

38687

MFN-13

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

CONVENIO
PROVINCIA DE TUCUMAN - CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ESTUDIO DE SISTEMATIZACION DE CUENCAS HIDRICAS Y CONTROL DE TORRENTES

TEMA III: HIDROLOGIA SUPERFICIAL



Autor:

Ing. Rec. Hídricos Anibal Comba

Colaboradores:

Ing. María del Carmen Reguera de González

Lic. Rubén Daffinoti

Agosto, 1993

O/x12
C26A
771

x15

AUTORIDADES

PROVINCIA DE TUCUMAN

GOBERNADOR

Sr. Ramón Ortega

Ministro de Economía

C.P.N. Raúl Paulino Ríos

Secretario de Estado de Obras
y Servicios Públicos

Ing. Raúl Natella

Secretario de la Producción

Sr. Juan Antonio Rodríguez

Representante en el Convenio

Director Provincial del Agua

Arq. Manuel Alías

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

SECRETARIO GENERAL

Ing. Juan José Ciáccera

Dirección Cooperación Técnica

Ing. Susana Blundi

Area Infraestructura Hídrica

Ing. Horacio Diez

Representantes en el Convenio

Lic. Rubén Daffinoti

Ing. Juan Czarnowski

INDICE GENERAL

- I.- SINTESIS, CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE LINEAS DE ACCION.
- II.- GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA.
- III.- HIDROLOGIA SUPERFICIAL.
- IV.- HIDRAULICA FLUVIAL Y PROPUESTA DE OERAS CONTRA LAS INUNDACIONES DE LA CIUDAD DE FAMAILLA.
- V.- SUELOS.
- VI.- VEGETACION Y GANADERIA.
- VII.- SOCIOECONOMIA.

INDICE DE HIDROLOGIA SUPERFICIAL

I. INTRODUCCION	- 1 -
II. RECOPIACION DE ANTECEDENTES E INVENTARIO DE DATOS	- 1 -
III. DESCRIPCION GENERAL	- 1 -
IV. DESARROLLO DEL TEMA	- 2 -
IV.1. Temperaturas	- 2 -
IV.2. Evaporación y evapotranspiración	- 2 -
IV.3. Vientos	- 2 -
IV.4. Heladas	- 3 -
IV.5. Precipitaciones	- 3 -
IV.5.a. Origen	- 3 -
IV.5.b. Red pluviométrica	- 4 -
IV.5.c. Análisis y tratamiento de la información	- 4 -
IV.5.d. Precipitaciones anuales	- 4 -
IV.5.e. Análisis de dobles masas	- 5 -
IV.5.f. Rellenamiento de series	- 5 -
IV.5.g. Parámetros estadísticos	- 6 -
IV.5.h. Probabilidad de ocurrencia de precipitaciones anuales	- 6 -
IV.5.i. Variación geográfica de las precipitaciones	- 7 -

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

IV.5.m. Variación estacional	- 9 -
IV.6. Balance hídrico	- 9 -
IV.7. Balance hídrico. Aprovechamiento potencial.	- 11 -
IV.8. Clasificación climática	- 12 -
V. RED HIDROGRAFICA	- 13 -
V.1. Divisoria de cuenca	- 13 -
V.2. Red hidrográfica	- 13 -
V.3. Fisiografía, subcuencas.	- 14 -
VI. HIDROLOGIA TORRENCIAL	- 16 -
VI.1. Inventario de información	- 16 -
VII. DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA	- 16 -
VIII. GEOMORFOLOGIA CUANTITATIVA	- 17 -
IX. INTENSIDAD Y VALORES EXTREMOS DE PRECIPITACION	- 20 -
IX.1. Curva intensidad-duración-recurrencia	- 20 -
IX.2. Precipitaciones diarias maximas	- 22 -
IX.3. Extrapolación de valores de precipitación a la alta cuenca	- 24 -
IX.4. Caudales máximos	- 26 -
IX.5. Aplicación de modelo matemático de simulación hidro- lógica	- 27 -
X. CONCLUSIONES	- 28 -
XI. MODELO MATEMATICO DE LLUVIA - ESCORRENTIA HYMO 10	- 30 -
XII. PROPUESTA DE ACCION	- 32 -

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

I. INTRODUCCION

El ciclo hidrológico de una región está caracterizado por la secuencia de fenómenos cuya evolución determina sus condiciones climáticas. Estos fenómenos, denominados elementos climáticos, son variables en el tiempo y están sometidos a leyes naturales de difícil predicción, íntimamente ligadas a la circulación general atmosférica.

La confección de pronósticos estará por lo tanto, directamente relacionada con la disponibilidad de información básica y la aplicación de metodologías adecuadas a las características de la información que se procese, de esta manera es factible efectuar una primera predicción.

En éste capítulo se ha intentado caracterizar el ciclo hidrológico de la cuenca del río Famaillá, en base los elementos meteorológicos de precipitación, temperatura, evaporación, ocurrencia de heladas y vientos, lo que permitirá confeccionar un balance hídrico y una clasificación climática de la cuenca, simulando su comportamiento.

II. RECOPIACION DE ANTECEDENTES E INVENTARIO DE DATOS

La recopilación de información climática ha sido exhaustiva, para ello se recorrieron las Instituciones del medio relacionadas con el tema (Estación Experimental Obispo Colombres, INTA, Universidad Nacional de Tucumán, Departamento Gral. de Irrigación, Agua y Energía Eléctrica, Dirección Provincial del Agua), como así también las Empresas agropecuarias privadas, que generalmente colectan datos de precipitaciones y temperatura.

Las series de datos existentes cubren una buena parte de la información necesaria para caracterizar la parte baja de la cuenca, con información inexistente en la media y alta cuenca. Por ello es que se ha tomado como marco referencial los trabajos de caracterización climática a nivel Provincial, en escalas mas amplias, a partir de los cuales se efectuaron interpolaciones y deducciones generales.

III. DESCRIPCION GENERAL

El territorio tucumano, por su posición geográfica en cuanto a latitud y ubicación continental, unido a su conformación orográfica, presenta características climáticas bien definidas.

Los sistemas montañosos del Oeste forman una barrera natural que se interpone a las masas de aire húmedas advectadas por vientos provenientes de dirección Norte y Noreste, y que reconocen diferentes causas, entre las predominantes se puede citar el importante efecto del centro de presión denominado Baja Térmica del noroeste Argentino y con menor influencia el anticiclón semipermanente del Atlántico Sur. Este efecto es particularmente intenso durante los meses de verano que es cuando se produce la intensificación y permanencia mas prolongada de la baja térmica antes citada.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Cuando el sistema de presión mencionado tiene la permanencia suficiente advecta aire húmedo de la región amazónica en una dirección tal que produce precipitaciones de tipo orográfico, ya que al ascender activa los procesos de condensación y formación de tormentas con características muy claras y definidas por el proceso interviniente, este efecto como ya se dijo es la causa principal de las precipitaciones que se observan en el período verano y comienzo del otoño.

La pluviometría disminuye de Oeste a Este, como también a partir de un centro a los alrededores de San Miguel de Tucumán hacia el Norte y el Sur.

IV. DESARROLLO DEL TEMA

IV.1. Temperaturas

Las temperaturas disminuyen de Este a Oeste, en directa relación con la variación de altura.

La información obtenida de la Estación Experimental Obispo Colombres, del período 1901-1950, para distintas localidades señala que:

LOCALIDAD	Altura m.s.n.m.	Temp. media anual °C	Temp. máxi- ma °C	Temp. mí- nima °C
Famaillá	370	19.7	26.0	12.4
Sauce Huascho	500	17.4	22.8	11.0

IV.2. Evaporación y evapotranspiración

La evaporación depende de varios factores, entre ellos, la temperatura del aire, la temperatura del agua, el grado de saturación de las capas de aire próximas a la superficie, la velocidad del viento, la presión atmosférica que varía con la altitud, etc.

En la Cuenca del Río Famaillá se produce una gran amplitud de magnitudes, derivado fundamentalmente de las variaciones de alturas en toda la cuenca.

Se tiene información solamente de la localidad de Padilla, que consisten en registros que son medidos con Tanque de Evaporación tipo A en la Estación Experimental del INTA. Los datos diarios abarcan el período 1967-90, y ha sido graficada su variación a nivel medio mensual.

Se calcularon los valores mensuales de la Evapotranspiración potencial, según el método de Thornthwaite (1948), estos valores se utilizan al analizar el balance hídrico de la región.

IV.3. Vientos

Según Rohmeder (1949), los vientos del Norte, corren en alturas

superiores a los 400 msnm. En las mañanas y al anochecer, cuando no se producen corrientes térmicas ascendentes sobre la llanura, ellos pueden deslizarse al ras del suelo; elevándose luego su límite inferior durante el curso del día a mayores alturas.

Desde los 1200 msnm. su predominio es completo. a estas alturas los efectos de rugosidad y fricción son irrelevantes por lo que la dirección e intensidad de los vientos se aproxima a los valores del denominado viento geostrófico, es decir paralelo a las isobaras y con una intensidad proporcional al gradiente de presión.

Los vientos del NE son portadores de humedad provenientes de la región amazónica y su condensación se produce por ascenso en la vertiente oriental de la Sierra de San Javier y del Aconquiya.

IV.4. Heladas

Las heladas estivales son poco frecuentes en la zona, salvo en las altitudes serranas. En cambio las invernales son muy frecuentes, pero generalmente ocasionan menor daño, ya que en la estación fría los cultivos poseen menor sensibilidad a las bajas temperaturas.

Las heladas otoñales o tempranas provocan mayor daño en las plantaciones de caña de azúcar, deteriorando el brote guía de la caña de azúcar, disminuyendo su crecimiento y calidad industrial.

Las heladas primaverales o tardías afectan a los cultivos hortícolas, de gran sensibilidad a las bajas temperaturas en esta época del año.

- Fecha media de la 1ª helada: 25 de Junio
- Fecha media de la última helada en la llanura y pedemonte oriental 10 de Agosto

IV.5. Precipitaciones

IV.5.a. Origen

Las precipitaciones ocurrientes sobre el área estudiada tienen su origen en el ingreso de masas de aire húmedo desde el cuadrante Este-Noreste durante el verano, que son advectadas desde la región amazónica mediante la intervención del sistema denominado Baja Térmica del Noroeste Argentino.

El fenómeno que se produce al ascender las masas de aire por la vertiente oriental de la Sierra de San Javier, produce lo que se denomina lluvias por efecto orográfico, cuya principal característica es que ocurren en formas de tormenta con fuerte intensidad y relativamente corta duración.

Durante el invierno la disminución de la profundización en altura y permanencia del centro de baja presión térmica ya mencionado aleja la posibilidad de ocurrencia de lluvias.

IV.5.b. Red pluviométrica

Las estaciones pluviométricas que poseen información, solo permiten caracterizar el comportamiento de las precipitaciones con cierta confiabilidad en la cuenca baja hasta una altitud de 650 m.s.n.m..

Las estaciones se encuentran ubicadas principalmente en áreas que han sido incorporadas a la explotación agrícola, careciéndose de información desde allí hasta los 3.000 m.s.n.m., donde se encuentran las nacientes del río.

El análisis de los datos pluviométricos de esta región será realizado a nivel anual promedio, efectuándose el trazado de las isohietas del territorio provincial, en escala 1:1.000.000 y apoyado con información puntual existente en otras cuencas similares.

Algunas características de la red de la que se dispone información pluviométrica son detalladas en el Cuadro N^o1 y la localización de la red puede observarse en el Mapa N^o1.

La densidad de la red de observaciones en la cuenca baja sería aceptable pero no todas las estaciones se pueden considerar como confiables teniendo en cuenta un primer análisis de los datos recopilados. Por ello se decidió adoptar solo algunas estaciones de mayor confiabilidad y con períodos de registros homogéneos, lo cual permite tener información procesable con un mínimo de incertidumbre.

Los períodos para los cuales estas estaciones poseen registros pueden observarse en el Cuadro N^o2.

IV.5.c. Análisis y tratamiento de la información

Consistió básicamente en detectar posibles errores de medición, homogeneizar períodos de registros y rellenar series con datos faltantes, comparando o correlacionando la información de las distintas estaciones ubicadas en el área de estudio.

Finalmente se utilizaron estos datos, depurados estadísticamente, para obtener así una caracterización del régimen de lluvias en la cuenca, lo que luego es utilizado en la realización del balance hídrico zonal.

IV.5.d. Precipitaciones anuales

Para el análisis de la información se adoptó como periodo anual un año hidrológico, en esta región se considera como tal el periodo que comienza en el mes de Setiembre de un año y termina en el mes de Agosto del año siguiente.

De las estaciones descriptas en el Cuadro N^o1 se adoptaron solamente aquellas que poseen mas de quince años de registros, considerándose las restantes como estaciones de referencia, y de consulta ante determinadas situaciones que así lo recomiendan.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Los datos correspondientes a cada estación pueden observarse en el Cuadro N°3.

IV.5.e. Análisis de dobles masas

Para contrastar la información se utilizó el método denominado de doble maza o de doble acumulación, para ello se graficó la acumulación de las precipitaciones de la estación testigo en absisas y la correspondiente acumulación de la estación a contrastar en ordenadas.

Al contrastar dos estaciones con el mismo régimen pluviométrico, se debería obtener con este método una relación rectilínea; cuando existe un error de medición en una de las estaciones, o bien una falla del instrumental, se produce un salto, mientras que si el error es de tipo sistemático, como por ejemplo ante un cambio de observador con formas distintas de operar, se producen quiebres o cambios de pendiente en la recta.

En el área con registro, comprendida en la cuenca baja del río, el régimen climático refleja la variación esperada en función de los fenómenos que provocan las precipitaciones en la región, que son de tipo convectivo y de ascenso orográfico; al ser fenómenos localizados y aleatorios que pueden perturbar la relación de contraste, se aceptará como buena aquella estación cuya información tenga algún tipo de quiebre de poca significación.

ESTACION TESTIGO = Estación Experimental INTA- PADILLA

ESTACION A COMPARAR = Ingenio Fronterita - Tambo
Famaillá
Sauce Huascho
Ingenio Fronterita - Colonia 6

Gráficos N°1 a N°4 : Análisis de Dobles Masas

Como resultado de las cuatro comparaciones efectuadas se observa una buena alineación en los tres primeros casos, no así para Colonia 6 donde se registra una variación de pendiente entre los años 1.978 y 1.983, situación que sumada al hecho de la discontinuidad en la información de esa estación, nos lleva a descartarla como útil para el diagnóstico de la pluviometría de la cuenca.

IV.5.f. Rellenamiento de series

A partir de un análisis de regresión efectuado entre estaciones se procedió a extender y rellenar las series de datos históricos existentes. Ver Cuadros N°4 a N°6.

La homogeneización del período de análisis llevó a adoptar la serie histórica comprendida entre los años 1.966/67- 1.990/91 (arrojando un total de 25 años de información procesada), que puede observarse en el Cuadro N° 7 ya rellena y corregida.

IV.5.g. Parámetros estadísticos

Para el periodo adoptado, indicado en el punto anterior, se calcularon los parámetros estadísticos de Media Aritmética, Desvío Standard, Coeficiente de variación y Asimetría para la caracterización de las primeras series (Ver Cuadro Nº8).

Como marco de referencia se efectuaron los mismos cálculos también para las estaciones de Sauce Huascho y Famaillá en el período 1.921/22- 1.990/91, los resultados obtenidos pueden observarse en el Cuadro Nº9.

Se observa en el Cuadro Nº9 la diferencia sustancial existente en el cálculo de la media aritmética si se lo efectúa en distintos períodos de análisis.

Esto indica, como ocurre en el resto del territorio provincial, la variación temporal de las precipitaciones en períodos hiperanuales.

En los Gráficos Nº5 y Nº6 se observa la marcha anual de las precipitaciones en las estaciones Famaillá y Sauce Huascho durante los 70 años mencionados.

IV.5.h. Probabilidad de ocurrencia de precipitaciones anuales

Se tomaron las series históricas de datos anuales ya corregidas y rellenadas de cada estación y se efectuó un análisis estadístico a fin de determinar la probabilidad de ocurrencia de precipitaciones.

Para ello se ordenaron los valores de mayor a menor y se les asignó una frecuencia experimental:

$$F(x) = \frac{i}{n+1} \quad (1)$$

donde i = número de orden
 n = longitud de la serie

Se graficaron los puntos obtenidos sobre dos ejes y se los ajustó mediante una curva en forma manual.

Los gráficos correspondientes a las funciones de distribución se indican en el Gráfico Nº7.

En el cuadro Nº10 se aprecian los valores de precipitaciones calculados para distintos niveles de probabilidad y recurrencia de cada estación.

Se observa que en la estación de Sauce Huascho (mayor altitud) una precipitación de 2.345 mm/año posee una probabilidad de ocurrencia

cia del 10% pudiendo ser superado, en promedio, una vez cada diez años.

IV.5.i. Variación geográfica de las precipitaciones

El régimen pluviométrico de la Provincia de Tucumán fue estudiado por el Dr. J. L. Minetti, quien describe la ubicación geográfica de las isohietas, calculadas para el período 1.921/50 (30 años), en el territorio provincial.

De esta manera se adoptó la distribución geográfica de las precipitaciones anuales para la cuenca del río Famaillá, según el período mencionado (comprende ciclos secos, normales y húmedos). (ver gráficos N°5 y N°6).

Se confeccionó un mapa de isohietas (Mapa N°2) en el cual se observa que los valores aumentan desde la desembocadura de la cuenca hasta un máximo pluvioso que se ubicaría entre los 700 y 1.200 m.s.n.m., con valores mayores de 1.800 mm/año.

La zona de cultivo (desmontada) llega hasta los 600- 650 m.s.n.m., lo que coincidiría con el límite inferior del área donde se producen las mayores precipitaciones; desde los 1.200 m.s.n.m., los valores comienzan a disminuir gradualmente hasta las cumbres (3.000 m.s.n.m), donde se calculan precipitaciones de alrededor de 400 mm/año.

Esta variación geográfica de la precipitación coincide con la distribución de la vegetación, según lo observado en las fotos aéreas y corroborado en campaña.

IV.5.j. Variación temporal de las precipitaciones

A los fines de visualizar con mayor claridad la variación temporal de los períodos lluviosos, se elaboró un mapa de isohietas en papel vegetal (Mapa N° 3), correspondiente al período 1.967/91, el que superpuesto al de 1.921/50 destaca el corrimiento de las isohietas hacia el Este. Los montos puntuales ocurridos en cada estación (1.969/91) se observan en el Mapa N°2.

La variación de las precipitaciones puede ser expresada mediante un índice matemático, definido de la siguiente manera:

$$IVA = \frac{P_{amax}}{P_{amin}} \quad (2)$$

donde P_{amax} : Precipitación anual máxima
 P_{amin} : Precipitación anual mínima

Durante el período 1.922/80 en la estación de Sauce Huascho:

Durante el período 1.922/87 en la estación Famaillá:

$$IVA = \frac{2130}{790} = 2,7 \quad (3)$$

$$IVA = \frac{1504}{755} = 2 \quad (4)$$

Valores que indican que el máximo valor anual precipitado durante el período considerado duplica y triplica el valor mínimo describiendo la amplitud de variación sucedida o posible (ver gráfico Nº5 y Nº6. Según su magnitud se encuentran en el orden de los correspondientes a Sierra de San Javier (1,84) Y Tafí del Valle (2,4).

IV.5.k. Indices de Fournier

Fournier ha propuesto índices que valoran el poder potencial erosivo de las lluvias, relacionando la precipitación mensual máxima, la precipitación anual promedio y la degradación específica de la cuenca.

Si bien este índice no ha dado buenos resultados aplicado en cuencas de montaña de la provincia de Mendoza, se estima puede considerarse como un valor de referencia útil.

Para el período 1.922/80 en la estación de Sauce Huascho, los valores promedio son:

(P_a) = Precipitación anual media = 1.554 mm

(P_{amax}) = Precipitación mensual máxima promedio = 307 mm (mes de Enero)

$$X = \frac{P_{amax}^2}{P_a} = \frac{(307)^2}{1554} = 60mm \quad (5)$$

Ingresando con este valor a la recta de correlación correspondiente a "relieves acentuados ubicados en todos los climas excepto los semiáridos" se obtiene :

2.636 toneladas/km² /año de degradación específica.

IV.5.1. Tratamientos de Precipitaciones Mensuales

La serie de registros históricos se presenta en el Cuadro Nº11. (Idem 3).

En virtud de que la estación testigo adoptada es la de Padilla, se tomó el período de registros de la misma para el análisis de regresión a nivel mensual.

TESTIGO	CORRELACIONADA	PERIODO ESTUDIADO
Padilla	Sauce Huascho Famaillá Fronterita- Tambo	1.966/67- 1.990/91

En el Cuadro N°12 se presentan los resultados del análisis, donde se observa la serie de valores ya rellena mediante el empleo de una regresión tipo lineal, empleándose esta por haberse obtenido coeficientes de correlación que indicaban la presencia de un buen ajuste.

En el Cuadro N°13 se presentan las ecuaciones correspondientes.

Al pie del Cuadro N°12 se observan los valores medios, máximos y mínimos de cada mes para el período considerado, incorporados en el gráfico N°8 a fin de mostrar la gran amplitud de valores.

IV.5.m. Variación estacional

Las precipitaciones que ocurren durante el año presentan una alta concentración en una sola estación, característico de un clima de tipo monzónico.

Aproximadamente el 60% del total anual ocurre durante el trimestre Enero - Marzo mientras que el máximo valor mensual se presenta en el mes de Enero y el mínimo en el mes Julio.

Así se calculó el siguiente índice :

$$X = \frac{P_m}{P_a} = \frac{681,2}{1273,4} = 0,53 \quad (6)$$

donde P_m = Precipitación máxima de tres meses
 P_a = Precipitación anual

En el Mapa N°4 se observa la distribución de las isohietas mensuales correspondientes al período 1921/50, según Minetti.

IV.6. Balance hídrico

Se utilizó el método desarrollado por Thornthwaite para calcular la evapotranspiración potencial. Estos valores procesados conjuntamente con los valores de precipitación media mensual permiten calcular el almacenaje de agua útil en el suelo, la evapotranspiración real, la deficiencia y el exceso hídrico. todos estos valores son los denominados elementos del balance hídrico.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Para el cálculo del balance se utilizó, como ya fuera dicho, la metodología de Thornthwaite (1948), asumiéndose una capacidad máxima de retención de agua por parte del suelo de 150 mm; en la media y baja cuenca (suelos sueltos y profundos, de drenaje interno excesivo a bueno, con abundante arena y ripio).

Se efectuó un análisis de los elementos del balance hídrico promedio del período 1921-50 para las localidades de Sauce Huascho y Famaillá.

A su vez, para analizar las variaciones en mas del promedio de precipitaciones en los últimos veinte años, también se efectuó el balance promedio del período 1967-90 para la localidad de Famaillá.

Resultados

Período 1921-50:

* Estación Sauce Huascho: se observa que en los meses comprendidos entre Diciembre y Marzo, la precipitación supera ampliamente a la evapotranspiración, comenzando el almacenaje de agua en el suelo desde principios de Diciembre hasta Enero, en que se produce la saturación del suelo y se inicia el escurrimiento superficial.

La suma de los excesos hidricos arroja un valor de 536.7 mm al año.

La infiltración es del orden de los 96 mm, consumiéndose el resto por evapotranspiración.

El nivel de la capa tiene con máximos en Febrero y Marzo, mientras que la recarga mas importante, en volumen, se produce en Enero.

* Estación Famaillá: se observa que la precipitación supera a la evapotranspiración en los meses de Enero a Marzo, comenzando el almacenaje de agua en el suelo a principios de enero, sin llegarse a saturar el mismo, por lo que prácticamente no existe escurrimiento directo, infiltrándose los excesos de precipitación en la capa de retención de humedad. La infiltración es importante, alcanzando los 145 mm aproximadamente y el resto se consume por evapotranspiración.

Período 1967-90

* Estación Famaillá: se observa que la precipitación supera ampliamente a la evapotranspiración en los meses comprendidos entre Noviembre y Marzo, comenzando el almacenaje de agua en el suelo hacia fines de Noviembre. A fines de Enero se satura el horizonte superficial iniciándose el escurrimiento directo hasta fines de Abril inclusive. De esta manera los excesos de agua alcanzan una importante proporción del total precipitado.

La infiltración se calcula en 98 mm, consumiéndose el resto por evapotranspiración.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Entre los dos periodos analizados en la estación de Famaillá, existe una importante diferencia en el balance, debido principalmente a las mayores precipitaciones registradas durante el periodo 1967-90 y a los menores registros de temperatura, en el mismo periodo.

De la comparación de los resultados en las dos estaciones analizadas, durante el periodo 1921-50, surge que:

En Sauce Huascho, un 37 % de lo precipitado escurre en forma directa, mientras que en Famaillá este componente es nulo, adquiriendo mayor peso el parámetro infiltración.

A medida que se asciende, el periodo de excesos comienza mas temprano, aumentando su proporción en virtud de la mayor intensidad y cantidad de precipitación, de la mayor impermeabilidad de los terrenos, todo ello acompañado porque en esta zona hay una mayor pendiente longitudinal de los cauces, que producen una rápida concentración del flujo. Ver Cuadro No 14.

La demanda hídrica comprende el uso de agua para riego, habiéndose utilizado para el cálculo el método de Blaney y Criddle a nivel mensual.

Se adoptó una cédula de cultivo con el 45% de caña de azúcar y resto con frutales, de donde se determinaron los valores parciales y acumulados en mm y en Hm³.

IV.7. Balance hídrico. Aprovechamiento potencial.

Fue calculado a nivel medio mensual, contrastándose la disponibilidad con la demanda de manera parcial y acumulada.

Los resultados indican un déficit puntual en el mes de Septiembre (0,24 Hm³) y una situación de escaso margen hídrico desde Julio a Octubre, mientras que durante el resto del año existe un importante volumen excedente que podría ser aprovechado en la época deficitaria, produciendo una regulación estacional.

El volumen necesario a embalsar sería de 55 Hm³.

Las posibilidades de ejecutar obras de importancia, en materia de regulación hídrica, fueron descartadas en los estudios realizados por los técnicos del CAPRI en 1950: "Dentro de su cuenca no se encuentran posibilidades de acumulación que merezcan tomarse en cuenta, por las condiciones poco favorables que naturalmente se presentan".

A pesar de ello se recomienda el inicio de estudios específicos para analizar la posibilidad de embalsar excedentes hídricos a nivel diario, semanal o mensual inclusive, con reservorios de poca capacidad.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Estos estudios podrían ser encarados por los particulares que se demuestren interesados.

IV.8. Clasificación climática

La clasificación de zonas climáticas fue analizada en base a las metodologías de Köeppen (1901) y Thornthwaite (1948).

Según Köeppen, en la cuenca del río Famaillá se distinguen tres zonas climáticas bien definidas:

Cwah : Clima templado moderado lluvioso.

La lluvia es periódica y el invierno es seco. Durante el mes mas lluvioso del verano, las lluvias son diez veces o mas, superiores a las del mes mas seco. Es caliente con una media anual superior a los 18°C. La temperatura del mes mas cálido es mayor a los 22°C (Padilla - Famaillá).

Cwak : similar al anterior, diferenciándose en que es frio, donde la media anual es inferior a los 18°C y la del mes mas caluroso mayor de 18°C (Sauce Huascho).

Cwbk : es como el anterior, con la única diferencia que el mes mas caluroso es menor de 22°C. Se presenta en la zona serrana de mayor altura.

Las distintas regiones según esta clasificación se indican en el mapa N°2.

Según Thornthwaite, en la cuenca del río Famaillá se distinguen los siguientes tipos climáticos:

C1B'd'a : seco, subhúmedo mesotermal. Poco o ningún excedente de agua. Con la evapotranspiración de verano mas elevada en proporción respecto a la evapotranspiración total anual.

C2E'4 ra' : subhúmedo, mesotermal. Poca o ninguna deficiencia de agua. Evapotranspiración en verano mas elevada en proporción respecto a la evapotranspiración total anual (Padilla).

E2E'3 ra' : húmedo mesotermal. Poca o ninguna deficiencia de agua. Evapotranspiración de verano mas elevada en proporción respecto a la evapotranspiración total (Sauce Huascho).

La distribución geográfica de los distintos tipos climáticos según esta clasificación se muestran en el mapa N°3.

V. RED HIDROGRAFICA

V.1. Divisoria de cuencas

Se ha considerado para la definición de la divisoria de cuencas solamente el relieve superficial, sin tener en cuenta las características de la hidrología subterránea fuera del área comprendida dentro de la divisoria de aguas superficial.

En la Alta y Media cuenca esta divisoria se encuentra perfectamente definida por los Filos y Cumbres que dominan el paisaje, mientras que a medida que descendemos hacia la Baja cuenca, los límites de la cuenca están condicionados por la infraestructura vial y los canales de riego, los que inclusive producen trasvases de cuencas entre los ríos Caspinchango, Famaillá y Colorado.

Los límites de la cuenca nos permitirán caracterizar y comprender el comportamiento hídrico-torrencial de la misma.

V.2. Red hidrográfica

El Río Famaillá, forma parte de la Cuenca del Río Salí-Dulce, colector principal de los cursos de agua que nacen en la vertiente oriental de las Cumbres Calchaquies y escurren con sentido NO-SE.

Las nacientes del Río Famaillá se originan a aproximadamente 3.000 m.s.n.m., descendiendo desde Las Cumbres de Tafi y configurando en su mayoría cauces de orden primario que conducen agua temporalmente en la época estival.

Nace en la confluencia de las Quebradas de El Arenal y La Hovada, denominándose Río de los Yugos. Unos metros mas abajo pasa a llamarse Río Famaillá, recibiendo numerosos afluentes por margen derecha e izquierda. Entre ellos se destacan:

- Arroyo La Ubaldina
- Arroyo La Puerta o Frasi
- Arroyo Las Burras
- Arroyo Sauce Huascho
- Río Seco
- Arroyo Melocotones
- Arroyo El Limón
- Arroyo El Totoral
- Arroyo de La Cruz

El eje principal del río escurre con dirección NO-SE, iniciándose con una fuerte pendiente longitudinal que va disminuyendo progresivamente en ese mismo sentido.

El fuerte desnivel longitudinal provoca un alto caudal de transporte de material en suspensión, los que se van depositando, según su tamaño y peso, a medida que se ingresa en la llanura; estas acumulaciones naturales van produciendo una elevación del lecho del río hacia aguas abajo.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Esto origina una dinámica fluvial caracterizada por la presencia de meandros y corrimientos de cauces, con catastróficas consecuencias por desbordes e inundación de áreas rurales y zonas pobladas.

La formación de meandros depende fundamentalmente del tipo de material componente de lecho y márgenes y su resistencia a la erosión fluvial, además de la magnitud de las crecientes que se presentan y las pendientes del cauce que son motivo de una determinada velocidad de escurrimiento.

Desde los 600 m.s.n.m., el curso del río comienza a divagar sobre una franja que tiene anchos de hasta 500 m, formada en el cono de deyección.

