



IDENTIFICACION EVALUACION Y ANTEPROYECTO DE OBRAS DE EMERGENCIA
VINCULADAS A LA EROSION EN CARCAVAS EN LA ZONA DEL
DIQUE FIGUEROA

Convenio Santiago del Estero.-CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
Sistema Figueroa

INFORME PARCIAL

O/H 1112
A 29 id
II

Autor: Ingeniero Jorge Arancibia

1991

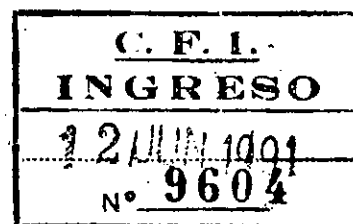
ING. JORGE H. ARANCIBIA

Buenos Aires ,6 de Junio de 1991

Consejo Federal de Inversiones

Sr. Secretario General

Juan José Ciacera



Ref: Identificación ,evaluación y
anteproyecto de obras de emer-
gencia vinculadas a la erosión
en cárcavas en la zona del Dique
Figueroa.

De mi mayor consideración:

Por la presente tengo el agrado de
dirigirme a Usted a los efectos de elevarle el informe parcial correspon-
diente a las tareas de diagnóstico y selección de las obras de emergencia.

Sin más saludo a Usted muy atte.


Ing Jorge Hugo Arancibia

EQUIPO DE TRABAJO DEL ESTUDIO

DIRECTOR: Ing Jorge H. Arancibia

COLABORADORES: Ing Ramon Herrera - Ingeniería de Sistemas.

Ing Marcelo Calviño - Hidráulica.

Dr Miguel Girau - Geomorfología.

COORDINADOR DE
TRABAJOS DE CAMPO
POR LA PROVINCIA : Ing Eduardo Bailón

INSPECTOR DEL
ESTUDIO POR
EL CFI : Lic Ruben Daffinoti

INDICE'

I - Introducción

II - Estudio de Antecedentes información existentes

III - Análisis Geomorfológico e Hidráulico

IV - Identificación de Obras de Emergencia

V - Selección de Obras de Emergencia Prioritarias y su
localización

I - INTRODUCCION

El presente informe parcial resume las tareas del estudio previstas contractualmente a ser realizados los dos primeros meses de trabajo.

Estas tareas de diagnóstico expeditivo e inventario de soluciones y la selección de las Obras Prioritarias, las que se describen aquí en lo que hace al análisis de los antecedentes e informaciones disponibles, y su proceso metodológico incluyendose también las conclusiones y recomendaciones preliminares de las mismas, las que empero podrán ser ajustadas durante la consecución de los trabajos, en función de la mayor información disponible y /o los análisis adicionales que se realicen. Estos eventuales ajustes se incorporarán en el informe final, del cual el informe parcial ajustado será parte.

Durante los dos primeros meses del estudio, se realizó un sobrevuelo a la zona de proyecto, dos viajes de reconocimiento y un viaje de control de las tareas de campo terrestres.

Se incluyen en este informe el programa mínimo de datos básicos planialtimétricos requeridos para los trabajos de selección de selección de las obras prioritarias y el programa general de trabajos de campo, topo batimétricos y de suelos necesario para la elaboración del anteproyecto premilinar de las obras.

Este programa de trabajos de campo, se analizó a través de la correspondiente discriminación de tareas y mediante una red de precedencia de actividades y un diagrama de Gantt, los que permiten visualizar la interdependencia de las

actividades de proyecto con la ejecución de los trabajos de campo a cargo de la Provincia. Esta circunstancia llevó a que, debido a atrasos en la ejecución por parte de la Provincia de los relevamientos planialtimétricos indispensables para la verificación y definición del planteo y concepción de alternativas y la selección del emplazamiento de las obras prioritarias, las tareas descriptas en este informe parcial sufrieran una demora en su ejecución.

II - ESTUDIO DE ANTECEDENTES E INFORMACION EXISTENTES

Durante el primer mes del estudio se compilaron y analizaron antecedentes y documentos de interés para el diagnóstico del problema, entre los que se citan :

- Información topográfica (recopilada)
Hoja 12 H y 13 H Esc 1: 100.000 Dirección de Minería planialtimétrica con líneas de nivel equidistancia 5 m. .
Planimetría escala 1: 20.000 del área del Embalse de Figueroa, Agua y Energía Eléctrica con líneas de nivel a cada 0,5 m.
- Fotografías aéreas escala 1:100.00 relevadas por la Brigada Aérea de Paraná 1986
Estadística hidrológica hasta 1983 Agua y Energía Eléctrica

Fluviometría:

Caudales medios mensuales, máximos y mínimos medios diarios en:

Estación El Tunal (Salta) período 1941- 42 / 1982 1983.

Estación El Arenal (Stgo. del Estero) período 1934-35 / 1982 - 83.

Sedimentología :

Materiales sólidos en suspensión, medios mensuales en:

Estación El Tunal (Salta) período 1967-68 / 1982-83

Estación El Arenal (Stgo. del Estero) período 1928-29/1982-83.

- Información climatológica

Temperatura:

Pampa de los Guanacos (Stgo. del Estero)

Evaporación media:

El Tunal (Salta) Estación de A. y E.E.

- Estudios antecedentes (De la región)

En la etapa de identificación se procedió a la ubicación de información antecedente de estudios en la región de interés para el presente estudio.

Ing. Soldano

La red fluvial Argentina.

Estudio preliminar para el aprovechamiento de los recursos hídricos de la cuenca del Río Pasaje Juramento Salado.
C.F.I. Bs. As. 1977

Sistematización de la cuenca del Río Juramento y/o Salado en la Provincia de Santiago del Estero.
Convenio Bajos Submeridionales 1983

Serafini Carlos

Programa de simulación del movimiento de Cabra Corral y El Tunal C.F.I. Bs. As. 1983

Convenio Bajos Sumeridionales C.F.I.
Erosión fluvial en el Área de Figueroa Stgo. del Estero.
1985

Convenio Bajos Submeridionales C.F.I.

Sistematización de la Cuenca Río Juramento y/o Salado Prov. Stgo. del Estero . 1983

T. Fabbian, V. Ferreiro y R. De Filippi

Estudio geomorfológico en la zona del Bañado del Copo, Área Río Salado, Prov. de Stgo. del Estero. Salta 1979

Proyecto NDA hídrico

Planimetría y altimetría del Río Salado, Prov. de Stgo. del Estero. Salta 1980

De Filippi

Evaluación de estudios de base, Área Río Salado, Prov. de Stgo. del Estero.

Ing. Jorge Saravia

Erosión hídrica lineal del Bañado de Figueroa Santiago del Estero. C.I.H.R.S.A. 1983

Erosión fluvial en el área de Figueroa Prov. de Santiago del Estero.
Convenio Bajos Submeridionales 1985

Estudios básicos en la Cuenca del Río Salado tramo inferior Santiagueño Tomos 1 y 2.

Convenio Bajos Submeridionales. 1986

Introducción al estudio y conocimiento hidrológico del río Salado en su tramo Inferior Santiagueño.
Santiago del Estero 1982.

Análisis químico y sedimentológico de agua río Salado Suncho Corral. Santiago del Estero 1985.

En los trabajos antecedentes se hace una descripción climática en base a valores medios de diversas estaciones del área.

Características geomorfológicas

Descripción geomorfológica en la que se aprecian fundamentalmente el trazado de redes de hidrográficas, las áreas altas y las bajas inundables, como así también caminos, localidades y áreas cultivadas en el momento de la toma de las fotografías aéreas

El mapa geomorfológico indica las singularidades que producen cambios en el escurrimiento superficial.

En el mapa elaborado por el Dr. Ferreiro en escala 1:75000 se destacan las redes de drenaje superficial del área de estudio, se indican unidades hidrogeomorfológicas homogéneas en el área de interés. Además se indica el drenaje superficial actual, antiguo y futuro para el Bañado del Copo.

Planialtimetría del área

En la planimetría y altimetría del Río Salado en base a la información recopilada por los autores (Líneas sísmicas de IPF - Canal del Tunal Figueroa) se construyó un perfil longitudinal : Bordo- lagunilla (Salta) hasta Pueblo Nyo: Sta. Ana (Stgo. del Estero) Los valores están tomados sobre las márgenes.

Se destaca en este perfil el tramo comprendido entre Lechiguana-Ranchillos y Taco Pozo-Villa Estela con una longitud de aproximadamente 6 km como la de menor pendiente de los tramos considerados con una pendiente media de 0,77 0/ 00, este tramo es coincidente con la ubicación del Bañado del Copo.

Se presenta además en este trabajo en esc 1:250.000 un perfil longitudinal y un perfil comparado con respecto al tramo de menor pendiente del que surgen claramente las variaciones de pendiente antes y después del bañado.

Se construyó una hoja planimétrica esc 1: 100.000 que abarca parte del área de interés para el presente estudio.

Se cuenta con varias cartas 1:100.000 de la Dirección Nacional de Minería con líneas de nivel con equidistancia 5 m., con detalles morfológicos obtenidos de relevamientos de campo, en las que figura gran parte del actual sistema de riego.

Se cuenta además una carta planialtimétrica escala 1:200.000 con líneas de nivel cada 0,5 m., del área del embalse de Figueroa.

Las fotografías áreas resultan de interés porque contienen la casi totalidad del sistema de riego y además porque en el momento de la toma de las mismas estaba avanzado el proceso de cárcavamiento, pudiéndose identificar las trayectorias de las cárcavas e incluso su evolución en el tiempo (ya que existen dos series de fotografías siendo la más reciente del año 1987).

Parámetros meteorológicos

Con el objetivo de llegar a una primera aproximación en la determinación de las pérdidas producidas en el bañado se determinan los parámetros meteorológicos, agronómicos e hidrológicos y se realiza un balance hídrico del área.

El régimen térmico se describe en base a los datos de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional Copo Quile y Campo Gallo para el período 1941/50, estación Nueva Esperanza NOA hídrico período mayo 1979-1980, y las estaciones El Tunal y El Arenal A y EE correspondientes al período 1971-72 / 1974-75.

Para las precipitaciones se utilizó información relevada por el Servicio Meteorológico Nacional en estaciones pluviométricas instaladas en estaciones ferroviarias y además se consideró la información de las estaciones de aforo operadas por AyEE. En las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional se dispuso de un período suficientemente largo 1934-78, mientras que en las estaciones de aforo solo se consideró el período 1972-74.

Se realiza una detallada caracterización del área : régimen de vientos, evaporación, neviosidad, régimen de heladas. Y a partir de esta se realiza el planteo de un modelo conceptual que describe el funcionamiento del bañado del Copo.

Análisis de sedimentos

Se destacan los análisis de sólidos en suspensión y sedimentos para el Río Salado en el tramo El Tunal y El Arenal con especial énfasis en la variación de estos a partir de la construcción de la Fresa de Cabra Corral que dio lugar a la formación del Embalse Gral. Belgrano. En el trabajo se identifican derrames sólidos mensuales en la estaciones El Tunal y El Arenal.

En el informe Erosión fluvial del área de Figueroa se analizan las posibles causas que dieron inicio al proceso erosivo y su evolución en el tiempo.

En el informe que elaboró el C.I.H.R.S.A. se describen los procesos erosivos sus causas y se evalúan cualitativamente las posibles soluciones a realizar en el año 1983. Se debe hacer notar que el proceso de carcavamiento es un proceso dinámico y que el avance de la erosión ha superado las soluciones planteadas en aquella ocasión.

Los trabajos que analizan el tramo inferior Santiagueño se refieren a el tramo aguas abajo de Suncho Corral, en estos se identifica el comportamiento hidrológico del Río en Suncho Corral (estación limnimétrica instalada aguas abajo del área de interés) y el comportamiento hidráulico del río hasta el límite con la Provincia de Santa Fé.

