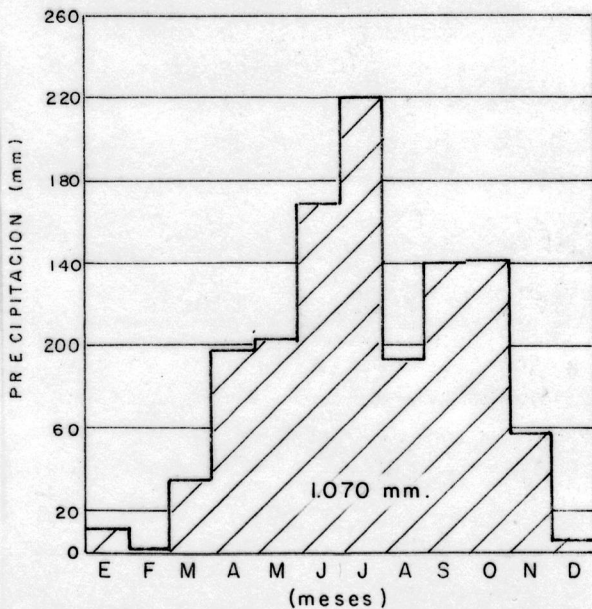
Es significativo que estando muchos de estos embalses próximos a los grandes cen tros humanos, con fácil acceso a través de las vías de comunicación existentes, su uso y aprovechamiento con fines de recreación y estéticos cobren importancia con lo cual pue-

GRAFICO Nº 1

DATOS CLIMATICOS
ESTACION GUANARE - 1973
(163 m.s.n.m.)



PRECIPITACION Y EVAPORACION EN BARINAS - 1973 (200 m.s.n.m.)



de esperarse en el futuro, un fomento del turismo dentro de la región.

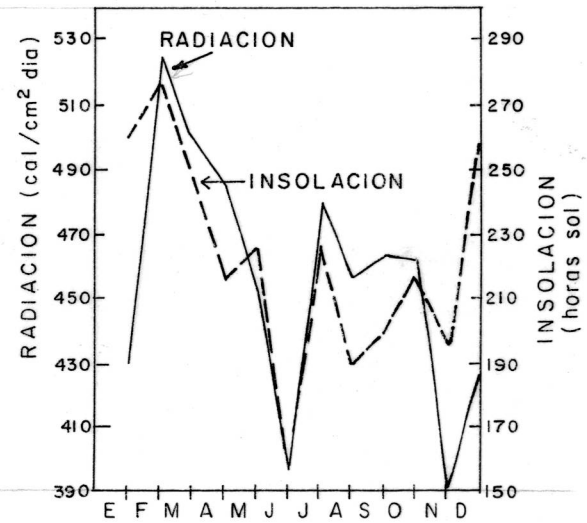
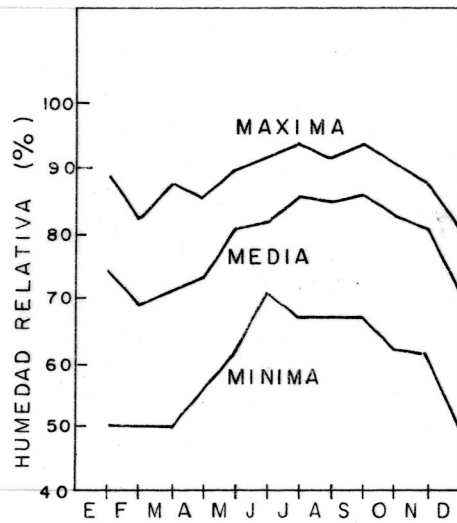
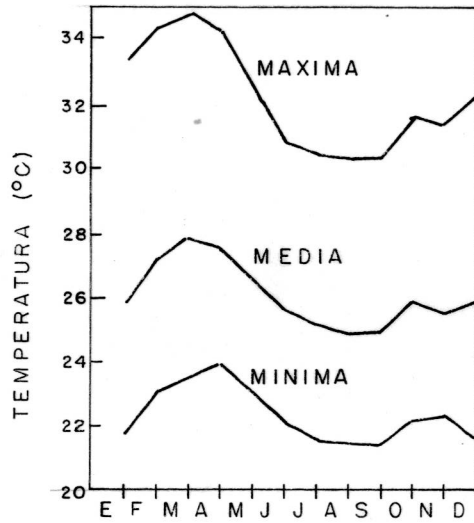
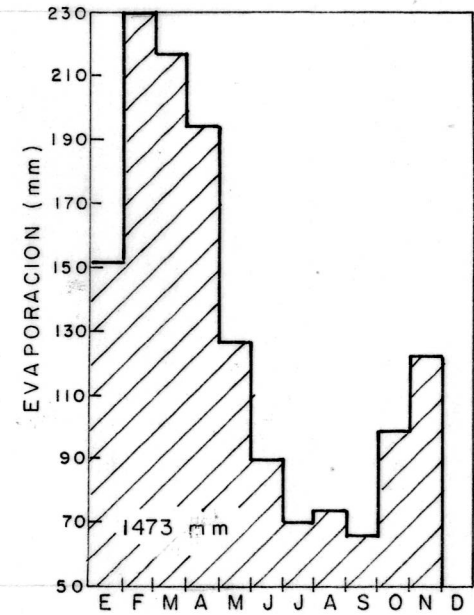
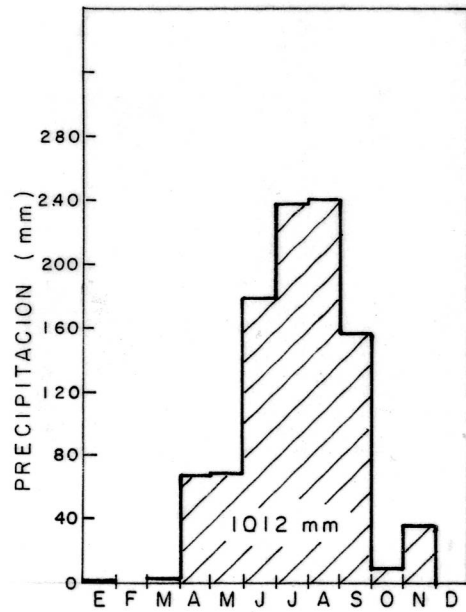
Finalmente, debe destacarse el efecto que producirán estos embalses sobre la alimentación de los acuíferos del pié de monte, a través del proceso de infiltración, la cuál será activada, debido al incremento de los gradientes hidráulicos y favorecido por el carácter grueso y gran espesor de materiales infrayacentes, lo que hace pensar en un aprovechamiento conjunto de las aguas como fué establecido anteriormente. A menos que se trate de áreas locales y muy cercanas a los sitios de presa, la superficie freática puede mostrar elevaciones superiores a las actuales, siendo improbable que ello afecte a mayores extensiones del área piémontina, ello sin embargo hace ver la importancia, de llevar controles periódicos de los niveles de las aguas subterráneas en los diferentes pozos de las áreas bajo riego.