Se observan diferentes niveles de terrazas en las márgenes, que junto con los bancos de arena depositada y márgenes erosionadas del río, condicionan la morfología de las áreas de inundación y desgaste (Mapa N°1).

En el mismo Mapa puede observarse la división de subcuencas que aportan al cauce principal, cuyos nombres, superficie y porcentaje de ocupación son los siguientes:

ORDEN	SUBCUENCA	SUPERFICIE (km ²)	PORCENTAJE (%)
1	El Arenal	7.82	3.29
2	La Hoyada	3.72	1.56
3-4	Intercuenca 1	9.056	3.81
5-6	Intercuenca 2	16.155	6.79
7	Los Yugos	15.682	6.59
8	Arroyo La Ubaldina	8.121	3.41
9-10	Intercuenca 3	34.505	14.50
11	Las Burras	9.634	4.05
12	El Guayal	13.209	5.55
13	Arroyo Sauce Huascho	15.520	6.52
14	Río Seco	29.745	12.50
15	San Miguel	21.034	8.84
16	Ingenio Fronterita	23.034	8.84
17	Arroyo de la Cruz	23.464	9.86
18	Autopista	7.295	3.06
Total		238.000	100

V.3. Fisiografía, subcuencas.

La cuenca del río Famaillá presenta 3 ambientes bien diferenciados, según la vegetación existente y la morfología del relieve.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Alta cuenca: Se extiende entre altitudes de 3.100 y 2.000 m.s.n.m., distinguiéndose como estructura mas importante las Cumbres de Mala- Mala (vertiente oriental), con sus elevaciones principales Morro de La Aguada, Alto Grande y Morro de Los Yugos, que forman un macizo bien visible desde San Miguel de Tucumán entre el Cerro Muñoz y Las Cumbres Calchaquíes.

Desde estas cumbres, se desprenden largos filos en dirección al Sudeste, operando como divisiones de aguas superficiales, destacándose en el área que nos interesa el Filo El Arenal al norte y La Silvadora y al sur.

Media cuenca: Comprende un área alargada que va desde los 2.000 a los 650 m.s.n.m. aproximadamente.

Limitada por la región montañosa al Oeste y el pedemonte cultivado al Este, presenta pendientes medias a fuertes hacia el Sudeste, cubiertas por la selva subtropical donde se producen los mayores volúmenes de precipitación.

En esta región, se elevan lomadas que son recortadas por ríos permanentes o transitorios, conformándose cuencas y subcuencas que aportan el cauce principal del río Famaillá. Se destacan los Filos de Cerro Aspero al Norte, Pozo Lunco al Sur, y los Filos de El Crespón y de Las Luces comprendidos entre ellos.

Baja cuenca: Compreendida entre los 650 m.s.n.m y 340 m.s.n.m., en este ambiente el río Famaillá desemboca en el Río Colorado.

Esta zona comprende el área agrícola de la cuenca, cultivada con caña de azúcar, cítricos y hortalizas bajo riego, presentando un relieve de pedemonte y llanura hacia el Este.

En el mapa N°2 se delimitan las distintas zonas antes descriptas.

Las zona así definidas tienen las siguientes características principales:

	Superficie (km ²)	Desnivel (m)	Longitud cauce ppal. (m)
Alta cuenca	29,93	1.100	8.400
Media cuenca	108,86	1.350	21.150
Baja Cuenca	100,01	310	27.450
TOTALES	238 km ²	2.760 m	57.000

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

VI. HIDROLOGIA TORRENCIAL

VI.1. Inventario de información

En el marco de los estudios de diagnóstico para el proyecto de sistematización de la cuenca del río Famaillá, se analiza el comportamiento hidrológico torrencial de la misma, con el fin de arribar a la caracterización y detección de los problemas presentes, que nos permitirá elaborar una propuesta de corrección y ordenamiento.

El fenómeno torrencial de esta cuenca ha sido la causa de cuantiosas pérdidas económicas y de vidas humanas, por las graves inundaciones que aquejan frecuentemente la zona; por lo que se entiende que este es uno de los capítulos mas importantes del diagnóstico.

El análisis que se desarrollará a continuación comprende información correspondiente a la geomorfología cuantitativa, las intensidades extremas de precipitación y los caudales máximos posibles de ocurrir en la zona urbanizada.

En referencia a la geomorfología cuantitativa se trabajó con ecuaciones paramétricas cuyos datos fueron obtenidos de la medición efectuada sobre la fotointerpretación de las fotos aéreas del NOA GEOLOGICO MINERO, Escala 1:50.000, del año 1966, que abarcan la cuenca completamente.

Hasta una altitud de 1000 m.s.n.m. se consultaron las fotos aéreas del "Operativo Tucumán" Escala 1:20.000, del año 1977.

Complementariamente se analizó la Imagen Satelitaria del SPOT, Escala 1:100.000, obtenida en el año 1987.

A su vez, y como elemento referencial, se utilizaron también las fotos aéreas obtenidas en 1985 por la II Brigada Aérea de Paraná, Escala 1:80.000.

El análisis de intensidades y precipitaciones extremas fue realizado en base a la información que registra y archiva la Estación Experimental INTA de Famaillá, con pluviógrafo a sifón. Los datos existentes están presentados en períodos de 1 hora.

Los caudales máximos fueron determinados en base a la utilización de métodos indirectos, ya que no existe ningún tipo de información o registro al respecto.

A su vez se utilizó un modelo matemático denominado HYMO 10, con el cual y en base a las precipitaciones (intensidad) asociadas a la Recurrencia, se determinaron los caudales pico en una sección próxima a la ciudad de Famaillá.

VII. DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA

El río Famaillá presenta características hidrológicas torrenciales, con súbitas crecidas de corta duración y alto poder destructivo, originado principalmente por la alta energía potencial de la

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

cuenca. Ver Mapa No 1 (Ubicación).

En la zona alta se observan las mayores pendientes (Foto 1), tanto de las laderas (de hasta el 90 %) como de los cursos principales, y si bien en esta zona las precipitaciones son menores que en alturas intermedias, la inestabilidad geológica (Foto 2) y la escasa cobertura vegetal que presenta el suelo por el sobrepastoreo y la quema invernal del mismo (Foto 3), dan origen a violentos procesos de remoción en masa, derrumbes y carcavamientos (Foto 4), que aportan gran cantidad de material sólido a los cauces.

Su elevada pendiente y los endicamientos naturales hacen que durante una precipitación de extraordinaria intensidad y volumen éstos sean trasladados aguas abajo por rodamiento.

La disminución progresiva de la pendiente produce su estancamiento, depositándose primero las rocas de mayor tamaño y peso (Foto 5, 5', 5'', 5''').

La media cuenca presenta como característica, el encajonamiento del curso principal entre filos elevados y de laderas abruptas, con anchos que no superan, en algunos tramos, los 600 m. Aquí el proceso de transporte de sólidos es muy importante, observándose numerosas quebradas de fuerte pendiente que aportan detritos en avalanchas.

La actividad de explotación de madera ha originado un sin número de nuevos cauces, cuyo inicio fueron cárcavas que se formaron a partir de las "vías de saca".

Esto sumado a las "lanzaderas" de rollos, en laderas con 80% de pendiente, aportan un volumen importante de sólidos, que son trasladados hacia aguas abajo con fuerza inusitada (Foto 6).

En esta zona de la cuenca, la potencialidad erosiva es abrumadora, ya que a diferencia de lo que pasa en la alta cuenca, las precipitaciones son muy intensas, y si bien la cobertura de arbustos es importante, en el suelo existe protección vegetal solo para el impacto de las gotas de lluvia, porque el escurrimiento superficial no encuentra freno en una vegetación sin arraigo en el suelo, que además posee algunos centímetros de altura y cuyos tallos no ofrecen resistencia al paso del agua.

Hacia aguas abajo, donde se inicia la zona de cultivos, el cauce del río se ensancha y disminuye su pendiente, originándose bancos de material sólido depositado que elevan el lecho de cauce y una dinámica permanente y agresiva de meandros y rectificaciones naturales.

Esta es la principal fuente de erosión de márgenes e inundaciones de las zonas bajas (Fotos 7, 8 y 9).

VIII. GEOMORFOLOGIA CUANTITATIVA

La morfología de los terrenos, tanto las formas

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

planas como las desigualdades verticales, tiene marcada incidencia en la velocidad, poder de arranque y transporte de sólidos, que adquiere la escorrentía superficial y por ende, en el grado de torrencialidad que afecta a la cuenca.

Los cálculos y análisis efectuados, conjuntamente con la información geológica-geomorfológica, posibilitan realizar una valoración integral preliminar de la torrencialidad que afecta a la cuenca, posibilitando de esta manera el efectuar análisis comparativos entre subcuencas.

Según Strahler, los parámetros de cuantificación se clasifican en:

a. Propiedades lineales del sistema de cauces: considerando los ríos como simples líneas.

b. Propiedades superficiales de la cuenca: se estudian proyectando la superficie del terreno sobre un plano horizontal.

c. Propiedades del relieve: se describen las alturas relativas respecto de un plano horizontal de referencia, como expresión de la dimensión vertical del paisaje.

a> Número de orden de los cauces (N°):

Indica el grado de jerarquización o desarrollo de un sistema hidrográfico.

Hasta los 340 m.s.n.m. se observa que el máximo orden de cauces es de 5, lo que muestra una cuenca medianamente desarrollada.

Orden del cauce:	1	2	3	4	5	Total
Cantidad:	674	143	39	3	1	860

Relación de bifurcación (Rb):

Relaciona el número de ríos de un determinado orden con el orden inmediato superior y persigue la finalidad de analizar la red de drenaje según la Ley del Número de cauces de Horton (1945).

Orden	Rb
Rb 1-2	674/143 = 4,71
Rb 2-3	143/39 = 3,67
Rb 3-4	39/3 = 13
Rb 4-5	3/1 = 3
Rbprom. = 6,10	

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

b>. Area de la cuenca (A):

Hasta la descarga del río Famaillá en el río Colorado, es de 238 km², clasificándose como cuenca mediana.

Perímetro de la cuenca (P):

Interviene en el cálculo del Coeficiente de compacidad.

$$P = 94650 \text{ m}$$

Coeficiente de compacidad (Kc):

Expresa la relación entre el perímetro de la cuenca y el de una circunferencia, destacando la irregularidad de su forma respecto de un círculo con la misma superficie.

Los valores obtenidos indican mayores probabilidades de crecientes- torrencialidad cuando se acercan al valor de la unidad, en razón de que una forma circular establece la igualdad de los tiempos de concentración en todos los sectores.

$$Kc = 0,28 \frac{P}{A} = \frac{94,65}{238} = 0,111 \quad (7)$$

Factor de forma (Ff):

Define la relación entre el ancho medio de la cuenca y la longitud del curso de agua mas largo. Es una medida adimensional y a mayor valor obtenido mayor es la probabilidad de crecientes- torrencialidad, a causa de que son menores los tiempos de concentración.

$$Ff = \frac{A_m}{L} = \frac{A}{L^2} = \frac{238}{(57)^2} = 0,073 \quad (8)$$

Frecuencia de los ríos (Fr):

Relaciona el número total de ríos y el área de la cuenca, expresándose en río/km².

A mayores valores se observa una tendencia a producirse crecientes mas intensas, indicando la magnitud de concentración de los cauces.

Número de ríos: 860

Área: 238 km²

Fr = 3,6 ríos/km²

Coeficiente de torrencialidad (Ct):

Relaciona el número total de ríos de orden 1 con el área de la cuenca.

Tr1: 674 ríos

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

A: 238 km²

Ct = 2,8 rios/km²

c>.Altura media y Pendiente media (Hm y Sm):

Altura media es la relación existente entre el área por debajo del perfil longitudinal y la longitud del cauce principal.

Pendiente media es la relación entre la Altura media y la longitud total.

Hm = 976 m.s.n.m.

Sm = 2,6 %

Gradiente (So):

La pendiente promedio del cauce principal es 5,2%.

La pendiente disminuye progresivamente hacia el Este, desde valores de 25% hasta 0,25 %.

El perfil longitudinal del cauce es el siguiente:

COTA (msnm):	3000	2750	2500	2250	2000	1750	1500	1250
DISTANCIA (km):	0	0,55	2,00	3,40	4,60	6,25	8,00	10,3
COTA (msnm):	1000	750	500	400	350	345		
DISTANCIA (km):	15,00	18,90	22,75	32,00	46,55	50,6		

VER GRAFICO No 1.

Hipsometría:

Relaciona el área comprendida por encima de una cota, de manera de clarificar la distribución del área en función de la altitud. Fue determinada en valor absoluto y en porcentaje. Ver Gráfico N°2 (a y b).

IX. INTENSIDAD Y VALORES EXTREMOS DE PRECIPITACION

IX.1. Curva intensidad-duración-recurrencia

Se analizan estas variables por ser la causa principal de los procesos torrenciales, y a partir su análisis se comprenderán los mismos.

La información referida a intensidad de la precipitación, medida en mm/h, fue recopilada de los registros pluviográficos que posee

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

la Estación Experimental INTA Famaillá, con registros que abarca el período que va desde 1967 a 1992.

La duración mínima de análisis fue de 1 (una) hora, con este paso de tiempo se confeccionaron las curvas que relacionan Intensidad-Duración-Recurrencia, para una altitud de 363 m.s.n.m..

Un resumen de los resultados obtenidos, a partir del tipo de curva adoptada para el ajuste, nos indica lo siguiente:

-Expresión de tipo Exponencial; se adapta bastante bien, especialmente para valores altos de duración de la lluvia.

$$I=A*t^b \quad (9)$$

DURACION (h)	RECURRENCIA				
	2 años	5 años	10 años	15 años	20 años
1	62.83	77.98	89.97	98.28	104.99
2	36.31	43.67	48.99	52.45	55.12
3	26.34	31.11	34.34	36.32	37.81
5	17.59	20.29	21.94	22.86	23.52
7	13.48	15.31	16.33	16.86	17.20
11	9.42	10.49	10.99	11.19	11.30
15	7.37	8.09	8.37	8.45	8.47
19	6.12	6.64	6.80	6.82	6.80
24	5.08	5.46	5.54	5.52	5.47

Fórmulas particularizadas

Recurrencia : 2 años	$I=62,8276*t^{-0.7911}$
Recurrencia : 5 años	$I=77,9825*t^{-0.8365}$
Recurrencia : 10 años	$I=89,9750*t^{-0.8769}$
Recurrencia : 15 años	$I=98,2794*t^{-0.9060}$
Recurrencia : 20 años	$I=104,9927*t^{-0.9295}$

Expresión de tipo Hiperbólica (corregida): el ajuste se presenta como bueno para valores altos e intermedios de duración, siendo mejor inclusive que en el caso de la expresión de tipo Exponencial.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

$$I = \frac{A}{(t+b)} \quad (10)$$

INTENSIDADES

Dura- ción (h)	RECURRENCIA				
	2 Años	5 Años	10 Años	15 Años	20 Años
1	57.89781	75.40927	87.09000	95.65632	101.88465
2	38.59256	46.88040	51.71227	54.73452	56.75015
3	28.94218	34.01270	36.77394	38.33486	39.32800
5	19.29329	21.95843	23.30787	23.97061	24.36686
7	14.46941	16.21261	17.06055	17.43692	17.65178
11	9.64590	10.64282	11.10663	11.28500	11.37970
15	7.23428	7.92144	8.23330	8.34189	8.39630
19	5.78736	6.30838	6.54110	6.61636	6.65228
24	4.62985	5.02844	5.20409	5.25707	5.28109

Fórmulas particularizadas

Recurrencia : 2 años	$I = \frac{115.7418}{(0.9991+t)}$
Recurrencia : 5 años	$I = \frac{123.9172}{(0.6433+t)}$
Recurrencia : 10 años	$I = \frac{127.3010}{(0.4617+t)}$
Recurrencia : 15 años	$I = \frac{127.9441}{(0.3375+t)}$
Recurrencia : 20 años	$I = \frac{128.1055}{(0.2573+t)}$

- Según cálculos numéricos, sin ajustar gráficamente:

VALORES DE INTENSIDADES EN FUNCION DE LA DURACION PARA DISTINTAS RECURRENCIAS (Intensidades en mm/h)

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DURACION (h)	RECURRENCIA				
	2 Años	5 Años	10 Años	15 Años	20 Años
1	56.11	69.25	80.75	90.25	99.00
2	35.61	41.96	48.60	52.42	54.86
3	27.76	34.42	36.97	38.22	39.19
5	19.44	22.50	24.05	24.66	24.90
7	14.82	16.55	17.33	17.63	17.80
11	9.93	10.88	11.10	11.23	11.30
15	7.30	7.98	8.29	8.39	8.43
19	5.83	6.29	6.52	6.62	6.66
24	4.56	4.99	5.19	5.24	5.27

Ver Anexo 1.

El trabajo recién comentado fue realizado por los Ingenieros Hugo Roger Paz y Roberto Lazarte, pertenecientes al Centro de Estudios de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente (CEIHMA), de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán.

En función de los registros y cálculos existentes, la intensidad máxima (duración 1 hora) de la tormenta del 25 de Enero de 1993 (50 mm/h) correspondería a una Recurrencia de 2 años, o sea con alta probabilidad de producirse al menos una vez cada 2 años un evento similar o superior.

IX.2. Precipitaciones diarias maximas

Las precipitaciones máximas en 24 horas fueron estudiadas por Perera y otros, en el área del territorio provincial y referidas a recurrencias de 5, 10, 25 y 100 años.

De ese trabajo se obtuvo la distribución de valores en mm, correspondiente a la cuenca baja:

T (años)	5	10	25	100
Padilla	150	162	200	255

Al fin de corroborar y completar la información se procedió a la recopilación de datos diarios existentes en algunas estaciones de la cuenca baja:

- Padilla (66/67 - 90/91) 25 años
- Fronterita-Tambo (63/64 - 90/91) 28 años
- Fronterita-Colonia 6 (68/69 - 90/91) 23 años

Se seleccionaron los máximos de cada año (Ver Cuadro Nº2) se los ordenó decrecientemente y se les asignó una frecuencia

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

experimental:

$$F(x) = \frac{i}{n+i}$$

Se ajustó manualmente una curva a la nube de puntos obtenida y se calcularon los valores diarios para distintas probabilidades. Ver Cuadro N°3 y Gráfico N°3 y N°4.

Comparando estos cálculos con los realizados en un trabajo realizado por el INCYTH, Lic. Lázaro Medina, se observa una diferencia importante. Por las siguientes razones:

Coherencia existente entre los valores obtenidos en tres estaciones, con longitudes de registros distintas

Incongruencia en los datos de algunas estaciones, tal el caso de Padilla (363 m.s.n.m.), por ejemplo, que no puede tener precipitaciones mayores que en Colonia 6 del Ingenio Fronterita (520 m.s.n.m.) para un mismo nivel de recurrencia.

Los cálculos del Dr. Minetti han sido traducidos en isohietas volcadas en escala 1:1.000.000 aproximadamente, con todo lo cual se pierde precisión, por ello se adoptan cálculos propios.

IX.3. Extrapolación de valores de precipitación a la alta cuenca

En virtud de la falta de datos desde los 650 m.s.n.m. hacia aguas arriba y de la necesidad de contar con un marco de referencia en materia de valores extremos máximos, se adopta la distribución isohiética determinada por el Dr. Minetti de valores anuales (Mapa N°2), a los fines de estimar la precipitación máxima diaria en altitudes correspondientes al óptimo pluvioso anual.

A su vez se tuvieron en cuenta los valores obtenidos en el Cuadro N°3 relacionados con la altitud de la estación.

Para el cálculo se asumió un gradiente pluviométrico en ascenso, tomado como el último tramo con diferencias de altura que tiene o información (entre 385 y 520 m.s.n.m.).

El valor obtenido coincide con lo calculado según el gradiente propuesto por el Dr. Minetti entre Padilla y el máximo pluvioso anual para el período 1921/50.

Los valores obtenidos guardan relación con registros existentes en altitudes similares mas al sur del área de estudio.

Por otro lado se detectaron las tormentas de mayor intensidad registradas durante el período estudiado, las que se observaron en

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

el transcurso de los años 1983/84/85/86/89/93

Se consideró asimismo la precipitación antecedente.

Los valores obtenidos se indican en el cuadro adjunto:

DIAS	Mes/Año	Precip. total (mm)	MAXIMA DIARIA	DURACION (hs)	INTENSIDAD PROMEDIO (mm/h)
25/26/27	FEB 83	162	110	6	18
16/17/18/19	MAR 84	162,5	80	24	3
7	MAR 85	96	96	19	5
20/22/23	NOV 86	188	119	7	17
24/25/26	MAR 89	99,5	75	12	8,3
25	ENE 93	108	108	3	21.6

Ver gráfico No 5.

Estos valores precipitados, unidos al desequilibrio hidráulico del río, fueron los principales causantes de las inundaciones y aludes ocurridos en la localidad de Famaillá.

Estas precipitaciones e intensidades pueden ser asociadas a un caudal máximo, el que se ha calculado por métodos indirectos.

Se ha tenido en cuenta el hecho de que la información pertenece a la cuenca baja y no mas arriba, porque como ya explicáramos anteriormente, no existen datos en la cuenca media ni en la alta.

De los datos medidos, se destaca la última tormenta, ocurrido el 25 de Enero de 1993, en la se tuvieron que evacuar 200 personas al desbordarse el río Famaillá en numerosos sectores de la ciudad.

Ver crónicas periodísticas en Gráfico N°6.

Los 90 mm de precipitación ocurridos en tan solo 3 horas, corresponden por lo tanto a una intensidad promedio de 30 mm/h y una máxima de 50 mm/h (63 mm en 75 minutos) (Observatorio INTA).

El hidrómetro del puente registró un nivel de la onda de crecida de 2,80 m, alcanzando al nivel histórico en base al cual se determinó el caudal máximo de crecida (Corresponde a un nivel de 0,50m por debajo de la base de la viga del puente).

Teniendo en cuenta estas consideraciones las obras de defensa de la ciudad.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

La devastadora inundación en la ciudad de Famaillá, fue provocada por una precipitación de 150 mm caída en 3 horas (Intensidad promedio de 50 mm/h) observada en la finca El Guayal (600 m.s.n.m.).

El hidrómetro del puente marcó 2,80 m de altura del pelo de agua en creciente, lo cual produjo un total de 200 evacuados.

En pocos minutos el Barrio Elías Pérez quedó sepultado bajo 2m de agua.

Ver Cuadro Nº1.

IX.4. Caudales máximos

Al no existir información al respecto, es que se planteó la necesidad de utilizar metodologías de cálculo de tipo indirecto, en función de "marcas" históricas dejadas por la creciente, a los fines de estimar caudales pico a la salida de la cuenca, en las secciones:

- A la altura de la ciudad de Famaillá.
- Unión del Arroyo Seco con el río Famaillá.

La metodología empleada parte de la aplicación de la ecuación de Manning a un tramo recto, con márgenes paralelas, con naturaleza similar de márgenes y de fondo.

El dato de la marca de creciente, en este caso ha sido señalada como de 10 a 20cm por debajo del muro de piedra de defensa del edificio del Concejo Deliberante (margen derecha del río, sobre el estribo sur del puente de entrada a la ciudad).

Se aplicaron las fórmulas geométricas e hidráulicas correspondientes y se calculó el caudal máximo instantáneo.

La mayor incertidumbre en el cálculo reside en la elección del coeficiente de rugosidad del cauce, el cual fue adoptado según las recomendaciones de V.T. Chow en "Hidráulica de canales", estimándose un error no mayor del 20 %.

Como ya fuera dicho la ecuación fue aplicada en dos tramos:

- a. Río Famaillá: Puente ferrocarril - Puente entrada ciudad de Famaillá.

Se realizó un relevamiento topográfico altimétrico del cauce, midiéndose la pendiente longitudinal (S_0) y 4 secciones transversales hasta la cota de marca histórica.
Ver Mapa Nº3.

Los resultados se indican en la tabla siguiente:

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

SECCION TRAMO	LONG (m)	So (%)	n	Ai (m ²)	Ap (m ²)	Ri (m)	Rprom (m/s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	Pi (m)	Pprom
A				96,87		1,67				58	
A - B	275	0,13	0,025		137,4		2,09	1,18	324		64,5
B				178		2,51				71	
B - C	235	0,16	"		185,2		2,95	1,64	608		64
C				192,4		3,38				57	
C - D	215	0,33	"		192,3		3,05				60
D				192,3		3,05				63	
TOTAL:	725										Qmax: 608 m ³ /s

b. Arroyo Seco: desembocadura en el río Famaillá. Ver Foto 10.

Se realizaron las mismas mediciones que para el río Famaillá.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

SECCION TRAMO	LONG (m)	So (%)	n	Ai (m ²)	Ap (m ²)	Ri (m)	Rprom (m)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	Pi (m)	Pprom (m)
Unico		0,25	0,025		60		2,14	2,3	199		28

Qmax: 199 m³/s

IX.5. Aplicación de modelo matemático de simulación hidrológica

Se aplicó un modelo de transformación lluvia caudal de forma de cuantificar la respuesta a las precipitaciones en la cuenca, con este fin se aplicó el modelo HYMO 10.

Mediante su aplicación se calculó el caudal pico y su hidrograma para distintos niveles de Recurrencia.

Se dividió a la cuenca en 4 subcuencas: La Hoyada, Los Yugos, Finca Ezcurra y Famaillá, de las cuales se obtuvieron sus características geomorfológicas, las que fueron utilizadas en el cálculo.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

SUBCUENCA	SUPERFICIE (km ²)	LONGITUD (km)	COEFICIENTE CURVA Nº	DESNIVEL (m)
La Hoyada	12,1	4,6	71	650
Los Yugos	43,2	14,0	68	1300
Ezcurra	62,0	19,8	70	1000
Famaillá	86,2	25,0	83	1400

Asimismo se extrapolaron las tormentas ocurridas en la Baja cuenca a la Alta y Media cuenca, donde no existe información, para recurrencias de 5,10 y 20 años.

Los resultados pueden observarse en las planillas Adjuntas.

X. CONCLUSIONES

- La información meteorológica disponible es suficiente en la baja cuenca, no así en la media y alta, donde no se cuenta prácticamente con ningún dato.

- En materia de información hidrométrica (caudales), la misma está desperdigada, desordenada y a un nivel de detalle insuficiente para realizar un análisis detallado de la relación Precipitación - Caudal.

- Por estas razones se ha debido trabajar con generación sintética de datos y con mediciones indirectas "in situ".

- La Superficie de la cuenca de aporte del río Famaillá es de 238 km², según la divisoria de aguas superficial.

- Posee un Perímetro de 94,65 km y según su forma alargada, los Tiempos de Concentración serían mayores y por lo tanto este es un factor favorable en cuanto al fenómeno de crecientes - torrencialidad.

- La Frecuencia de ríos es de 3,6 ríos/km² y el Coeficiente de torrencialidad de 2,8 ríos de orden 1/km².

- Según el Perfil longitudinal, la pendiente del curso principal es de 5,2 % en promedio, variando del 25% al 0,3% desde la alta a la baja cuenca.

- En función de la Hipsometría observamos que el mayor porcentaje de superficie se concentra entre las cotas de y msnm.

- El Tiempo de concentración calculado para la cuenca, según la aplicación de la Fórmula de Kirpich, arroja un valor de 5 hs.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

- En función de este parámetro y según las Curvas de Intensidad- Duración- Recurrencia, obtenidas para la localidad de Padilla, la intensidad a adoptarse para el cálculo del Caudal pico sería de:

- 19 mm/h para una recurrencia de 2 años
- 22 mm/h para 5 años
- 23 mm/h para 10 años
- 24 mm/h para 15 años
- 24,5 mm/h para 20 años

- La precipitación máxima en 24 hs (mm) para distintos niveles de Recurrencia se observa en el Cuadro Nº3.

En dicho cuadro se indica que al evento ocurrido el 25 de Enero de 1993 (108 mm) se le puede asignar una Recurrencia de 2 años.

- Para el diseño de obras y acciones de canalización del río deberá tenerse en cuenta un caudal de diseño de 600 m³/seg, a la altura del Puente de Av. Alem.

- Alta cuenca: se presenta una situación de desequilibrio hidráulico con alta potencialidad destructiva. Laderas escarpadas, insuficiente cobertura vegetal y arbórea a los fines de disminuir el impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial que se concentra linealmente, originando importantes cárcavas que luego producen el desprendimiento y desplome de las laderas.

De alguna manera, el fenómeno no es mas grave en virtud de las escasas precipitaciones que se registran en esas altitudes, aunque altas intensidades puntuales pueden hacer peligrar la delicada estabilidad presente.

Resúmen:

* Cobertura vegetal: completa, consistente en pasturas que solo sirven de tapiz con no mas de 5 cm de espesor, donde los animales comen.

Alisales aislados sobre la ladera Norte.

* Laderas: escarpadas, con inclinaciones entre 45 y 75 grados.

* Estructura geológica: inestable, atacada continuamente por los agentes atmosféricos por lo cual se fractura y "arrancada" de la ladera desplomandose sobre los cursos de agua, nacientes de los ríos aguas abajo, que a su vez poseen fuertes pendientes longitudinales que posibilitan su traslado mediante rodamiento.

* Clima: escaso monto de precipitaciones anuales, pero tormentas de gran intensidad, agentes causantes del desplome de los detritus.

* Actividad económica: la actividad pecuaria en la alta cuenca es la responsable de la insuficiente cobertura vegetal y de la criminal quema de pastizales, al menos según el esquema de explotación actual.

- Media cuenca: la zona abarcada entre los 2000 y 650 msnm.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

presenta laderas no menos escarpadas que en la alta cuenca, diferenciándose principalmente de esta por la profusa y densa vegetación existente, que responde a un régimen climático con mayores precipitaciones (picos de mas de 2000 mm/año).

La pendiente longitudinal del curso del río Famaillá es menor, aunque las intensas lluvias crean una alta potencialidad destructiva aguas abajo, al canalizarse linealmente.

Disminuyen notablemente los cauces de orden 1, aunque la longitud de los cursos principales, afluentes del Famaillá, aumenta y también la superficie de captación y aporte de las subcuencas correspondientes.

A su vez se han detectado numerosos puntos de encuentro o "junta" de cursos de agua importantes, que al unificar sus caudales en creciente provocan impetuosos y sorprendivos "golpes" de agua, en la cuenca baja.

La cobertura vegetal esta compuesta principalmente por un bosque de altura, que presenta amplios claros por la extracción excesiva de árboles (que no son reforestados), un monte de media altura con importante cobertura para frenar el impacto de las intensas tormentas ocurrentes y una cubierta inferior que no posee cualidades adecuadas para disminuir o frenar la velocidad de escurrimiento laminar, de los excedentes pluviales sobre el terreno.

Esto lleva a la formación de numerosas cárcavas y zanjones, los cuales son iniciados por el transporte inadecuado (por arrastre) de los rollos por las vías de saca. También se ha observado el desbarancamiento de laderas a 75 grados, ocasionados por la apertura de "lanzaderas" al descargarse los rollos desde las cumbres, en caída vertical hacia el río, por donde también son transportados.

