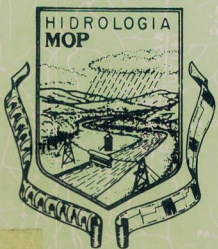


REPUBLICA DE VENEZUELA  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRAULICOS  
DIRECCION DE INFORMACION BASICA



DIVISION DE HIDROLOGIA

MOP  
44  
ej.2

MOP  
94  
ej. 2

SISTEMAS DE PRONOSTICOS HIDROLOGICOS  
ADOPTADOS EN VENEZUELA

## SISTEMAS DE PRONOSTICOS HIDROLOGICOS ADOPTADOS EN VENEZUELA

La expansión económica y la mayor utilización de los recursos hidráulicos en el país, ha hecho necesario la instalación de sistemas de pronóstico de crecientes y de niveles bajos, en aquellos casos en los cuales resultan factibles y apropiados ante la consideración técnica y económica de rigor.

### PARA TALES PROPOSITOS

Se utiliza la red nacional de observaciones en ríos y cuencas reforzada en caso necesario.

Una red de radio-estaciones que comunica la oficina central con oficinas principales y auxiliares, y estaciones móviles de radio en puntos estratégicos que transmiten las mediciones a las oficinas regionales.

Se tiene una oficina central donde se recibe la información de campo y donde se hace el análisis.

Transmisión ó emisión del pronóstico desde la central a oficinas regionales y a la Dirección de Recursos Hidráulicos del Ministerio de Obras Públicas para su difusión y operación.

### PRONOSTICO EN RIOS GRANDES

Los sistemas de pronóstico con fines de prevención de daños por desborde de crecidas en ríos grandes como el Orinoco\*, se efectúa por co-

\* (aprox. 800.000 Km<sup>2</sup> hasta Ciudad Bolívar)

relación múltiple de niveles entre la estación de pronóstico y estaciones aguas arriba. Este sistema opera con doble propósito: (a) Predicción de niveles diarios en período de estiaje con fines de navegabilidad y (b) Predicción de niveles de picos en período de crecientes con fines de prevención de daños.

a) El pronóstico con fines de navegabilidad se hace con 12 días de antelación en Ciudad Bolívar. En base a una correlación gráfica de diferencias de niveles diarios entre estaciones, desfasados en el tiempo en que tardan en reflejarse aguas abajo (Fig. 1).

b) En el pronóstico de niveles de aguas altas para Ciudad Bolívar se han utilizado muchos procedimientos. En un tiempo, usando niveles en un punto aguas arriba del río principal y obteniendo el tiempo de viaje y velocidad de la onda. Este fué descartado por no funcionar cuando los principales tributarios que fluyen entre puntos intermedios no se encuentran en las mismas condiciones de crecientes que el río principal.

En la actualidad y con bastante éxito se está utilizando la correlación de los niveles antes de la coronación con el nivel máximo de coronación en una misma estación. Los días de emisión del pronóstico son seleccionados de acuerdo a los registros del río y se dá el ni-

vel máximo ha alcanzado en el período de creciente con la exactitud mostrada en la Tabla N° 1.

TABLA N° 1

Tiempo en Días	95	65	55	45	40	35	30	25
Error Medio en cm.	-8	-13	-4	+10	+20	+15	+10	-5
% de Error	-0.5	-0.8	-0.2	+0.6	+1.9	+0.9	+0.6	-0.3

La ecuación de predicción es lineal de la forma  $Y = a + b(X - \bar{X})$ , donde los términos y coeficiente varían de acuerdo al día seleccionado para la emisión del pronóstico.

#### PRONOSTICO EN RIOS MEDIANOS Y PEQUEÑOS

Debido al corto tiempo de viaje de la onda de crecida; la precipitación observada en la cuenca se ha tenido que incluir como una variable en las relaciones de pronóstico. En algunos casos por no existir facilidades de acceso a los sitios de medición y por aislamientos de estos durante los períodos de crecientes, ha sido necesario utilizar sistemas de anuncio de crecientes que transmiten automáticamente la información de lluvia y niveles a la central de pronóstico. Como es el caso del sistema utilizado en el río Ne-verí para prevención de daños en la ciudad de Barcelona.

