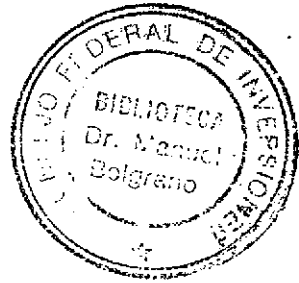


10
X.12
C 34
II

34 098



CONVENIO
PROVINCIA DE SALTA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDRICAS DE LA REGION SEMIARIDA -
INCyTH

ESTUDIO DE PROTECCION DE LA CUENCA DEL
RIO DORADO

< HIDROLOGIA

Autores:
Ing. en Recursos Hídricos Juan Sciortino (AGAS)
Ing. en Recursos Hídricos Eduardo Zamanillo (CIHRSA - INCyTH -
CONICET)

AGOSTO, 1991

X12
C 34
II

X15

AUTORIDADES

PROVINCIA DE SALTA

GOBERNADOR
CPN Hernán Hipólito Cornejo

INSTITUTO DE PLANIFICACION ECONOMICO-SOCIAL
Lic. Jorge José Armas

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

SECRETARIO GENERAL
Ing. Juan José Ciáccera

DIRECCION DE COOPERACION TECNICA
Ing. Susana B. de Blundi

AREA DE INFRAESTRUCTURA HIDRICA
Ing. Oscar González Arzác

TECNICOS PARTICIPANTES DEL ESTUDIO INTEGRAL

PROVINCIA DE SALTA

INSTITUTO DE PLANIFICACION ECONOMICO-SOCIAL

Coordinación Provincial:

Ing. Agrónomo Wilfredo Bernal

Lic. en Recursos Naturales Mirta Terán de Cayo

Lic. en Antropología Vito Francisco Márquez

ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA

DIRECCION DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

Doctor en Geología Rodolfo Amengual

Ing. en Recursos Hídricos Juan Sciortino

DIRECCION PROVINCIAL DE ASUNTOS AGRARIOS Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Geólogo Ciro Camacho

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Coordinación:

Ing. Civil Juan Czarnowski

Lic. en Economía Hernán Carlino

Arquitecto Juan Carlos Costa

Ing. Agrónomo Carlos Ferrari

Ing. Forestal Alejandra Moreyra

Geógrafo Carlos Bonfiglio

ORGANISMOS NACIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

Ing. Forestal Elvio Mario del Castillo

Geólogo Miguel Boso

Lic. en Recursos Naturales Miriam Gil

Ing. Agrónomo Miguel Angel Menéndez

INSTITUTO FORESTAL NACIONAL

DEPARTAMENTO DE PROGRAMAS Y PROYECTOS
DIRECCION DE COORDINACION FORESTAL

Ing. Forestal Jorge Luis Menéndez

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

DEPARTAMENTO DE SUELOS

Ing. Agrónomo Roberto Michelena

CENTRO DE ESTUDIOS HIDRICOS DE LA REGION SEMIARIDA (INCyTH)

DIRECTOR

Ing. Civil Jorge Román Saravia

Ing. en Recursos Hidricos Eduardo Zamanillo

Ing. Civil Fabián López

Lic. en Geología Osvaldo Barbeito

VOLUMENES INTEGRANTES DEL ESTUDIO

CARACTERIZACION FISICA:

- . GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA
- . VEGETACION
- . SUELOS
- . HIDROLOGIA
- . HIDRAULICA FLUVIAL
- . SEDIMENTOLOGIA

CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA:

- . TOMO I: CARACTERIZACION MACRO-REGIONAL
- . TOMO II: CARACTERIZACION DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
DEL AREA DE ESTUDIO

- . SINTESIS DEL ESTUDIO Y PROPUESTAS DE LINEAS DE ACCION

VOLUMENES INTEGRANTES DEL ESTUDIO

CARACTERIZACION FISICA:

- . GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA
- . VEGETACION
- . SUELOS
- . HIDROLOGIA
- . HIDRAULICA FLUVIAL
- . SEDIMENTOLOGIA

CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA:

- . TOMO I: CARACTERIZACION MACRO-REGIONAL
- . TOMO II: CARACTERIZACION DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DEL AREA DE ESTUDIO

- . SINTESIS DEL ESTUDIO Y PROPUESTAS DE LINEAS DE ACCION

ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO DORADO

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN
2. RECOPIACIÓN E INVENTARIO DE DATOS HIDROLÓGICOS Y CLIMATOLÓGICOS
3. CARACTERIZACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA DE LA REGIÓN BAJO ANÁLISIS
4. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO EXPEDITIVO DE LA INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA
 - 4.1 PRECIPITACIONES ANUALES
 - 4.1.1 ANÁLISIS DE DOBLES MASAS
 - 4.1.2 CORRECCIÓN DE ERRORES Y RELLENAMIENTO DE SERIES
 - 4.1.3 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS
 - 4.1.4 ESTUDIO PROBABILÍSTICO DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES
 - 4.2 PRECIPITACIONES MENSUALES
 - 4.2.1 TRATAMIENTO DE DATOS
 - 4.3 PRECIPITACIONES MÁXIMAS
5. CAUDALES LÍQUIDOS
 - 5.1 CAUDALES MEDIOS MENSUALES
 - 5.2 CAUDALES MEDIOS ANUALES
 - 5.2.1 RELLENO Y AMPLIACIÓN DE SERIES
 - 5.2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO
 - 5.2.3 DETERMINACIÓN DE CAUDALES EN LA SALIDA DE LA CUENCA
 - 5.3 CAUDALES MÁXIMOS
 - 5.3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

6. DETERMINACION DE CAUDALES MAXIMOS UTILIZANDO
EL MODELO IPHS1

6.1 AJUSTE DE PARAMETROS CON HIDROGRAMAS
OBSERVADOS

6.2 VERIFICACION CON LA TORMENTA EXTRAORDINARIA
DEL 13/FEB/74

7. CAUDALES SOLIDOS

8. CONCLUSIONES

- FIGURA N°22 - Ajuste de la distribución de Goodrich -
Precipitaciones anuales - SAN FERNANDO
- FIGURA N°23 - Ajuste de la distribución de Goodrich-
Precipitaciones anuales - MOLLINEDO
- FIGURA N°24 - Ajuste de la distribución de Goodrich-
Precipitaciones anuales - LAS LAJITAS
- FIGURA N°25 - Ajuste de la distribución de Goodrich-
Precipitaciones anuales - SAN FELIPE
- FIGURA N°26 - Ajuste de la distribución de Goodrich-
Precipitaciones anuales - EL SOMBRERO
- FIGURA N°27 - Ajuste de la distribución de Goodrich-
Precipitaciones anuales - LUIS BURELA
- FIGURA N°28 - Ajuste de la distribución de Fisher Tippet-
Precipitación anuales - A.SARAVIA (FFCC)
- FIGURA N°29 - Isoyetas de precipitación anual para
 $P(P < P_o) = 0,20$
- FIGURA N°30 - Isoyetas de precipitación anual para
 $P(P < P_o) = 0,50$
- FIGURA N°31 - Isoyetas de precipitación anual para
 $P(P < P_o) = 0.90$
- FIGURA N°32 - Isoyetas de precipitación anual para
 $P(P < P_o) = 0.98$
- FIGURA N°33 - Ajuste estadístico de precipitaciones máximas
diarias - SAN FERNANDO
- FIGURA N°34 - Ajuste estadístico de precipitaciones máximas
diarias - EL CEIBAL
- FIGURA N°35 - Ajuste estadístico de precipitaciones máximas
diarias - A.SARAVIA FFCC
- FIGURA N°36 - Ajuste estadístico de precipitaciones máximas
diarias - SAN FELIPE
- FIGURA N°37 - Envolvente de la relación intensidad-duración
para las precipitaciones máximas.
- FIGURA N°38 - Variación de caudales medios mensuales
- FIGURA N°39 - Caudales cronológicos medios mensuales
- FIGURA N°40 - Curva de disponibilidad de caudales medios
mensuales SAN FERNANDO

- FIGURA N°41 - Cronología de caudales medios anuales
SAN FERNANDO y EL SOMBRERO desde 1966-67
a 1986-87.
- FIGURA N°42 - Cronología de caudales medios anuales en
SAN FERNANDO - serie extendida.
- FIGURA N°43 - Histograma de frecuencias en EL SOMBRERO
- FIGURA N°44 - Histograma de frecuencias en SAN FERNANDO -
serie observada.
- FIGURA N°45 - Histograma de frecuencias en SAN FERNANDO -
serie completa.
- FIGURA N°46 - Ajuste estadístico caudales medios anuales -
EL SOMBRERO
- FIGURA N°47 - Ajuste estadístico caudales medios anuales -
SAN FERNANDO - serie observada.
- FIGURA N°48 - Ajuste estadístico caudales medios anuales -
SAN FERNANDO - serie completa.
- FIGURA N°49 - Histograma de frecuencias- caudales generados
en A.SARAVIA.
- FIGURA N°50 - Disponibilidad de caudales medios mensuales
generados en A.SARAVIA.
- FIGURA N°51 - Histograma de frecuencias caudales generados
en A.SARAVIA- descontando agua para riego.
- FIGURA N°52 - Disponibilidad de caudales medios mensuales
generados en A.SARAVIA- descontando agua para
riego.
- FIGURA N°53 - Ajuste estadístico de caudales máximos
instantáneos RIO DORADO
- FIGURA N°54 - Ajuste estadístico de caudales máximos
instantáneos SAN FERNANDO
- FIGURA N°55 - Ajuste estadístico de caudales máximos sin ciclo
1973-74 - RIO DORADO
- FIGURA N°56 - Ajuste estadístico de caudales máximos sin ciclo
1973-74 - SAN FERNANDO
- FIGURA N°57 - Ajuste estadístico regionalizado de caudales
máximos instantáneos.
- FIGURA N°58 - hidrograma observado y calculado el 15ENE75 en
EL SOMBRERO
- FIGURA N°59 - Hidrograma observado y calculado el 19NOV84 en
SAN FERNANDO

FIGURA N°60 - Esquema de operación del Modelo IPHS1

FIGURA N°61 - Hidrogramas calculados en SAN FERNANDO, EL
SOMBRERO y A.SARAVIA para el 13/FEB/74.

INDICE DE TABLAS

- TABLA N°1 - Inventario de estaciones pluviométricas
- TABLA N°2 - Inventario de estaciones fluviométricas
- TABLA N°3 - Inventario de estaciones de aforo sólido
- TABLA N°4 - Cuadro resumen de evaporación observada
- TABLA N°5 - Cuadro resumen de humedad relativa
- TABLA N°6 - Cuadro resumen de temperaturas
- TABLA N°7 - Estaciones pluviométricas base utilizadas para contraste.
- TABLA N°8 - Serie histórica de precipitaciones anuales en las estaciones base.
- TABLA N°9 - Estaciones pluviométricas contrastadas
- TABLA N°10 - Serie histórica de precipitaciones anuales en las estaciones base.
- TABLA N°11 - Resultados caulitativos del análisis de dobles masas
- TABLA N°12 - Serie histórica de precipitaciones anuales verificadas y corregidas.
- TABLA N°13 - Estadísticos de las series de precipitaciones anuales para cada estación.
- TABLA N°14 - Comparación entre medias aritméticas anuales para diferentes subperíodos. Estaciones Las Lajitas y Piquete Cabado.
- TABLA N°15 - Error medio de la media aritmética y error medio cuadrático del coeficiente de variación para estación considerada.
- TABLA N°16 - Precipitación anual en las distintas estaciones para distintos tiempos de retorno.
- Tabla N°17 - Diferencias entre el total anual y la suma de precipitaciones mensuales
- TABLA N°18 - Serie de precipitaciones mensuales- Estación EL CEIBAL
- TABLA N°19 - Serie de precipitaciones mensuales- Estación P.CABADO
- TABLA N°20 - Serie de precipitaciones mensuales- Estación S.FERNANDO

- TABLA N°21 - Serie de precipitaciones mensuales- Estación MOLLINEDO
- TABLA N°22 - Serie de precipitaciones mensuales- Estación LAS LAJITAS
- TABLA N°23 - Serie de precipitaciones mensuales- Estación EL SOMBRERO
- TABLA N°24 - Serie de precipitaciones mensuales- Estación L. BURELA
- TABLA N°25 - Serie de precipitaciones mensuales- Estación A. SARA VIA (FFCC).
- TABLA N°26 - Años correspondientes al ciclo seco y húmedo de precipitación para cada estación.
- TABLA N°27 - Valores máximos, mínimos, año seco y húmedo, precipitación mensual para cada estación.
- TABLA N°28 - Serie de precipitaciones máximas diarias para cada estación analizada.
- TABLA N°29 - Ajuste estadístico de precipitaciones máximas diarias - SAN FERNANDO.
- TABLA N°30 - Ajuste estadístico de precipitaciones máximas diarias - EL CEIBAL
- TABLA N°31 - Ajuste estadístico de precipitaciones máximas diarias - A. SARA VIA (FFCC).
- TABLA N°32 - Ajuste estadístico de precipitaciones máximas diarias - SAN FELIPE
- TABLA N°33 - Precipitación máxima diaria para TR = 5, 10, 20, 25 y 50 años.
- TABLA N°34 - Caudales históricos medios mensuales Estación SAN FERNANDO - estadística.
- TABLA N°35 - Caudales históricos y correlacionados medios mensuales EL SOMBRERO - estadística.
- TABLA N°36 - Caudales medios anuales en SAN FERNANDO y EL SOMBRERO.
- TABLA N°37 - Caudales medios anuales en SAN FERNANDO - serie extendida.
- TABLA N°38 - Estadísticos de series anuales.
- TABLA N°39 - Caudales medios anuales para distintas probabilidades.

- TABLA N°40 - Caudales medios mensuales generados - RIO DE LOS SALTEÑOS.
- TABLA N°41 - Caudales medios mensuales generados - RIO DE LOS GALLOS.
- TABLA N°42 - Caudales medios mensuales generados - A. SARAVIDA.
- TABLA N°43 - Caudales derivados para riego- Fuente Intendencia de Aguas - A.SARAVIDA.
- TABLA N°44 - Caudales medios mensuales generados en A.SARAVIDA descontando derivaciones de riego.
- TABLA N°45 - Series de caudales máximos instantáneos.
- TABLA N°46 - Estadísticos de las series de caudales máximos instantáneos.
- TABLA N°47 - Caudales máximos instantáneos para distintas recurrencias.
- TABLA N°48 - Caudales máximos instantáneos sin ciclo 1973-74 para distintas recurrencias.
- TABLA N°49 - Crecidas observadas en APOLINARIO SARAVIDA.
- TABLA N°50 - Caudales máximos instantáneos para distintas recurrencias en A.SARAVIDA.
- TABLA N°51 - Tormenta de referencia (15ENE75) en EL SOMBRERO.
- TABLA N°52 - Caudales observados y calculados para la tormenta del 15ENE75 en EL SOMBRERO.
- TABLA N°53 - Tormenta de referencia (19NOV84) en SAN FERNANDO.
- TABLA N°54 - Caudales observados y calculados para la tormenta del 19NOV84 en SAN FERNANDO.
- TABLA N°55 - Etapas de operación del Modelo IPHS1.
- TABLA N°56 - Sólidos en suspensión - RIO DORADO.
- TABLA N°57 - Sólidos en suspensión - SAN FERNANDO.

1. INTRODUCCION

En este trabajo se presenta el informe preliminar sobre hidrología relacionado con el "Estudio integral de la cuenca del Río Dorado". El trabajo, de carácter interdisciplinario, ha sido realizado bajo el financiamiento del Consejo Federal de Inversiones para la Provincia de Salta.

El Estudio Hidrológico ha sido realizado por Técnicos de la Administración General de Aguas de la Provincia de Salta con la colaboración de Técnicos del Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica representado por el Centro de Investigaciones Hídricas de la Región Semiárida de Córdoba.

En el capítulo 2 de este informe preliminar se presenta el producto resultante de la recopilación e inventario de la información hidrológica y climatológica disponible.

En el capítulo 3 se describe el comportamiento climático de la región bajo análisis incluyendo un resumen de la información meteorológica considerada relevante para caracterizar hidrometeorológicamente la cuenca.

En el capítulo 4 se presenta el análisis de la información pluviométrica a nivel anual y mensual para las estaciones con registros en la cuenca, incluyendo un estudio probabilístico a nivel anual y mensual. También se analizaron dentro de las limitaciones impuestas por las características de la información disponible, las precipitaciones máximas diarias y la relación intensidad-duración para algunas tormentas observadas.

En el capítulo 5 se enumeran los procedimientos utilizados para rellenar las series de caudales mensuales y anuales en las estaciones con datos disponibles, a la vez que se presenta un análisis probabilístico de los mismos, incluyendo la información necesaria para evaluar obras de control de crecidas y/o regulación de caudales para riego. También se presenta un análisis de frecuencia de caudales máximos y se analiza el período de retorno de la máxima creciente observada.

En el capítulo 6 se presenta la aplicación del modelo IPHS1 a la cuenca del Río Dorado. La aplicación del modelo a la cuenca se realizó con el objeto de ajustar y verificar el comportamiento de una herramienta apta para evaluar crecientes de proyecto en cualquier punto de interés. El modelo fue calibrado con un evento de magnitud media ocurrido en 1978 y verificado con la máxima creciente registrada en la cuenca.

En el capítulo 7 se presenta un sintético resumen de la información disponible sobre caudales sólidos medidos en la zona.

En el capítulo 8 se presentan algunas conclusiones parciales respecto del trabajo realizado que se consideran de relevancia para la preparación del informe definitivo y de los informes que serán oportunamente elevados a los niveles de

decisión.

Cabe aclarar, para quien realice una lectura de este informe que la obtención de la información geomorfológica cuantitativa y su correspondiente procesamiento y análisis, incluyendo una descripción completa de las características morfométricas de la cuenca bajo estudio se debe consultar en el informe geológico y geomorfológico realizado por otro de los grupos de trabajo que forman parte de este estudio interdisciplinario.

2 - RECOPIACION E INVENTARIO DE DATOS HIDROLOGICOS Y CLIMATOLOGICOS

Básicamente la distribución espacial y temporal de la información existente no es la óptima, pero es suficiente para realizar un estudio serio que caracterice hidrológicamente la Cuenca de Aporte del Río Dorado hasta Apolinario Saravia.

Se cuenta con estaciones pluviométricas manejadas por personal de Ferrocarriles Argentinos pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional ubicadas en el límite o fuera de la cuenca.

Existen records de 7 estaciones de aforo - 1 en el Río Seco en funcionamiento y 4 sobre el Río Dorado ya clausuradas y dos mas en la cuenca vecina del Río del Valle como referencia. En éstas las variables medias son:

- Caudales líquidos (molinete hidrométrico, flotadores, lectura de escala con seguimiento de crecidas, aforo por vadeo en aguas bajas y con cable y vagoneta en avenidas).
- Caudales sólidos (toma de muestras con botella lastrada).
- Precipitaciones (pluviómetros tipo B, con cortes de lluvia en tormentas importantes).
- Evaporación (tanque tipo U.S. Weather Bureau).
- Humedad relativa (termómetro de bulbo humedo y seco con tablas psicrométricas).
- Temperaturas (termómetro normal, máxima y mínima).

Estas estaciones de aforo fueron operadas por AyEE hasta el año 1980; a partir de ese año pasaron a la provincia de Salta, siendo operadas por el personal de la Dirección de Hidráulica de A.G.A.S.

En la Figura N° 1 se presenta la distribución espacial de las estaciones pluviométricas siguiendo la línea del ferrocarril, permitiendo caracterizar a la parte baja de la cuenca, mientras que las estaciones de aforo estan dispersas en los valles fluviales de la cuenca media, pero no se tiene información de la cuenca alta, ya que prácticamente es inaccesible para la instalación de equipos de medición, debiéndose inferir causas y efectos siguiendo las tendencias que se presenten en la cuenca baja y media.

La distribución temporal de las observaciones pluviométricas es mas homogénea, permitiendo trabajar con series de mas de 20 años en forma conjunta, mientras que los caudales medidos en los ríos propios de la cuenca tienen serias discontinuidades por traslados de estaciones, como ser: el Río Dorado fue aforado desde 1951 hasta 1967 en Apolinario Saravia, luego se traslado la estación hacia aguas arriba al Paraje San Felipe donde por efecto de una crecida extraordinaria se levantó en Febrero de 1974 para ser llevada hacia aguas abajo al Paraje

El Sombrero, donde funcionó hasta 1981 trasladándose aguas arriba al Paraje Barrialito hasta 1986, que fue levantada por efecto de una creciente de gran magnitud; a partir de ese momento y hasta la fecha se afora en el cruce del río con la ruta provincial N 5.

La Tabla N° 1 muestra el inventario de datos pluviométricos indicando mediante barras los períodos en que se efectuaron las mediciones.

La Tabla N° 2 y 3 presentan los inventarios de información pluviométrica y de aforos sólidos disponibles.

Tabla Nº1 - INVENTARIO DE ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

LLUVIAS MENSUALES (Longitud de Registro)

LUGAR	1940	1950	1960	1970	1980	1990
RIO DORADO (San Felipe) (Sombrero-Barrial) (A. Saravia)						
RIO SECO (San Fernando)						
RIO DEL VALLE (El Piquete) (El Ceibal)						
A. SARAVIA						
GRAL. PIZARRO						
PIQUETE C.						
LAS LAJITAS						
RIO DEL VALLE						
OMEL MOLLINEDO						

Tabla Nº2 - INVENTARIO DE ESTACIONES FLUVIOMETRICAS

CAUDALES LIQUIDOS (Longitud de Observación)

LUGAR	1940	1950	1960	1970	1980	1990
RIO SECO (San Fernando)					*****	*****
RIO DORADO (A. Saravia)			*****	*		
RIO DORADO (S. Felipe)					*****	
RIO DORADO (El Sombrero)					*****	
RIO DORADO (Barrialito)						*****

Nota: Espacios en blanco implica que no existe el dato o esta incompleto

Tabla Nº3 - INVENTARIO DE ESTACIONES DE AFORO SOLIDO

CAUDALES SOLIDOS (Longitud de Observación)

LUGAR	1940	1950	1960	1970	1980	1990
RIO SECO (San Fernando)						
RIO SECO (San Felipe)						
RIO DORADO (El Sombrero)						
RIO DORADO (Barrialito)						

Nota: espacios en blanco implica que no existe el dato o esta incompleto

3 - CARACTERIZACION HIDROMETEOROLOGICA DE LA REGION BAJO ANALISIS

En rasgos generales el clima del N.O. del país esta regulado por el anticiclón semiestacionario del Atlántico y un centro ciclónico que se instala, durante el período estival, sobre la llanura chaqueña, denominado baja térmica.

El movimiento de estos centro baricos caracterizan las variaciones climaticas estacionales; durante el verano el centro de baja presión posibilita el ingreso de masas de aire húmedo, provocando precipitaciones, aumento de humedad y temperatura, mientras que en invierno este centro pierde potencia desplazándose mas al sur por efecto del ingreso al continente del centro de alta presión del Atlántico, circulando masas de aire estables sin humedad que anulan la probabilidad de lluvias, con descenso de temperatura y gran amplitud térmica diaria.

Segun Lessmann (Alta Cuenca del Rio Bermejo) las masas de aire mas importantes que recorren la región son:

MASA TROPICAL:

CONTINENTAL: de escasa humedad y elevada temperatura, ingresa a la zona en verano sin nubosidad típica por días de calor fuerte y noches frescas.

MARITIMA: compuesta por aire menos seco y cálido que la anterior ingresa a la región, desde el Este, durante el invierno siendo muy estable.

MASA ECUATORIAL CONTINENTAL: es una masa de aire extremadamente caliente y húmeda que se origina en el centro del continente e ingresa a nuestro país durante el período estival con una fuerte inestabilidad.

MASA POLAR: sumamente fria y húmeda ingresa a nuestro país en la patagonia pudiendo seguir dos caminos; el primero sube directamente por el continente perdiendo humedad y con poco cambio de temperatura (intercambio con el suelo) llegando estable al Norte; mientras que el segundo camino sale hacia el Oceano Atlántico donde se recarga de humedad y aumento de temperatura pasando a ser inestable, para regresar por el Río de la Plata provocando la famosa "sudestada" y continúa camino hacia el Norte del país luego de descargar gran parte de su humedad en el litoral.

Durante el verano las precipitaciones son provocadas por el encuentro de las masas de aire tropical continental o polar con la ecuatorial continental, en ambos casos asciende la última por sobre las otras provocando procesos convectivos con fuertes lluvias acompañado en algunos casos por granizos.

Las tormentas mas importantes ocurren por el contacto entre las masas polares con las ecuatoriales.

Esta situación es completamente distinta en el invierno ya que el centro de alta presión dificulta el avance de la masa polar, estabilizándola de manera tal que anula los procesos convectivos y por ende las lluvias; por lo tanto el avance de una masa polar en esta época del año ocasiona cielo nublado (alto nivel de base) con algunas lloviznas aisladas y descenso de la temperatura desplazando la masa de aire tropical marítima que habitualmente reside en la región.

En forma particular, los procesos explicados, se incrementan considerablemente en la cuenca en estudio, debido a los efectos orográficos ya que las masas de aire húmedo ascienden por las laderas orientales formando nubes de gran desarrollo vertical que provocan lluvias copiosas, aumento de la humedad y una pequeña disminución de la temperatura.

La precipitación media de la cuenca del Río Dorado calculada en base a Isoyetas es de 1070mm pudiendo verse claramente la tendencia de aumento de las lluvias de Este a Oeste (A . SARAIVA 756mm a S.FELIPE 1136mm).

El efecto de la instalación del centro de baja presión en el verano y su desaparición en invierno se manifiesta con la concentración de lluvias; entre Noviembre y Marzo período en que se produce el 80% de las precipitaciones, mientras que el resto del año las lluvias son insignificantes, tipo llovizna, con una fuerte influencia del efecto orográfico, ya que puede verse que días simplemente nublados en la cuenca baja provocan suaves lluvias en las nacientes.

El ciclo anual húmedo no tiene límites tan fijos puesto que depende de la "baja térmica", comenzando dentro del intervalo de tiempo que va de principios de Octubre a fines de Diciembre y culminando en algunos casos a principio de Marzo o llegando hasta mediados de Abril.

Los procesos convectivos son los causales de la variabilidad en la distribución geográfica de las precipitaciones acentuado por el ascenso orográfico que dependiendo de las condiciones atmosféricas provoca fuerte tormentas de carácter local.

En el capítulo 4 se desarrolla un profundo análisis de las lluvias.

En las tablas N° 4,5 y 6 se presenta a continuación, para las estaciones ubicadas en la cuenca media, un resumen las mediciones de evaporación, temperatura y humedad donde se describen los valores medios mensuales de cada serie, los extremos medios mensuales y la distribución mensual de un año máximo y mínimo.

Table N°6 - CUADRO RESUMEN DE TEMPERATURAS

EL CEIBAL (Rio del Valle)

	* SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MED.
MINIMA *													
ABSOLUT *	-1	-1	6.0	7.0	10.0	11.0	6.0	1.0	-1	-3	-6	-6	
MAXIMA *													
ABSOLUT *	40.0	44.0	44.5	47.5	42.0	40.0	39.0	35.0	35.0	34.0	36.0	37.0	
MAX MED *													
ANUAL (1) *	19.1	23.4	25.3	26.6	26.8	25.5	22.6	21.6	18.2	15.7	15.7	17.4	21.5
MIN MED *													
ANUAL (2) *	17.6	20.4	22.0	24.7	24.7	23.8	20.3	17.7	15.4	12.3	12.8	12.8	18.2
MEDIA *													
	18.4	22.0	23.8	25.3	25.3	24.3	22.7	19.4	16.5	13.6	13.6	15.3	20.0
MIN MED *													
MENSUAL *	15.4	17.8	21.9	23.0	23.9	22.9	20.3	17.1	14.0	11.1	11.0	12.9	
MAX MED *													
MENSUAL *	21.0	24.6	26.7	27.1	26.9	27.4	24.7	21.6	18.7	16.6	15.7	18.2	

(1) Ciclo 1985-86

(2) Ciclo 1975-76

SAN FERNANDO (Rio Seco)

	* SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MED.
MINIMA *													
ABSOLUT *	0	-2	4.0	9.0	10.0	11.0	2.0	1.0	-1	-3	-5	-4	
MAXIMA *													
ABSOLUT *	39.0	40.0	46.0	42.0	40.0	40.0	38.0	33.0	31.0	34.0	35.0	37.0	
MAX MED *													
ANUAL (1) *	18.8	22.4	27.5	26.6	25.8	26.8	23.0	20.3	16.7	16.3	14.4	17.2	21.3
MIN MED *													
ANUAL (2) *	17.3	20.3	21.4	24.0	23.9	23.5	19.6	17.4	14.8	12.2	12.6	12.9	18.3
MEDIA *													
	17.9	21.4	23.4	24.8	24.6	23.7	22.2	18.7	16.0	13.3	13.4	13.8	19.4
MIN MED *													
MENSUAL *	15.8	19.2	21.4	22.5	23.1	22.3	19.6	17.2	14.8	9.1	11.6	12.5	
MAX MED *													
MENSUAL *	22.3	23.0	27.5	27.0	26.4	26.8	24.5	20.9	17.8	16.3	15.8	17.2	

(1) Ciclo 1988-89

(2) Ciclo 1975-76

EL SOMBRERO-BARRIALITO (Rio Dorado)

	* SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MED.
MINIMA *													
ABSOLUT *	0.0	0.0	8.0	8.0	12.0	12.0	7.0	4.0	-1.0	-3.0	-2.0	-2.0	
MAXIMA *													
ABSOLUT *	42.0	43.0	43.0	44.0	40.0	40.0	40.0	36.0	32.0	32.0	33.0	38.0	
MAX MED *													
ANUAL (1) *	19.2	21.2	27.5	26.4	27.8	26.3	23.5	22.6	20.3	17.5	17.1	19.4	22.6
MIN MED *													
ANUAL (2) *	20.2	20.0	22.5	26.4	23.0	21.9	21.1	16.8	15.3	11.7	15.3	14.4	19.0
MEDIA *													
	19.7	23.3	24.5	26.3	25.8	24.9	23.2	20.2	17.9	14.5	15.1	16.4	21.0
MIN MED *													
MENSUAL *	15.4	19.1	22.5	24.8	23.0	21.9	21.1	16.8	15.3	11.2	13.3	14.0	
MAX MED *													
MENSUAL *	22.5	25.2	27.5	27.7	27.8	26.6	24.8	22.6	20.3	18.1	18.5	19.4	

(1) Ciclo 1985-86

(2) Ciclo 1970-71

Con respecto a las lecturas de evaporación se puede decir que oscila entre los 900 y 1000 mm anuales, pudiendo superar la cuenca baja los 1100 mm/año mientras que en las nacientes oscila en los 800mm al año, valores considerablemente menores por el incremento del N° de días nublados y disminución de la temperatura.

La temperatura tiene lecturas mas homogéneas oscilando la media anual entre 19 y 21°C; las observaciones en la cuenca baja (tres años) superan los 23 °C por lo que de continuar el gradiente térmico, en la cuenca alta se pueden esperar valores próximos a los 18 °C.

Durante el invierno las mínimas son inferiores a 0°C con medias mensuales entre 12 °C y 15°C, mientras que en el verano las máximas superan los 44° C siendo el mes de Noviembre el que registra las máximas absolutas sin ser el de mayor media mensual.

La humedad ambiente depende primordialmente de la temperatura y de la disponibilidad de agua para evaporar, variando anualmente entre 60% en primavera (marcado estiaje en los ríos) y el 85% en otoño (posterior al período de lluvias). En general los valores medios anuales se encuentran desde 70% en la parte baja hasta 85% en las nacientes.

Por lo expresado se puede definir el clima de la cuenca como subtropical con estación seca y marcados rasgos de continentalidad.

4. ANALISIS Y TRATAMIENTO EXPEDITIVO DE LA INFORMACION PLUVIOMETRICA

Las variables básicas tratadas en este estudio a los efectos de caracterizar pluviométricamente la cuenca son:

- precipitaciones anuales
- precipitaciones mensuales
- precipitaciones máximas

4.1 PRECIPITACIONES ANUALES

Para analizar esta información se adoptó un período de 12 meses no coincidente con el año calendario. Se adoptó el año hidrológico que comienza en el mes de Setiembre hasta el mes de Agosto del año siguiente, obteniéndose los resultados que se detallan a continuación.

4.1.1 ANALISIS DE DOBLES MASAS

Las estaciones pluviométricas (Tabla n° 7) consideradas de base para contraste y relleno de información son las operadas inicialmente por AyEE y luego A.G.A.S.

TABLA N° 7 - ESTACIONES PLUVIOMETRICAS BASE UTILIZADAS PARA CONTRASTE.

Estación	Período
SAN FELIPE	(67-68 A 74-75)
EL SOMBRERO/BARRIALITO	(75-75 A 83-86)
A. SARAVUIA (AyE)	(52-53 a 66-67)
SAN FERNANDO	(67-68 a 68-69)
EL PIQUETE	(45-46 a 71-72)
EL CEIBAL	(67-68 a 68-69)

Las estaciones a contrastar (Tabla n° 9) pertenecen al S.M.N. y son operadas por personal del FF.CC. En las Tablas n° 8 y 10 se presentan las series históricas de precipitaciones anuales en ambos tipos de estaciones.

Para contrastar la información se utilizó la técnica de dobles masas con la estación testigo en abcisas y la estación a contrastar en ordenadas.

Tabla N°8 - SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIONES ANUALES
EN LAS ESTACIONES BASE.

PRECIPITACIONES ANUALES HISTORICAS
(Ciclo Hidrológico SET-AGO)

CICLO	EL PIQUETE	EL CEIBAL	BERNANDO	FELOPE	EL DOMINERO	JARAHUA AVE
40-41						
41-42						
42-43						
43-44						
44-45						
45-46	844					
46-47	526					
47-48	492					
48-49	653					
49-50	1 115					
50-51	666					
51-52	987					
52-53	688					669
53-54	988					1 295
54-55	727					581
55-56	622					539
56-57	776					688
57-58	758					819
58-59	1 070					827
59-60	1 887					461
60-61	1 837					656
61-62	883					581
62-63	811					688
63-64	985					658
64-65	724					398
65-66	869					711
66-67	748					567
67-68	688	668	848	771		
68-69	1 814	726	998	638		
69-70	736	786	832	968		
70-71	798	595	814	1 025		
71-72	698	598	743	886		
72-73		931	948	1 241		
73-74		1 297	1 486	1 437		
74-75		1 834	1 347	1 888		
75-76		1 887	1 361			
76-77		947	1 122			
77-78		1 156	1 335			
78-79		727	1 843			
79-80		1 884	1 427		1 244	
80-81						
81-82		748	912		824	
82-83		1 813	1 843		1 856	
83-84		1 168	1 119		996	
84-85		1 121	1 518		1 167	
85-86		780	987		348	
86-87		1 268	1 388			
87-88		1 176	1 328			
88-89		658	829			

Nota: en blanco sin registros

Tabla Nº10 - SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIONES ANUALES
EN LAS ESTACIONES BASE.

PRECIPITACIONES ANUALES HISTORICAS
Oficio Hidrológico del H.S.U.

CICLO	SARAHUA	BURELA	P. CABADO	MOLLINEDO	S. VALLE	PIZARRO	LANTAS
40-41	846						
41-42	866						
42-43	865					412	
43-44	657					471	
44-45	372					724	
45-46	390					908	
46-47	326					536	
47-48	417					391	
48-49	953					231	
49-50			764	768	951	213	
50-51			395	409	167	615	825
51-52	761	859	597	858	743	295	385
52-53	377	363	662	728	467	708	800
53-54	988	1 120	742	1 212	779	245	416
54-55	429	383	358	409	377	648	673
55-56	467	569	431	641	452	374	417
56-57	685	798	353	614	489	298	536
57-58	1 809	699	716	1 438	861	455	591
58-59	676	629	638	1 336	688	636	813
59-60	743	984	678	1 297	511	759	871
60-61	963	886	1 861	1 262	1 885	1 144	635
61-62	781	898	378	968	584	1 887	1 858
62-63	812	762	528	883	787	1 342	468
63-64	1 838	917	688	988	899	1 889	564
64-65	484	548	478	591	561	1 555	947
65-66	1 281	974	649	1 311	1 221	828	553
66-67	696	688	373	922	545	1 391	877
67-68	837	728	388	899	628	978	819
68-69	638	698	538	692	1 113	1 127	571
69-70	989	893	764	881	1 113	398	588
70-71	593	674	738	915	1 887	1 288	415
71-72	588	738	385	384	1 491	732	734
72-73	628	891	958	789	1 864	1 988	487
73-74	249	812	1 120	1 880	1 481	1 251	713
74-75	691	886	567	717	1 707	736	1 188
75-76	888	948	55		1 842	1 398	322
76-77	745	797	1 845	374	2 141	1 225	788
77-78	658	1 875	735	916	938	1 784	982
78-79	637	1 158	585	866	856	1 198	749
79-80	988	1 181	684	945	1 391	1 848	884
80-81	929	1 382	833	1 897	1 612	2 218	718
81-82	763	818	681	936	765	1 891	562
82-83	758	881	722	887	765	1 867	541
83-84	856	995	781	818	812	1 584	746
84-85	995	1 819	953	969	1 627	1 472	848
85-86	492	638	596	772	617	1 418	575
86-87	1 821	1 252	1 891	1 177	1 216	2 219	896
87-88	1 143	1 258	1 185	1 185	1 369	1 788	1 311
88-89	629	746	396	586	558	953	578

Nota: en blanco sin registros

TABLA N° 9 - ESTACIONES PLUVIOMETRICAS CONTRASTADAS

Estación	Período
A. SARAVIA (PUEBLO)	(1940-41 a 88-89)
L. BUROCA	(1951-52 a 88-89)
P. CABADO	(1949-50 a 88-89)
GRAL. MOLLINEDO	(1949-50 a 88-89)
GRAL. PIZZARRO	(1941-42 a 88-89)
LAS LAJITAS	(1949-50 a 88-89)
RIO DEL VALLE	(1949-50 a 88-89)

Al comparar dos estaciones con el mismo régimen pluviométrico, con el instrumental instalado de acuerdo a las normas, se obtendría al contrastar, una recta; cuando hay un error de medición en una de las estaciones se produce un salto, mientras que si hay errores sistemáticos o bien son estaciones no comparables (distinto régimen de lluvias) hay quiebres continuos que denotan cambios de pendiente.

En el caso de la zona en cuestión, pese a ser estaciones cercanas; área relativamente pequeña y el régimen climático similar, este último factor se ve afectado por ser las lluvias principalmente convectivas y de ascenso orográfico; por lo tanto al ser fenómenos locales y aleatorios el contraste entre estaciones se ve un tanto dificultado, pudiendo aceptarse como buena estación a aquella que tenga algún tipo de quiebre pero no de gran magnitud.

El resultado cualitativo de los análisis de dobles masas se presentan en la tabla n° 11. Las figuras n° 2 a 17 presentan los gráficos correspondientes a los análisis por dobles masas para cada par de estaciones.

TABLA N° 11 - RESULTADOS CUALITATIVOS DEL ANALISIS DE DOBLES MASAS

ESTACION BASE	ESTACION COMPARADA
EL PIQUETE contraste por proximidad	PIQUETE CABADO: (1949 A 1972) buena alineación LAS LAJITAS: (1949 a 1972) buena alineación pero con pequeños saltos que que pueden ser considerados aceptables. CNEL. MOLLINEDO: (1949 a 1972) alineación inicial muy buena pero luego hay cambios de pendiente muy abruptos, no compatibles, para luego terminar con buena alineación.