Otra característica destacable, es la formación natural de "endicamientos", constituidos por la acumulación del material sólido arrastrado desde aguas arriba o caído al cauce desde las márgenes que se entremezcla con el producto de troncos y ramas volcadas por erosión lateral.

Este comportamiento permite al río disminuir la velocidad de escurrimiento por escalonamiento, lo cual resultaría beneficioso, no así cuando estos endicamientos son destruidos por una crecida extraordinaria y descargan con furia los materiales acumulados.

XI. MODELO MATEMATICO DE LLUVIA - ESCORRENTIA HYMO 10

El modelo HYMO 10, utilizado para el cálculo de crecientes en cuencas pluviales, fue desarrollado para cuencas con o sin datos de aforos de caudales, en áreas no mayores a los 2500 Km², con lo cual se ajusta perfectamente a la situación de la cuenca del río Famaillá.

Su objetivo es determinar el hidrograma de creciente provocado por una precipitación en la cuenca, asociado a una recurrencia.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

De esta manera se puede conocer el nivel de la creciente a la altura de la ciudad de Famaillá y por lo tanto dimensionar y proyectar las obras de defensa para evitar desastres que se producen con una frecuencia determinada.

Para el empleo del modelo se utilizaron las curvas de Intensidad-Duración- Recurrencia obtenidas en el punto anterior, prefijándose una duración de 5 hs de tormenta y recurrencias de 2,5 y 10 años.

Se dividió la cuenca en cuatro Subcuenas: 401, 402, 403 y 404, desde aguas arriba hacia aguas abajo (Ver Mapa).

Se seleccionaron las tormentas correspondientes a cada Recurrencia (2,5 y 10 años) en Padilla, a partir de la cual se extrapolaron los valores esperados para la cuenca media y alta, mediante una proporcionalidad de lluvias anuales. Así se adoptó: Padilla 1231 mm/año.

401	500 mm
402	950 mm
403	1800 mm
404	1350 mm

Las tormentas fueron desagregadas cada 15 min, según la distribución pluviográfica ocurrida el 25 de Enero de 1993 en Padilla.

Se adoptó una duración de 5 hs, coincidente con el tiempo de concentración de la cuenca.

Los datos y resultados obtenidos pueden observarse en las planillas anexas.

En resumen:

RECURRENCIA (años)	DURACION (horas)	PRECIPITACION (mm)	ESCORRENTIA (mm)	TIEMPO PICO (hs)	CAUDAL PICO m3/seg
2	5	64.8	24.1	4.74	417.2
5	5	72.0	28.9	3.56	541.8
10	5	119.5	68.2	3.83	1023.9

- Baja cuenca: zona abarcada entre los 650 m.s.n.m. y la desembocadura del río Famaillá en el río Colorado. Es aquí donde se encuentra concentrada la actividad agrícola de la cuenca, con la planta urbana de la ciudad de Famaillá y localidades menos importantes como la Colonia de Sauce Huascho, Monte Grande, Padilla, Finca Ezcurra, etc.

Las precipitaciones anuales oscilan entre los mm y los mm, que dan marco a la producción de citrus, caña de azúcar y hortalizas.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Las quintas cítricas ubicadas en el pedemonte, entre los 650 y 400 m.s.n.m., se encuentran plantadas según esquemas de conservación del suelo, a pesar de lo cual las altas intensidades de precipitación y las fuertes pendientes han originado importantes socavones y cárcavas, que con el transcurso del tiempo se estima, se irán corrigiendo a través de la mano del hombre.

Las pendientes son del orden del % y las formas se asimilan a lomadas, surcadas por un alto número de cursos de agua de características torrenciales.

XII. PROPUESTA DE ACCION

Existe un claro paralelismo entre los fenómenos torrenciales en los cauces y la erosión de sus cuencas receptoras.

Por lo tanto la corrección del fenómeno torrencial no puede quedar circunscripta a meras actuaciones en el propio cauce que lo soporta, sino que es necesario actuar también en la cuenca, integrando un conjunto de acciones de tipo biológico y obras de ingeniería hidráulica.

Los trabajos biológicos para la restauración de la cuenca tienen por objetivo principal la corrección del fenómeno torrencial en las laderas, cobrando singular importancia las acciones destinadas a la conservación, mejora e implantación de cubiertas forestales arbóreas.

Sus efectos sobre la infiltración y el tiempo de concentración de las aguas son máximos al igual que sobre las escorrentías superficiales y los caudales de avenida.

A estos trabajos se suman los del área hidráulica, que en el caso de la cuenca del río Famaillá consistirán en la protección del cauce principal en el tramo habitado, mediante la regularización de los taludes o márgenes, la construcción de obras de defensa contra inundaciones y evacuación de excedentes pluviales y la adecuación de la sección transversal del río aguas abajo de la Ruta Nacional N°38.

Las propuestas específicas pueden observarse en el Anexo de Obras.

MAPAS

1. RED PLUVIOMETRICA

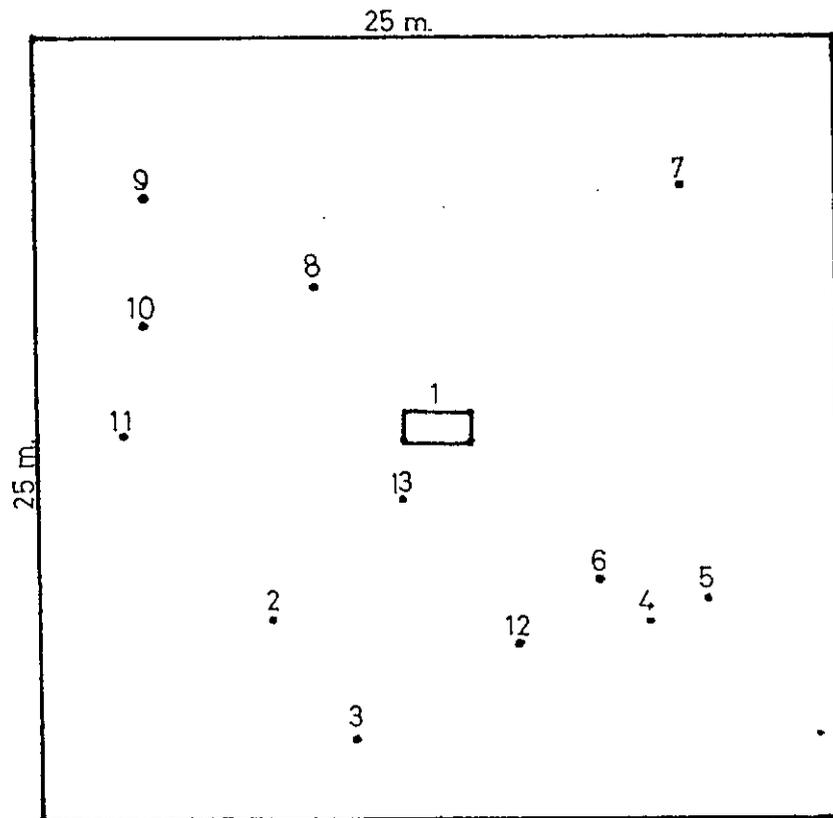
2. CLASIFICACION CLIMATICA s/KÖPPEN

3. CLASIFICACION CLIMATICA s/TORN^THWAI

4. ISOHIETAS MENSUALES (1921/50)

N ←

PLANTA



REFERENCIAS

1. Casilla.
2. Pluviómetro. 1,50.
3. Pluviógrafo.
4. Tanque "A".
5. Pluviómetro 0,50.
6. Anemómetro.
7. Veleta.
8. Anemómetro.
9. Piranógrafo.
10. Heliofanógrafo.
11. Solarímetro.
12. Termómetro de suelo.
13. Termómetro de mínima.

ESTACION AGROCLIMATICA

INTA-PADILLA.

PROVINCIA: TUCUMAN. 1992.

CUADROS

- 1. RED PLUVIOMETRICA**
- 2. INFORMACION EXISTENTE**
- 3. SERIES HISTORICAS**
- 4. RELLENO ESTACION**
- 5. RELLENO ESTACION**
- 6. RELLENO ESTACION**
- 7. SERIES HISTORICAS CORREGIDAS**
- 8. PARAMETROS ESTADISTICOS**
- 9. CORRIMIENTO DE ISOHIETAS PROMEDIO**
- 10. PRECIPITACION- PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**
- 11. REGISTROS HISTORICOS PRECIPITACION MENSUAL**
- 12. AJUSTE Y RELLENO PRECIPITACION MENSUAL**
- 13. ECUACIONES DE AJUSTE**
- 14. BALANCE HIDROLOGICO**

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Cuadro Nº 1

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

LOCALIZACION RESPONSABLE	ALTITUD m. s. n. m	INSTRUMENTAL	PERIODO DE REGISTRO	RESPONSABLE
Padilla	363	Pluviografo a sifón	1966 a la fecha	INTA Famaillá
Famaillá	365	Pluviómetro tipo B	1921- 1988	F.F.C.C.
Ingenio Fronterita	385	Pluviómetro tipo B	1963 a la fecha	Ingenio Fronterita
Colonia 6	520	Pluv. tipo Hellman	1968 a la fecha	Ingenio Fronterita
Sauce Huascho	430	Pluv. B	1922- 1981	S.M.N.
Monte Grande	390	Pluv. B	1982 a la fecha	Citrícola San Miguel
Finca Ezcurra	600	Pluv. B	1989 a la fecha	El Guayal S.A.
Finca Mattas	560	Pluv. B	Desconocida la fecha	Finca Mattas
Finca Hernández	550	Pluv. B	1989 a la fecha	D.P. del agua

UBICACION : Ver Mapa Nº 1

Cuadro Nº 2 PERIODOS CON REGISTROS PLUVIOMETRICOS
(Datos mensuales y anuales)

ESTACION	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Padilla						1-----1			
Famaillá	1-----1								
Ing.Fronterita					1-----1				
Colonia 6						1-----1			
Sauce Huascho	1-----1								
Monte Grande							1-----1		
Fca.Ezcurra								1-1	
Fca Mattas									
Fca.Fernández								1-1	

SERIES HISTORICAS

ESTACION	PERIODO CON DATOS	LONGITUD
Padilla	1966/67-1990/91	25 años
Famaillá	1921/22-1987/88	67 años
Ing.Fronterita ("Tambo")	1963/64-1990/91	28 años
Colonia 6	1967/68-1990/91	24 años
Sauce Huascho	1922/23-1980/81	59 años

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION

CUADRO N° 3

PLANILLA PLUVIOMETRICA

=====

ESTACION : PADILLA DISTRITO : IV LATITUD : 27-03
 NOMBRE : INTA DEPARTAMENTO: FAMAILLA LONGITUD : 65-25
 CARACTER : CLIMATOLÓGICA LOCALIDAD : PADILLA A.S.N.M. : 363

AÑO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	TOTAL	MEDIA
1966/67					106,4	290,0	91,7	41,3	27,7	21,7	10,5	2,9	1126,0	75,0
1967/68	37,8	41,2	245,0	42,1	342,2	309,6	226,6	27,0	2,0	20,4	16,8	51,2	1361,9	113,5
1968/69	6,3	148,1	266,8	186,7	54,7	282,6	155,6	204,0	84,1	39,8	7,8	0,0	1436,5	119,7
1969/70	12,9	61,7	134,8	158,8	156,0	260,0	161,0	109,0	33,0	17,0	0,0	0,0	1104,2	92,0
1970/71	20,0	16,0	102,0	115,0	269,0	265,0	156,0	199,0	48,0	0,0	7,0	0,0	1197,0	99,8
1971/72	17,0	117,0	94,0	33,6	174,0	102,0	115,0	35,0	10,0	14,0	22,0	10,0	743,0	61,9
1972/73	20,0	23,0	77,0	235,0	318,0	150,0	310,0	71,0	35,0	17,0	10,0	3,0	1269,0	105,8
1973/74	15,0	17,0	101,0	142,0	387,0	298,0	281,0	40,0	40,0	6,0	21,0	25,0	1373,0	114,4
1974/75	19,0	65,0	41,0	116,0	123,0	345,0	239,0	106,0	27,0	16,0	2,0	18,0	1117,0	93,1
1975/76	72,0	76,0	109,0	261,0	382,0	230,0	263,0	7,0	94,0	7,0	11,0	9,0	1521,0	126,8
1976/77	37,0	50,0	40,0	165,0	329,0	271,0	245,0	147,0	42,0	29,0	20,0	46,0	1421,0	118,4
1977/78	55,0	125,0	152,0	387,0	193,0	174,0	222,0	7,0	9,0	26,0	0,0	1,0	1391,0	115,9
1978/79	38,0	107,0	156,0	223,0	239,0	336,0	333,0	156,0	3,0	0,0	3,0	31,0	1625,0	135,4
1979/80	31,0	29,0	166,0	235,0	67,0	128,0	242,0	93,0	24,0	32,0	0,0	8,0	1055,0	87,9
1980/81	8,0	151,0	100,0	295,0	328,0	329,0	263,0	138,0	0,0	5,0	10,0	22,0	1657,0	138,1
1981/82	33,0	40,0	162,0	176,0	177,0	257,0	178,0	69,0	8,0	18,0	7,0	8,0	1133,0	94,4
1982/83	67,0	78,0	162,0	196,0	456,0	344,0	82,0	133,0	49,0	26,0	34,0	25,0	1652,0	137,7
1983/84	1,0	63,0	184,0	258,0	286,0	302,0	367,0	74,0	18,0	27,0	16,0	16,0	1612,0	134,3
1984/85	8,0	24,0	73,0	247,0	138,0	288,0	164,0	115,0	34,0	14,0	29,0	57,0	1191,0	99,3
1985/86	4,0	164,0	171,0	224,0	203,5	136,0	81,0	48,0	19,5	9,0	0,0	0,6	1060,6	88,4
1986/87	41,0	85,0	288,0	215,0	229,0	187,0	166,0	78,0	29,0	37,0	20,0	48,0	1423,0	118,6
1987/88	38,0	17,0	142,0	273,0	330,0	84,0	144,0	79,0	32,0	12,0	14,0	8,0	1153,0	96,1
1988/89	8,0	1,0	41,0	60,0	397,0	212,0	164,0	95,0	62,0	7,0	22,0	0,0	1069,0	89,1
1989/90	7,0	85,0	54,0	201,0	89,0	86,0	213,0	60,0	20,0	42,0	2,0	0,0	859,0	71,6
1990/91	23,0	111,0	189,0	152,0	334,0	163,0	276,0	80,0	58,0	20,0	33,0	29,0	1468,0	122,3
1991/92	20,0	83,0	57,0	208,0	215,0									

MEDIA :	25,6	71,1	133,9	192,2	243,2	232,4	205,6	88,5	32,7	18,5	13,0	16,7	1231,5	
MAXIMA :	72,0	164,0	288,0	387,0	456,0	345,0	367,0	204,0	94,0	42,0	34,0	57,0		
MINIMA :	1,0	1,0	40,0	33,0	54,7	64,0	81,0	7,0	2,0	0,0	0,0	0,0		

MEDIA ANUAL : 1237,16
 DESVIACION : 242,68

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION

PLANILLA PLUVIOMETRICA

ESTACION : SAUCE HUACHO DISTRITO : IV LATITUD :
 NOMBRE : DEPARTAMENTO: FAMAILLA LONGITUD :
 CARACTER : PLUVIOMETRICA LOCALIDAD : SAUCE HUACHO A.S.N.M. : 430

AÑO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	TOTAL
1921/22					241,0	228,0	170,0	76,0	71,0	103,0	82,0	6,0	
1922/23	115,0	137,0	126,0	538,0	684,0	206,0	168,0	75,0	37,0	37,0	7,0	0,0	2130,0
1923/24	7,0	28,0	148,0	163,0	184,0	171,5	73,0	27,0	32,0	6,0	29,0	0,0	868,5
1924/25	47,0	133,0	78,0	233,0	480,0	244,0	155,0	145,0	143,0	0,0	47,0	0,0	1705,0
1925/26	23,0	129,0	179,0	281,0	307,0	62,0	163,0	157,0	79,0	52,0	28,0	5,0	1465,0
1926/27	38,0	62,0	217,0	481,0	401,0	52,0	380,0	79,0	93,0	9,0	12,0	9,0	1853,0
1927/28	37,0	47,0	142,0	491,0	249,0	191,0	272,0	64,0	59,0	12,0	17,0	29,0	1610,0
1928/29	40,0	109,0	155,0	183,0	380,0	158,0	162,0	89,0	0,0	20,0	18,0	6,0	1320,0
1929/30	7,5	139,0	111,0	91,0					138,0	27,0	38,0	75,0	
1930/31	0,0	76,0								55,0	2,8	10,0	
1931/32	35,0	89,5								11,0	5,9	47,0	
1932/33	0,0	28,5			319,0	162,5	567,0	239,0	14,5	2,0	3,0	0,0	1335,5
1933/34	5,0	56,0	152,0	397,0	153,5	208,0	258,0	101,0	71,0	27,0	3,0	0,0	1431,5
1934/35	74,0	2,0	117,0	290,0	197,0	383,5	197,5	169,0	10,0	68,0	0,0	8,0	1518,0
1935/36	0,0	3,0	95,0	405,0	342,0	353,0	96,0	80,0	57,0	63,0	5,0	0,0	1499,0
1936/37	0,0	15,0	126,0	81,0	260,0	67,0	65,0	87,0	53,0	22,0	4,0	10,0	790,0
1937/38	11,0	35,0	8,0	112,0	275,5	168,0	251,0	73,0	29,0	53,0	32,0	28,0	1075,5
1938/39	0,0	30,0	93,5	22,0	484,0	107,0	335,0	60,0	13,0	39,0	0,0	0,0	1163,5
1939/40	61,0	61,0	11,0	217,0	246,0	253,0	121,0	59,0	62,0	21,0	17,0	25,5	1154,5
1940/41	12,0	202,0	197,0	120,0	210,0	173,0	111,0	119,0	164,0	25,0	11,0	6,0	1352,0
1941/42	18,0	71,0	126,0	103,0	235,0	311,0	264,0	129,0	62,0	50,0	18,0	9,0	1396,0
1942/43	16,0	30,0	122,0	119,0	258,0	145,0	394,0	208,0	102,0	33,0	68,0	21,0	1516,0
1943/44	6,0	110,0	121,0	223,0	723,0	450,0	144,0	39,0	40,0	75,0	12,0	0,0	1943,0
1944/45	5,0	170,0	122,0	112,0	150,0	268,5	199,0	245,0	11,5	5,0	5,0	0,0	1293,0
1945/46	16,0	109,0	190,0	257,0	259,0	288,0	323,0	55,8	122,0	30,0	12,0	31,0	1692,8
1946/47	17,0	81,0	258,0	158,0									
1947/65													
1965/66					389,0	188,0	179,0	219,0	88,0	34,0	18,0	0,0	1115,0
1966/67	46,0	45,0	195,0	204,0	167,0	316,0	138,0	88,0	50,0	20,0	37,0	3,0	1311,0
1967/68	50,0	56,0	289,0	32,0	428,0	332,0	204,0	59,0	17,0	37,0	15,0	46,0	1565,0
1968/69	26,0	217,0	264,0	178,0	89,0	378,0	317,0	142,0	115,0	55,0	20,0	0,0	1801,0
1969/70	25,0	50,0	145,0	169,0	213,0	238,0	317,0	153,0	57,0	36,0	0,0	0,0	1403,0
1970/71	25,0	38,0	157,0	218,0	401,0	323,0	245,0	231,0	55,0	13,0	0,0	0,0	1706,0
1971/72	38,0	116,0	124,0	70,0	169,0	125,0	220,0	54,0	61,0	46,0	41,0	28,0	1092,0
1972/73	21,0	49,0	120,0	327,0	404,0	230,0	334,0	167,0	120,0	36,0	23,0	12,0	1845,0
1973/74	34,0	32,0	137,0	225,0	628,0	415,0	423,0	51,0	64,0	14,0	43,0	44,0	2110,0
1974/75	32,0	86,0	75,0	209,0	251,0	577,0	341,0	187,0	51,0	60,0	6,0	38,0	1913,0
1975/76	119,0	105,0	162,0	271,0	523,0	297,0	415,0	28,0	130,0	12,0	15,0	40,0	2117,0
1976/77	50,0	51,0	57,0	268,0	454,0	249,0	348,0	229,0	115,0	87,0	43,0	59,0	2010,0
1977/78	158,0	291,0	234,0	331,0	260,0	236,0	379,0	44,0	20,0	52,0	4,0	3,8	2012,8
1978/79	0,0	125,0	217,0	255,0	439,0	314,0	232,0	222,0	0,0	0,0	14,0	53,0	1891,0
1979/80	62,0	44,0	235,0	407,0	123,0	168,0	310,0	203,0	65,0	26,0	11,0	0,0	1654,0
1980/81	0,0	67,0	49,0	422,0									
MEDIA :	31,9	81,1	144,7	234,1	323,7	244,3	250,6	120,2	65,0	34,3	19,2	16,4	1293,9
MAXIMA :	158,0	291,0	289,0	538,0	723,0	577,0	567,0	245,0	164,0	103,0	82,0	75,0	
MINIMA :	0,0	0,0	8,0	22,0	89,0	52,0	65,0	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

MEDIA ANUAL : 1293,85
 DESVIACION : 654,38

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION

=====

PLANILLA PLUVIOMETRICA

=====

ESTACION : FAMILIA -F.C.C.C. DISTRITO : IV LATITUD :
 HORRE : DEPARTAMENTO: FAMILIA LONGITUD :
 CARACTERS. : LOCALIDAD : FAMILIA A.S.N.M. :

ANO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	TOTAL
1920/21					430,0	398,0	272,0	26,0	5,0	0,0	0,0	15,0	
1921/22	40,0	98,0	77,0	252,0	113,0	211,0	206,0	44,0	33,0	24,0	26,0	1,0	1125,0
1922/23	56,0	79,0	62,0	285,0	336,0	128,0	64,0	42,0	13,0	5,0	0,0	0,0	1068,0
1923/24	2,0	9,0	130,0	103,0	91,0	60,0	46,0	24,0	19,0	0,0	6,0	0,0	490,0
1924/25	13,0	85,0	44,0	144,0	335,0	109,0	142,0	119,0	41,0	0,0	33,0	0,5	1063,5
1925/26	7,0	56,0	86,0	152,0	179,0	38,0	102,0	86,0	27,0	11,0	12,0	0,0	756,0
1926/27	17,0	21,0	73,0	348,0	254,0	65,0	247,0	64,0	62,0	1,0	6,0	0,0	1158,0
1927/28	14,0	27,0	97,0	361,0	181,0	88,0	165,0	48,0	28,0	9,0	6,0	14,0	1038,0
1928/29	31,0	196,0	116,0	139,0	245,0	139,0	167,0	86,0	0,0	28,0	6,0	6,0	1069,0
1929/30	5,0	97,0	134,0	190,0	178,0	139,0	141,0	216,0	98,0	12,0	17,0	56,0	1283,0
1930/31	0,0	45,0	108,0	280,0	274,0	229,0	208,0	86,0	33,0	28,5	0,0	4,0	1295,5
1931/32	16,0	134,0	79,0	167,0	233,0	211,0	208,0	137,0	52,0	3,0	8,0	54,0	1302,0
1932/33	3,0	35,0	234,5	207,0	263,0	116,0	359,0	133,0	10,0	0,0	0,0	0,0	1360,5
1933/34	0,0	23,0	166,0	226,0	70,0	192,3	91,0	59,0	33,0	14,0	3,0	0,0	877,3
1934/35	76,0	2,0	93,0	133,0	193,0	228,0	92,0	94,0	17,0	38,0	0,0	3,0	879,0
1935/36	0,0	130,0	103,0	361,0	256,0	308,0	38,0	24,0	21,0	5,0	0,0	0,0	1246,0
1936/37	0,0	10,0	55,0	154,0	185,0	36,0	37,0	62,0	36,0	10,0	0,0	247,0	832,0
1937/38	6,0	23,0	11,0	90,0	191,0	132,0	299,0	66,0	43,0	39,0	14,0	13,0	927,0
1938/39	0,0	32,0	101,0	26,0	358,0	61,0	348,0	62,0	8,0	6,0	0,0	0,0	1002,0
1939/40	63,0	49,0	131,0	164,0	192,0	178,0	125,0	65,0	81,0	18,0	4,0	20,8	1090,8
1940/41	11,0	105,0	163,0	68,0	159,0	118,0	80,0	74,0	89,0	13,0	15,0	6,0	901,0
1941/42	10,0	113,0	143,0	69,0	156,0	244,0	162,0	86,0	49,0	26,0	12,0	4,0	1074,0
1942/43	30,0	18,0	119,0	149,0	130,0	266,0	112,0	35,0	12,0	30,0	8,0	201,0	1110,0
1943/44	0,0	51,0	72,0	170,0	404,0	305,0	107,0	21,0	7,0	42,0	0,0	0,0	1179,0
1944/45	0,0	114,0	142,0	51,0	168,0	230,0	62,0	165,0	5,0	5,0	7,0	0,0	949,0
1945/46	9,0	92,0	99,0	202,0	137,0	155,0	185,0	50,0	79,0	26,0	6,0	18,0	1058,0
1946/47	5,0	50,0	209,0	86,0	145,0	200,0	155,0	106,0	119,0	49,0	12,0	17,0	1153,0
1947/48	45,0	51,0	67,0	14,0	169,0	209,0	347,0	22,0	2,0	9,0	0,0	0,0	935,0
1948/49	2,0	74,0	45,0	200,0	238,0	31,0	269,0	54,0	15,0	3,0	3,0	3,0	937,0
1949/50	39,0	131,0	229,0	198,0	189,0	74,0	102,0	8,0	16,0	5,0	0,0	3,0	904,0
1950/51	17,0	65,0	58,0	182,8	334,0	215,0	190,0	44,0	24,4	0,0	0,0	12,0	1142,2
1951/52	0,0	93,0	56,0	213,0	175,0	207,0	89,0	12,0	19,0	20,0	0,0	7,0	918,0
1952/53	25,0	117,0	180,0	42,0	247,0	166,0	202,0	77,0	19,0	40,0	0,0	0,0	1115,0
1953/54	0,0	51,0	261,0	183,0	203,0	137,0	132,0	82,7	26,0	27,0	21,0	33,0	1156,7
1954/55	11,0	51,0	126,0	94,0	232,0	265,0	149,0	34,0	15,0	3,0	0,0	0,0	990,0
1955/56	0,0	64,0	99,0	36,0	290,0	215,0	66,0	41,0	16,0	16,0	6,0	21,0	932,0
1956/57	4,0	211,0	239,0	106,0	140,0	223,0	166,0	102,0	19,0	21,0	6,0	17,0	1254,8
1957/58	20,0	25,0	146,0	106,0	413,0	209,0	287,0	46,0	32,0	37,0	0,0	0,0	1321,0
1958/59	0,0	68,0	134,0	293,0	229,0	191,0	299,0	93,0	31,0	24,0	57,0	0,0	1419,0
1959/60	0,0	97,0	107,0	229,0	244,0	201,0	185,0	84,0	32,0	15,0	12,0	6,0	1212,0
1960/61	0,0	127,0	168,0	239,0	105,0	212,0	321,0	207,0	23,0	12,0	0,0	7,0	1421,0
1961/62	0,0	47,0	72,0	200,0	148,0	119,6	43,0	120,9	56,0	0,0	6,0	0,0	814,5
1962/63	0,0	32,0	140,0	288,0	283,0	236,0	291,0	46,0	62,0	37,0	41,0	40,0	1504,0
1963/64	25,0	31,0	163,0	187,0	120,0	130,0	400,0	70,0	20,0	18,0	3,0	0,0	1167,0
1964/65	7,0	70,0	39,0	53,0	180,0	120,0	151,0	53,0	39,0	15,0	6,0	22,0	755,0
1965/66	3,0	50,0	170,0	196,5	445,0	147,0	146,0	156,0	64,0	10,0	0,0	0,0	1389,5
1966/67	29,0	29,0	184,0	149,0	139,0	232,0	94,0	28,5	24,0	17,0	16,0	0,0	941,5
1967/68	42,0	37,0	191,0	21,5	273,5	167,5	125,0	27,0	13,0	22,0	0,0	35,0	954,5
1968/69	10,0	160,0	213,0	152,0	58,0	376,0	156,0	114,0	58,0	31,0	6,0	0,0	1334,0
1969/70	12,0	52,0	136,0	125,0	170,0	148,0	190,0	138,0	30,0	10,0	0,0	0,0	1011,0
1970/71	20,0	15,0	122,0	96,0	229,0	283,0	162,0	218,0	43,0	0,0	50,0	0,0	1238,0

1972/73	18,0	36,0	46,0	240,0	272,0	164,0	329,0	69,0	38,0	11,0	0,0	10,0	1233,0
1973/74	0,0	31,0	124,0	146,0	130,0	230,0	255,0	52,0	26,0	2,0	24,0	13,0	1033,0
1974/75	18,0	31,0	25,0	120,0	98,0	393,0	137,0	119,0	13,0	27,0	0,0	6,0	987,0
1975/76	35,0	34,0	141,0	77,0	358,0	187,0	375,0	10,0	64,0	4,0	10,0	7,0	1282,0
1976/77	12,0	32,0	27,0	119,0	367,0	210,0	212,0	126,0	75,0	33,0	13,0	28,0	1254,0
1977/78	84,0	128,0	145,0	426,0	197,0	184,0	248,0	44,0	9,0	23,0	0,0	0,0	1488,0
1978/79	27,0	145,0	226,0	172,0	311,0	295,0	362,0	198,0	3,0	0,0	50,0	40,0	1829,0
1979/80	29,0	29,0	226,0	309,0	103,0	94,0	280,0	113,0	21,0	31,0	0,0	0,0	1235,0
1980/81	13,0	211,0	106,0	264,0	369,0	351,0	256,0	146,0	20,0	0,0	10,0	19,0	1765,0
1981/82	28,0	40,0	34,0	193,0	200,0	262,0	192,0	86,0	7,0	18,0	11,0	11,0	1082,0
1982/83	73,0	77,0	181,0	239,0	493,0	398,0	99,0	147,0	39,0	38,0	37,0	23,0	1844,0
1983/84	0,0	32,0	137,0	226,0	200,0	309,0	396,0	86,0	14,0	32,0	17,0	24,0	1473,0
1984/85	20,0	51,0	90,0	206,0	189,0	311,0	216,0	148,0	35,0	15,0	23,0	14,0	1318,0
1985/86	49,0	130,0	228,0	227,0	168,0	296,0	131,0	96,0	32,0	39,0	20,0	54,0	1470,0
1986/87	42,0	88,0	252,0	141,0	417,0	89,0	142,0	84,0	34,0	17,0	21,0	11,0	1338,0
1987/88	102,0	33,0	191,0	318,0	492,0	227,0	143,0						