4. ASPECTOS HIDROCLIMATICOS DE LA REGION

4-a) Meteorología

Estando la región comprendida dentro de la zona de convergencia inter - tropical, el período lluvioso está bién definido por el lapso Junio-Noviembre, y el seco de Diciembre-Mayo, pero ello como otros aspectos del clima local, están altamente influenciados por la topografía y el relieve, orientación de las montañas respecto a las corrientes húmedas etc. La precipitación comienza a ascender en magnitud, desde el pié de monte hacia las regiones elevadas de los Andes, oscilando en el rango de 1.000-3.000 mm, lo cual está determinado por el marcado efecto orográfico como factor regulador de la lluvia. En contraposición las intensidades decrecen conforme se aumenta en altitud. Los meses más lluviosos corresponden a los de Junio-Agosto.

GRAFICO Nº 2
 DATOS CLIMATOLOGICOS
 ESTACION ACARIGUA - 1973
 (225 m.s.n.m.)



Zonas muy localizadas a niveles de páramos (Cendé) registran una precipitación media de 650 mm. (Período 1952-1971).

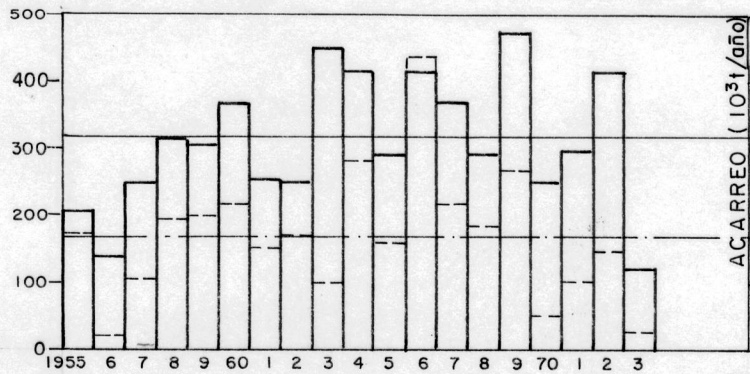
Diagramas comparativos de algunos otros factores climatológicos en estaciones del pie de monte, se ilustran en los Gráficos N° 1 y 2, seleccionándose un año que se caracterizó por ser relativamente poco lluvioso. La media térmica muy uniforme como se observa de los registros en las distintas estaciones, fué de 26° C, con variaciones extremas máximas y mínimas de 10° y 9° C respectivamente, mientras que la humedad relativa media fué de 75% observándose valores máximos hasta de 95%. La radiación e insolación guardan aceptable correlación, destacándose notables descensos durante los meses de Junio y Noviembre.

4-b) Relaciones Escorrentía-Transporte Sólido

Con el propósito de mostrar las variaciones anuales de escurrimiento y transporte sólido en algunas de las cuencas con mediciones hidrológicas dentro de la región, se muestran los diagramas de barras superpuestas para cada una de estas variables, señalándose los valores promedios de los últimos años, además de las desviaciones típicas (σ).

El Gráfico N° 4 identifica las relaciones para ríos de la parte Norte, destacándose la variación en los aportes y suministros dentro de cuencas con similares áreas de drenaje, lo que refleja obviamente variaciones notables en la distribución de la precipitación y otras propias del carácter físico de las cuencas. En la de Morador, por ejemplo respecto a la del Tinaco, situadas en el extremo Norte de la zona, las diferencias son resaltantes.

GRAFICO N° 3
HISTOGRAMAS DE BARRAS. ESCURRIMIENTO Y TRANSPORTE SOLIDO
RIOS DEL FRENTE DE MONTAÑAS EN LOS LLANOS OCCIDENTALES.

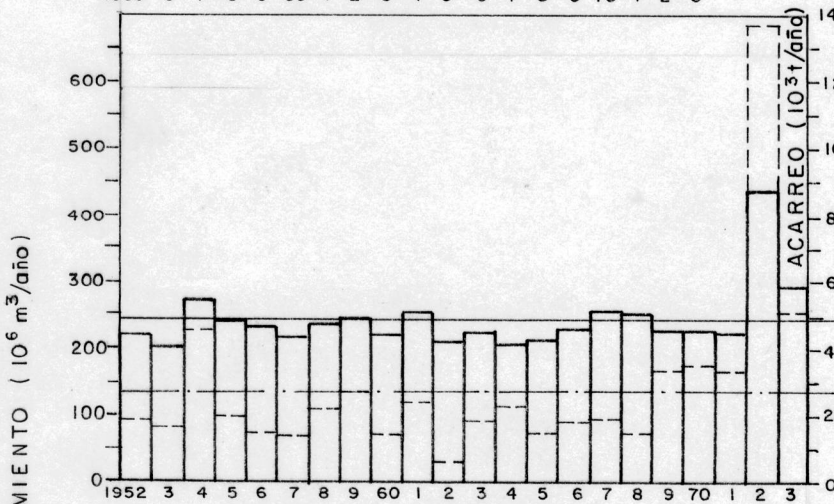


RIO TUCUPIDO
EN TUCUPIDO

Area cuenca 440 Km²

$\tilde{E} = 310 \times 10^6$; $\sigma = 99 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$