Además del análisis de los antecedentes referidos se mantuvieron reuniones con funcionarios de la Administración Provincial de Recursos Hídricos en las oficinas de la Ciudad de Santiago del Estero y en el sitio de las Obras, para intercambiar opiniones y obtener informaciones adicionales.

III - ANALISIS GEOMORFOLOGICO E HIDRAULICO

La zona del sistema Figueroa afectada por el fenómeno de erosión retrograda o carcavamiento objeto de este estudio es amplia como se pudo constatar durante las inspecciones de reconocimiento. Si bien es difícil de establecer límites definidos para la misma, ya que se trata de un proceso en avance en el cual las cárcavas existentes progresan al mismo tiempo que aparecen nuevos procesos erosivos, se pudo observar durante las inspecciones realizadas, que la zona afectada se extiende al norte hasta el embalse del Dique Figueroa (penetrando en él a través de una cárcava que cruza el dique por el vertedero caído), al oeste hasta el canal Gini, al este hasta el bordo lateral de protección de margen izquierda y sur hasta la confluencia de la prolongación del canal de descarga del Encauzador Gini con el Río Salado.

En el plano número N°1 se puede observar esta zona, en la que se indicaron puntos de referencia de interés como el Dique Figueroa con su vertedero caído, el Dique O, el Canal Gini

El Embalse Cuchi Pozo, la confluencia del Canal de Descarga del Encauzador Gini con el Río Salado, etc..

Con el objeto de visualizar las características esenciales del proceso erosivo y de identificar los daños evitables a través de obras de emergencia, se realizó un estudio de las características generales del Río Salado y un análisis geomorfológico e hidráulico de la zona afectada por el proceso erosivo, que se resume a continuación.

Características Generales del Río Salado

El estudio del comportamiento del río y su cuenca de aporte debe considerar la dinámica a la que responde debido a las condiciones naturales que lo gobiernan, y en el caso del Río Salado, los condicionamientos impuestos por la realización de obras hidráulicas.

La propia dinámica propicia la necesidad de efectuar y mantener actualizados los conocimientos al efecto de seguir la marcha de los factores hidrológicos a través del tiempo.

En función de esta premisa se ha realizado una cuidadosa recopilación de antecedentes pluviométricos de aforos y de registros limnimétricos, así como de las características del medio por donde escurre el río y sus afluentes de mayor importancia y de las obras hidráulicas y su funcionamiento.

El río y sus afluentes de mayor importancia son aforados en secciones de control atendidas principalmente por la Empresa Agua y Energía Eléctrica, y por la Administración Provincial de Recursos Hídricos en la Provincia de Santiago del Estero. En el Cuadro siguiente son indicadas para cada estación de aforo, su ubicación, período de funcionamiento y organismo que la opera.

En forma general se puede clasificar a la zona de análisis según los criterios de Thornthwaite, como semiárida

Río	Estación	Período de funcionamiento	Organismo
Arenales	Potr. de Díaz	1944/45 -1966/67	AYEE
Arias	San Gabriel	1941/42 -1967/68	AYEE
Calchaquí	La Punilla	1948/49 -1967/68	AYEE
Juramento	Cabra Corral	1934/35 -1967/68	AYEE
Medina	Desembocadura	1941/42 -1967/68	AYEE
Pasaje	Miraflores	1928/29 -1979/80	AYEE
Pasaje	El Tunal	1941/42 -1979/80	AYEE
Salado	El Arenal	1929/30 -1979/80	AYEE
Salado	Suncho Corral	1914/15 -1961/62	AYEE

Nota: Los periodos de funcionamiento se obtuvieron de las estadísticas hidrológicas hasta 1980 de Agua y Energía Eléctrica. Ver Plano N°2



Cuenca Activa

El Río Salado tiene sus nacientes en la precordillera salteña. Se considera el inicio del Río Juramento o Salado en la confluencia de los Ríos Arias y Guachipas en la zona de Cabra Corral.

Aguas abajo del río recibe la afluencia de los ríos Piedra y Medina.

La cuenca activa del Río Salado se desarrolla hasta la sección el Tunal en la Provincia de Salta, sobre una superficie de 38.000 km².

Los valores de las series hidrológicas que caracterizan al río y sus afluentes son mostrados en el siguiente cuadro

RÍO	ESTACION	PERIODO DE OBSERVACIONES	Q medio	Q max	Q min	V
			Anual (m ³ /s)	med. dian. (m ³ /s)	med. dian. (m ³ /s)	Anual (m ³ /s)
Arenales	Potrero de Diaz	1944/45- 1966/67	7.0	280	0.5	221
Arias	San Gabriel	1941/42- 1967/68	24.4	441	5.0	771
Calchaquí	La Fontilla	1946.45- 1967/68	6.5	374	0.2	204
Juramento	Cabra Corral	1934/35- 1967/68	29.5	835		930
Pasaje	Miraflores	1928/29- 1972/73	33.5	954	5.0	1056
Pasaje	Miraflores	1973/74- 1979/80	37.6	199	2.0	1166
Medina	Desembocadura	1941/42- 1979/80	3.2	221	0.5	100
Pasaje	El Tunal	1941/42- 1972/73	37.1	1092	1.0	1170
Pasaje	El Tunal	1973/74- 1979/80	42.3	510	1.0	1376

Corresponde indicar que a partir del cierre y llenado del embalse Cabra Corral los caudales en régimen natural son modificados por el efecto regulador de la obra hidráulica.

Cuenca Media

Aguas abajo de la sección el Tunal el río cambia su rumbo hacia el sur penetrando en la Provincia de Santiago del Estero sin recibir aportes encauzados de importancia.

En términos generales el río en este tramo resulta efluente y se caracteriza por la presencia de bañados, entre ellos son identificados el Bañado de Copo (actualmente seco) de una superficie de 300 km², Bañado Hoyo Seco; El Bañado de Figueroa (actualmente con graves problemas de erosión lineal retrógrada) y el Bañado de Añatuya.

En el tramo santiagueño del río Salado, en casos excepcionales los Ríos Horcones y Urueña pueden resultar afluentes. Los dos tienen sus nacientes en la Provincia de Salta y atraviesan el territorio santiagueño siendo sus aguas utilizadas para riego.

En el caso del Río Horcones hasta 1981 se perdían los excedentes en el bañado homónimo, posteriormente se construyó una pequeña canalización con el objeto de inducir su drenaje hacia el Río Salado. El cambio producido en el nivel de base ha provocado un aumento de la pendiente que ha originado un proceso de erosión lineal retrógrada (cárcavas) que busca reestablecer un nuevo perfil de equilibrio. Esta modificación producirá cambios limitando el efecto amortiguador del bañado.

La dinámica de los derrames en este tramo del Río Salado presenta variaciones significativas a lo largo del recorrido. Se realiza entonces una breve descripción del mismo desagregado en subtramos teniendo en cuenta la ubicación de las secciones de control existentes que permitan identificar sus características.

A efectos de ampliar el análisis se extiende el mismo hasta la sección Cabra Corral.

- Subtramo Cabra Corral - Miraflores

Este subtramo se desarrolla en la parte activa de la cuenca en la Provincia de Salta en una longitud aproximada de 90 km. El río recibe afluentes laterales provistos por la pluviometría de la zona. Entre ellos el más importante es el Río Piedras, con crecidas estivales entre diciembre y marzo.

En forma general se puede indicar que los aportes son superiores a las pérdidas e insumos para riego conservándose gastos mayores en la sección Miraflores que en Cabra Corral. En ambos casos en régimen natural el volumen de escurrimiento medio para el período diciembre-marzo representa el 68% del derrame anual, es también durante este período cuando se producen las mayores ganancias de caudales en el tramo.

Para el período de registro común a ambas estaciones, 1934/35 - 1967/68, los caudales medios y volúmenes medios derramados resultan:

Cabra Corral : $Q_m = 29.5 \text{ m}^3/\text{s}$
 $V_m = 930 \text{ Hm}^3$

Miraflores : $Q_m = 34.3 \text{ m}^3/\text{s}$
 $V_m = 1082 \text{ Hm}^3$

- Subtramo Miraflores - El Tunal

Este subtramo también se desarrolla en la parte activa de la cuenca su longitud es de 35 km. y recibe como afluente más importante por margen derecha al Río Medina cuya cuenca tiene una superficie aproximada de 1700 m². En el gráfico III-1 son mostrados los caudales medio, máximo y mínimo mensual representativos de la estación Desembocadura para el periodo de registros 1941-42/ 1979-80, en él puede observarse la amplitud de los valores medios extremos mínimos y máximos fundamentalmente durante el periodo estival de crecidas.

El Río Medina aporta en promedio un caudal de 3.2 m³/s con un derrame anual de 100 Hm³.

En términos medios para el periodo común 1941-42 / 1971-72 de registros en las estaciones sobre el Río Pasaje Miraflores y el Tunal y sobre el Río Medina, la ya mencionada Desembocadura, se ha confeccionado el siguiente cuadro que muestra cuantitativamente la marcha de los caudales medios y las pérdidas y ganancias en el tramo en régimen natural.

-ESTACION	Eet.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	ANO
Miraflores (1)	11.0	11.0	14.0	23.0	66.0	112.0	75.0	33.0	18.0	13.0	14.0	12.0	33.7
Medina	1.3	1.4	1.7	2.8	4.1	7.1	6.2	2.3	1.4	1.4	1.4	1.3	2.7
El Tunal (2)	9.8	9.0	16.7	23.4	67.7	109.0	68.8	40.1	22.3	17.4	14.7	12.8	37.1
Dif. (2) - (1)	- 1.2	- 4.0	4.7	0.4	3.9	8.0	11.5	7.1	4.3	2.4	0.5	0.1	3.4

En los gráficos III-2, III-3, III-7 y III-8 son representados los caudales medios, máximos y mínimos mensuales del Río Pasaje en las estaciones Miraflores y El Tunal para los periodos 1929-30 / 1971-72 y 1973-74/1979-80, 1941-42/1971-72 y 1979-80 respectivamente. Las series han sido desdobladas considerando el efecto regulador del embalse Cabra Corral, cuyo llenado se ha realizado en 1973. En estos gráficos se observa la marcha anual de los caudales medios y extremos mensuales como asimismo su amplitud de variación.

En los gráficos III-4 y III-9 son mostradas las curvas de permanencia de caudales medios mensuales para las estaciones Miraflores y el Tunal en los periodos considerados en ellos se observa la incidencia de la regulación impuesta por la operación del Embalse Cabra Corral, que atenúa los valores pico y aumenta los caudales del periodo de estiaje. El mismo resultado se obtiene comparando los gráficos de caudales promedios mensuales de ambos periodos considerados para cada una de las estaciones

Para el periodo de operación del embalse 1973-74/1979-80 se presenta en el siguiente cuadro los valores de caudales medios mensuales y las pérdidas y ganancias producidas en el tramo.

ESTACION	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	AÑO
Miraflores (1)	28.7	27.9	29.1	32.1	41.1	45.6	59.9	42.0	30.0	22.1	28.6	27.6	37.6
Mezina	1.5	3.7	9.6	16.0	18.5	8.6	2.4	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	5.5
El Tunal (2)	27.1	24.1	25.7	31.9	55.5	77.0	84.6	56.6	34.6	28.1	23.6	29.5	42.3
Dif. (2) - (1)	- 1.6	- 2.8	- 3.2	- 0.2	14.5	11.4	24.7	6.6	4.6	0.0	- 0.4	0.9	4.6

Merece indicarse que en este subtramo son regadas mediante derivaciones aproximadamente 7000 ha. en la zona denominada El Galpón que podrían explicar las pérdidas durante el período de estiaje.