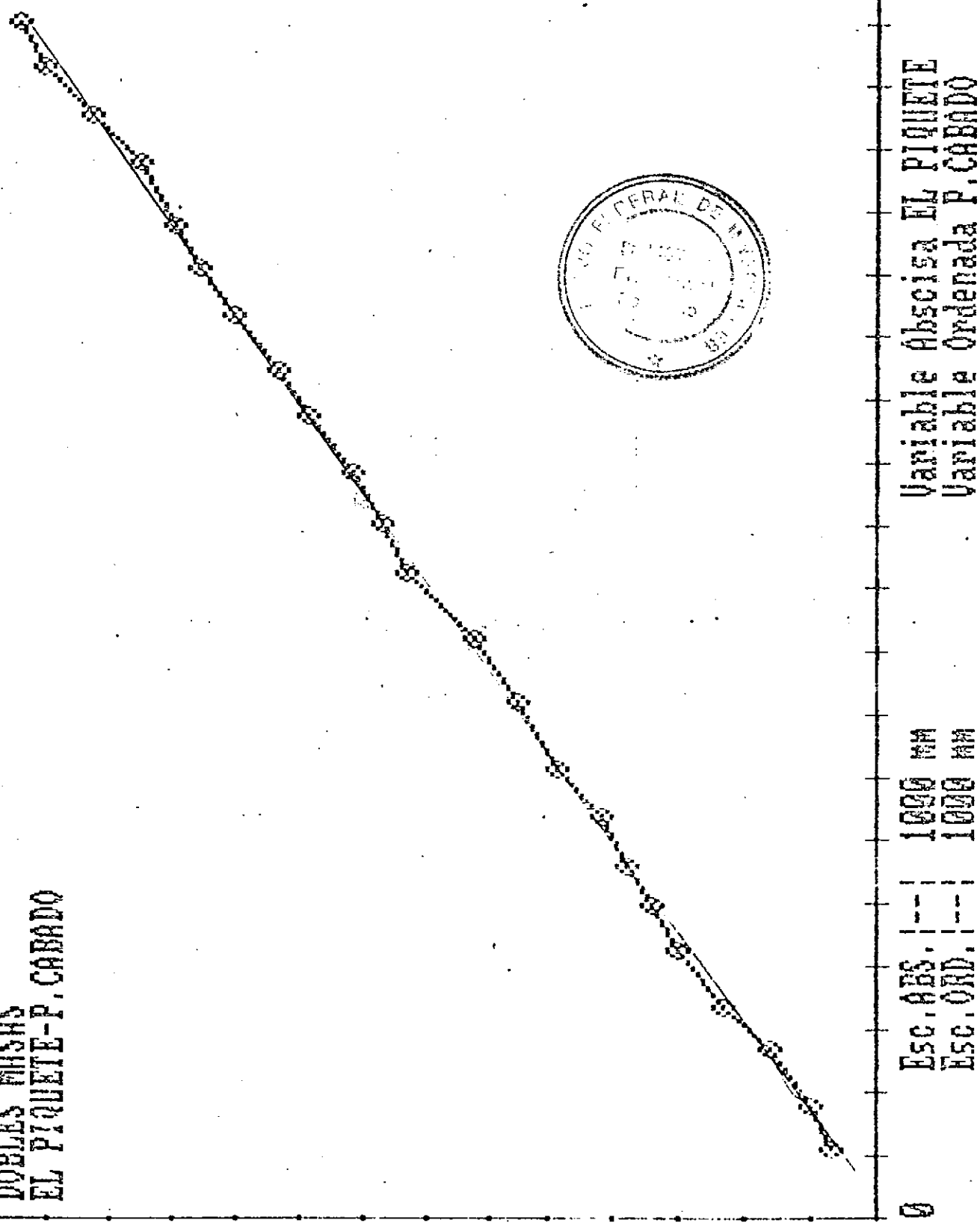
TABLA N°11 - RESULTADOS CUALITATIVOS DEL ANALISIS DE DOBLES MASAS

(continuación)

ESTACION BASE	ESTACION COMPARADA
<p>EL CEIBAL: saltando el ciclo 60-61 por carecer de la información, el contraste se hace por proximidad y para cubrir los ciclos faltantes en la anterior comparación.</p>	<p>PIQUETE CABADO: (1987 A 1989) buena alineación. LAS LAJITAS: (1967 a 1989) al decimo valor-ciclo 1976-77- presenta un salto indicativo con la misma pendiente. CNEL. MOLLINEDO: (1967 a 1989) buena alineación con cambios de pendiente aceptables.</p>
<p>SAN FERNANDO: se analizo el mismo periodo tratado con la est. El Ceibal, sin utilizar el ciclo 1980-81.</p>	<p>LAS LAJITAS: (1964-1989) presenta el mismo error puntual encontrado en el contraste con El Ceibal. CNEL. MOLLINEDO: (1967 a 1989) buena alineación. RIO DEL VALLE: (1967 a 1989) sin alineación por continuos cambios de pendiente.</p>
<p>A. SARAVIDA - AyEE</p>	<p>LUIS BURELA: (1952 a 1967) mala alineación con bruscos cambios de pendientes no aceptables. A. SARAVIDA FFCC (1952 a 1967) presenta un cambio de pendiente a partir del sexto año indicando un error sistemático no aceptable</p>
<p>EL SOMBRERO - BARRIALITO sin incluir el ciclo 1980-81.</p>	<p>LUIS BURELA (1976 a 1986) buena alineación. A . SARAVIDA FFCC (1976-1986) buena alineación</p>

De acuerdo a los resultados obtenidos se descartan por completo la estación Río del Valle y parcialmente Cnel. MOLLINEDO desde 1949 a 1967 y A. SARAVIDA FFCC desde 1940 a

**DOBLES MASAS
EL PIQUETE-P. CABADO**



Variable Abscisa EL PIQUETE
Variable Ordenada P. CABADO

FIGURA N°2 - Análisis de Dobles Masas: EL PIQUETE - P. CAVADO

**DOBLES MASAS
EL PIQUETE-LAJITAS**

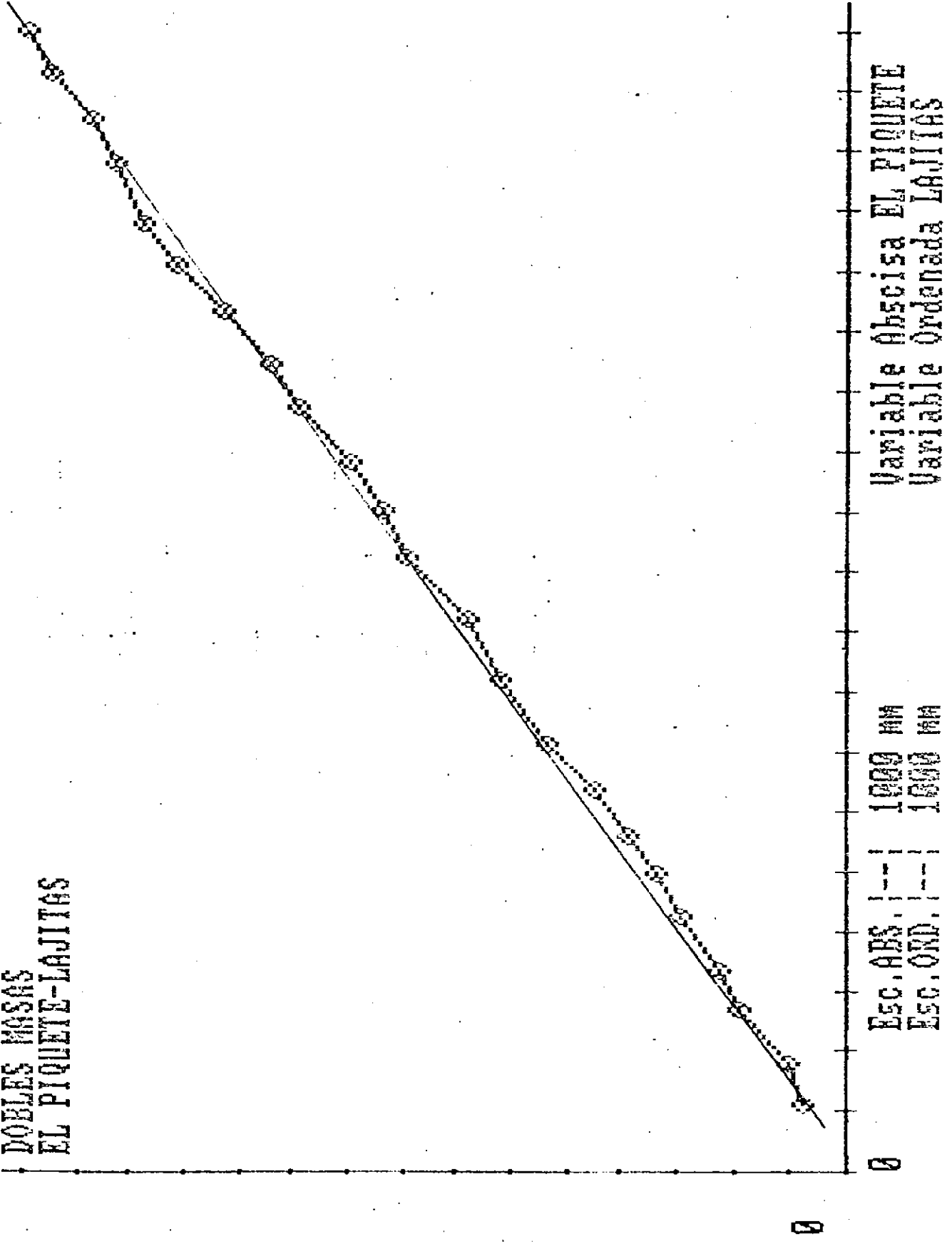


FIGURA N°3 - Análisis de Dobles Masas: EL PIQUETE - LAJITAS

DOBLES MASAS
EL PIQUETE-MOLLINADO

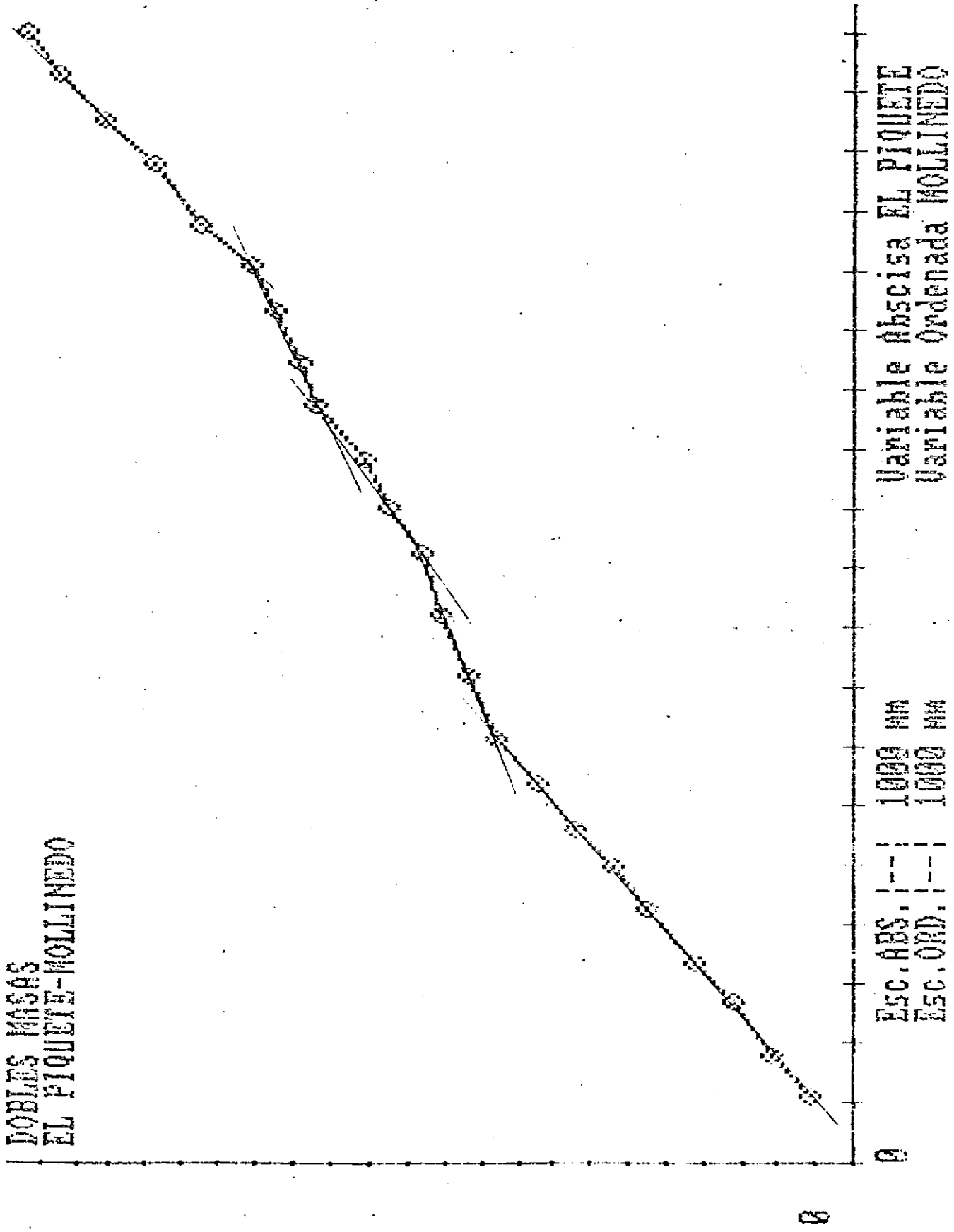


FIGURA N°4 - Análisis de Dobles Masas: EL PIQUETE - MOLLINADO

DOBLES MASAS
EL CEIBAL-P. CABADO

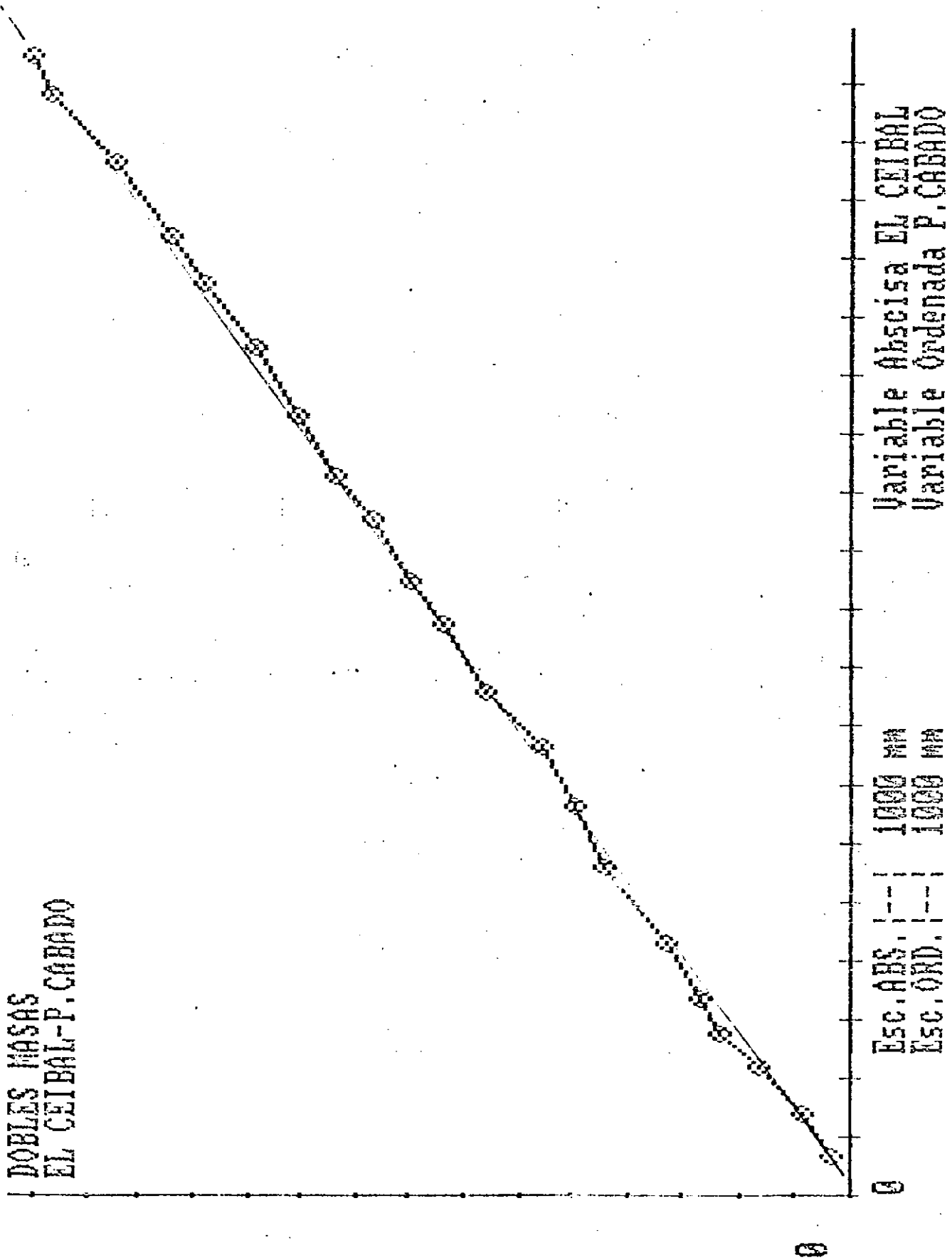


FIGURA N95 - Análisis de Dobles Mases: EL CEIBAL - P. CABADO

DOBLES MASAS
EL CEIBAL-LAJITAS

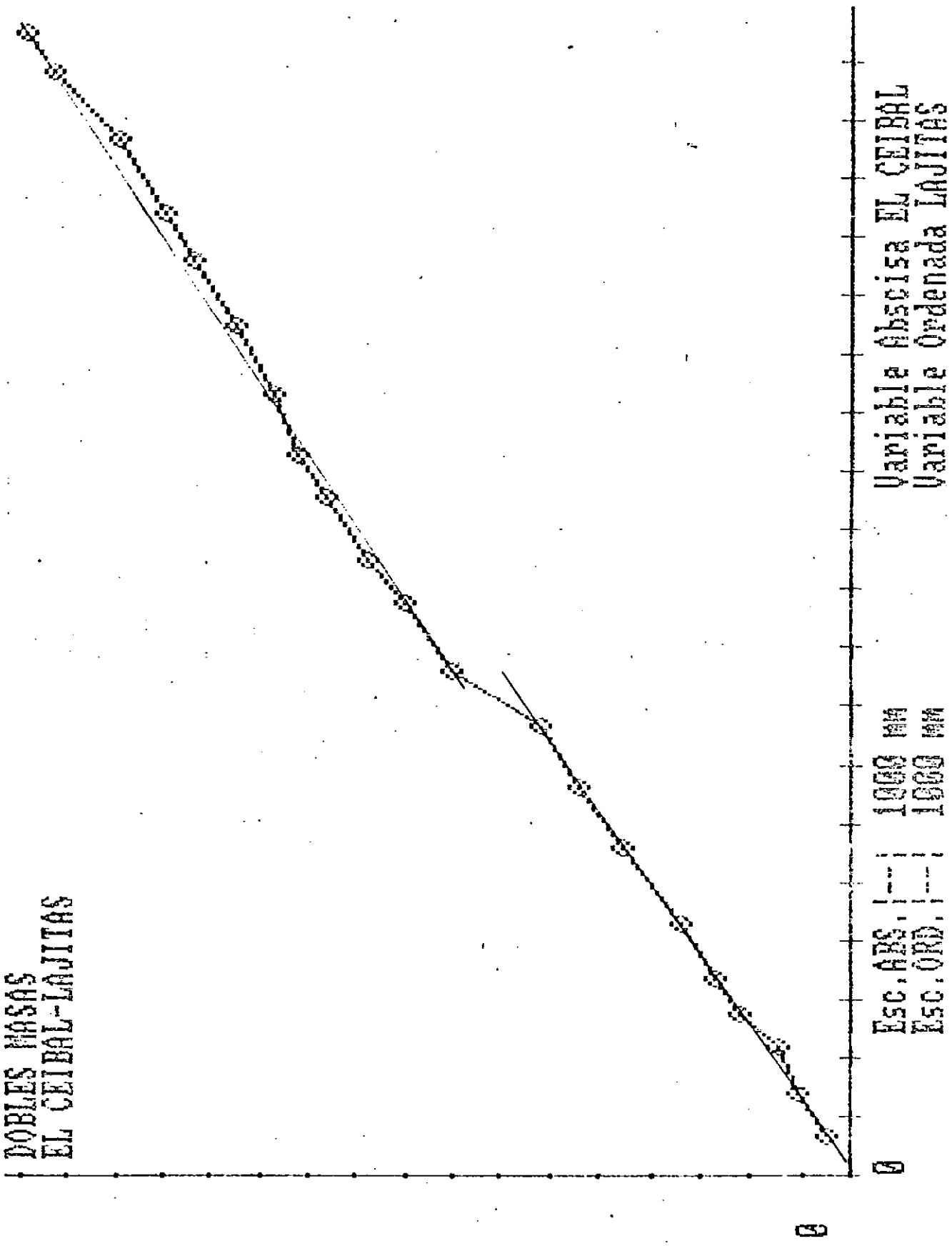


FIGURA No6 - Análisis de Dobles Masas: EL CEIBAL - LAJITAS

**DOBLES MASAS
EL CEIBAL-MOLLINEDO**

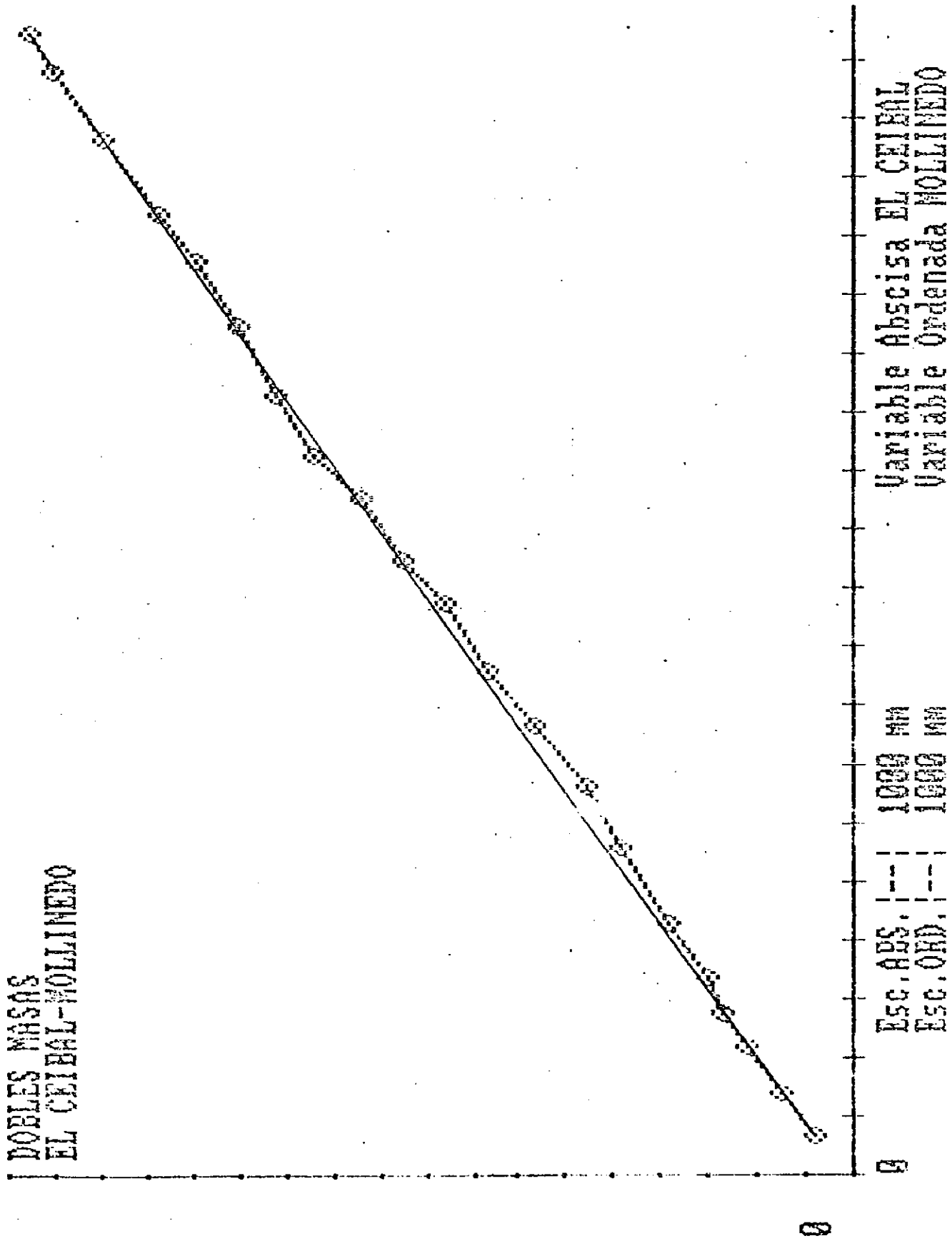


FIGURA N°7 - Análisis d: Dobles Masas: EL CEIBAL - MOLLINEDO

DOBLES MASAS
SAN FERNANDO-LAJITA

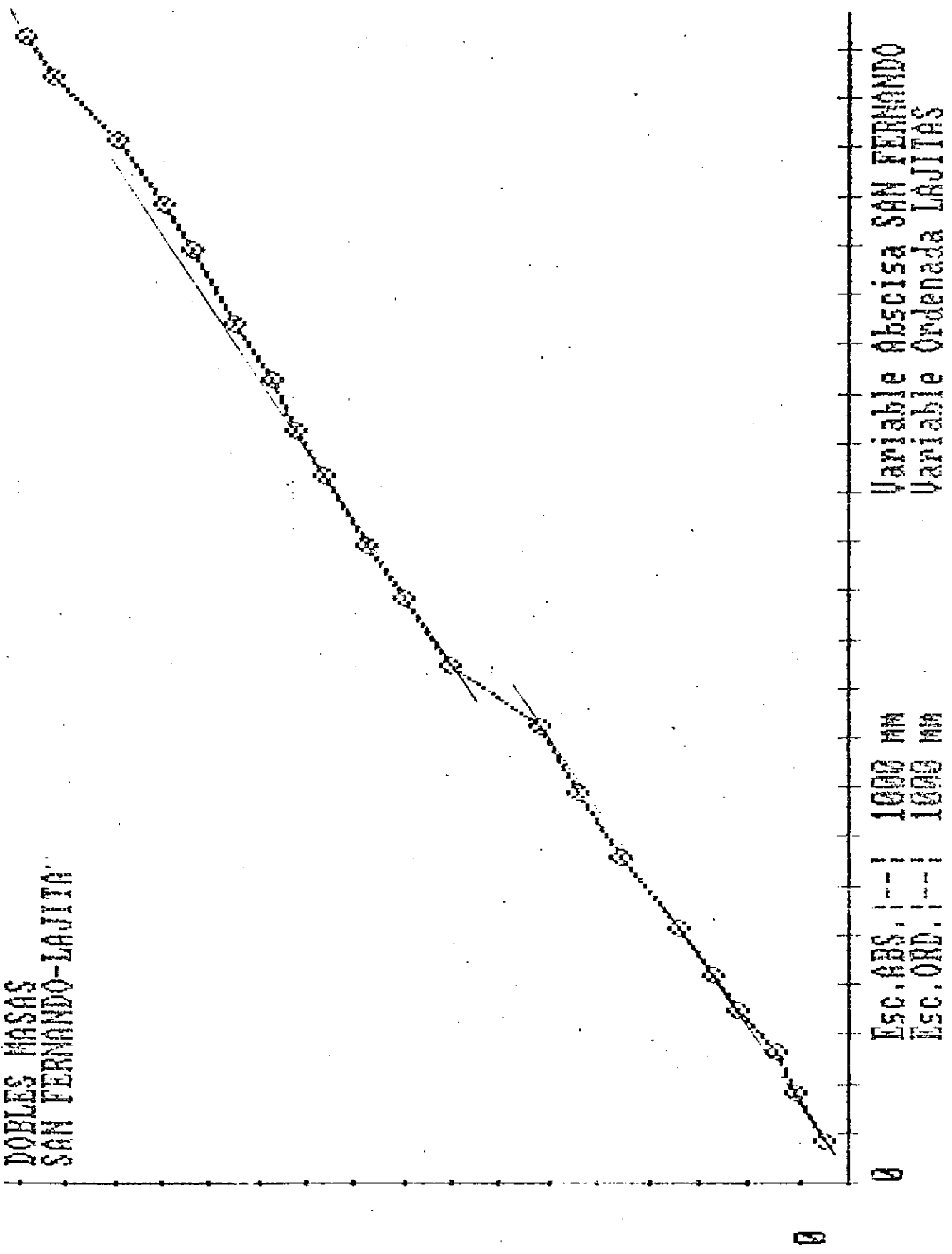


FIGURA N°2 - Análisis de Dobles Masas: SAN FERNANDO - LAJITAS

DOBLES MASAS
SAN FERNANDO-MOLLINEDO

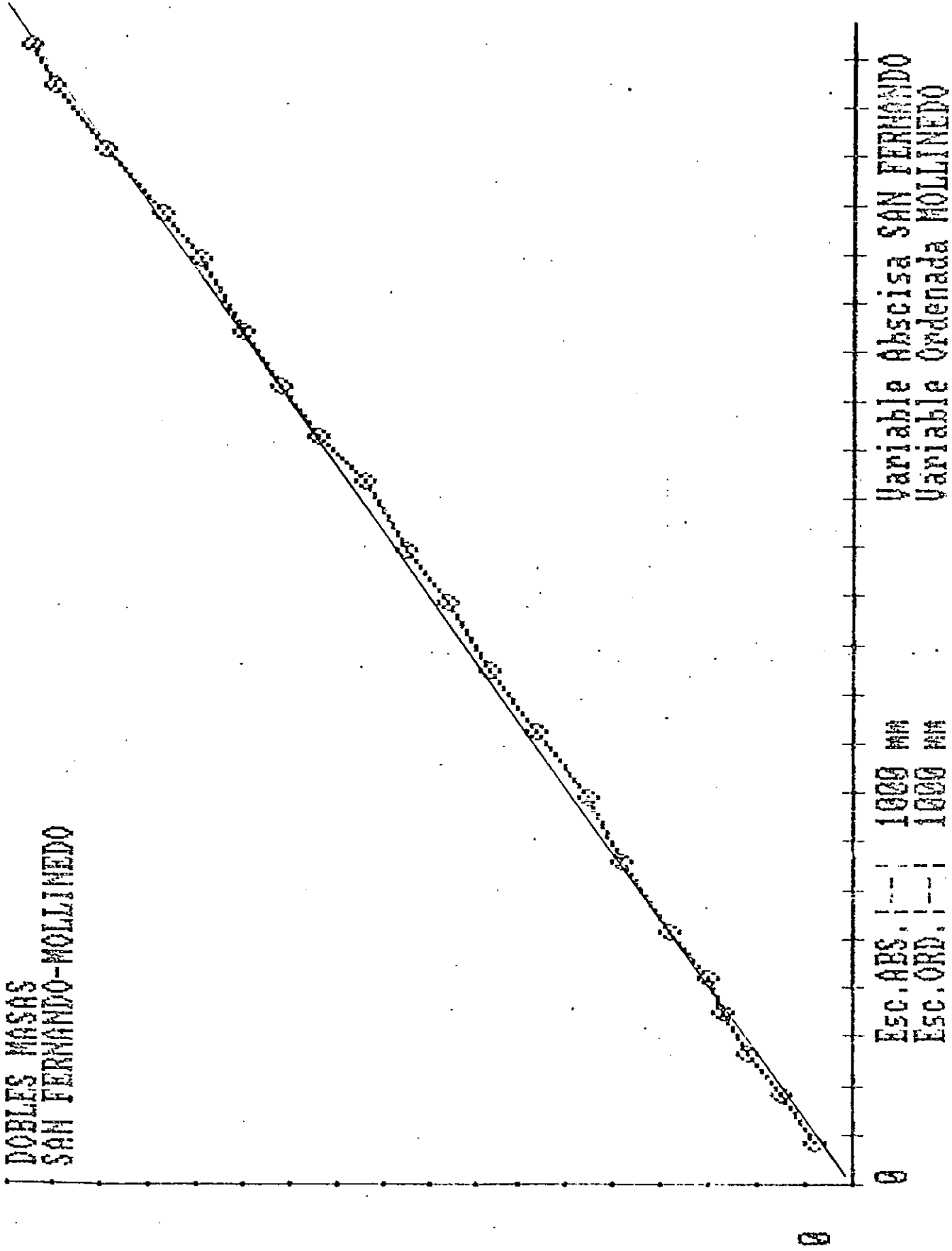


FIGURA N29 - Análisis de Dobles Masas: SAN FERNANDO - MOLLINEDO

DOBLES MASAS
SAN FERNANDO-R. DEL VALLE

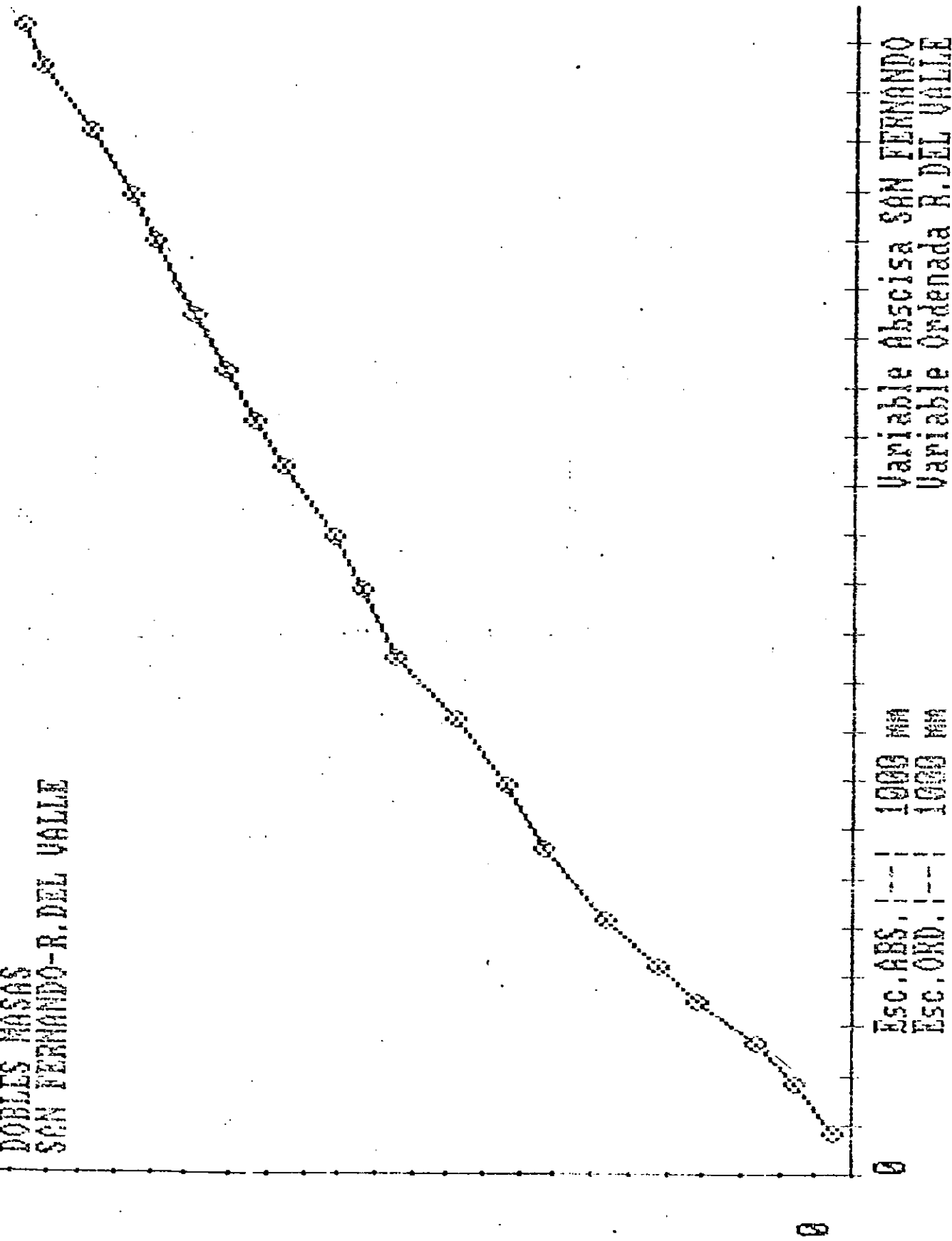


FIGURA N°10 - Análisis de Dobles Masas: SAN FERNANDO - R. DEL VALLE

DOBLES MASAS
SARAVIA AYEE-BURELA

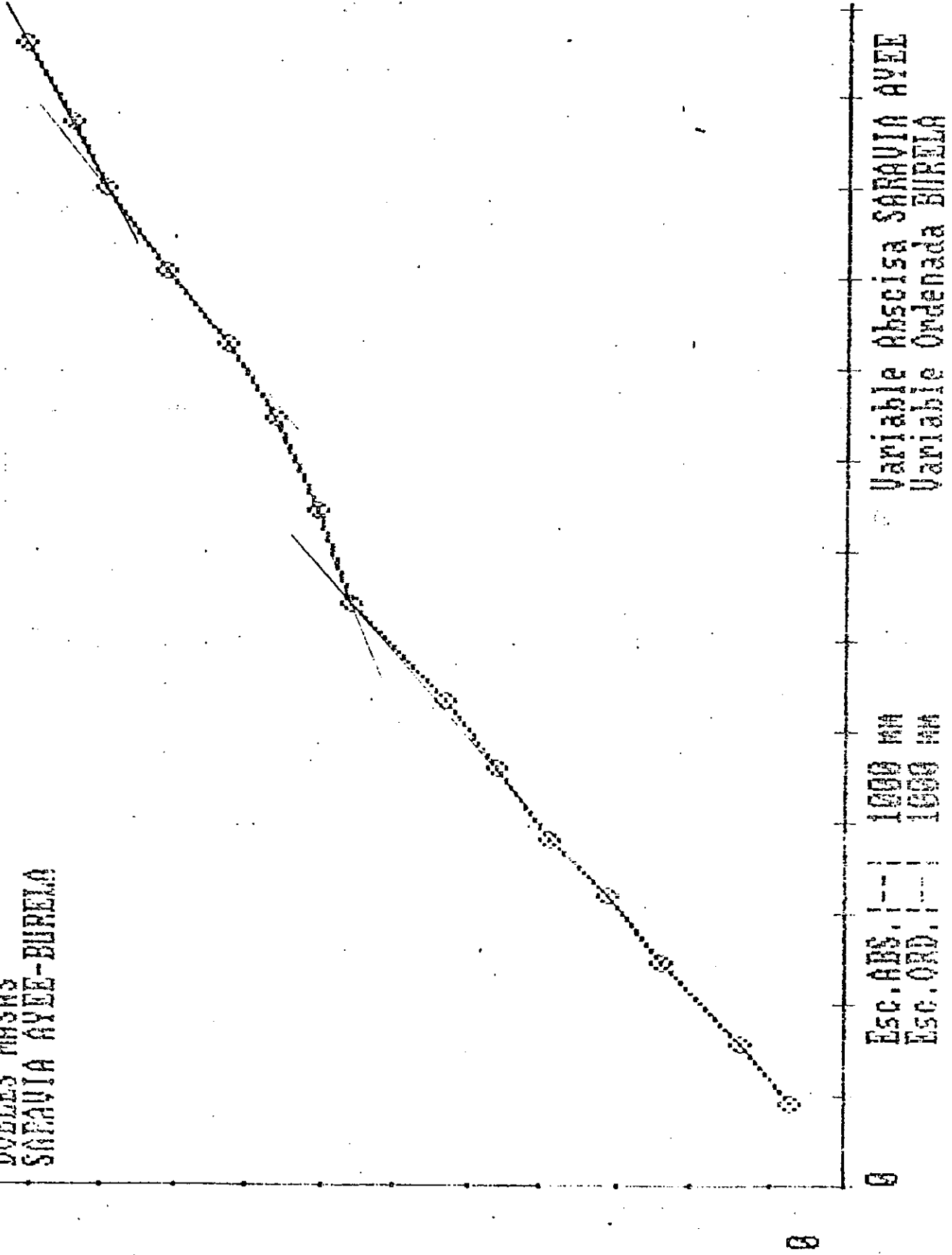
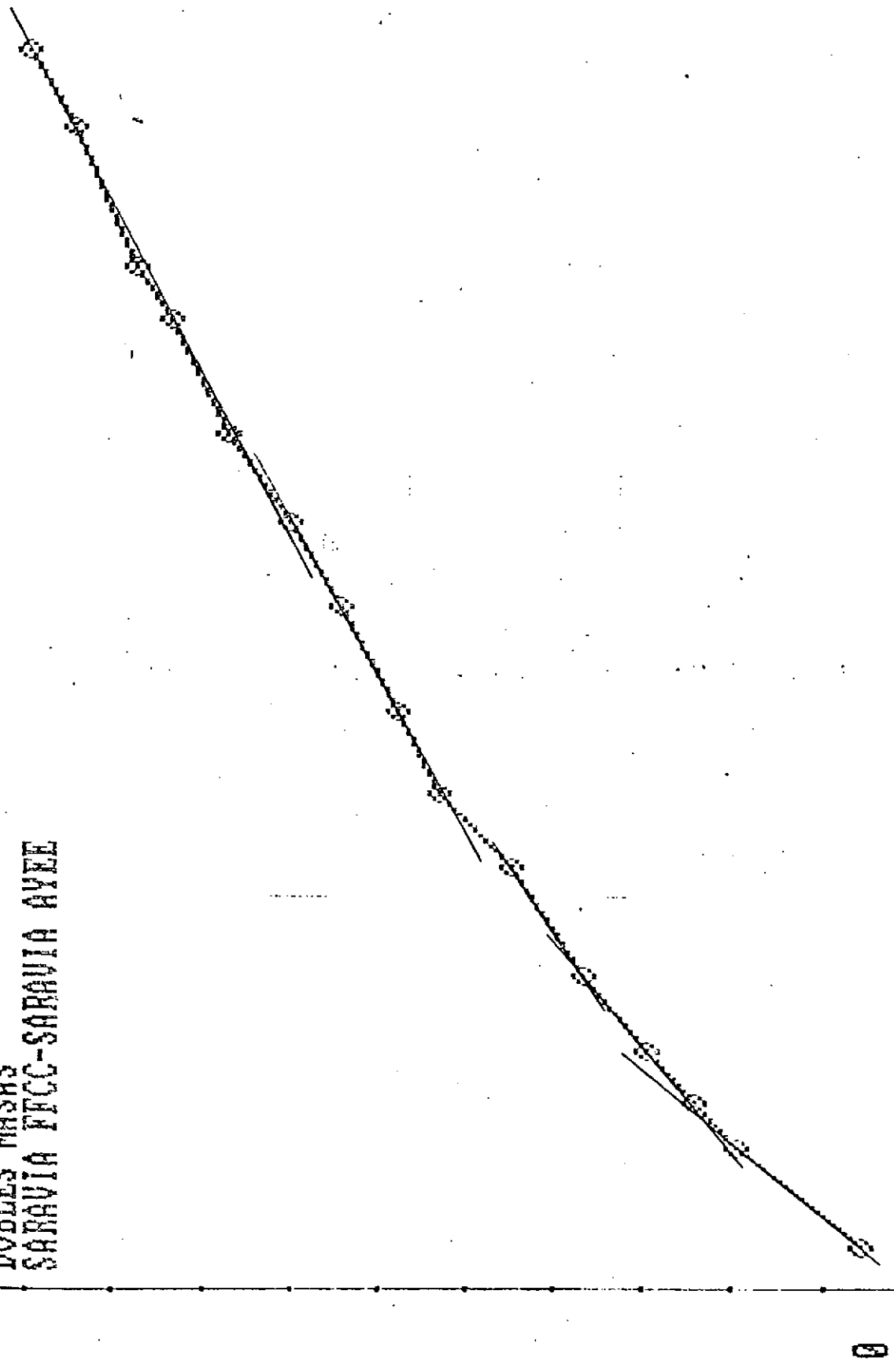