En el sistema del río Neverí se solicita la información en Barcelona, bien sea a través de operación manual ó automática y el tiempo total que se demora en recibir toda la información es de 2 minutos. En la Fig. 2 se muestra una perspectiva de la instalación y en la Fig. 3 un esquema de conjunto del sistema.

El nomograma de pronóstico establecido (Fig. 4) se obtuvo por procedimientos de tránsito y retardo a través del canal y utilización de hidrogramas unitarios para sintetizar las crecientes ha transitar en la gamma de alturas que definan el rango total de las curvas de relación. Como un parámetro de corrección se incluye la lluvia registrada en la estación Bajo Negro, 24 horas antes de la ocurrencia del pico en ese sitio.

Entre la Corcovada y Barcelona, el tiempo de viaje de la onda de crecida es de aproximadamente 20 horas. El pronóstico es continuo a medida que se desarrolla la tormenta y se dá con un mínimo de 36 horas de anticipación.

#### PRONOSTICO DE APORTACIONES PARA LA OPERACION DE EMBALSES.

El objetivo es mantener condiciones de niveles en el embalse a fin de amortiguar los picos de las crecientes; no aliviar caudales mayores a los que el cauce aguas abajo acepte sin ocasionar problemas y que al finalizar la época de lluvia el almacenamiento sea el máximo permisible a fin de

que se cumpla con normalidad el riego de las zonas dedicadas a tal fin.

Un sistema funciona en el embalse del río Guárico, que tiene un área contribuyente de 8000 Km<sup>2</sup>. El pronóstico se hace a corto plazo, con una semana de anticipación y a largo plazo, con un mínimo de dos meses de antelación.

El sistema consiste en un modelo para computadoras digitales, que transita caudales. La cuenca se ha dividido en dos sectores; uno aguas arriba donde se obtienen los volúmenes registrados en dos puntos, que representa el escurrimiento de un 60% del área total y el otro aguas abajo, donde se obtienen los volúmenes simulados a partir de la lluvia registrada en cuatro estaciones pluviográficas.

La simulación está basada en el documento técnico "Digital Simulations in Hydrology-Stanford Model IV" (Norman Crawford-Ray K. Linsley).

Para el pronóstico con una semana de anticipación, es necesario estimar los datos de lluvia y escurrimiento de los últimos 6 días a partir de los registrados el día de comienzo del pronóstico, para lo cual se utilizan métodos estadísticos basados en procedimientos estocásticos. El pronóstico a largo plazo está fundamentado en el conocimiento histórico de los aportes del río al embalse, a partir de los volúmenes medio mensuales registrados, la pérdida o ganancia media mensual y el conocimiento de las demandas de riego.

go para el período del pronóstico. La tendencia de este pronóstico es verificada con los de cortos períodos, que sirven como pautas para el ajuste de este.

Todas las técnicas mencionadas se han establecido en base a datos de crecientes ocurridas en los últimos tiempos y por ello están sujetas a modificaciones a medida que se incremente la información.

Además de los métodos mencionados se utilizan niveles de daños en una gran cantidad de ríos, como índices de precaución cuando las aguas amenazan con alcanzarlos.