MEDIA :	19,2	67,7	127,1	173,2	228,4	195,0	186,8	82,3	32,2	17,0	10,2	17,1	
MAXIMA :	102,0	211,0	261,0	426,0	493,0	398,0	400,0	218,0	119,0	49,0	57,0	247,0	
MINIMA :	0,0	2,0	11,0	26,0	70,0	56,0	37,0	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

MEDIA : 1142,7 1142,7
 DESVIACION : 252,4

CUADRO N°4

CALIBRACION FOR REGRESION

PADILLA		COLONIA 6	Regression Output:	
	1197	1184	Constant	8948,030
	2185	2384	Std Err of Y Est	5955,013
	3373	3705	R Squared	0,354999
	4299	5257	No. of Observations	14
	5484	6679	Degrees of Freedom	12
	7331	8402		
	8606	9407		
	10275	11421	X Coefficient(s)	0,142413
	11720	13701	Std Err of Coef.	0,055414
	13305	15977		
	14664	18037		
	16193	19413		
	17177	20726		
	18702	22377		

CUADRO N° 5

CALIBRACION FOR REGRESION

	PADILLA	FANAILLA	Regression Output:	
66-67	923,2	941,5	Constant	111,5019
67-68	1361,9	954,5	Std Err of Y Est	196,0079
68-69	1436,5	1334,0	R Squared	0,582835
69-70	1104,2	1011,0	No. of Observations	21
70-71	1197,0	1238,0	Degrees of Freedom	19
71-72	743,0	746,0		
72-73	1269,0	1233,0	X Coefficient(s)	0,899072
73-74	1373,0	1033,0	Std Err of Coef.	0,174501
74-75	1117,0	987,0		
75-76	1521,0	1282,0		
76-77	1421,0	1254,0		
77-78	1391,0	1488,0		
78-79	1625,0	1829,0		
79-80	1055,0	1235,0		
80-81	1657,0	1765,0		
81-82	1133,0	1082,0		
82-83	1652,0	1844,0		
83-84	1612,0	1473,0		
84-85	1191,0	1318,0		
85-86	1060,6	1470,0		
86-87	1423,0	1338,0		
87-88	1153,0	1148,1		
88-89	1069,0	1072,6		
89-90	859,0	883,8		
90-91	1468,0	1431,3		

CUADRO N° 6

CALIBRACION POR REGRESION

	PADILLA	TAMBO		
66-67	923,2	1255,0		
67-68	1361,9	1456,0	Regression	
68-69	1436,5	1632,0	Constant	589,7984
69-70	1104,2	1313,0	Std Err o	155,7332
70-71	1197,0	1389,0	R Squared	0,507696
71-72	743,0	995,0	No. of Ob	14
72-73	1269,0	1490,0	Degrees o	12
73-74	1373,0	1466,0		
74-75	1117,0	1424,0	X Coeffic	0,624526
75-76	1521,0	1743,0	Std Err o	0,177531
76-77	1421,0	1472,0		
77-78	1391,0	1211,0		
78-79	1625,0	1389,0		
79-80	1055,0	975,0		
80-81	1657,0			
81-82	1133,0	1308,0		
82-83	1652,0	1760,0		
83-84	1612,0	1750,0		
84-85	1191,0			
85-86	1060,6			
86-87	1423,0	1698,0		
87-88	1153,0	1364,0		
88-89	1069,0	840,0		
89-90	859,0	1023,0		
90-91	1468,0	1552,0		

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Cuadro N° 8

PARAMETROS ESTADISTICOS

Estación	Período	Media anual	Desvío Standard
Padilla	1966-91	1.292	242,68
Sauce Huascho	1966-91	1.768	605,21
Famaillá	1966-91	1.256	281,10
Fronterita-Tambo	1966-91	1.389	245,33
Famaillá	1922-80	1.104	223,50
Sauce Huascho	1922-80	1.357	602,87

Cuadro N° 9

CORRIMIENTO DE ISOHLETAS PROMEDIO

Estación	Media 1922-1980	Media 1966-1991	Desvío 1922-80	Desvío 1966-91
Famaillá	1.104	1.256	223,50	281,10
Sauce Huascho	1.357	1.768	602,87	605,21

Cuadro N° 10

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE PRECIPITACIONES ANUALES

F(%) T(año)	10 10	20 5	30 3	40	50 2	60	70	80	90 1
Estación									
Padilla	1661	1517	1413	1341	1276	1217	1146	1070	922
Famaillá	1739	1543	1400	1328	1270	1211	1152	1061	744
Sauce Huascho	2345	2115	2030	1933	1791	1691	1564	1440	1288
Tambo	1921	1734	1647	1562	1477	1402	1317	1179	1085

F (%) = Probabilidad de Ocurrencia

T = Recurrencia en Años

CUADROS Nº 13

ENERO

ANO	PADILLA	S. HUACHO
1966		
1967	106,4	167,0
1968	342,2	428,0
1969	54,7	89,0
1970	156,0	213,0
1971	269,0	401,0
1972	174,0	169,0
1973	318,0	404,0
1974	387,0	628,0
1975	123,0	251,0
1976	382,0	523,0
1977	329,0	454,0
1978	193,0	260,0
1979	239,0	459,0
1980	67,0	123,0
1981	328,0	
1982	177,0	
1983	456,0	
1984	286,0	
1985	138,0	
1986	203,5	
1987	229,0	
1988	330,0	
1989	397,0	
1990	89,0	
1991	334,0	

Regression Output:

Constant	22,51613
Std Err of Y Est	56,82299
R Squared	0,891240
No. of Observations	14
Degrees of Freedom	12
X Coefficient(s)	1,354575
Std Err of Coef.	0,136599

MARZO

ANO	PADILLA	S. HUACHO
1966		179,0
1967	91,7	138,0
1968	226,6	204,0
1969	155,6	317,0
1970	161,0	317,0
1971	156,0	245,0
1972	115,0	220,0
1973	310,0	334,0
1974	281,0	423,0
1975	239,0	341,0
1976	263,0	415,0
1977	245,0	348,0
1978	222,0	379,0
1979	333,0	232,0
1980	242,0	310,0
1981	263,0	
1982	178,0	
1983	82,0	
1984	367,0	
1985	164,0	
1986	81,0	
1987	166,0	
1988	144,0	

Regression Output:

Constant	171,3708
Std Err of Y Est	74,02917
R Squared	0,268357
No. of Observations	14
Degrees of Freedom	12
X Coefficient(s)	0,599759
Std Err of Coef.	0,285876

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION

PLANILLA PLUVIOMETRICA

ESTACION : INGENIO FRONTERITA. DISTRITO : IV LATITUD : 27-03
 NOMBRE : "TAMBO" DEPARTAMENTO: FAMAILLA LONGITUD : 65-25
 CARACTERS. : PLUVIOMETRICA LOCALIDAD : FRONTERITA. A.S.N.M. : 385

ANO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	TOTAL	MEDIA
1962/63					216,0	191,0	192,0	50,0	63,0	25,0	41,0	0,0		
1963/64	45,0	36,0	123,0	109,0	112,0	108,0	311,0	92,0	13,0	28,0	0,0	0,0	977,0	81,4
1964/65	10,0	81,0	31,0	104,0	196,0	176,0	156,0	71,0	52,0	14,0	13,0	26,0	930,0	77,5
1965/66	20,0	53,0	215,0	222,0	341,0	174,0	166,0	180,0	81,0	23,0	0,0	0,0	1493,0	123,6
1966/67	40,0	36,0	220,0	220,0	150,0	292,0	129,0	65,0	44,0	25,0	26,0	0,0	1255,0	104,6
1967/68	44,0	53,0	260,0	36,0	334,0	342,0	210,0	41,0	23,0	30,0	11,0	64,0	1456,0	121,3
1968/69	0,0	194,0	242,0	167,0	75,0	432,0	241,0	135,0	98,0	32,0	16,0	0,0	1632,0	136,0
1969/70	12,0	61,0	147,0	172,0	187,0	262,0	287,0	114,0	41,0	30,0	0,0	0,0	1313,0	109,4
1970/71	16,0	30,0	136,0	151,0	270,0	266,0	286,0	177,0	46,0	0,0	11,0	0,0	1389,0	115,8
1971/72	27,0	113,0	121,0	45,0	220,0	114,0	183,0	34,0	26,0	24,0	76,0	12,0	995,0	82,9
1972/73	19,0	40,0	94,0	254,0	331,0	242,0	314,0	92,0	68,0	25,0	11,0	0,0	1490,0	124,2
1973/74	17,0	21,0	135,0	166,0	425,0	320,0	267,0	54,0	45,0	0,0	0,0	16,0	1466,0	122,2
1974/75	20,0	80,0	46,0	46,0	161,0	102,0	460,0	301,0	128,0	44,0	24,0	4,0	1424,0	118,7
1975/76	69,0	97,0	131,0	269,0	511,0	250,0	269,0	0,0	107,0	0,0	13,0	11,0	1743,0	145,3
1976/77	42,0	47,0	66,0	201,0	279,0	201,0	320,0	160,0	47,0	39,0	16,0	54,0	1472,0	122,7
1977/78	57,0	151,0	139,0	327,0	145,0	178,0	150,0	23,0	11,0	30,0	0,0	0,0	1211,0	100,9
1978/79	12,0	83,0	141,0	210,0	220,0	247,0	260,0	150,0	4,0	0,0	0,0	46,0	1389,0	115,8
1979/80	31,0	39,0	161,0	191,0	63,0	79,0	219,0	129,0	17,0	17,0	29,0	0,0	975,0	81,3
1980/81	0,0	170,0	115,0	343,0		378,0	213,0	165,0	42,0	4,0	17,0	23,0		
1981/82	34,0	55,0	152,0	260,0	182,0	290,0	189,0	117,0	0,0	13,0	9,0	7,0	1300,0	109,0
1982/83	71,0	40,0	140,0	245,0	482,0	404,0	07,0	123,0	53,0	30,0	40,0	29,0	1760,0	146,7
1983/84	4,0	67,0	101,0	327,0	324,0	235,0	476,0	116,0	34,0	29,0	15,0	22,0	1750,0	145,8
1984/85	18,0	34,0	104,0	264,0	226,0	416,0		1,0	12,0	45,0	30,0	55,0		
1985/86	9,0	234,0	154,0		268,0	241,0	176,0	152,0	51,0	61,0	35,0	101,0		
1986/87	72,0	146,0	270,0	427,0	287,0	74,0	173,0	118,0	83,0	0,0	32,0	0,0	1690,0	141,5
1987/88	64,0	29,0	170,0	394,0	157,0	90,0	274,0	67,0	31,0	70,0	2,0	0,0	1364,0	113,7
1988/89	12,0	6,0	26,0	97,0	157,0	90,0	274,0	67,0	31,0	70,0	2,0	0,0	840,0	70,0
1989/90	11,0	129,0	38,0	252,0									1023,0	
1990/91													1552,0	
MEDIA :	30,0	77,4	141,2	209,9	244,4	231,5	243,9	105,0	45,7	26,9	16,8	10,1	1355,0	
MAXIMA :	72,0	234,0	270,0	427,0	511,0	432,0	476,0	301,0	128,0	70,0	76,0	101,0		
MINIMA :	0,0	6,0	26,0	36,0	63,0	74,0	07,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

MEDIA ANUAL : 1355,0
 DESVIACION : 266,97
 C.V. : 0,1969
 ASIMETRIA : 50,600

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION

PLANILLA PLUVIOMETRICA

ESTACION : INGENIO FRONTERITA. DISTRITO : IV LATITUD : 27-03
 NOMBRE : "TANRO" DEPARTAMENTO: FAMAILLA LONGITUD : 65-25
 CARACTERS. : PLUVIOMETRICA LOCALIDAD : FRONTERITA. A.S.N.M. : 385

ANO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ARR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	TOTAL	MEDIA
1962/63					216,0	191,0	192,0	50,0	63,0	25,0	41,0	0,0		
1963/64	45,0	36,0	123,0	109,0	112,0	100,0	311,0	92,0	13,0	20,0	0,0	0,0	977,0	81,4
1964/65	10,0	81,0	31,0	104,0	196,0	176,0	156,0	71,0	52,0	14,0	13,0	26,0	930,0	77,5
1965/66	20,0	53,0	215,0	222,0	341,0	174,0	166,0	180,0	81,0	23,0	0,0	0,0	1493,0	123,6
1966/67	40,0	36,0	220,0	220,0	150,0	292,0	129,0	65,0	44,0	25,0	26,0	0,0	1255,0	104,6
1967/68	44,0	53,0	260,0	36,0	334,0	342,0	210,0	41,0	23,0	30,0	11,0	64,0	1456,0	121,3
1968/69	0,0	194,0	242,0	167,0	75,0	432,0	241,0	135,0	90,0	32,0	16,0	0,0	1632,0	136,0
1969/70	12,0	61,0	147,0	172,0	187,0	262,0	287,0	114,0	41,0	30,0	0,0	0,0	1313,0	109,4
1970/71	16,0	30,0	136,0	151,0	270,0	266,0	286,0	177,0	46,0	0,0	11,0	0,0	1389,0	115,8
1971/72	27,0	113,0	121,0	45,0	220,0	114,0	183,0	34,0	26,0	24,0	76,0	12,0	995,0	82,9
1972/73	19,0	40,0	94,0	254,0	331,0	242,0	314,0	92,0	68,0	25,0	11,0	0,0	1490,0	124,2
1973/74	17,0	21,0	135,0	166,0	425,0	320,0	267,0	54,0	45,0	0,0	0,0	16,0	1466,0	122,2
1974/75	20,0	80,0	46,0	46,0	161,0	102,0	460,0	301,0	120,0	44,0	24,0	4,0	1424,0	118,7
1975/76	69,0	97,0	131,0	269,0	511,0	250,0	269,0	8,0	107,0	0,0	13,0	11,0	1743,0	145,3
1976/77	42,0	47,0	66,0	201,0	279,0	201,0	320,0	160,0	47,0	39,0	16,0	54,0	1472,0	122,7
1977/78	57,0	151,0	139,0	327,0	145,0	170,0	150,0	23,0	11,0	30,0	0,0	0,0	1211,0	100,9
1978/79	12,0	83,0	141,0	210,0	220,0	247,0	260,0	150,0	4,0	0,0	8,0	46,0	1309,0	115,8
1979/80	31,0	39,0	161,0	191,0	63,0	79,0	219,0	129,0	17,0	17,0	29,0	0,0	975,0	81,3
1980/81	0,0	170,0	115,0	343,0		370,0	213,0	165,0	42,0	4,0	17,0	23,0		
1981/82	34,0	55,0	152,0	260,0	182,0	290,0	189,0	117,0	0,0	13,0	9,0	7,0	1300,0	109,0
1982/83	71,0	40,0	140,0	245,0	482,0	404,0	87,0	123,0	53,0	30,0	40,0	29,0	1760,0	146,7
1983/84	4,0	67,0	101,0	327,0	324,0	235,0	476,0	116,0	34,0	29,0	15,0	22,0	1750,0	145,0
1984/85	18,0	34,0	104,0	264,0	226,0	416,0		1,0	12,0	45,0	30,0	55,0		
1985/86	9,0	234,0	154,0		260,0	241,0	176,0	152,0	51,0	61,0	35,0	101,0		
1986/87	72,0	146,0	270,0	427,0	207,0	74,0	173,0	110,0	83,0	0,0	32,0	0,0	1690,0	141,5
1987/88	64,0	29,0	170,0	394,0	157,0	90,0	274,0	67,0	31,0	70,0	2,0	0,0	1364,0	113,7
1988/89	12,0	6,0	26,0	97,0	157,0	90,0	274,0	67,0	31,0	70,0	2,0	0,0	840,0	70,0
1989/90	11,0	129,0	30,0	252,0									1023,0	
1990/91													1552,0	
MEDIA :	30,0	77,4	141,2	209,9	244,4	231,5	243,9	105,0	45,7	26,9	16,0	18,1	1355,0	
MAXIMA :	72,0	234,0	270,0	427,0	511,0	432,0	476,0	301,0	120,0	70,0	76,0	101,0		
MINIMA :	0,0	6,0	26,0	36,0	63,0	74,0	87,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

MEDIA ANUAL : 1355,0
 DESVIACION : 266,97
 C.V. : 0,1959
 ASIMETRIA : 50,600

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION

CUADRO N° 12

PLANILLA PLUVIOMETRICA

ESTACION : INGENIO FRONTERITA. DISTRITO : IV LATITUD : 27-03
 NOMBRE : "TAMRO" DEPARTAMENTO: FAMAILLA LONGITUD : 65-25
 CARACTERS. : PLUVIOMETRICA LOCALIDAD : FRONTERITA. A.S.N.M. : 385

ANO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	TOTAL	MEDIA
1966/67	40,0	36,0	220,0	220,0	158,0	292,0	129,0	65,0	44,0	25,0	26,0	0,0	1255,0	104,6
1967/68	44,0	53,0	268,0	36,0	334,0	342,0	210,0	41,0	23,0	30,0	11,0	64,0	1456,0	121,3
1968/69	0,0	194,0	242,0	167,0	75,0	432,0	241,0	135,0	98,0	32,0	16,0	0,0	1632,0	136,0
1969/70	12,0	61,0	147,0	172,0	187,0	262,0	287,0	114,0	41,0	30,0	0,0	0,0	1313,0	109,4
1970/71	16,0	30,0	136,0	151,0	270,0	266,0	286,0	177,0	46,0	0,0	11,0	0,0	1389,0	115,8
1971/72	27,0	113,0	121,0	45,0	220,0	114,0	183,0	34,0	26,0	24,0	76,0	12,0	995,0	82,9
1972/73	19,0	40,0	94,0	254,0	331,0	242,0	314,0	92,0	68,0	25,0	11,0	0,0	1490,0	124,2
1973/74	17,0	21,0	135,0	166,0	425,0	320,0	267,0	54,0	45,0	0,0	0,0	16,0	1466,0	122,2
1974/75	28,0	80,0	46,0	46,0	161,0	102,0	460,0	301,0	128,0	44,0	24,0	4,0	1424,0	118,7
1975/76	69,0	97,0	131,0	269,0	511,0	250,0	269,0	8,0	107,0	8,0	13,0	11,0	1743,0	145,3
1976/77	42,0	47,0	66,0	201,0	279,0	201,0	320,0	160,0	47,0	39,0	16,0	54,0	1472,0	122,7
1977/78	57,0	151,0	139,0	327,0	145,0	178,0	150,0	23,0	11,0	30,0	0,0	0,0	1211,0	100,9
1978/79	12,0	85,0	141,0	210,0	220,0	247,0	268,0	150,0	4,0	0,0	6,0	46,0	1389,0	115,8
1979/80	31,0	38,0	161,0	191,0	63,0	79,0	219,0	129,0	17,0	17,0	29,0	0,0	975,0	81,3
1980/81	0,0	178,0	115,0	343,0		378,0	213,0	163,0	42,0	4,0	17,0	23,0	1624,0	
1981/82	34,0	55,0	152,0	260,0	182,0	290,0	189,0	117,0	0,0	13,0	9,0	7,0	1308,0	109,0
1982/83	71,0	48,0	148,0	245,0	482,0	404,0	87,0	123,0	53,0	30,0	40,0	29,0	1760,0	146,7
1983/84	4,0	67,0	101,0	327,0	324,0	235,0	476,0	116,0	34,0	29,0	15,0	22,0	1750,0	145,8
1984/85	18,0	34,0	104,0	264,0	226,0	416,0		1,0	12,0	45,0	30,0	55,0	1333,6	
1985/86	9,0	234,0	154,0		268,0	241,0	176,0	152,0	51,0	61,0	35,0	101,0	1232,2	
1986/87	72,0	146,0	278,0	427,0	287,0	74,0	173,0	118,0	83,0	8,0	32,0	0,0	1698,0	141,5
1987/88	64,0	29,0	178,0	394,0	157,0	98,0	274,0	67,0	31,0	70,0	2,0	0,0	1364,0	113,7
1988/89	12,0	6,0	26,0	97,0	157,0	98,0	274,0	67,0	31,0	70,0	2,0	0,0	840,0	70,0
1989/90	11,0	129,0	38,0	252,0									1023,0	
1990/91													1552,0	
MEDIA :	29,5	82,1	139,2	220,2	248,3	241,8	248,4	104,7	45,3	27,6	18,4	19,3	1388,6	
MAXIMA :	72,0	234,0	278,0	427,0	511,0	432,0	476,0	301,0	128,0	70,0	76,0	101,0		
MINIMA :	0,0	6,0	26,0	36,0	63,0	74,0	87,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION

CUADRO N° 12

PLAMILLA PLUVIOMETRICA

ESTACION : SAUCE HUACHO DISTRITO : IV LATITUD :
 NOMBRE : DEPARTAMENTO: FAMAILLA LONGITUD :
 CARACTER : PLUVIOMETRICA LOCALIDAD : SAUCE HUACHO A.S.N.M. : 430

ANO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	TOTAL	MEDIA
1966/67	46,0	45,0	195,0	204,0	167,0	318,0	138,0	88,0	50,0	20,0	37,0	3,0	1311,0	109,3
1967/68	50,0	56,0	289,0	32,0	428,0	332,0	204,0	59,0	17,0	37,0	15,0	46,0	1565,0	130,4
1968/69	26,0	217,0	264,0	178,0	89,0	378,0	317,0	142,0	115,0	55,0	20,0	0,0	1601,0	150,1
1969/70	25,0	50,0	145,0	169,0	213,0	238,0	317,0	153,0	57,0	36,0	0,0	0,0	1403,0	116,9
1970/71	25,0	38,0	157,0	218,0	401,0	323,0	245,0	231,0	55,0	13,0	0,0	0,0	1705,0	142,2
1971/72	38,0	116,0	124,0	70,0	169,0	125,0	220,0	54,0	61,0	46,0	41,0	28,0	1092,0	91,0
1972/73	21,0	49,0	120,0	327,0	404,0	230,0	334,0	167,0	120,0	36,0	23,0	12,0	1843,0	153,6
1973/74	34,0	32,0	137,0	225,0	628,0	415,0	423,0	51,0	64,0	14,0	43,0	44,0	2110,0	175,8
1974/75	32,0	86,0	75,0	209,0	251,0	577,0	341,0	187,0	51,0	60,0	6,0	38,0	1913,0	159,4
1975/76	119,0	105,0	162,0	271,0	523,0	297,0	415,0	28,0	130,0	12,0	15,0	40,0	2117,0	176,4
1976/77	50,0	51,0	57,0	268,0	454,0	249,0	348,0	229,0	115,0	87,0	43,0	59,0	2010,0	167,5
1977/78	158,0	291,0	234,0	331,0	260,0	236,0	379,0	44,0	20,0	52,0	4,0	3,8	2012,0	167,7
1978/79	0,0	123,0	217,0	255,0	459,0	314,0	232,0	222,0	0,0	0,0	14,0	53,0	1891,0	157,6
1979/80	62,0	44,0	235,0	407,0	123,0	168,0	310,0	203,0	65,0	26,0	11,0	0,0	1654,0	137,8
1980/81	0,0	67,0	49,0	422,0									2178,0	
1981/82													1636,0	
1982/83													2173,0	
1983/84													2131,0	
1984/85													1595,6	
1985/86													1560,6	
1986/87													1936,0	
1987/88													1656,0	
1988/89													1569,0	
1989/90													1352,0	
1990/91													1982,0	
MEDIA :	45,7	91,5	164,0	239,1	326,4	300,0	301,6	132,7	65,7	35,3	19,4	23,3	1767,9	
MAXIMA :	158,0	291,0	289,0	422,0	628,0	577,0	423,0	231,0	130,0	87,0	43,0	59,0		
MINIMA :	0,0	32,0	49,0	32,0	89,0	125,0	136,0	28,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION

PLANILLA PLUVIOMETRICA

CUADRO N° 12

ESTACION : FAMILIA -F.C.C.C DISTRITO : IV LATITUD : 27-03
 NOMBRE : DEPARTAMENTO: FAMILIA LONGITUD : 65-25
 CARACTERS. : PLUVIOMETRICA LOCALIDAD : FAMILIA n.S.N.M. : 365

ANO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	TOTAL	MEDIA
1966/67	29,0	29,0	184,0	149,0	139,0	232,0	94,0	28,5	24,0	17,0	16,0	0,0	941,5	78,5
1967/68	42,0	37,0	191,0	21,5	273,5	167,5	125,0	27,0	13,0	22,0	0,0	35,0	954,5	79,5
1968/69	10,0	160,0	213,0	152,0	58,0	376,0	156,0	114,0	58,0	31,0	6,0	0,0	1334,0	111,2
1969/70	12,0	52,0	136,0	125,0	170,0	148,0	190,0	138,0	30,0	10,0	0,0	0,0	1011,0	84,3
1970/71	20,0	15,0	122,0	96,0	229,0	283,0	142,0	218,0	43,0	0,0	50,0	0,0	1238,0	103,2
1971/72	13,0	55,0	131,0	11,0	165,0	159,0	147,0	32,0	5,0	13,0	15,0	0,0	746,0	62,2
1972/73	18,0	36,0	46,0	240,0	272,0	164,0	329,0	69,0	38,0	11,0	0,0	10,0	1233,0	102,8
1973/74	0,0	31,0	124,0	146,0	130,0	230,0	255,0	52,0	26,0	2,0	24,0	13,0	1033,0	86,1
1974/75	18,0	31,0	25,0	120,0	98,0	393,0	137,0	119,0	13,0	27,0	0,0	6,0	987,0	82,3
1975/76	35,0	34,0	141,0	77,0	338,0	187,0	375,0	16,0	64,0	4,0	10,0	7,0	1282,0	106,8
1976/77	12,0	32,0	27,0	119,0	367,0	210,0	212,0	126,0	75,0	33,0	13,0	26,0	1254,0	104,5
1977/78	84,0	128,0	145,0	426,0	197,0	184,0	248,0	44,0	9,0	23,0	0,0	0,0	1488,0	124,0
1978/79	27,0	145,0	226,0	172,0	311,0	295,0	362,0	198,0	3,0	0,0	50,0	40,0	1829,0	152,4
1979/80	29,0	29,0	226,0	309,0	103,0	94,0	280,0	113,0	21,0	31,0	0,0	0,0	1235,0	102,9
1980/81	13,0	211,0	106,0	264,0	369,0	351,0	256,0	146,0	20,0	0,0	10,0	19,0	1765,0	147,1
1981/82	28,0	40,0	34,0	193,0	200,0	262,0	192,0	86,0	7,0	18,0	11,0	11,0	1082,0	90,2
1982/83	73,0	77,0	181,0	239,0	493,0	398,0	99,0	147,0	39,0	38,0	37,0	23,0	1844,0	153,7
1983/84	0,0	32,0	137,0	226,0	200,0	309,0	396,0	86,0	14,0	32,0	17,0	24,0	1473,0	122,8
1984/85	20,0	51,0	90,0	206,0	189,0	311,0	216,0	148,0	35,0	15,0	23,0	14,0	1318,0	109,8
1985/86	49,0	130,0	228,0	227,0	168,0	296,0	131,0	96,0	32,0	39,0	20,0	54,0	1470,0	122,5
1986/87	42,0	88,0	252,0	141,0	417,0	89,0	142,0	84,0	34,0	17,0	21,0	11,0	1338,0	111,5
1987/88	102,0	33,0	191,0	318,0	492,0	227,0	143,0						1148,0	215,1
1988/89													1073,0	
1989/90													884,0	
1990/91													1431,0	
MEDIA :	30,7	67,1	143,5	180,8	244,5	243,9	211,2	99,1	28,7	18,2	15,4	14,0	1255,7	
MAXIMA :	102,0	211,0	252,0	426,0	493,0	398,0	396,0	218,0	75,0	39,0	50,0	54,0		
MINIMA :	0,0	15,0	25,0	11,0	38,0	89,0	94,0	10,0	3,0	0,0	0,0	0,0		

ABRIL

ANO	PADILLA	S. HUACHO
1966		219,0
1967	41,3	88,0
1968	27,0	59,0
1969	204,0	142,0
1970	109,0	153,0
1971	199,0	231,0
1972	35,0	54,0
1973	71,0	167,0
1974	40,0	51,0
1975	106,0	187,0
1976	7,0	28,0
1977	147,0	229,0
1978	7,0	44,0
1979	156,0	222,0
1980	93,0	203,0
1981	138,0	
1982	69,0	
1983	133,0	
1984	74,0	
1985	115,0	
1986	48,0	
1987	78,0	
1988	79,0	
1989	95,0	
1990	60,0	
1991	80,0	

Regression Output:

Constant	49,73437
Std Err of Y Est	44,65764
R Squared	0,683463
No. of Observations	14
Degrees of Freedom	12
X Coefficient(s)	0,935135
Std Err of Coef.	0,183712



MAYO

ANO	PADILLA	S. HUACHO
1966		88,0
1967	27,7	50,0
1968	2,0	17,0
1969	84,1	115,0
1970	33,0	57,0
1971	48,0	55,0
1972	10,0	61,0
1973	35,0	120,0
1974	40,0	64,0
1975	27,0	51,0
1976	94,0	130,0
1977	42,0	115,0
1978	9,0	20,0
1979	3,0	0,0
1980	24,0	65,0
1981	8,0	
1982	8,0	
1983	49,0	
1984	18,0	
1985	34,0	
1986	19,5	
1987	22,0	

Regression Output:

Constant	24,86331
Std Err of Y Est	24,90321
R Squared	0,652222
No. of Observations	14
Degrees of Freedom	12
X Coefficient(s)	1,194472
Std Err of Coef.	0,251789

1970 30,0
 1991 58,0

JUNIO

AÑO	PADILLA	S. HUACHO
1966		34,0
1967	21,7	20,0
1968	20,4	37,0
1969	39,8	55,0
1970	17,0	36,0
1971	0,0	13,0
1972	14,0	46,0
1973	17,0	36,0
1974	6,0	14,0
1975	16,0	60,0
1976	7,0	12,0
1977	29,0	87,0
1978	26,0	52,0
1979	0,0	0,0
1980	32,0	26,0
1981	5,0	
1982	18,0	
1983	26,0	
1984	27,0	
1985	14,0	
1986	9,0	
1987	37,0	
1988	12,0	
1989	7,0	
1990	42,0	
1991	20,0	

Regression Output:

Constant	11,93143
Std Err of Y Est	18,10232
R Squared	0,448392
No. of Observations	14
Degrees of Freedom	12
X Coefficient(s)	1,329646
Std Err of Coef.	0,425727

JULIO

AÑO	PADILLA	S. HUACHO
1966		18,0
1967	18,5	37,0
1968	16,8	15,0
1969	7,8	20,0
1970	0,0	0,0
1971	7,0	0,0
1972	22,0	41,0
1973	10,0	23,0
1974	21,0	43,0
1975	2,0	6,0
1976	11,0	15,0
1977	20,0	43,0
1978	0,0	4,0
1979	3,0	14,0
1980	0,0	11,0
1981	10,0	
1982	7,0	
1983	34,0	
1984	16,0	
1985	29,0	
1986	0,0	

Regression Output:

Constant	3,030426
Std Err of Y Est	7,795372
R Squared	0,772931
No. of Observations	14
Degrees of Freedom	12
X Coefficient(s)	1,650424
Std Err of Coef.	0,258233