FIGURA N°11 - Análisis de Dobles Masas: SARAVIA AYEE - BURELA

DOBLES MASAS
SARAVIA FFCC-SARAVIA AYE



Esc. ABS. |---| 1000 MM
Esc. ORD. |---| 1000 MM

Variable Abscisa SARAVIA FFCC
Variable Ordenada SARAVIA AYE

FIGURA Nº12 - Análisis de Dobles Masas: SARAVIA FFCC - SARAVIA AYE

DOBLES MASAS
EL SOMBRERO-BURELA

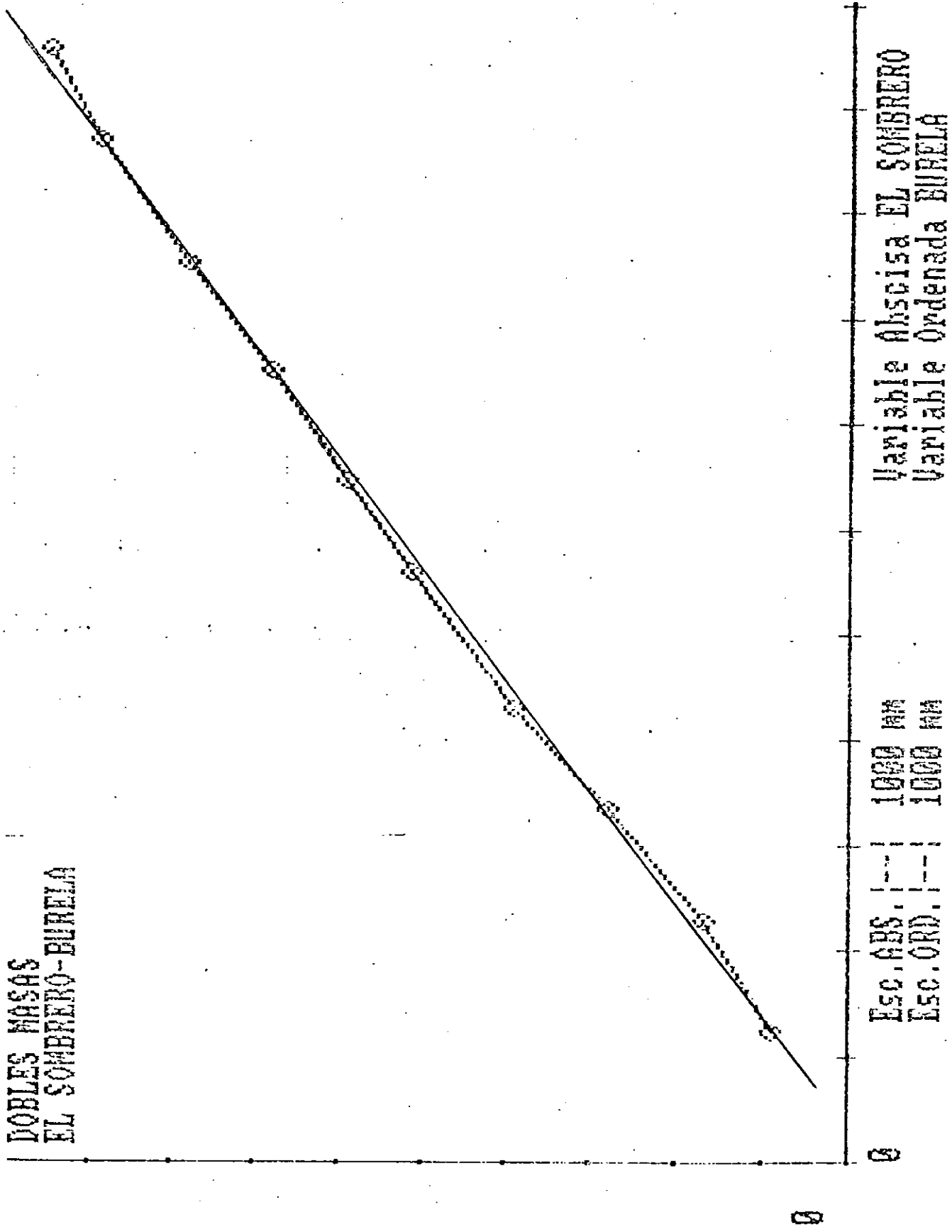


FIGURA N°13 - Análisis de Dobles Masas: EL SOMBRERO - BURELA

DOBLES MASAS
EL SOMBRERO-SARAVIA FC

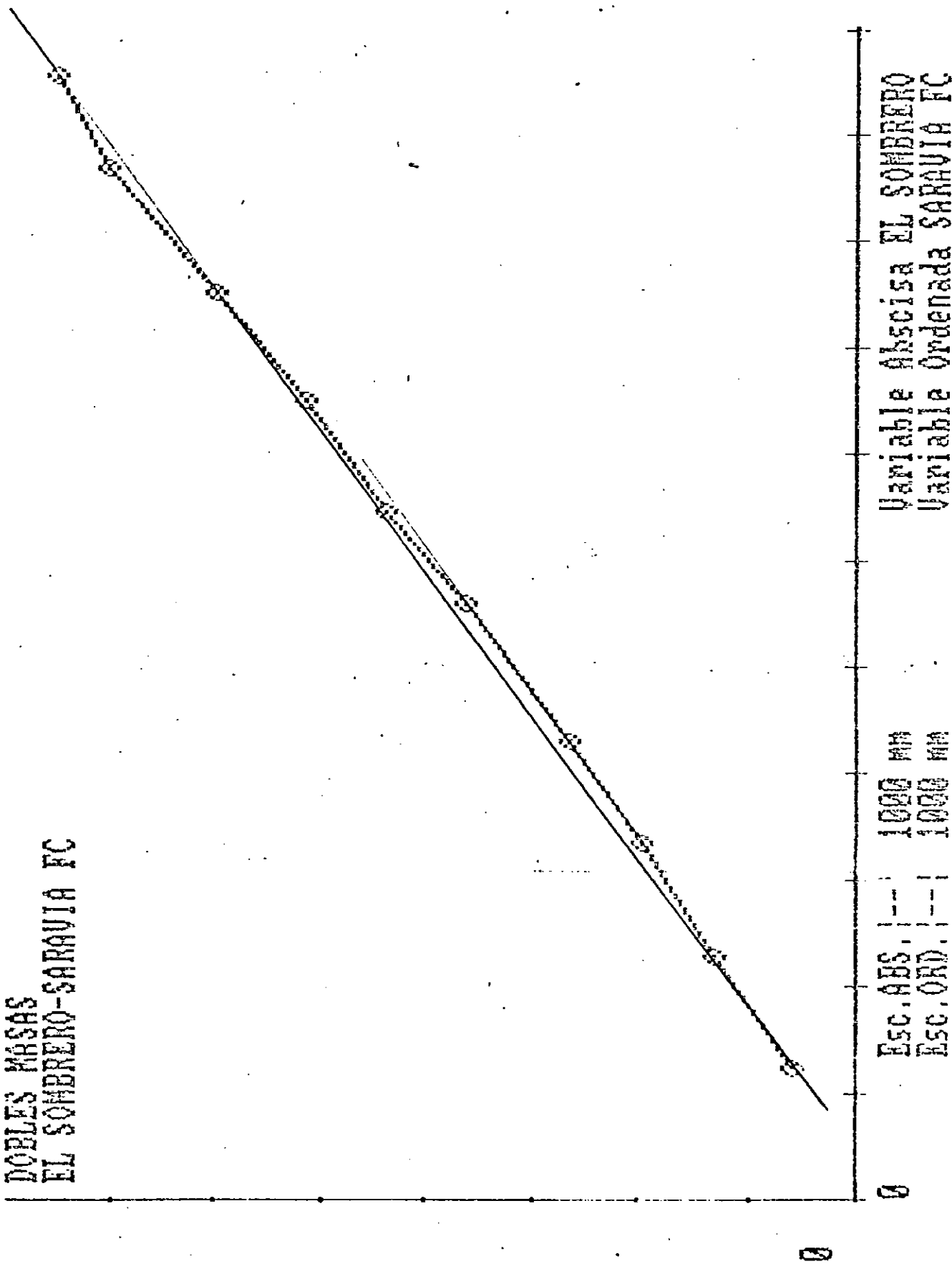


FIGURA N°14 - Análisis de Dobles Masas: EL SOMBRERO - SARAVIA FC

DOBLES MASAS
SAN FERNANDO-EL CEIBAL

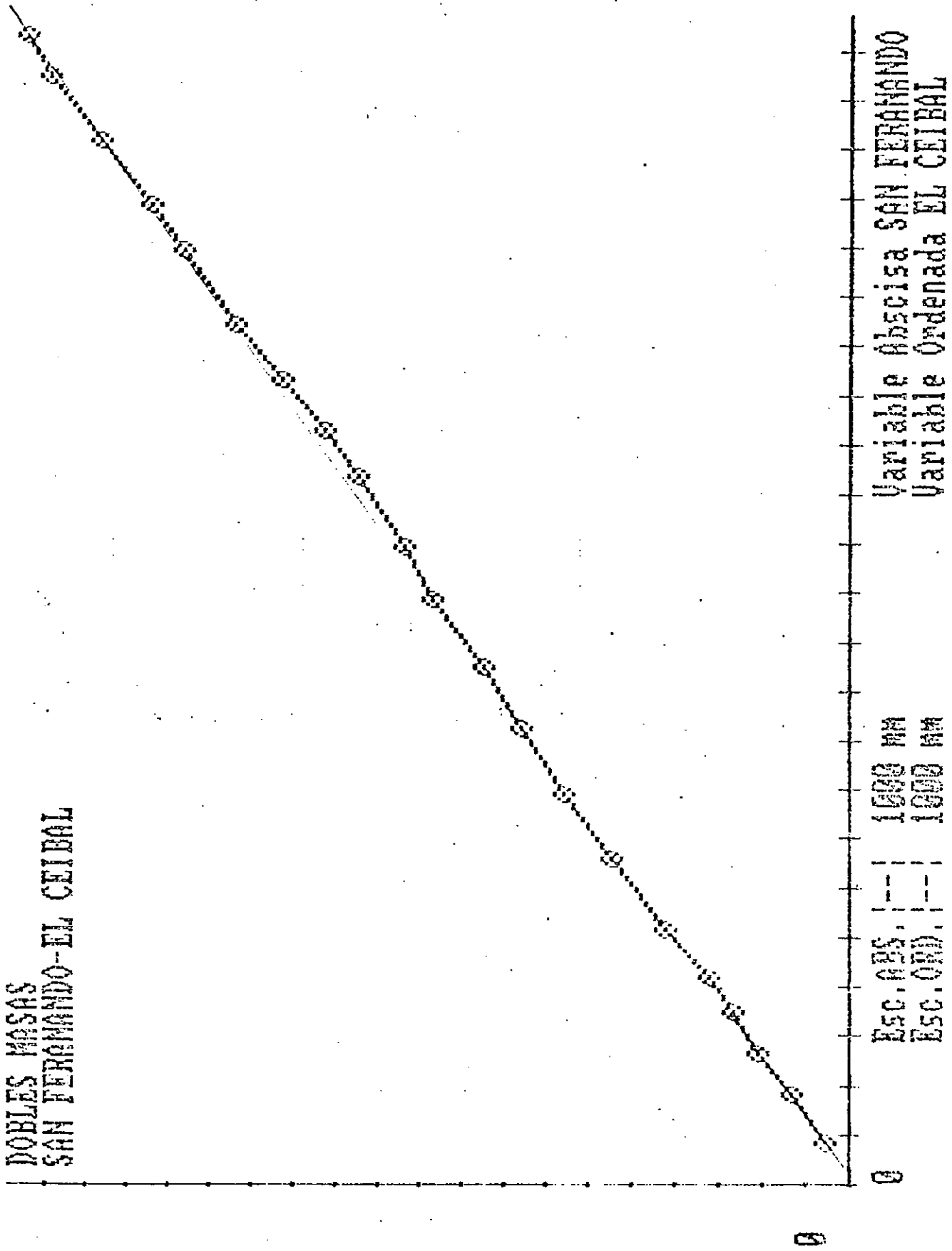
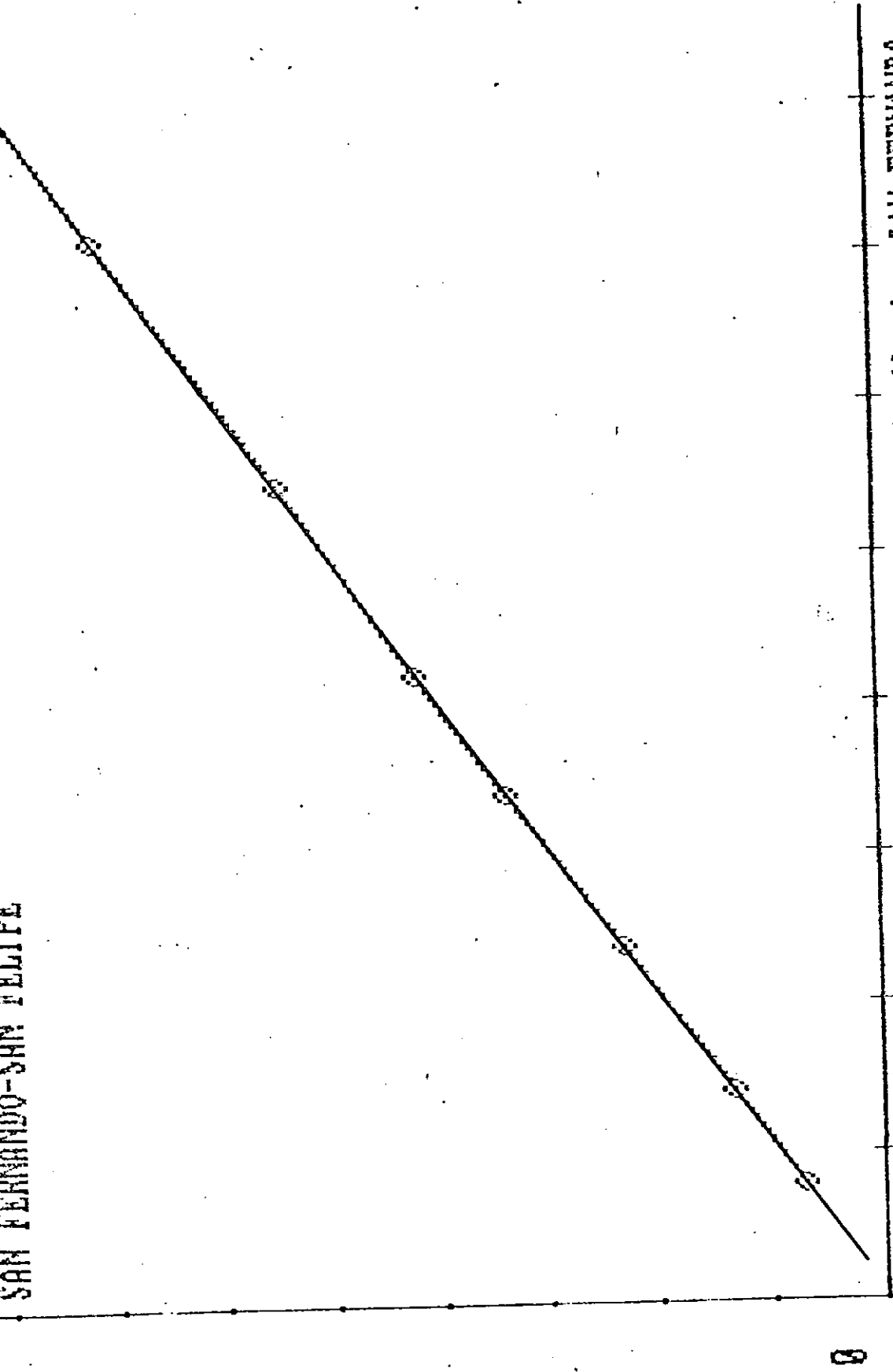


FIGURA Nº15 - a) Analisis de Dobles Masas: SAN FERNANDO - EL CEIBAL

SAN FERNANDO-SAN FELIPE



Variable Abcisa SAN FERNANDO
Variable Ordenada SAN FELIPE

Esc. ABS. |---| 1000 MM
Esc. ORD. |---| 1000 MM

FIGURA N°16 - Análisis de Dobles Masas: SAN FERNANDO - SAN FELIPE

FIGURA N°17 - Análisis de Dobles Masas: SAN FERNANDO - EL SOMBRERO

1967. Además se descarta la estación de Gral. PIZARRO por notar a simple vista gruesos errores sistemáticos y puntuales.

4.1.2 CORRECCIÓN DE ERRORES Y RELLENAMIENTO DE SERIES

Para completar la información faltante o corregir errores puntuales se ponderan resultados obtenidos con la técnica de Dobles Masas y correlaciones entre estaciones.

Para completar el año 1980-81 en las denominadas estaciones base se realizaron correlaciones con Las Lajitas llegando a los siguientes resultados.

SAN FERNANDO	=	1061	mm
EL CEIBAL	=	869	mm
EL SOMBRERO	=	975	mm
SAN FELIPE	=	1095	mm

Para rellenar la información faltante entre San Felipe y El Sombrero se procedió a determinar la relación entre éstas y San Fernando y correlacionar con distintas estaciones promediando los resultados.

Se intentó extender la serie El Piquete pero fué imposible debido a que no se obtuvieron buenas correlaciones.

Los resultados finales luego del desecho, corrección y extensión se presentan en la tabla n° 12, donde las correcciones y rellenos se indican con un asterisco.

4.1.3 PARAMETROS ESTADISTICOS

Para informar los resultados en función de las series descartadas y rellenas se tomó una longitud de estudio 1967-68 a 1988-89 22 años completos, además como marco de referencia para un análisis histórico se utilizaron dos estaciones Piquete Cabado y Las Lajitas con 40 años de 1949-50 a 1988-89.

Los estadísticos que se han calculado para las distintas estaciones son:

- Media aritmetica,
- Desvio standard,
- Coeficiente de variación,
- Asimetría

La Tabla n° 13 presenta las estadísticas anuales para cada estación analizada, pudiendo observarse coeficientes de variación y asimetrías relativamente bajos principalmente en la parte alta de la cuenca, donde el primero oscila entre el 17 y 21%, y la asimetría entre 0,02 y 0,14, estos dos parámetros se incrementan en la parte baja de la cuenca porque está mas expuesta a los fenómenos convectivos locales pasajeros o de borde. A medida que se sube por la cuenca las lluvias son principalmente orográficas abarcando áreas mas grandes y más

Tabla Nº12 - SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIONES ANUALES VERIFICADAS Y CORREGIDAS.

PRECIPITACIONES ANUALES VERIFICADAS Y CORREGIDAS
(Ciclo Hidrológico SET-AGO)

CICLO	EL PIQUETE	EL CEIBAL	P.CABADO	S.FERNANDO	MOLLINEDO	LAJITAS
45-46	844					
46-47	526					
47-48	492					
48-49	653					
49-50	1 115		764			825
50-51	666		385			305
51-52	987		597			888
52-53	688		662			416
53-54	888		742			673
54-55	727		358			417
55-56	622		431			536
56-57	776		353			591
57-58	758		716			813
58-59	1 078		638			871
59-60	1 007		678			635
60-61	1 037		1 061			1 058
61-62	803		378			488
62-63	811		528			564
63-64	905		658			947
64-65	724		478			553
65-66	869		648			872
66-67	748		573			819
67-68	688	668	389	848	899	571
68-69	1 014	726	538	998	692	588
69-70	736	786	764	832	681	415
70-71	798	595	738	814	515	734
71-72	691	598	355	743	384	467
72-73		931	558	948	789	713
73-74		1 297	1 128	1 406	1 885	1 166
74-75		1 034	567	1 317	717	833
75-76		1 007	618	1 361	1 115	845
76-77		947	1 045	1 232	974	926 *
77-78		1 156	735	1 385	916	992
78-79		927	583	1 012	888	747
79-80		1 084	684	1 427	945	884
80-81		869 *	833	1 061 *	1 097	718
81-82		748	681	912	936	562
82-83		1 013	722	1 043	887	541
83-84		1 168	781	1 119	818	746
84-85		1 121	953	1 518	969	848
85-86		788	596	987	779	575
86-87		1 260	1 091	1 388	1 177	996
87-88		1 176	1 135	1 388	1 135	1 311
88-89		658	396	839	586	578

Nota: * dato extendido o corregido por error puntual

Tabla Nº12 - SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIONES ANUALES VERIFICADAS Y CORREGIDAS (continuación).

PRECIPITACIONES ANUALES VERIFICADAS Y CORREGIDAS
(Ciclo Hidrológico SET-AGO)

CICLO	S.FELIPE	EL SOMBRERO	BURELA	SARAVIA AYE	SARAVIA FC
45-46					
46-47					
47-48					
48-49					
49-50					
50-51					
51-52					
52-53				669	
53-54				1 295	
54-55				501	
55-56				539	
56-57				688	
57-58				819	
58-59				827	
59-60				461	
60-61				656	
61-62				581	
62-63				688	
63-64				650	
64-65				398	
65-66				711	
66-67				567	
67-68	771	791 *	728		837
68-69	638	928 *	698		837
69-70	968	758 *	893		630
70-71	1 025	772 *	674		595
71-72	806	698 *	730		589
72-73	1 291	878 *	891		628
73-74	1 637	1 284 *	892		949
74-75	1 009	1 140 *	886		691
75-76	1 316 *	1 248	948		609
76-77	1 216 *	1 047	797		743
77-78	1 384 *	1 063	1 075		658
78-79	1 092 *	942	1 158		637
79-80	1 384 *	1 294	1 181		788
80-81	1 095 *	975 *	795 *		629
81-82	945 *	868	818		763
82-83	1 122 *	1 058	881		758
83-84	1 228 *	996	995		856
84-85	1 488 *	1 167	1 019		995
85-86	956 *	868	638		492
86-87	1 343 *	1 134 *	1 252		1 821
87-88	1 351 *	1 142 *	1 056		1 140
88-89	965 *	784 *	746		629

TABLA Nº13 - Estadísticos de las Series de Precipitaciones
Anuales para cada Estación.

ESTADÍSTICOS MUESTRALES: LAS LAJITAS 49 a 89

VARIABLE ALEATORIA :PREC.ANUAL

MEDIA ARITMETICA= 720	DESUDIO ESTANDART= 213.27
COEF. VARIACION = 30.3	COEF. ASIMETRIA = .4538

ESTADÍSTICOS MUESTRALES: LAS LAJITAS 67 a 89

VARIABLE ALEATORIA :PREC ANUAL

MEDIA ARITMETICA= 756.36	DESUDIO ESTANDART= 222.92
COEF. VARIACION = 29.4	COEF. ASIMETRIA = .7621

ESTADÍSTICOS MUESTRALES: SAN FELIPE 67 a 89

VARIABLE ALEATORIA :PREC.ANUAL

MEDIA ARITMETICA= 1128.45	DESUDIO ESTANDART= 248.53
COEF. VARIACION = 22	COEF. ASIMETRIA = -.0556

ESTADÍSTICOS MUESTRALES: EL SOMBRERO 67 a 89

VARIABLE ALEATORIA .PREC.ANUAL

MEDIA ARITMETICA= 587.0899	DESUDIO ESTANDART= 128.04
COEF. VARIACION = 17.6	COEF. ASIMETRIA = .0279

ESTADÍSTICOS MUESTRALES: BURELA 67 a 89

VARIABLE ALEATORIA :PREC ANUAL

MEDIA ARITMETICA= 573.41	DESUDIO ESTANDART= 108.47
COEF. VARIACION = 19.3	COEF. ASIMETRIA = -.3138

ESTADÍSTICOS MUESTRALES: SARAVIA FFCO 67 a 89

VARIABLE ALEATORIA :PREC ANUAL

MEDIA ARITMETICA= 774.64	DESUDIO ESTANDART= 176.64
COEF. VARIACION = 22.8	COEF. ASIMETRIA = .4103

TABLA Nº13 (continuación)

ESTADISTICOS MUESTRALES: EL CEIBAL 67 a 89

VARIABLE ALEATORIA :PREC.ANUAL

MEDIA ARITMETICA= 923.86 DESVIO ESTANDART= 221.22
COEF. VARIACION = 23.9 COEF. ASIMETRIA = .0501

ESTADISTICOS MUESTRALES: P.CABADO 49 a 89

VARIABLE ALEATORIA :PREC.ANUAL

MEDIA ARITMETICA= 664.03 DESVIO ESTANDART= 217.09
COEF. VARIACION = 32.6 COEF. ASIMETRIA = .615

ESTADISTICOS MUESTRALES: P.CABADO 67 a 89

VARIABLE ALEATORIA :PREC.ANUAL

MEDIA ARITMETICA= 722.64 DESVIO ESTANDART= 229.84
COEF. VARIACION = 31.8 COEF. ASIMETRIA = .4841

ESTADISTICOS MUESTRALES: SAN FERNANDO 67 a 89

VARIABLE ALEATORIA :PREC.ANUAL

MEDIA ARITMETICA= 1107.05 DESVIO ESTANDART= 240.83
COEF. VARIACION = 21.7 COEF. ASIMETRIA = .1473

ESTADISTICOS MUESTRALES: MOLLINEDO 67 a 89

VARIABLE ALEATORIA :PREC.ANUAL

MEDIA ARITMETICA= 851 DESVIO ESTANDART= 210.07
COEF. VARIACION = 24.6 COEF. ASIMETRIA = -.5256

persistentes en el tiempo.

Comparando en Piquete Cabado y Las Lajitas los resultados de las series de 40 y 22 años hay una diferencia entre medias bastante importante, siendo los valores de los segundos mas altos (tabla n° 14).

Graficando para ambas la relación Precipitación anual dividida por la Precipitación media (Figuras n° 18 y 19) se pueden apreciar dos valles importantes en los años 52 a 57 y 67 a 69 con alternancia de valores bajos y altos y grandes picos en los años 60-61, del 73 a 78 del 83-85 y el 87-88 registrándose un descenso brusco en 1989, por lo tanto los años analizados 67 al 89 son basicamente húmedos con un solo ciclo seco de magnitud y dos ciclos lluviosos de mayor longitud; los máximos absolutos se presentaron cada 13 años en ambos casos.

TABLA N°14- COMPARACION ENTRE MEDIAS ARITMETICAS ANUALES PARA DIFERENTES SUBPERIODOS. ESTACIONES LAS LAJITAS y PIQUETE CABADO

	LAS LAJITAS	PIQUETE CABADO
MEDIA 40 años 49-50 a 88-89	720	664,0
MEDIA 18 años 49-50 a 66-67	645,3	590,7
MEDIA 22 años 67-68 a 88-89	756,4	722,6

4.1.4 ESTUDIO PROBABILISTICO DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES

Para determinar si la longitud de las series es suficiente para el cálculo de probabilidades se utiliza el Error medio de la Media aritmética (Ex) y el Error relativo medio Cuadrático del coeficiente de variación (Ec).

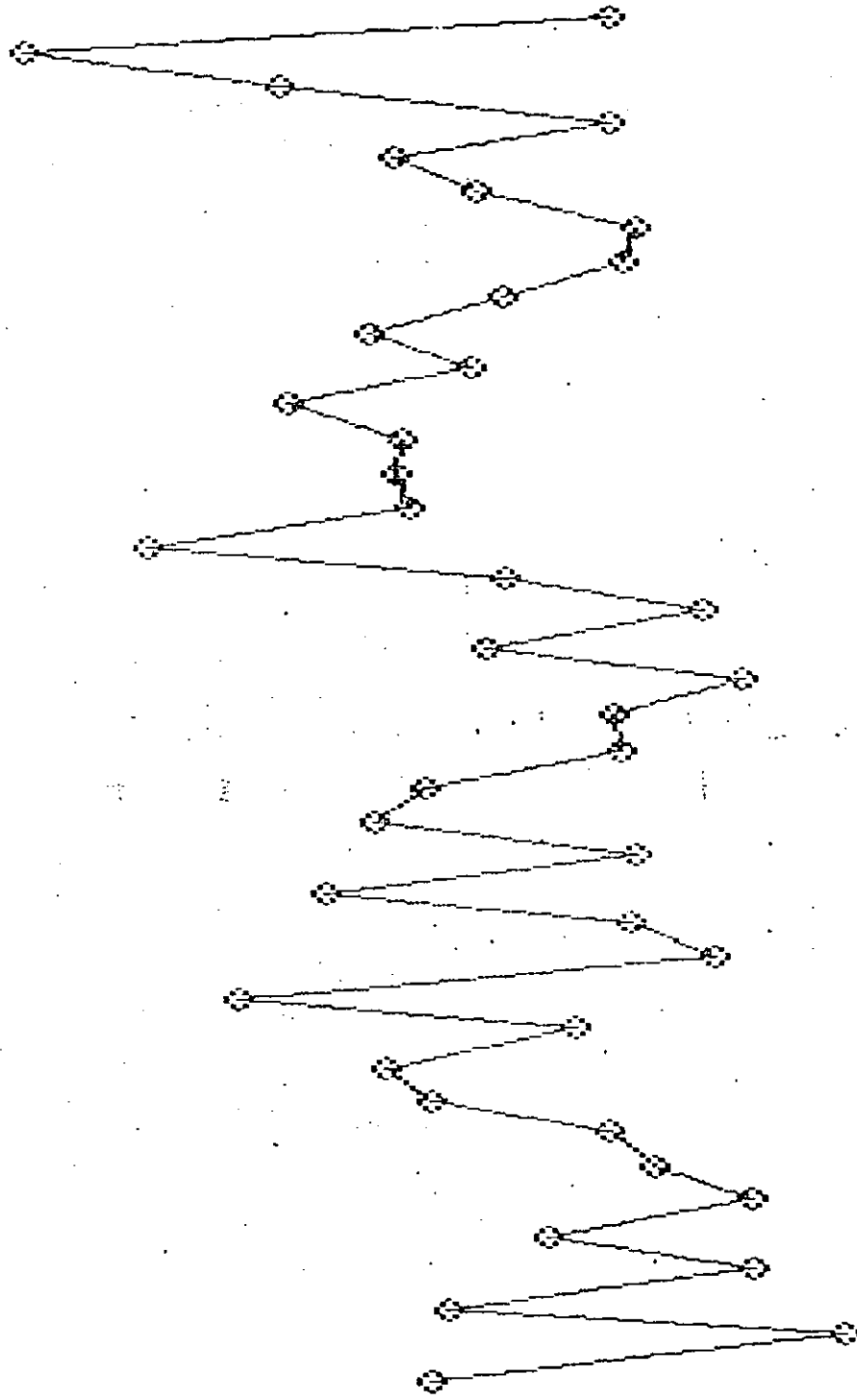
$$Ex (\%) = \frac{100 \cdot Cv}{\sqrt{n}} \quad Ex < 10 \%$$

$$Ec (\%) = \frac{\sqrt{1 + Cv^2}}{\sqrt{2n}} \quad Ec < 15 \%$$

donde:

Cv: coeficiente de variación

VARIACION CRONOLOGICA DE LLUVIAS ANUALES LAJITAS

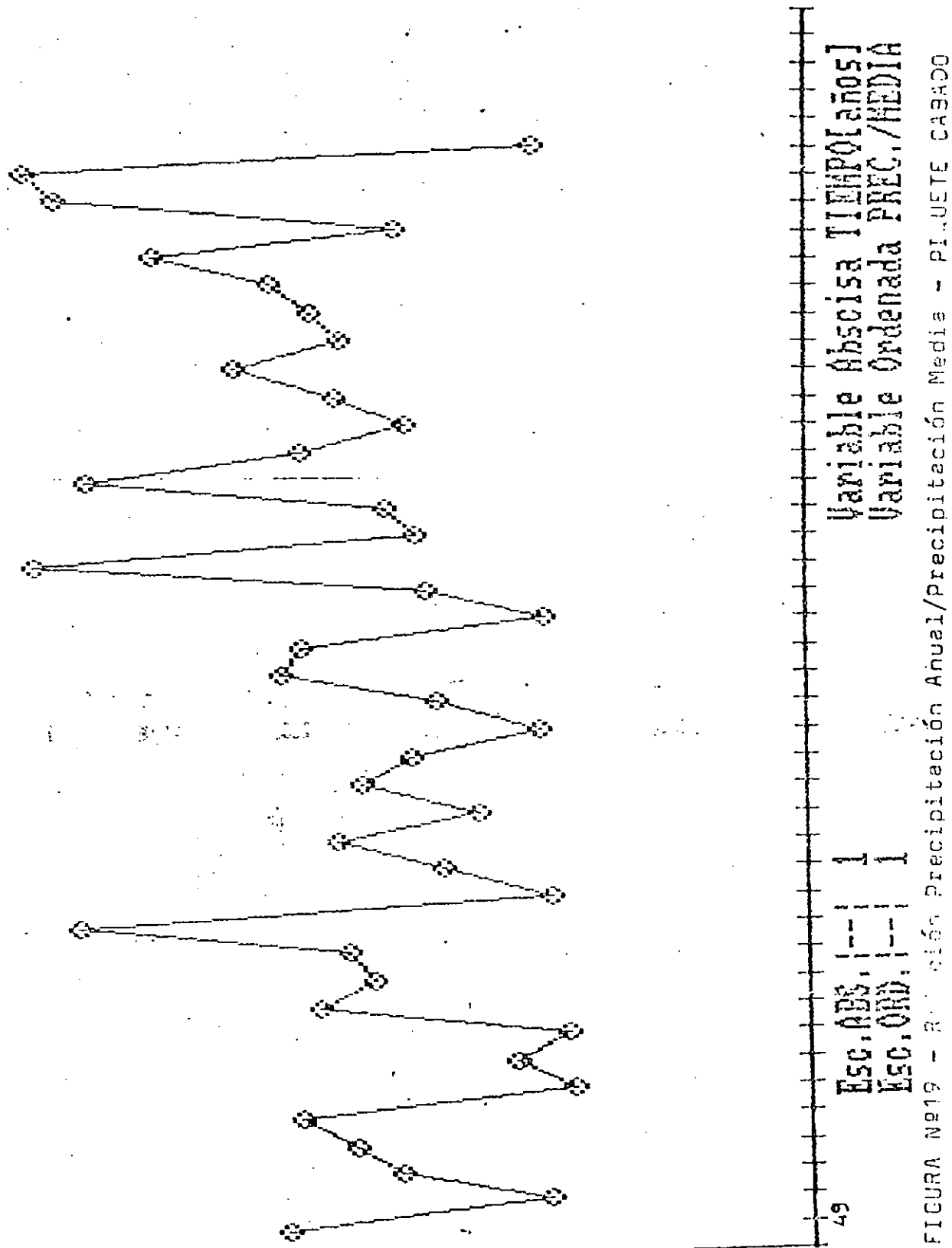


Variable Abscisa TIEMPO [años]
Variable Ordenada PREC./MEDIA

Esc. ABS. |---| 1
Esc. ORD. |---| 1

FIGURA No 18 - Variación Precipitación Anual/Precipitación Media - LAS LAJITAS

VARIACION CRONOLOGICA DE LLUVIAS ANUALES P. CABADO



n : longitud de la muestra

Según los resultados (Tabla nº 15) el Ex está por debajo del mínimo mientras que el Ec está en el límite o apenas por arriba pudiendo asumirse que las muestras de 22 años son aptas para ser tratadas probabilísticamente.

TABLA Nº15 - ERROR MEDIO DE LA MEDIA ARITMETICA Y ERROR MEDIO CUADRATICO DEL COEFICIENTE DE VARIACION PARA CADA ESTACION CONSIDERADA

ESTACION	N	Ex	Ec
EL CEIBAL	22	5	15,6
PIQUETE CABADO	22	7	16,1
SAN FERNANDO	22	5	15,7
CNEL.MOLLINEDO	22	5	15,6
LAS LAJITAS	22	6	16,1
SAN FELIPE	22	5	15,6
EL SOMBRERO	22	4	15,6
BURELA	22	4	10,7
SARAVIA FFCC	22	5	15,1

El estudio probabilístico consiste en aproximar la serie muestral a una población mediante una función teórica, ordenando la muestra de menor a mayor y asignando una frecuencia experimental.

$$F(x) = P(X < x_i) = \frac{i}{n+1}$$

i: n° de orden

n: longitud de la serie

El ajuste se verificó en forma visual y por medio del Test de Kolmogorov.

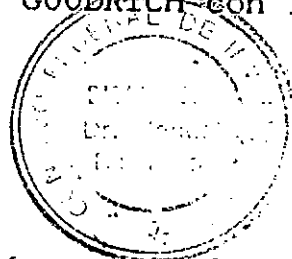
$$Z = \text{Máxima } |F(x) - F(x)|$$

c

Las funciones teóricas encontradas que mejor representan a las muestras son: (a) FISHER-TIPPET y (b) GOODRICH con las siguientes expresiones:

$$a) F(x) = 1 - \text{EXP} [- |(x - \mu)/\beta|^\alpha]$$

$$b) F(x) = 1 - \text{EXP} [-A (x - x_1)^{1/n}]$$



Los resultados que se resumen a continuación pudiendo, en gráficos adjuntos, apreciar el ajuste.

EL CEIBAL (b)

$n = 0,289$ $A = 9,88 \text{ E-}11$ $x_1 = 217,39$ $Z_c = 0,11$ (Fig.20)

PIQUETE CABADO (b)

$n = 0,426$ $A = 3,47 \text{ E-}7$ $x_1 = 216,77$ $Z_c = 0,08$ (Fig.21)

SAN FERNANDO (b)

$n = 0,325$ $A = 1,41 \text{ E-}9$ $x_1 = 434,23$ $Z_c = 0,132$ (Fig.22)

CNEL. MOLLINEDO (a)

$\alpha = 4,878$ $\beta = 932,69$ $\mu = 50,09$ $Z_c = 0,065$ (Fig.23)

LAS LAJITAS (b)

$n = 0,551$ $A = 1,58 \text{ E-}5$ $x_1 = 362,67$ $Z_c = 0,107$ (Fig.24)

SAN FELIPE (b)

$n = 0,250$ $A = 1,29 \text{ E-}12$ $x_1 = 269,27$ $Z_c = 0,086$ (Fig.25)

EL SOMBRERO (a)

$\alpha = 3,158$ $\beta = 1045,71$ $\mu = 484,53$ $Z_c = 0,099$ (Fig.26)

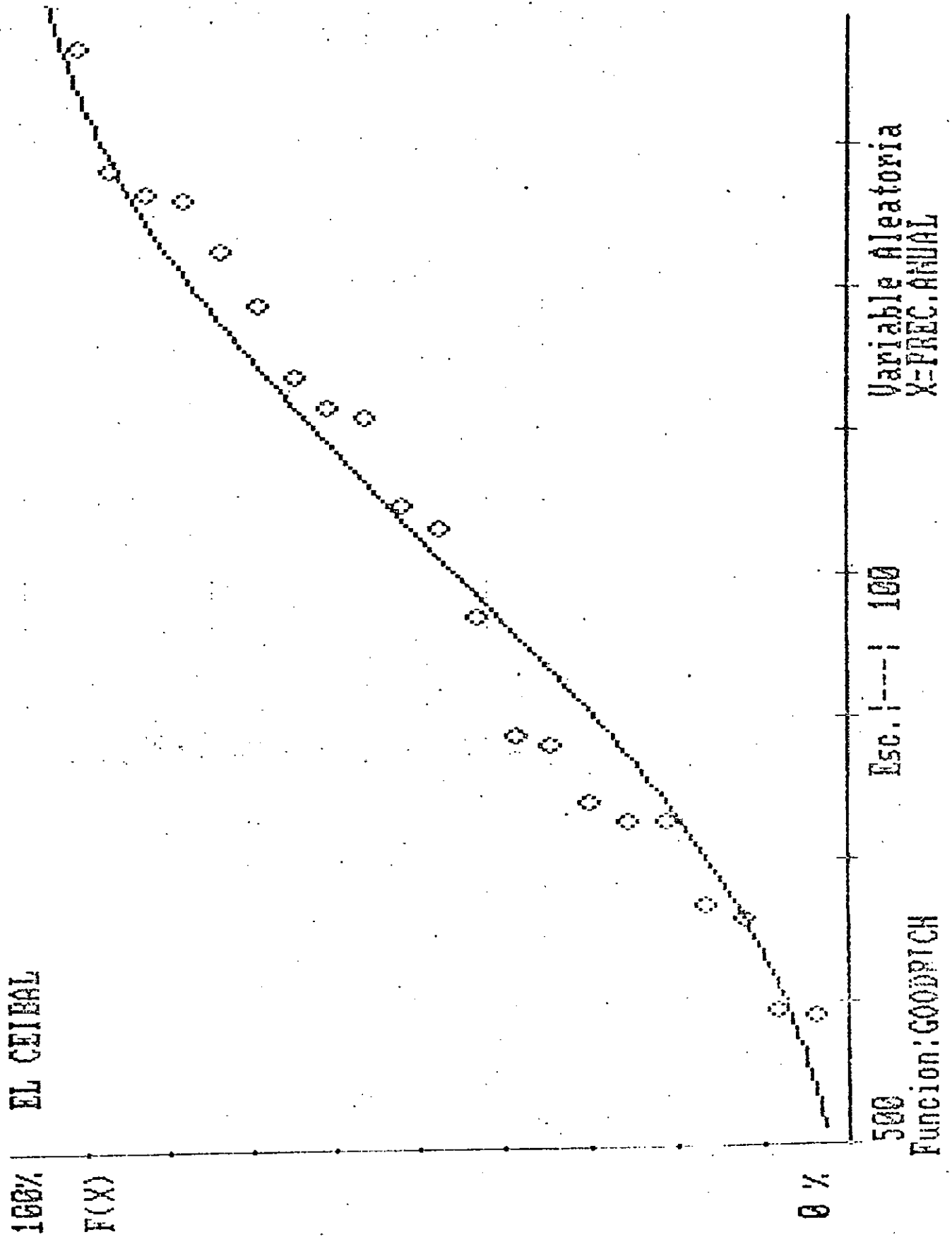
BURELA (a)

$\alpha = 2,041$ $\beta = 936,18$ $\mu = 560,18$ $Z_c = 0,067$ (Fig.27)

A.SARAVIA F.F.C.C. (a)

$\alpha = 2,163$ $\beta = 821,44$ $\mu = 412,24$ $Z_c = 0,108$ (Fig.28)

FIGURA N°20 - Ajuste de la Distribución de Goodrich - Precipitaciones Anuales: EL CEIBAL



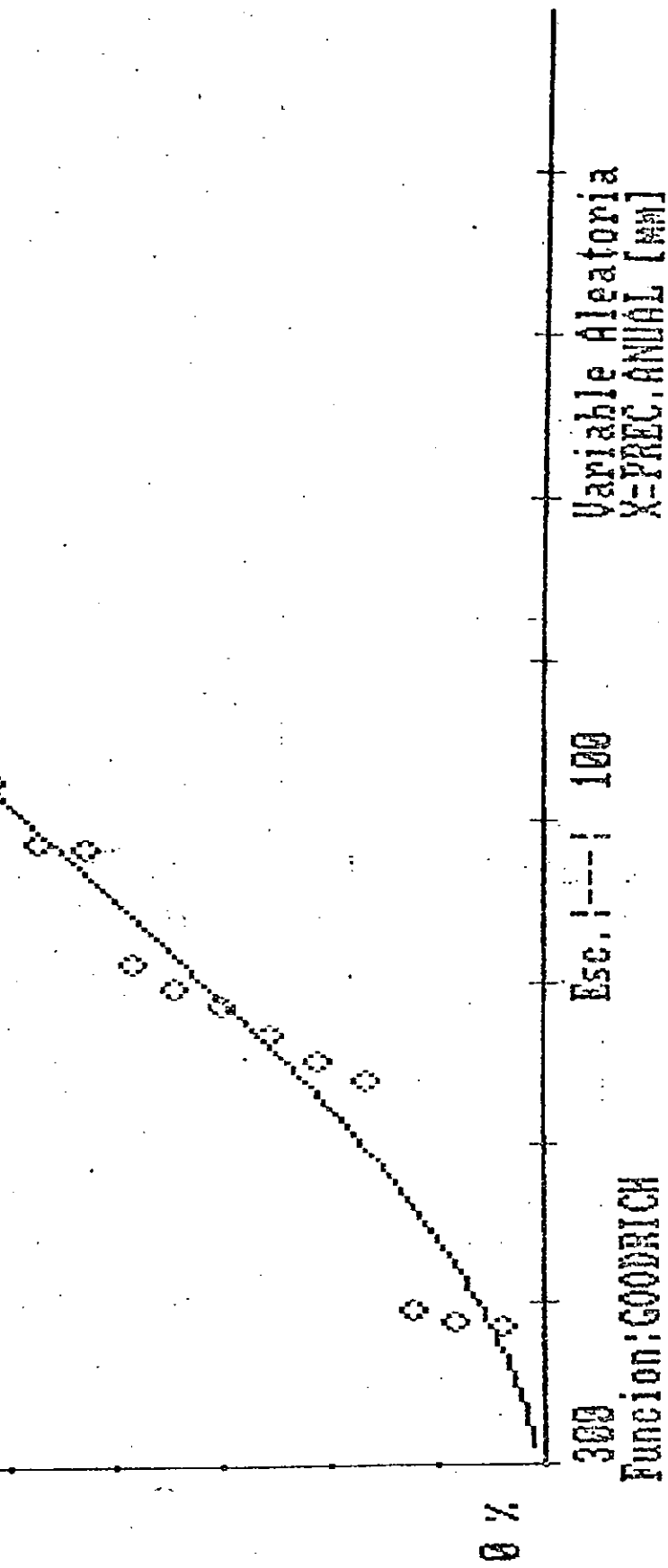


FIGURA Nº21 - Ajuste de la Distribución de Goodrich - precipitaciones Anuales: PIQUETE CABADO

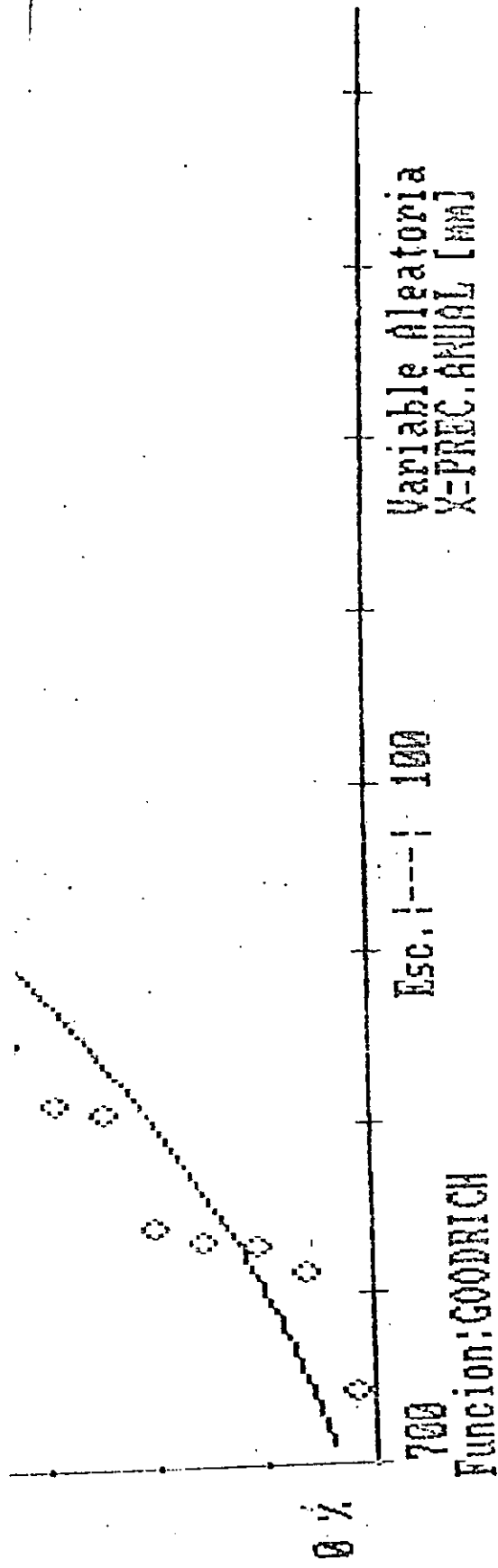
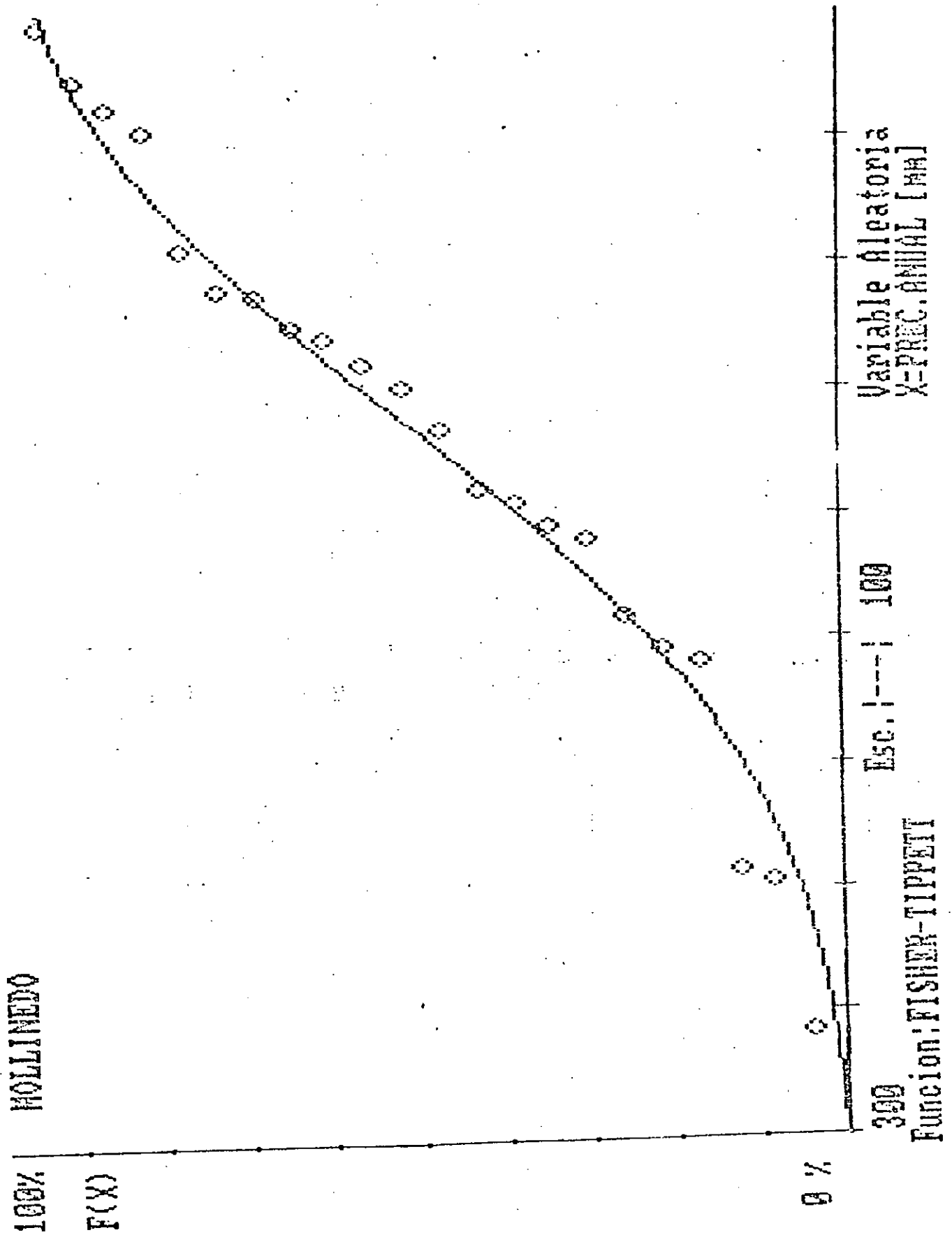


FIGURA Nº22 - Ajuste de la Distribución de Goodrich - Precipitaciones Anuales: SAN FERNANDO

FIGURA N°23 - Ajuste de la Distribución de Fisher-T - Precipitaciones Anuales: MOLLINEDO