# PRONOSTICO DE NIVELES RIO ORINOCO (PERIODO DE ESTIAJE)

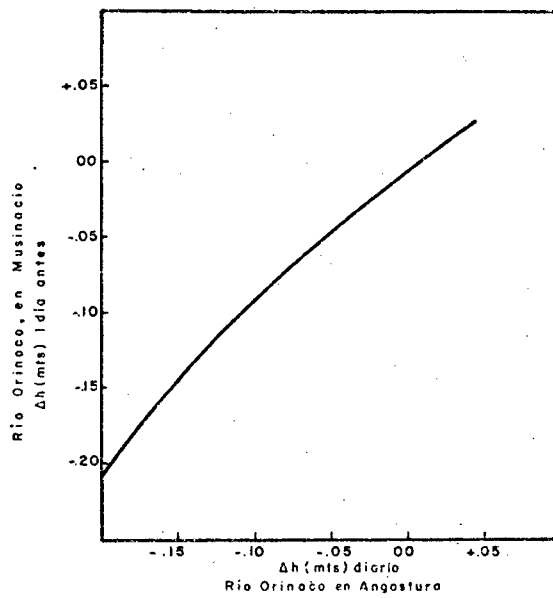
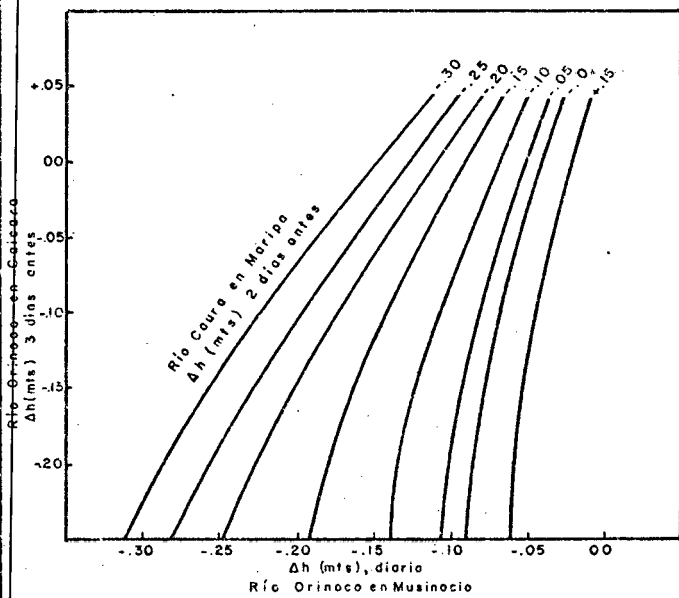
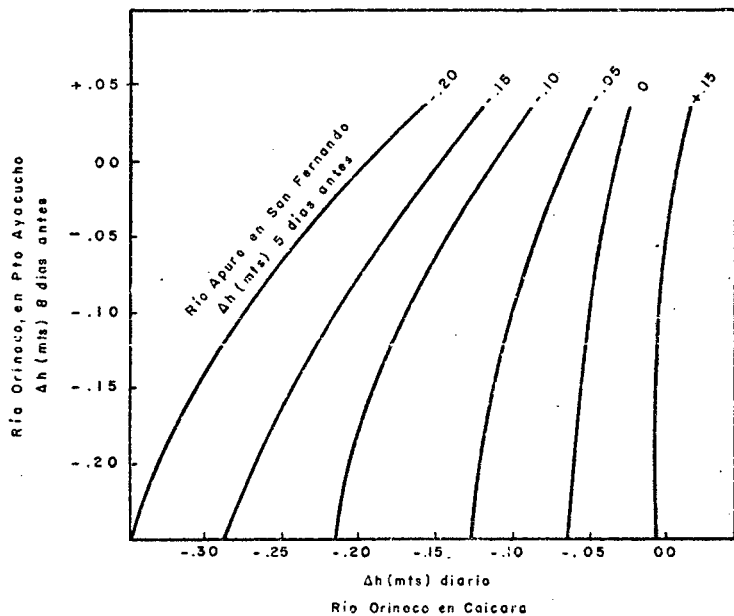