1990 33,0
 1991 33,0

AGOSTO

ANO	PADILLA	S. HUACHO
1966		0,0
1967	2,9	3,0
1968	51,2	46,0
1969	0,0	0,0
1970	0,0	0,0
1971	0,0	0,0
1972	10,0	28,0
1973	3,0	12,0
1974	25,0	44,0
1975	18,0	38,0
1976	9,0	40,0
1977	46,0	59,0
1978	1,0	3,8
1979	31,0	53,0
1980	8,0	0,0
1981	22,0	
1982	8,0	
1983	25,0	
1984	16,0	
1985	57,0	
1986	0,6	
1987	48,0	
1988	8,0	
1989	0,0	
1990	0,0	
1991	29,0	

Regression Output:
 Constant 6,851562
 Std Err of Y Est 12,10807
 R Squared 0,737775
 No. of Observations 14
 Degrees of Freedom 12
 X Coefficient(s) 1,125685
 Std Err of Coef. 0,193731

BALANCE HIDROLOGICO

ESTACION : FAMAILLA

PERIODO 1967-1990

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TEMPERATURA MEDIA	24,70	23,80	22,80	19,20	15,90	12,00	12,20	14,00	16,80	20,60	22,60	24,40	
EVAPOTR. S/CORREG.	110,00	105,00	94,00	68,00	44,00	27,00	28,00	36,00	50,00	78,00	93,00	108,00	
Fi (COEF.)	1,18	1,02	1,05	0,96	0,93	0,87	0,92	0,97	1,00	1,11	1,12	1,19	
EVAPOTR. CORREG.	130,00	107,00	99,00	55,00	41,00	23,00	26,00	35,00	50,00	87,00	104,00	128,00	895,00
PRECIPITACION	239,00	237,00	213,00	96,00	32,00	19,00	13,00	17,00	13,00	70,00	137,00	192,00	1278,00
VAR. RESERVA	109,00	137,00	114,00	31,00	-9,00	-4,00	-13,00	-18,00	-37,00	-17,00	33,00	64,00	
RES. TEORICA	258,00	287,00	264,00	181,00	141,00	137,00	124,00	106,00	69,00	52,00	85,00	149,00	
RES. REAL	149,00	150,00	150,00	150,00	150,00	141,00	137,00	124,00	106,00	69,00	52,00	85,00	
EVAPOTR. REAL	130,00	107,00	99,00	65,00	41,00	23,00	26,00	35,00	50,00	87,00	104,00	128,00	895,00
EXCESO	108,00	137,00	114,00	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	390,00
DEFICIENCIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

BALANCE HIDROLOGICO

ESTACION : SAUCE HUASCHO

PERIODO 1921-1950

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TEMPERATURA MEDIA	22,80	21,70	20,00	17,50	14,20	11,10	11,00	13,10	15,20	18,60	21,10	22,50	
EVAPOTR. S/CORREG.	109,90	98,00	86,00	69,00	48,00	32,00	31,00	31,00	60,00	76,00	96,00	105,00	
Fi (COEF.)	1,18	1,02	1,05	0,96	0,93	0,87	0,92	0,92	1,00	1,11	1,12	1,19	
EVAPOTR. CORREG.	128,60	99,90	90,30	66,20	44,60	27,80	28,50	39,70	60,00	84,30	107,50	124,90	902,30
PRECIPITACION	345,00	214,00	227,00	75,00	58,00	22,00	17,00	8,00	24,00	73,00	132,00	244,00	1439,00
VAR. RESERVA	216,40	114,10	134,70	8,80	13,40	-5,80	-11,50	-31,70	-36,40	-11,30	24,50	119,10	
RES. TEORICA	366,40	264,10	286,70	158,80	163,40	144,20	132,70	101,00	65,00	53,70	78,20	197,30	
RES. REAL	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	144,20	132,70	101,00	65,00	53,70	78,20	
EVAPOTR. REAL	128,60	99,90	90,30	66,20	44,60	27,80	28,50	39,70	60,00	84,30	107,50	124,90	902,30
EXCESO	216,40	114,10	134,70	8,80	13,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,30	536,70
DEFICIENCIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

BALANCE HIDROLOGICO

ESTACION : FAMAILLA

PERIODO 1921-1950

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TEMPERATURA MEDIA	26,00	25,10	23,10	19,50	16,30	12,60	12,60	14,30	17,90	20,80	23,50	25,90	
EVAPOTR. S/CORREG.	133,00	125,00	108,00	83,00	61,00	39,00	38,00	49,00	70,00	90,00	111,00	130,00	
Fi (COEF.)	1,18	1,02	1,05	0,96	0,93	0,87	0,92	0,97	1,00	1,11	1,12	1,19	
EVAPOTR. CORREG.	156,90	127,50	113,40	79,60	53,70	33,90	34,90	46,50	70,00	99,90	124,50	154,70	1093,30
PRECIPITACION	212,00	156,00	167,00	73,00	34,00	15,00	7,00	7,00	17,00	58,00	106,00	161,00	1013,00
VAR. RESERVA	56,10	28,50	53,60	-6,60	-22,70	-18,90	-27,90	-39,50	-53,00	-41,90	-18,30	6,30	
RES. TEORICA	61,40	89,90	143,50	143,40	120,70	101,80	73,90	34,40	0,00	0,00	0,00	6,30	
RES. REAL	6,30	61,40	89,90	150,00	143,40	120,70	101,80	73,90	34,40	0,00	0,00	0,00	
EVAPOTR. REAL	156,90	127,50	113,40	73,00	34,00	15,00	7,00	7,00	17,00	81,30	106,00	156,70	892,80
EXCESO				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
DEFICIENCIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,60	18,30	0,00	28,30

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

CUADRO No 15

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
DE PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

ESTACION	F (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	T(años)	10	5			2				1
PADILLA		124	120	116	113	108	102	94	86	78
FRONTERITA (Tambo)		141	129	121	115	112	108	101	90	76
FRONTERITA Colonia 6)		163	143	127	117	110	104	100	94	82

F(%): Frecuencia experimental

T: Recurrencia en años

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Cuadro Nº 16
 HIDROMETRO RIO FAMALLA
 (Alturas diarias)

Día	Mes	Año	Altura Hidrómetro (m)
2	FEBRERO	1992	1.60
5			1.50
8			1.10
9			1.05
11			1.15
12			0.30
13			1.15
14			0.70
16			0.60
17			0.55
18			0.40
19			0.35
20			0.33
21			0.50
22			0.45
23			0.41
24			0.39
25			0.39
26			0.35
27			0.80
28			0.65
29			0.59
1	MARZO	1992	0.10
2			0.55
3			0.45
4			0.40
5			0.36
6			0.29
7			0.27
8			0.25
9			0.20
10			1.60
11			0.90
12			0.84
13			0.80
14			0.76
15			0.70
16			1.10
17			0.95
18			0.90
19			0.80
20			0.60
21			0.45
22			0.40
23			1.25
24			1.10
25			0.90
26			0.80
27			0.60
28			0.85
29			0.80
30			0.70
31			0.60

Día	Mes	Año	Altura Hidrómetro (m)
6	DICIEMBRE	1992	0.25
7			0.12
9			0.17
10			0.90
14			0.50
15			0.14
23			0.10
24			0.66
27			0.12
28			0.13
29			0.25
30			0.12
1			1.37
2			0.80
3			0.70
4			0.55
5			0.50
6			0.50
7			0.80
8			1.80
9			1.00
10			0.80
11	ENERO	1993	0.65
12			0.65
13			0.60
14			0.90
15			0.80
16			0.65
17			0.60
18			0.60
19			0.50
20			0.50
21			0.70
22			0.60
23			0.50
24			0.70
25			2.80
26			0.90
27			0.50
28			1.90
29			0.60
30			0.45
31			1.80

Cuadro Nº 17
Precipitación máxima en 24 hs

AÑO	ESTACION		
	PADILLA	FRONTERITA	
		TAMBO	COLONIA 6
1963		85.0	
1964		111.0	
1965		88.0	
1966		113.0	
1967		124.0	
1968		83.0	
1969		115.0	110.0
1970		136.0	131.0
1971	81.6	130.0	
1972	82.2	116.0	
1973	85.9	113.0	95.0
1974	103.8	145.0	105.0
1975	124.3	112.0	
1976	121.9	122.0	107.0
1977	108.9	122.0	87.0
1978	45.5	55.0	50.0
1979	89.7	102.0	
1980	118.6	114.0	
1981	89.1	88.0	
1982	85.0	70.0	
1983	111.2	131.0	150.0
1984	126.5	112.0	120.0
1985	66.2	89.0	100.0
1986	119.0	143.0	152.0
1987	79.0	118.0	168.0
1988	103.4	95.0	95.0
1989	69.5	76.0	121.0
1990	101.1	106.0	130.0
1991	79.1	155.0	100.0

GRAFICOS

- | | |
|---|---------------|
| | PADILLA |
| 1. DOBLES MASAS | FAMAILLA |
| | PADILLA |
| 2. DOBLES MASAS | SAUCE HUASCHO |
| | PADILLA |
| 3. DOBLES MASAS | COLONIA 6 |
| | PADILLA |
| 4. DOBLES MASAS | TAMBO |
| 5. PRECIPITACIONES ANUALES FAMAILLA | |
| 6. PRECIPITACIONES ANUALES SAUCE HUASCH | |
| 7. AJUSTES ESTADISTICOS | |
| 8. PRECIPITACIONES: MINIMOS-MAXIMOS-MED | |

GRUPO NABA PFT ANUAL

ESTACIONES PADILLA-PAMALLA (1957/57)

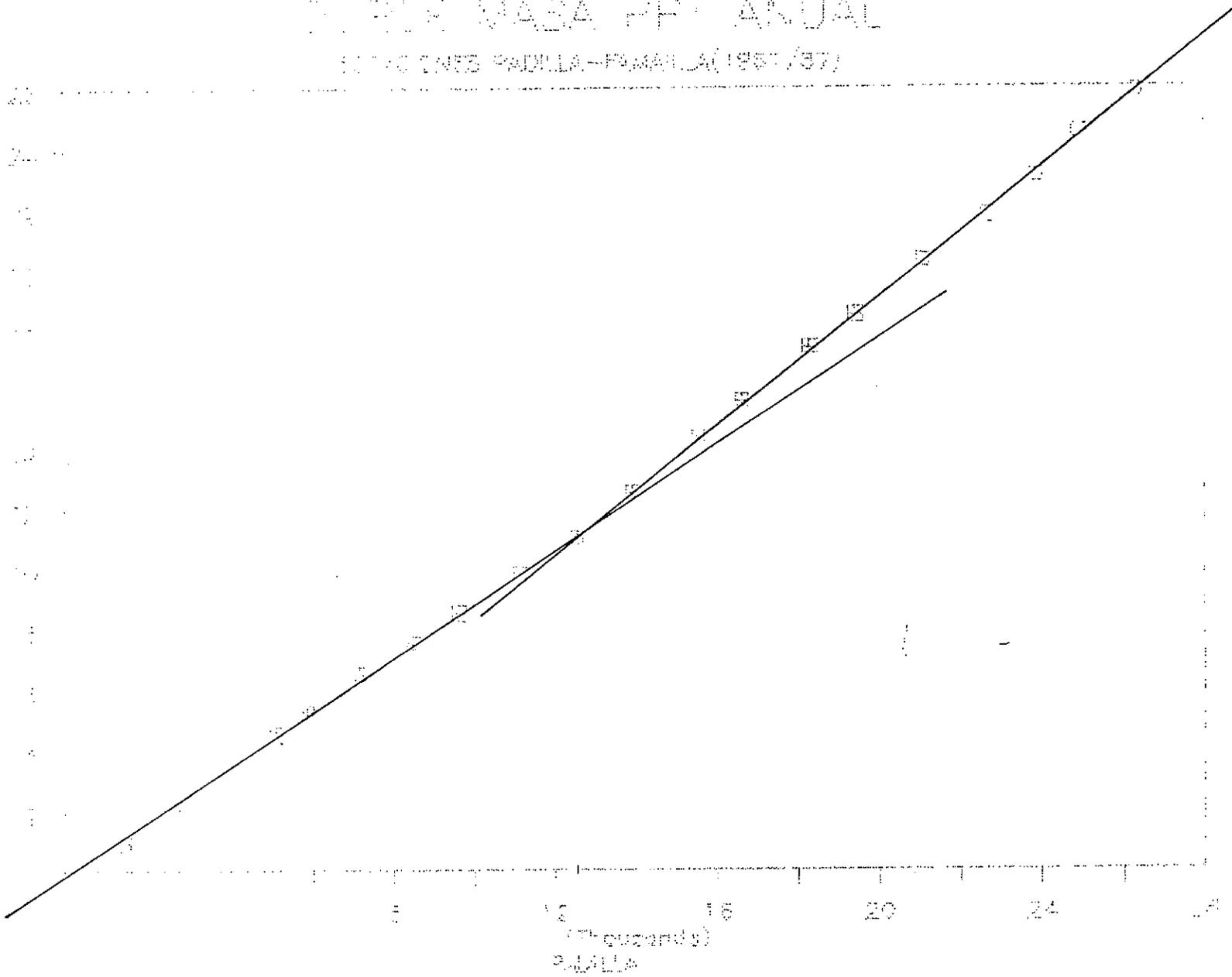


GRAFICO Nº 1

52

DOBLE MASA PPT ANUAL

ESTACIONES PADILLA-S. HUACHO(1967/81)

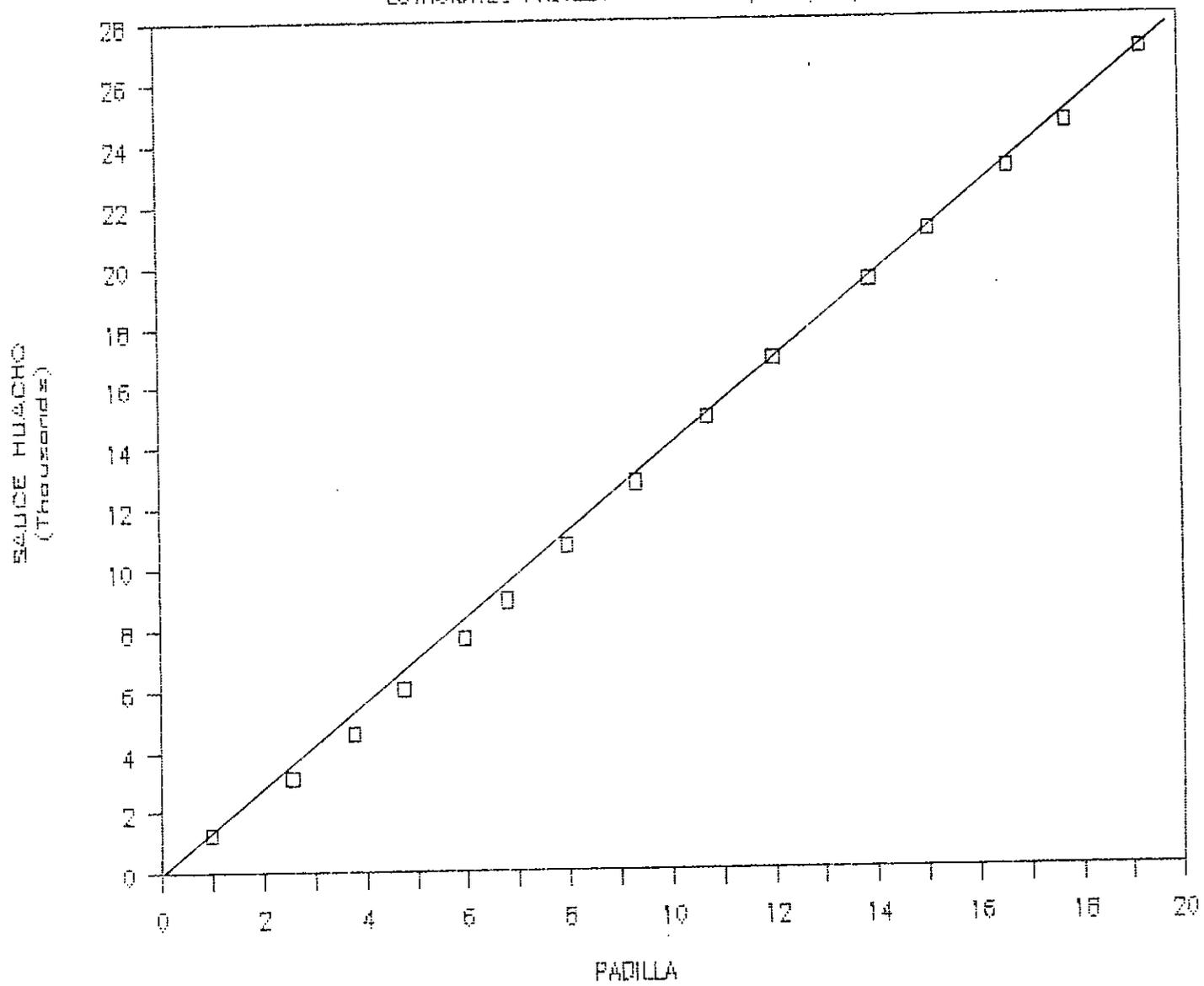


GRAFICO N°2

DOBLE MASAS PPT ANUAL

PADILLA-FRONT.COLO (1968-91)

FRONT.COLO
(Thousands)

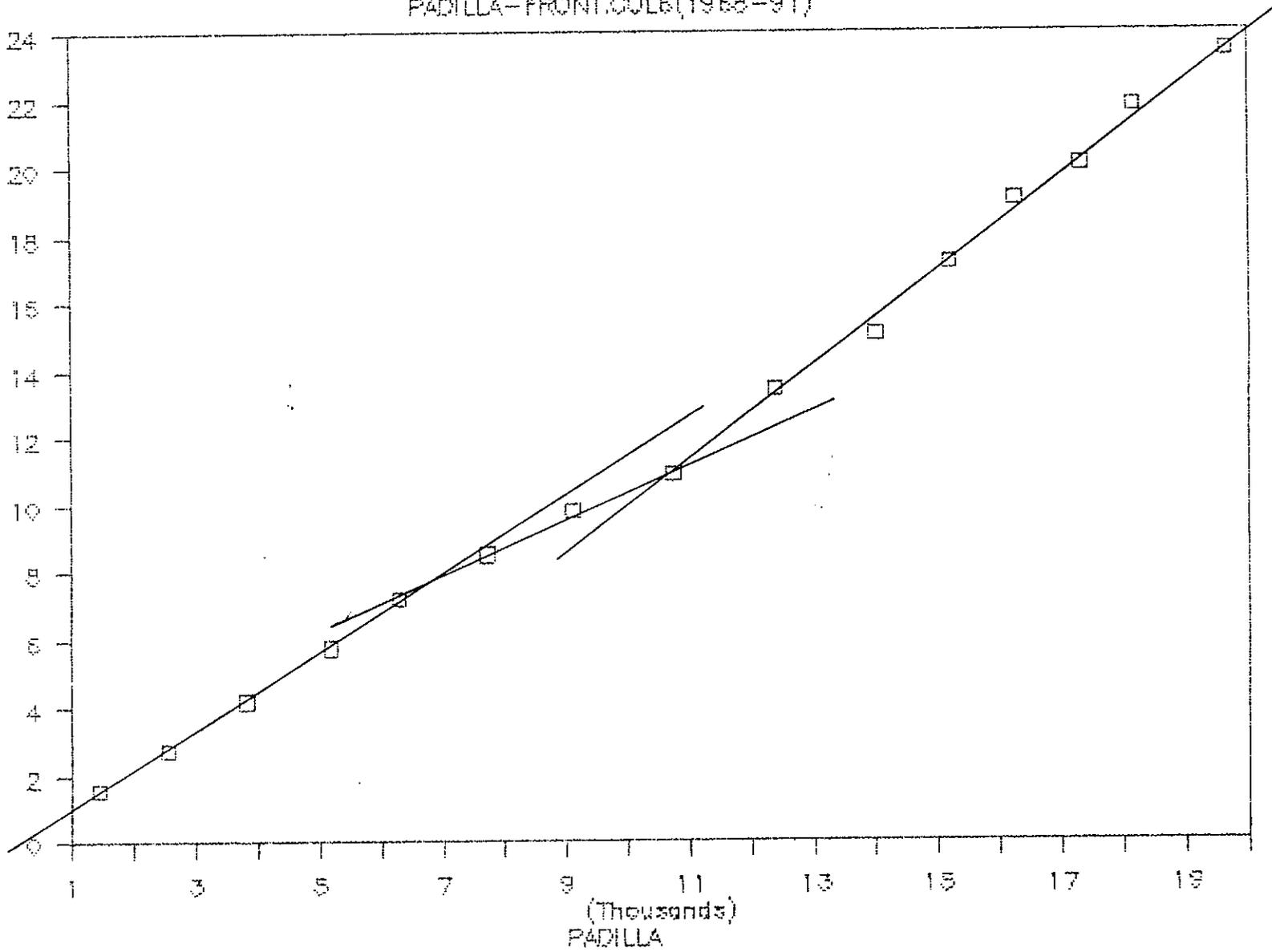


GRAFICO N° 3

DOBLE MASA PPT ANUAL

ESTACIONES PADILLA-FRONT.TAMBO(1967/89)

59

FRONTERITA, TAMBO
(Thousands)

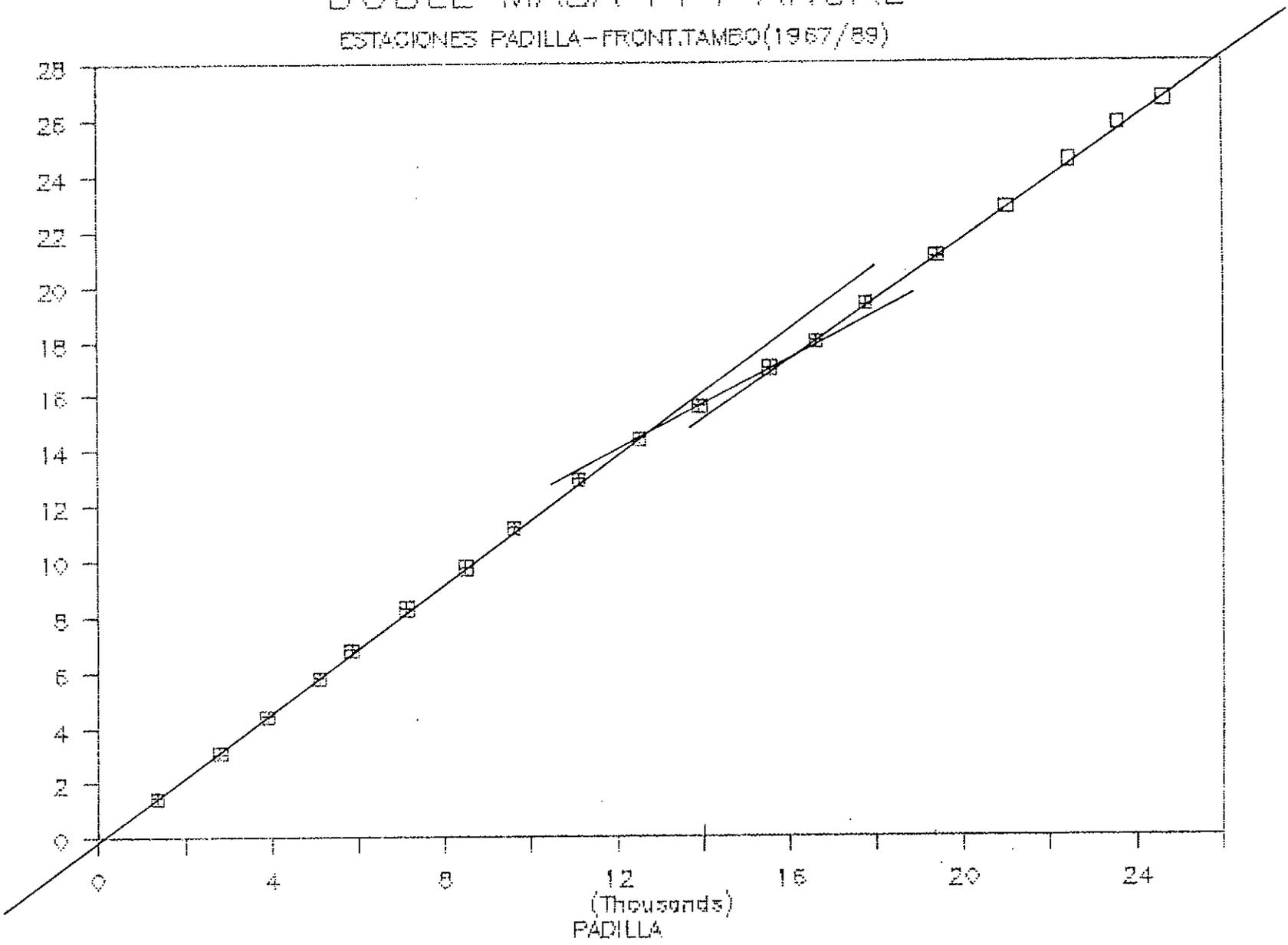


GRAFICO Nº 4

GRAFICO Nº 5

PPT ANUAL - FAMAILLA

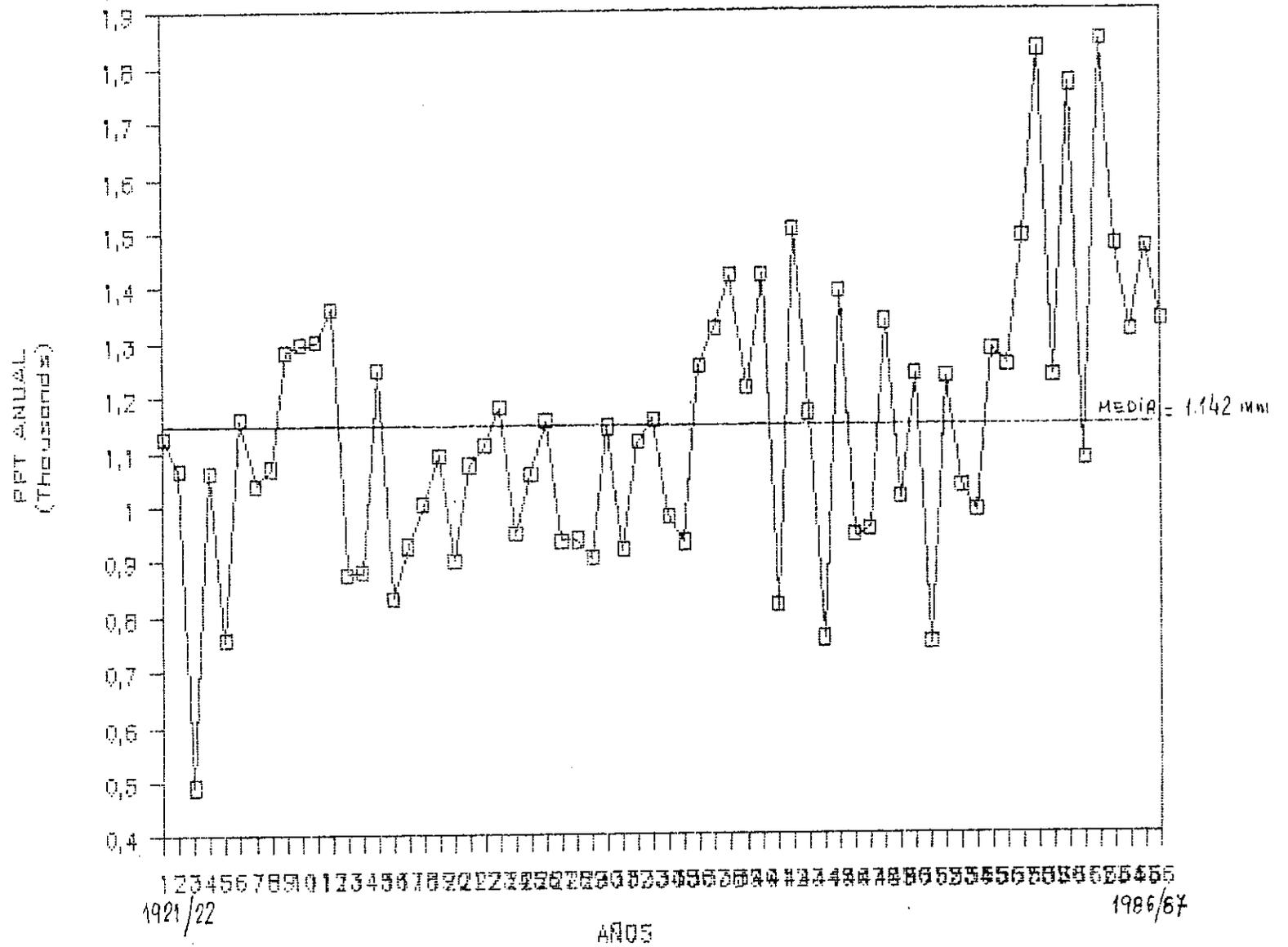
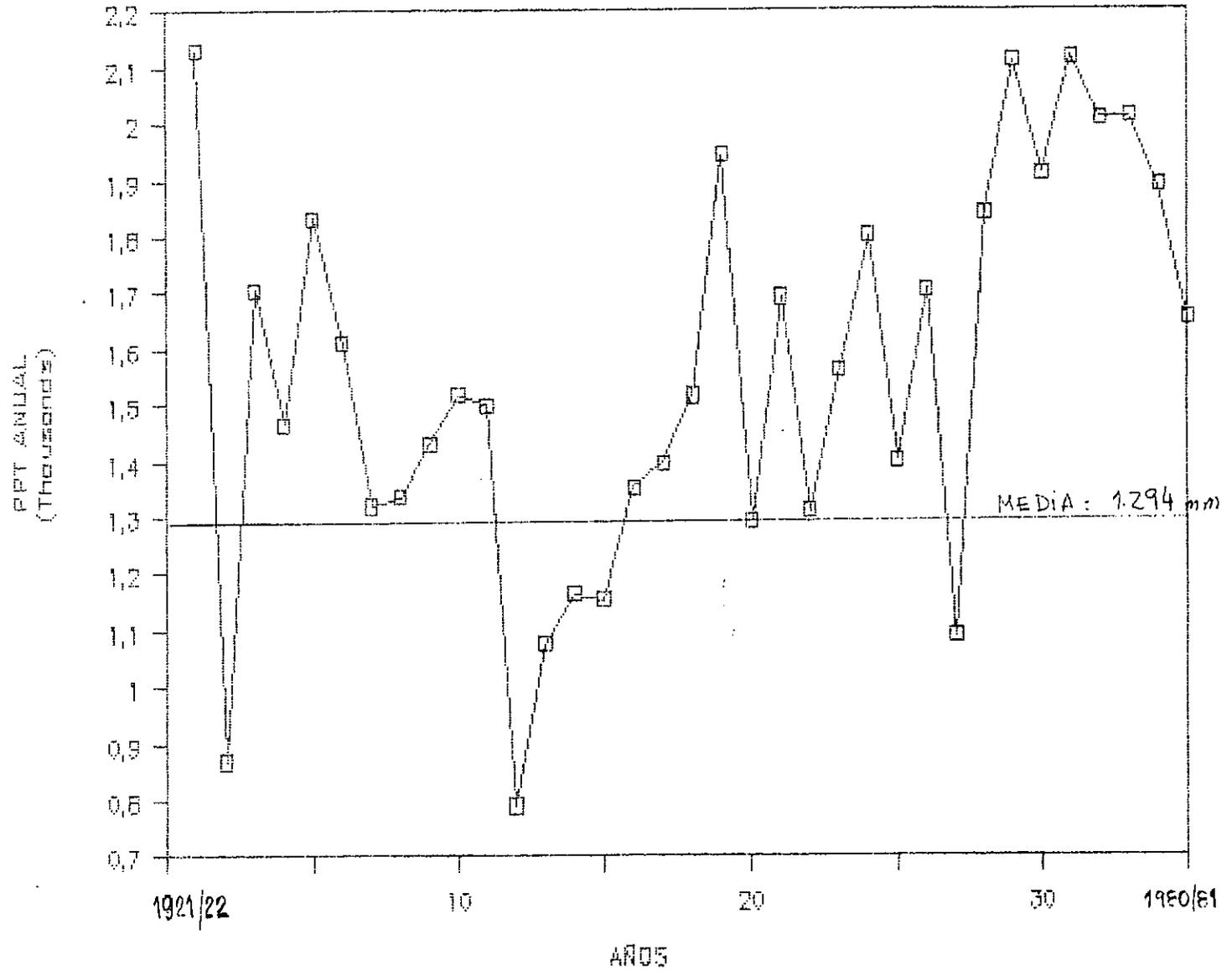