De la información obtenida y de los gráficos presentados pueden extraerse algunos valores que permiten identificar el régimen del río en ambas estaciones para los periodos considerados. Para el primero de ellos los caudales máximo, medio anual, mínimo medio anual y medio mensual son respectivamente para las estaciones Miraflores y El Tunal: 381 m³/s y 339 m³/s; 8 m³/s y 4 m³/s; y 33.5 m³/s y 37.1 m³/s, los caudales máximos y mínimos medios diarios resultaron: 954 m³/s y 1092 m³/s y 6 m³/s y 1 m³/s

En los gráficos III-5 y III-10 son presentados los derrames anuales en las secciones Miraflores y el Tunal, en los gráficos III-6 y III-11 los volúmenes acumulados de esos derrames y en el gráfico III-12 la curva de doble masa en valores de volúmenes anuales de ambas estaciones sobre el Río Pasaje.

Para el segundo período los caudales fueron Q_{max mens} = 92 m³/s; Q_{min mens} 8 m³/s; Q_{max diarios} = 199 m³/s; Q_{min diarios} 2 m³/s para la estación Miraflores y Q_{max mens} = 123 m³/s; Q_{min mens.} 9 m³/s; Q_{max diarios} = 510 m³/s; Q_{min diario} = 1 m³/s, para la estación El Tunal y los volúmenes derramados para el período de crecientes: 515 Hm³ y 647 Hm³ que representan el 43% y el 49% de los volúmenes medios anuales derramados.

- Subtramo El Tunal - El Arenal

Presenta diferentes comportamientos entre las porciones que se desarrollan en territorio salteño y santiagueño, pero la información existente impide que se realice tal discretización por lo que el análisis cuantitativo es realizado en forma integrada para el tramo de 190 km. de longitud aproximada.

Aguas abajo de la sección El Tunal son derivados caudales para las siguientes zonas de riego: en la Provincia de Salta; El Tunal, Chel. Olleros, Gonzalez, Gaona, Quebrachal, Macapillo, Santa Rosa y en la Provincia de Santiago del Estero: Villa Matoque, las que suman en total una superficie regada de 21.000 has. aproximadamente.

El río al ingresar al territorio de la Provincia de Santiago del Estero escurre con una muy debil pendiente por la zona conocida como Bañado del Copo que se extiende sobre una superficie aproximada de 32.000 has., en la que se producen importantes pérdidas por evaporación o infiltración. En este tramo la precipitación es escasa, la zona carece de una red de drenaje hacia el río y los suelos y subsuelos están constituidos por sedimentos finos de baja cohesión.

En el bañado del Copo se ha detectado un proceso de erosión lineal retrógrada que ha provocado prácticamente su secado mediante el encauzamiento sucesivo a través de las cárcavas hasta formar un cauce único que actúa de drenaje evitando la inundación de la zona.

Estos procesos tienen su origen en los cambios sufridos en la dinámica del río por causa de la operación del embalse Cabra Corral que ha modificado mediante la regulación los derrames líquidos y sólidos del río, que de esta manera se manifiesta variando las zonas de erosión y deposición en procura de una nueva estabilización. En la zona del bañado del Copo el río actualmente presenta una importante actividad erosiva aumentado el caudal sólido que transporta hacia aguas abajo, el que en parte será depositado al norte del bañado de Figueroa.

La estacionalidad del clima y de las crecidas anuales conjuntamente con la carga de sólidos que va provocando por deposición la elevación del valle aluvial, algunas veces hasta alcanzar y sobrepasar la altura de la llanura adyacente, ocasionan frecuentes salidas de cauce. Entonces esa zona es caracterizada por fenómenos de aluvionamiento excesivo, hidromorfismo y salinización causada por los bloqueos en los drenajes.

En el tramo comprendido entre las estacines El Tunal y el Arenal son producidas importantes pérdidas en los caudales de escurrimiento, las cuales son evaluadas para las condiciones de río en estado natural y regulado mediante la operación del Embalse Cabra Corral, a través de la diferencia de los caudales medios mensuales entre ambas estaciones para los periodos comunes 1941-42/1971-72 y 1973-74/1979-80 respectivamente. Los resultados se presentan en los cuadros siguientes:

Periodo 1941-42 / 1971-72

ESTACION	Ser.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Año
El Tunal	27.1	24.1	15.9	31.9	55.5	77.0	84.5	56.5	34.5	28.1	27.6	28.5	42.3
El Arenal	7.9	5.9	8.3	11.8	25.4	37.7	77.4	50.8	28.0	13.8	12.5	10.4	26.5
Diferencia	-19.2	-18.2	-17.5	-20.1	-29.2	-19.3	-7.2	-8.0	-8.6	-14.3	-15.1	-18.1	-15.8
Pérdida en %	71.0	71.0	68.0	63.0	53.0	25.0	9.0	11.0	25.0	51.0	55.0	64.0	37.0

Período 1973-74 / 1979-80

ESTACION	Ser.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Año
El Tunal	9.8	9.0	13.7	23.4	69.9	120.0	86.8	40.1	22.3	17.4	14.9	12.8	37.1
El Arenal	0.0	0.2	0.5	4.7	31.5	73.3	58.3	26.8	9.9	3.3	1.8	0.8	17.5
Diferencia	-9.8	-8.8	-12.1	-18.7	-18.4	-46.7	-18.5	-13.3	-13.4	-14.1	-13.1	-12.0	-19.6
Pérdida en %	100.0	98.0	97.0	80.0	55.0	35.0	33.0	33.0	69.0	81.0	88.0	94.0	53.0

Es decir que en el tramo se produce para el río no regulado una pérdida media del 53% del caudal medio anual de El Tunal. Naturalmente las mayores pérdidas en porcentaje se producen durante el período de estiaje y el comienzo de la creciente. Es decir, de junio a diciembre, los valores menores se registran en marzo y abril hacia el final del período de creciente.

Para el período 1973-74 / 1979-80 la pérdida media ha sido del 37% del volumen derramado en el Tunal.

Para la estación El Arenal se presenta en los Gráficos III-13 y III-14 los caudales medios, máximos y mínimos mensuales para los períodos 1929-30 / 1971-72 y 1973-74 / 1979-80. En el primero se observa la gran amplitud existente entre los valores máximos y mínimos a nivel mensual, como asimismo su dispersión respecto a los valores medios, en el segundo como producto de la operación Cabra Corral el río presenta una atenuación de los caudales máximos aumento de los caudales mínimos y una notable disminución de la variación de los caudales medios. En el gráfico III-15 permanencia de caudales se visualiza este efecto mediante las curvas de caudales clasificados para ambos períodos.

En los gráficos III-16 y III-17 son presentados los volúmenes derramados por año hidrológico para la serie de registro y su acumulado.

Para la estación El Arenal son mostrados para los períodos considerados los valores de: caudal máximo mensual 219 m³/s y 101 m³/s; caudal mínimo mensual 0 y 0, caudal medio mensual 17.5 y 26.5 m³/s; caudal máximo diario 300 m³/s y 170 m³/s y caudal mínimo diario 0 y 0. Asimismo los volúmenes medios escurridos durante el período enero-abril fueron 548 hm³ y 487 Hm³. que representan el 88% y el 66% de los volúmenes medios anuales derramados.

Subtramo El Arenal - Suncho Corral

El tramo se desarrolla totalmente en territorio santiagueño en una longitud aproximada de 190 km en una zona de baja pendiente, en donde en estado natural se habían formado amplias zonas de derrames y bañados, el más

importante es el Bañado de Figueroa en el que se realizaron obras hidráulicas en el departamento homónimo correspondiente a los embalses para provisión de agua con destino al riego de Figueroa, Desbastadero y Cuchi Pozo, de 63 Hm³. El sistema consiste en una presa de tierra de 8 m. de altura máxima y 4 m. de ancho de coronamiento que se desarrolla a lo largo de 13 km.. Actualmente sufre graves problemas de erosión e infiltración.

El sistema se completa con el canal encauzador entre Bandera Bajada y Zanja Mala de 16 km. de longitud que ha operado como desagüe del Bañado de Figueroa, a lo largo de su recorrido se producen una serie de derivaciones para riego conformándose una red que se ha ido desarrollando mediante sucesivas adaptaciones según los resultados obtenidos.

El área de riego del Sistema Figueroa esta básicamente constituida por los canales:

- Hacia margen izquierda los canales principales San Jorge. Totorillas y Embalse Cuchi Pozo se encuentran afectados por problemas en el bañado. En canal de mayor importancia es el Vecinal Margen Izquierda que sirve a unas 5800 has.. siendo el área de producción mas activa.
- Hacia margen derecha se deriva el canal principal Granar que tiene su derivador en el canal encauzador Ing. Gini.
- Mas hacia el sur se deriva el canal vecinal Margen Derecha el que alimenta a diversos secundarios.

En ultimos años en la zona del bañado de Figueroa se ha detectado un proceso de erosión lineal retrograda y de reactivación de antiguas cárcavas debido a cambios en el nivel de base.

A partir de 1973 los caudales del río son regulados por el embalse Cabra Corral. Asimismo a partir de esa fecha se inicia un ciclo hiperhúmedo que provoca un aumento en los derrames anuales y en el caso de la cuenca en el tramo santiagueño se producen aportes encauzados tal como el del río Horcones que disminuyen las pérdidas en los subtramos considerados.

El funcionamiento del sistema en estado de operación hasta el año 1981 en que se produce la rotura en las obras de derivación de excedentes era evacuación hacia los bañados de Figueroa a través de un vertedero durante el periodo de crecientes en verano y otoño.

En el bañado se alternaban estiajes y crecientes provocados por desbordes del río Salado que inundaba un area extensa con escurrimientos mantiformes los que eran encauzados hacia el sur por un sistema de colectores que producían su drenaje.

Posteriormente, por causa de la rotura de las obras hidráulicas arriba mencionadas, gran parte del aporte del río es derramado a través del bañado por lo que este se encuentra en estado de inundación en forma permanente.

Otro efecto importante del cierre de Cabra Corral es el producido con referencia a la carga de sólidos que transporta el río. El embalse retiene una importante cantidad de sólidos provocando una notable disminución del material transportado aguas abajo, lo que ha producido un desequilibrio en la dinámica fluvial que se manifiesta con la búsqueda del río en reestablecer la relación entre los caudales líquidos y sólidos y sus características morfológicas produciéndose cambios y variaciones en las zonas de erosión y deposición. Después de estos cambios el río que se recarga de sólidos a la salida del bañado del Copo los deposita al norte del bañado de Figueroa para recargarse nuevamente aguas abajo poniendo de manifiesto la alta tasa de erosión en el tramo.

Los procesos erosivos, que se presentan fundamentalmente en forma de cárcavas no solo se deben a los cambios en la dinámica del escurrimiento del río provocado por el cierre de Cabra Corral. Los manejos locales del agua por los productores han producido la reactivación y/o inicio de cárcavas al variar niveles de base relativos.

La finalización del subtramo analizado ha sido establecido en la sección 5 Corral en la que la Empresa Agua y Energía Eléctrica ha operado una estación de aforos durante el período 1914/15-1961/62. Posteriormente a su cierre, a partir de octubre de 1973 son registradas las alturas diarias de escala por la Administración de Recursos Hídricos de la Provincia de Santiago del Estero. Para completar el período en que no se han efectuado mediciones se ha utilizado la serie de valores de caudales medios anuales estimados a partir de los registrados en la estación El Arenal mediante el método de correlación ortogonal realizado en el Programa de Desarrollo Agropecuario para la Región de los Bajos submeridionales por el C.F.I. en el informe correspondiente a la introducción al conocimiento Hidrológico del Río Salado en su tramo inferior santiagueño.