$\tilde{A} = 340 \times 10^3$; $\sigma = 195 \times 10^3 \text{ ton/año}$

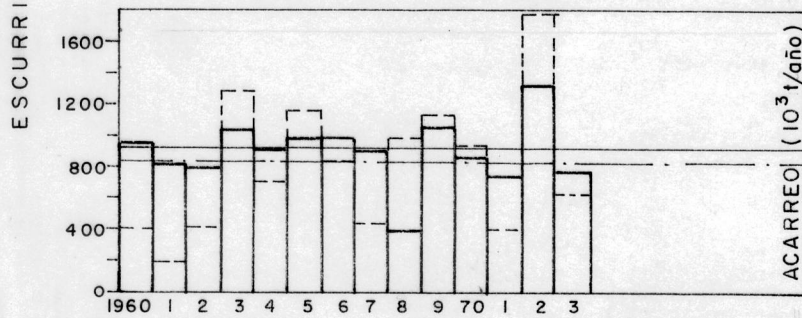


RIO BOCONO
EN PEÑA LARGA

Area cuenca 1586 Km²

$\tilde{E} = 2430 \times 10^6$; $\sigma = 490 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$

$\tilde{A} = 2800 \times 10^3$; $\sigma = 2675 \times 10^3 \text{ ton/año}$

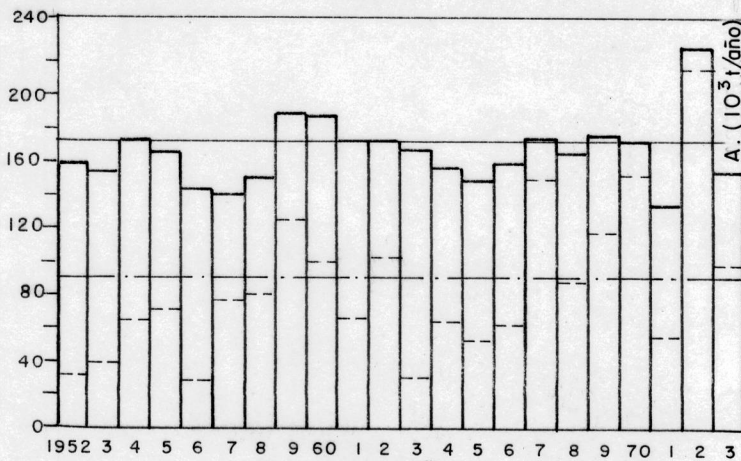


RIO MASPARRO
EN PTE. MASPARRO

Area cuenca 495 Km²

$\tilde{E} = 945 \times 10^6$; $\sigma = 152 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$

$\tilde{A} = 810 \times 10^3$; $\sigma = 439 \times 10^3 \text{ ton/año}$



RIO PAGUEY
EN EL PASO

Area cuenca 810 Km

$\tilde{E} = 1665 \times 10^6$; $\sigma = 203 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$