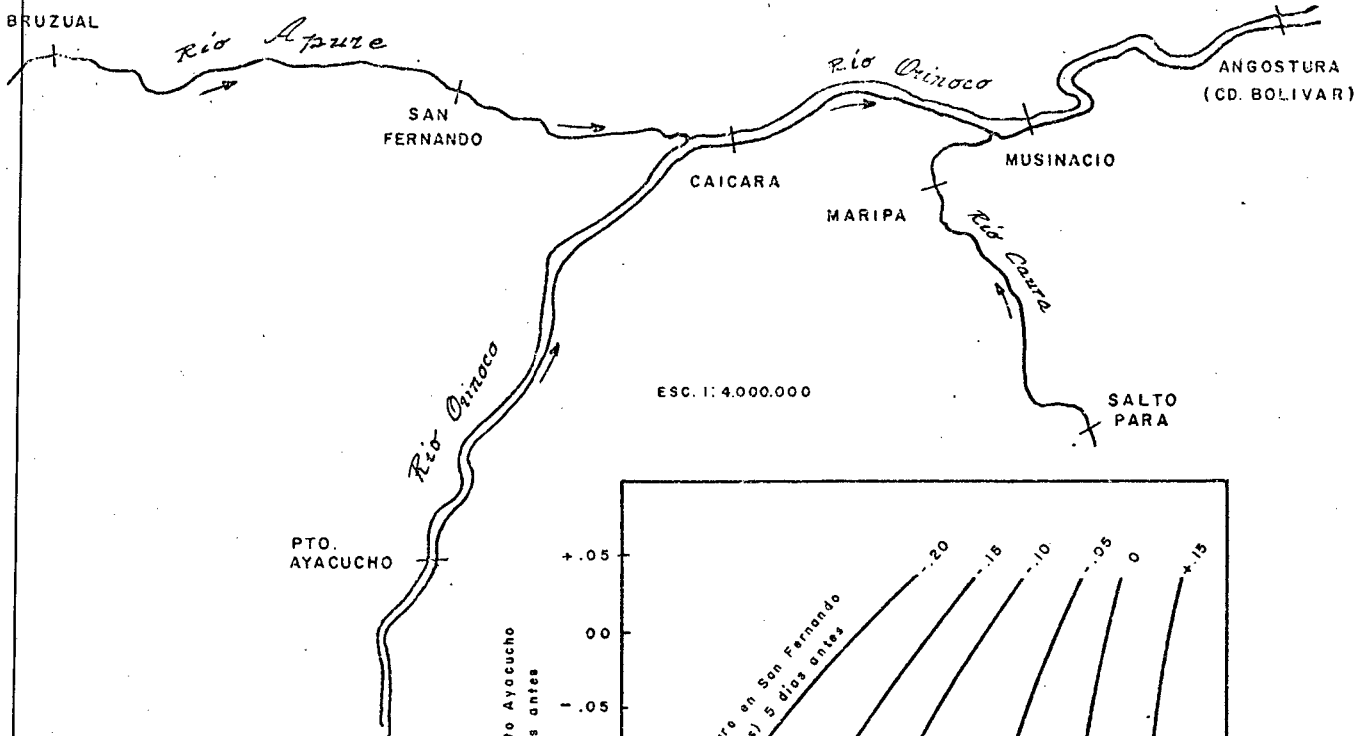
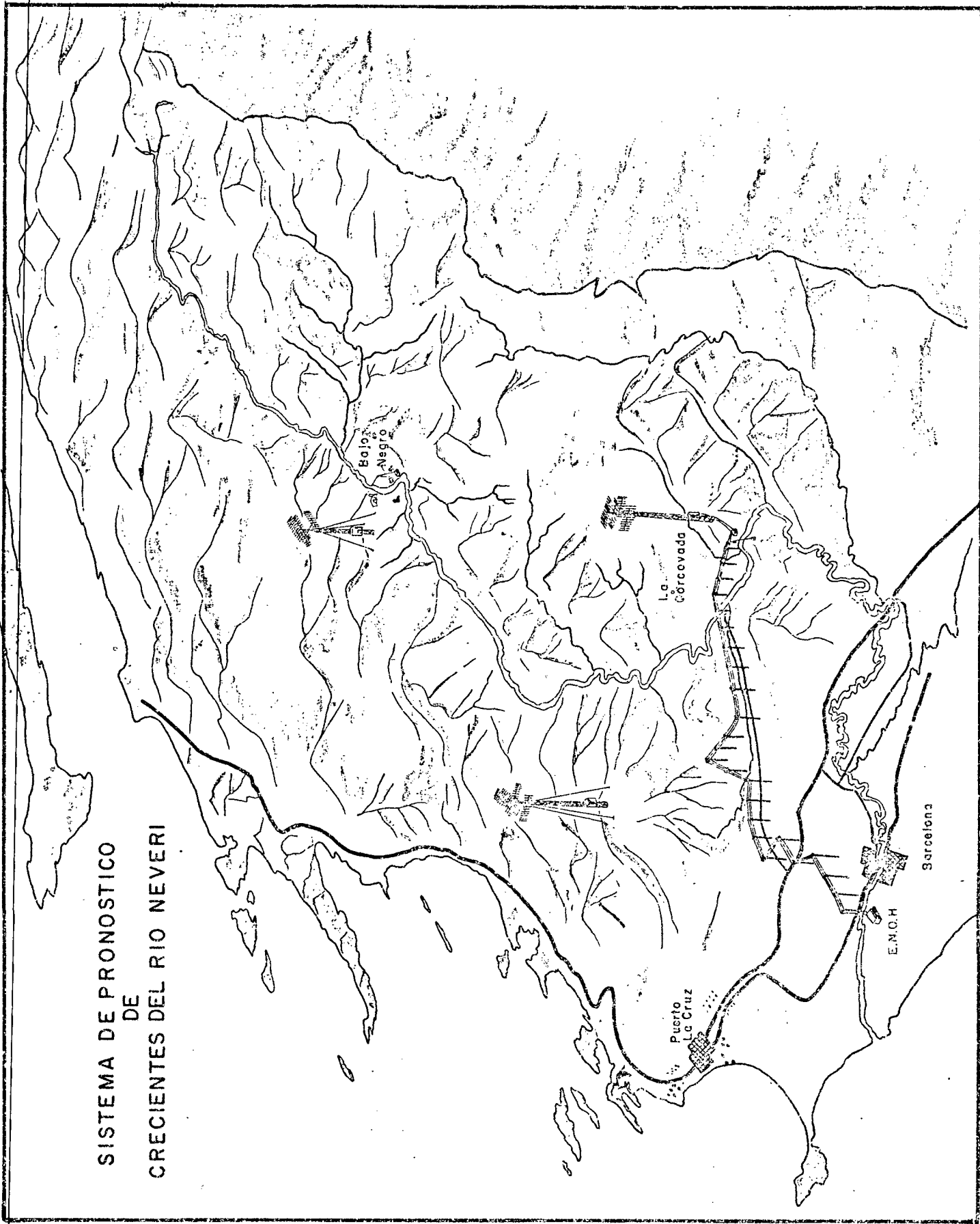