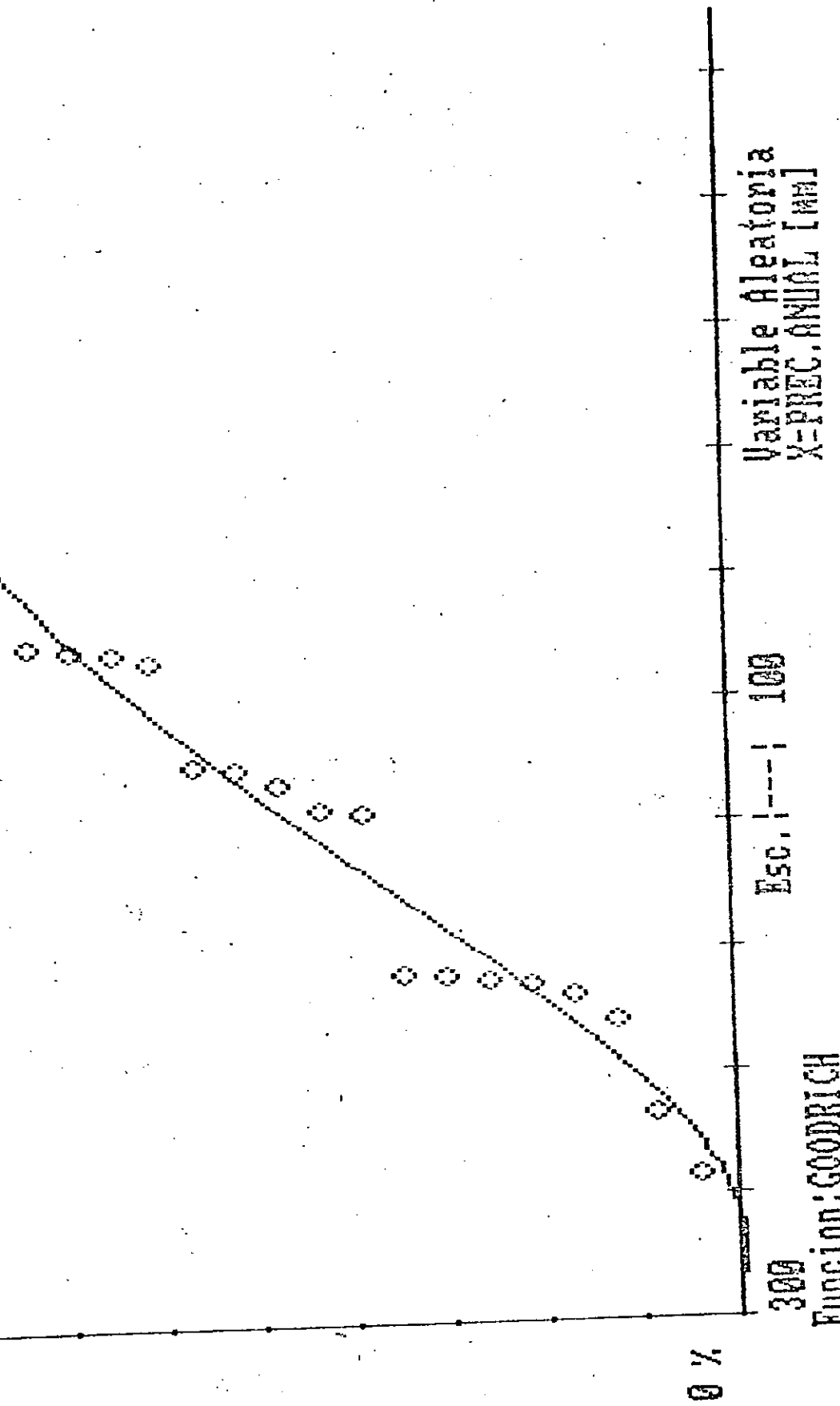


FIGURA N224 - Ajuste de la Distribución de Goodrich - Precipitaciones Anuales: LAS LAJITAS

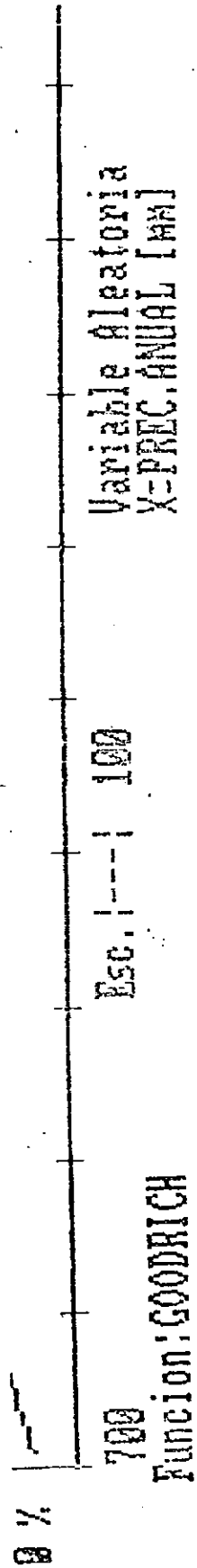


FIGURA N225 - Ajuste de la Distribución de Goodrich - Precipitaciones Anuales: SAN FELICE

100% EL SOMBRERO

F(X)

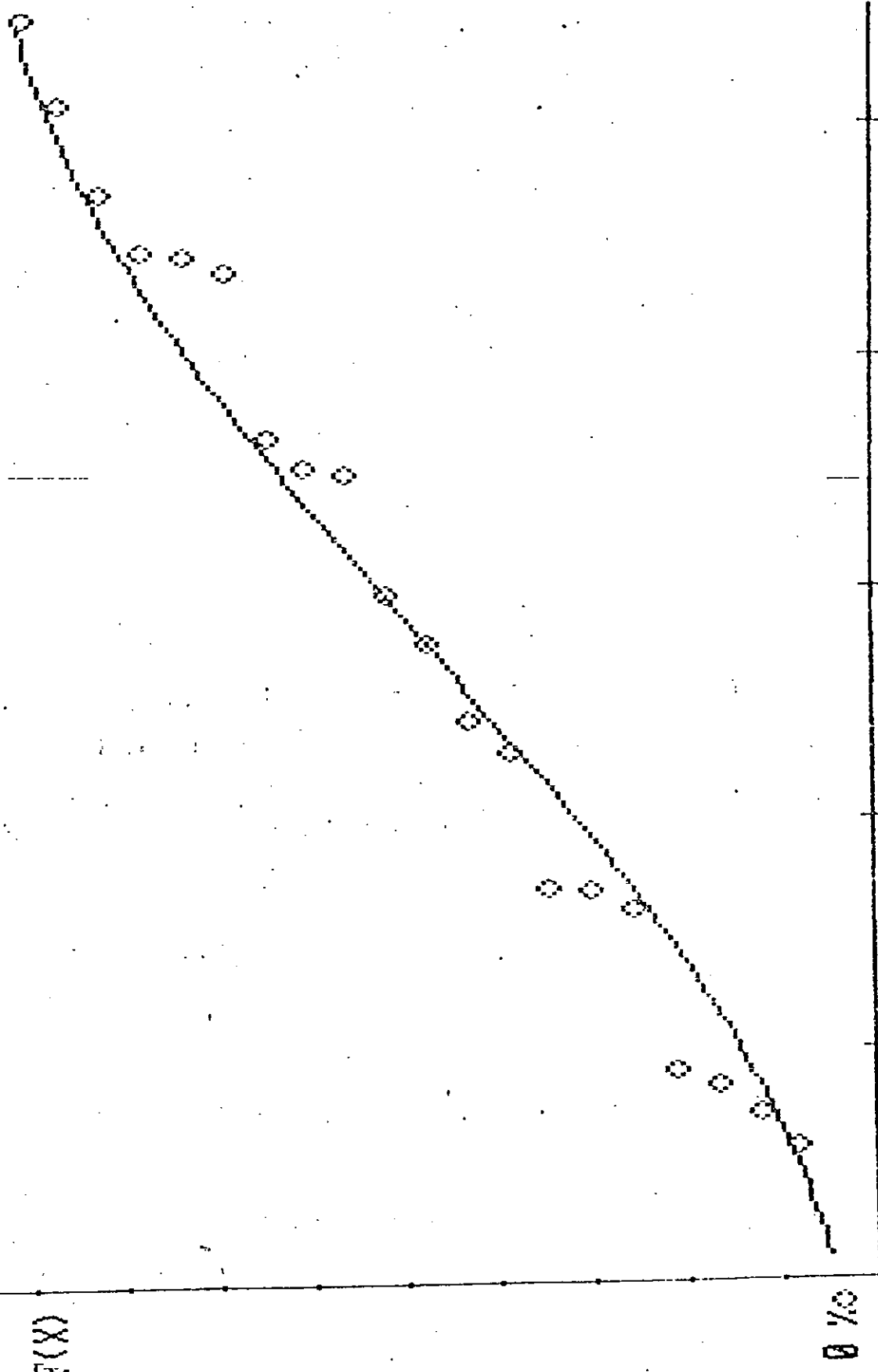


FIGURA N926 - Ajuste de la distribución de Fisher- Tippett - Precipitaciones Anuales: EL SOMBRERO

A. SARAVIA FECC

100%

F(X)

0%

450

Esc. 1---1 50

Variable Aleatoria
X=PREC. ANUAL [mm]

Funcion: FISHER-TIPPETT

FIGURA N°28 - Ajuste de la Distribución de Fisher-Tippett - Precipitaciones Anuales: A.SARAVIA FECC

En general las diferencias son aceptables, la máxima se verifico en San Fernando con 13,6% y la mínima en Mollinedo con 6,5%, por lo tanto se aceptan las hipótesis planteadas, siendo estas funciones de distribución las que se asumen como poblaciones de las que se extrajeron las muestras conocidas.

En la Tabla n° 16 se presenta un resumen de los valores esperados de precipitación asociados a varios niveles de probabilidad y tiempos de retorno.

TABLA N° 16 - Precipitación anual en las distintas estaciones para períodos de retorno seleccionados

F = Probabilidad de ocurrencia de valores menores o iguales (%)

T = Recurrencia en años.

LUGAR	F T	10	20	30	50	75	90	95	98
		-	-	-	2	4	10	20	50
EL CEIBAL		626	725	799	922	1079	1215	1294	1380
P.CABAD		435	518	584	705	873	1032	1128	1238
FERNANDO		797	897	974	1104	1273	1423	1511	160
MOLLINEDO		570	673	745	862	1001	1116	1181	1250
LAJITAS		491	556	613	724	892	1063	1172	1300
S.FELIPE		810	922	1002	1136	1300	1440	1519	1606
SOMBRERO		760	834	889	984	1106	1215	1278	1349
BURELA		685	740	787	874	1001	1126	1204	1294
SARAVIAFFCC		557	617	666	758	888	1014	1092	1181

Para completar e interpretar visualmente estos números se presentan mapas de isoyetas para probabilidades del 20%, 50%, 90%, 95% y 98% (Figuras n° 29,30,31 y 32).

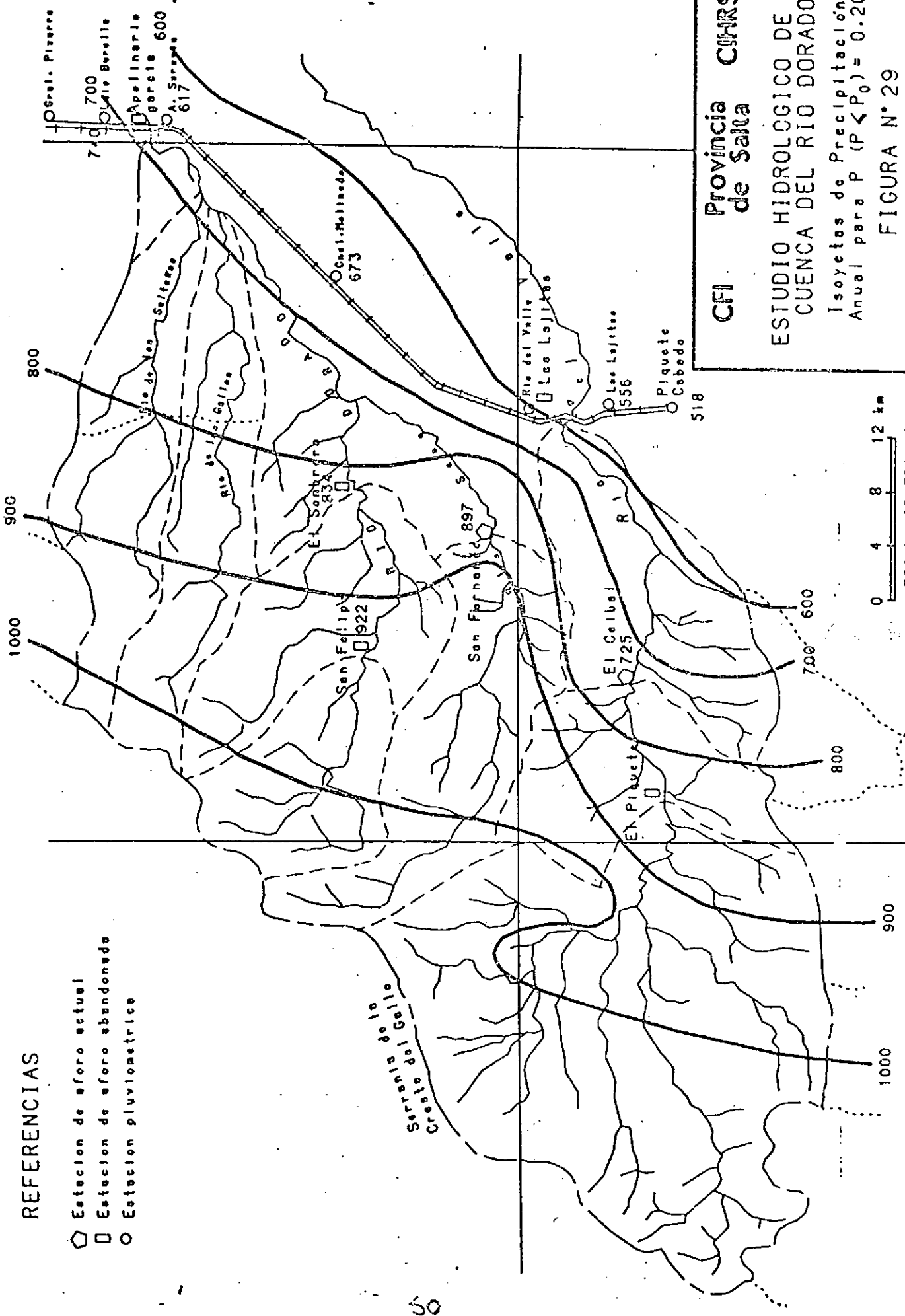
Los criterios seguidos para definir la configuración de las curvas, por la escasa densidad de estaciones, en el tramo medio y alto de la cuenca fueron principalmente la vegetación, y la distribución geográfica de las serranías observadas en fotografías aéreas.

REFERENCIAS

- ◊ Estacion de eforo actual
- Estacion de eforo abandonada
- Estacion pluviometrica

CFI Provincia CUNRSA
 ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO DORADO
 Isoyetas de Precipitacion Anual para $P < P_0 = 0.20$

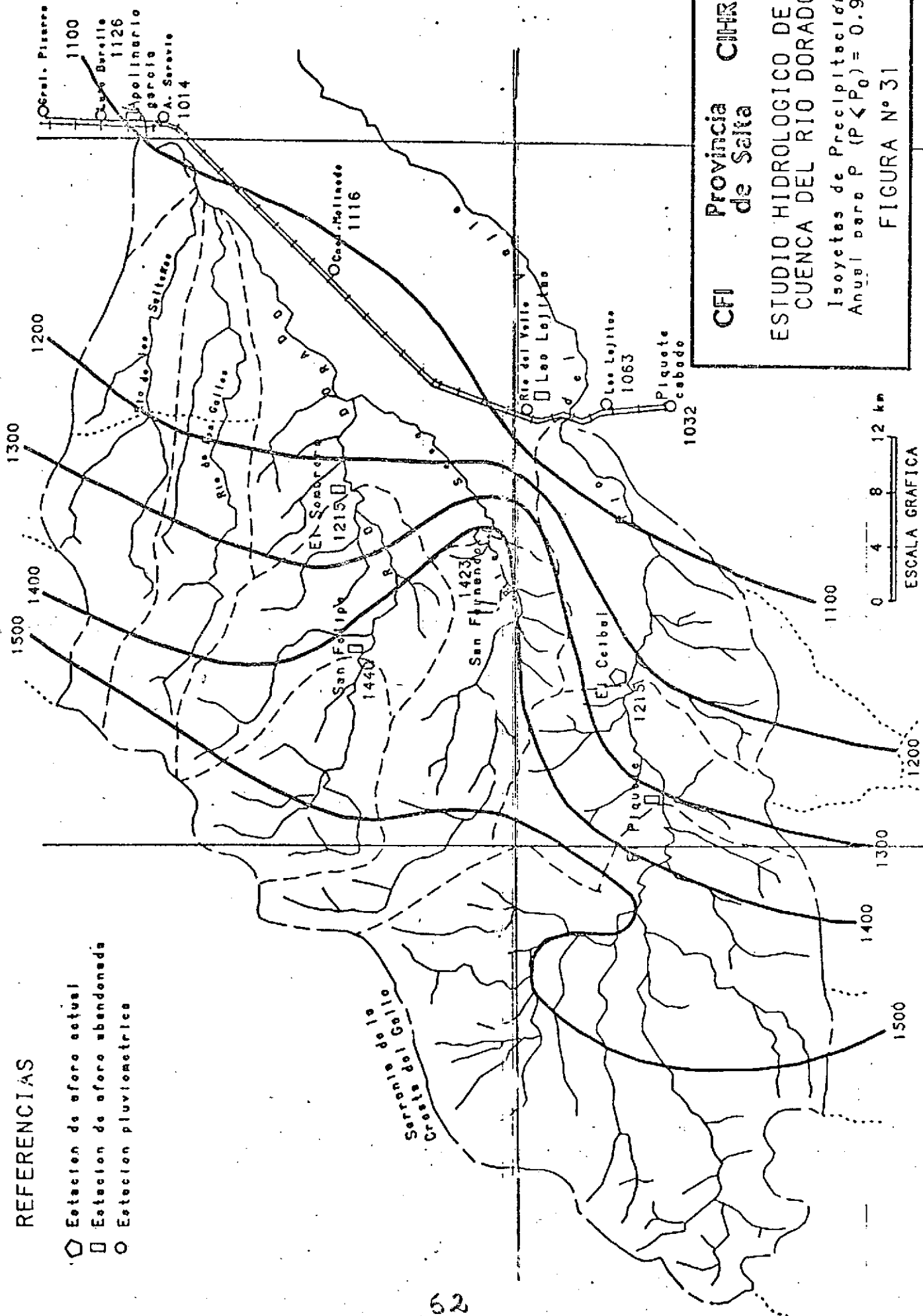
FIGURA N° 29



ESCALA GRAFICA

REFERENCIAS

- Estacion de aforo actual
- Estacion de aforo abandonada
- Estacion pluviometrica



CFI Provincia CIHRSA
 de Salta

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA
 CUENCA DEL RIO DORADO

Isoyetas de Precipitación
 Anual para $P (P < P_0) = 0.90$

FIGURA N° 31

ESCALA GRAFICA

4.2 PRECIPITACIONES MENSUALES

4.2.1 TRATAMIENTO DE DATOS

El relleno de esta información se hace mas difícil ya que por año faltante se debe estimar 12 datos, tal es el caso de ciclo 1980-81 que falta en la mayoría de las estaciones dejándose dichos casilleros en blanco, lo mismo corresponde para las estaciones EL SOMBRERO y SAN FELIPE ya que hay muchos años por completar, pero a modo de referencia se correlacionó la estación EL SOMBRERO con SAN FERNANDO para los regímenes pluviométricos estival e invernal.

ESTIVAL: ENERO, FEBRERO, MARZO, ABRIL, OCTUBRE, NOVIEMBRE, DICIEMBRE

$$ES = 42,4 + 0,62 SF \quad r = 0,77$$

INVERNAL: MAYO, JUNIO, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE

$$ES = 1,3 + 0,58 SF \quad r = 0,75$$

para los ciclos 1967-68 a 1974-75 y 1986-87 a 1988-89.

Los resultados obtenidos son buenos, sumando los valores mensuales y comparando con el relleno anual no hay grandes diferencias, siendo la máxima del 9.5% (Tabla n° 17).

TABLA N° 17 - Diferencias entre el total anual y la suma de precipitaciones mensuales en El Sombrero

	RELLENO (mm)		DIF.
	MENSUAL	ANUAL	
67-68	716	791	9,5
68-69	857	928	7,7
69-70	725	758	4,4
70-71	762	772	1,3
71-72	680	690	1,4
72-73	844	870	3,0
73-74	1171	1204	2,7
74-75	1043	1140	8,5
86-87	1133	1134	0
87-88	1075	1142	5,9
88-89	729	784	7,0

Otra estación que debió ser tratada es LAS LAJITAS ya que fué corregido el ciclo 1976-77 por detección de un error puntual; contrastando mes a mes en busca de los errores se encontró que FEBRERO, MARZO y ABRIL se alejaban mucho del resto de las estaciones vecinas. Para completar estos tres meses se correlacionó con las estaciones próximas SAN FERNANDO, PIQUETE CABADO, MOLLINEDO y EL CEIBAL descontando la regresión cuando el coeficiente de correlación (r) era menor a 0.7, luego el valor final se obtiene de ponderar el resultado de cada ajuste con el coeficiente de correlación correspondiente.

En las tablas n° 18 a la 25 se presentan los registros y valores corregidos para cada estación considerada dejándose en blanco el ciclo 1980-81 en todos los casos a los efectos de armonizar resultados, recalándose que los valores de EL SOMBRERO son puramente indicativos.

En las mismas tablas se indican los estadísticos muestrales. Tomando como base las medias mensuales de cada punto de observación se puede esquematizar la distribución interanual de lluvias de la siguiente forma:

PERIODO HUMEDO	{ DICIEMBRE ENERO FEBRER MARZO
TRANSICION A SECO	{ ABRIL
PERIODO SECO	{ MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIEMBRE
TRANSICION A HUMEDO	{ OCTUBRE NOVIEMBRE

Los coeficientes de variación (Cv) son en general altos, los mayores se verifican en el período seco por ser nulas las lluvias en la mayor parte de los años, medias bajas y desvios proporcionalmente altos; el mes mas estable en cuanto a comportamiento es diciembre.

Como referencia se buscó para cada estación la precipitación máxima y mínima mensual y la distribución anual de lluvias para años extremos; para este último se preparo la Tabla

Tabla N°18 - Serie de Precipitaciones Mensuales -
Estación EL CEIBAL

ESTACION: EL CEIBAL

PRECIPITACIONES MENSUALES [mm]

CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
67-68	26	34	99	66	218	95	84	29	4	8	3	2
68-69	22	48	87	94	169	147	42	56	52	8	1	0
69-70	3	41	11	173	231	146	75	48	36	21	1	0
70-71	8	19	42	133	103	88	102	75	11	6	2	0
71-72	0	81	113	35	139	51	125	36	4	4	3	0
72-73	4	27	18	136	295	153	184	94	10	8	1	1
73-74	9	2	89	62	131	681	192	82	25	14	8	2
74-75	3	112	7	167	68	270	207	169	15	10	0	6
75-76	10	4	101	96	398	57	313	1	6	0	2	19
76-77	3	26	22	203	142	204	179	123	15	7	7	4
77-78	36	97	49	208	340	274	118	25	6	3	0	0
78-79	12	39	67	150	209	39	133	61	0	0	7	10
79-80	9	42	151	166	188	160	276	59	21	8	0	4
80-81												
81-82	2	1	107	84	91	153	201	82	3	11	5	0
82-83	2	90	103	66	297	231	78	97	28	6	12	3
83-84	3	7	48	219	172	255	371	37	16	23	6	3
84-85	8	27	160	98	180	232	172	182	34	2	13	13
85-86	14	71	119	188	47	67	163	55	11	8	3	34
86-87	14	64	173	145	517	85	117	128	15	1	0	1
87-88	3	21	214	162	344	95	271	27	24	1	13	1
88-89	7	39	114	149	29	203	39	7	62	7	0	2

ESTADISTICOS MUESTRALES

MES	MEDIA	DESUDIO	COEF.VAR	ASIMETRIA
SET	9.43	9.04	.958	1.673
OCT	42.48	32.26	.76	.693
NOV	90.76	55.4	.61	.345
DIC	133.33	53.14	.399	-.179
ENE	205.43	123.3	.6	.836
FEB	175.52	137.84	.785	2.572
MAR	163.9	88.49	.54	.707
ABR	70.14	48.87	.697	.863
MAY	18.95	16.23	.856	1.312
JUN	7.43	6.12	.824	1.2
JUL	4.14	4.37	1.056	.999
AGO	5	8.25	1.65	2.629

Tablo N°19 - Serie de Precipitaciones Mensuales -
Estación P. CABADO

ESTACION: P.CABADO

PRECIPITACIONES MENSUALES [mm]

CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
67-68	10	10	73	15	160	45	64	12	0	0	0	0
68-69	0	55	135	0	124	145	8	47	24	0	0	0
69-70	0	10	28	133	289	74	101	88	23	18	0	0
70-71	5	0	17	123	260	202	101	30	0	0	0	0
71-72	0	25	48	65	104	67	31	25	0	0	0	0
72-73	0	40	0	133	163	88	35	91	0	0	0	0
73-74	0	0	43	93	128	552	217	87	0	0	0	0
74-75	0	73	53	95	15	83	64	184	0	0	0	0
75-76	0	0	60	135	255	20	140	0	0	0	0	0
76-77	10	0	25	185	195	225	247	129	29	0	0	0
77-78	0	71	30	130	165	150	174	15	0	0	0	0
78-79	8	20	48	81	173	95	100	32	0	0	0	28
79-80	3	14	65	155	95	72	214	45	16	0	0	5
80-81												
81-82	0	6	27	128	117	152	152	97	0	2	0	0
82-83	20	30	56	149	226	142	42	28	18	1	10	0
83-84	0	1	42	200	97	199	210	17	0	15	0	0
84-85	5	26	119	157	103	225	140	161	17	0	0	0
85-86	10	23	104	100	98	73	96	69	0	6	0	17
86-87	11	44	129	131	403	115	182	76	0	0	0	0
87-88	0	30	204	109	496	69	191	13	18	0	5	0
88-89	0	7	40	42	82	7	169	41	0	8	0	0

ESTADISTICOS MUESTRALES

MES	MEDIA	DESUDIO	COEF. VAR	ASIMETRIA
SET	3.9	5.58	1.43	1.447
OCT	23.1	22.63	.98	.986
NOV	64.1	48.7	.76	1.43
DIC	112.33	50.8	.453	.453
ENE	178.48	113.12	.634	1.447
FEB	133.33	114.98	.862	1.441
MAR	117.5	70.78	.6	.6
ABR	61.29	50.52	.825	1.43
MAY	6.9	10.34	1.497	.998
JUN	2.38	5.17	2.172	2.333
JUL	.71	2.39	3.347	3.53
AGO	2.38	7	2.938	3.181

Tabla N°20 - Serie de Precipitaciones Mensuales -
Estación SAN FERNANDO

ESTACION: SAN FERNANDO

CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
67-68	33	64	132	68	297	81	34	11	3	14	2	1
68-69	18	62	121	196	159	234	65	49	75	8	3	0
69-70	0	27	49	151	203	129	128	80	39	26	1	0
70-71	4	24	20	168	156	181	168	72	13	6	2	0
71-72	2	71	111	91	136	83	166	64	6	6	6	1
72-73	3	35	21	165	207	158	234	85	19	12	3	6
73-74	10	15	79	46	214	600	237	118	55	21	7	4
74-75	3	88	34	192	117	181	472	185	11	15	3	16
75-76	13	25	188	151	401	155	378	4	25	2	3	16
76-77	4	5	42	245	222	281	209	154	42	12	8	8
77-78	59	100	64	237	400	319	168	23	10	5	0	0
78-79	21	51	143	176	217	62	225	71	0	0	12	65
79-80	13	68	166	162	349	234	267	126	28	5	0	9
80-81												
81-82	5	4	94	98	132	181	235	132	9	22	0	0
82-83	0	0	276	217	245	203	13	45	35	0	8	1
83-84	0	22	25	164	208	177	410	38	26	41	0	8
84-85	0	32	279	217	138	329	234	207	50	0	11	21
85-86	27	49	185	171	87	148	148	67	0	0	6	19
86-87	16	82	108	305	432	65	121	160	15	4	0	0
87-88	0	7	259	211	414	141	206	43	31	0	8	0
88-89	0	16	0	168	149	21	312	64	16	75	8	0

ESTADISTICOS MUESTRALES

MES	MEDIA	DESUDIO	COEF. VAR	ASIMETRIA
SET	11	14.66	1.332	2.039
OCT	40.33	30.12	.747	1.456
NOV	114.1	85.82	.752	1.688
DIC	171.38	80.89	.354	1.185
ENE	232.52	107.46	.462	1.729
FEB	188.71	124.66	.661	1.207
MAR	210.95	113.76	.547	1.277
ABR	85.62	56.83	.664	1.651
MAY	24.19	19.72	.815	1.957
JUN	13.05	17.67	1.355	2.482
JUL	4.33	3.83	.883	1.487
AGO	8.33	14.74	1.769	3.111

Estación MOLLINEDO

ESTACION: MOLLINEDO

PRECIPITACION MENSUAL [mm]

CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
67-68	28	30	285	63	365	80	16	0	10	19	0	3
68-69	10	34	62	38	178	255	26	48	41	0	0	0
69-70	0	16	92	187	162	71	58	66	10	5	0	4
70-71	4	0	49	92	105	80	147	38	0	0	0	0
71-72	0	64	42	53	70	122	111	22	0	0	0	0
72-73	0	57	0	154	135	170	169	96	0	8	0	0
73-74	0	0	56	27	212	250	334	115	0	0	9	0
74-75	0	107	0	210	182	40	53	115	10	0	0	0
75-76	0	170	120	45	500	168	102	0	10	0	0	0
76-77	5	0	23	118	196	188	263	178	3	0	0	0
77-78	73	67	50	251	237	185	30	23	0	0	0	0
78-79	0	48	64	158	220	131	190	37	0	0	0	28
79-80	0	20	114	143	235	92	199	73	59	0	0	10
80-81												
81-82	0	32	123	162	164	87	185	169	0	14	0	0
82-83	5	72	36	181	237	120	60	73	14	3	6	0
83-84	0	0	12	183	192	125	233	97	0	11	0	0
84-85	5	7	190	167	111	133	136	143	10	0	12	0
85-86	7	30	97	113	112	125	111	101	0	3	0	75
86-87	13	31	180	172	464	45	187	85	0	0	0	0
87-88	0	33	208	109	347	78	320	15	22	0	3	0
88-89	0	9	44	62	103	3	178	31	0	76	0	0

ESTADISTICOS MUESTRALES

MES	MEDIA	DESUDIO	COEF. VAR	ASIMETRIA
SET	7.14	16.51	2.311	3.368
OCT	39.38	41.18	1.046	1.808
NOV	88	75.16001	.854	1.131
DIC	128.57	63.1	.491	1.02
ENE	215.57	115.5	.536	1.003
FEB	123.71	56.15	.455	.878
MAR	147.52	91.81	.628	1.00
ABR	70.97	52.45	.74	1.00
MAY	?	?	?	?
JUN	6.62	16.75	2.507	3.224
JUL	1.43	3.37	2.359	2.408
AGO	5.71	17.1	2.993	3.266

Tabla Nº22 - Serie de Precipitaciones Mensuales -
Estación LAS LAJITAS

ESTACION: LAS LAJITAS	PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)												
	CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
57-68	27	18	86	26	233	69	95	2	15	0	0	0	0
68-69	10	11	94	37	92	195	20	62	43	16	0	0	0
69-70	0	0	20	95	185	75	15	40	15	10	0	0	0
70-71	9	0	29	59	280	228	82	47	0	0	0	0	0
71-72	0	40	52	57	104	90	97	27	0	0	0	0	0
72-73	5	23	30	166	114	150	132	93	0	0	0	0	0
73-74	0	0	67	108	125	576	174	110	0	0	0	0	0
74-75	0	45	0	114	141	195	124	160	54	0	0	0	0
75-76	0	28	151	146	175	135	210	0	0	0	0	0	0
76-77	0	0	29	135	242	203	149	109	59	0	0	0	0
77-78	83	100	97	115	326	135	86	40	0	0	0	0	0
78-79	7	60	107	152	158	37	141	41	0	0	0	0	0
79-80	0	25	94	133	82	102	348	49	23	23	0	24	22
80-81	0	5	64	130	81	92	85	105	0	0	0	0	5
81-82	0	5	64	130	81	92	85	105	0	0	0	0	0
82-83	8	31	28	84	192	100	36	44	13	2	3	0	0
83-84	0	0	48	175	149	73	279	15	0	7	0	0	0
84-85	4	37	110	133	101	249	110	95	0	0	8	1	0
85-86	21	14	82	130	61	54	94	77	0	4	0	0	38
86-87	0	46	69	123	468	39	142	105	4	0	0	0	0
87-88	0	20	213	98	584	135	231	10	15	0	5	0	0
88-89	0	6	40	97	97	10	235	60	0	33	0	0	0

ESTADISTICOS MUESTRALES

MES	MEDIA	DESUDIO	COEF. VAR	ASIMETRIA
SET	8.29	18.64	2.25	3.571
OCT	24.24	24.87	1.026	1.501
NOV	71.9	49.02	.682	1.201
DIC	110.14	40.08	.364	1.577
ENE	190	132.81	.699	1.355
FEB	140.1	119.71	.855	1.148
MAR	137.33	111.67	.807	1.148
ABR	61.48	41.31	.668	1.148
MAY	11.48	18.53	1.615	1.725
JUN	4.52	8.979999	1.985	3.271
JUL	1.9	5.47	2.87	3.695
AGO	3.14	9.34	2.973	3.286

ie de Precipitaciones Mensuales -
 ación EL SOMBRERO

BRERO
 PRECIPITACIONES MENSUALES [mm]

NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
124	84	226	92	63	8	3	9	2	2
117	164	129	187	83	30	45	6	3	0
71	136	168	122	122	48	24	16	1	0
55	147	139	154	147	42	9	5	2	0
111	97	127	94	147	39	5	5	3	1
55	145	171	140	187	51	12	8	3	5
91	71	175	414	189	116	33	14	5	4
63	161	120	222	130	226	19	7	2	0
199	150	305	196	260	5	27	0	0	13
62	115	265	179	182	184	41	14	0	0
71	213	346	246	15	28	0	4	0	0
100	206	248	60	174	61	0	0	13	25
148	130	300	160	273	232	16	4	0	10
170	132	155	139	162	82	1	14	2	0
47	191	390	183	72	68	23	6	4	0
80	203	184	97	375	44	5	0	0	2
206	177	162	172	156	222	31	2	11	4
127	168	95	127	121	93	10	6	2	53
153	255	310	83	117	142	10	4	1	0
203	173	299	130	170	69	19	1	6	0
0	147	135	55	236	82	11	45	6	1

ES MENSUALES [mm]

JUN	JUL	AGO
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
30	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	2
0	0	0
0	0	0
0	0	25
5	0	0
14	0	0
0	4	0
8	0	0
0	3	0
8	0	35
0	0	0
0	0	0
50	0	0

STRALES

DESUDIO	COEF. VAR	ASIMETRIA
11.62	1.371	2.173
31.75	.708	.124
56.61	.528	.373
44.6	.285	.131
25.4	.404	.538
73.25	.595	1.204
75.23	.757	.757
13.11	.10	.10
13.32	.63	.731
9.74	1.203	2.724
3.51	1.068	1.533
12.67	2.162	2.092

IMETRIA

1.876
.93
.43
1.264
2.204
9.000001E-02
.842
.87
3.081
2.871
3.094
3.124

Tabla Nº25 - Serie de Precipitaciones Mensuales -
Estación A.SARAVIA- (FFCC)

ESTACION: A.SARAVIA FFCC	PRECIPITACIONES MENSUALES [mm]												
	CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
67-68	31	42	137	141	220	161	63	35	7	0	0	0	0
68-69	0	43	115	53	93	202	7	57	52	0	0	0	0
69-70	0	70	54	298	173	79	177	40	18	0	0	0	0
70-71	1	0	90	105	64	196	112	25	0	0	0	0	0
71-72	0	85	37	109	175	22	127	25	0	0	0	0	0
72-73	0	45	50	114	96	83	158	72	0	10	0	0	0
73-74	0	0	38	60	53	327	321	130	0	0	0	0	0
74-75	0	91	0	126	203	95	64	112	0	0	0	0	0
75-76	0	80	105	60	142	70	152	0	0	0	0	0	0
76-77	3	0	7	165	65	195	155	143	10	0	0	0	0
77-78	8	47	33	188	130	225	27	0	0	0	0	0	0
78-79	0	48	35	133	103	164	89	35	0	0	0	0	30
79-80	0	15	120	145	211	90	253	57	32	0	0	0	0
80-81													
81-82	0	10	69	63	144	46	173	248	0	10	0	0	0
82-83	0	81	38	127	240	136	69	54	10	0	3	0	0
83-84	0	10	52	147	132	207	198	107	0	3	0	0	0
84-85	9	11	151	251	132	169	62	199	6	0	5	0	0
85-86	0	19	55	64	55	89	31	68	5	5	0	0	51
86-87	3	27	110	114	430	29	164	144	0	0	0	0	0
87-88	0	7	158	202	266	88	399	27	0	0	1	0	0
88-89	27	31	23	84	86	30	290	27	2	23	0	0	0

ESTADISTICOS MUESTRALES

MES	MEDIA	DESVIDO	COEF.VAR	ASIMETRIA
SET	4	8.76	2.189	2.56
OCT	36.52	30.5	.835	.479
NOV	73.19	51.94	.71	.639
DIC	132	62.7	.475	1.135
ENE	153	89.17	.583	1.544
FEB	128.71	78.98	.614	.664
MAR	149.81	100.41	.67	.916
ABR	76.43	65.73	.86	1.185
MAY	6.76	13.05	1.93	2.644
JUN	2.43	5.65	2.328	2.864
JUL	.43	1.25	2.912	3.166
AGO	3.84	12.63	3.274	3.337

n° 26, donde se indican los años hidrológicos correspondientes a los ciclos húmedos y secos.

En la tabla n° 27 se presentan los valores máximos y mínimos y los años secos y húmedos para cada estación. Se destacan los picos y valles ocurridos en los 21 años en las distintas estaciones.

TABLA N°26 - AÑOS CORRESPONDIENTES AL CICLO SECO Y HUMEDO DE PRECIPITACION POR CADA ESTACION.

ESTACION	CICLO SECO	CICLO HUMEDO
EL CIEBAL	1971-1972	1973-74
P.CABADO	1971-72	1987-88
SAN FERNANDO	1967-68	1984-85
MOLLINEDO	1971-72	1986-87
LAS LAJITAS	1969-70	1987-88
EL SOMBRERO	1971-72	1979-80
L.BURELA	1985-86	1987-88
A.SARAVIA	1985-86	1987-88

4.3 PRECIPITACIONES MAXIMAS

Los datos disponibles no permiten realizar un estudio profundo de las relaciones intensidad-duración-frecuencia de precipitaciones máximas, existiendo en forma aislada registros cortos de lluvia utilizables para cuantificar parcialmente estas relaciones.

Por lo tanto se tomaron las precipitaciones máximas diarias de las estaciones siguientes: SAN FERNANDO, EL CEIBAL, A.SARAVIA y se unificó a este efecto SAN FELIPE-EL SOMBRERO, para el resto de las estaciones no se cuenta con estos valores.

Las series, que se presentan en la tabla n° 28 están formadas por el máximo valor diario encontrado (independiente de la duración de la tormenta), en cada año hidrológico.

Las tablas n° 29, 30, 31 y 32 y las figuras n° 33, 34, 35 y 36 presentan los resultados del ajuste estadístico de cada serie con sus parámetros y Tests correspondientes. Las ecuaciones para cada estación son:

Tabla N°27 - Valores Máximos, Mínimos, Año Seco y Húmedo, Precipitación Mensual para cada Estación.

ESTACION: EL CEIBAL

PREC. MAXIMAS-MINIMAS ABSOLUTAS												
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
MAX.	36	112	214	219	517	681	371	182	62	23	13	34
MIN.	0	1	7	35	29	39	39	1	0	0	0	0

CICLOS SECO-HUMEDO												
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
SECO	0	81	113	35	139	51	125	36	4	4	3	0
HUM.	9	2	89	62	131	681	192	62	25	14	8	2

ESTACION: P. CABADO

PREC. MAXIMAS-MINIMAS ABSOLUTAS												
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
MAX.	20	73	204	200	496	552	247	184	29	18	10	28
MIN.	0	0	0	0	15	7	8	0	0	0	0	0

CICLOS SECO-HUMEDO												
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
SECO	0	25	48	65	104	67	31	25	0	0	0	0
HUM.	0	30	204	109	496	69	191	13	18	0	5	0

ESTACION: SAN FERNANDO

PREC. MAXIMAS-MINIMAS ABSOLUTAS												
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
MAX.	59	100	279	305	432	600	472	207	75	75	12	65
MIN.	0	0	0	46	87	21	13	4	0	0	0	0

CICLOS SECO-HUMEDO												
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
SECO	33	64	132	68	297	81	34	11	3	14	2	1
HUM.	0	32	279	217	138	328	234	207	50	0	11	21

Tabla N°27 (continuación)

ESTACION: MOLLINEDO

PREC. MAXIMAS-MINIMAS ABSOLUTAS												
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
MAX.	73	170	286	251	500	255	334	178	59	76	12	75
MIN.	0	0	0	27	70	3	16	0	0	0	0	0

CICLOS SECO-HUMEDO												
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
SECO	0	64	42	53	70	122	111	22	0	0	0	0
HUM.	13	31	180	172	464	45	187	85	0	0	0	0

ESTACION: LAS LAJITAS

PREC. MAXIMAS-MINIMAS ABSOLUTAS												
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
MAX.	83	100	213	175	584	576	348	160	59	33	24	38
MIN.	0	0	0	26	61	10	15	0	0	0	0	0

CICLOS SECO-HUMEDO												
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
SECO	0	0	20	95	185	75	15	40	15	10	0	0
HUM.	0	20	213	98	584	135	231	10	15	0	5	0

ESTACION: EL SOMBRERO

PREC. MAXIMAS-MINIMAS ABSOLUTAS												
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
MAX.	52	97	206	255	390	414	375	232	45	45	13	53
MIN.	0	3	0	71	95	55	15	5	0	0	0	0

CICLOS SECO-HUMEDO												
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
SECO	2	43	111	99	127	94	149	39	5	5	5	1
HUM.	8	13	148	130	300	160	273	232	16	4	0	10

Tabla Nº27 (continuación)

ESTACION: L. BURELA

	PREC. MAXIMAS-MINIMAS ABSOLUTAS											
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
MAX.	37	110	203	400	587	315	445	245	50	50	4	35
MIN.	0	0	5	39	62	26	15	0	0	0	0	0

	CICLOS SECO-HUMEDO											
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
SECO	12	12	75	79	106	135	88	88	0	8	0	35
HUM.	0	15	203	180	272	110	445	28	5	0	0	0

ESTACION: A. SARAVIA FECC

	PREC. MAXIMAS-MINIMAS ABSOLUTAS											
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
MAX.	31	91	180	298	430	327	398	248	50	18	5	51
MIN.	0	0	0	56	53	22	7	0	0	0	0	0

	CICLOS SECO-HUMEDO											
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
SECO	0	19	55	64	55	89	81	68	5	5	0	51
HUM.	0	7	158	202	266	88	399	27	0	0	1	0

$$\text{SAN FERNANDO: } F(P) = 1 - \text{EXP} \left[- \left(\frac{P - 27,786}{105,259 - 27,786} \right)^{3,0239} \right]$$

$$\text{EL CEIBAL: } F(P) = \text{EXP} \left[- \text{EXP} \left[- 3,3416 (\ln P - 4,3708) \right] \right]$$

$$\text{A. SARAVIA: } F(P) = 1 - \text{EXP} \left[- \left(\frac{P + 5,7976}{112,48 + 5,797} \right)^{3,5523} \right]$$

$$\text{SAN FELIPE-EL SOMB.: } F(P) = 1 - \text{EXP} \left[- \left(\frac{P - 35,14}{110,26 - 35,14} \right)^{2,4452} \right]$$

La precipitación máxima diaria para distintas probabilidades se resume en la tabla n° 33.

Tomando de los anuarios hidrológicos los cortes de lluvia (duración de las tormentas) se puede determinar las intensidades medias máximas de cada aguacero en función de la duración.

Graficando la intensidad (logaritmo) vs. la duración para cada estación y trazando la envolvente general (Figura n° 37) se encontró que es muy similar a las envolventes de cada zona, por lo que se adopta como curva representativa intensidad duración a la expresión indicada en la figura n° 37.

TABLA N°28 - SERIE DE PRECIPITACIONES MAXIMAS DIARIAS

PARA CADA ESTACION ANALIZADA.