El tratamiento estadístico de la serie de caudales y alturas registradas y los valores medios anuales que la han completado se realiza en forma discretizada con el objeto de mostrar con mayor claridad los resultados obtenidos y disminuir las probabilidades de incorporar errores de arrastre.

a) Período 1914/15 - 1961/62

Para este período, que caracteriza el comportamiento del río en estado natural se ha trabajado con la serie de

caudales medios mensuales provista por AyEE . En cuadro III-I son presentados estos registros, son también consiguandos los caudales medios anuales. Los caudales máximos diarios, los derrames anuales y los derrames para el periodo de crecida enero-mayo. Asimismo son agregados al pie los valores medio y desvios estandar de las series de valores anuales correspondientes al derrame anual al caudal máximo diario y al derrame enero-mayo.

En el siguiente cuadro se muestran los valores medios de los caudales medios mensuales para el periodo 1914/15 - 1961/62 extraído del Anuario de Estadística Hidrológica de AyEE.

	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	ANO
Q med. mensual	2.4	1.0	0.7	1.1	10.9	34.5	54.4	40.1	16.2	7.6	5.2	3.4	14.6
Q max. mensual	2.5	11.1	9.4	13.2	171.0	231.0	236.0	226.0	65.4	30.3	31.7	22.2	72.1
Q min. mensual	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

En el gráfico II-28 son presentados los caudales medios, máximos y mínimo mensuales , en el se aprecia la estacionalidad de las crecidas y en el gráfico III-19 los volúmenes anuales derramados.

Para evaluar en forma integrada en valores medios el comportamiento del subtramo El Arenal - Suncho Corral se han determinado para ambas estaciones los valores de caudales medios mensuales promedios para el periodo de observaciones común es decir para las series 1934/35 - 1961/62, los que se transcriben en el siguiente cuadro:

ESTACION	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	ANO
El Arenal	0.1	0.3	0.7	6.3	39.2	80.7	58.8	29.0	10.1	4.3	2.7	0.9	19.4
Suncho Corral	0.1	0.1	0.1	0.2	4.1	21.3	37.6	21.9	7.4	2.3	0.8	0.4	8.0
Diferencia	0.0	-0.2	-0.6	-6.1	-35.1	-59.4	-21.2	-7.1	-2.7	-2.0	-1.9	-0.5	-11.4
Pérdida en %	0.0	67.0	86.0	97.0	90.0	74.0	36.0	24.0	27.0	47.0	70.0	56.0	59.0

En el gráfico III-20 han sido representados los valores de caudales medios mensuales en las estaciones El Arenal y Suncho Corral y sus diferencias.

El tramo como puede observarse, se caracteriza por las importantes pérdidas globales entre las secciones de control

extremas, en promedio se ha evaluado que el 41% de caudal medio anual saliente de El Arenal pasa por Suncho Corral.

Para el periodo de registro 1914/15 - 1961/62 realizados a río no regulado por AyEE, se han efectuado análisis estadísticos tendientes a cuantificar la recurrencia de eventos extremos en términos de caudales máximos a nivel anual y durante el periodo de crecidas enero-mayo.

A las series se les ajustó una distribución de valores extremos tipo Gumbel, los resultados se presentan en el Cuadro siguiente :

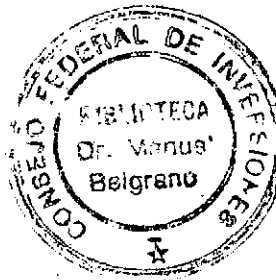
Recurrencia (Tr)	2	5	10	20	50	100	200	400
Q diarios (m ³ /s)	75	135	175	213	262	299	336	385
Q mens. (m ³ /s)	55	115	155	194	243	280	316	346
V anual (hm ³)	386	865	1180	1483	1874	2168	2456	2891
V ene-may (hm ³)	335	746	1021	1251	1617	1869	2116	2318

Para el periodo 1962/63 - 1972/73 en que no se han realizado registros en la sección Suncho Corral se ha optado por el completamiento de la serie propuesta en base a el trabajo del C.F.I. ya mencionado. El mismo fue realizado por el método de correlación ortogonal de caudales medios anuales con los registros de la estación El Arenal. El periodo anual se justifica por cuanto la presencia del bañado de Figueroa produce una distorsión importante, al actuar como amortiguador para intervalos de tiempo menores (por ejemplo caudales medios mensuales).

La correlación entre las series fue realizada para el periodo común 1929/30-1961/62 en que el régimen del río no era regulado por el embalse Cabra Corral.

En base a la ecuación de correlación fueron obtenidos los siguientes caudales medios anuales en Suncho Corral para el periodo 1962/63-1972/73.

AÑO	Q MEDIO ANUAL
62/63	14.1 m ³ /s
63/64	7.4 m ³ /s
64/65	3.1 m ³ /s
65/66	0
66/67	0
67/68	4.5 m ³ /s
68/69	1.7 m ³ /s
69/70	1.8 m ³ /s
70/71	3.8 m ³ /s
71/72	1.5 m ³ /s
72/73	0



Para el período 1973/74 - 1985/86 se dispone de la serie de alturas limnimétricas diarias realizadas por la Administración Provincial de Recursos Hídricos y de los aforos realizados por la misma repartición y el Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica los que son agregado al presente informe en el Cuadro III-3.

Con estos aforos se obtuvo una curva de descarga para la sección Suncho Corral mediante ajuste por mínimos cuadrados a una ecuación de tipo $Q = a (h_0 + h)^3$ la que fue utilizada para vincular los registros de alturas diarios con los caudales medios diarios escurridos a través de la sección. Al respecto corresponde acotar que la exigua cantidad de aforos considerados y la falta de estabilidad de la sección afectada por procesos de erosión y deposición gobernados por la dinámica fluvial de tramo, solo permite establecer un alcance tan solo aceptable de la relación obtenida. La curva de descarga es mostrada en el Gráfico III.21)

Determinaciones los caudales medios diarios, los que son presentados en los cuadros III.4) a III.6) fueron calculados los caudales medios mensuales y caudales medios anuales en Suncho Corral, estos valores son mostrados en el cuadro III.17)

Asimismo para los años hidrológicos 1973/74 a 1985/86 se han confeccionado los hidrogramas correspondientes lo que se presentan en los gráficos III.21 y III.33.

A partir de los análisis de recurrencia realizados para el período 1914/15 - 1961/62 de los eventos extremos correspondientes a caudales máximos diarios y mensuales y volúmenes anuales y de crecidas (período enero-mayo) se han determinado los tiempos de retorno de eventos ocurridos durante el período hiperhumedo.

Obviamente, la capacidad reguladora del embalse Cabra Corral ha amortiguado los efectos en forma sustancial por cuanto la serie ajustada se refiere a registros históricos del río en estado natural. En el cuadro III.18) figuran las recurrencias de los eventos extremos significativos ocurridos durante el período 1973/74 - 1985/86. Como puede observarse las mayores recurrencias son registradas para los volúmenes de derrame anual, ya que sobre estos es menor la incidencia de la regulación impuesta. Ellos alcanzan los valores de 26 a 42 años para los períodos 1983/84 y 1984/85 respectivamente. Comparativamente las recurrencias de los derrames enero-mayo de esos años hidrológicos resultan menores de 12 años para ambas debido a la laminación

producida en el embalse, lo mismo ocurre para los caudales máximos mensuales y diarios (11 y 6 años y 8 y 5 años respectivamente).

Asimismo se ha realizado para el período común de registros con la estación El Arenal posterior al cierre Cabra Corral (1973/74 - 1979/80) una evaluación en términos de valores medios del comportamiento del subtramo El Erenal - Suncho Corral, para lo cual se han determinado para dicho período los valores de caudales promedios mensuales y realizado las diferencias correspondientes. Con estos valores se ha confeccionado el siguiente cuadro

ESTACION	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	AÑO
El Arenal	7.9	6.9	8.3	11.8	25.4	57.7	77.4	50.6	26.0	13.8	12.5	10.4	26.5
Suncho Corral	6.8	5.7	4.5	6.4	6.2	15.2	42.2	55.3	26.2	9.1	6.4	6.0	16.4
Diferencia	-1.1	-1.2	-3.8	-5.4	-20.2	-42.5	-29.2	4.9	0.2	-4.7	-6.1	-4.4	-10.1
Perdida en %	13.9	17.4	45.8	45.8	79.5	73.7	37.7	-9.7	-0.8	34.1	48.8	42.3	38.1

En el gráfico III.34) han sido representados los valores de caudales medios mensuales en las estaciones El Arenal y Suncho Corral para este período.

La composición de los tres períodos analizados (1914/15 - 1961/62: 1962/63 - 1972/73 y 1973/74 - 1985/86) permite obtener una serie continua de caudales medios anuales en la estación Suncho Corral.

En el gráfico III.35) son representados sus valores Subtramo Suncho Corral - límite entre las provincias de Santiago del Estero y Santa Fe.

Aguas abajo de la estación Suncho Corral no se realizan registros continuos de los escurrimientos del río, solo existen algunos aforos esporádicos que no pueden ser utilizados para caracterizar el comportamiento del tramo.

Los aportes superficiales que recibe el río en este subtramo resultan despreciables en términos medios por las características geomorfológicas y climáticas de la región.

Al respecto corresponde mencionar los aportes que se producen a través del canal Jume-Esquina, el que sirve también al riego del Sistema Colonia Dora.

Los consumos para riego aguas abajo de Suncho Corral fueron estimados por la Comisión del Río Salado en el informe "Planificación del Aprovechamiento Integral de las Aguas del Río Salado - Ubicación y cuantificación de las zonas a desarrollar" del cual se reseña lo siguiente

- Sistema Colonia Dora: El sistema se encuentra en condiciones de funcionamiento deficitario y en el que existen problemas de disponibilidad de agua para abastecer a toda superficie empadronada. Para los años 1976 y 1982 fueron estimados consumos de 170 Hm³ por año.

- Los consumos para riego mediante el bombeo directo desde el río fueron evaluados en 17 Hm³ por año y los consumos para bebida de poblaciones y abrevado animal en 10 Hm³ por año.

- Análisis Geomorfológico e Hidráulico de la zona afectada por las cárcavas

El estudio del comportamiento histórico del Río Salado muestra que el mismo presentaba situaciones alternadas de estiajes y crecientes con embacamientos a lo largo del curso. Durante los períodos de máxima el río derramaba e inundaba una area extensa con un frente de varios kilómetros, que escurria en forma de manto encauzándose al sur del km 40. Los problemas a resolver en ese entonces consistian en:

- . Asegurar la permanencia del escurrimiento en todo su recorrido.
- . Suprimir o por lo menos reducir las pérdidas de agua a través de los bañados.
- . Dar al río un curso estable
- . Obtener alimentación para los canales de riego.

Actualmente nos encontramos con una realidad distinta relacionada con las condiciones de escurrimiento del río Salado desde hace algunos años a la fecha. En efecto han aparecido efectos de activa erosión fluvial en el bañado de Copo, que practicamente han provocado su encauzamiento y desaparición como tal, y en el bañado de Figueroa con una propagación en sentido general S-N.

Las causas que han desencadenado esta nueva situación son el resultado de una conjunción de variables.

Previo al análisis de los factores que han provocado y/o contribuido al desencadenamiento de la actividad erosiva, remarcaremos algunas características morfológicas naturales del cauce a fin de cotejar su evolución.

El cauce del Río Salado (aguas abajo del Bañado de Copo), presenta un ancho de 50-60 m, con barrancas de 4-5 m. de altura, hasta Hoyo Cerco donde desaparece ocupando todo el bañado entre Ag. Cabeza de Tigre (brazo occidental) y el Río Cuchi Pozo (brazo oriental) en un ancho de 35 km, al salir y a la altura de Suncho Corral forma nuevamente barrancas de 6 a 8 m de altura con ancho promedio del orden 42 m. perdiéndose una vez más al entrar en el bañado de Añatuya.