$\tilde{A} = 430 \times 10^3$; $\sigma = 230 \times 10^3 \text{ ton/año}$

— ESCURRIMIENTO - - - - - TRANSPORTE SOLIDO

GRAFICO N° 4

HISTOGRAMAS DE BARRAS. ESCURRIMIENTO Y TRANSPORTE SOLIDO.
RIOS DEL FRENTE DE MONTAÑAS EN LOS LLANOS OCCIDENTALES

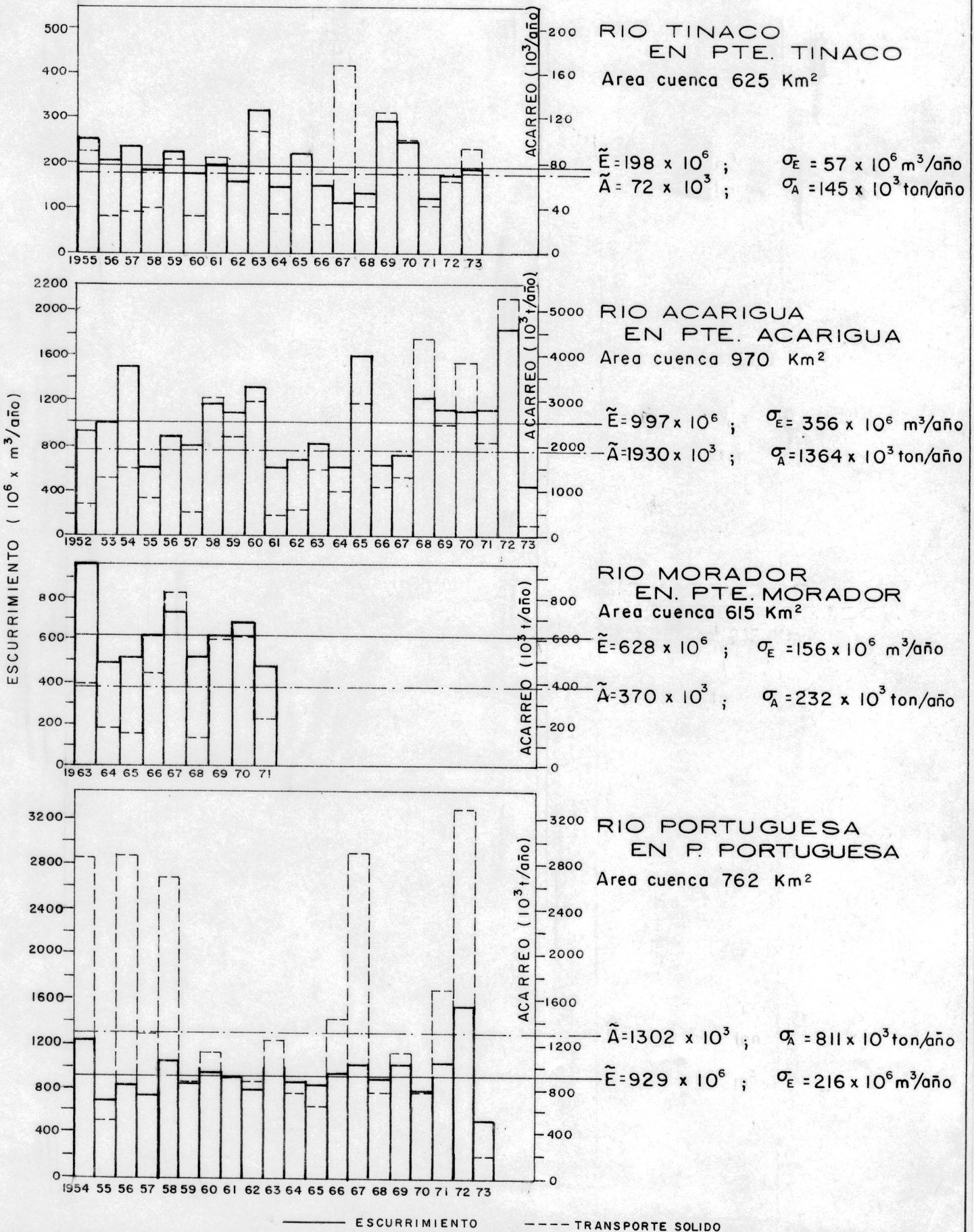
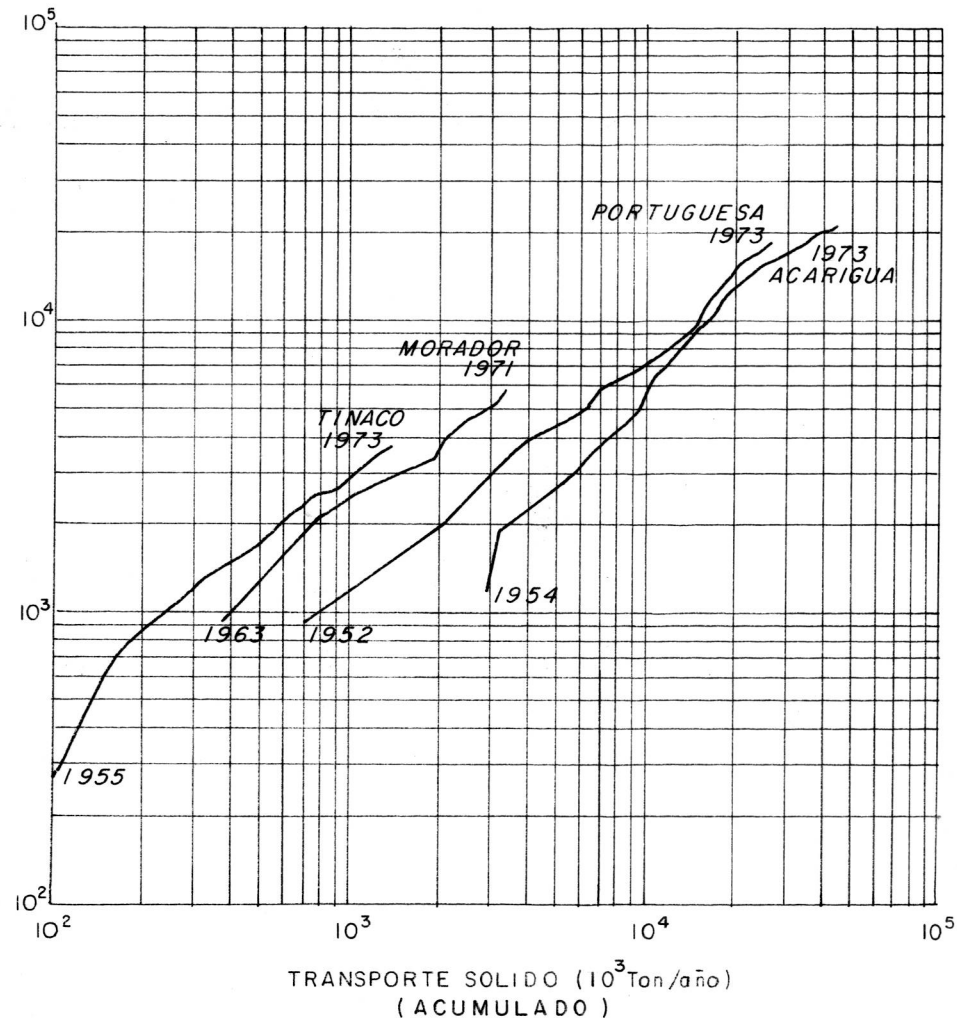
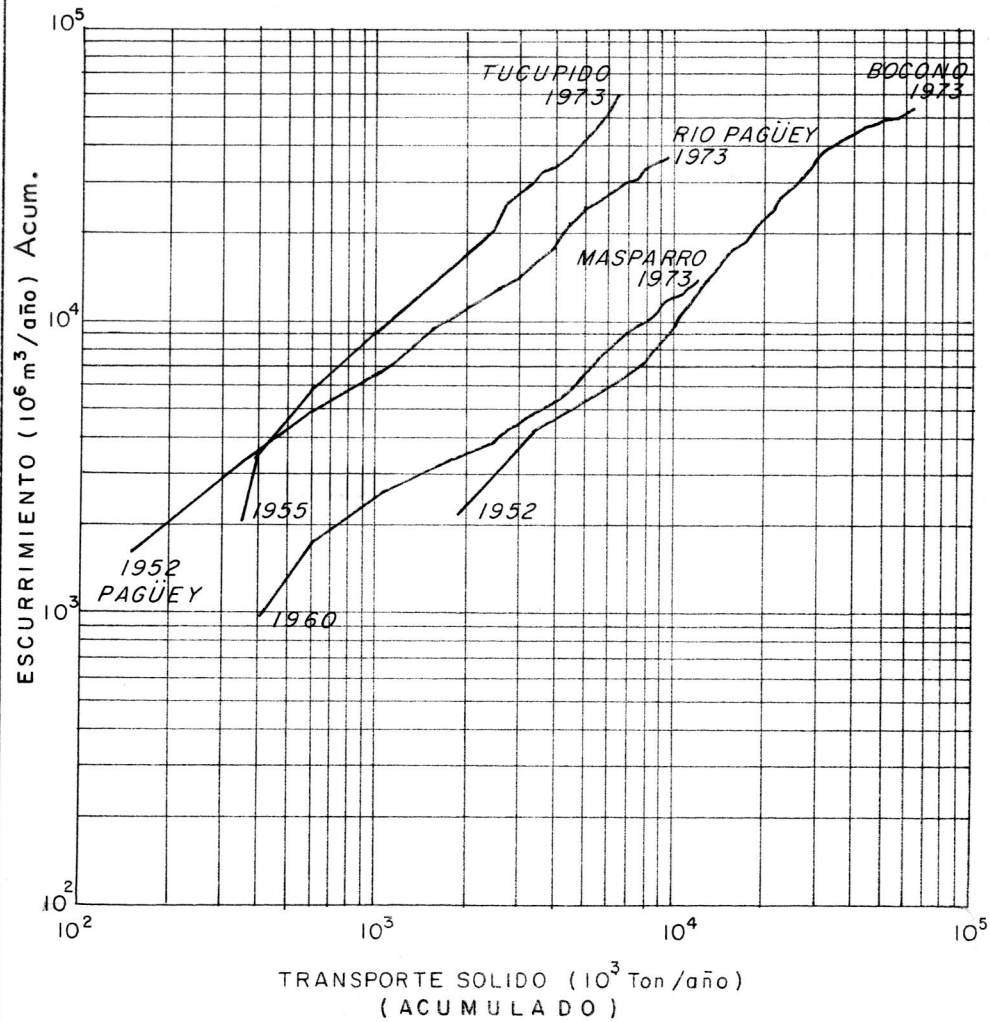