GRAFICO N° 6

PPT. ANUALES - ESTACION SAUCE HUASCHO



AJUSTE PRECIPITACIONES ANUALES

ESTACION FAMILIA

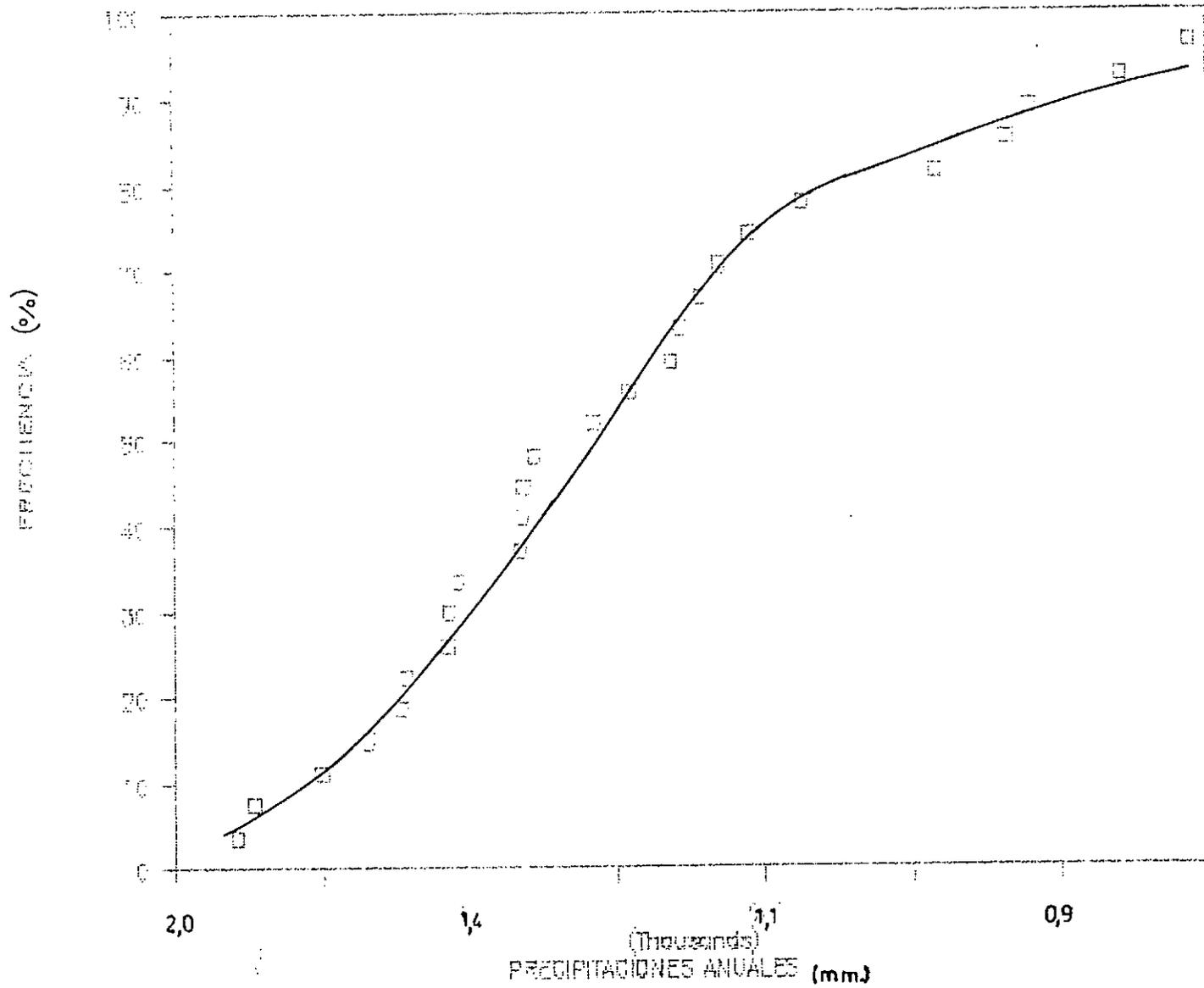


GRAFICO N°7

AJUSTE PRECIPITACIONES ANUALES

ESTACION SAUCE HUARDO

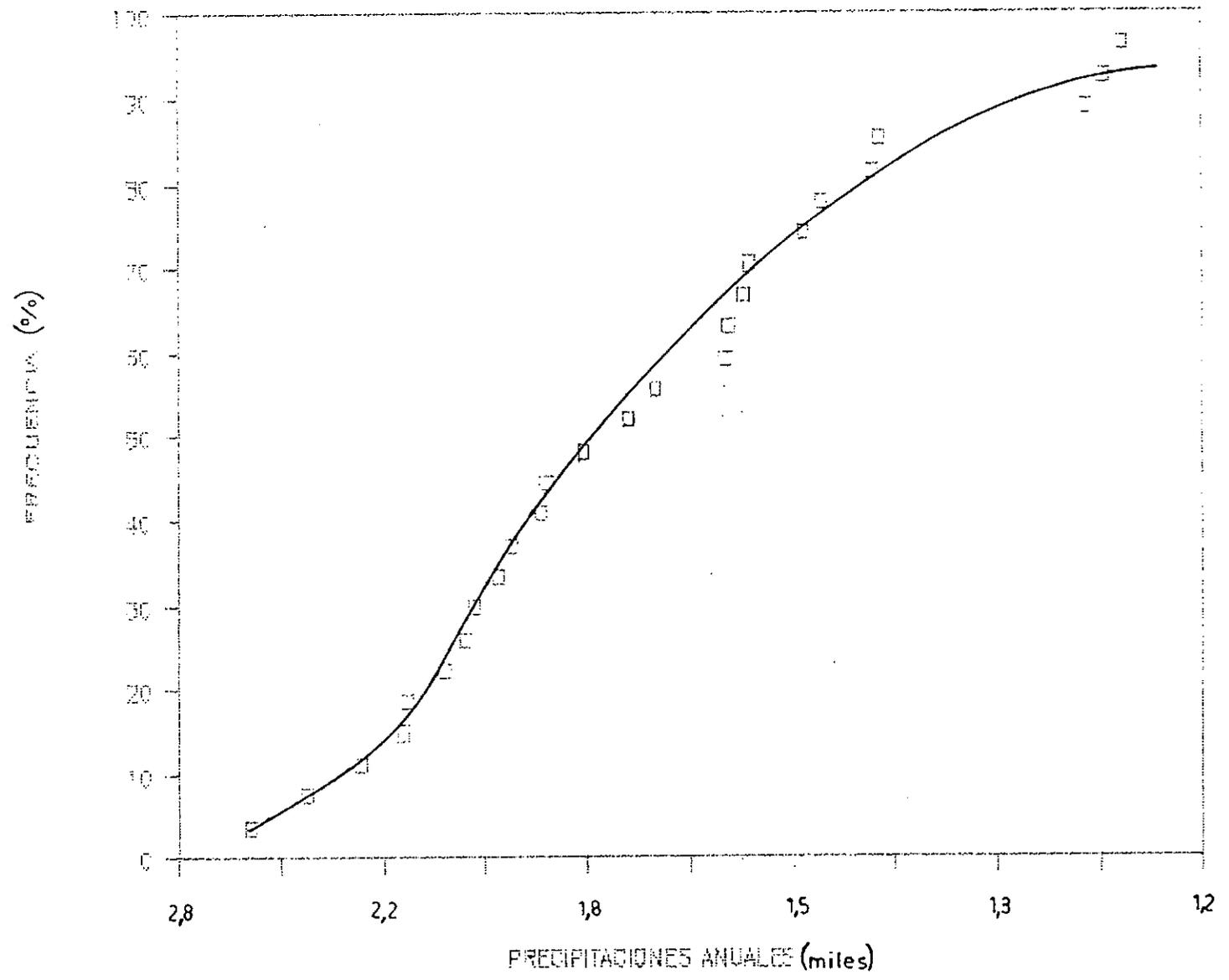
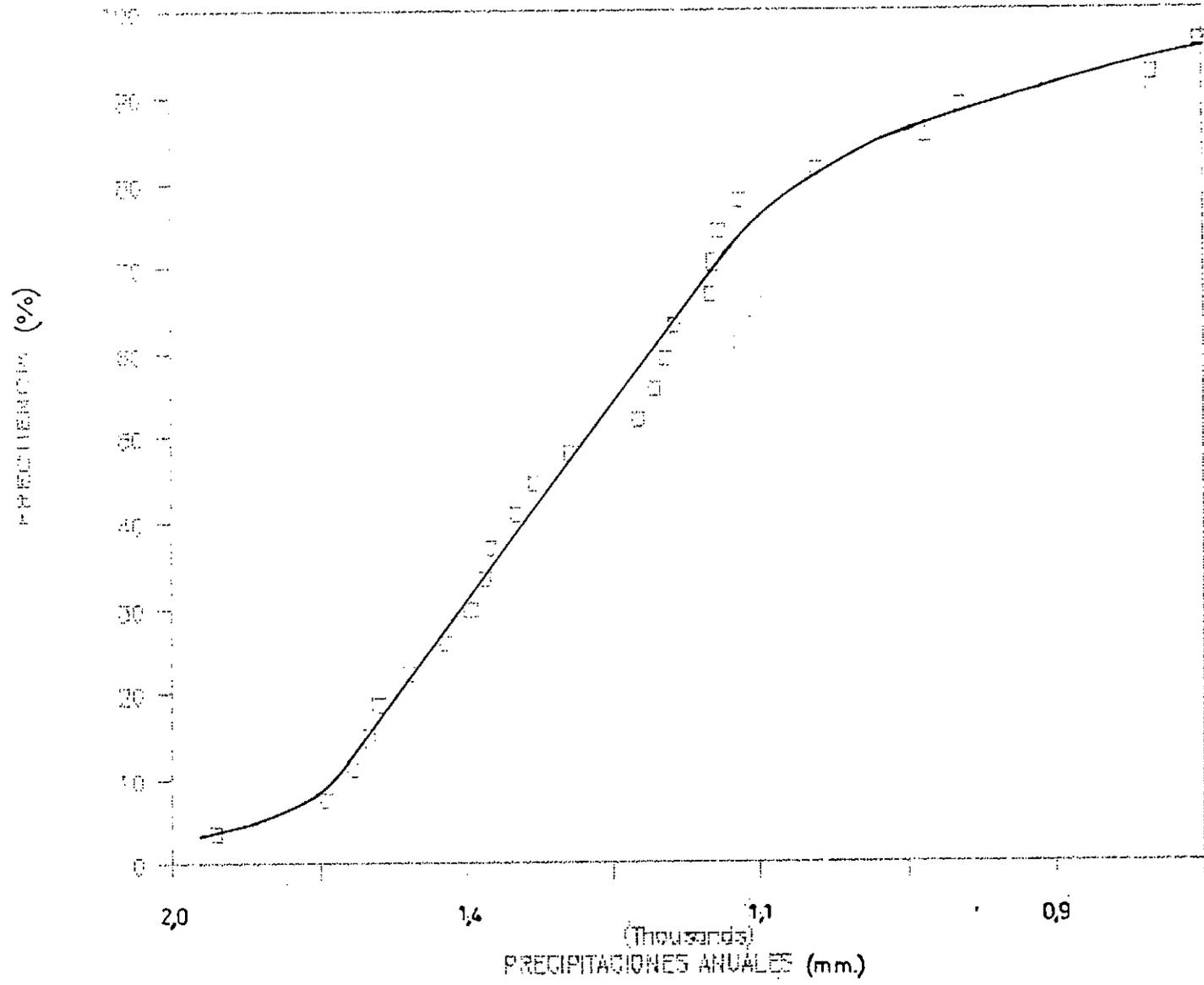


GRAFICO N°7

AJUSTE PRECIPITACIONES ANUALES

ESTACION PADILLA

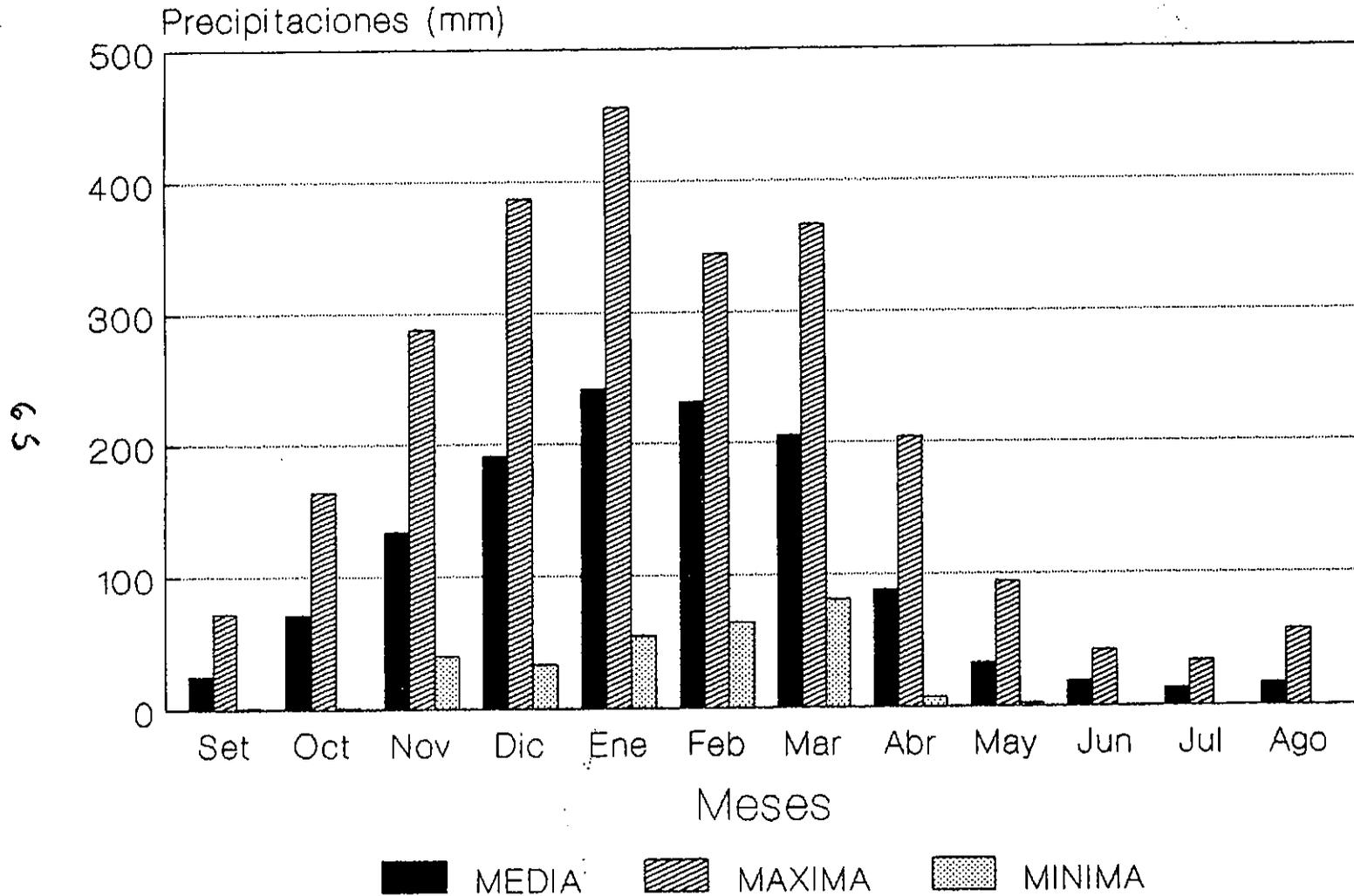


64

GRAFICO N°7

Precipitación Maxima-Minima-Media

Estacion Padilla

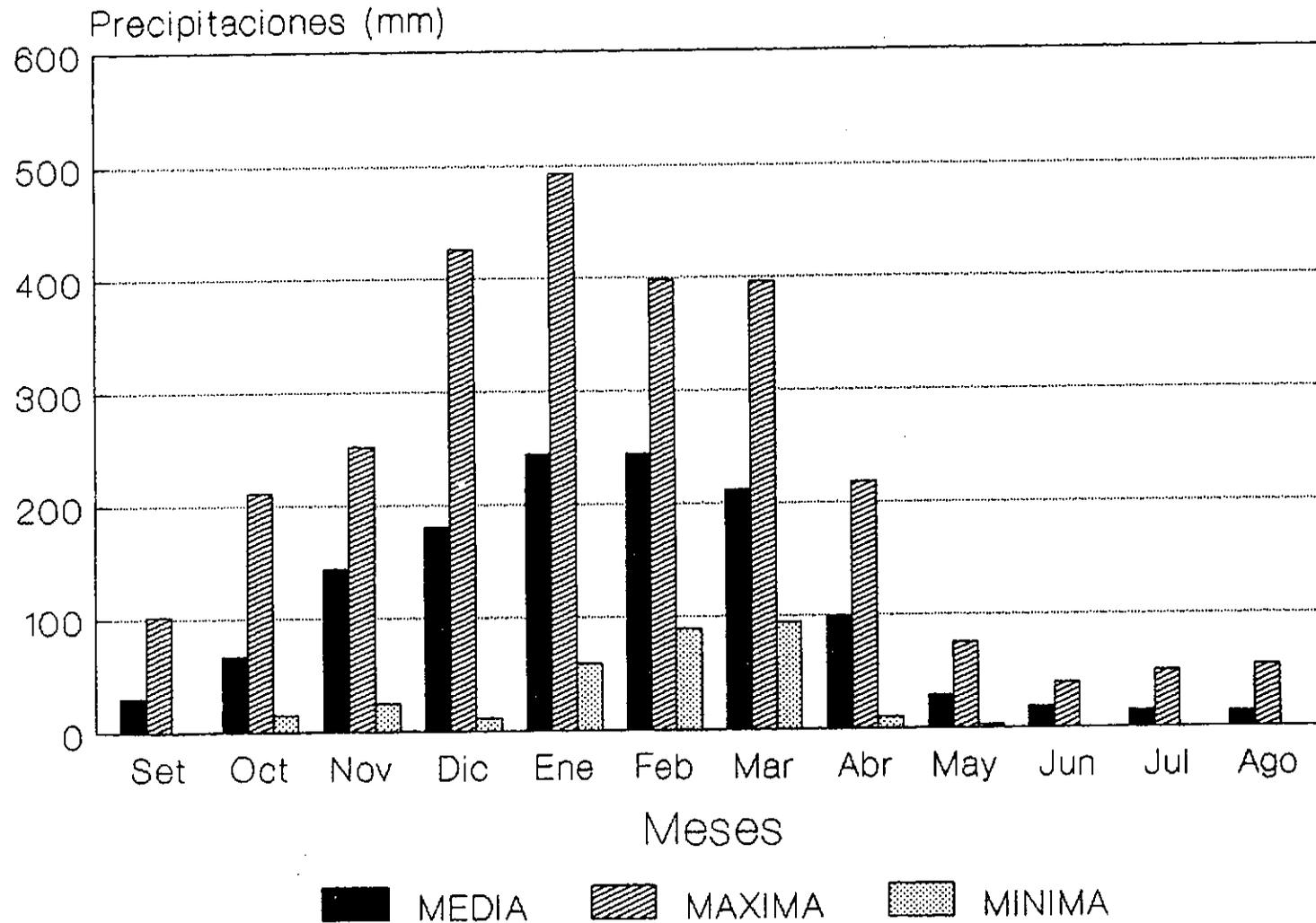


Est. / F. / 2008 / 10 / 8

Precipitacion Maxima-Minima-Media

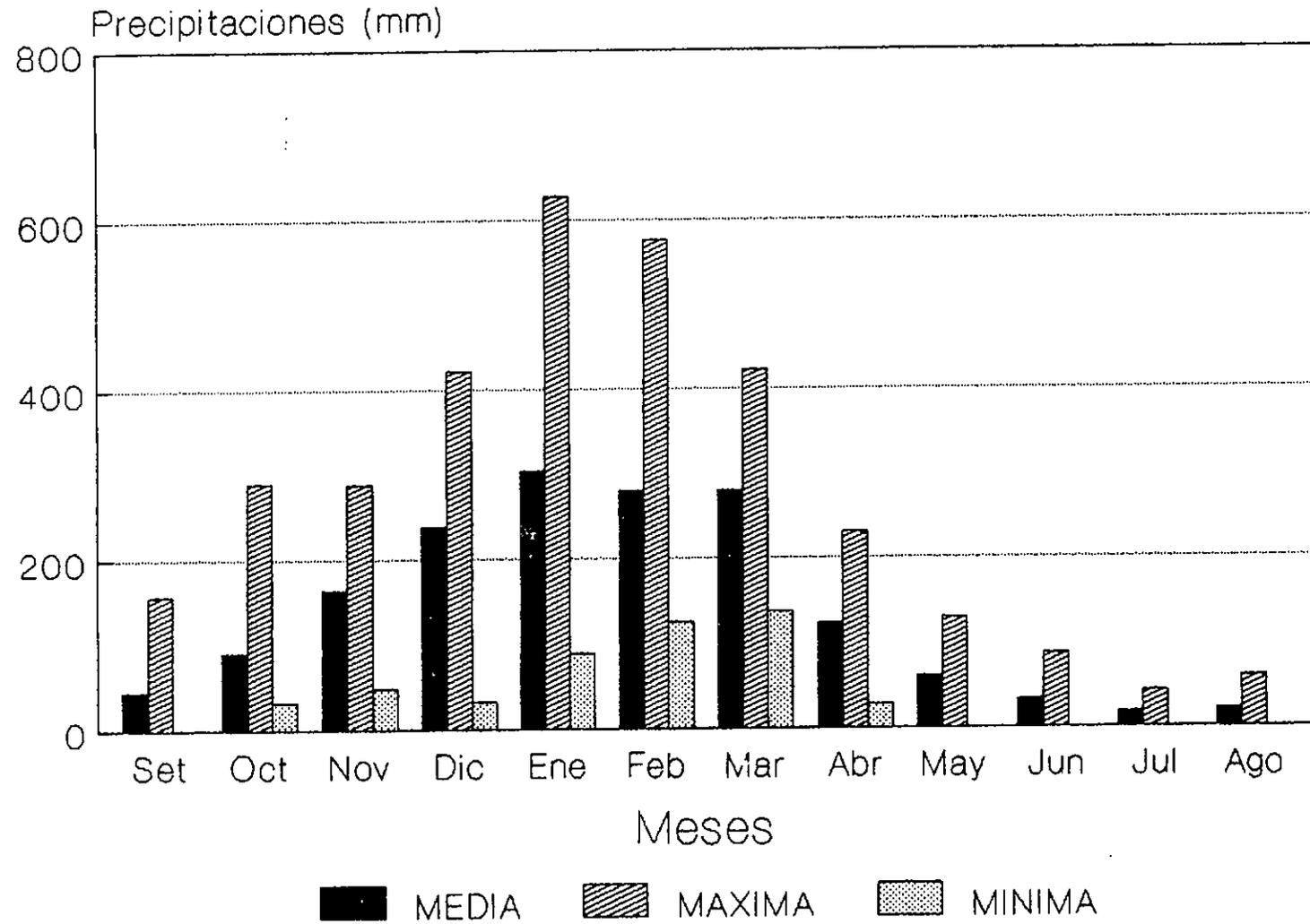
Estacion Famaila-F.C.C.C.