La pendiente longitudinal media que en Miraflores alcanza a 3.56 m/km. va disminuyendo hacia aguas abajo con valores de 1.5 m/km. al entrar en la provincia de Santiago del Estero, de 0.74 m/km. a 0.39 m/km en el bañado de Figueroa y de 0.24 m/km., llegando a valores de 0.1 m/km en los últimos 80 km del curso.

Los perfiles longitudinales de la mayoría de las corrientes grandes, muestran un descenso de la pendiente más ó menos gradual desde las cabeceras hasta la desembocadura, configurando un aspecto cóncavo hacia arriba.

El sistema (corriente-cauce) tiende por erosión y depositación, a dar a su perfil longitudinal una pendiente que varía regularmente en relación con el caudal y la carga sólida.

Mackin (1948), define al río equilibrado como "aquel en el cual el declive es ajustado delicadamente durante un período de años para proveer, con la descarga disponible y las características prevalecientes del cauce, la velocidad justa que requiere el transporte de la carga provista por la cuenca.

El perfil de equilibrio es una curva ideal y casi nunca perfecta, siendo toda ruptura de pendiente una anomalía cuyo origen es importante dilucidar. Todos sus puntos son de nivel móvil, sin embargo, uno permanece fijo durante suficiente tiempo para que el perfil se elabore en función suyo, este es la desembocadura del río en el mar. Aquí la pendiente se aproxima a cero, no existiendo excavación por debajo de él, denominandose Nivel de Base de Erosión Fluvial.

Si bien el nivel del mar es variable (movimientos eustáticos), presenta periodos de estabilidad relativa suficientemente largos para que pueda considerarse estable en relación a la movilidad de los puntos del perfil.

Sin embargo pueden existir superficies de comportamiento análogo aunque su ubicación topográfica sea por encima del nivel del mar denominados Niveles de Base Locales.

Comunmente están representados por la presencia de bancos de rocas duras, lagos, etc.. Sin embargo si estos fuesen destruidos por erosión estos Niveles locales o transitorios, desaparecerían y la corriente habiendo adquirido energía adicional profundizaría su cauce.

Las entidades verdaderamente estables son las que se extienden en el curso inferior de los ríos y se relacionan con el nivel de base, todas las demás formas de depositación están expuestas a ser destruidas por la erosión.

Si bien para la región en estudio no se describen la presencia de lagos, o bancos de rocas competentes, se ha utilizado en más de una oportunidad, la denominación de depresión (quizas sin demasiada atención) para referirse a los bañados de Figueroa y Añatuya).

Pese a no haberse contado durante la realización de este análisis con una altimetría detallada del bañado (de suma importancia dada la monotonía general del área), fue posible a través de la utilización de imágenes satelitarias diferenciar sus límites, ya que su configuración y patrones fotográficos difieren de los de la región circundante. Incluso dentro de esta gran unidad son diferenciables entidades menores plausibles de separar solo por el tono fotográfico (distinta presencia de humedad) como así también, huellas de líneas de drenaje.

Desde tiempos históricos se ha descrito el fenómeno de depositación llevado a cabo por el río Salado en el sector del bañado de Figueroa ocupando una superficie aproximada de 120 km x 30 km.

Una disminución en la pendiente topográfica (0.74 m/km - 0.39 m/km) marcaría el extremo septentrional, traduciéndose indudablemente en una disminución en el gradiente del curso. Cuando se menciona el avance del bañado hacia el N, se está haciendo referencia al aumento de superficie inundada (producto de algún embanque seguramente) y no al crecimiento de la depresión.

La presencia de esta anomalía topográfica no ha tenido cuestionamiento o al menos con el énfasis necesario ya que seguramente debe haber influenciado en el proceso de sedimentación alterando o al menos condicionando la evolución del curso.

A nuestro entender la superficie que conforma el gran bañado de Figueroa, posee características morfológicas que han condicionado la evolución del perfil longitudinal del río Salado, constituyendo un nivel de base local induciéndolo a depositar la carga en transporte a lo largo de toda su extensión (35 km x 120 km) pero controlado a su vez por la morfología interna de la paleoforma.

La presencia de barrancas aguas abajo del mismo, debe atribuirse no solo al mayor poder erosivo que ha logrado la corriente aligerada de sedimentos (gran deposición de material en el sector de bañado), sino además por el acúfamiento de la geoforma hacia la altura de Villa Figueroa.

Revalidando la hipótesis de cambio de nivel de base descripta en el Informe CFI Santiago del Estero,

mencionaremos por orden de prioridad (si bien todas son interdependientes), las variables que ha a nuestro parecer han provocado la desestabilización del equilibrio en el área de bañado, generándose como respuesta a las nuevas condiciones reinantes en el sistema, una activa erosión fluvial.

- Limitación superficial del área de escurrimiento, generado por el encauzamiento del bañado entre el canal Ing. Gini y el bordo de defensa de la margen izquierda del canal vecinal.

- Manejo de caudales en la alta cuenca, a partir del cierre del embalse Cabra Corral, incidiendo en la carga sólida transportada hacia el sistema. (Situación similar, al menos cualitativamente originaba el sistema de desarenadores diseñados en 1938)

- La morfología interna del bañado. La presencia de direcciones de desagüe predominante establecidas originariamente por una red de cárcavas de poco desarrollo, aparentemente han controlado y condicionado la evolución de la erosión. Similar comportamiento se observa en líneas de desagüe artificiales, canales acequias, etc., donde la erosión es mas intensa.

Un aumento de caudal aligerado de carga pasando por una sección menor, anulación del bañado del oeste en 1938 (llamada así a la zona de bañado comprendida entre el Canal Gini y el Río La Guardia), trajo como consecuencia la incisión (profundización) del terreno, el cual no es homogéneo en toda su extensión sino que presenta líneas de debilidad que gobiernan la evolución de la erosión.

Factores que a su vez ha acrecentado la actividad erosiva:

- . Variación en el régimen pluviométrico de la cuenca, registrándose un período hiperhúmedo a partir de 1973.

- . Roturas en el Bordo de Defensa del Canal Ing. Gini y del Vertedero del Dique Figueroa.

- . Manejo precario del recurso por parte de los pobladores, construcción de acequias, pequeños diques, cortado de obras de defensa, etc..

- . Tipo de suelos, el que favorece debido a su baja cohesión el ensanchamiento del cauce por fenómeno de remoción en masa

- . La influencia de los caudales aportados por el río Horcones y del proceso de erosión lineal retrógrada que ha provocado prácticamente el secado del Bañado del Copo y su encauzamiento sucesivo en cárcavas, hasta formar un cauce

Único que actúa como drenaje evitando la inundación de la zona.

Para finalizar con la descripción del análisis geomorfológico e hidráulico realizado, se hacen algunas consideraciones sobre los criterios adoptados para la determinación de los caudales mínimos diarios en el área del proyecto. Para esta determinación se cuenta con los registros de las estaciones El Arenal y Suncho Corral. El Arenal fue levantado cuando se destruyó por una crecida en 1985.

Como ya fue expresado las series de caudales tienen una gran variación originada por los siguientes acontecimientos:

- a- Construcción de Cabra Corral y llenado del Embalse Gral. Belgrano.
- b- Desactivación del bañado del Copo
- c- Cambio de condiciones de escurrimiento del Río Horcones, lo que genera el inicio de aportes del mismo al río Salado. Estos acontecimientos se producen a partir de la década del 70. Por este motivo para el análisis de caudales no es conveniente considerar todo el período registrado sino solamente la serie que comienza con el año hidrológico 1972/73.

Considerando las características particulares del área en estudio con presencia entre las secciones de aforo El Arenal y Suncho Corral en que el río se encuentra encauzado del Bañado de Figueroa actualmente en proceso de desactivación por carcavamiento y además el hecho que aguas abajo de la zona de carcavas hasta la estación Suncho Corral el río escurre encauzado, es dable suponer que los caudales que escurren por el río Salado en la zona de cárcavas se pueden inferir más ajustadamente a través de las observaciones en Suncho Corral. Por otra parte es de señalar el hecho que la estación Suncho Corral sigue actualmente operando lo que permite disponer de un registro de 1973-74/1989/90, mucho más extenso que el que se puede obtener en El Arenal.

Los caudales de diseño, o sea los utilizados en el de las obras, deben ser los máximos instantáneos por lo que es necesario trabajar con caudales máximos diarios.

Se recopilaron en la oficina del Convenio Bajos Submeridionales los caudales máximos diarios para el período 1973-74/1989-90, ya que la serie no se encuentra procesada en su totalidad.

Se indican a continuación estos valores ;

Año 73/74	Lectura de Escala (m)	Caudal (m^3/s)
	7,82	165
	4,87	74
	5,85	101
	4,36	61
	6,58	124
	5,98	105
	5,59	97
	8,00	170
	6,10	109
	5,86	102
	8,12	176
	7,34	148
	6,33	116
	6,71	137
	3,05	28
	-	103

Se ajustó una función de distribución de extremos Gumbel tipo 1 a los caudales máximos diarios del periodo 1973-74/1989-90 y se determinaron caudales correspondientes a distintas recurrencias los que se indican en el cuadro siguiente.

Tr	años	2	5	10	20	50	100	200	400
Q	m^3/s	108	148	174	200	233	257	282	307

IV IDENTIFICACIÓN DE LAS OBRAS DE EMERGENCIA

Durante el reconocimiento aéreo de la zona en estudio se sobrevoló el bañado de Figueroa, el Dique Figueroa y su vertedero caído, el Dique Km. Cero, El Canal Encauzador Gini, el area del embalse de Cuchi Poxo, la zona de km. 30 con los puentes afectados por las cárcavas, la descarga del encauzador Gini en las cercanías del km. 40, el canal vecinal de margen izquierda, la zona de bañados comprendida entre km. 40 y km. 50 y el cauce del río Salado aguas abajo de km. 50 hasta las proximidades de Suncho Corral. En el mismo se buscó visualizar toda la zona afectada por el fenómeno de erosión retrógrada o carcavamiento y sus adyacencias, de forma de contar con información para delimitar la misma contribuyendo al análisis de sus posible génesis y progreso.

Además, se realizaron varios reconocimientos terrestres en los que se observó en especial las zonas afectadas por el proceso erosivo entre ellas: (ver plano nº1)

- El cruce de una de las cárcavas mayores (la que causó destrozos importantes actualmente reparados en la ruta No 5, ver fotos No1 y 2)
- La zona de la cárcava principal denominada "Darsena" por los lugareños, donde recientemente fue construida una presa provisoria que tenía como función evitar que la profundización del cauce producida por el proceso de carcavamiento deje fuera de funcionamiento el canal vecinal de margen izquierda y con ello sin agua a la mayor area de riego del sistema Figueroa (actualmente este "tapón" o presa provisoria no existe, ya que los regantes abrieron un surco sobre el mismo, completándose la remoción, luego por la erosión del río)

- El avance de la cárcava sobre el canal encauzador Gini algo aguas arriba del km. 30, que obligó hace 4 meses a desviar provisoriamente el cauce del canal encauzador.

- La obra de descarga de excedencias del encauzador Gini a la altura del km. 21 donde se observó la acción del cárcavamiento, el que hasta el momento esta siendo solo precariamente controlado. En la foto No 3 se observa el desmoronamiento por erosión del pie del talud de margen izquierda del canal de descarga de esta obra.

- La cárcava que corre aproximadamente paralela al canal encauzador Gini hasta llegar a las cascadas retrocedentes en su extremo aguas arriba, con el fin de visualizar su ubicación y características. En la foto No 4 se muestran estas cascadas retrocedentes ubicadas en las cercanías del km. 12.