CICLO	S.FERANANDO	EL CEIBAL	A.SARAVIA	S.FER-EL SOM
1970-71	82,2	90,0	-	80,3
1971-72	57,4	60,4	170	78,6
1972-73	26,7	73,4	114	115,5
1973-74	108,3	228,7	-	167,0
1974-75	125,6	100,7	105	152,0
1975-76	164,5	87,8	55	104,2
1976-77	117,0	778,2	95	111,6
1977-78	129,9	158,7	-	98,0
1978-79	61,5	73,3	-	62,5
1979-80	89,0	100,1	120	-
1980-81	-	-	70	75,0
1981-82	77,0	40,5	90	131,0
1982-83	107,0	144,0	105	92,6
1983-84	138,4	96,0	55	80,2
1984-85	100,0	95,0	108	48,5
1985-86	67,2	77,0	32	-
1986-87	132,0	86,0	98	-
1987-88	115,3	118,0	130	-
1988-89	75,3	72,5	140	-
1989-90	77,2	140,0	112	-

Tabla Nº31 - Ajuste Estadístico de Precipitaciones
Máximas Diarias: A. SARAVIA (FFCC)

AJUSTE ESTADISTICO

VARIABLE ALEATORIA :PREC.MAX.24hs SARAVIA FFCC

MEDIA ARITMETICA= 100.5625
COEF. VARIACION = .3362598

DESVID ESTANDART= 33.81512
COEF. ASIMETRIA = -.1148305

FUNCION DE AJUSTE :

FISHER-TIPPETT

PARÁMETROS DE DISTRIBUCION :

α = 3.558357

β = 112.4838

Γ =-5.797684

TEST DE KOLMOGOROFF :

Max Diferencia = 8.241543E-02

Valor aceptado = .3475

VARIABLE ORDENADA

X	FREC. EXP.
32	.059
55	.118
65	.175
70	.235
90	.294
95	.353
98	.412
105	.471
105	.529
108	.588
112	.647
114	.706
120	.765
130	.824
140	.882
170	.941

Tabla N°32 - Ajuste Estadístico de Precipitaciones
Máximas Diarias: SAN FELIPE

AJUSTE ESTADISTICO

VARIABLE ALEATORIA : PREC. MAX. 24hs SAN FELIPE

MEDIA ARITMETICA = 101.68 DESVIO ESTANDART = 33.02937
COEF. VARIACION = .3248364 COEF. ASIMETRIA = .4367045

FUNCION DE AJUSTE : FISHER-TIPPETT

PARAMETROS DE DISTRIBUCION : $\alpha = 2.115218$

$\beta = 110.2656$

$\Gamma = 35.13976$

TEST DE KOLMOGOROFF : Max Diferencia = 8.621955E-02
Valor aceptado = .3588964

VARIABLE ORDENADA

X FREC. EXP.

48.5	.063
62.5	.125
75	.188
78.6	.25
80.2	.313
80.3	.375
92.6	.438
98	.5
104.2	.563
111.8	.625
115.5	.688
128	.75
131	.813
152	.875
167	.9379999

SAN FERNANDO

100%

F(X)

0%

Variable Aleatoria
X=PREC. MAX. 24hs

Esc. 1---1 25

50

Funcion: FISHER-TIPPETT

FIGURA N933 -- Ajuste Estadístico de Precipitaciones Máximas Diarias: SAN FERNANDO

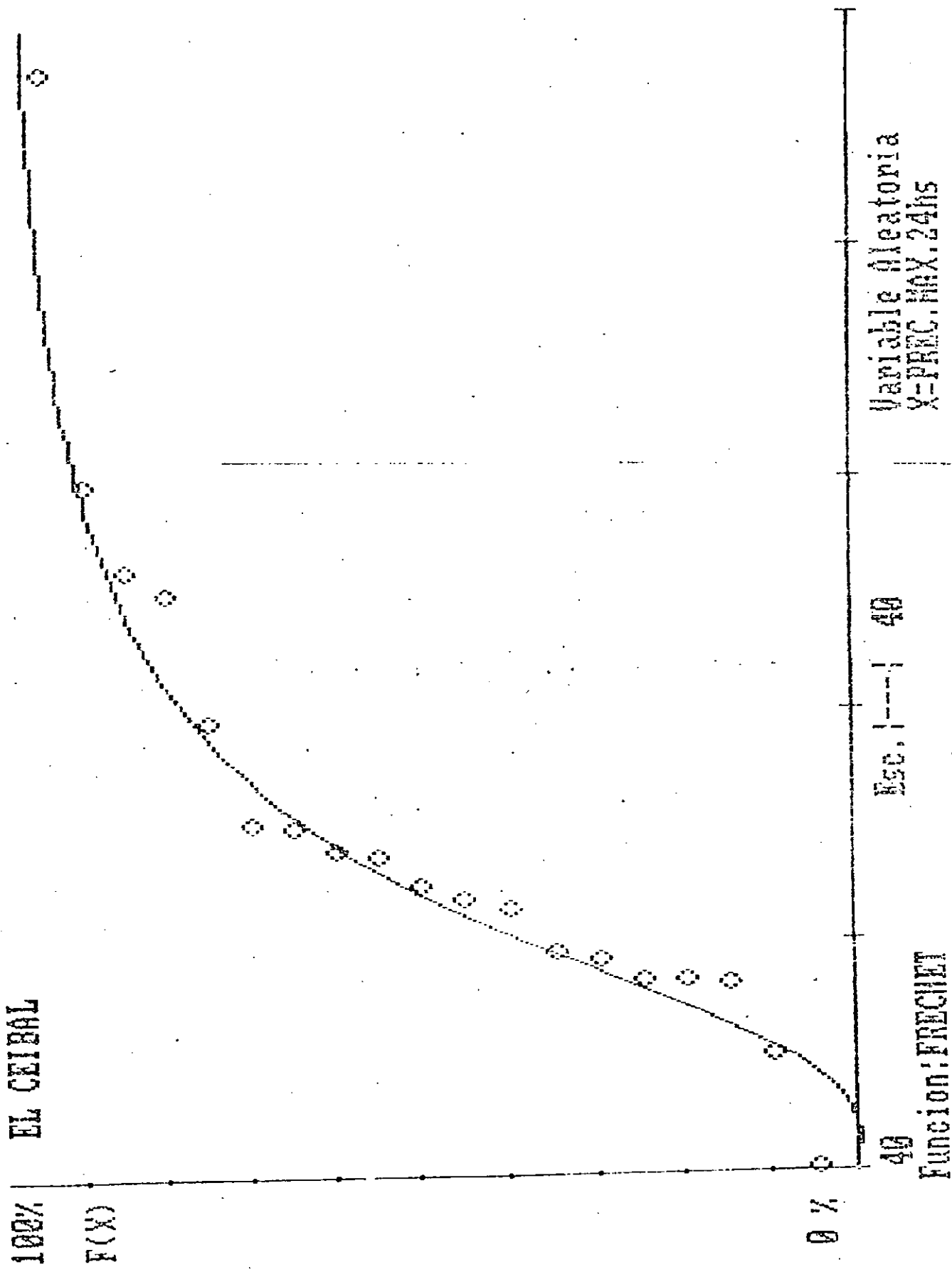


FIGURA No 24 - Ajuste Est. Método de Precipitaciones Máximas Diarias: EL CEIBAL

SARAVIA FFCC

100%

F(X)

0%

Variable Aleatoria
X=PREC. MAX. 24hs

Esc. |---| 30

30

Funcion: FISHER-TIPPETT

FIGURA 1935 - Ajuste Estadístico de Precipitaciones Máximas Diarias: A.SARAVIA FFCC

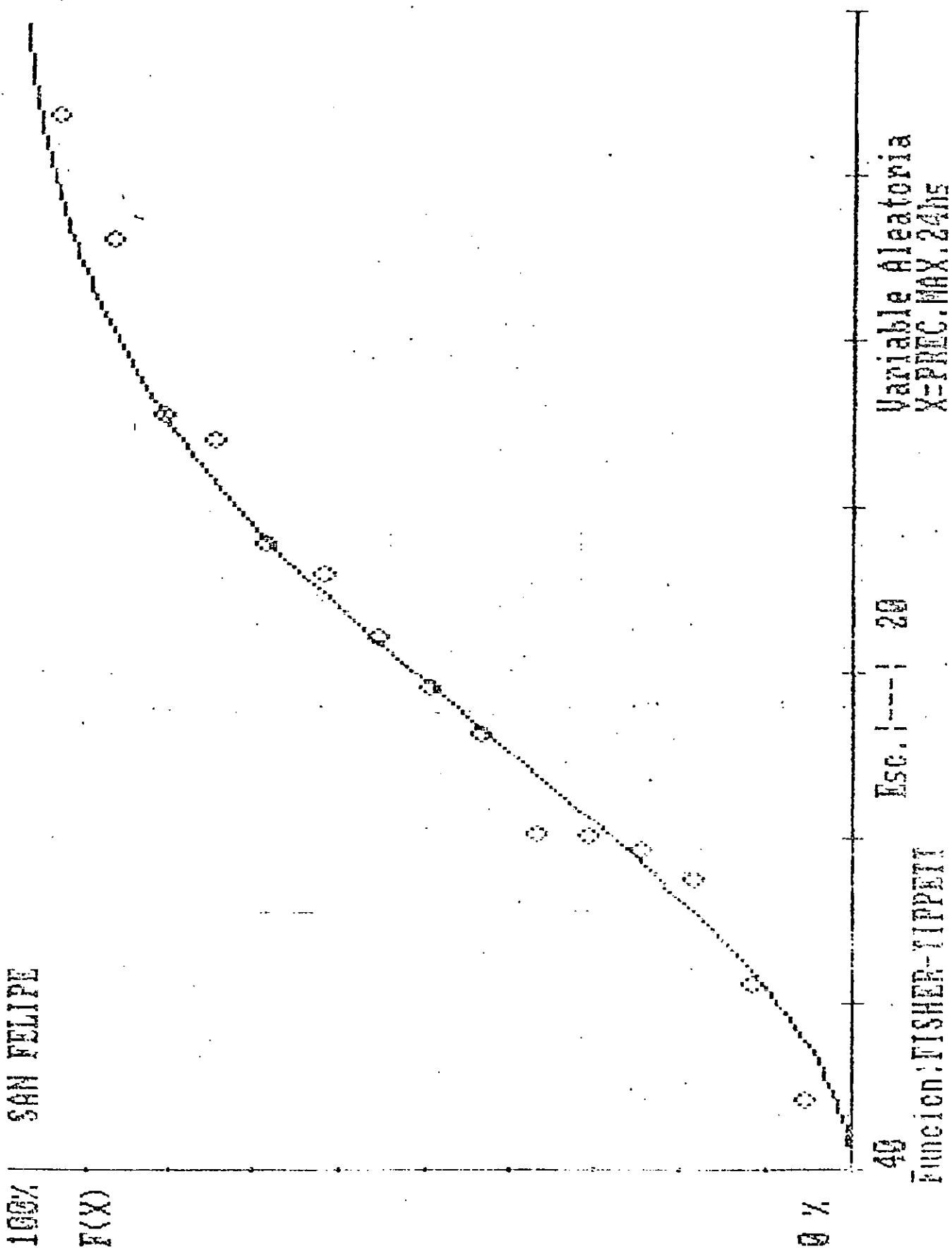
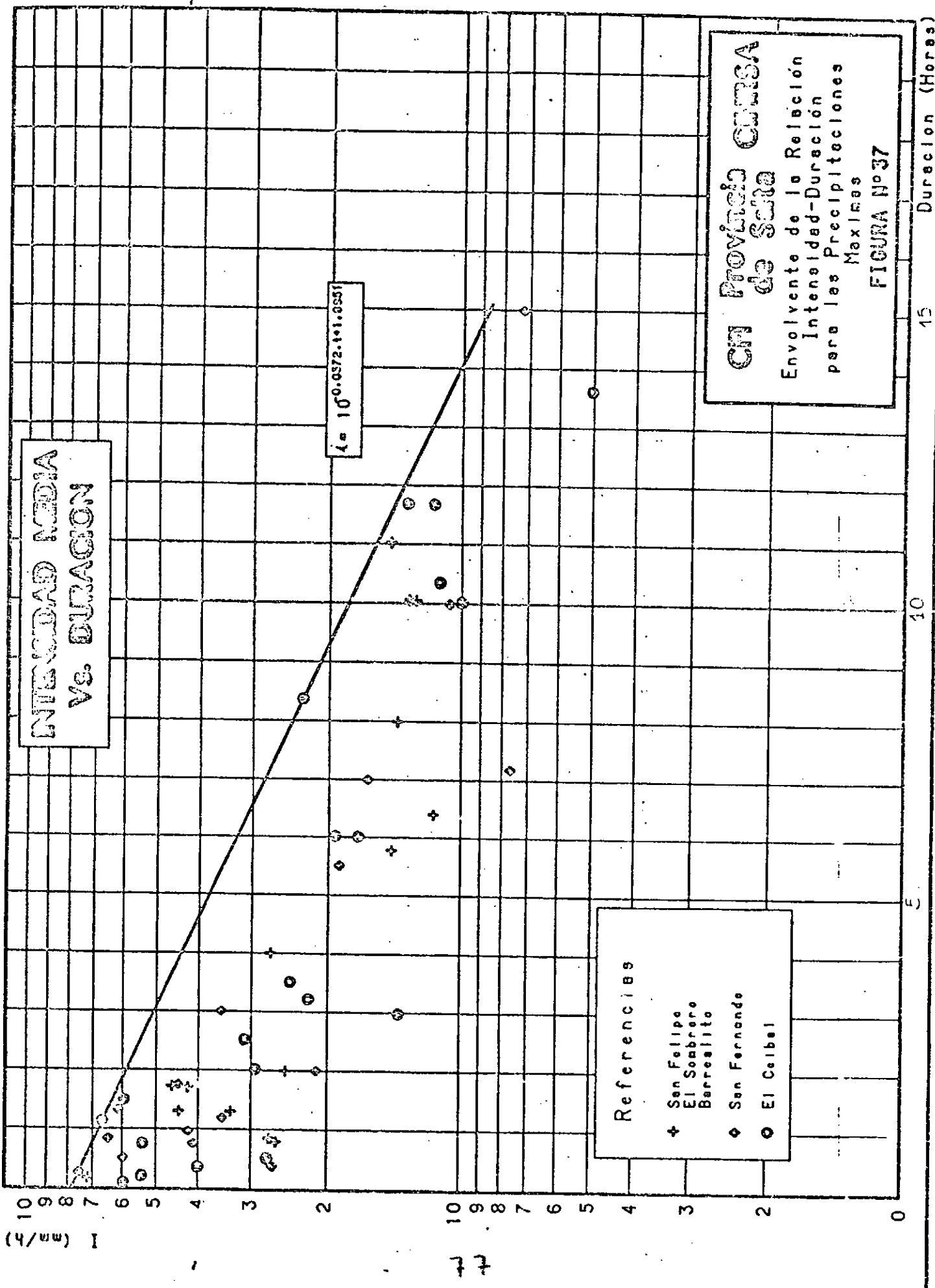


FIGURA No 3. - Isopetas de precipitación Anual para $P(P < P_0) = 0,90$

TABLA N°33 - AJUSTE ESTADISTICO DE PRECIPITACIONES
 MAXIMAS DIARIAS- SAN FERNANDO

F(P)%	T(AÑOS)	S.FERNANDO	EL CEIBAL	A.SARAVIA	S.FELIPE
80	5	129	125	119	129
90	10	144	156	130	147
95	20	155	194	139	161
96	25	159	208	142	166
96	50	168	256	150	178



5. CAUDALES LIQUIDOS

Las observaciones consisten de un aforo diario con molinete hidrométrico y lectura de escala cada 8hs. densificándose la operación durante avenidas a los efectos de determinar la evolución de los hidrogramas.

Durante el estiaje la operación se hace por vadeo, mientras que durante el período estival se utiliza el cable carril y vagoneta.

El Río Seco, afluente principal, tiene una longitud de registros medios mensuales continuos muy bueno, de 1967 a 1989 procesados con cuatro meses faltantes por problemas en la evaluación directa de crecidas pero dichas lagunas fueron subsanadas sencillamente con los cálculos de crecientes y lecturas de escala. En cambio El Río Dorado propiamente dicho no tiene una serie continua de longitud considerable porque la estación fué trasladada continuamente por diversos problemas, desde operativos hasta crecientes extraordinarias que, obligaron a buscar otros sitios mas adecuados como ser:

- de 1951 a 1967 se trabajó en Apolinario Saravia
- de SET de 1967 a NOV de 1974 se aforó en San Felipe
- de DIC de 1974 a NOV de 1981 en el Paraje El Sombrero
- de DIC de 1981 hasta 1986 en Barrialito

Para poder analizar esta variable hidrológica se decidió uniformar los datos llevando los caudales a El Sombrero por medio de correlaciones con San Fernando y otras estaciones de cuencas vecinas sobre el Río del Valle (EL PIQUETE y EL CEIBAL).

Inicialmente se estudiaron los caudales medios mensuales en el Río Seco (San Fernando) y el Río Dorado (EL SOMBRERO) y luego las series anuales para clasificar los escurrimientos.

Con estas series, resultados y registros de lluvias se determinaron los caudales medios mensuales en Apolinario Saravia con y sin el efecto de las tomas de agua para riego.

5.1 CAUDALES MEDIOS MENSUALES

Para completar y referir la serie de caudales a la estación El Sombrero, se correlacionó el primer período del 67-68 a 73-74 utilizando San Felipe (aguas arriba) y para el período 81-82 al 85-86 se utilizó El Barrialito, (muy próxima aguas arriba).

Buscando correlaciones para la primer parte, coincidente con años secos y medios se encontró que con San Felipe el coeficiente de correlación es bajo $r = 0,6$ mientras que utilizando la estación San Fernando se obtuvo:

ESTIAJE: (JUNIO a OCTUBRE)

$$QES = 1,752 + 0,0312 QSF + 0,673 QSF^2$$

$$r = 0,89$$

ESTIVAL: (NOVIEMBRE a MAYO)

$$QES = 1,158 + 2,045 QSF$$

$$r = 0,92$$

El segundo período coincide con un ciclo extremadamente húmedo por lo que los ajustes anteriores escapan un poco de los rangos de aplicación, por lo tanto aprovechando la proximidad de El Sombrero con Barrialito los caudales del primero se obtienen multiplicando los registros del segundo por un coeficiente de proporcionalidad.

$$QES = C.QB$$

$$\text{donde } C = \frac{[AES \cdot PES]}{AB \cdot PB}$$

$$AES = \text{Area de aporte de EL SOMBRERO} = 312,66 \text{ km}^2$$

$$AB = \text{Area de aporte de BARRIALITO} = 233,5 \text{ km}^2$$

$$PES = \text{precipitación media anual de la cuenca hasta EL SOMBRERO} = 1160 \text{ mm.}$$

$$PB = \text{Precipitación media anual de BARRIALITO} = 1190 \text{ mm.}$$

$$C = 1,305$$

Pese a que en San Fernando hay registros actuales (período 1988-89) se trabajó con los valores hasta 1985-86 para uniformizar y comparar resultados con El Sombrero, serie que no es conveniente rellenar en este último período por ser muy húmedo y no existir registros en Barrialito.

En las Tablas n° 34 y 35 se presentan los resultados de estas correlaciones mas los valores históricos de El Sombrero y los valores observados en San Fernando, acompañados de los principales estadísticos calculados mes a mes; también para apreciar la variación interanual de caudales se graficaron los caudales medios de cada mes para ambas estaciones conformando un hidrograma medio anual (figura n° 38).

En la Figura n° 39 se presenta la serie de caudales cronológicos para San Fernando, y en la figura n° 40 se muestra para el período 1967 - 1989 la curva de disponibilidad de caudales medios mensuales.

ESTACION: SAN FERNANDO

CAUD. MEDIOS MENSUALES [m³/s]

CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MEDIO
67-68	.8	.9	1.1	1.1	1.7	3.2	1.5	1.3	1	1	.9	.9	1.22
68-69	.9	.9	1.2	1.5	3.3	4.4	2.2	1.6	1.4	1.4	1.3	1.2	1.73
69-70	1.3	1.1	1.2	1.4	2.5	2.8	2.5	2.3	1.1	1	.9	.8	1.52
70-71	.8	.6	.7	.8	1.1	2.1	2.6	2.2	1.2	.9	.7	.7	1.2
71-72	.6	.6	.9	.8	1	.8	1.5	1	.7	.6	.6	.6	.61
72-73	.7	.6	.5	.8	1.4	1.6	6.5	2.3	1.3	.9	.9	.7	1.52
73-74	.6	.6	.8	.8	3.5	14.2	6.7	4.9	2.9	2	1.6	1.9	3.38
74-75	.9	1	.9	1.4	2.5	3	2.5	3.1	1.9	1.2	.9	.8	1.57
75-76	.8	.7	.8	1	3.6	2.9	7.8	2.5	1.6	1.2	1	1	2.24
76-77	.9	.8	.8	1.3	2.9	5.9	3.5	3.7	2.6	2	1.4	1.2	2.25
77-78	1.2	1.5	1	4.2	15.5	10.6	6.2	3.4	1.9	1.5	1.3	1.2	4.11
78-79	1.2	1.1	1.2	1.5	3.7	2.2	4.9	3.1	1.9	1.4	1.3	1.2	2.05
79-80	1	1	1.4	2.3	5.4	7	6.5	4.4	2.3	2	1.7	1.5	3.06
80-81	1.3	1.4	1.5	1.4	3.4	12.1	6.2	6.8	3.1	2.1	1.7	1.5	3.55
81-82	1.7	1.7	1.7	1.7	2	2.2	5.5	3.6	3.2	3.2	3.2	3.2	2.74
82-83	3.2	2.1	3.1	3.6	4	6.7	3.3	2.7	2.7	2.5	2.5	2.5	3.33
83-84	2.5	2.3	1.8	2.2	3.9	3.8	11	1.7	3	3.5	3.3	2.8	3.73
84-85	2.2	2.1	3.9	4.6	4.3	9.8	8	9.2	2.3	1.9	2.5	2.6	4.53
85-86	2.9	3.1	3.8	4.3	3.2	3.3	3.8	3.3	2.6	2.6	2.2	2.3	3.12

ESTADISTICOS MUESTRALES

MES	MEDIA	DESVID	COEF. VAR	ASIMETRIA
SET	1.34	.79	.588	1.331
OCT	1.32	.8	.604	1.295
NOV	1.49	1.01	.675	1.669
DIC	1.93	1.27	.66	1.219
ENE	3.75	3.1	.825	3.097
FEB	3.19	3.88	.748	1.127
MAR	4.83	2.38	.53	.579
ABR	3.48	1.96	.562	1.577
MAY	2.07	.8	.388	.172
JUN	1.73	.8	.463	.74
JUL	1.57	.81	.516	.952
AGO	1.51	.8	.532	.808

Tabla Nº35 - Caudales Históricos y Correlacionados

Medios Mensuales: EL SOMBRERO - Estadística.

ESTACION: EL SOMBRERO

CAUD.MEDIOS MENSUALES[m3/s]

CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MEDIO
67-68	2.2	2.3	3.4	3.3	4.5	7.7	4.2	3.7	3.2	2.4	2.4	2.3	3.92
68-69	2.3	2.4	3.6	4.2	7.5	10.1	5.6	4.5	4	3	2.9	2.8	4.44
69-70	2.9	2.5	3.3	4	6.5	6.8	6.3	5.9	3.4	2.4	2.3	2.2	4.02
70-71	2.2	2	2.5	2.8	3.1	5.5	6.3	5.6	3.6	2.3	2.1	2	3.57
71-72	2	2	2.9	2.8	3.1	2.8	4.3	3.2	2.6	2	2	2	2.67
72-73	2.1	2	2.1	2.2	4	4.3	14.5	5.9	3.9	2.4	2.3	2.1	4.05
73-74	2	2	2.7	2.8	8.3	30.2	14.9	11.2	7	4.5	2.4	4.2	7.68
74-75	2	2.1	2	2.9	7.3	14.7	9.89	7.3	4.3	3.3	2.8	2.4	5.11
75-76	2.8	2.4	2.9	3	18.4	8.2	14.2	5.4	3.7	2.9	2.6	2.6	5.32
76-77	2.2	2.1	2.1	2.3	6.3	12.4	9.3	10.7	5.8	4	3	2.6	5.33
77-78	2.6	2.8	2.5	11.6	11.2	14.8	9.5	5.5	3.6	2.8	2.6	2.5	6.05
78-79	2.4	2.5	2.7	3.4	11.5	6.4	14.4	7	3.9	2.8	2.9	2.5	5.51
79-80	2.3	2.3	4.7	8.2	10.3	17.1	14.3	11.2	5.1	4.4	4	3.9	7.33
80-81	3.2	3.7	4	3.8	10.6	31.6	15.3	17.8	7.2	4.7	4.8	4	9.22
81-82	4.3	3.8	5.2	7.7	13.1	8.5	25.9	10.7	5.6	4	3.4	3.1	7.94
82-83	4	4.2	7.3	8.39	11.7	16.3	8.5	10.2	6.7	4.6	3.7	2.9	7.39
83-84	2.6	2.3	2.5	4.4	6.5	7.4	25.8	11.6	7.9	4.7	4.4	3.7	7.02
84-85	3.8	3	6.9	9.10	14.2	22.8	17.4	19.1	6.8	4.3	4.2	3.9	9.63
85-86	4.9	4.8	9.3	9.5	10.2	7.3	12	9.60	5.9	4	3.8	3.8	7.13

ESTADISTICOS MUESTRALES

MES	MEDIA	DESUDIO	COEF.VAR	ASIMETRIA
SET	2.76	.87	.314	1.333
OCT	2.69	.83	.308	1.427
NOV	3.82	2.02	.529	1.59
DIC	5.11	2.92	.572	.995
ENE	8.74	3.51	.402	-.106
FEB	12.36	8.25	.668	1.273
MAR	12.25	6.27	.512	.861
ABR	8.74	4.39	.502	1.023
MAY	4.96	1.6	.323	.387
JUN	3.45	.95	.275	-.012
JUL	3.08	.84	.272	.632
AGO	2.92	.75	.257	.463

FIGURA Nº33 - Variación de Caudales Medios Mensuales

VARICONE
CARGAS MENSUALES

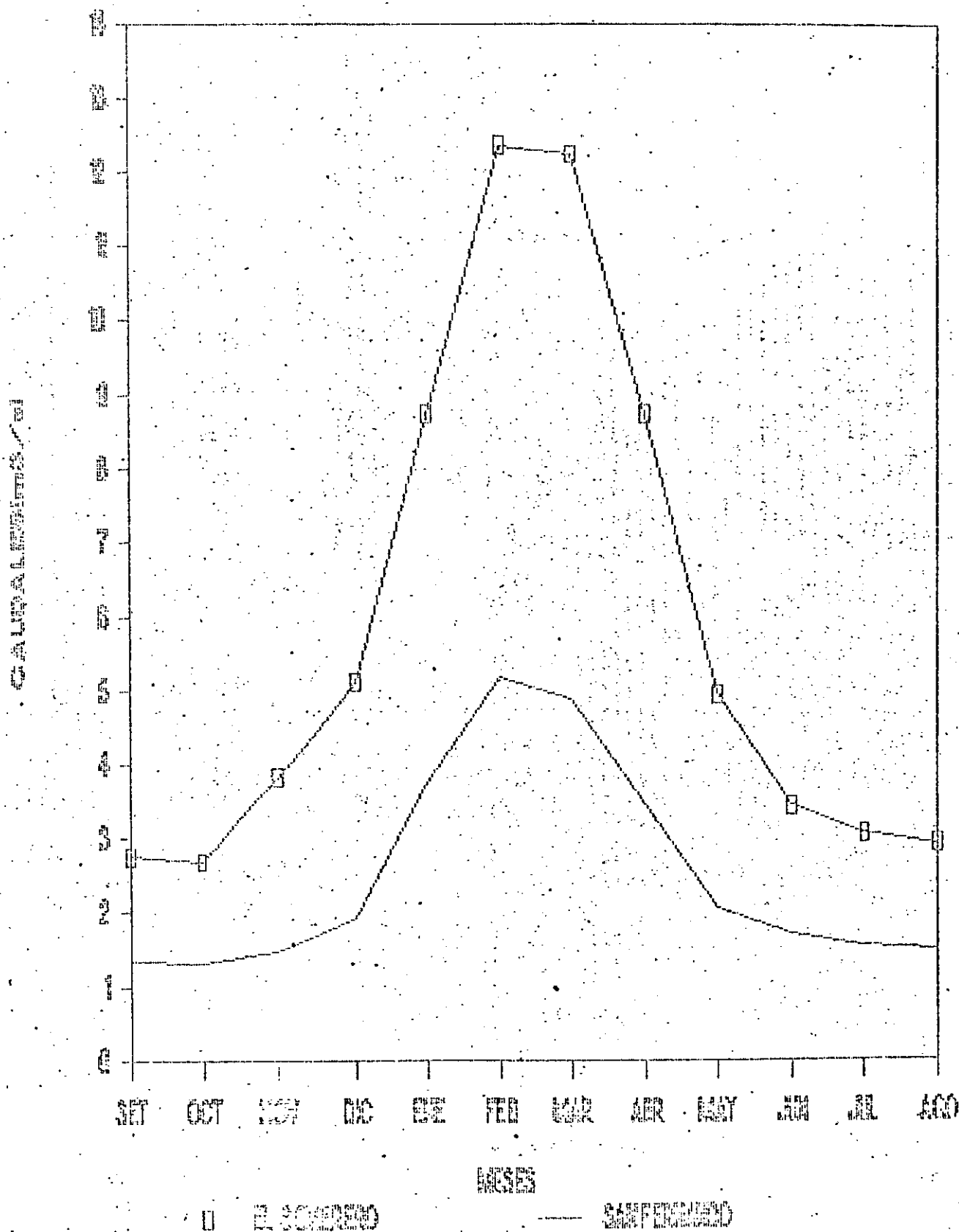
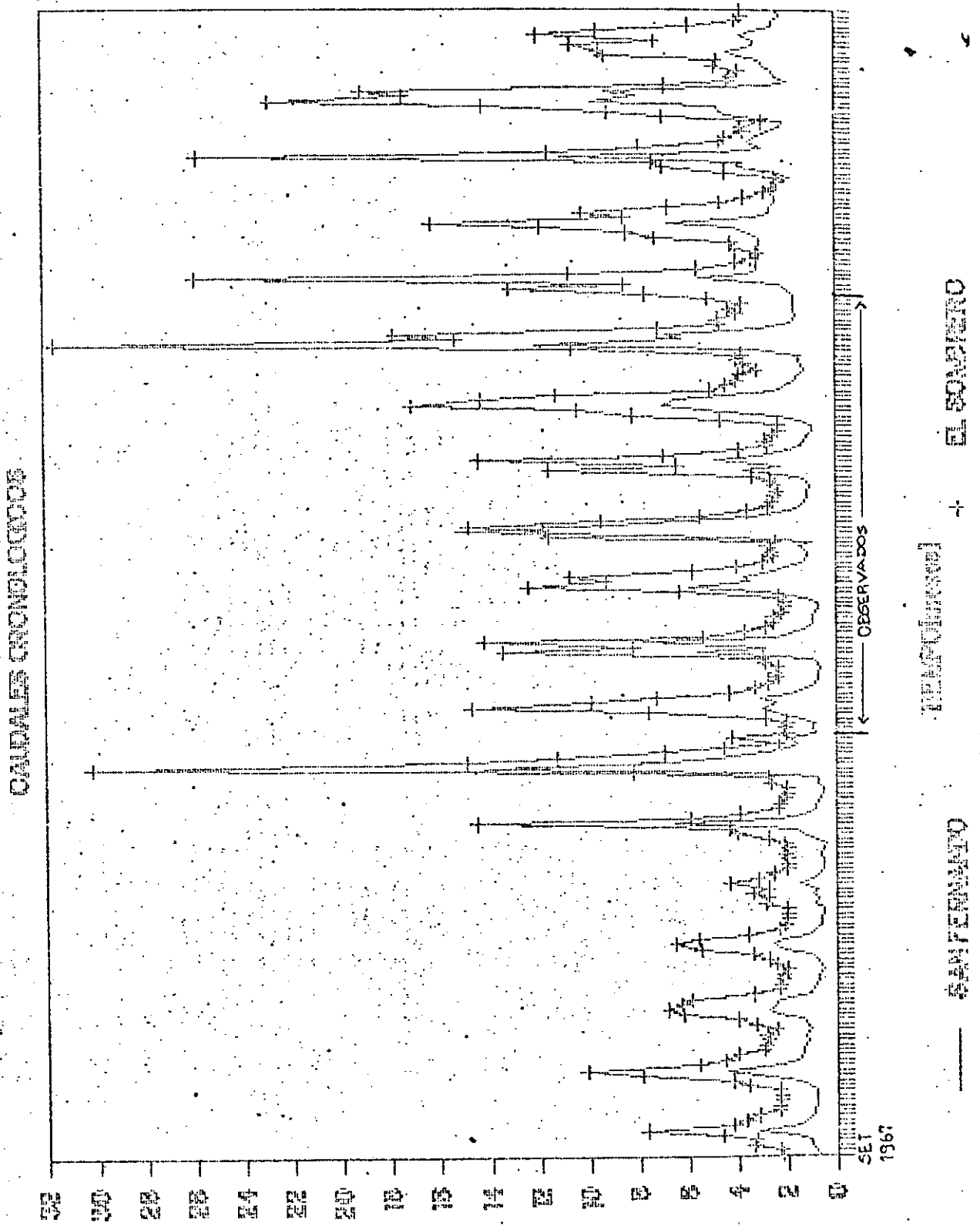


FIGURA. Nº39 - Caudales Cronológicos Medios Mensuales

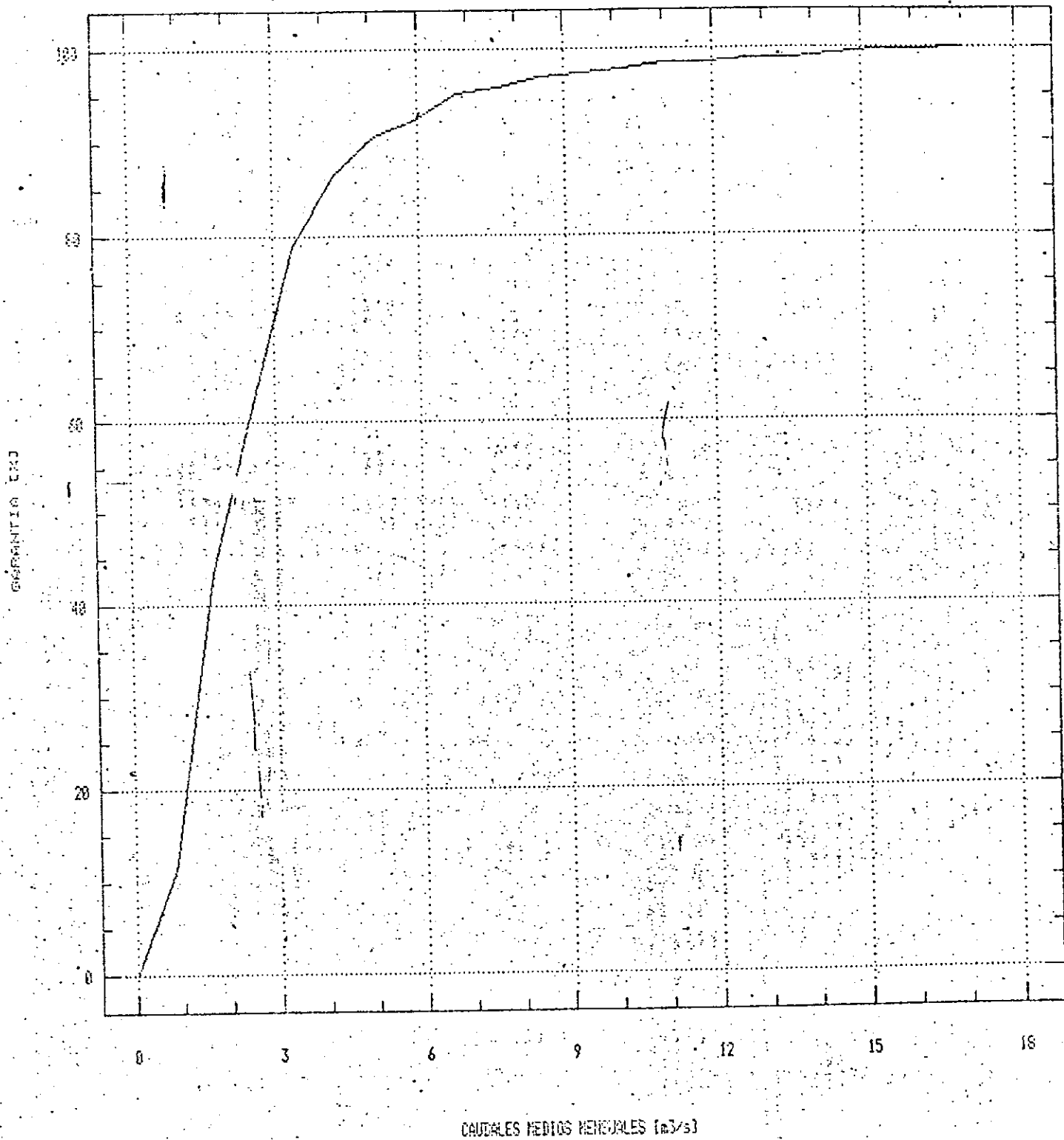


CAUDALES CRONOLÓGICOS

FIGURA Nº40 - Curva de Disponibilidad de Caudales.
Medios Mensuales: SAN FERNANDO

FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS

SAN FERNANDO (incluye 1926-87 a 1988-89)



5.2 CAUDALES MEDIOS ANUALES

5.2.1 RELLENO Y AMPLIACION DE SERIES

La serie de caudales medios anuales tratadas son de San Fernando y El Sombrero, esta última fue extendida ya sea promediando los caudales medios mensuales correlacionados en el apartado anterior o correlacionando los históricos anuales con los valores correspondientes a San Fernando. Este ajuste dió muy buenos resultados:

$$\begin{aligned} \text{QAES} &= 0,558 + 2,3 \text{ QASF} \\ r &= 0,95 \end{aligned}$$

La diferencia entre estos dos métodos no es muy significativa (media 9,2%), siendo en general menores los caudales obtenidos con el promedio de los caudales mensuales, adoptándose el siguiente esquema:

1967-68 a 1973-74 } 1981-82 a 1985-86 }	promedio de valores mensuales
1986-87 a 1988-89 }	correlación con medios anuales

Los valores finales se presentan en la tabla N° 36.

A los efectos de alargar la serie de caudales en San Fernando, Río Seco, se intentó correlacionar con alguna estación vecina, encontrándose seis años superpuestos con la estación El Piquete en el Río del Valle. Contrastando los respectivos caudales medios mensuales (72 meses) de ese período se encontró una correlación muy buena:

$$\begin{aligned} \text{QSFF} &= 0,48 + 0,25 \text{ QEP} \\ r &= 0,91 \end{aligned}$$

Calculando los medios mensuales correspondientes y luego haciendo el promedio de cada ciclo hidrológico se obtuvieron los caudales de extensión tal como se muestra en la tabla N° 37.

TABLA N°36 - CAUDALES MEDIOS ANUALES EN SAN FERNANDO Y EL SOMBRERO

CICLO	QA SF m ³ /s	QA ES m ³ /s
1967-68	1,28	3,48
1968-69	1,79	4,44
1969-70	1,58	4,02
1970-71	1,20	3,37
1971-72	0,81	2,67
1972-73	1,52	4,03
1973-74	3,38	7,68
1974-75	1,67	5,11
1975-76	2,26	5,31
1976-77	2,22	5,17
1977-78	4,07	6,04
1978-79	2,03	5,23
1979-80	3,04	7,29
1980-81	3,48	9,06
1981-82	2,74	9,22
1982-83	3,33	7,92
1983-84	3,73	7,02
1984-85	4,53	9,63
1985-86	3,12	7,13
1986-87	2,70	6,77
1987-88	2,90	7,23
1988-89	2,00	5,16

TABLA N°37 - CAUDALES MEDIOS ANUALES EN SAN FERNANDO-
SERIE EXTENDIDA.

CORRELACIONADOS	
CICLO	CAUDAL m ³ /s SAN FERANANDO
1943-44	2,52
1944-45	1,46
1945-46	1,48
1946-47	1,34
1947-48	1,16
1948-49	1,42
1949-50	2,12
1950-51	1,59
1951-52	2,01
1952-53	1,44
1953-54	1,56
1954-55	1,56
1955-56	1,25
1956-57	1,84
1957-58	2,19
1958-59	2,64
1959-60	1,95
1960-61	2,07
1961-62	1,80
1962-63	1,78
1963-64	1,72
1964-65	1,53
1965-66	1,63

TABLA N°37 - CAUDALES MEDIOS ANUALES EN SAN FERNANDO-
 SERIE EXTENDIDA. (continuación)
 OBSERVADOS

CICLO	CAUDAL m ³ /s SAN FERANANDO
1966-67	1,06
1967-68	1,28
1968-69	1,79
1969-70	1,58
1970-71	1,20
1971-72	0,81
1972-73	1,52
1973-74	3,38
1974-75	1,67
1975-76	2,26
1976-77	2,22
1977-78	4,07
1978-79	2,03
1979-80	3,04
1980-81	3,48
1981-82	2,74
1982-83	3,33
1983-84	3,73
1984-85	4,53
1985-86	3,12
1986-87	2,70
1987-88	2,90
1988-89	2,00

Para verificar la bondad de la extensión de la información se testeó la diferencia de medias entre la serie histórica y lo completa

media histórica: 2,517 m³/s

media serie : 2,097 m³/s

Hipótesis Diferencia nula con nivel de significación

$\alpha = 0,05\%$.

t = -1,8011 se acepta la hipótesis

5.2.2 ANALISIS ESTADISTICO

La tabla n° 38 resume las principales características estadísticas de las tres series (1) (SAN FERNANDO observada + generada) (2) (SAN FERNANDO observada y (3) (EL SOMBRERO).

TABLA N°38 - ESTADISTICOS DE SERIES ANUALES

TAMAÑO DE LA MUESTRA	46	22	22
MEDIA	2,097	2,517	6,045
DESVIO	0,846	1,002	1,992
COEF.DE VARIACION	0,403	0,398	0,329
ASIMETRIA	1,052	0,204	0,163
MEDIANA	1,82	2,48	5,68
MODA	1,56	2,22	5,23

Analizando la variación cronológica de caudales (Figuras n° 41 y 42) se puede explicar el elevado desvío de las series, principalmente la extendida del Río Seco, donde a partir de 1974 se aprecia un salto positivo significativo, esta variación no es muy apreciable al analizar las lluvias en las que puede suponerse la existencia de un ciclo húmedo, en cambio los caudales pueden verse influenciados no solo por el exceso de lluvias sino también por causas antrópicas (desmontes, pastoreos, etc.)

Se construyeron los histogramas (Figuras n° 43, 44 y 45) donde se resaltan esas diferencias entre la serie larga (extendida) y las cortas, realizándose también un ajuste estadístico para cada serie obteniéndose los siguientes resultados: (Figuras 46, 47 y 48)°

SAN FERNANDO:

1) 1943 a 1989

$$F(Q) = 1 - \text{EXPL} - 0,6018(Q - 0,84)^{1/0,6576} \quad |$$

2) 1967 a 1989

$$F(Q) = 1 - \text{EXPL} - 0,0425 (Q - 0,142)^{1/0,3459} \quad |$$

EL SOMBRERO:

$$F(Q) = 1 - \text{EXPL} - \frac{(Q - 0,856)^{1/338}}{5,827} \quad |$$

Las dos primeras funciones tienen un excelente ajuste, mientras que la correspondiente a El Sombrero es regular con una máxima diferencia del orden del 10% en dos puntos.

La tabla n° 39 resume los caudales con distintas garantías o probabilidades de que se presenten caudales menores.

TABLA N°39 - CAUDALES MEDIOS ANUALES
PARA DISTINTAS PROBABILIDADES

EST.	PROBABILIDAD %									
	10	20	20	40	50	60	70	80	90	95
S.F 1	1,16	1,36	1,55	1,74	1,94	2,16	2,42	2,75	3,26	3,71
S.F 2	1,23	1,63	1,95	2,22	2,48	2,75	3,03	3,37	3,84	4,22
E. S	3,49	4,29	4,91	5,45	5,98	6,51	7,06	7,79	8,67	9,43

La diferencia media entre las curvas 1 y 2 de San Fernando es del 18% (por encima de la serie corta (2)). En función de este resultado se puede asumir que dado que las precipitaciones no se han incrementado en el tiempo por efecto de cambios climáticos considerables sino que dicho incremento se da por la presencia de un ciclo húmedo y que el aumento de caudales escurridos es por efectos antrópicos, la serie válida y, por consiguiente la duración de caudales, es la que va de 1967-68 a 1988-89 (serie N° 2).

FIGURA Nº 45 - Histograma de Frecuencias en : SAN FERNANDO -
serie completa.