GRAFICO Nº 5

CURVAS DE DOBLE MASAS. RELACIONES TRANSPORTE SOLIDO-ESCURRIMIENTO
RIOS DE LOS LLANOS OCCIDENTALES



Estos gráficos permiten además, observar la variabilidad del transporte sólido de una cuenca respecto a otra, así como sus cambios durante los diferentes años del período, en términos de los cambios en el escurrimiento. El río Portuguesa muestra dentro de esta zona una notable variabilidad del transporte sólido respecto a las otras cuencas aún cuando su rendimiento líquido, es muy uniforme durante el período de análisis.

Hacia la región central se han seleccionado cuatro cuencas donde se observa una menor variabilidad de la esorrentía, destacándose el río Boconó como el de mayor productividad de sedimentos, en concordancia con lo prolífico de su rendimiento y la mayor área de drenaje de la cuenca. Como complemento a estos diagramas, se muestran las curvas acumulativas de masas (Gráfico N° 5), en las cuales puede verificarse la consistencia de las magnitudes de acarreo-esorrentía, período de estabilidad ó no en las condiciones de transporte dentro de las cuencas y rangos ó variabilidad de las concentraciones medias del sedimento, la presentación de gráficos comunes, es con fines de comparación.

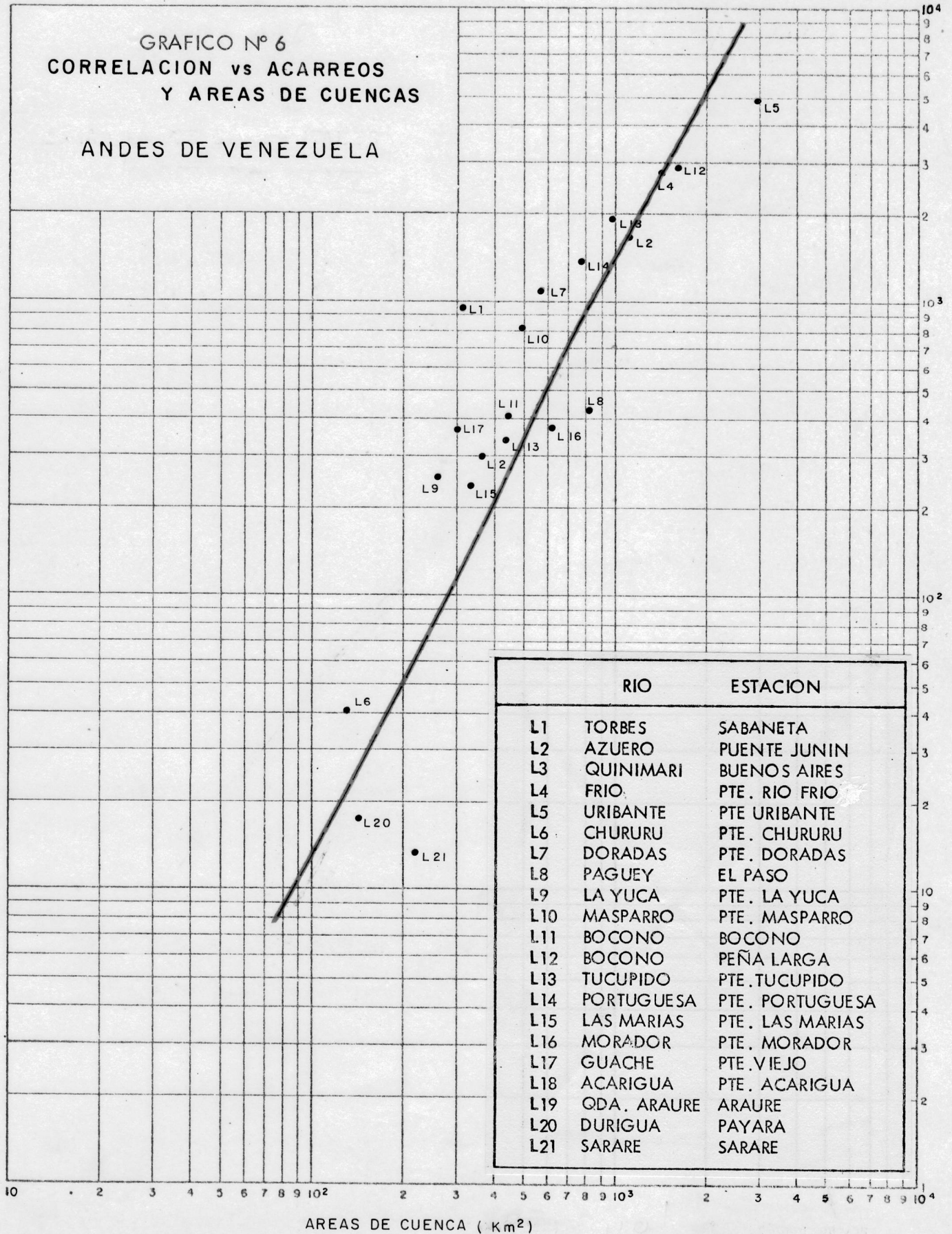
4-c) Relación de Acarreo-Variables Físicas de las Cuencas