- La cárcava que cruza el dique Figueroa a la altura del vertedero caído penetrando en el embalse hasta llegar a las cascadas retrocedentes mostradas en la foto No 5. Pudo observarse durante el reconocimiento que no existe aparente continuidad de esta cárcava con la lindante al embalse de Cuchi Pozo, posiblemente por efecto de los grandes esteros intermedios.

- La descarga del encauzador Gini en el km. 40 observándose el pie de rápida y la obra de disipación y así como una erosión marcada algo más aguas abajo en correspondencia con una descarga lateral.

- El encuentro de la cárcava principal con el río Salado (Aguas abajo de la descarga del canal Gini. En este encuentro se pudo observar que la magnitud del cauce de la cárcava es similar al cauce del río mismo notándose, por la coloración del agua que aporta la cárcava, la gran magnitud de sólidos en suspensión en esta, lo que muestra la existencia del proceso erosivo aguas arriba. (ver foto No 6)

- El area del embalse Cuchi Pozo (mencionada en informes anteriores como afectada por una de las cárcavas).

En esta area pudo observarse que si bien el descenso del cauce de los canales de drenaje de los esteros lindantes al embalse Cuchi Pozo y, sobre todo el de una de las cárcavas conectadas a la que corre paralela al canal Gini, provocan seguramente infiltración y consiguiente perdidas de caudales en el reservorio, este problema es menos grave que otros detectados durante el reconocimiento y estudio de antecedentes de la zona en análisis.

- El canal vecinal de margen izquierda actualmente seco con presencia de maleza y de embanques que disminuyen apreciablemente su capacidad (mostrando que para su

habilitación deberían realizarse trabajos de limpieza y reconstitución de cauce importantes) y su descarga al río a la altura del km 17 de margen izquierda a través de una obra de disipación (actualmente destruida totalmente por la erosión retrocedente) en su profundo canal de descarga que ha sido capturado por una ramificación de la cárcava principal conocida en esa zona como "zanja mala" .

Además se observó en las fotografías aéreas la existencia de un peligroso acercamiento de la cárcava principal al canal Gini a la altura del km 36, que llevó a que en el pasado se realizaran obras de protección (terraplenamientos). En las fotografías mas recientes de 1987 se observa que la traza de la cárcava en la zona que se acerca al canal Gini se estabilizó algo mas alejada del canal encauzador.

Es digna de mención la existencia de un puente actualmente en construcción que posibilitará la vinculación vial de la margen derecha del canal Gini con la localidad de Bandera Bajada cruzando la gran cárcava paralela a este canal. Dicho puente esta siendo construido por contrato bajo la jurisdicción de vialidad de la provincia y salvará una luz importante en una zona muy cercana al extremo aguas arriba de la cárcava (cascadas retrocedentes).

El análisis de los antecedentes disponibles y el trabajo de reconocimiento realizado, permitieron identificar los siguientes daños evitables a través de obras de emergencia y su posibles soluciones ;

a- Avance de la cárcava que cruza el dique Figueroa

Es necesario controlar el avance de esta cárcava ya que de otra manera en un futuro cercano se interrumpiría el ingreso de caudales al embalse de km. cero y con ello al canal Gini y a toda el area de riego conectada al mismo.

Para controlar el avance de la cárcava es posible estudiar obras de relleno del cruce de la cárcava con el vertedero, con material resistente a la erosión y que, aun aceptando acomodamientos o asentamientos limitados, actuen como control del avance de la cárcava aguas arriba

b- Avance de la cárcava que corre paralela al canal Gini

El control del avance de esta cárcava evitaria obras costosas en el futuro y no sería compleja ya que puede trabajarse en seco, anticipándose al avance del proceso erosivo mediante la ejecución de protecciones flexibles.

c- Reconstrucción de la posibilidad de derivar caudales hacia margen izquierda

Encontrándose en margen izquierda la mayor area de riego del sistema Figueroa, es indispensable reconstituir prontamente la distribución de agua por medio de obras de emergencia cuya vida útil sea suficiente para implementar durante la misma soluciones de fondo para el problema. En este caso las obras deben permitir elevar el pelo de agua hasta la altura de los canales de riego, ser capaces de disipar la energía al restituir los caudales al río aguas abajo de la misma y permitir la evacuación de los caudales de crecida durante su vida útil.

Se deberá tratar en consecuencia de una obra de embalse provista de un canal descargador y un aliviadero (pudiendo eventualmente el canal descargador cumplir también la función de aliviadero).

La elevación provocada por la obra reducirá por otra parte la pendiente del pelo de agua aguas arriba de la misma, disminuyendo el poder erosivo de la corriente.

d- Protección de la descarga del canal vecinal de margen izquierda y trabajos de reconstitución del cauce del canal vecinal.

Antes de poner en funcionamiento nuevamente el canal vecinal de margen izquierda será necesario reconstituir mediante limpieza y excavaciones la capacidad del cauce y efectuar obras de disipación de energía en la descarga.

e- Protección del canal Gini

La gran cárcava que cruza la ruta Ng5 en un tramo de la misma corre extremadamente cerca del canal Gini motivo por el cual fue necesario realizar un by pass en el canal para evitar el corte de este.

Es necesario lograr para el canal una situación más estable por lo que se deberán analizar alternativas de protecciones.

f- Protección en el embalse Cuchi Pozo

Una de las cárcavas es lindante al embalse lo que obligó a trabajos de protección. Sin embargo la misma no evita la infiltración del embalse, lo que en cambio se reducirá al construir las obras indicadas en el punto c).

g- Protección en la descarga lateral del canal Gini a la altura del Km. 21

Se observan problemas de erosión actualmente controlados solo en forma precaria al pie de la obra de disipación. Es necesario controlar en forma mas efectiva el avance del proceso erosivo para evitar el daño de las estructuras.

h- Descarga del canal Gini a la altura del km. 40

Las obras de disipación a la salida del canal no presentan actualmente signos de erosión preocupantes. Se destaca sin embargo que en el pasado reciente hubo necesidad de realizar terraplenamientos de protección para evitar que una cárcava retrocedente capturara lateralmente la obra de disipación. Por otra parte en la actualidad algo aguas abajo de la rápida se observa una erosión marcada cuyo proceso y eventual control debería analizarse.

8- Protección del canal Gini a la altura del Km 36 por las cercanías de la cárcava principal

Pese que aparentemente la cárcava se ha estabilizado en una posición mas alejada del canal, que la adoptó en años anteriores, debería mantenerse en observación la zona y estudiar posibles medidas de protección.

V SELECCION DE OBRAS DE EMERGENCIA PRIORITARIAS Y SU LOCALIZACION

En el plano No 3 se muestra la zona afectada por el proceso de carcavamiento y también, en forma solo ilustrativa por el momento, la traza de las cárcavas principales.

La planialtimetría que fue utilizada como base para este plano fue la elaborada por la Dirección Nacional de Minería el año 1968 - 1969 en escala 1:100.000 y la traza de las cárcavas es ilustrativa habiéndose obtenido de relevamientos recientes.

Con el objeto de actualizar y completar la cartografía y datos de base para la elaboración de este informe, se solicitó y obtuvo el apoyo a la Provincia para elaborar un relevamiento aerofotogramétrico utilizando las fotos aéreas del año 1987 y contando con el apoyo de la oficina del Convenio (ex Bajos Submeridionales) en Santiago del Estero.

Este relevamiento, complementado con datos de campo actuales, será un elemento valioso para el seguimiento posterior del proceso erosivo y su futuro control mediante las obras aquí priorizadas y las que posteriormente se decida encarar.

En el plano No 3 se indican también la localización de las obras priorizadas, las que se enumeran a continuación indicando en cada caso los criterios de selección adoptados.

I - Relleno cruce de cárcava con el vertedero caído

El control de esta cárcava es necesario a fin de evitar la interrupción del ingreso de caudales al embalse del km cero y con ello al canal Gini. Estando este encauzador diseñado

para suministrar a través de derivaciones ubicadas mas aguas abajo , el agua para riego a ambas margenes del sistema Figueroa , es facil advertir la importancia y urgencia de ejecutar esta obra.

La interrupción del ingreso de caudales al embalse de km cero se producirá a corto plazo , de no mediar la obra de emergencia , debido al avance de la cárcava dentro del antiguo embalse del dique Figueroa tendiendo a profundizar el cauce del río , el que se ubicaría entonces a cotas inferiores a la de la solera de la toma.

Se ha seleccionado como emplazamiento para la obra de emergencia el cruce de la cárcava con el antiguo eje o cresta del vertedero caído, debido a que el tratamiento aguas arriba de las cascadas retrocedentes mediante protecciones flexibles, sería dificultoso constructivamente.

Por otra parte el relleno de la socavación en el area del vertedero caído , es conveniente para la estabilidad de la estructura remanente de la presa y , proporcionándole una cota adecuada del orden o superior a la antigua solera del vertedero , puede controlar el avance del proceso erosivo.

II - Cáscada retrocedente próxima al km 12

El avance, la profundización y el ensanche de la cárcava actual debería controlarse lo antes posible ya que ello resultará menos oneroso que las obras que de otra manera, sera necesario efectuar si se permite el avance del fenómeno (ejemplos de estas obras son los puentes sobre la ruta No 5 y el actual puente en construcción a la altura del km 14)

Por otra parte el avance del proceso de profundización del cauce del río llevará a aislar las descaragas del mismo de las areas bajo riego , situación cuya reconstitución además de onerosa sera cada vez mas difícil de materializar.

Las obras para controlar el avance de la cárcava en su extremo agua arriba serán de tipo flexible , estarán ubicadas algo aguas arriba de las cascadas retrocedentes y deberan ser aptas para absorber la energía erosiva.

III - Presa para derivación de caudales a margen izquierda y control del proceso erosivo

Esta obra es imperiosa para posibilitar la derivación de caudales a margen izquierda donde está ubicada la mayor area de riego del Sistema Figueroa .

Se han preseleccionado dos posibles alternativas de ubicación que se han denominado alternativa III - a Darsena y alternativa III - b Ruta No 5 .

En ambos casos la idea es construir una presa de embalse que eleve el pelo de agua de forma de posibilitar la derivación de caudales al canal vecinal de margen izquierda y que, por otra parte, disminuya la pendiente del pelo de agua restando poder erosivo al río.

La alternativa de emplazamiento en la "Dársena" es próxima a la ubicación de la presa provisoria o "tapón" que existió y luego fue destruida por lavado inducido por los regantes.

En esta localización el río describe una ligera curva que podría ser eventualmente aprovechada para el diseño de un canal lateral que funcione como descargador de excedencias o aliviador. Sobre margen izquierda quedaría emplazada la derivación al canal vecinal siendo necesario construir un corto tramo de canal para empalmar con el canal existente.

Durante el diseño a nivel ante proyecto será necesario adoptar una vida útil para la obra y un riesgo hidrológico y por lo tanto un caudal de proyecto compatible con esta vida útil y el carácter de emergencia de la obra.

El respecto serán de utilidad los valores de caudales en función de diversos periodos de recurrencia indicados en el capítulo III y análisis preliminares de costos a ser elaborados, no bien se disponga de los relevamientos planialtimétricos del área actualmente en ejecución.

La alternativa de la ruta No 5, implica el aprovechamiento de la sección inmediata aguas arriba del puente existente para el cierre y de una alcantarilla, también existente y actualmente fuera de servicio, como obra de control de la descarga lateral para aliviadero y descarga de caudales no derivados a margen izquierda.

La selección entre ambas alternativas dependerá de los costos, habida cuenta la diferente atenuación de la onda de crecida obtenible y los trabajos necesarios para habilitar la derivación a margen izquierdo respectivos.

Se hace notar que la alternativa de ruta No 5 tiene la ventaja de disminuir o eliminar también los riesgos de erosión en la zona próxima a ruta No 5 donde la cárcava se acerca al canal Gini.