99



Precipitación Maxima-Minima-Media

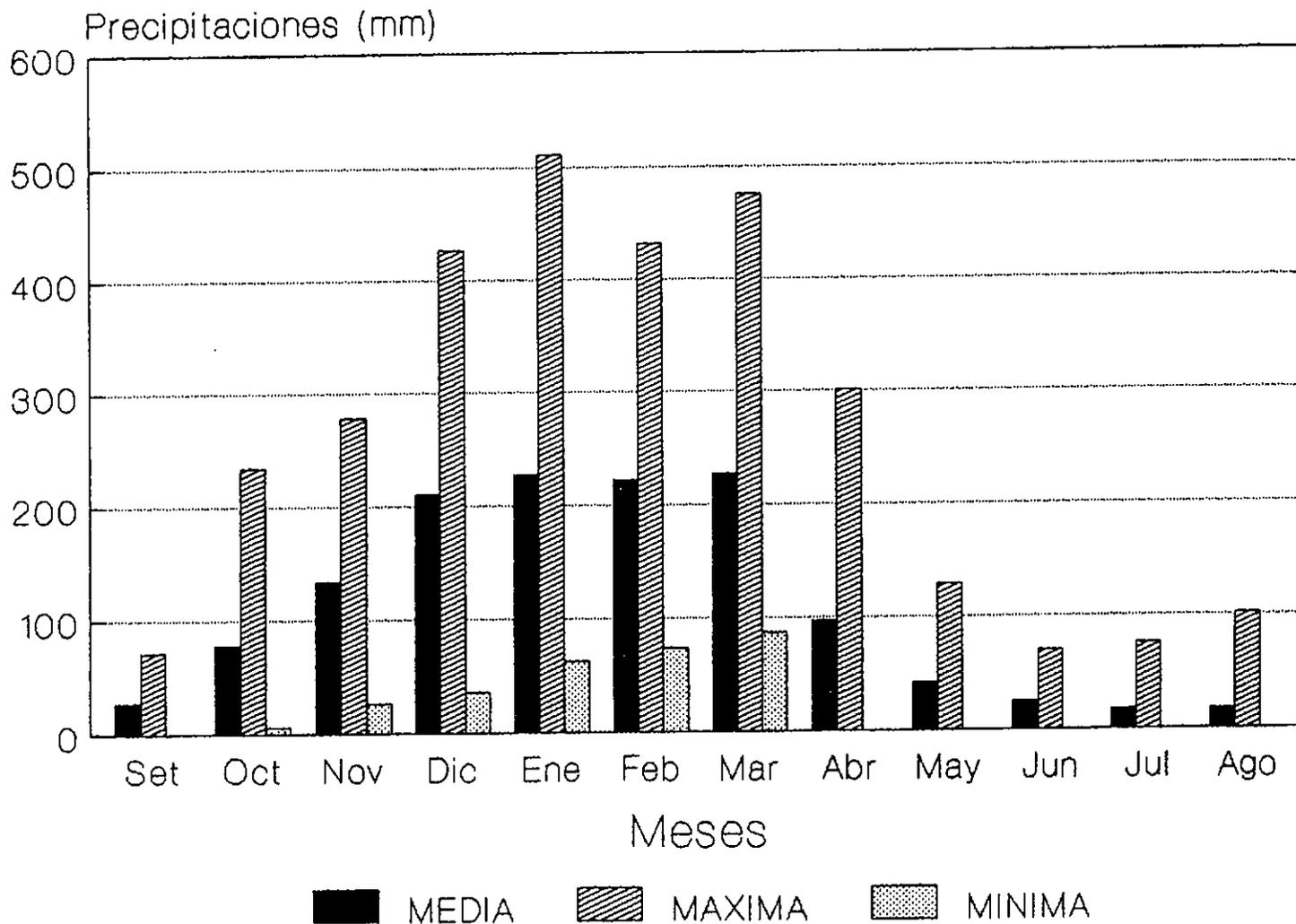
Estacion Sauce Huacho



79

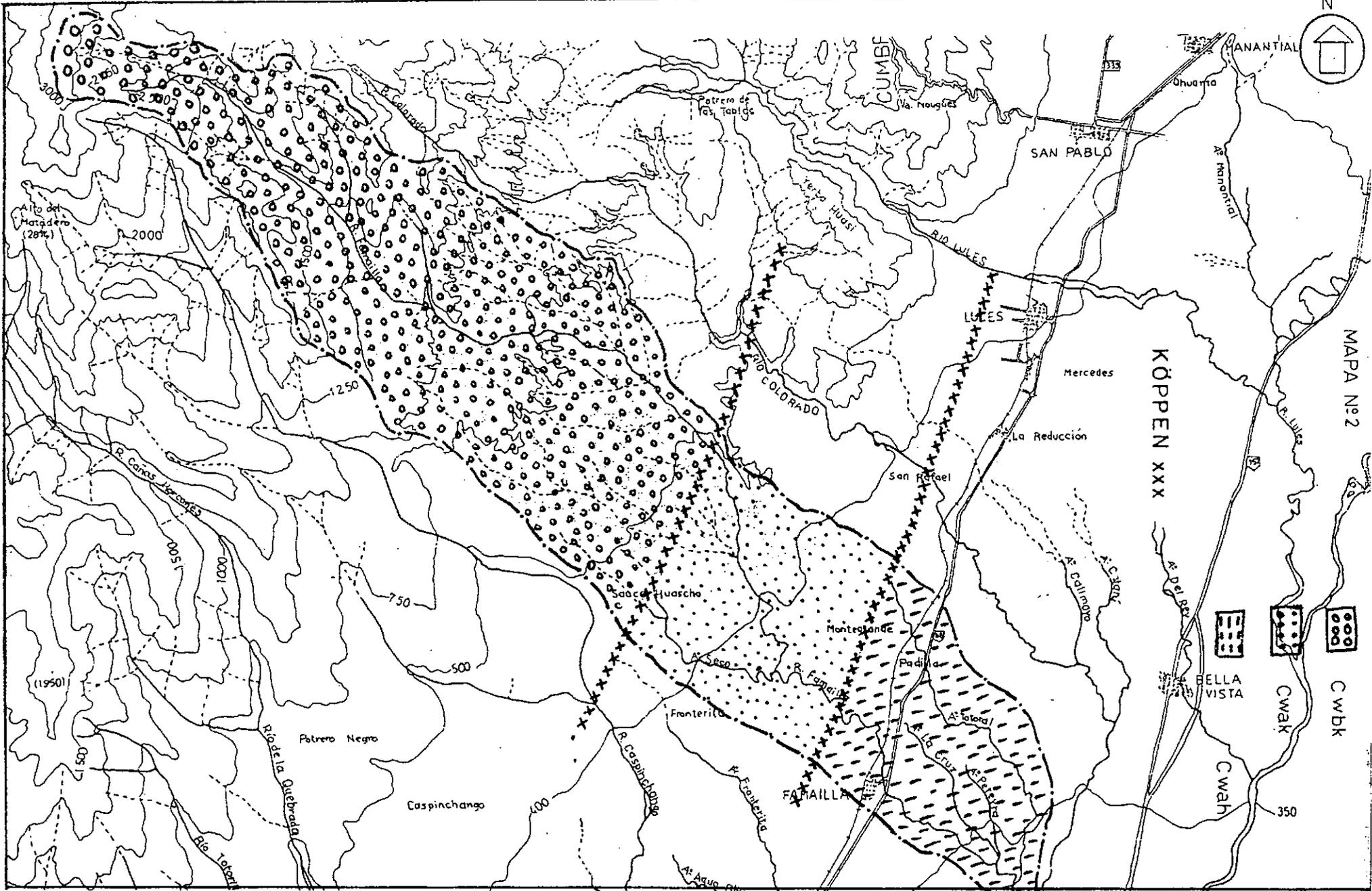
Precipitación Maxima-Minima-Media

Estacion Fronterita-Tambo





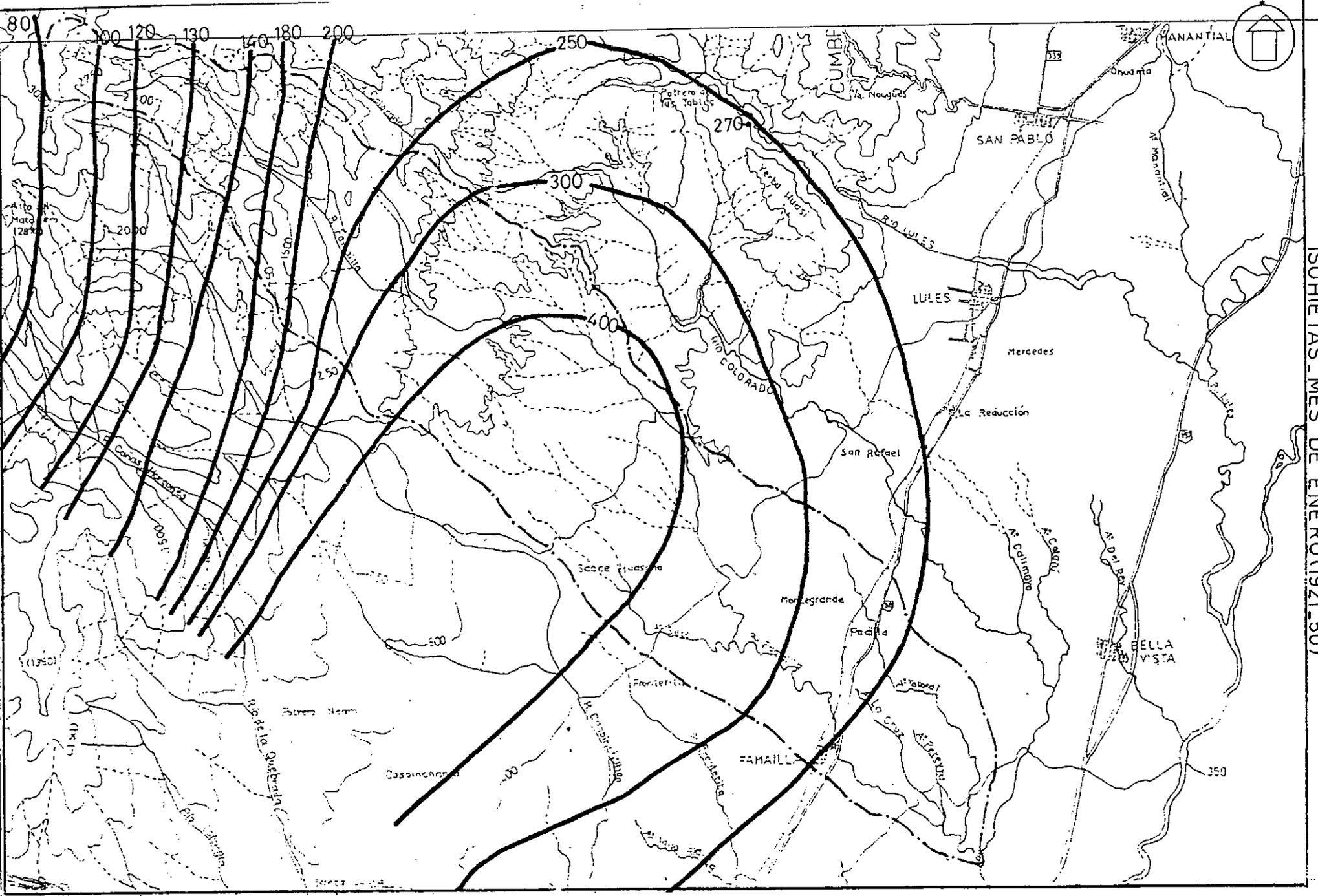
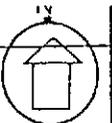
MAPA N° 2



KÖPPEN XXX

	Cwbk
	Cwsk
	Cwah

CLASIFICACION CLIMATICA SEGUN KÖPPEN (1901)



75

ISOHIETAS MES DE ENERO (1921.50)

GRAFICOS

1. PERFIL LONGITUDINAL

2. HIPSOMETRIA (a y b)

3. PRECIPITACIONES MAXIMAS DIARIAS

4. PRECIPITACIONES MAXIMAS DIARIAS

5. AGUACEROS DE MAXIMA

6. RECORTES PERIODISTICOS

GRAFICO Nº 1

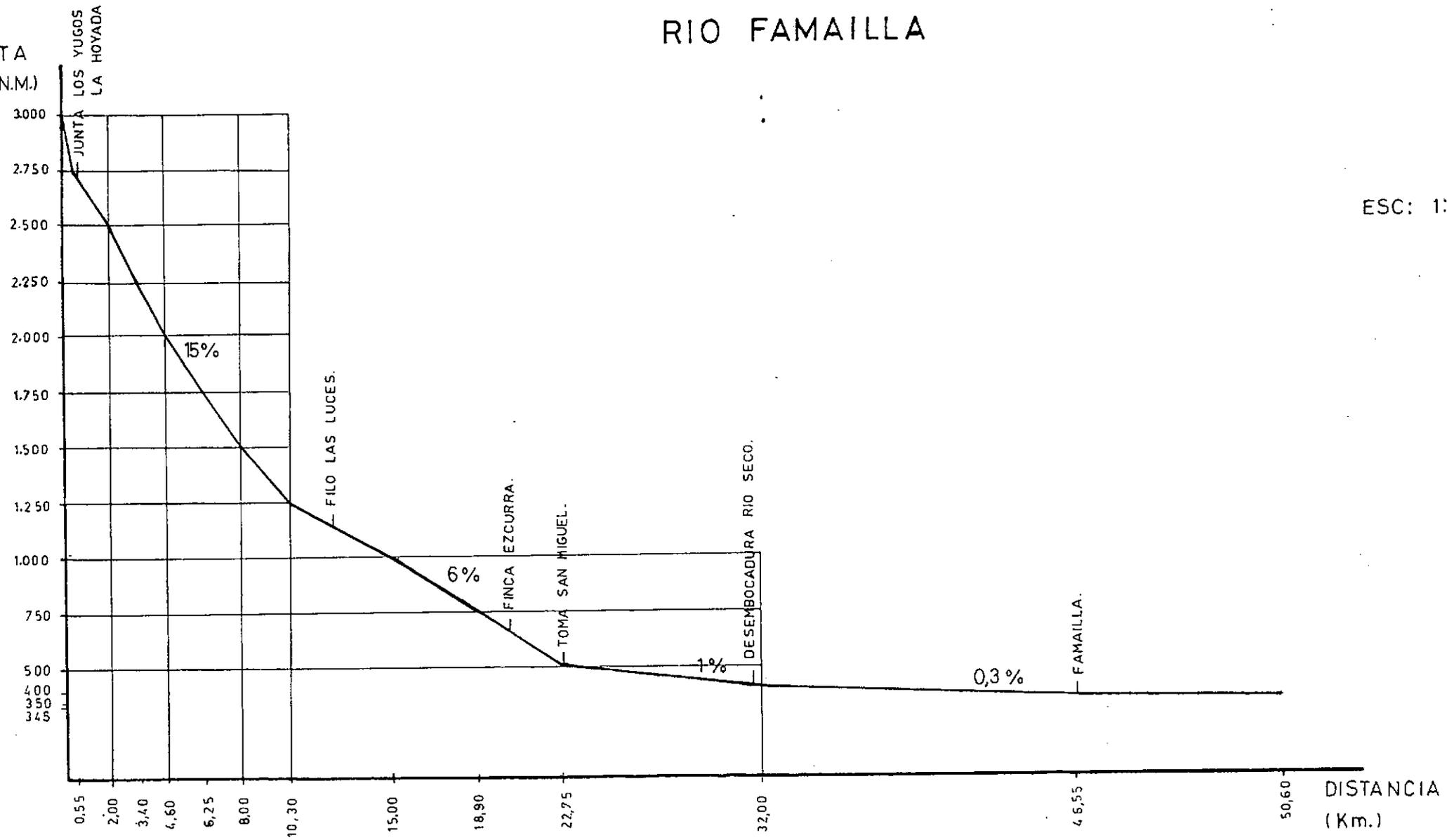
PERFIL LONGITUDINAL

RIO FAMAILLA

ESC: 1:20

COTA
(M.S.N.M.)

8t



DISTANCIA
(Km.)

CURVA HIPSONOMETRICA

RIO FAMAILLA

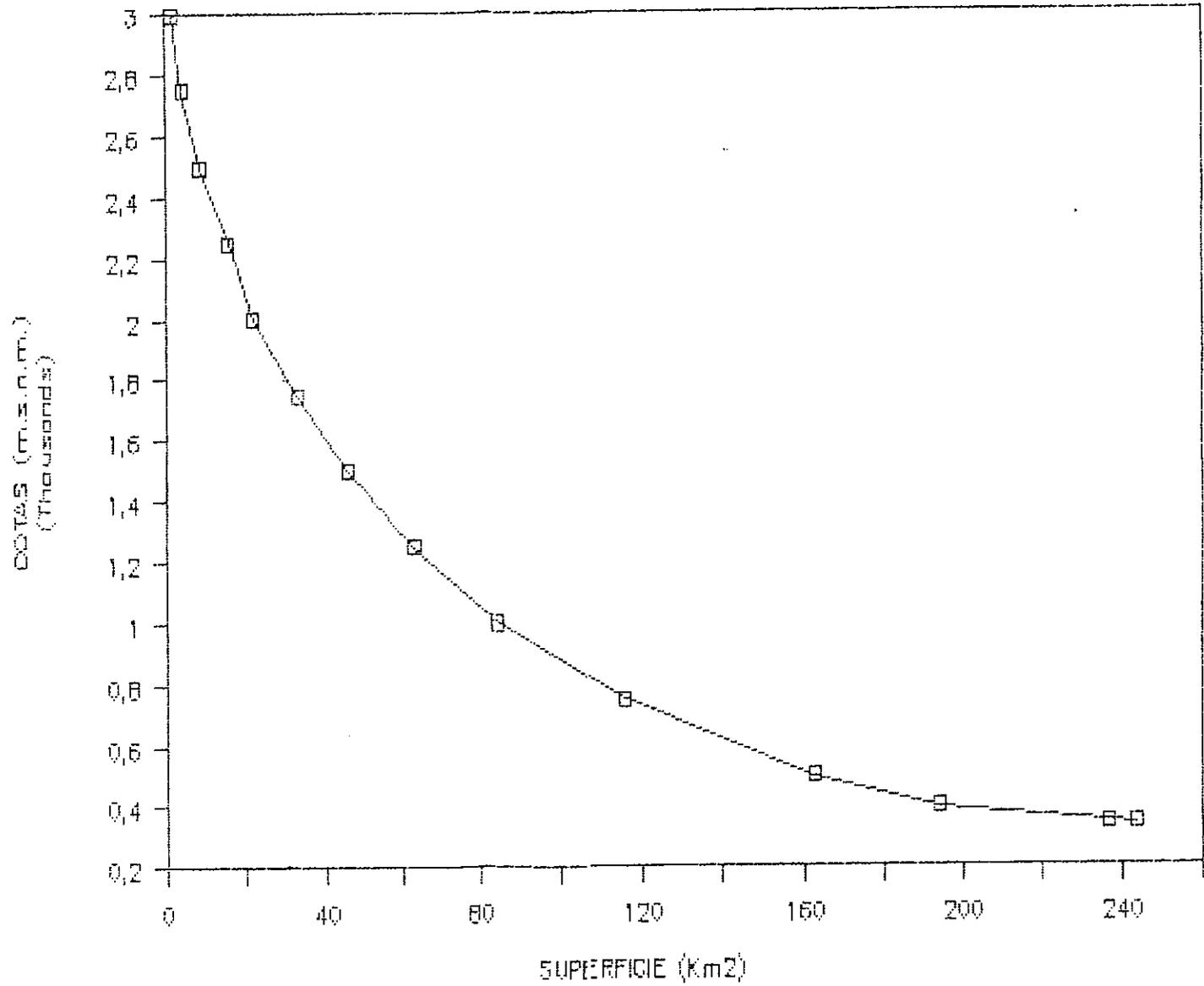
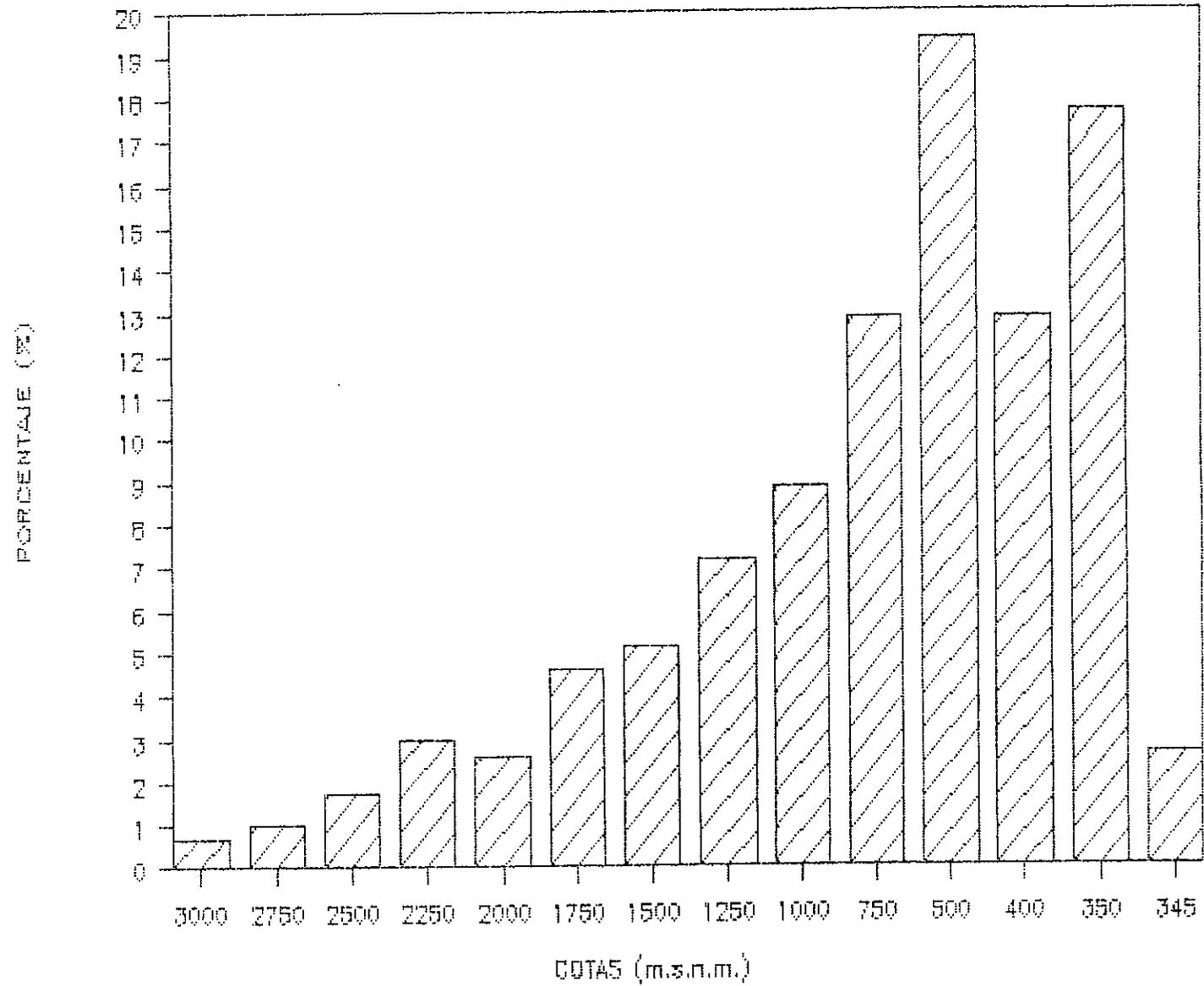


GRAFICO N° 2-a

bt

GRAFICO N 2-b

CURVA HIPSOMETRICA



AJUSTE DISTRIBUCION

PRECIPITACION MAXIMA 24 Hs.

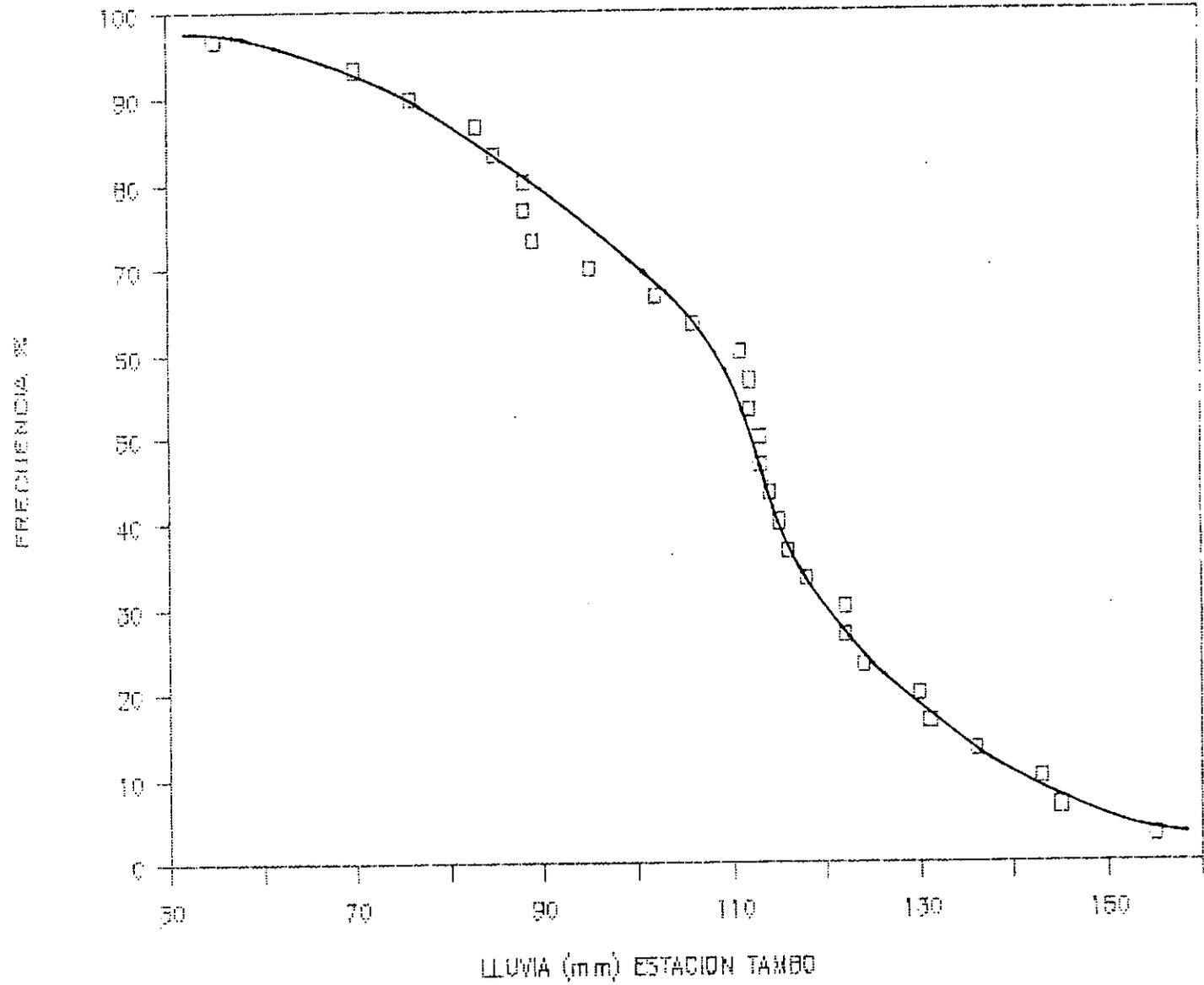


GRAFICO N°3

AJUSTE DISTRIBUCION

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HS.

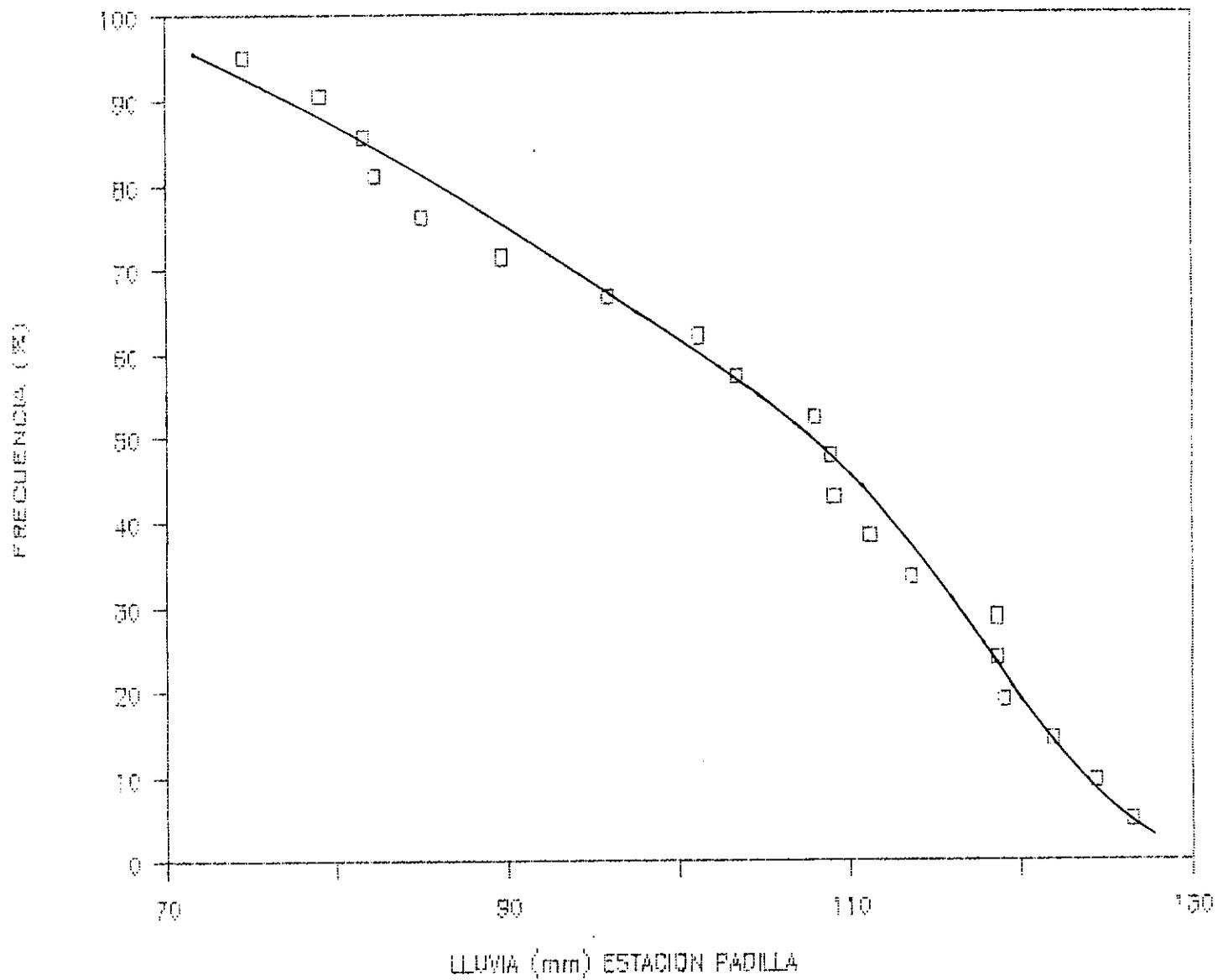
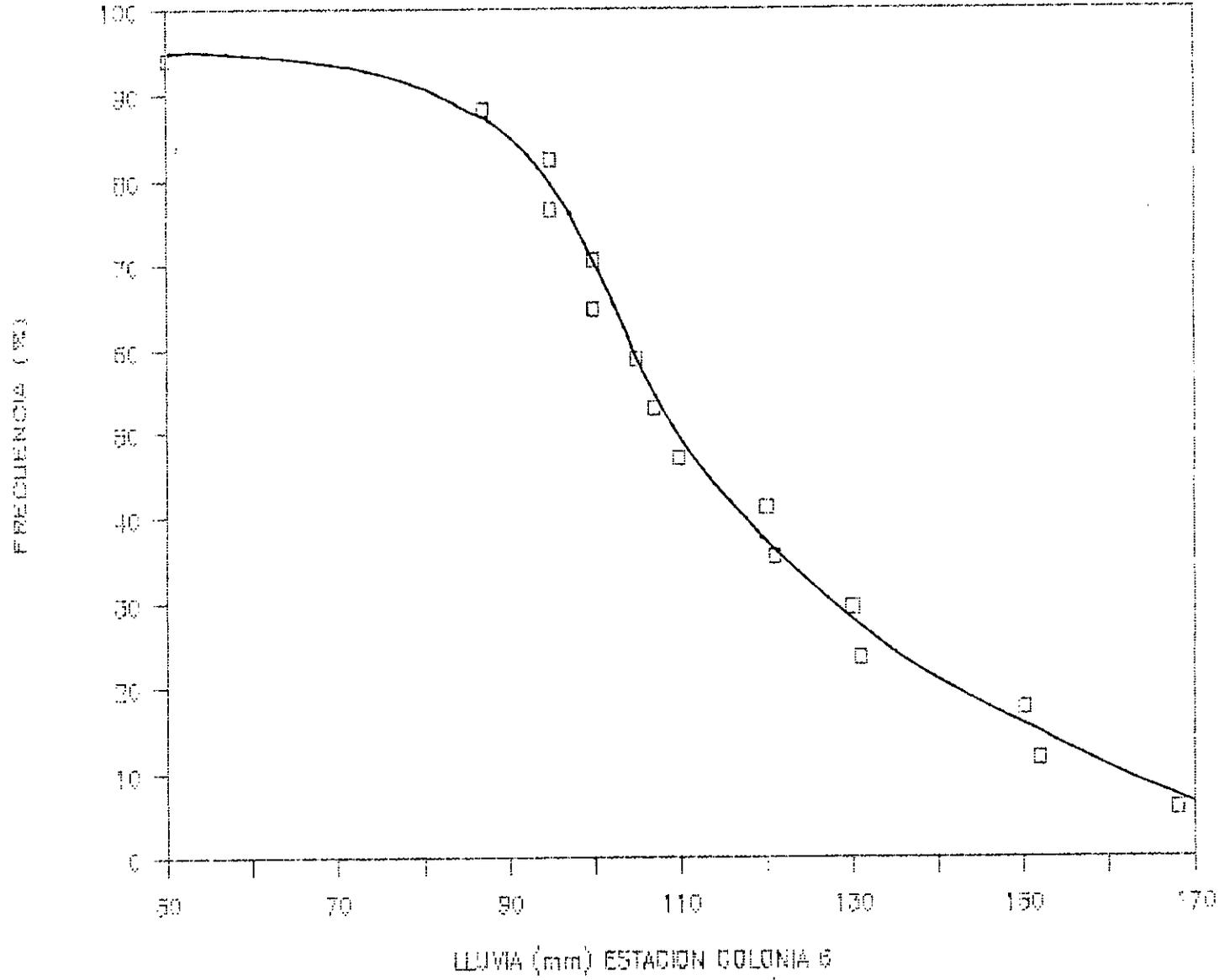


GRAFICO N°4

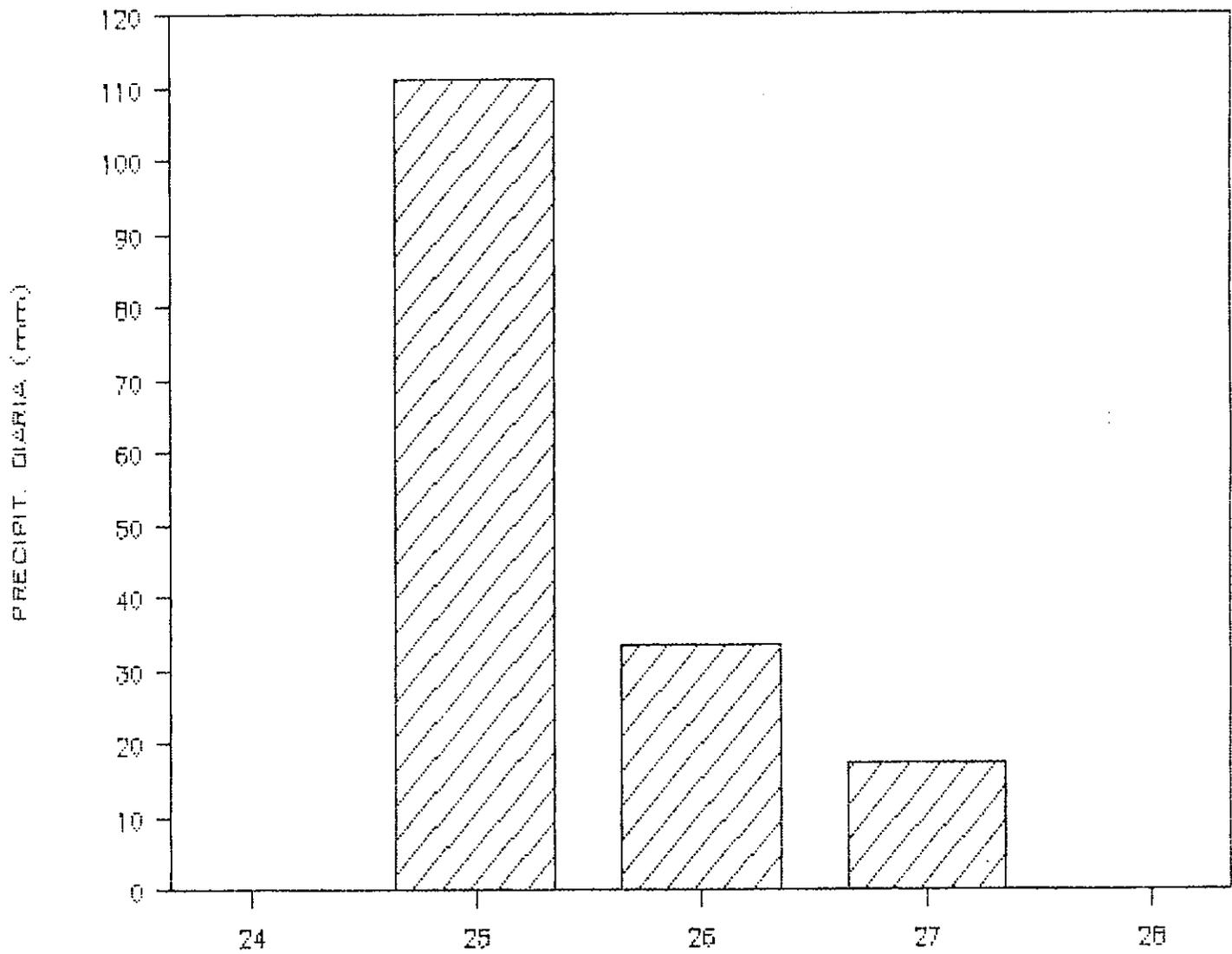
AJUSTE DISTRIBUCION

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HS.