Frecuencia histograma

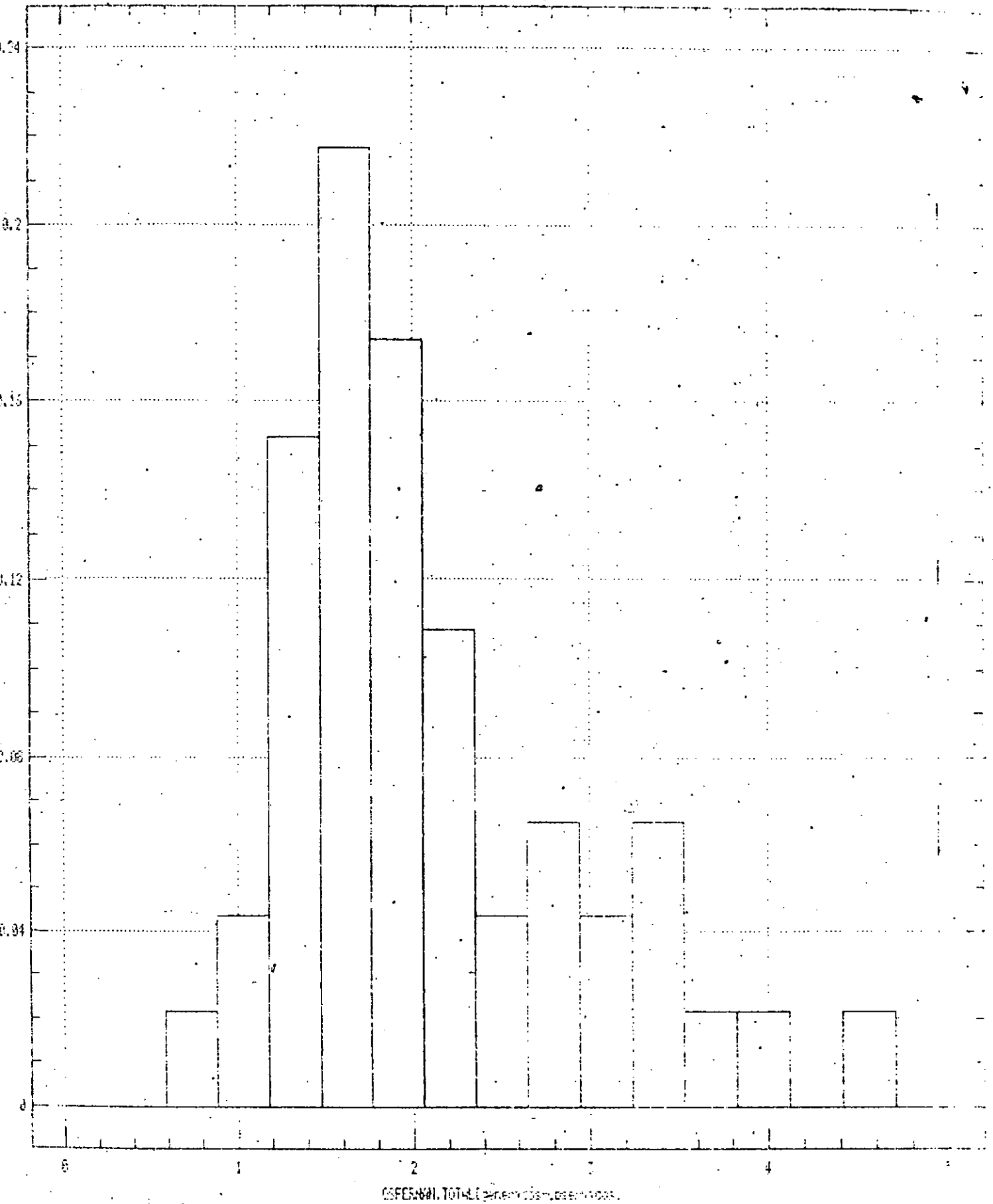


FIGURA Nº41 - Cronología de Caudales Medios Anuales:
SAN FERNANDO y EL SOMBRERO desde 1966-67
a 1986-87.

REFERENCIAL DESCRIPCIÓN

Time Sequence Plot

-- SOMBRERO, CAJALTES

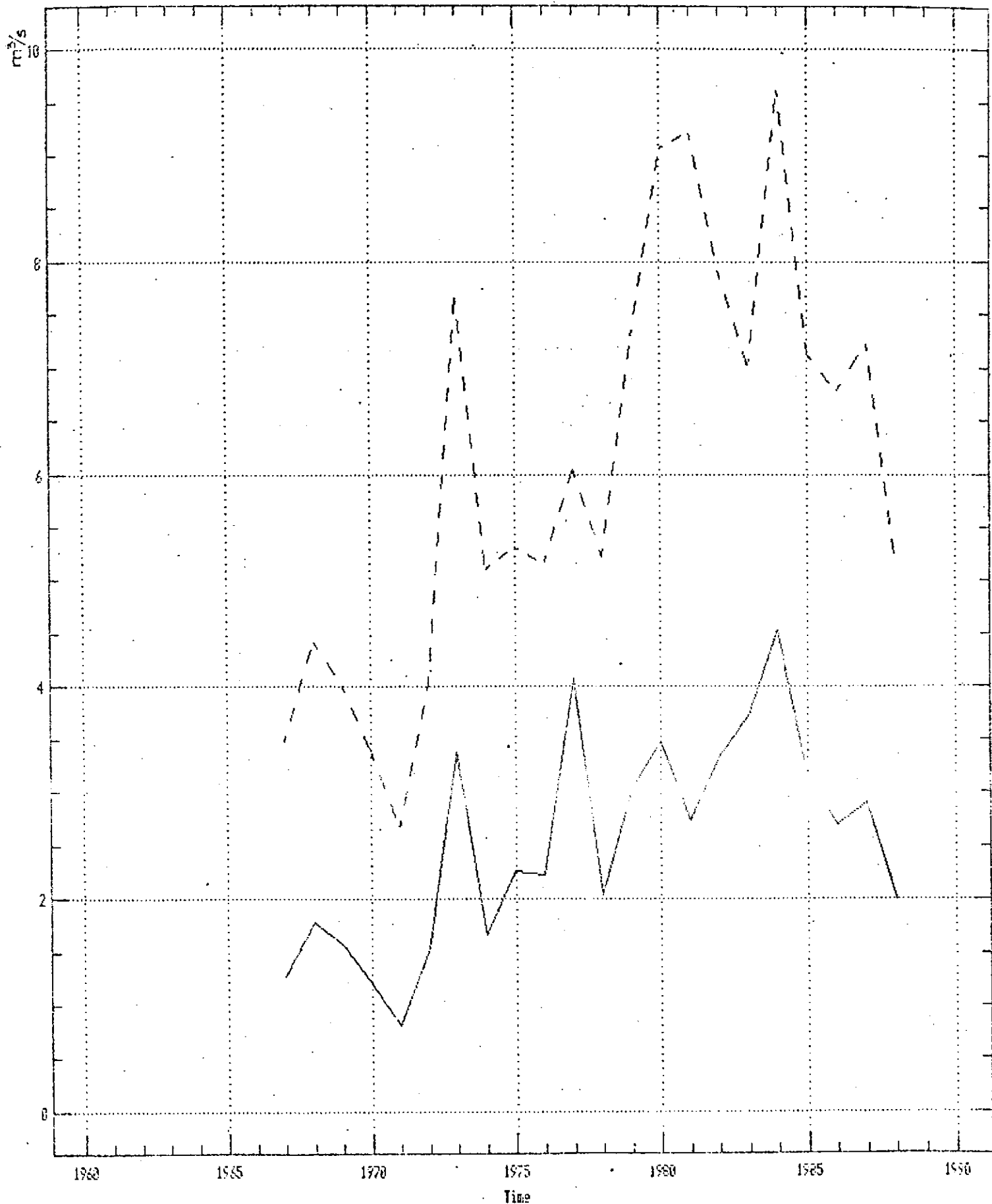


FIGURA Nº42 - Cronología de C udales Medios Anuales
en SAN FERNANDO - serie extendida.

Time Sequence Plot

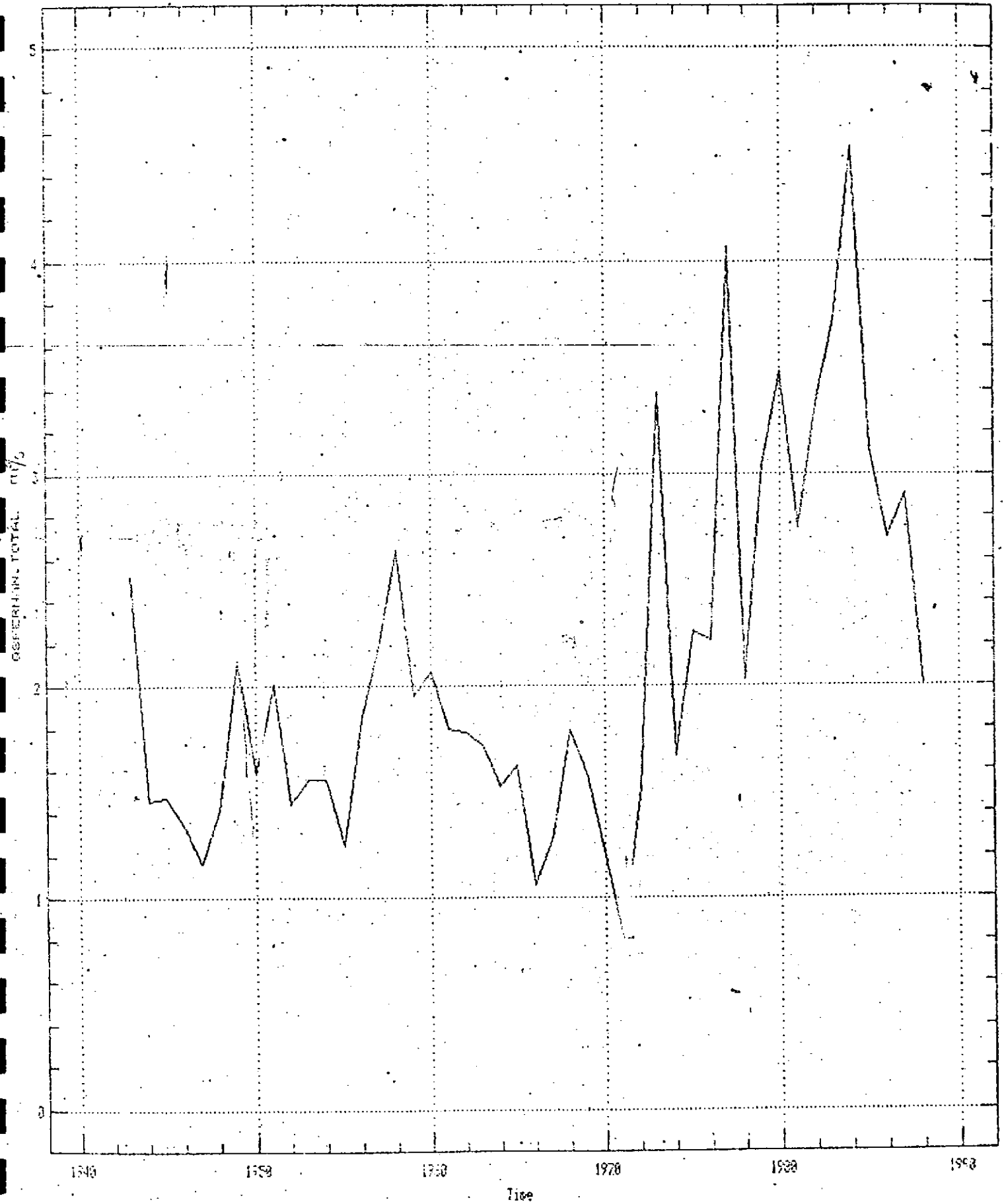


FIGURA Nº43 - Histograma de Frecuencias en: EL SOMBRERO

Frequency Histogram

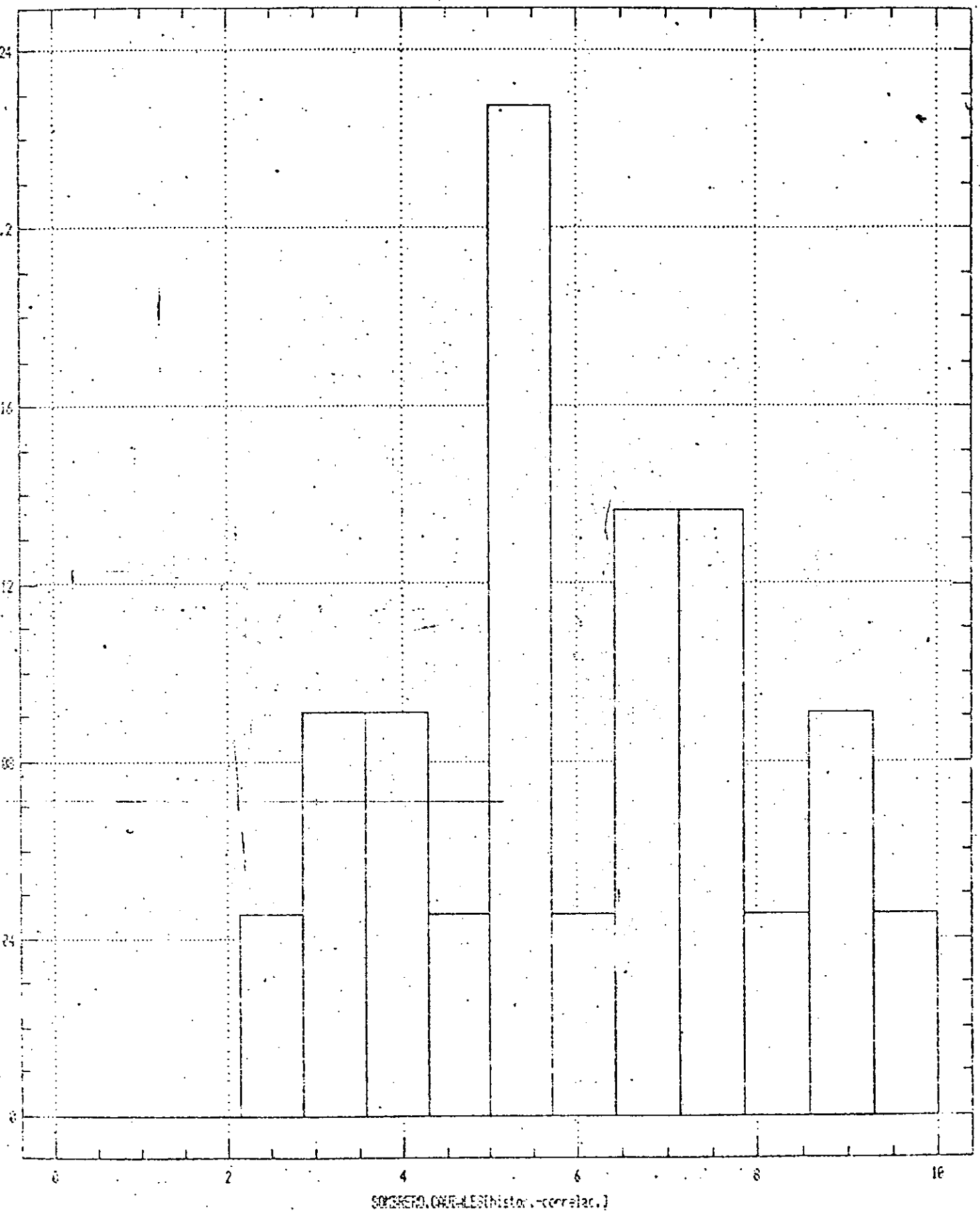
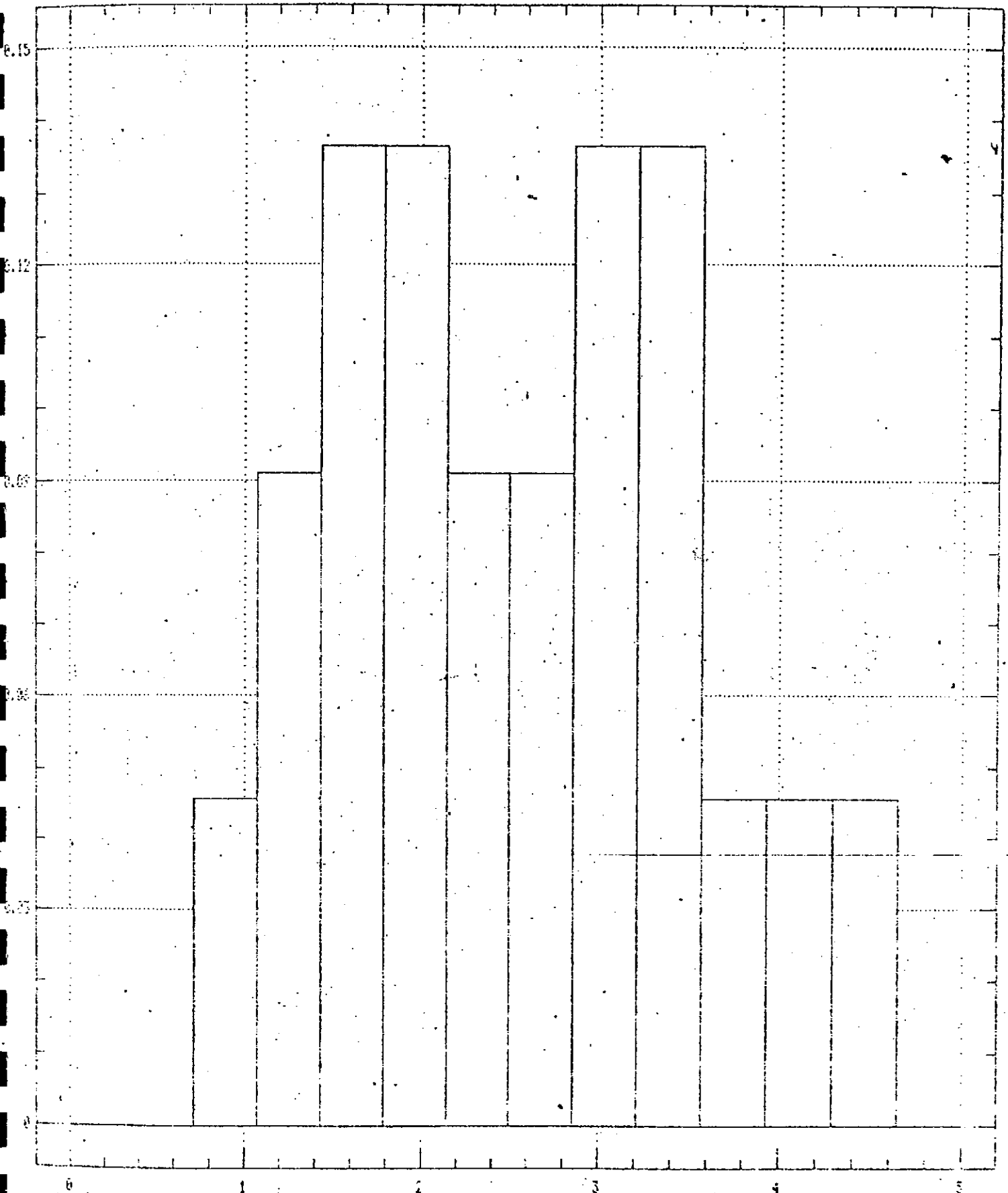


FIGURA N°44 - Histograma de Frecuencias en: SAN FERNANDO -
 serie observada

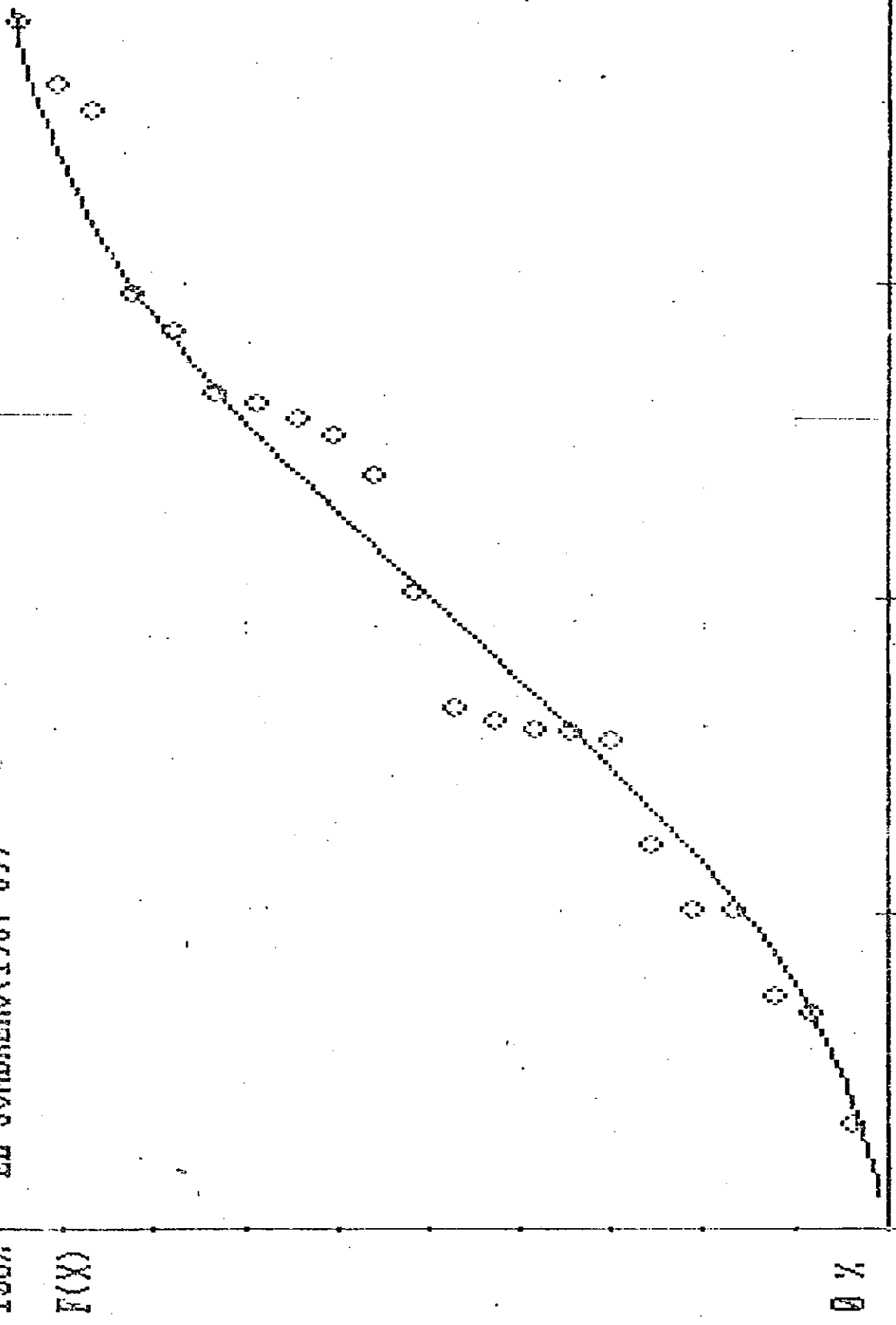


OSFERNAN.OBSERVADOS(1967 a 1969)

EL SOMBRERO(1967-89)

100%

F(X)



2

Funcion: FISHER-TIPPETT

Esc. |---| 2

Variable Aleatoria
X=Q MED. ANUALES

FIGURA 1943 - Ajuste Estimacion Caudales Medios Anuales: EL SOMBRERO

SAN FERNANDO (1967-1989)

100%

F(X)

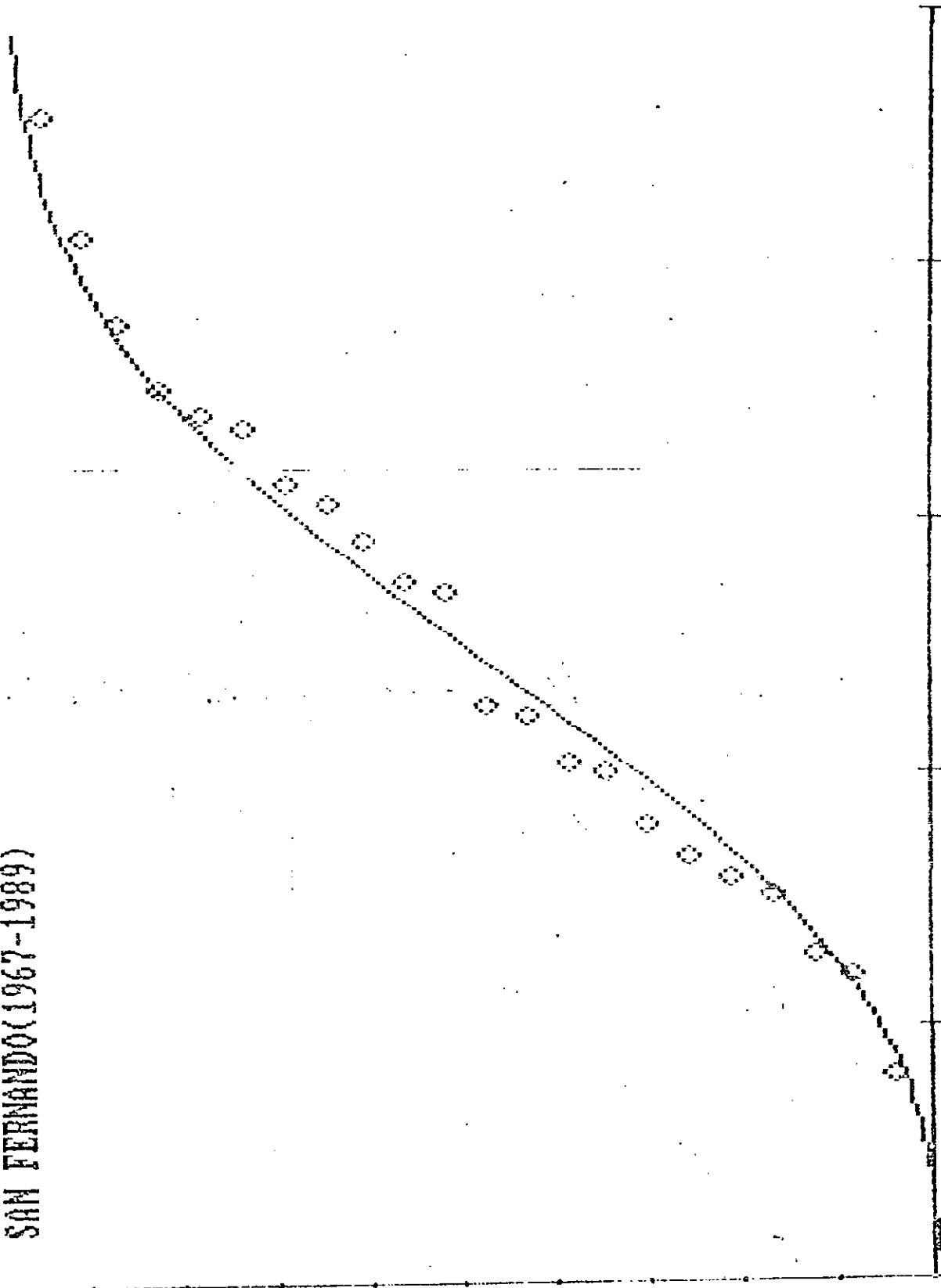
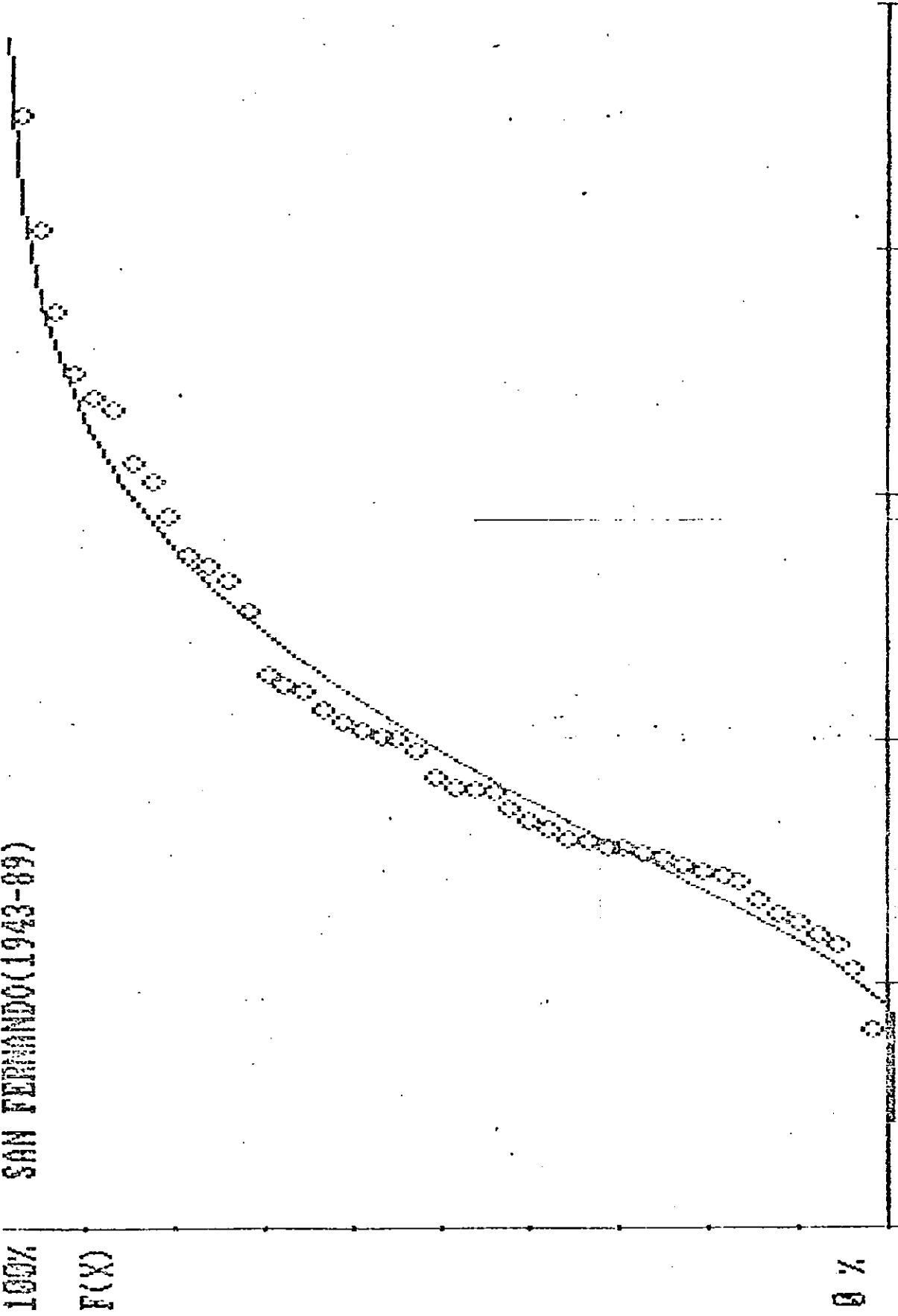


FIGURA 19 47 - Ajuste Estadístico. Caudales Medios Anuales: SAN FERNANDO - serie observada

SAN FERNANDO (1943-89)

100%
F(X)



Variable Aleatoria
 $X=Q$ MED. ANUALES

Esc. |---| 1

Funcion: GOODRICH

FIGURA N°42 - Ajuste Estadístico Caudales Medios. Anuales: SAN FERNANDO - serie completa.

5.2.3 DETERMINACION DE CAUDALES EN LA SALIDA DE LA CUENCA

Tomando las cuencas de aporte de las dos estaciones de aforos, el área de influencia de cada una de ellas es pequeña (San Fernando 155 km² y El Sombrero 312 km²) comparada con el área total de la cuenca hasta Apolinario Saravia que es de 1385 km², pudiendo apreciarse además que hay dos ríos, el de Los Gallos y el de Los Salteños con áreas de aporte muy significativas 211,6 km² y 232,8 km² respectivamente; sin registros sistemáticos.

Los datos existentes tomados por AyE de la Nación en el puente sobre el Río Dorado de la Ruta Provincial N° 5 corresponden al período comprendido entre Dic. de 1951 a Ago. de 1967, período en el cual, según lo observado en el apartado anterior, los caudales son bajos; además estos registros están afectados por los caudales derivados para riego aguas arriba de la sección considerada, dichos caudales son desconocidos ya que el área regada y los cultivos son muy distintos a los actuales.

En función de lo explicado se intentó generar caudales medios mensuales tomando como base los valores observados, las precipitaciones mensuales y áreas de aporte en el ciclo que va de 1966-67 a 1985-86.

Luego de intentar con distintas expresiones se decidió utilizar una simple ponderación de áreas y precipitaciones mensuales, tomando como base los caudales en San Fernando.

Río de los Salteños:

$$QS_i^j = \frac{QSF_i^j}{ASF} [AS1 + AS2 \frac{PAS_i^j}{PSF_i^j}]$$

donde:

QS_i^j = caudal medio mensual Río de los Salteños; mes y año.

QSF_i^j = caudal medio mensual Río Seco en San Fernando

$AS1$ = Area cuenca de los Salteños con idéntica hipsometría al área de aporte de San Fernando: 81 Km².

$AS2$ = Area cuenca inferior Río de los Salteños hasta confluencia con el Río Dorado: 151,81 Km².

ASF = Area cuenca hasta San Fernando: 155 Km².

PAS_i^j = Precipitación mensual A. Saravia; mes y año.

PSF_i^j = Precipitación mensual San Fernando

$$QS_i^j = QSF_i^j \cdot [0,52 + 0,979 \frac{PAS_i^j}{PSF_i^j}]$$

$$QG_i^j = \frac{QSF_i^j}{ASF} (AG1 + AG2 \frac{PAS_i^j}{PSF_i^j})$$

donde: QG_i^j = Caudal Medio Mensual Río de los Gallos

AG1 = Area Cuenca Río de los Gallos con idéntica hipsometría a la cuenca de aporte de San Fernando = 90,45 Km²

AG2 = Area Cuenca Inferior Río de los Gallos = 121,11 Km².

$$QG_i^j = QSF_i^j \cdot [0,58 + 0,782 \frac{PAS_i^j}{PSF_i^j}]$$

En las Tablas N 40 y 41 se presentan los resultados de esta generación y los estadísticos mensuales.

También se extendió el área de aporte del Río Seco a la junta y del (2) Río Dorado desde El Sombrero a la junta.

Se decidió no incluir los aportes al Río Dorado restantes entre la junta y salida por ser una zona plana, con pocos encauzamientos y terreno muy permeable.

La expresión final de caudales medios mensuales a la altura de Apolinario Saravia es:

$$QAS_i^j = QDC_i^j + QSE_i^j + QS_i^j + QG_i^j - Q$$

donde P es un valor determinado por las infiltraciones propias del cauce en el tramo del río que pierde pendiente y se ensancha.

Este tramo de acuerdo a lo observado en el campo y en imágenes satelitarias mide aproximadamente 35 km; el caudal perdido es función directa del perímetro mojado y por ende del caudal que escurre; dicha relación sigue la siguiente expresión:

$$P = m (m^3/m^2.día) \cdot 35.000 \text{ mts.} \cdot x(m)/86.400 \text{ seg.}$$

m = valor de pérdidas que según tablas para cauces arenosos con 10% de limos es 0,15 m³/m².día.

x = perímetro mojado de una sección genérica con la siguiente variación.

Tabla N*40 - Caudales Medios Mensuales generados -
RIO DE LOS SALTEÑOS

ESTACION: RIO LOS SALTEÑOS													CAUD.MEDIOS MENS. GENERADOS[m ³ /s]
CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MEDIO
67-68	1.1	1	1.6	2.7	2.1	7.8	3.4	4.6	2.7	.5	.4	.4	2.36
68-69	.4	1.1	1.7	1.1	3.5	5.9	1.3	2.6	1.6	.7	.6	.6	1.76
69-70	.6	3.3	1.9	3.8	3.3	3.1	4.6	2.3	1	.5	.4	.4	2.1
70-71	.6	.3	3.4	.9	1	3.2	3	1.8	.6	.4	.3	.3	1.32
71-72	.3	1	.7	1.3	1.7	.6	1.8	.8	.3	.3	.3	.3	.78
72-73	.3	1	1.4	.9	1.3	1.6	7.6	3	.6	1.1	.4	.3	1.62
73-74	.3	.3	.7	1.7	2.6	14.8	12.2	7.7	1.5	1	.8	.9	3.71
74-75	.4	1.5	.4	1.6	3.5	3	1.6	3.4	.9	.6	.4	.4	1.47
75-76	.4	2.5	.8	.9	4.8	2.7	7	1.3	.8	.6	.5	.5	1.9
76-77	1.5	.4	.5	1.5	2.3	7	4.3	5.2	1.9	1	.7	.6	2.24
77-78	.7	1.4	1	5.4	12.7	12.7	4.1	1.7	.9	.7	.6	.6	3.54
78-79	.6	1.5	.9	1.8	3.6	6.7	4.4	3	.9	.7	.6	1.1	2.15
79-80	.5	.7	2.2	3.1	5.9	6.2	9.39	4.2	4	1	.8	.7	3.22
80-81	.6	.7	.7	.7	1.7	6.2	3.2	3.3	1.6	1	.8	.8	1.79
81-82	.8	5	2	1.9	3.1	1.6	6.7	8.39	1.6	3	1.6	1.6	3.11
82-83	1.6	1.6	2	3.9	5.8	7.8	18.7	4.5	2.1	1.3	2.2	1.3	4.4
83-84	1.3	2.2	4.5	3	4.4	6.2	10.8	15.2	1.5	2	1.7	1.4	4.52
84-85	1.1	1.7	4	7.5	6.9	9.89	6.2	13.3	1.7	.9	2.4	1.3	4.74
85-86	1.5	2.7	3	3.7	3.7	3.6	3.9	4.9	1.3	1.3	1.1	2.4	2.76

ESTADISTICOS MUESTRALES

MES	MEDIA	DESUDIO	COEF.VAR	ASIMETRIA
SET	.77	.44	.576	.778
OCT	1.57	1.17	.744	1.552
NOV	1.76	1.21	.687	.992
DIC	2.49	1.78	.712	1.408
ENE	3.89	2.48	.688	2.112
FEB	5.82	3.76	.642	1.512
MAR	6.01	4.32	.719	1.198
ABR	4.81	3.88	.806	1.7
MAY	1.45	.85	.59	1.588
JUN	.98	.63	.643	2.113
JUL	.87	.64	.73	1.42
AGO	.84	.56	.666	1.989

Tabla Nº42 - Caudales Medios Mensuales generados -
A. SARAVIA

ESTACION: RIO DORADO A.SARAVIA CAUD.MEDIOS MENS. GENERADOS[m3/s]
Sin descontar lo derivado para Riego

CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MEDIO
67-68	4.6	4	6.7	6.8	10.6	22.3	13.6	8.8	14	3.6	3.3	3.2	5.34
68-69	4.1	4	7.5	7.4	19.1	27.8	10.9	12.3	8.29	9.60	4.9	4.5	6.34
69-70	4.9	5.9	6.5	9.8	16.1	16	13.9	13.2	6	4.3	3.2	2.9	5.41
70-71	5.8	2.1	6.2	4.3	8.39	15.1	14.8	13	5.2	3.2	2.5	2.4	4.37
71-72	2.1	3.3	4.7	4.9	6.7	5	8.89	5.5	3	2.1	2.1	2.1	2.65
72-73	4.4	3.2	3.6	5.2	7.9	9.89	37.6	16.3	5.8	3.8	3.2	2.5	5.44
73-74	2.1	2.1	4.6	7	19.4	87.5	43.3	32	13	9.3	5.3	7.7	12.23
74-75	3	4.7	3	7	17.4	26.8	17.4	18.6	20.5	5	3.7	3.1	6.25
75-76	3.1	5.2	4.9	6	31.1	18.4	40.8	10.4	6.4	4.6	3.8	3.8	7.29
76-77	3.9	2.8	3.6	6.2	17	35.4	22.3	24.4	16.6	7.8	5.3	4.3	7.87
77-78	6.9	7.9	6.2	25.9	66.3	50.8	39.8	20.1	7.2	5.4	4.6	4.3	12.92
78-79	5.3	6.6	6.1	8.39	24.3	16.4	31.5	17.2	7.4	5.1	8.5	5.5	7.49
79-80	3.5	5	9.2	17.3	26.6	39.7	44.5	24.1	15.6	22.1	7	7.5	11.69
80-81	5.2	5.9	6.4	6	17.5	58.6	29.2	33	13.7	8.7	7.7	6.7	10.45
81-82	7.2	11.9	10.4	14.7	21.8	15	43.7	28.1	12.5	12.1	10.6	10.3	10.44
82-83	11.4	11.4	15.3	19.6	24.5	39.1	35.6	21.2	14.4	10.1	11	8.2	11.67
83-84	8	7.8	11.8	13	22	21.3	64.6	32.9	14	13.3	11.3	9.8	12.12
84-85	8.8	11.3	19.2	26.9	34.9	61.8	43.1	51.4	12.7	7.8	12.4	9.7	15.79
85-86	11.1	13.5	21	24.6	24.5	17.4	25.4	23.7	11.2	10.1	8.2	8.5	10.48

ESTADISTICOS MUESTRALES

MES	MEDIA	DESVIDO	COEF.VAR	ASIMETRIA
SET	5.55	2.73	.493	.901
OCT	6.24	3.51	.562	.682
NOV	8.26	5.17	.626	1.467
DIC	11.63	7.61	.654	1.369
ENE	21.9	13.15	.601	2.181
FEB	30.75	21.17	.688	1.296
MAR	30.57	15	.491	.608
ABR	21.33	10.93	.511	1.059
MAY	10.93	4.68	.428	.696
JUN	7.24	4.77	.606	.704
JUL	6.57	3.33	.521	.604
AGO	5.63	2.79	.496	.652

Tabla N°41 - Caudales Medios Mensuales generados -

RIO DE LOS GALLOS

ESTACION: RIO DE LOS GALLOS

CAUD.MEDIOS MENS. GENERADOS[m3/s]

CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MEDIO
67-68	1	.9	1.5	2.4	1.9	6.8	3	3.9	2.3	.5	.5	.5	2.1
68-69	.5	1	1.5	1.2	3.4	5.5	1.4	2.3	1.5	.8	.7	.6	1.7
69-70	.7	2.8	1.7	3.2	3.1	2.9	4.1	2.2	1	.5	.5	.4	1.93
70-71	.6	.3	2.8	.8	.9	2.9	2.8	1.8	.6	.5	.4	.4	1.23
71-72	.3	.9	.7	1.2	1.5	.6	1.7	.8	.4	.3	.3	.3	.75
72-73	.4	.9	1.2	.8	1.3	1.5	7.1	2.8	.7	1.1	.5	.4	1.56
73-74	.3	.3	.7	1.5	2.7	14.2	10.9	7	1.6	1.1	.9	1.1	3.52
74-75	.5	1.3	.5	1.5	3.2	2.9	1.7	3.2	1.1	.6	.5	.4	1.45
75-76	.4	2.1	.8	.8	4.7	2.7	6.9	1.4	.9	.6	.5	.5	1.86
76-77	1.3	.4	.5	1.4	2.3	6.6	4	4.8	1.7	1.1	.8	.6	2.14
77-78	.3	1.4	.9	5	12.7	11.9	4.3	1.9	1.1	.8	.7	.6	3.51
78-79	.6	1.4	.9	1.7	3.5	5.8	4.3	2.9	1.1	.8	.7	1.1	2.07
79-80	.5	.7	1.9	2.9	5.6	6.1	8.60	4.1	3.6	1.1	.9	.8	3.07
80-81	.7	.8	.8	.8	1.9	7	3.5	3.9	1.7	1.2	.9	.9	2.01
81-82	.9	4.3	1.9	1.8	2.8	1.7	6.3	7.3	1.8	2.9	1.8	1.8	2.94
82-83	1.8	1.7	2.1	3.7	5.3	7.3	15.5	4	2.1	1.4	2.1	1.4	4.03
83-84	1.4	2.1	3.9	2.8	4.1	5.6	10.5	13	1.7	2.2	1.9	1.6	4.23
84-85	1.2	1.7	3.9	6.8	6.3	9.60	6.2	1.2	1.8	1.1	2.3	1.5	4.55
85-86	1.6	2.7	3	3.7	3.5	3.4	3.8	4.5	1.5	1.5	1.2	2.3	2.73

ESTADISTICOS MUESTRALES

MES	MEDIA	DESVIDO	COEF.VAR	ASIMETRIA
SET	.82	.45	.552	.87
OCT	1.46	1.01	.692	1.341
NOV	1.64	1.08	.656	1.017
DIC	2.32	1.62	.698	1.426
ENE	3.72	2.63	.707	2.346
FEB	5.53	3.57	.646	.907
MAR	5.61	3.67	.654	1.26
ABR	4.42	3.34	.757	1.666
MAY	1.47	.73	.488	1.145
JUN	1.06	.63	.596	1.649
JUL	.95	.61	.645	1.198
AGO	.9099999	.57	.633	1.041

Q(m ³ /s)	X(m)
1	20m
5	30m
10	40m
20	60m
30	80m
50	120m
70	180m

Se adjunta un cuadro (Tabla N° 42) con los resultados obtenidos al aplicar la expresión de QAS desde 1967-68 a 1985-86 y los estadísticos de los valores mensuales destacándose que estos caudales no incluyen los descuentos de derivaciones.

Para rescatar los volúmenes extraídos para riego se consultó con el Sr. intendente de Aguas de Apolinario Saravia, el que calculó valores en m³/seg, para cada mes del año que se indican en la Tabla n° 43.

TABLA N°43 - CAUDALES DERIVADOS PARA RIEGO - FUENTE INTENDENCIA

DE AGUAS - A.SARAVIA - AGAS - [M³/S]

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
R.DOR	2,5	2,5	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5
R.SEC	1,5	2,0	2,0	1,5	1,0	0,5	0,5	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5
R.GAL	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
R.SAL	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
TOT	4,7	5,2	5,2	4,0	2,8	1,7	1,7	2,7	3,9	3,9	4,0	4,5

El descuento del caudal derivado para riego se realiza antes de descontar las pérdidas por infiltración.

Se adjuntan los resultados de esta última generación conjuntamente con los estadísticos mensuales (Tabla n° 44).

A los efectos de tener una referencia acerca de disponibilidades a la salida de la cuenca se realizaron los polígonos de frecuencia relativa simple y acumulada de los caudales medios mensuales (Figuras n° 49 50, 51 y 52).

5.3 CAUDALES MAXIMOS

Pese a existir información de esta variable, la misma es muy escueta y fragmentada, por ello se decidió analizar el problema desde dos puntos de vista, primero el estadístico y luego se utilizó (ajuste y verificación) un modelo matemático para obtener hidrogramas de proyecto en cualquier punto de interés en la cuenca (capítulo 6).

5.3.1 ANALISIS ESTADISTICO

Las series necesarias, conformadas por caudales máximos instantáneos (el mayor de cada ciclo hidrológico) tienen una gran asimetría, además la correspondiente al Río Dorado esta tomada en distintos lugares, San Felipe, El Sombrero y Barrialito, siendo los valores de estas dos últimas superiores a los observados en la primera por ser áreas de aporte mas grandes, pero a los efectos del cálculo se pueden asumir como caudales correspondientes a una misma serie.