FIG. N° 1

SISTEMA DE PRONOSTICO  
DE  
CRECIENTES DEL RIO NEVERI



BARCELONA

IMPRESOR

CONVERTIDOR DE SEÑALES. INTERROGACION AUTOMATICA FECHAS Y CONTROLES

INTERROGACION Y SEÑALES

LA CORCOVADA

REGISTRADOR GRAFICO

T-3  
TELEMEDIDOR DE LOS NIVELES DEL RIO

CONTROL Y SEÑALES

RADIO  
DOS FRECUENCIAS  
TRAS. 169.450 MHZ  
REC. 171.100 MHZ

BAJO NEGRO

PLUVIOMETRO DE VOLTEO

REGISTRADOR GRAFICO DE DOBLE PLUMA 2A35 STEVENS

T-4  
TELEMEDIDOR DE LLUVIA CAIDA

T-3  
TELEMEDIDOR DE LOS NIVELES DEL RIO

CONTROL Y SEÑALES

RADIO  
DOS FRECUENCIAS  
TRAS. 169.450 MHZ  
REC. 171.100 MHZ

INTERRUPTOR PARA INTERROGACION MANUAL

SISTEMA ANUNCIO DE CRECIENTES

RIO NEVERI

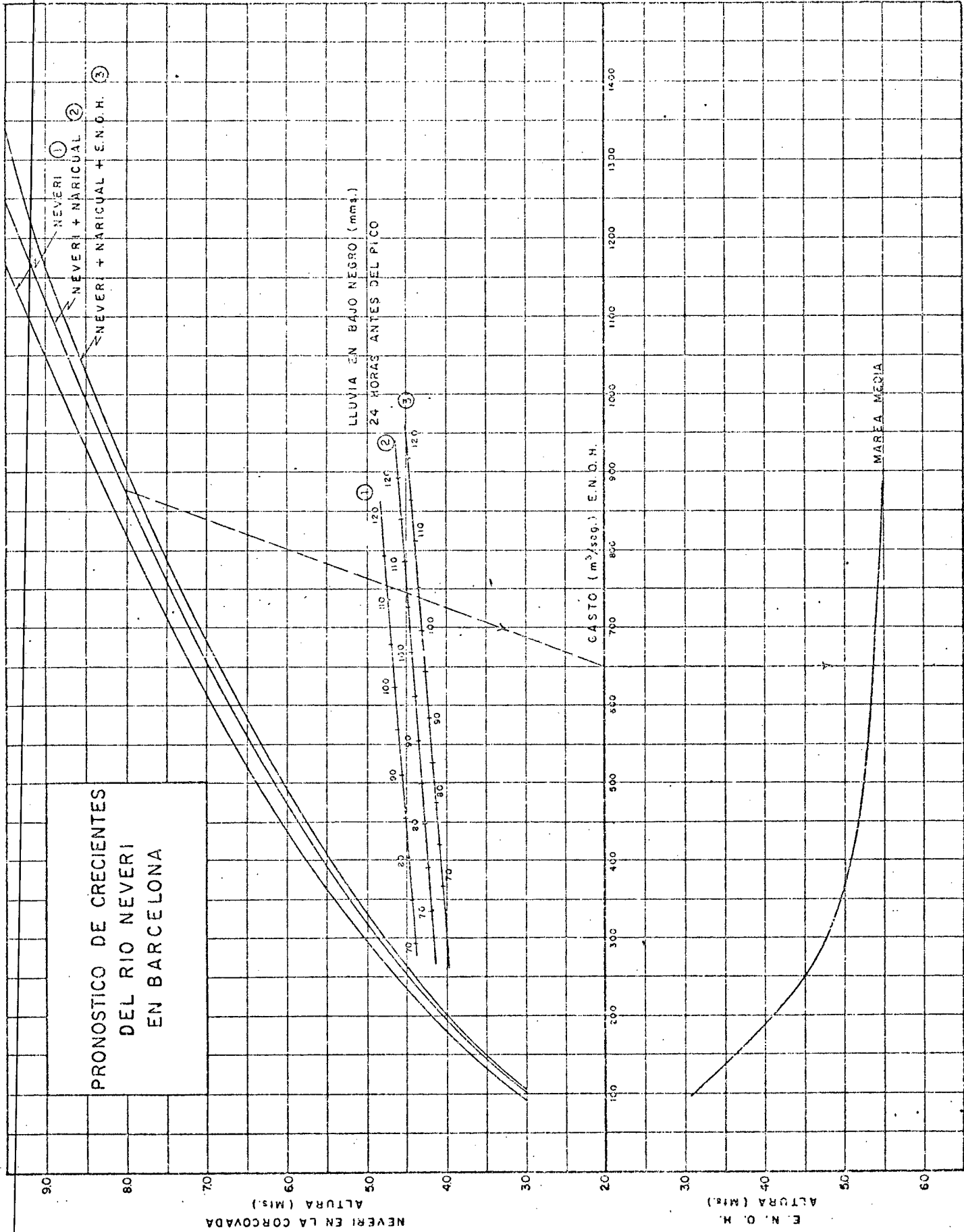
DIAGRAMA DE CONJUNTO

CERRO PEONIA

ESTACION DE RELEVO  
SABANA LARGA, DOS FRECUENCIA  
TRASMITE 169.450 MHZ  
RECIBE 171.100 MHZ

LINEA DE DOS CONDUCTORES  
EMISION DE SEÑALES POR MICROONDAS  
ACOPLE MECANICO

PRONOSTICO DE CRECIENTES  
DEL RIO NEVERI  
EN BARCELONA



## BIBLIOGRAFIA

- 1) H. Silva, and L. Ayala. "Forecasting Water-levels of the Orinoco River in Venezuela". WMO. Technical Note N° 92, 1969, pp. 133.
- 2) Alberto Sosa Sotillo. "Informe N° 1". Ciudad Bolívar, División de Hidrología. MOP 1969 (Mecanografiado).
- 3) Alfredo Flores. Documentos Internos. Caracas, División de Hidrología MOP 1970.
- 4) Alfredo Flores y Luis Remiro. "Pronóstico de Aportaciones para la Operación del Embalse Guárico". Caracas, División de Hidrología MOP 1970.