Teniendo en cuenta la importancia de esta obra de emergencia y el avance actual de los trabajos de campo a cargo de la provincia, se decidió dejar la selección de la alternativa de emplazamiento para la etapa de diseño a nivel de anteproyecto, incluyéndose en la descripción de la misma (o sea en el informe final) la justificación de esta selección. Esto posibilitará una selección basada en datos de costos compatibles con los riesgos hidrológicos adoptados y las

características topobatimétricas de los cierres y las zonas adyacentes

IV - Protección de la descarga del canal Vecinal de margen izquierda

Estando las obras anteriormente construidas para disipación de energía en la descarga del canal totalmente destruidas, habiendo avanzado la erosión retrocedente conectada a la cárcava principal hasta muy cerca de la zona de descarga y existiendo un fuerte desnivel entre la cota de salida de canal y del cañadon de descarga, es imprescindible, previo a la habilitación del canal vecinal de margen izquierda, construir nuevas obras de disipación de energía.

Estas obras seran de preferencia flexibles y escalonadas de forma de parcializar el salto.

Con el fin de programar los trabajos de campo a cargo de la provincia necesarios para el desarrollo de los estudios se elaboró el plan de actividades mostrado en el anexo No 1.



PLAN DE TRABAJOS DE CAMPO

1º mes

Ubicación: Cruce Ruta nº 5 con río Salado.

Dos perfiles topobatiométricos de 500 m de longitud aproximada.
Un perfil topobatiométrico de 1500 m de longitud aproximada.
Estos perfiles comprenden el puente y la alcantarilla actuales en el cruce de la ruta y el de mayor longitud comprende además el canal de margen izquierda.

Ubicación: Darsena (aprox km 26 del Encauzador Gini).

Tres perfiles topobatiométricos de 400 m de longitud aproximada.
Estos perfiles estarán separados por una distancia aproximada de 200 m.

Ubicación: Cascadas retrocedentes km 12.

Restitución planialtimétrica del área a proteger con estructuras flexibles de aproximadamente 2000 m².

Ubicación: Descargador del canal de margen Izquierda km 17.

Restitución planialtimétrica del área a proteger con estructuras flexibles de aproximadamente 2000 m².

Un perfil longitudinal de 1000 m. desde el canal hasta el curso del río.

Ubicación: Vertedero caído.

Cuatro perfiles batimétricos separados cada 50 m aproximadamente.

Nivelación de las cascadas retrocedentes del embalse

Realización de un aforo.

Ubicación: Canal Gini.

Mediciones batimétricas a lo largo del canal.

Realización de un aforo

2º mes

Ubicación: Emplazamiento seleccionado para la presa provisoria.

3 perfiles topobatiométricos de aprox 400 m de longitud.

Nivelación del eje traza del canal aliviador

Las perforaciones de ϕ 10 cm y 15 m de profundidad debajo del lecho en el eje de la Fresa.

1 perforación de ϕ 10 cm y 15 m de profundidad en la traza del canal.

Ubicación: Cascadas retrocedentes km 12.

Una perforación de ϕ 10 cm y 5 m de profundidad (a confirmarse en función del avance de los trabajos).

Ubicación: Descargador del canal de margen Izquierda km 17.

1 perforación de ϕ 10 cm y 15 m de profundidad

Ubicación: Vertedero caído

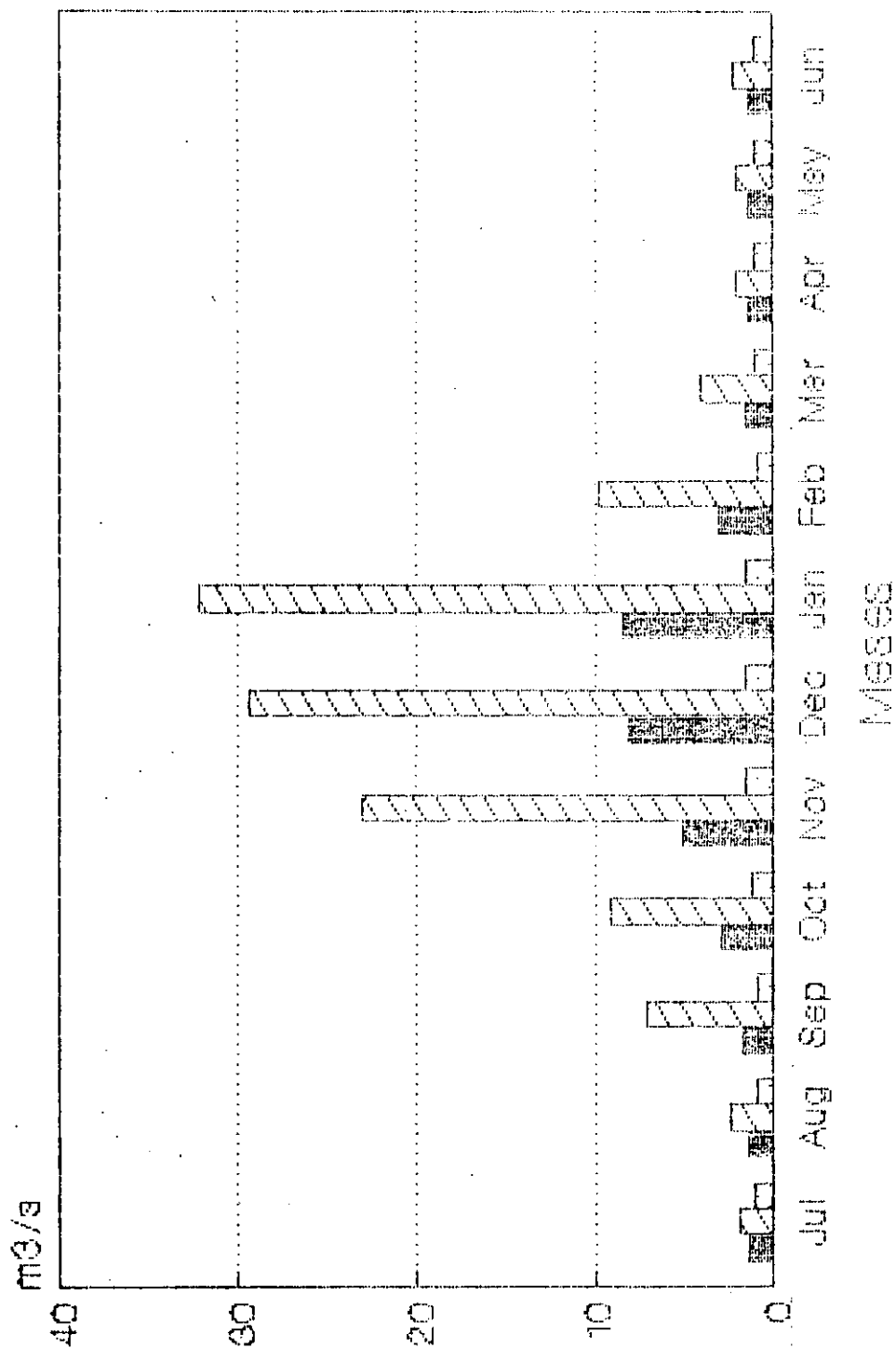
Un aforo en el eje del vertedero con trazado de curvas asintóticas.

Una perforación en agua de 10 m de profundidad y una sobre terreno de 20 m de profundidad.

NOTA:

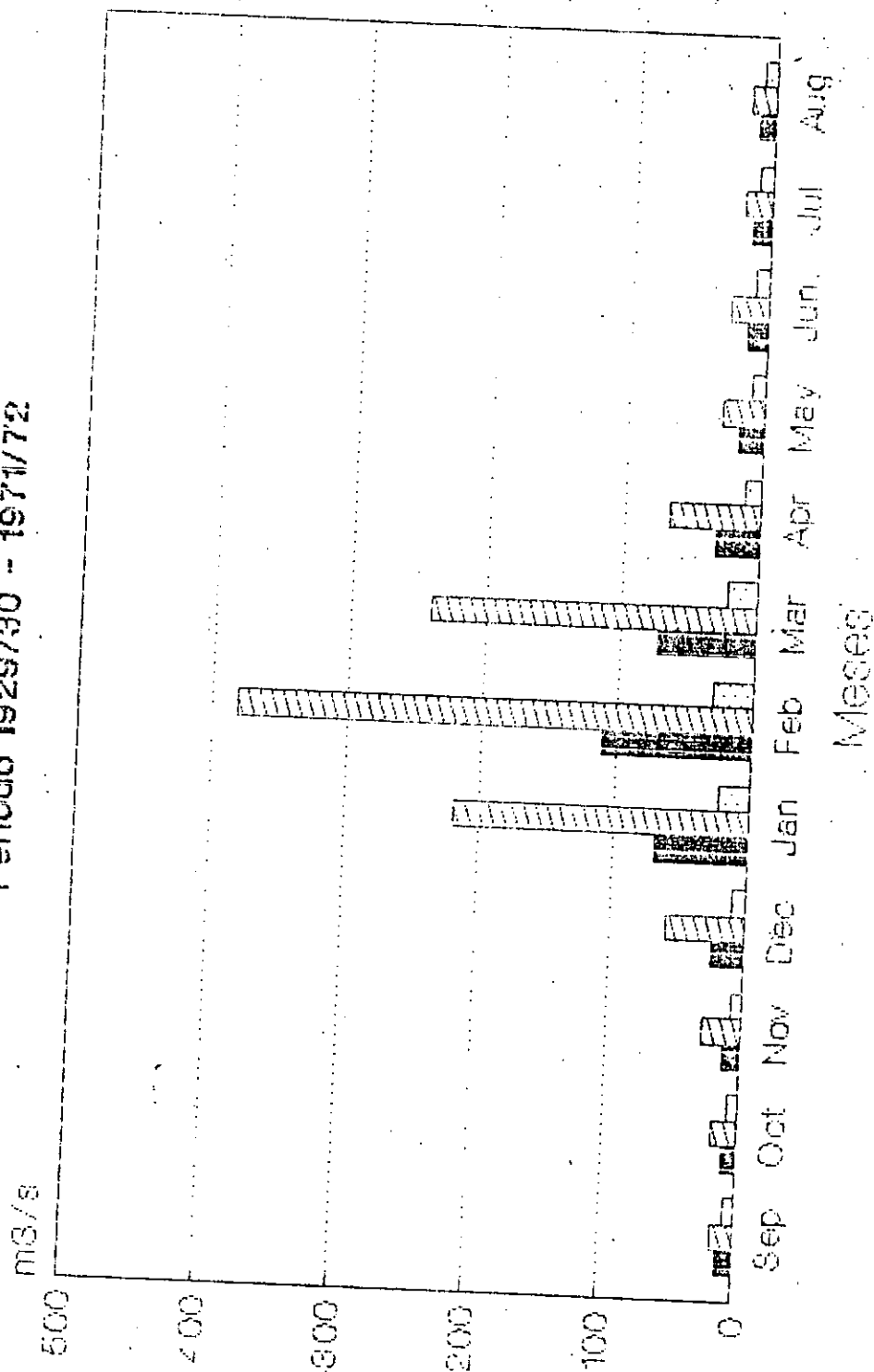
Las perforaciones comprenden la ejecución de ensayos de penetración estándar cada metro con ensayos triaxiales sobre muestras representativas y ensayos de clasificación de suelos.