En la Tabla n° 45 se presentan las series de máximos anuales correspondientes a las estaciones San Fernando y Río Dorado (esta última compuesta por las estaciones San Felipe, El Sombrero y Barrialito). En la Tabla n° 46 se presentan los estadísticos muestrales de ambas series. En esta última tabla se nota claramente la asimetría positiva (la mayor parte de los valores se agrupa entre 0 y 200 m³/s) y el elevado desvío standard que provoca el caudal extremo del 12/FEB/74.

Tabla N°44 - Caudales Medios Mensuales generados en A.SARAVIA
descontando derivaciones de riego.

ESTACION: RIO DORADO A.SARAVIA		CAUD.MEDIOS MENS. GENERADOS (m ³ /s)											
Descontando derivaciones para Riego													MEDIO
CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MEDIO
67-68	.4	0	2.3	4.3	7.7	23.5	13.3	8.89	11.8	0	0	0	3.9
68-69	0	0	2.8	2.8	15.4	25.8	7.6	10.2	4.5	4.9	.3	0	3.91
69-70	0	3.6	2.2	7.8	13.3	13.5	13.3	9.8	2	0	0	0	3.45
70-71	1	0	4	.8	5.4	13.8	12.5	9.3	.9	0	0	0	2.51
71-72	0	0	.1	1.6	4.4	2.9	7	2.5	0	0	0	0	.97
72-73	0	0	.4	1.4	4.7	7.7	34.2	13.6	1.5	.7	0	0	3.37
73-74	0	0	.1	4	14.5	80.9	43.8	30	6.9	3	.2	2	9.75
74-75	0	.6	0	2	14.8	24	13.9	15.1	15.4	.7	0	0	4.61
75-76	0	2.4	.4	1.8	25.4	15.5	35.3	5.8	1.5	.3	0	0	4.65
76-77	.7	0	0	2.2	12.7	32.3	19.9	21.8	11	2.5	.5	0	5.47
77-78	1.8	2.5	1.1	21.6	55.3	46.7	33.8	14.6	2	.5	0	0	9.47
78-79	0	1.9	.6	4.5	20.1	18.1	27.4	13.4	2.2	.4	3.7	.9	4.91
79-80	0	.2	4.6	13.5	22.3	34.4	42.8	19.6	12.7	16.9	1.9	2.2	8.99
80-81	0	.5	.9	1.2	12	46.9	22.2	24.6	7.4	13.3	2.6	1.2	6.46
81-82	1.5	9.5	5.3	10.6	19.5	12	41	28.5	6.2	7	4.1	3.4	7.82
82-83	4.3	4	8.3	14.7	22	35.7	46.4	19.3	9.2	4.3	6.1	1.9	9.27
83-84	1.5	2.2	8.89	9.2	18.3	20.4	58.4	38	7.9	6.9	5.2	3.2	9.47
84-85	2.6	5.4	13	24	32.2	56.3	36.6	48.8	7	2.6	7.7	3.4	12.6
85-86	4.3	7.2	14.1	18.7	21	14.7	22.4	21.3	5.3	4.3	2.6	2.4	7.88

ESTADISTICOS MUESTRALES

MES	MEDIA	DESVIO	COEF.VAR	ASIMETRIA
SET	.95	1.41	1.482	1.579
OCT	2.11	2.74	1.311	1.485
NOV	3.64	4.41	1.213	1.37
DIC	7.77	7.4	.952	1.056
ENE	17.95	11.64	.649	1.857
FEB	27.64	19.24	.696	1.325
MAR	27.99	14.83	.53	.262
ABR	18.69	11.55	.618	1.098
MAY	6.07	4.49	.74	.469
JUN	3.07	4.07	1.323	2.364
JUL	1.84	2.44	1.33	1.175
AGO	1.08	1.32	1.22	.712

FIGURA Nº49 - Histograma de Frecuencias - Caudales Generados en: A.SARAVIA

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS RELATIVAS

Caudales Medios Mensuales A.Saravia

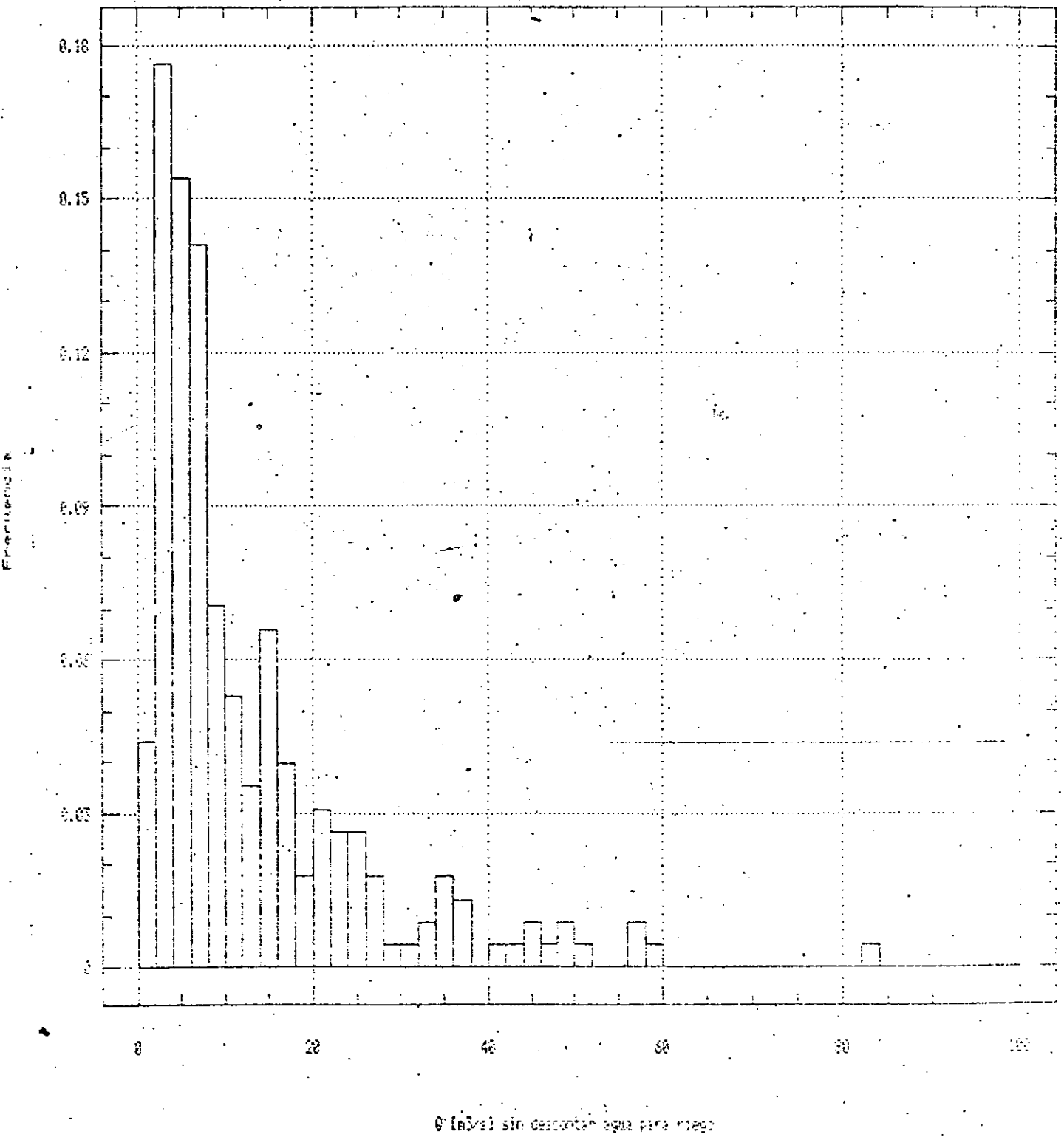


FIGURA Nº50 -- Disponibilidad de Caudales Medios Mensuales generados en: A.SARAVIA

FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS

Caudales Medios Mensuales A.Saravia

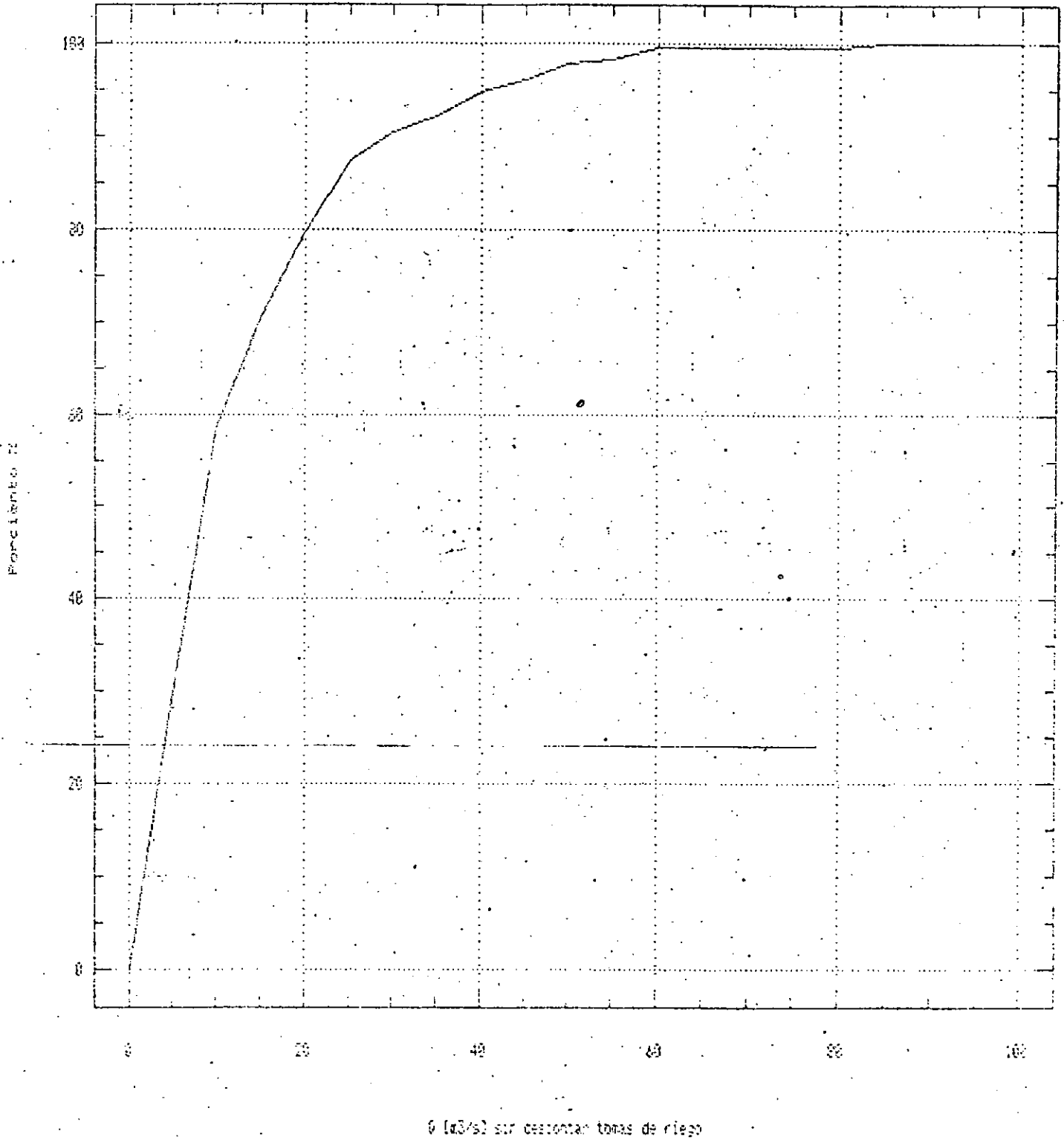


FIGURA Nº 51 - Histograma de Frecuencias caudales generados en: A.SARAVIA - descontado agua para riego.

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS RELATIVAS

Caudales Médios Mensuales A.Saravia

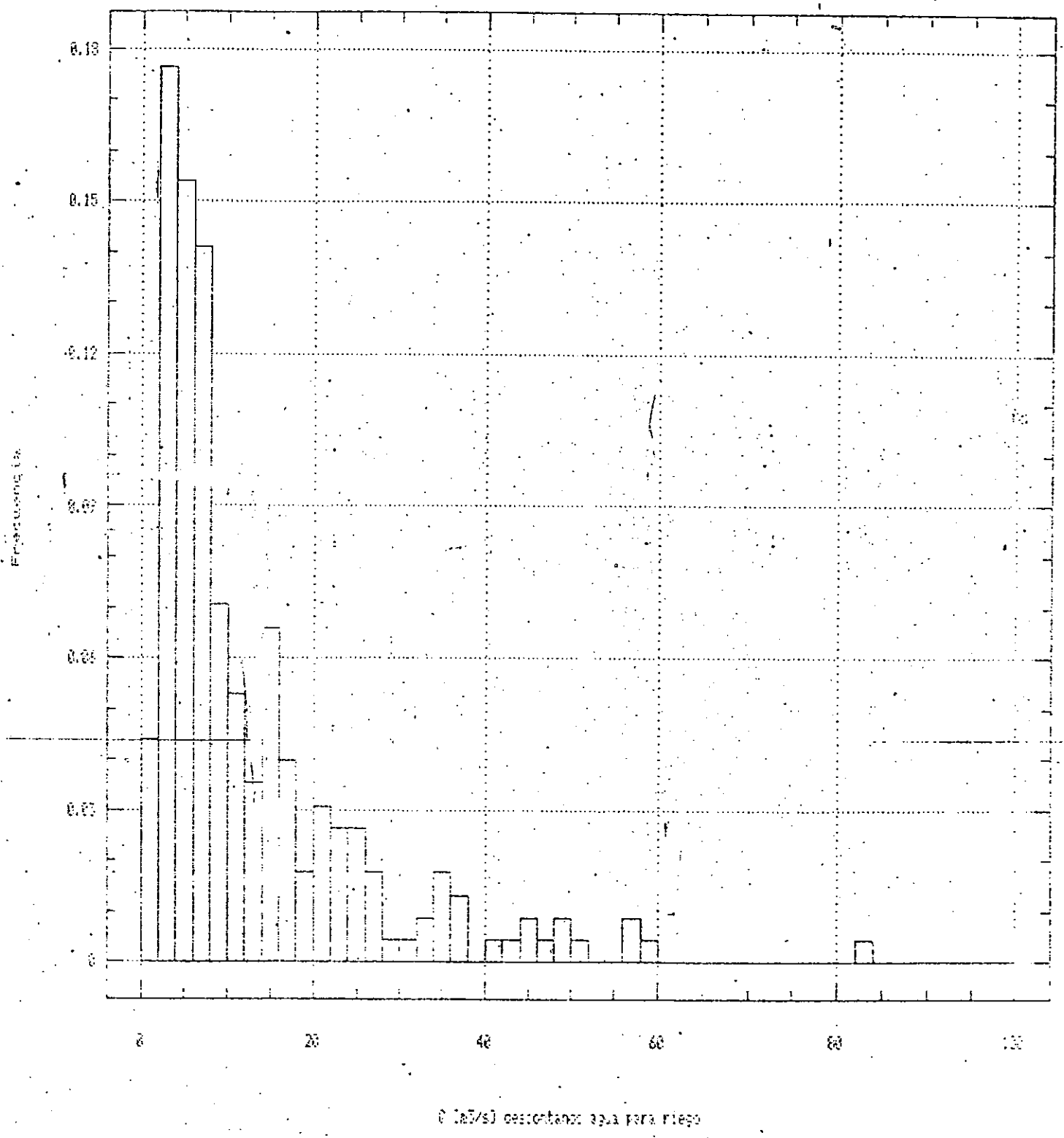
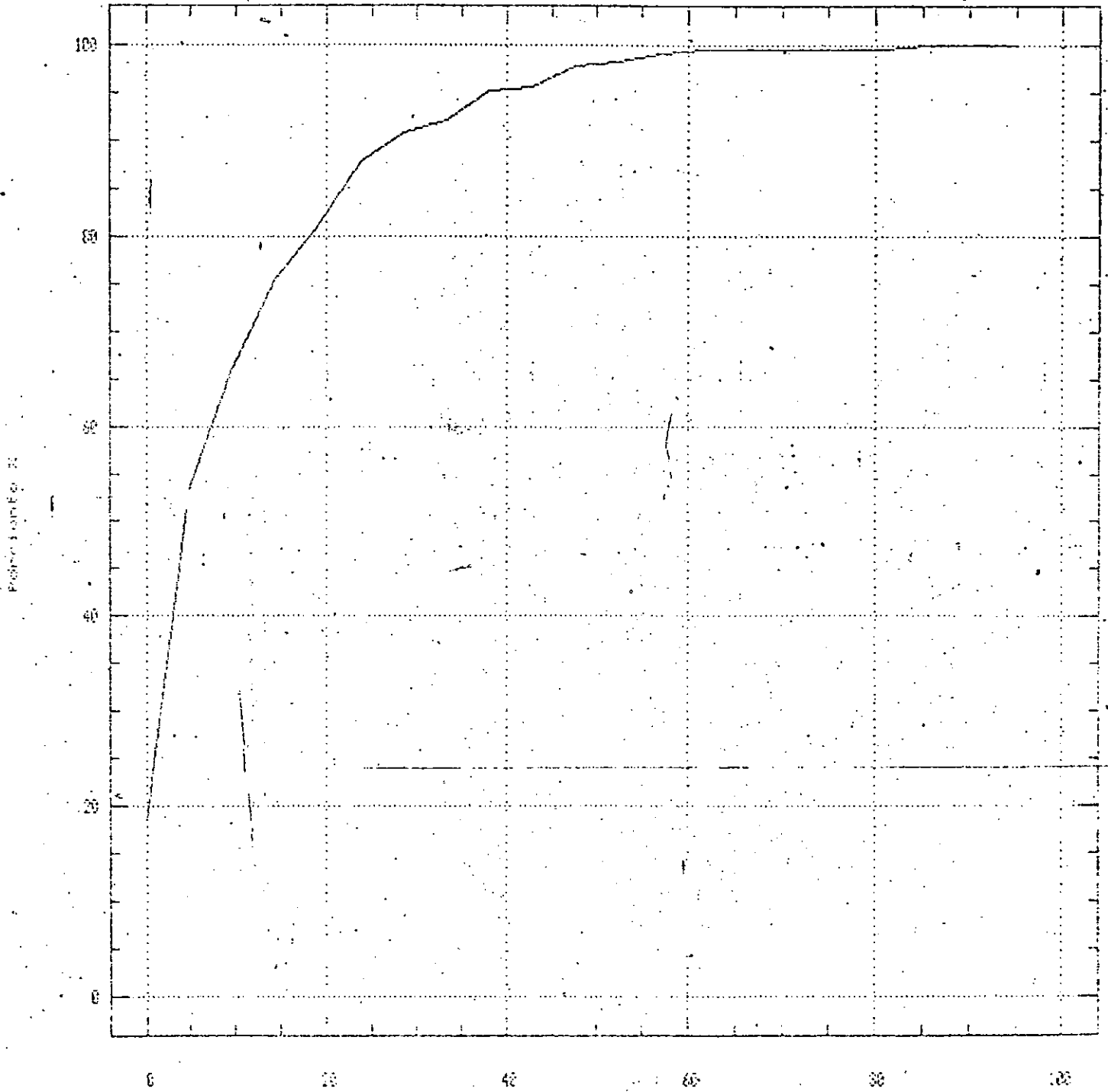


FIGURA Nº52 - Disponibilidad de Caudales Medios Mensuales generados en: A.SARAVIA - descontando agua para riego.

FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS

Caudales Medios Mensuales A.Saravia



Q (m³/s) descontando agua para riego

TABLA N° 45 - SERIES DE CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS

SAN FERNANDO		RIO DORADO	
FECHA	CAUDAL (m ³ /s)	FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
14FEB68	28,6	15NOV67	30,5
17FEB69	52,1	02FEB69	28,0
29ENE70	41,5	25ENE70	36,5
19ENE71	25,5	19FEB71	69,0
18MAR72	15,1	18MAR72	41,5
04MAR73	255,0	04MAR73	47,6
13FEB74	1100,0	13FEB72	1200,0
28ENE75	90,2	20FEB75	179,2
08MAR76	135,0	14ENE76	376,0
01ENE77	55,2	01ENE77	157,0
26ENE78	393,5	07MAR79	101,0
04ENE79	44,8	16FEB80	495,0
10MAR80	129,2	18MAR82	308,0
18MAR82	36,8	23NOV82	89,0
12FEB83	100,0	03MAR84	105,0
04MAR84	71,0	85	150,5
20NOV84	129,0	86	175,8
19DIC85	61,0		
15ENE87	105,0		
21NOV87	103,0		
26MAR89	82,0		

TABLA N°46 - ESTADISTICOS DE LA SERIES DE CAUDALES
MAXIMOS INSTANTANEOS.

	S.FERNANDO	R.DORADO
TAMAÑO MUESTRA	21	17
MEDIA	145,41	211,15
DESVIO	235,08	286,64
ASIMETRIA	3,719	4,864

Ajustando estadísticamente se encontró en ambas series una buena aproximación con la función de Frechet (doble exponencial logarítmica). (FIGURAS N° 53 y 54).

SAN FERNANDO (RIO SECO)

$$F(QL) = \text{EXP} [-\text{EXP} [-1,33005 (QL - 3,98185)]]$$

$$Q1SF = \text{EXP} (QL)$$

SAN FELIPE, EL SOMBRERO y BARRIALITO (RIO DORADO)

$$F(QL) = \text{EXP} [-\text{EXP} [-1,21611 (QL - 4,30947)]]$$

$$Q1RD = \text{EXP} (QL)$$

TABLA N° 47 - Caudales máximos instantáneos para distintas
recurrencias

PROBABILIDAD	RECURRENCIA	RIO SECO	RIO DORADO
%	AÑOS	m ³ /s	m ³ /s
90	10	291	473
95	20	500	856
96	25	594	1032
98	50	1003	1871

Como no se tiene la certeza de la exactitud de los caudales máximos instantáneos ocurridos en 1974 se realizó otro ajuste estadístico (FIGURAS N°55 y 56) sin estos valores llegando a las siguientes expresiones:

SAN FERNANDO (RIO SECO) - Figura N° 55

$$F(QL) = \text{EXP} [-\text{EXP} [-16441 (QL - 3,9353)]]$$

$$Q_{iSF} = \text{EXP} (QL)$$

SAN FELIPE, EL SOMBRERO-BARRIALITO (RIO DORADO)

$$F(QL) = \text{EXP} [-\text{EXP} [-1,4266 (QL - 4,2343)]]$$

$$Q_{iRD} = \text{EXP} (QL)$$

El cuadro de los caudales máximos asociados a los distintos niveles de probabilidad considerados en el caso anterior se presenta en la tabla n° 48.

TABLA N° 48 - Caudales máximos instantáneos sin el ciclo 1973-74 para distintas recurrencias

P%	T	RIO SECO	RIO DORADO
90	10	201	334
95	20	312	554
96	25	358	650
98	50	549	1064
99	100	840	1735

Comparando ambas tablas se puede apreciar que de acuerdo a los datos históricos, la última serie está mas acorde con la realidad; ingresando los valores calculados en la crecida extraordinaria (1100 m³/s y 1200 m³/s) se obtuvo:

RIO SECO P = 99,35% 150 años

RIO DORADO P = 98,30% 60 años

pese a ser recurrencias muy distintas ambas marcan crecientes muy por encima de las ordinarias, pudiendo suponerse que el caudal calculado en el Río Seco fué sobrevaluado.

Lamentablemente no se puede hacer un análisis similar a la salida del área en estudio pese a haber funcionado una estación de aforos de AyEE durante 15 años, pero no hay una información feaciente de los caudales máximos instantáneos salvo algunos datos aislados como los que se presentan en la tabla n° 49.

S FELIPE Y EL SOMBRERO

100%

F(X)

0%

Variable Aleatoria
 $X=0$ MAX. INSTANTANEOS

Esc. |---| 100

Funcion: FRECHET

FIGURA 1923 - Ajuste Estad. por de Caudales Máximos Instantáneos: RIO DORADO

115

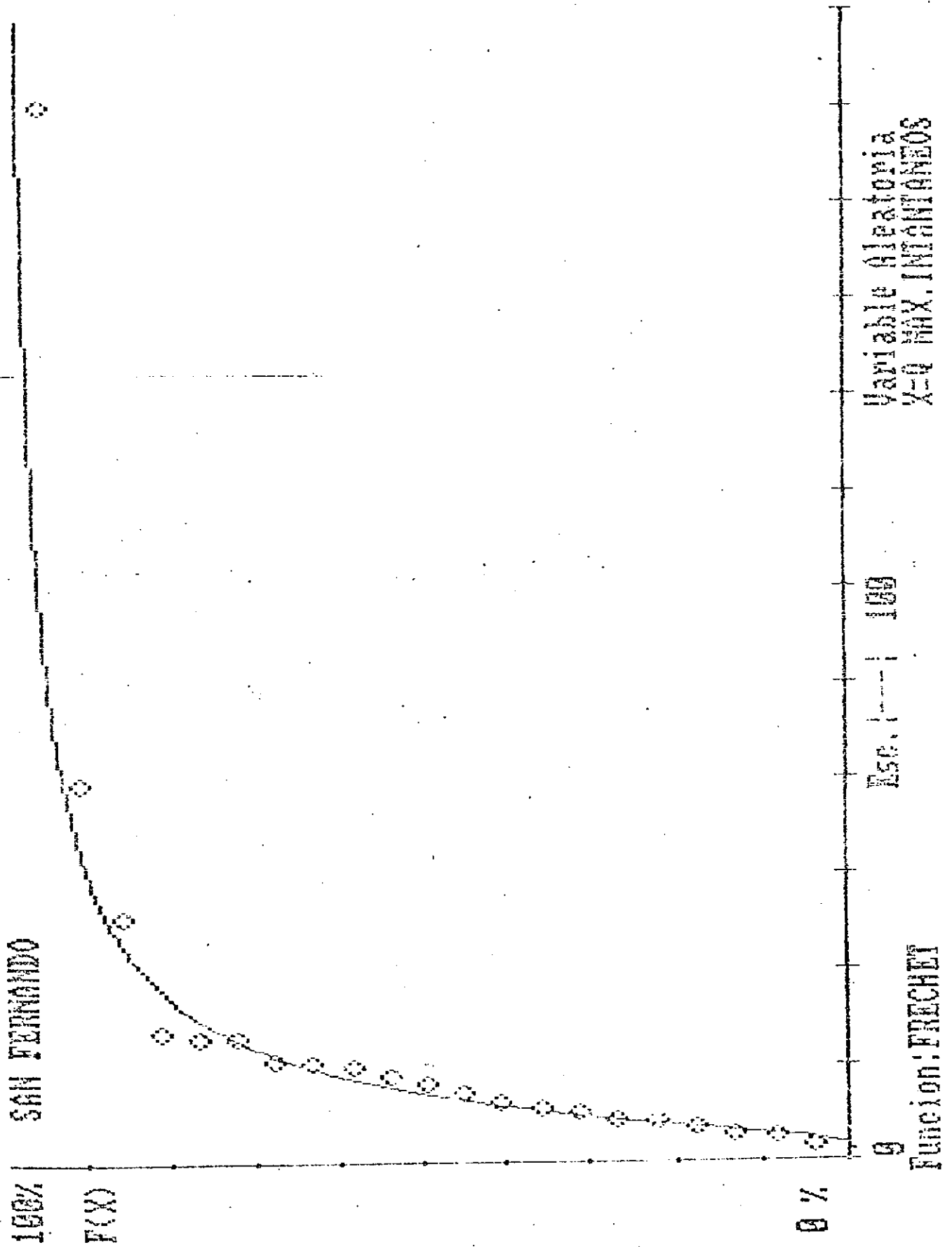
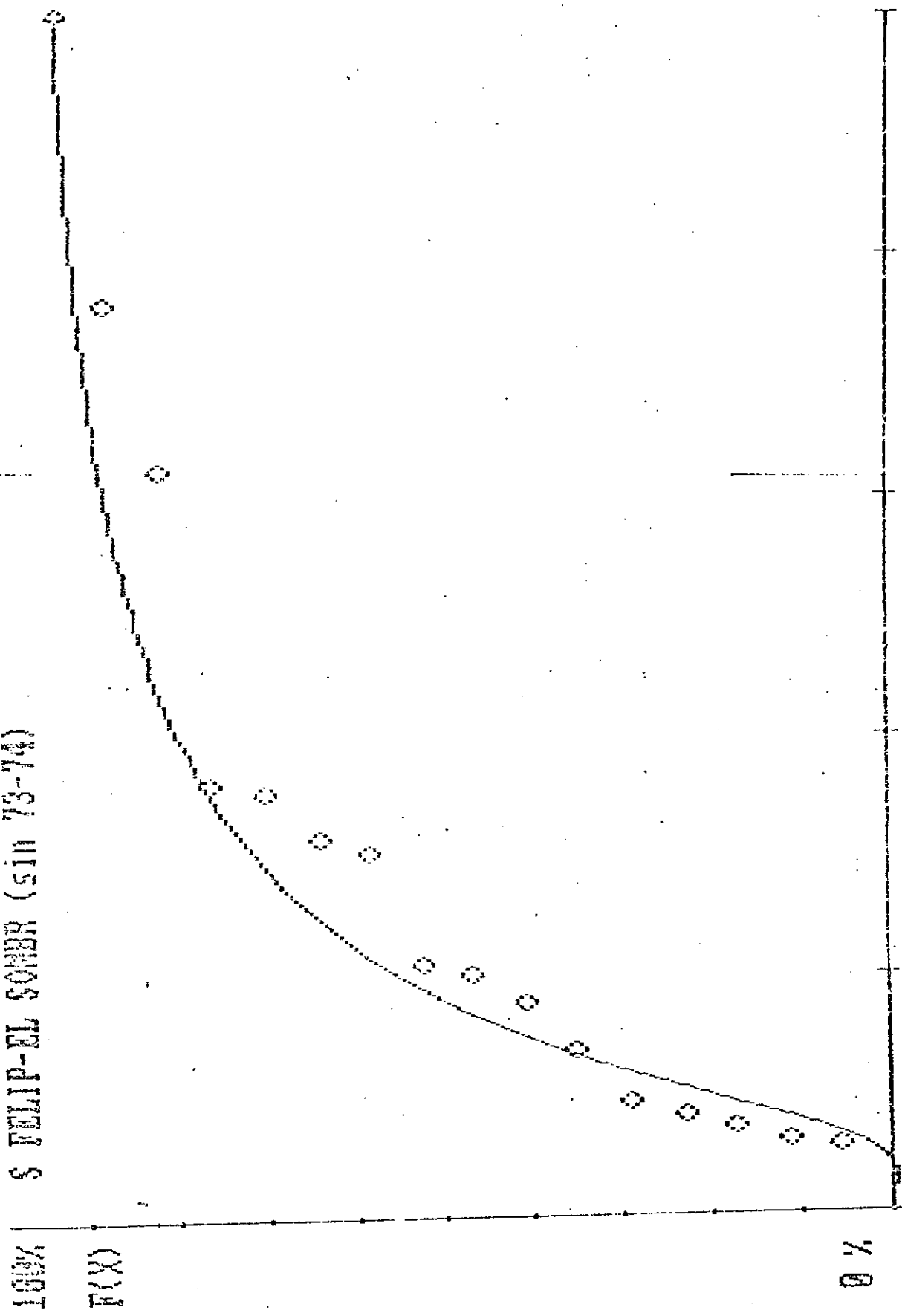


FIGURA 1034 - Ajuste Estadístico de Caudales Máximos Instantáneos en: S4, T1, 100

1034

S FELIP-EL SOMBR (sin 73-74)



Variable Aleatoria
 $X=Q$ MAX INSTANTANEOS

Esc. |---| 150

Funcion: FRECHET

FIGURA No. 5 - Ajuste Estadístico de Caudales Máximos sin Ciclo 1973-74 - RIO DORADO

FIGURA N°56 - Ajuste Estadístico de Caudales Máximos sin Ciclo 1973-74 - SAN FERNANDO

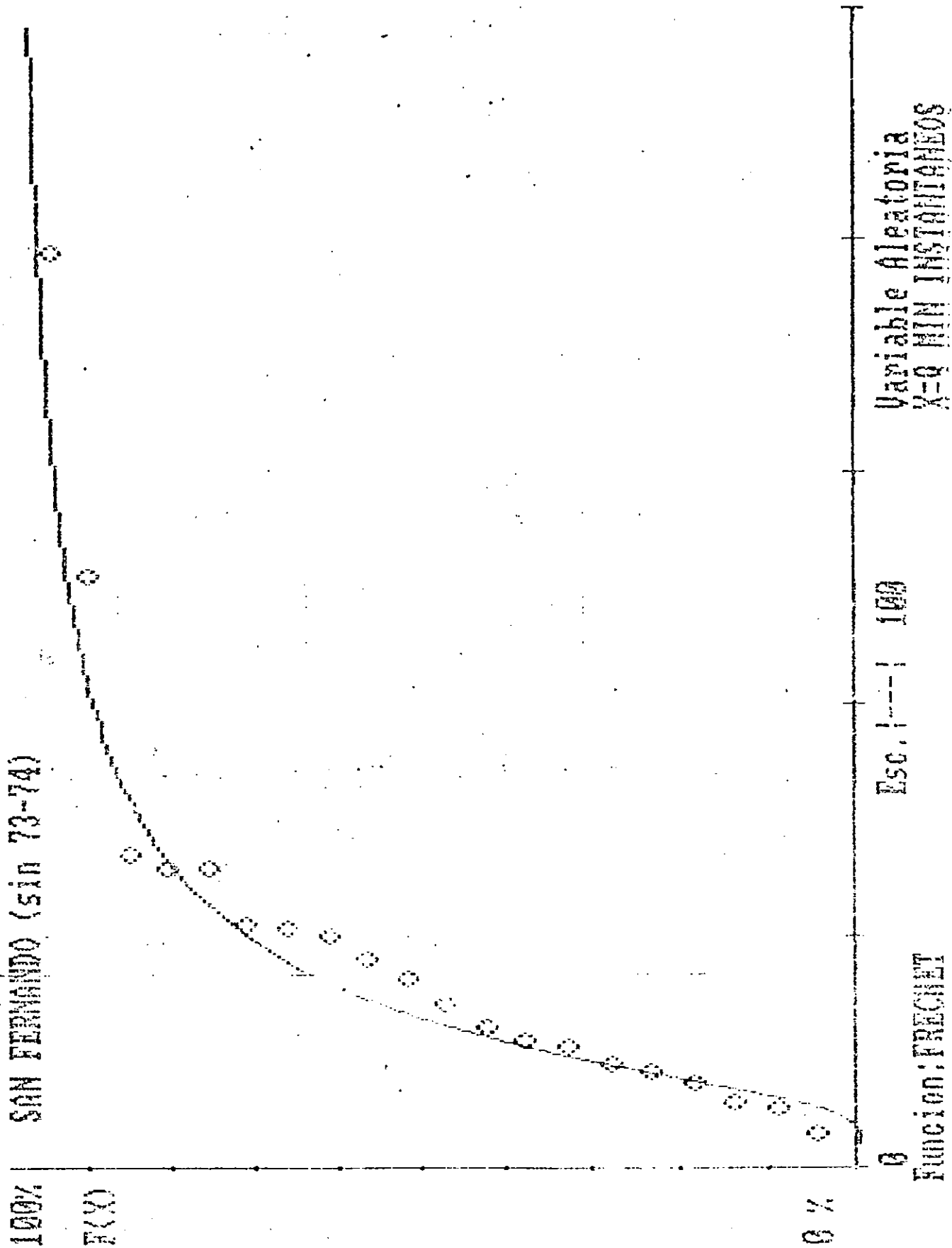


TABLA N° 49 - Crecidas observadas en Apolinario Saravia

MAXIMOS INSTANTANEOS m ³ /s	MAXIMOS MEDIOS DIARIOS m ³ /s	FECHA
660	418	05MAR53
220	153	17FEB54
315	101	09MAR55
1090	805	19FEB62
135	99	26MAR63

Estos valores no son suficientes para realizar un análisis estadístico serio, por lo que se intentó con otra técnica consistente en regionalizar los eventos máximos calculando el caudal máximo instantáneo dividido por el Area de Aporte para cada estación y ciclo hidrológico:

RIO DEL VALLE: El Piquete y El Ceibal;

RIO SECO: San Fernando;

RIO DORADO: San Felipe, El Sombrero, Barrialito y A. Saravia.

Para confeccionar la serie se escogió el máximo de los coeficientes de cada subserie (sin contar el ciclo 1974-75) resultando 41 años con los siguientes estadísticos:

$$\text{MEDIA (M}^3\text{/S/Km}^2\text{)} = 0,554$$

$$\text{DESVIO (M}^3\text{/S/Km}^2\text{)} = 0,5199$$

$$\text{COEFICIENTE DE VARIACION} = 93,8 \%$$

$$\text{ASIMETRIA} = 1,9306$$

La función que mejor representó el ajuste fué la distribución de Goodrich (Figura N°57).

$$F(x) = 1 - \text{EXP} \left[-1,831 \cdot (x - 0,0017)^{1/0,944} \right]$$

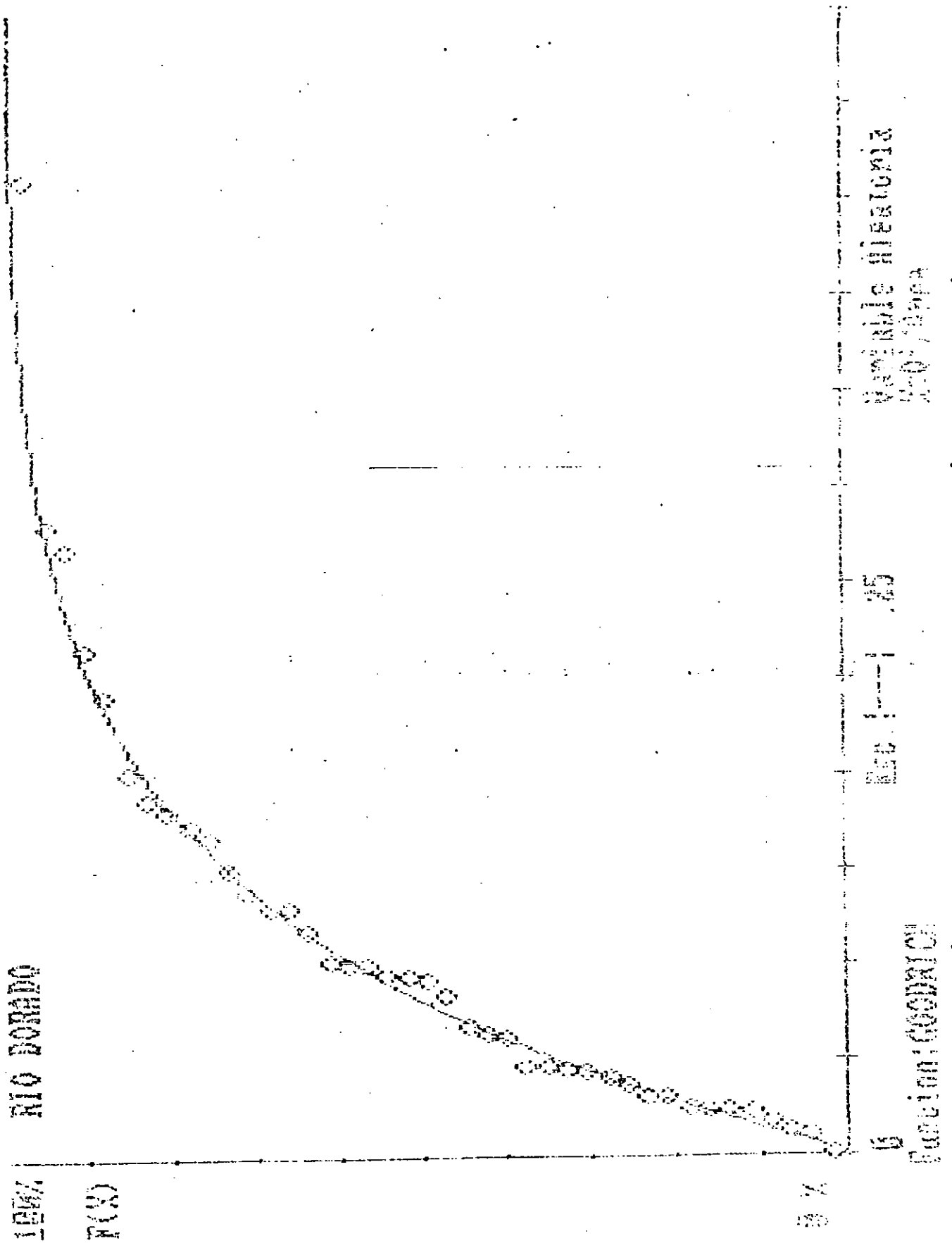


FIGURA N957 - Ajuste Estadístico Regionalizado de Caudales Máximos Instatáneos.

Por lo tanto utilizando esta ecuación se obtuvo una estimación de los caudales asociados a distintos niveles de probabilidad para el Río Dorado en Apolinario Saravia (Tabla n° 50).

TABLA N° 50 - Caudales máximos instantáneos para distintas recurrencias en Apolinario Saravia

P%	T [AÑOS]	X [m ³ /s/Km]	A.SARAVIA A = 1385 Km ² [m ³ /s]
90	10	1,24	1717,9
95	20	1,59	2202,8
96	25	1,71	2369,0
98	50	2,05	2840,1
99	100	2,39	3311,1
99,6	250	2,84	3934,5

6. DETERMINACION DE CAUDALES MAXIMOS UTILIZANDO EL MODELO IPHSL

La información disponible sobre caudales máximos presentada con su correspondiente análisis de frecuencia en el capítulo 5 muestra que la evaluación de caudales máximos de proyecto tiene una incertidumbre considerable debido a la longitud de los records existentes y a la ocurrencia de la creciente de FEB/74 que muy probablemente tiene una recurrencia extraordinaria.

Lo expresado en el párrafo anterior, sumado al hecho de que para algunas posibles alternativas de control de crecidas y de regulación de caudales mediante la construcción de embalses en la cuenca alta que puedan analizarse en la segunda etapa de este proyecto, hace que sea necesario contar con una herramienta que permita estimar los hidrogramas de proyecto en los posibles sitios de emplazamiento de las obras.

Para evaluar las crecientes de proyecto mediante la estimación previa de una tormenta de proyecto y su posterior transformación en caudales se decidió la aplicación del modelo IPHSL.

El modelo ha sido desarrollado en el Instituto de Pesquisas Hidráulicas de la UNIVERSIDAD FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL por Carlos TUCCI, Eduardo ZAMANILLO Y Hugo PASINATTO, con el objeto de simular la transformación lluvia-caudal para sintetizar hidrogramas de proyecto.

El modelo fué calibrado utilizando la información disponible de un evento de mediana magnitud ocurrido en ENE/75.

Para verificar la calibración se simuló la respuesta de la cuenca ante la ocurrencia del evento extraordinario acontecido en los días 12 y 13 de Febrero de 1974.

Este evento fue provocado por lluvias consecutivas muy altas en toda la cuenca y avenidas de tal magnitud que originaron serios destrozos a su paso, desborde en el tramo aguas abajo de la confluencia de los ríos Seco y Dorado hasta la localidad de Apolinario Saravia, viéndose esta última inundada por completo.

Las estaciones de aforo en San Fernando y San Felipe fueron arrasadas llevándose inclusive las torres con el cable carril y vagonetas. Los técnicos de AyEE determinaron los caudales máximos en ambas estaciones tomando como referencia las marcas de los niveles mas altos, determinando los siguientes caudales de pico para el evento:

San Fernando. 1.100 m³/s
San Felipe: 1.200 m³/s

Debido a que no existe información suficiente para realizar y verificar el ajuste en forma fehaciente a la salida de la cuenca en estudio (Apolinario Saravia) se recurrió al siguiente

procedimiento:

1. Para una tormenta y para un hidrograma resultante de ésta, ambos conocidos en las estaciones San Fernando (Río Seco) y El Sombrero (Río Dorado) se ajustaron los parámetros del Modelo IPHS1 para obtener las condiciones de partida con cualquier tormenta, suponiendo que el comportamiento del sistema es aproximadamente lineal.

2. Verificar según precipitación antecedente y la tormenta del 13FEB74 y 18NOV84 los caudales resultantes en el modelo con los máximos estimados en las estaciones El Sombrero y San Felipe. Para las demás subcuencas los parámetros del modelo fueron estimados a partir de la escasa información disponible para luego aplicar la tormenta a todo el sistema.

6.1 AJUSTE DE PARAMETROS CON HIDROGRAMAS OBSERVADOS

El modelo IPHS1 tiene distintas opciones para evaluar las pérdidas, para efectuar la transformación lluvia efectiva caudal en cada sub-cuenca y para propagar los hidrogramas por los cauces.

Para evaluar las pérdidas se utilizó el método de Horton modificado. Con una pérdida de intercepción inicial y la ecuación de Horton con un reservorio de humedad de suelo para determinar las pérdidas por infiltración y la percolación; para propagar el flujo subterráneo se emplea un reservorio lineal simple.

Para la transformación de la lluvia efectiva en caudal se utiliza el método de Clark con un reservorio lineal simple ficticio a la salida para considerar el almacenamiento en la red de canales y por sobre la superficie de la cuenca.

Analizando la forma de varios hidrogramas observados en la estación El Sombrero, la cronología entre tormentas y crecidas se determinó un tiempo de concentración $T_c = 4\text{hs}$.