Los Gráficos N°s 6 y 7, muestran correlaciones a escalas logarítmicas entre el transporte sólido, las áreas y escurrimientos de 21 cuencas de los Andes. Ellas pueden considerarse como de naturaleza no aleatoria y estocástica, por lo tanto modelos lineales de tipo I y II, pueden establecerse. Estas relaciones ilustran el aceptable grado de correlación entre estas variables y ello puede ser útil como alternativa, para definir procedimientos matemáticos que permitan zonificar ó regionalizar áreas con similares comportamientos en lo relativo a produc -

GRAFICO N° 6
CORRELACION vs ACARREOS
Y AREAS DE CUENCAS

ANDES DE VENEZUELA

ACARREOS (x 10³ ton)



ciones sólidas y suministro a los cauces fluviales. Ello es más necesario, si se considera que existe un numeroso conjunto de embalses y proyectos por ser ejecutados en subcuencas contributarias y, no se dispone de la información hidrológica de estos sitios. Las producciones de sedimentos estimadas por esta vía, son factibles de lograr en forma rápida y a bajos costos, y ello es indispensable para decidir la ejecución ó no de un embalse ó permite hacer la selección más apropiada de los sitios de aprovechamiento. Otras ventajas derivadas de estos métodos son la de ayudar a zonificar las tierras, conservación y clasificación con diversos propósitos, decisiones de tipo correctivo de procesos erosionales, regionalización de datos hidroclimáticos etc.

5. HIDROQUIMICA

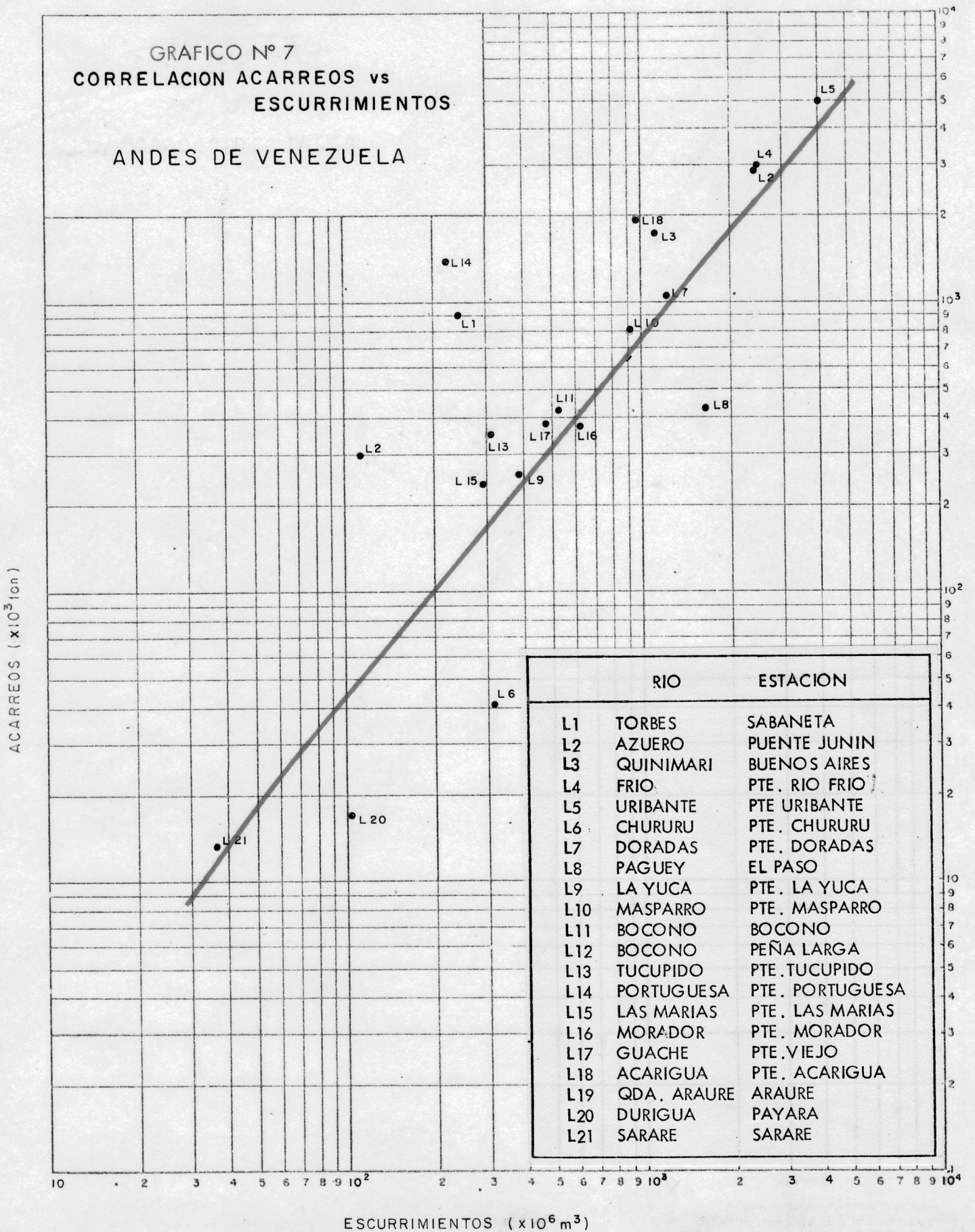
5-a) Aguas Superficiales

Disponemos de un aceptable número de análisis físico-químicos de las aguas de los principales ríos de la región. El Cuadro N° 1 es una síntesis de los ensayos procesados con el programa DIAPER* seleccionándose aquellos correspondientes a diferentes épocas tanto del lapso seco como lluvioso, a objeto de lograr definir los cambios naturales en la calidad de las aguas. Estas no poseen elementos restrictivos para usos con diversos propósitos, el Fe es el constituyente que aparece en concentraciones ocasionales relativamente altas, especialmente en los ríos Acarigua, Boconó y Masparro; no existen tal como se observa de la clasificación de las aguas con fines de riego, ningún peligro de intercambiabilidad con el suelo de macroelementos y, los niveles de TDS son normales a los encontrados en aguas fluviales, lo que hace prever escasos efectos de la disponibilidad de