AGUACERO DE MAXIMA

FEBRERO DE 1983

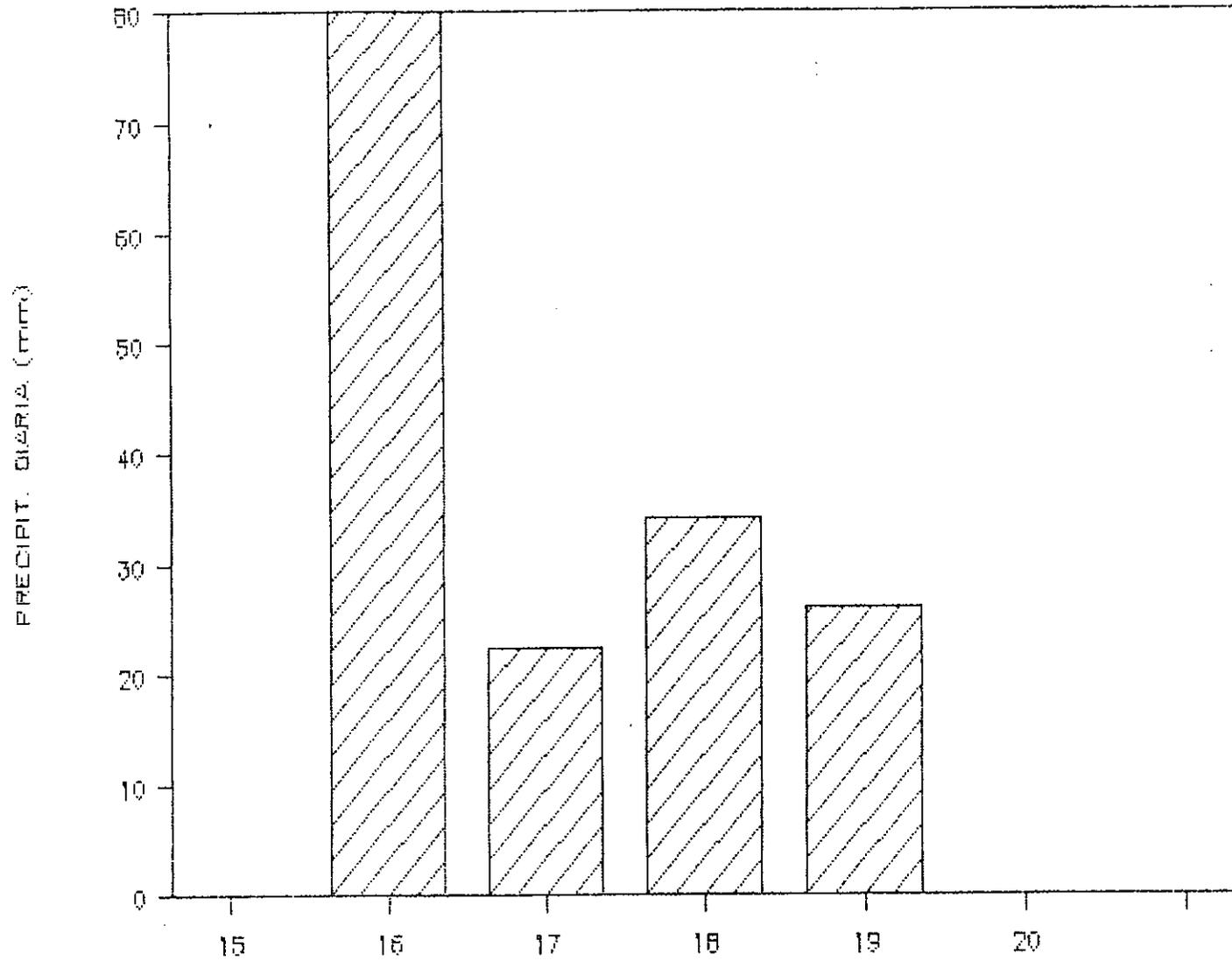


INTENSIDAD PROM.= 18 mm/h
PFT.TOTAL= 162 mm
Duración : 18 - 24 hs.

h8

AGUACERO DE MAXIMA

MARZO DE 1984

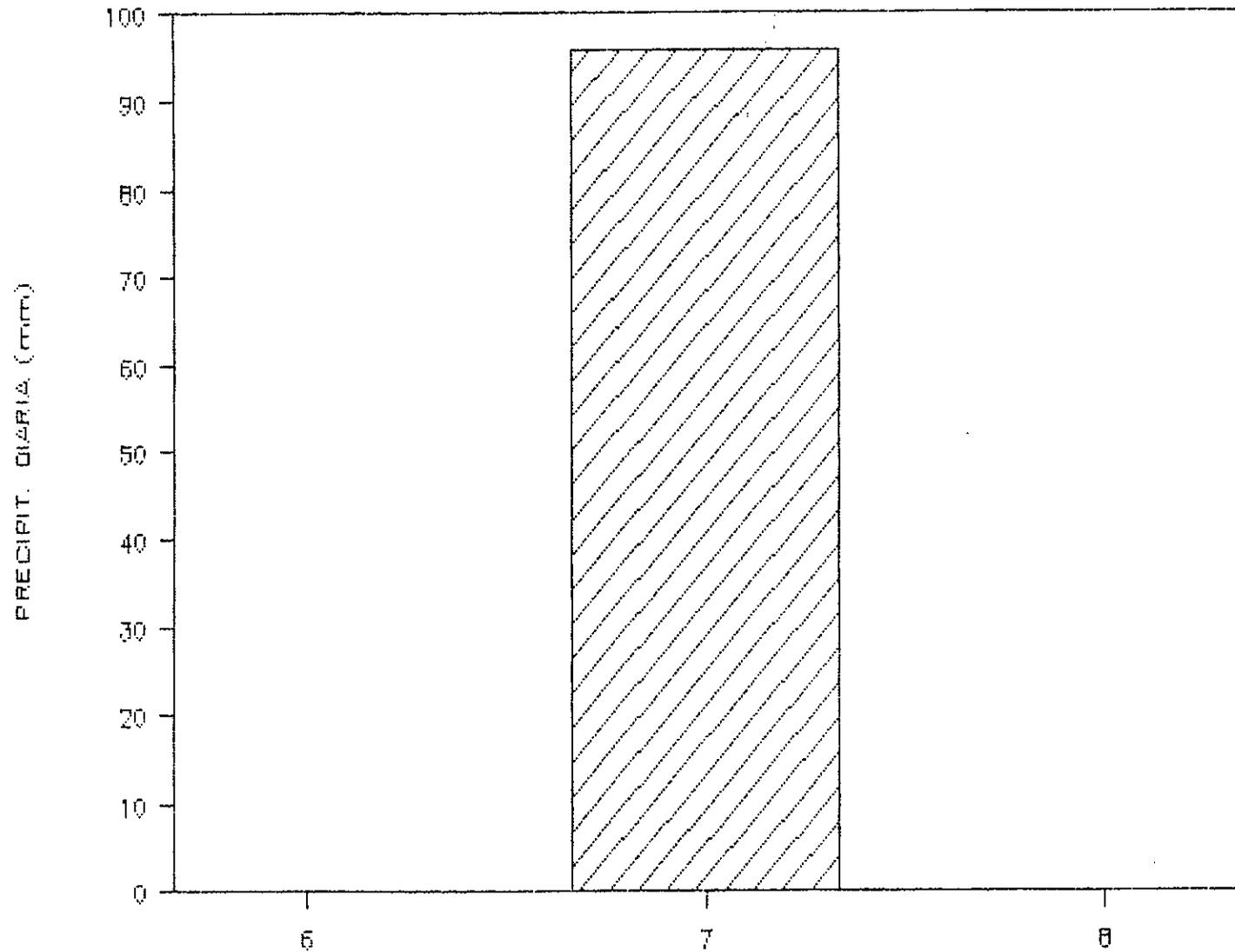


DIAS
FPT.TOTAL= 162,5 mm
INTENSIDAD PROM.= 3mm/h.
Duración: 01-24 hs.

58

AGUACERO DE MAXIMA

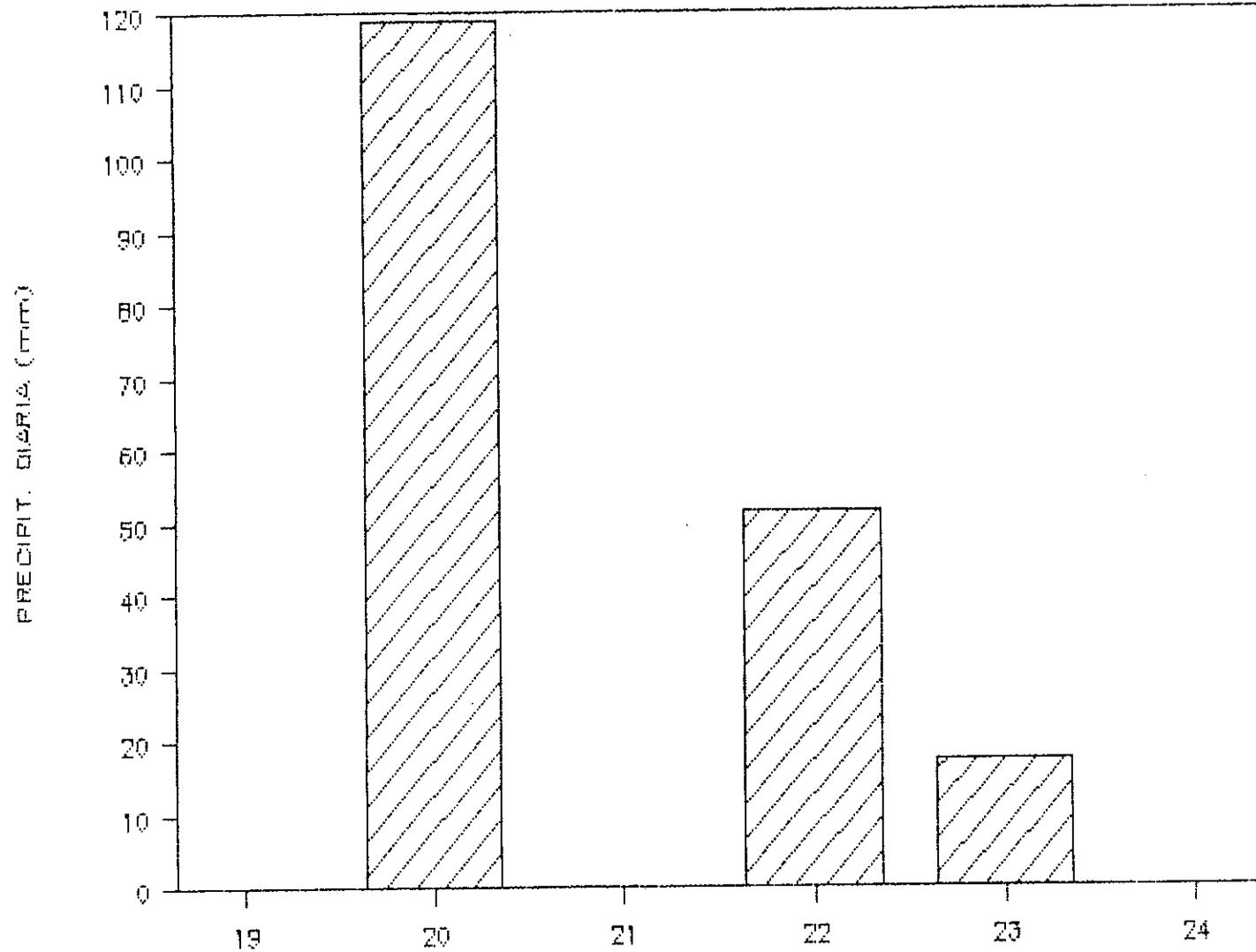
MARZO DE 1985



INTENSIDAD MAX= 5 mm/h
PPT.TOTAL= 96 mm
Duración: 01-15 / 20-24 hs.

AGUACERO DE MAXIMA

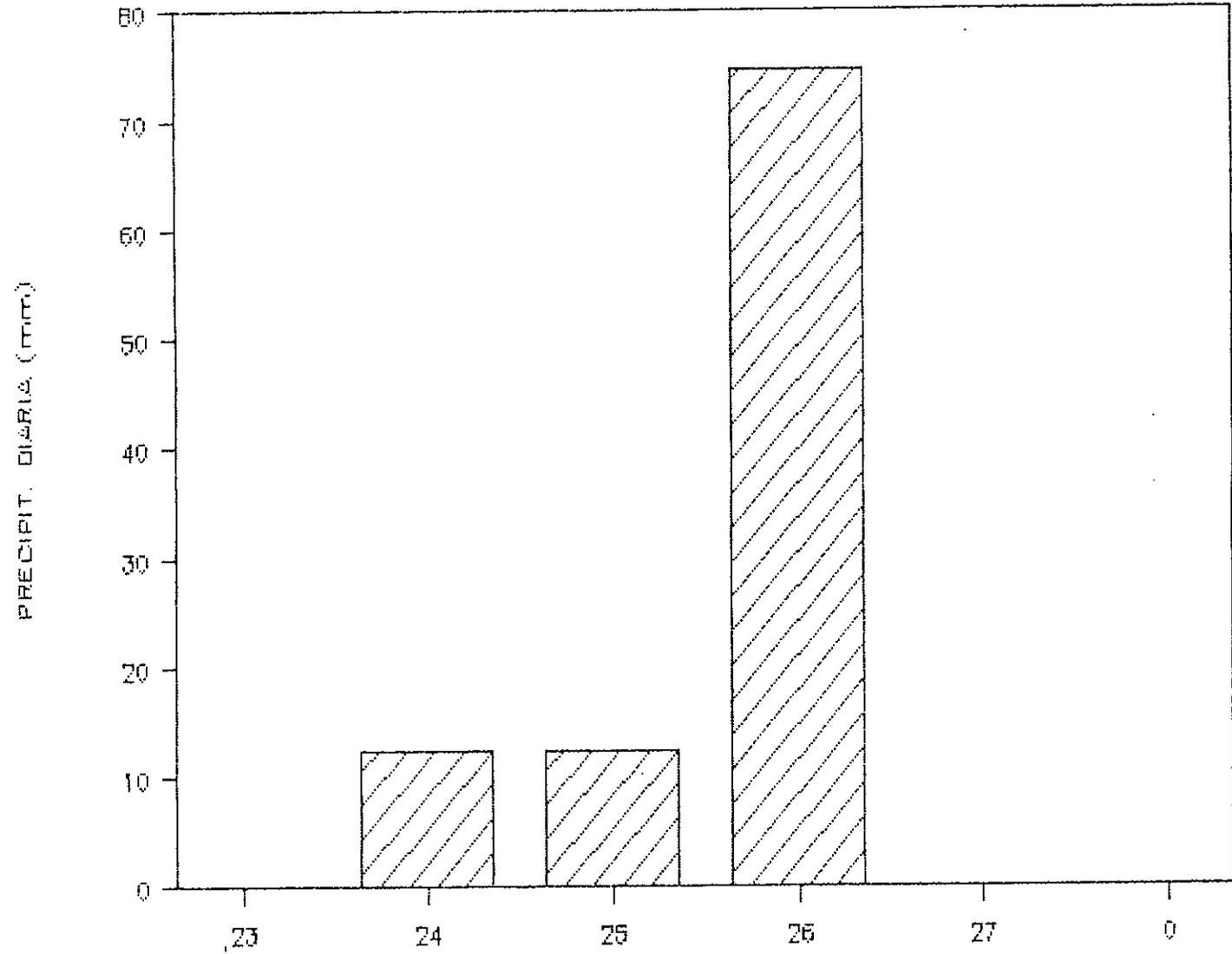
NOVIEMBRE DE 1985



INTENSIDAD MAX= mm/h
PPT.TOTAL= 188 mm
Duración: 01-08 hs.

AGUACERO DE MAXIMA

MARZO DE 1989



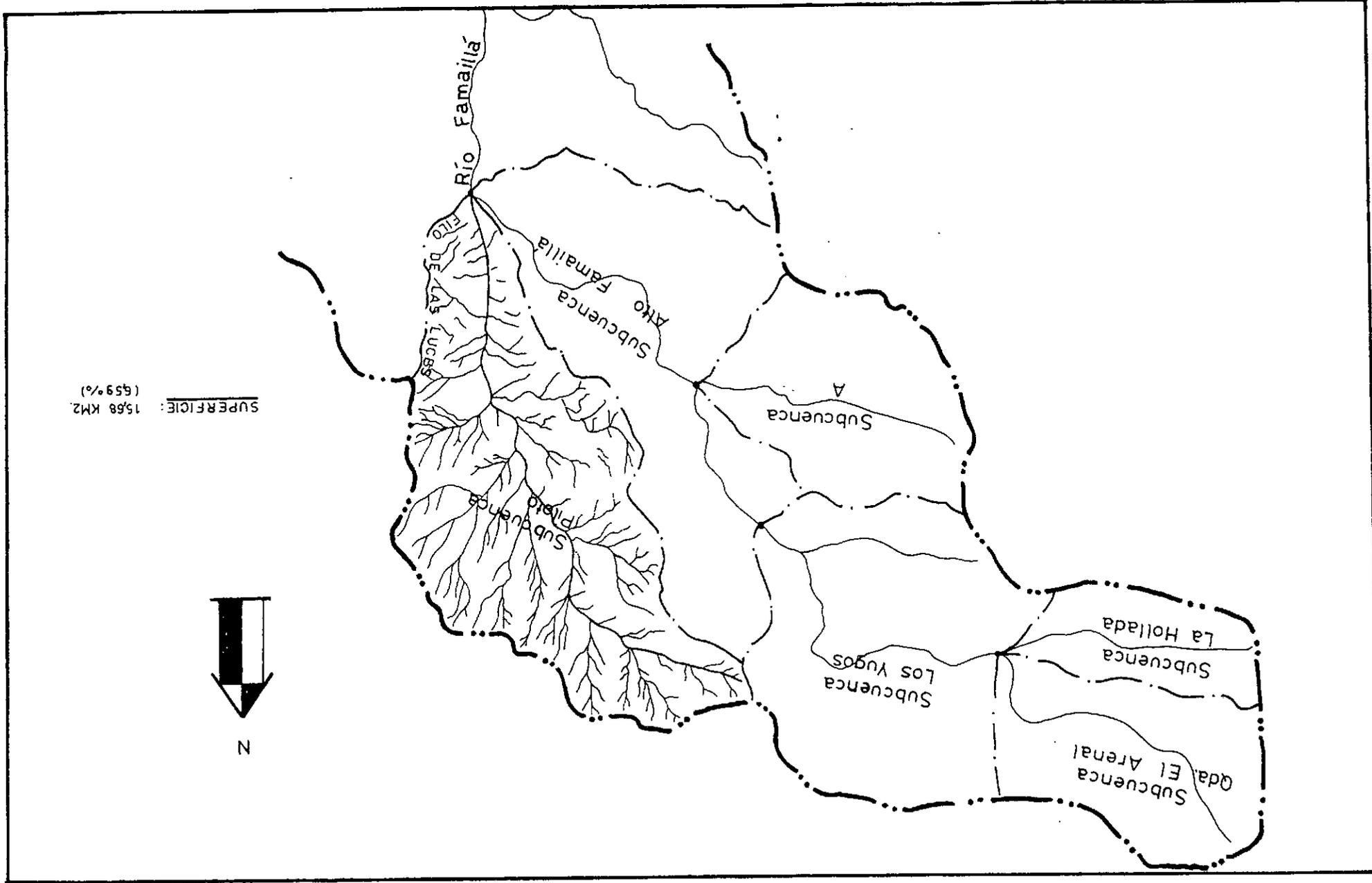
INTENSIDAD MAX=8,3 mm/h
PPT.TOTAL= 99,5 mm
Duracion: 01 - 13 hs.

MAPAS

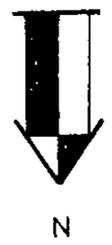
1. UBICACION

2. ISOHIETAS ANUALES

3. TRAMO FFCC-PUENTE



SUPERFICIE: 15,68 KM2 (659%)



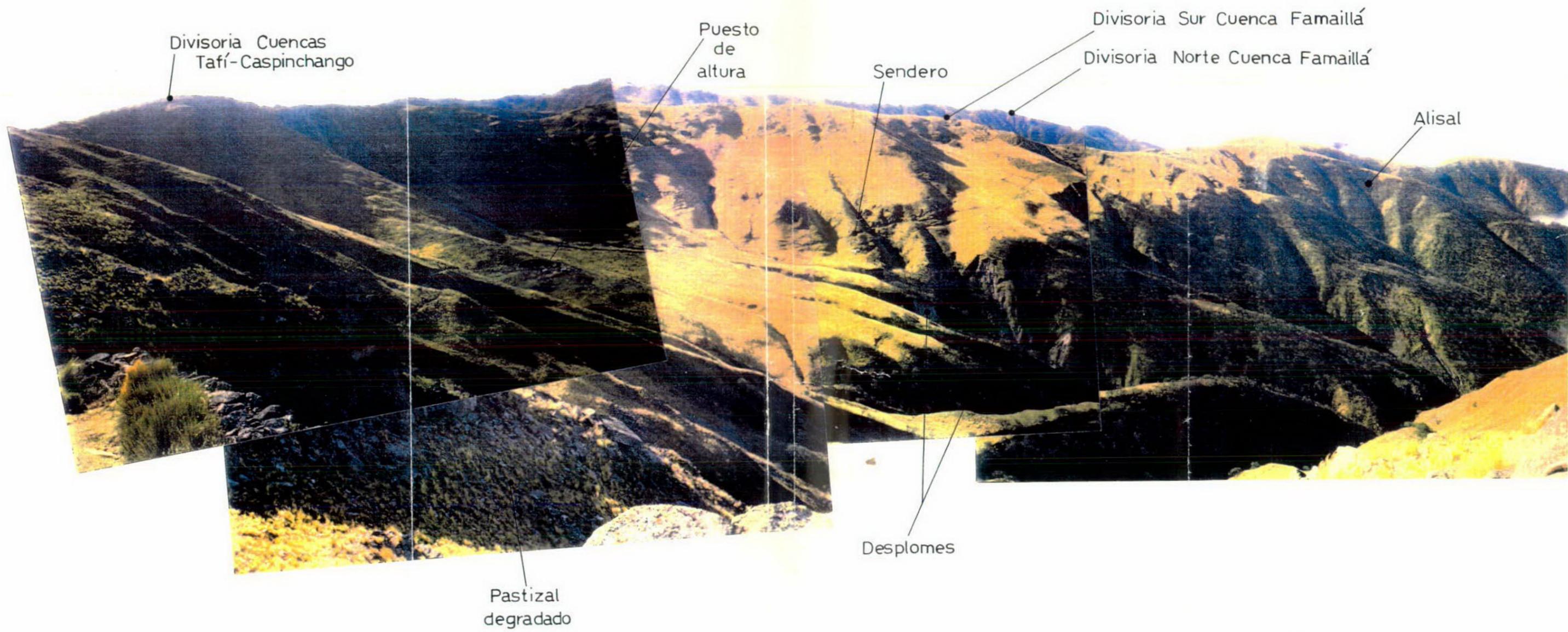


FOTO Nº 1
Nacientes Cuenca
Río Caspinchango (3.100 m.s.n.m.)
Año 1992.



Quebrada típica al Oeste de la divisoria de cuenca.

FOTO Nº 2.



Inestabilidad Geológica.



FOTO № 3.

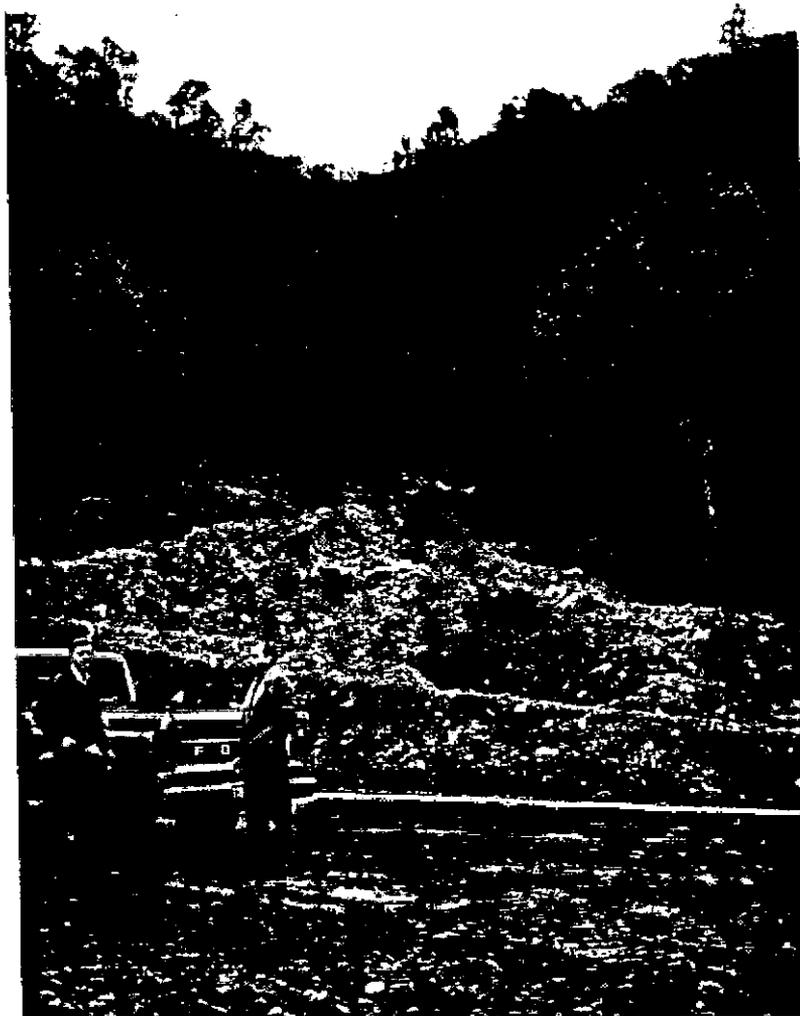


FOTO № 4.

FOTO Nº 5.



650 m.s.n.m. (Finca Ezcurra o El Guayal.)



550 msn.m. (Toma Finca San Miguei S.A.)

FOTO Nº5'



Monte Grande.

FOTO Nº5''



FOTO Nº 5.

400 m.s.m.n.

600 ms.n.m. (Finca Mattas)

FOTO Nº 6



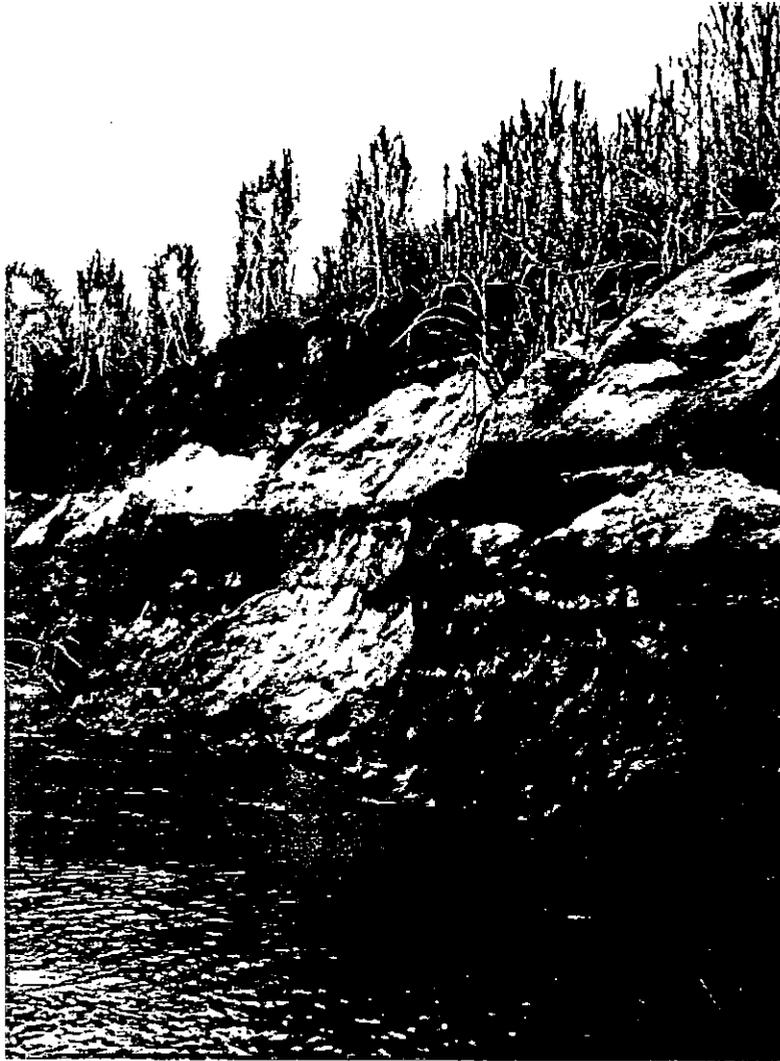
Finca San Miguel

FOTO Nº 7



Finca Ingenio Fronterita.

FOTO Nº 8.



Finca altura Sauce Huascho.

FOTO Nº 9



FOTO Nº 10.

Tramo de aplicación Ecuación
de Manning. (Rio Seco.)