En función de la planialtimetría y de la ubicación de las distintas quebradas se estimó la distribución de tiempo Vs. % de área de aporte, definiendo el histograma tiempo-área de la sub-cuenca.

* Río Dorado (El Sombrero)
Área de Aporte = 312,7 Km²

t(hs)	% Area
1	15
2	50
3	30
4	5

La tormenta utilizada con hidrograma conocido corresponde al día 15ENE75. La precipitación total cuya distribución se presenta en la tabla n° 51 fué de 44 mm, con una precipitación antecedente de 5 días consecutivos de 37mm.

Tabla N°51 - TORMENTA DE REFERENCIA (15ENE75)

hs	0							
t(hs)	1	2	3	4	5	6	7	8
P(mm)	3,65	3,65	3,65	3,65	0	0	14,7	14,7

Luego de operar el modelo y ajustar parámetros para la sub-cuenca de El Sombrero se obtuvieron los siguientes resultados:

capacidad de infiltración inicial (Io) = 12,1 mm/h

capacidad de infiltración mínima (Ib) = 0,52 mm/h

$h = e^{-k} = 0.3$

almacenamiento por intercepción máx. (R) = 4,4 mm al inicio de la tormenta.

coeficiente de almacenamiento superficial (Ks) = 4,5 hs

coeficiente de almacenamiento subterráneo (Kb) = 40 hs

Los hidrogramas observado y calculado se presentan en la Tabla n° 52 y en la figura n° 58. Puede apreciarse el buen ajuste entre el hidrograma observado y el calculado, el coeficiente de determinación entre ambos es del 95,5%; además:

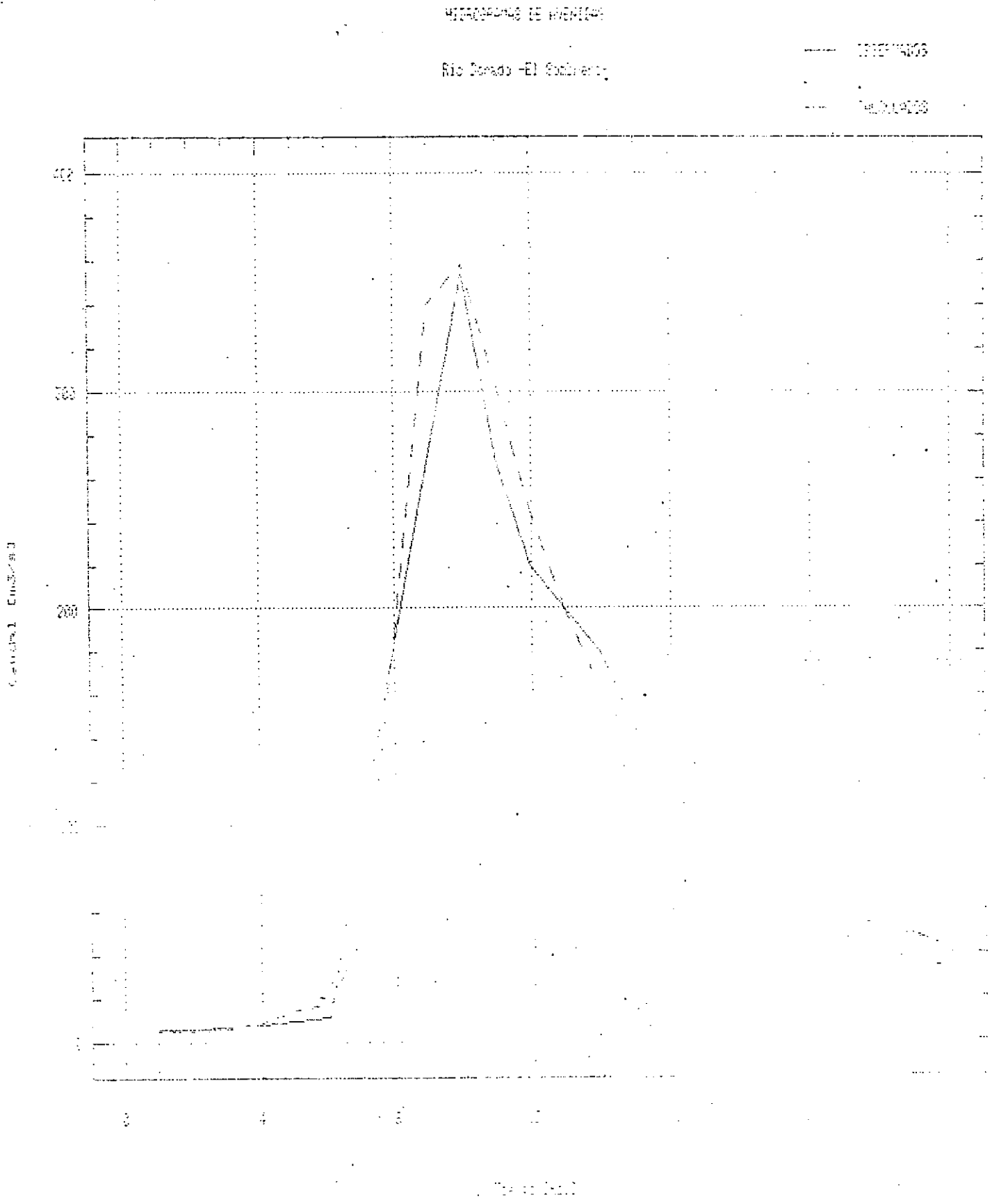
caudal medio observado 108,0 m³/s
caudal medio calculado 107,9 m³/s

volúmen observado 9,328 Hm³
volúmen calculado 9,324 Hm³

TABLA N°52 - CAUDALES OBSERVADOS Y CALCULADOS
 PARA LA TORMENTA DEL 15ENE75 - EL SOMBRERO

t (hs)	QOBS (m ³ /s)	QCALC (m ³ /s)
1	6,0	5,9
2	6,0	5,9
3	7,0	6,2
4	8,0	8,6
5	10,0	14,8
6	12,0	17,5
7	98,0	50,2
8	185,0	189,3
9	270,0	339,9
10	354,0	357,6
11	267,0	301,2
12	220,0	244,3
13	200,0	198,7
14	180,0	162,3
15	144,0	133,2
16	108,0	109,9
17	94,0	91,3
18	84,0	76,4
19	74,0	64,5
20	64,0	55,0
21	58,0	47,4
22	52,0	41,3
23	48,0	36,4
24	42,0	32,5

FIGURA N°58 - Hidrograma Observado y Calculado
el 15ENE75 en EL SOMBRERO.



Para ajustar el modelo a la sub-cuenca de aporte del Río Seco hasta San Fernando se selecciono la tormenta del 19/NOV/84 con una precipitación antecedente de 40,8 mm en cinco días, 4,5 mm en las 24 horas anteriores y un total de 54 mm. para la tormenta cuya distribución temporal se presenta en la tabla n° 53.

En función de la planialtimetría y de las demás características morfométricas de la cuenca se estimó un tiempo de concentración $T_c = 3$ Hs y se determinó el siguiente histograma tiempo-área:

RIO SECO (San Fernando)
 Area de aporte: 155Km²

t(hs)	1	2	3
% Area	10	70	20

Tabla n° 53 - TORMENTA DE REFERENCIA: Tormenta de Referencia
 19NOV84 en SAN FERNANDO

hs	Tiempo hs	P(mm)
18	1	1,7
	2	3,1
	3	12,0
	4	0
	5	0
	6	0
0	7	0
	8	0
	9	0
	10	5,0
	11	5,0
	12	20,0
	13	5,5

El hidrograma resultante no es uno de los mas grandes pero fué escogido debido a que se conocía muy bien las distribución de lluvias en el tiempo.

Para ajustar el modelo se conservaron los parámetros $I_o=12,1$ mm/h; $I_b= 0,52$ mm/h $R= 4,4$ mm por ser cuencas geomorfológicamente similares, cambiándose $H= 0,75$ $K_s=4,0$ h y $K_b=50$ h por ser la cuenca de aporte en su mayor parte perteneciente a las nacientes.

Los hidrogramas observados y calculados se presentan en la tabla n° 54 y en la figura n° 59. El ajuste es muy bueno, pudiendo apreciarse gráficamente que las diferencias son mínimas, con un coeficiente de determinación de 96,5 %

$Q_{\text{medio observado}} = 34,3 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_{\text{medio calculado}} = 34,3 \text{ m}^3/\text{s}$

$\text{volúmen observado} = 2,959 \text{ Hm}^3$

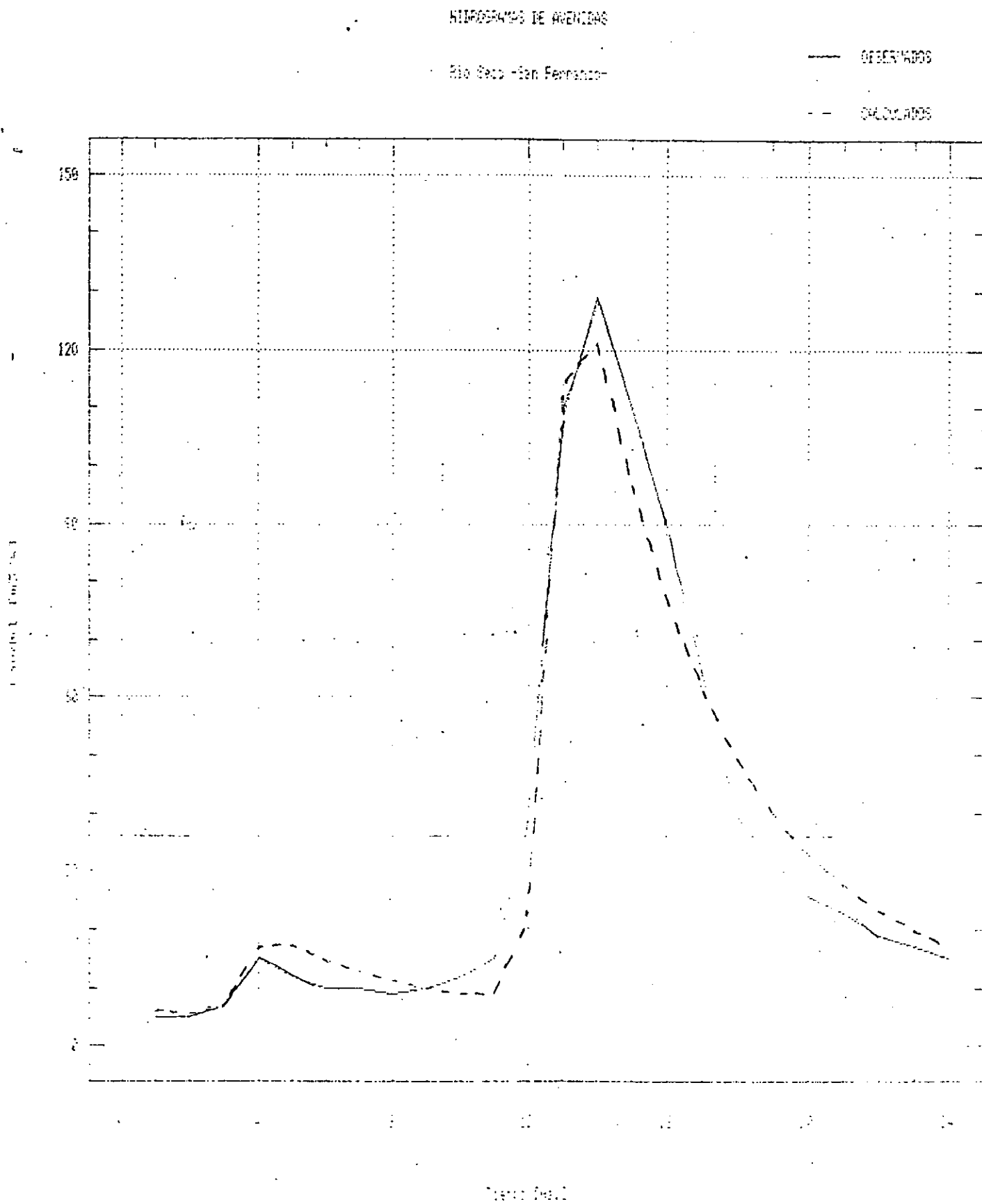
$\text{volúmen calculado} = 2,964 \text{ Hm}^3$

Se debe destacar que los parámetros obtenidos en el ajuste están de acuerdo a las características geomorfológicas de las sub-cuencas y a las condiciones de humedad antecedente, los valores de I_o e I_b pueden parecer bajos pero se debe tener en cuenta que en la cuenca alta, principal área de aporte, la potencia de los suelos es muy pequeña con afloramientos rocosos inmediatos.

Tabla N° 54 - CAUDALES OBSERVADOS Y CALCULADOS PARA TORMENTA DEL 19NOV84

t (hs)	QOBS (m ³ /s)	QCALC (m ³ /s)
1	5	5,9
2	5	5,8
3	7	7,2
4	15	17,0
5	12	17,5
6	10	14,9
7	10	12,8
8	9	11,2
9	10	10,0
10	12	9,1
11	15	8,4
12	38	21,5
13	108	113,8
14	129	121,1
15	110	96,9
16	90	77,1
17	65	61,7
18	40	49,7
19	32	40,4
20	26	33,2
21	23	27,6
22	19	23,3
23	17	19,9
24	15	17,3

FIGURA Nº59 - Hidrograma Observado y Calculado al 19NOV04
en SAN FERNANDO



6.2 VERIFICACION CON LA TORMENTA EXTRAORDINARIA DEL 13/FEB/74

La tormenta del 13/FEB/74 recibe el calificativo de extraordinaria debido a los siguientes valores observados en los pluviómetros de la cuenca y sus areas aledañas:

- * SAN FELIPE: 169,8 mm en 15 hs
precipitación antecedente
15 hs ---- 135 mm
5 días---- 191 mm
- * SAN FERNÁNDO: 199,4 mm en 15,5 hs
precipitación antecedente
15 hs ---- 142 mm
5 días---- 166 mm
- * EL CEIBAL: 228,7 mm en 15,4 hs
precipitación antecedente
15 hs ---- 169,9 mm
5 días ---- 209,6 mm
- * MOLLINEDO: 98 mm en 14,5 hs
precipitación antecedente
5 días ---- 140 mm
- * LAS LAJITAS: 114 mm en 15,8 hs
precipitación antecedente
5 días ---- 155 mm

La duración es aproximadamente igual en todas las estaciones, conociéndose en forma aproximada ya sea por cortes de lluvias o consulta con los aforadores la distribución de la tormenta en el tiempo. La Distribución en San Felipe y El Ceibal de la tormenta es la siguiente:

DIA	HORA	DT	P (mm)
12FEB	20 - 24	4	6,4
13FEB	0 - 04	4	127,4
13FEB	04 - 11	7	36,0

Aplicando esta tormenta para las sub-cuencas de aporte hasta San Fernando - RIO SECO y El Sombrero - RIO DORADO para condiciones límites de humedad de suelo por precipitación antecedente se obtuvo en RIO DORADO-El Sombrero 1573 m³/s, mayor que la calculada según las marcas en San Felipe 1200 m³/s, pero que es aceptable ya que la cuenca de aporte se incrementa de 135,44 Km² a 312,66 Km²; y en San Fernando 1040 m³/s un poco menor a los 1100 m³/s calculadas según las marcas dejada por la avenida.

Por lo tanto, pueden considerarse como buenos los parámetros básicos adoptados en las dos áreas de aporte más importantes de la cuenca. Resta por definir otras áreas de aporte como ser:

- Río Seco desde San Fernando hasta la confluencia con el Río dorado;
- Río Dorado desde El Sombrero hasta la confluencia con el Río Seco;
- Río de los Gallos;
- Río de los Salteños;

los aportes al Dorado desde la última confluencia hasta el puente son insignificantes, por lo que no se consideran dentro de las áreas de aporte.

Los parámetros geomorfológicos para estas áreas se estimaron tomando como base los ya adoptados para las sub-cuencas altas, pero teniendo en cuenta las menores pendientes, mayor capacidad de absorción de los suelos (más potentes) y menor cobertura vegetal.

Se resume a continuación para cada sub-cuenca los parámetros adoptados:

* El Sombrero (SUB 1)	A = 312,7 Km ² Tc = 4 hs Ks = 4,5 hs Kb = 40 hs Qinicial = 80 m ³ /s Hist. tiempo-area de la calibración	Io = 1.0 mm/h Ib = 0,50 mm/h H = 0,30 R = 0,6 mm	
* San Fernando (SUB 3)	A = 155 Km ² Tc = 3 hs Ks = 4 hs Kb = 50 hs Qinicial = 80 m ³ /s hist. tiempo-area de la calibración	Io = 1.0 mm/h Ib = 0,5 mm/h H = 0,75 R = 0,6 mm	
* El Sombrero a Confluencia (SUB 2)	A = 81,3 Km ² Tc = 2 hs Ks = 3 hs Kb = 80 hs Qinicial = 10 m ³ /s Histograma tiempo - áreas	Io = 15 mm/h Ib = 2,5 mm/h H = 0,60 R = 0,6	1 h ---- 40% 2 h ---- 60%
* San Fernando a Confluencia (SUB 4)	A = 170,5 Km ² Tc = 3 hs Ks = 3,5 hs Kb = 100 hs Qinicial = 10 m ³ /s Histograma tiempo - área	Io = 15 mm/h Ib = 2,5 mm/h H = 0,85 R = 0,6	1 h ---- 20% 2 h ---- 40% 3 h ---- 40%

expresiones de Cunge con las características físicas de los tramos verificando las condiciones de estabilidad y error.

Para cada tramo a propagar se estimaron los valores de K y X siendo:

TRAMO A-B $L = 11500$ mts
 $D_h = 40$ mts
 $I = 0,00347$

Caudal de referencia $Q_0 = 1000$ m³/s
Ancho medio $B_0 = 200$ mts.
Rugosidad de Manning $n = 0,045$

$$q_0 = Q_0/B_0 = 5 \text{ m}^3/\text{sm}$$

$$\text{Celeridad } C = 3,7 \text{ m/s}$$

tomando un solo subtramo $D_x = 11500$ mts
 $K = 3108$ seg
 $X = 0,48$

TRAMO C-B $L = 27000$ mts
 $H = 95$ mts
 $I = 0,00352$

$Q_0 = 700$ m³/s
 $B_0 = 390$ mts
 $q_0 = 1,74$ m³/sm
 $n = 0,045$
 $C = 2,42$ m/s

Para tres subtramos $D_x = 9000$ mts
 $K = 3629$ seg
 $X = 0,49$

TRAMO B-D $L = 24000$ mts
 $D_h = 53$ m
 $I = 0,0022$

$Q_0 = 1660$ m³/s
 $B_0 = 1300$ mts
 $q_0 = 1,28$ m³/sm
 $n = 0,040$
 $C = 2,02$ m/s

Para tres subtramos $D_x = 8000$ mts
 $K = 3960$ seg
 $X = 0,48$

TRAMO D-E $L = 9600$ mts
 $D_h = 15$ m
 $I = 0,00156$

$Q_0 = 2000$ m³/s
 $B_0 = 1800$ mts
 $q_0 = 1,11$ m³/sm

$$n = 0,040$$

$$C = 1,72$$

Para un subtramo

$$Dx = 9600 \text{ mts}$$

$$K = 5581 \text{ seg}$$

$$X = 0,478$$

Con todos estos datos se confeccionó en archivo de entrada de datos y se corrió el Modelo IPHS1 cuyo resultado final puede apreciarse en la Figura nº 61, donde se presentan los hidrogramas en San Fernando, El Sombrero y Apolinario Saravia.

Los caudales de pico simulados en San Fernando y El Sombrero tienen el mismo orden de magnitud que los estimados por AAYEE. El pico resultante en Apolinario Saravia es de $3200 \text{ m}^3/\text{s}$ a las 15 hs de iniciada la tormenta con tres horas con valores que superan o están próximos a los $3000 \text{ m}^3/\text{s}$, un volumen total escurrido de $136,4 \text{ Hm}^3$ en 36 hs. ($7,6 \text{ l/s.Ha}$).

Estos valores pese a parecer extremadamente grandes guardan relación con lo acontecido en esa fecha por los desbordes a lo largo del río, en margen derecha que inundaron el pueblo y arruinaron grandes extensiones de cultivos.

FIGURA N°61 - Hidrogramas Calculados en SAN FERNANDO,
EL SOMBRERO y A.SARAVIA para el 13FE874.

HIDROGRAMAS CALCULADOS

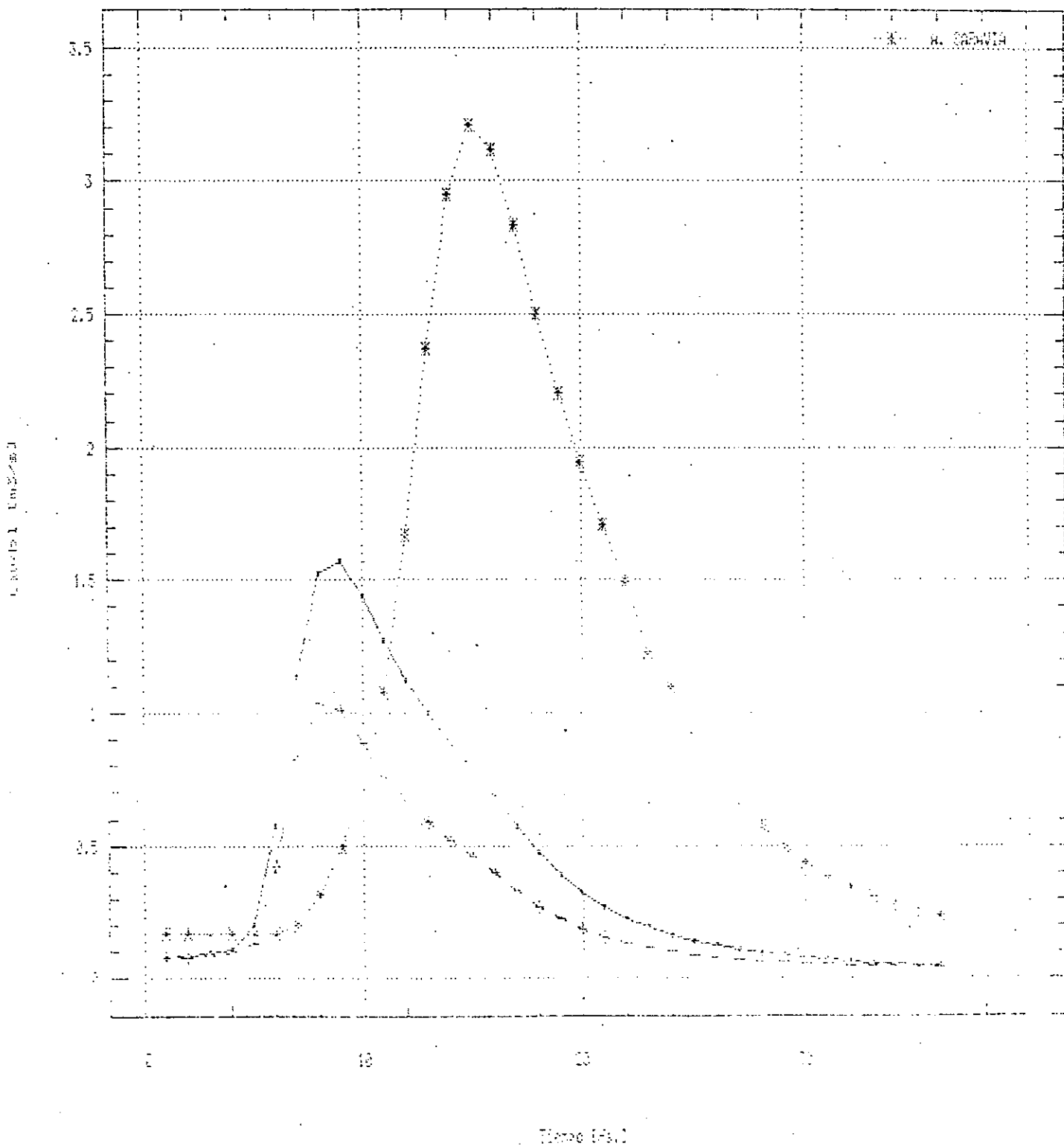
Creciente 13/02/74

(C. 1980)

—●— EL SOMBRERO

-+ A.SARAVIA

-*-* SAN FERNANDO



7. CAUDALES SOLIDOS

La variable medida en las estaciones de aforo es Únicamente material en suspensión que se extrae con botella lastrada por el método de la integración en la vertical, adjuntándose en las tablas nº 56 y 57 los valores mensuales de:

sólidos totales en - toneladas
kilogramo por segundo
kilogramo por m³

Estos registros se indican hasta el año 1982, ya que a partir de ese año hay discontinuidades, principalmente en El Sombrero, en cambio en San Fernando la serie es un poco mas extensa pero a los efectos de comparación se trabaja con idénticas longitudes.

Por lo general el transporte de sedimento en suspensión acontece en el período estival, con el inicio de las primeras lluvias culminando con valores muy bajos entre Abril y Mayo.

Analizando la variación, se puede ver la tendencia general de ocurrencia, donde se destacan dos períodos bien definidos: el primero anterior a 1974-75 donde el caudal sólido normal era de 0,7 Kg/s mientras que a partir de 1975 dicho valor se multiplicó por 10 (7Kg/s), llegando a extremos 24 Kg/s, muy altos para la configuración normal del escurrimiento; esta salto coincide con el incremento de caudales y lluvias tal como se indicó en los correspondientes apartados.

En forma cualitativa podria suponerse que el alto aporte se debe a varios factores como ser:

- 1 - lavado de suelos durante las lluvias por sobrepastoreo de la cuenca baja y deforestación de parte de la cuenca alta.
- 2 - el incremento de lluvias puede desestabilizar parte de las laderas dejando el material suelto a disponibilidad del río.
- 3 - el aumento de lluvias e incremento de caudales favorecen el desgaste del fondo del cauce en la cuenca alta y media, además produce ataques más activos sobre las barrancas.

En cuanto a la granulometría se puede hacer referencia a estudios realizados por AyEE entre 1978 y 1979 arrojando el siguiente resultado:

San Feranando - arenas:	61,5%
limos:	33,0%
arcillas:	5,5%

El Sombrero - arenas:	11,6%
-----------------------	-------

limos: 56,0%

arcillas: 32,4%

Valores totalmente lógicos ya que San Fernando se encuentra comparativamente mas alto que El Sombrero, por lo tanto es mayor el porcentaje de gruesos transportados y a su vez menores las concentraciones.

Tabla N°56 - Sólidos en Suspensión - RIO DORADO

ESTACION: SAN FELIPE -EL SOMBRERO (Rio Dorado)
 SOLIDOS EN SUSPENSION x1000 Ton.

CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
67-68	0	0	.6	.8	1.4	2.2	0	0	0	0	0	0	5
68-69	0	0	.5	0	2.3	9	6.5	0	0	0	0	0	18.3
69-70	0	0	0	0	8	2.6	11.4	0	0	0	0	0	22
70-71	0	0	0	0	1.6	29.6	15.7	0	0	0	0	0	46.9
71-72	0	0	.1	.3	2.8	.1	18.9	0	0	0	0	0	23.2
72-73	0	0	0	.6	5.7	.6	9.39	1.4	0	0	0	0	17.7
73-74	0	0	0	.1	17.5		458.	20.4	13.4	1.6	0	0	
74-75	0	.5	.5	15.6	44.4	119.	53.5	42.1	1.2	0	0	0	277.5
75-76	0	.2	1.3	9.10	180.	28.5	77.6	1.1	1	0	0	0	298.9
76-77	0	0	14.6	2.5	34.2	77.9	39.2	30.6	.9	1.7	0	0	201.6
77-78	.1	1.4	.2	89.7	60.5	47.2	10.6	4	0	0	0	0	213.7
78-79	0	.1	.7	3.3	52.2	3	47.6	1.4	0	0	0	0	108.3
79-80	0	0	4.2	32.1	33.3	75.8	37.6	19.7	.2	0	0	0	207.9
80-81	0	1.8	.3	0	36.1	233.	249.	218.	.6	0	0	0	739.6
81-82	0	0	.2	1.4	30.2	6.9	152.	2.7	0	0	0	0	193.8

SOLIDOS EN SUSPENSION EN Kg/seg													
CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MEDIO
67-68	0	0	.2	.3	.5	.9	0	0	0	0	0	0	.2
68-69	0	0	.2	0	.9	3.7	2.4	0	0	0	0	0	.6
69-70	0	0	0	0	3	1.1	4.2	0	0	0	0	0	.7
70-71	0	0	0	0	.6	12.2	5.8	0	0	0	0	0	1.6
71-72	0	0	0	.1	1.4	0	7	0	0	0	0	0	.7
72-73	0	0	0	.2	2.1	.2	3.5	.5	0	0	0	0	.6
73-74	0	0	0	0	6.5		170.	7.9	5	.6	0	0	
74-75	0	.2	.2	5.8	16.5	49.4	19.9	16.2	.4	0	0	0	9.1
75-76	0	.1	.5	3.4	67.1	11.8	28.9	.4	.4	0	0	0	9.3
76-77	0	0	5.6	.9	12.7	32.1	14.6	11.8	.3	.7	0	0	6.6
77-78	0	.5	.1	33.4	22.5	19.5	3.9	1.5	0	0	0	0	6.8
78-79	0	0	.3	1.2	19.4	1.2	17.7	.5	0	0	0	0	3.4
79-80	0	0	1.4	12	14.3	31.3	14	7.4	1	0	0	0	2.7
80-81	0	.7	.1	0	13.4	96.1	92.8	84.1	.2	0	0	0	24
81-82	0	0	.1	.5	11.2	2.8	56.8	1	0	0	0	0	6

SOLIDOS EN SUSPENSION EN Kg/m3													
CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MEDIO
67-68	0	0	.1	.1	.2	.3	0	0	0	0	0	0	.1
68-69	0	0	.1	0	.4	1.1	1.1	0	0	0	0	0	.2
69-70	0	0	0	0	1	.3	1.1	0	0	0	0	0	.2
70-71	0	0	0	0	.3	2.4	1.3	0	0	0	0	0	.3
71-72	0	0	0	.1	.5	0	2.5	0	0	0	0	0	.3
72-73	0	0	0	.1	.8	.1	.6	.1	0	0	0	0	.1
73-74	0	0	0	0	1.2		13.6	1.4	1.	.2	0	0	
74-75	0	.1	.1	2	2.2	3.4	2	2.2	.1	0	0	0	1
75-76	0	0	.2	1.1	5	1.4	2	.1	.1	0	0	0	.8
76-77	0	0	2.7	.4	2	2.3	1.6	1.1	.1	.2	0	0	.9
77-78	0	.2	0	2.9	1.3	1.3	.4	.3	0	0	0	0	.6
78-79	0	0	.1	.4	1.7	.2	1.2	.1	0	0	0	0	.3
79-80	0	0	.3	1.5	1.4	1.8	1	.7	0	0	0	0	.6
80-81	0	.2	0	0	1.3	3	6.1	4.7	0	0	0	0	1.3
81-82	0	0	0	.1	1.1	.4	2.9	.1	0	0	0	0	.4

Tabla N957 - Sólidos en Suspensión - SAN FERNANDO

ESTACION: SAN FERNANDO (Rio Seco)

SOLIDOS EN SUSPENSION x1000 Ton.

CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
67-68	0	0	0	0	.4	1.2	.3	0	0	0	0	0	
68-69	0	0	0	0	0		.2	.2	0	0	0	0	
69-70	0	0	0	0	2.5	2.1	.3	0	0	0	0	0	
70-71	0	0	0	0	.4	1.3	2.1	.7	0	0	0	0	
71-72	0	0	.1	.1	.6	.1	6.9	0	0	0	0	0	
72-73	0	.4	0	2.8	1.5	.7	29.2	.4	0	0	0	0	
73-74	0	0	0	.4	26.2			18.5	9.8	.2	0	0	
74-75	0	.7	.2	3.8	10.1	13.9	10.2	.2	.4	0	0	0	
75-76	0	0	.3	2.4	71.6	8.10	140.	.6	.2	0	0	0	
76-77	0	0	1	2.1	16	26.4	7.3	5.8	.3	.3	0	0	
77-78	.4	2.6	0	36.8	210.	52.3	16.8	1.3	0	0	0	0	
78-79	0	0	.2	1.3	15	.2	7.3	.9	0	0	0	0	
79-80	0	0	.4	.9	25.1	14.1	15.5	1.8	0	0	0	0	
80-81	0	.5	.1	.1	14.3	639.	22.4	3.3	0	0	0	0	
81-82	0	0	0	0	2.6	.6	0	0	0	0	0	0	

SOLIDOS EN SUSPENSION EN	EN	Kg/seg											
CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MEDIO
67-68	0	0	0	0	.1	.5	.1	0	0	0	0	0	.1
68-69	0	0	0	0	0		.1	.1	0	0	0	0	
69-70	0	0	0	0	.9	.9	.1	0	0	0	0	0	.2
70-71	0	0	0	0	.1	.5	.8	.3	0	0	0	0	.1
71-72	0	0	0	0	.2	0	2.6	0	0	0	0	0	.2
72-73	0	.1	0	1	.6	.3	10.9	.2	0	0	0	0	.11
73-74	0	0	0	.1	9.8			7.1	3.7	.1	0	0	
74-75	0	.3	.1	1.4	3.8	5.7	3.8	4.6	.1	0	0	0	1.7
75-76	0	0	.1	.9	26.7	3.3	59.6	.2	.1	0	0	0	7.5
76-77	0	0	.4	.5	6	10.9	2.7	2.2	.1	.1	0	0	1.7
77-78	.2	1	0	13.7	75.4	21.6	6.3	.5	0	0	0	0	16.1
78-79	0	0	.1	.5	5.6	.1	2.7	.3	0	0	0	0	.8
79-80	0	0	.2	.3	9.3	5.8	5.8	.7	0	0	0	0	1.5
80-81	0	.2	0	0	5.3	263.	8.3	1.3	0	0	0	0	13.8
81-82	0	0	0	0	1	.2	0	0	0	0	0	0	.1

SOLIDOS EN SUSPENSION EN	EN	Kg/m3											
CICLO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	MEDIO
67-68	0	0	0	0	.1	.2	.1	0	0	0	0	0	0
68-69	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
69-70	0	0	0	0	.4	.3	0	0	0	0	0	0	.1
70-71	0	0	0	0	.1	.3	.3	.1	0	0	0	0	.1
71-72	0	0	0	0	.2	.1	1.7	0	0	0	0	0	.2
72-73	0	.2	0	1.3	.4	.2	1.7	.1	0	0	0	0	.3
73-74	0	0	0	.2	2.8			1.5	1.3	0	0	0	
74-75	0	.3	.1	1	1.5	1.9	1.5	1.5	.1	0	0	0	.7
75-76	0	0	.1	.9	4.8	1.2	7.6	.1	0	0	0	0	1.2
76-77	0	0	.5	.6	2.1	1.8	.8	.6	0	.1	0	0	.2
77-78	.1	.6	0	3.3	5.1	2	1	.1	0	0	0	0	1
78-79	0	0	.1	.3	1.5	0	.6	.1	0	0	0	0	.2
79-80	0	0	.1	.1	1.7	.8	.9	.2	0	0	0	0	.3
80-81	0	.1	0	0	1.6	21.8	1.3	.2	0	0	0	0	1.7
81-82	0	0	0	0	.5	.1	0	0	0	0	0	0	0.02

8. CONCLUSIONES

En función de la recopilación, análisis y procesamiento estadístico realizado sobre la información meteorológica e hidrológica disponible se pueden extraer algunas conclusiones que se consideran relevantes para caracterizar la cuenca del Río Dorado.

El clima de la cuenca es subtropical con estación seca, con 1070 mm de precipitación media variando, de este a oeste coincidente con el gradiente topográfico, de 758 mm en la llanura a más de 1200 mm en las serranías.

Las lluvias son principalmente convectivas orográficas caracterizándose por una marcada variabilidad en la distribución geográfica de las tormentas.

Las tormentas de mayor magnitud se concentran en los meses de Diciembre a Marzo, mientras que el resto del año se reducen a lloviznas por el paso de frentes fríos.

De la envolvente de intensidades medias de tormentas máximas se infiere que pueden esperarse intensidades instantáneas superiores a 100 mm/hora en la cuenca media y alta.

La máxima tormenta registrada se presentó en Febrero de 1974 con valores que según el lugar variaron de 228 mm a 98 mm en 15 horas (concentrándose el 75% de la lámina total en las 2das. cuatro horas de iniciada la tormenta). Desde el punto de vista hidrológico la importancia de esta tormenta fué aun mayor debido a que la precipitación antecedente abarco los 5 días previos con registros de similar magnitud.

Se observaron picos de precipitación anual de 1974 a 1978, de 1983 a 1985 y de 1987 a 1988 con recuperaciones intermedias a valores normales.

El análisis de la serie de 40 años en Las Lajitas y en Piquete Cabado permite afirmar que los picos de lluvia a partir de 1974 son más frecuentes que los existentes anteriormente.

Los caudales líquidos escurren con un régimen coincidente al de lluvias, siendo máximos en el período estival. A partir del mes de Abril los niveles de agua descienden considerablemente por el agotamiento del reservorio subterráneo de la cuenca.

En relación a los caudales medios mensuales se verifico un significativo aumento de los mismos a partir de 1974 (coincidentes con aumentos en la lluvia), pero sin recuperación a niveles normales cuando disminuye la precipitación.

Esto sugiere un posible aumento del escurrimiento superficial debido al aumento de las precipitaciones y por consiguiente a un incremento del almacenamiento en los suelos permeables (acuifero) de la cuenca alta. Por otra parte la

explotación de las especies arbóreas de gran porte en la cuenca media pueden asociarse a un menor consumo evapotranspirativo de la cubierta vegetal que podría explicar parcialmente el incremento de los volúmenes escurridos.

En base a las consultas realizadas a especialistas en geomorfología se piensa que no es posible justificar este problema a partir de cambios sustanciales en el uso de la tierra ni por efectos del sobrepastoreo en la cuenca alta.

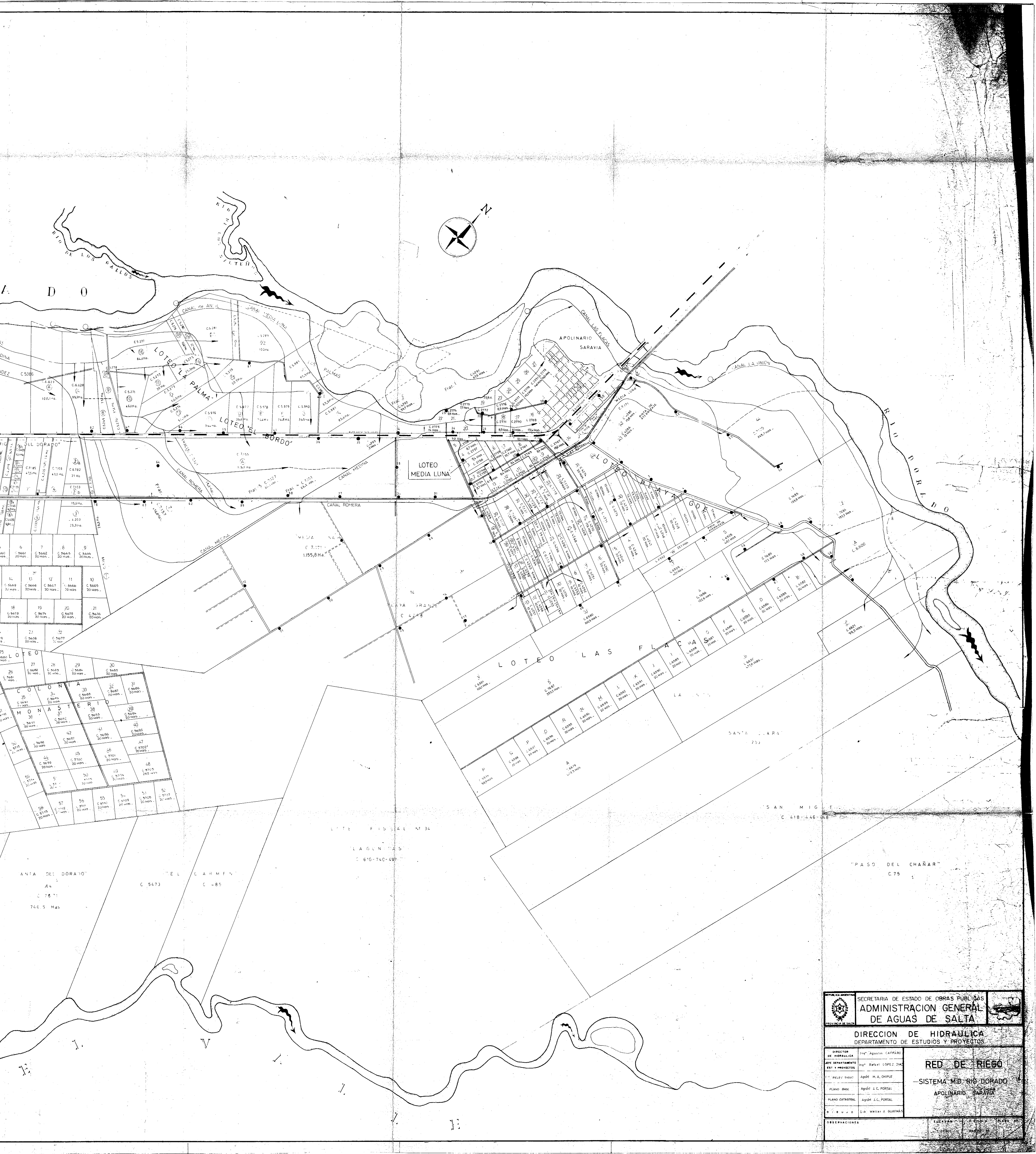
El incremento de transporte de material sólido se puede explicar en parte debido al aumento de las precipitaciones en la cuenca alta, que produjo una mayor actividad en relación a la erosión de márgenes frías y de la erosión en laderas sujetas a alto riesgo erosivo debido a sus características de suelo, vegetación, pendiente, litología etc. Esta última afirmación deberá ser contrastada con la opinión de otros especialistas ligados a este estudio interdisciplinario.


En lo referente a la aplicación del modelo IPHSI para la obtención de hidrogramas de proyecto se puede concluir que pese a las limitaciones impuestas por la información disponible, los resultados obtenidos tanto en la calibración por sub-cuencas, como en la verificación con el máximo evento observado (FEB/74) son aceptables.

Esto permite afirmar que en función de las necesidades que surgirán en la segunda etapa del estudio integral el modelo puede ser utilizado para evaluar las crecientes de proyecto relacionadas con las medidas estructurales y no-estructurales necesarios para el control de crecidas y la regulación de caudales.

En relación a las obras de regulación para proveer agua para riego durante el estiaje, a evaluar en la segunda etapa del proyecto, puede afirmarse que a partir de la información disponible y del producto de este estudio hidrológico será posible evaluar adecuadamente las capacidades de embalse necesarias para satisfacer las demandas de proyecto.

En relación a la generación de sedimentos por pérdida de suelos en la parte baja de la cuenca, donde se han observado problemas debidos a la acción antrópica, se sugiere la aplicación de un modelo hidrológico-sedimentológico que permita cuantificar la verdadera magnitud del problema y posibles alternativas en el uso de la tierra que permitan reducir o minimizar este problema.



 SECRETARIA DE ESTADO DE OBRAS PUBLICAS ADMINISTRACION GENERAL DE AGUAS DE SALTA	
DIRECCION DE HIDRAULICA DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	
DIRECTOR DE HIDRAULICA: Ing. Agustín CARRERO JEFE DEPARTAMENTO EST. Y PROYECTOS: Ing. Rafael LOPEZ DIAZ JEFE DISEÑO: Agte. M.A. CHIPLE PLANO BASE: Agte. J.C. PORTAL PLANO CATASTRAL: Agte. J.C. PORTAL E. B. U. D.: Dib. Walter A. QUINZAS	RED DE RIEGO - SISTEMA MID. RIO DORADO APOLINARIO SARAVIA
OBSERVACIONES:	



R. I. DORADO
R. LOS PALLOS
M. LA MESADA

"CONCEPCION"
C. 7112
2265 Has.

37 C. 7223
96,7 Has.

30 C. 7121
56,7 Has.

14 C. 5111
100 Has.

11 C. 5109

"EL CARMEN"
C. 6179

"SANTA MARIA"
C. 294-609-616-710

"MADREJONES"
C. 6787

76b C. 7383

"MADREJONES"
C. 6787

"LAS JUNTAS"
C. 7113
1268 Has.

L. A. P. A. C.
C. 5096
133,9 Has.
(Pl. 301)

51 C. 5148
100 Has.

50 C. 5147
100 Has.

49 C. 5146
100 Has.

48 C. 5145
100 Has.

47 C. 5144
100 Has.

46 C. 5143
100 Has.

45 C. 5142
100 Has.

44 C. 5141
100 Has.

43 C. 5140
100 Has.

42 C. 5139
100 Has.

41 C. 5138
100 Has.

40 C. 5137
100 Has.

FRAC. A
100 Has.

FRAC. B
100 Has.

FRAC. C
100 Has.

FRAC. D
100 Has.

FRAC. E
100 Has.

FRAC. F
100 Has.

FRAC. G
100 Has.

FRAC. H
100 Has.

FRAC. I
100 Has.

FRAC. J
100 Has.

FRAC. K
100 Has.

FRAC. L
100 Has.

FRAC. M
100 Has.

FRAC. N
100 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

ANTA DEL DORADO
C. 7669
830 Has.