* Permite la interpretación y balance iónico, además de clasificar las aguas con fines de riego.

GRAFICO N° 7
CORRELACION ACARREOS vs
ESCURRIMIENTOS

ANDES DE VENEZUELA



ESCURRIMIENTOS ($\times 10^6 \text{ m}^3$)

compuestos solubles, como factor de eutroficación acelerada en los embalses.

El control futuro de la calidad del agua, es uno de los más importantes aspectos de regulación que deben implantarse en los diferentes embalses, ríos y aguas resadas después de prácticas de riego, industrial y con fines domésticos en la zona.

5-b) Aguas Subterráneas

Extensa datación de las muestras de aguas subterráneas en pozos distribuidos a través de toda la región, han sido realizados tanto por Organismos Oficiales como Privados. Las aguas subterráneas ofrecen una amplia variación en la concentración de constituyentes. Los análisis reportan rangos normales de Ph entre 7-8,5, el hierro muestra límites de muchos casos restrictivos para el consumo (> 2 ppm). El sulfato $SO_4^{=}$ presenta amplios rangos de variación que pueden alcanzar hasta 500 ppm y el más abundante entre los cationes es el calcio.

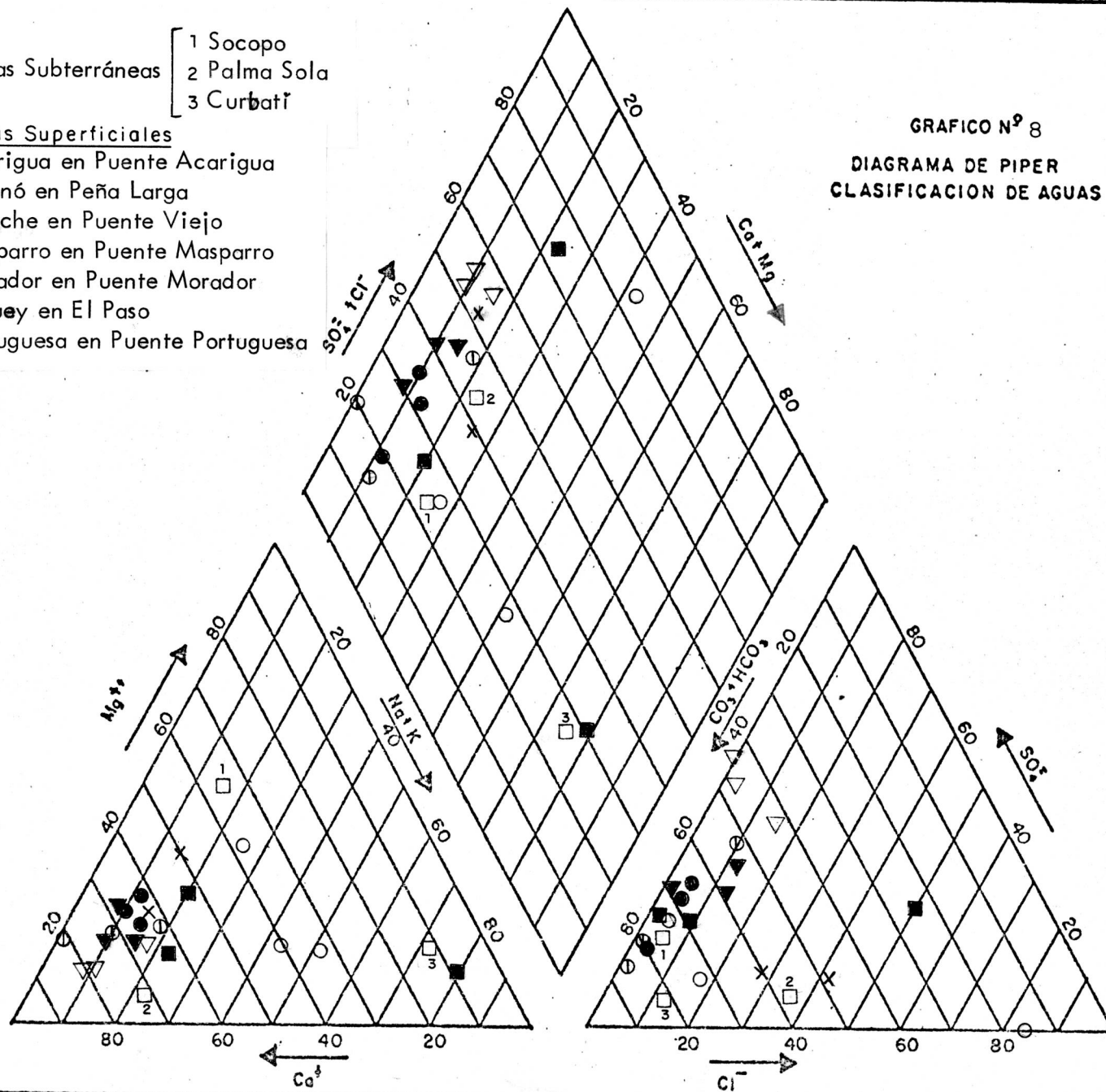
Dado que la profundidad y recarga al sub-suelo es importante en las zonas de pié de monte, donde se practica intensivo aprovechamiento de las aguas subterráneas empleándose simultáneamente pesticidas y fertilizantes, la necesidad perentoria de reglamentar estas prácticas, se hace indispensable por parte del Gobierno Nacional. En general las aguas subterráneas no presentan limitaciones para los fines de riego y un alto porcentaje puede agruparse en los tipos C1S1 - C2S1. Con fines ilustrativos se anexan algunos balances iónicos de muestras de la zona, que incluyen diagramas trilineales que ilustran distribuciones ba lanceadas, tanto de aguas superficiales como del subsuelo. (Gráfico N° 8)

- Aguas Subterráneas
 - 1 Socopo
 - 2 Palma Sola
 - 3 Curbatí

Aguas Superficiales

- ▽ Acarigua en Puente Acarigua
- Boconó en Peña Larga
- ▼ Guache en Puente Viejo
- ⊙ Masparro en Puente Masparro
- Morador en Puente Morador
- Paguey en El Paso
- x Portuguesa en Puente Portuguesa

GRAFICO N° 8
DIAGRAMA DE PIPER
CLASIFICACION DE AGUAS



6. USO CONJUNTO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES SUBTERRANEAS

Esta demostrado por la experiencia, que el mayor éxito en las prácticas del uso del agua con diversos propósitos, se logra cuando se han aprovechado armoniosamente tanto los recursos de aguas superficiales, como las almacenadas en el subsuelo. Ello permite programar rotaciones de cultivos, independizar la producción de los intangibles meteorológicos, hacer un más efectivo control de plagas y aprovechar los recursos aguas-suelos, con un criterio más conservacionista y racional.

Se estima que el volumen de agua almacenado en una franja de 50 Kms. paralela a la cordillera, con una extensión de 400 Kms, en los 200 m. saturados más superficiales de los medios porosos suponiéndose una porosidad- n - de 20%, sea del orden de $1,2 \times 10^{12} \text{ m}^3$.* Tal almacenamiento de agua se ha producido, gracias al carácter granulométrico grueso de enormes espesores de materiales acumulados en el pié de monte, originados como resultado de los procesos de deglaciación cuaternaria, que afectaron a las altas montañas de los Andes durante el pleistoceno, cobrando las mismas expresiones superficiales de terrazas fluviales, conos aluviales, depósitos disectados en los lechos fluviales en la mayoría de los ríos de la zona y, otras estructuras deposicionales; ellos han experimentado como resultado del neotectonismo de los Andes, emergencias graduales haciéndose muy expresivas, como formas actuales del relieve en todo el borde de montaña. Estando localizados tales sedimentos, en una región de transición topográfica, con altas recargas a través de la infiltración desde las cuencas altas, el flujo y los almacenamientos subterráneo se favorece considerablemente.

Sería factible en la región desarrollar el riego con las disponibilidades exclusivas del agua subterránea, pero la seguridad tanto de las áreas bajo riego, de los centros

* Representa el escurrimiento medio anual del Río Orinoco.

demográficos y la necesidad de garantizar la seguridad de las obras de infraestructura, especialmente contra inundaciones tan recurrentes y periódicas en la zona, hacen indispensable y útil la ejecución de las obras de embalses. Se vió anteriormente que estos últimos van a ejercer un gran papel como factores reguladores del almacenaje subterráneo, y lo apropiado es lograr un uso conjunto, basado en el detallado conocimiento del comportamiento geológico, hidráulico y fluvial en ambos sistemas.

7. CONCLUSIONES

El uso y aprovechamiento de los embalses en una región como la de los llanos occidentales, está asociada al mantenimiento y preservación de los recursos naturales, tanto de las cuencas superiores - las que determinan el suministro de escorrentía y sedimentos hacia ellos-, como de los sectores más bajos, donde se dejará sentir su mayor influencia, en especial sobre diversas obras de infraestructura de naturaleza hidráulica.

Esto plantea la necesidad de adoptar medidas de control reguladoras del uso de esos recursos. En las cuencas superiores, se ha visto como acertada la reglamentación de zonas no sujetas a ciertos tipos de manejo que inciden sobre la erodabilidad y el suministro de sedimentos (ej: Parque de Yacambú, reserva de Ticoporo, cuencas superiores etc.); la selectividad apropiada de cultivos y el fomento de aquellos como el café, que han sido desarrollados intensivamente en las cuencas altas de los Andes, cumpliéndose la doble función de productividad y reducción de la erosión, puede desarrollarse y fomentarse con resultados halagadores. Del mismo modo, es necesario hacer un diagnóstico y clasificación del uso de las tierras en las zonas transicionales y bajas, para que las propensas a experimentar daños por inundaciones, puedan destinarse a usos distintos que el de riego y ocupación urbana. Algunas ciudades del frente de montañas como Barinas por ejemplo, han procedido recientemente a hacer un ordenamiento tentativo, del uso de sus áreas margina

les y ésta es una tarea que debe ser imitada, por otros centros de explosivo desarrollo.

La presencia de embalses produce transformaciones sustanciales dentro del medio físico de aquí que muchos aspectos, entre ellos los de carácter hidrológico, erosionales, hidroquímica, edáficos etc, deben cuantificarse a través de programas sistemáticos de medición e inventario, esto ayuda a detectar cambios conflictivos que afectan las características de los recursos naturales y así pueden tomarse con antelación, las medidas correctivas apropiadas, ello lleva además a disponerse de la necesaria información requerida para la ejecución de otras obras como las viales, de drenaje, de disposición de contaminantes, tomas para riego, acueductos, de desarrollo urbano, etc. así como a la toma de decisiones para evitar el desarrollo de algunos proyectos, que no han tomado en cuenta los cambios intróducidos por la presencia de los embalses, como es el caso de las modificaciones artificiales en el drenaje, por ejemplo.

El criterio más racional de uso del agua en conexión al aprovechamiento y conservación de otros recursos en la franja piemontina de los llanos occidentales es el orientado, hacia el uso conjunto de las aguas superficiales reguladas a través de los embalses y las aguas subterráneas almacenadas en el subsuelo.