**Caudales promedio mensuales
Rio MEDINA. Est. Desembocadura
Periodo 1941/42 - 1979/80**



Caudales promedios mensuales Est. MIRAFLORES

Periodo 1929/30 - 1971/72

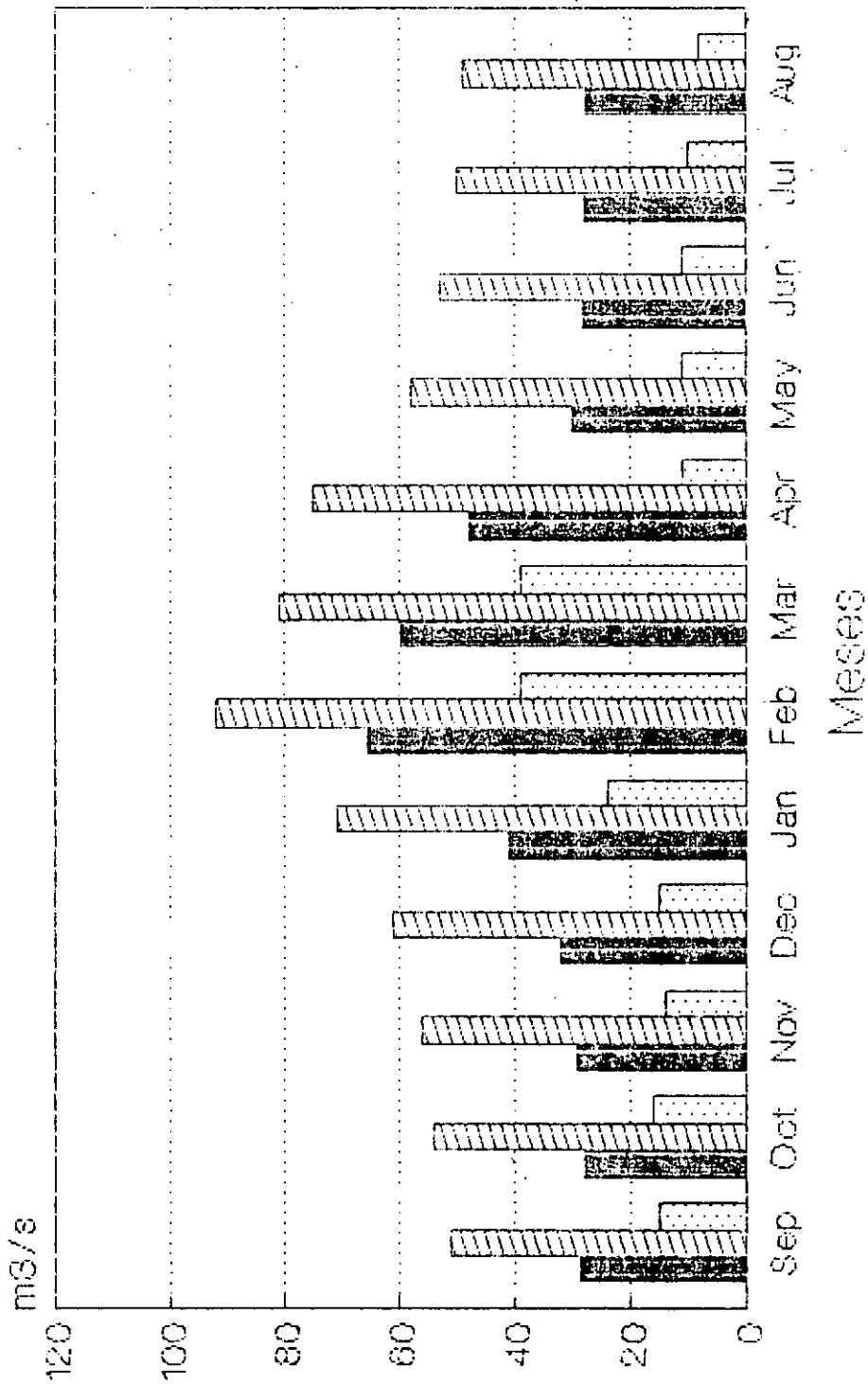


 Caud. medio mensual
  Caud. maximo mensual
  Caud. minimo mensual
 1973 Se cerró el embalse Oxtire Coriel

Caudales promedio mensuales.

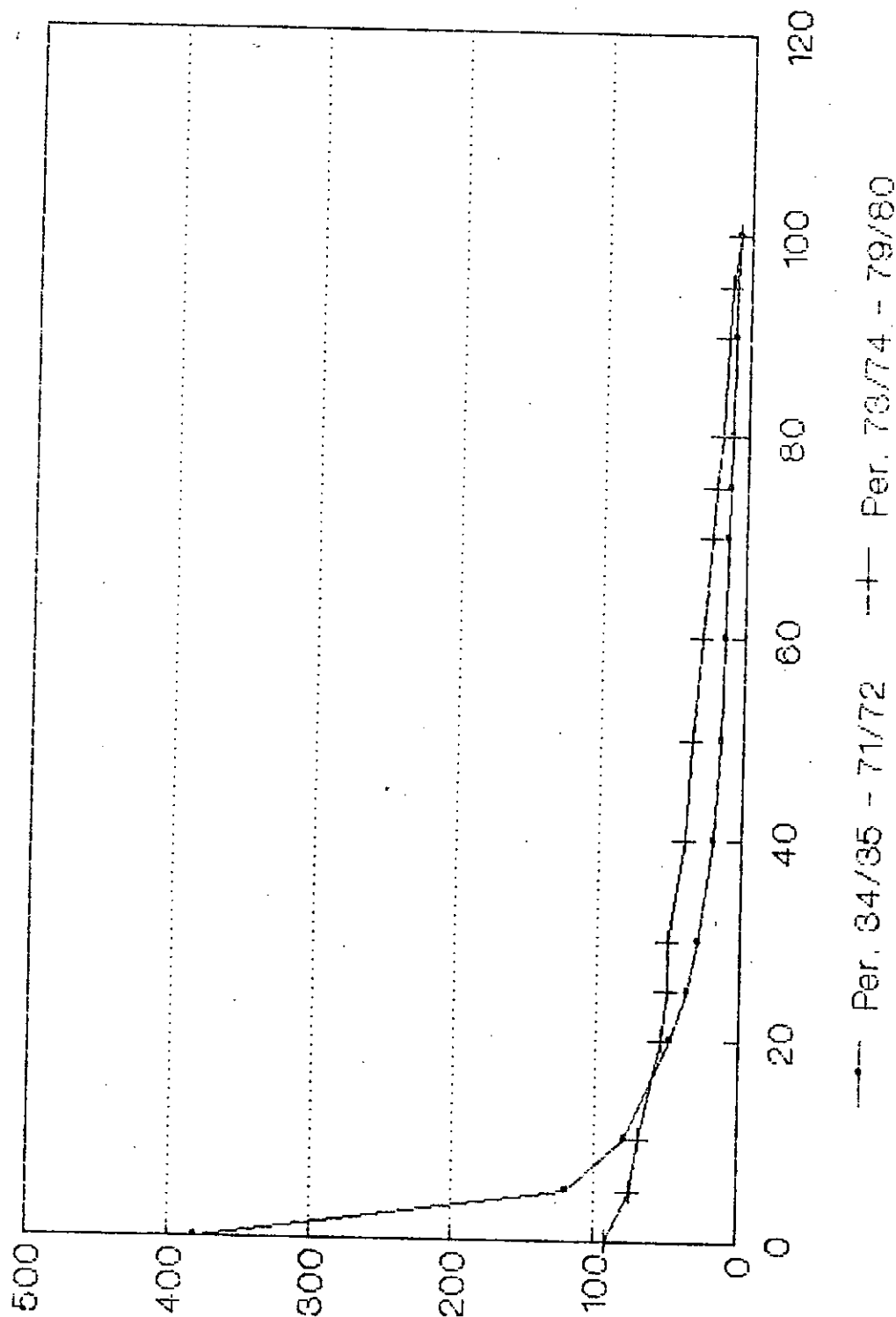
Est. MIRAFLORES

Periodo 1973/74 - 1979/80



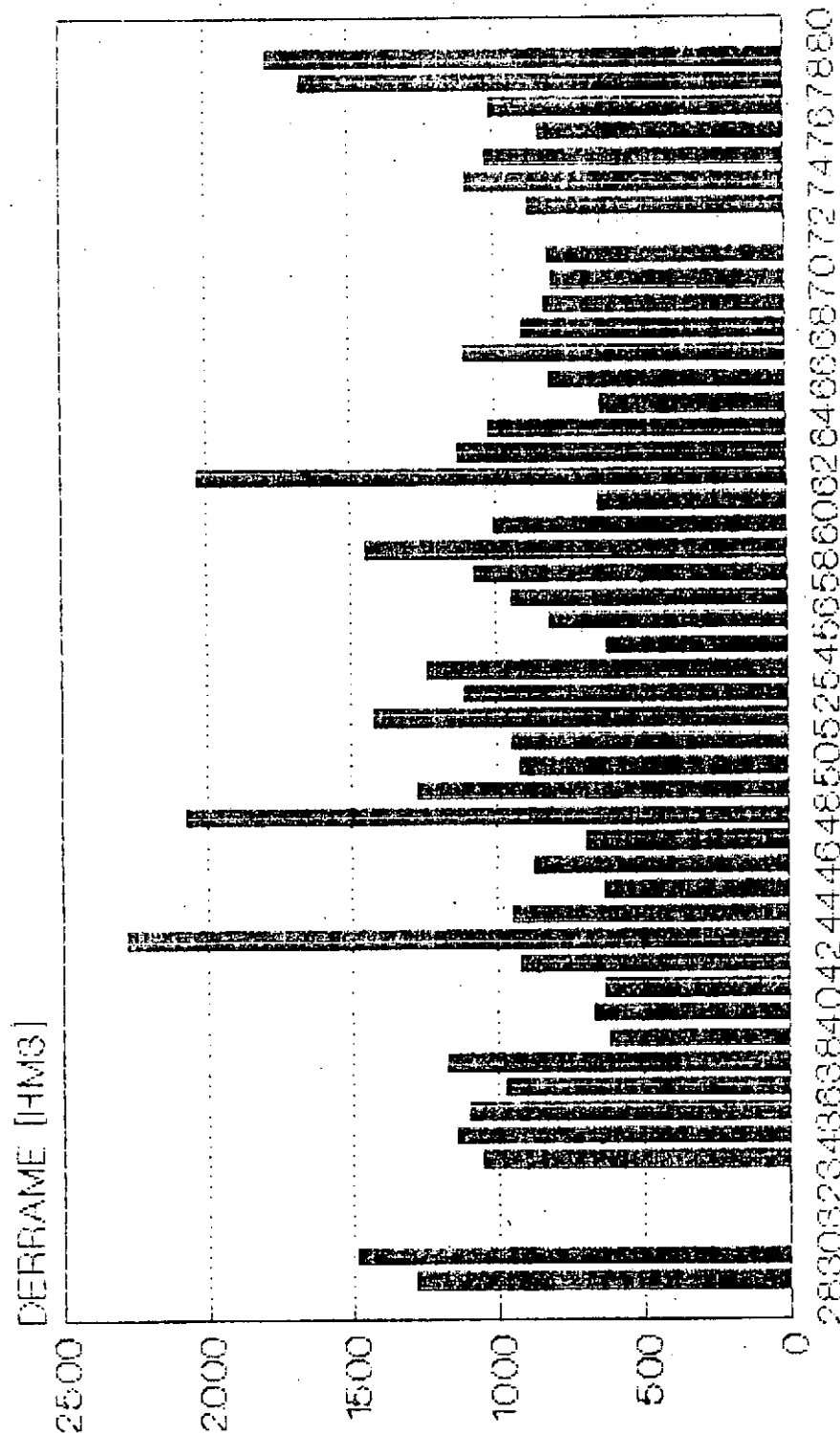
1973 Sa cerro al embalse Cebre Corral

Permanencia de caudales medios mensuales Est.: MIRAFLORES




1973 Se cerró el embalse Cebra Corral

DERRAMES ANO HIDROLOGICO RIO SALADO
MIRAFLORES



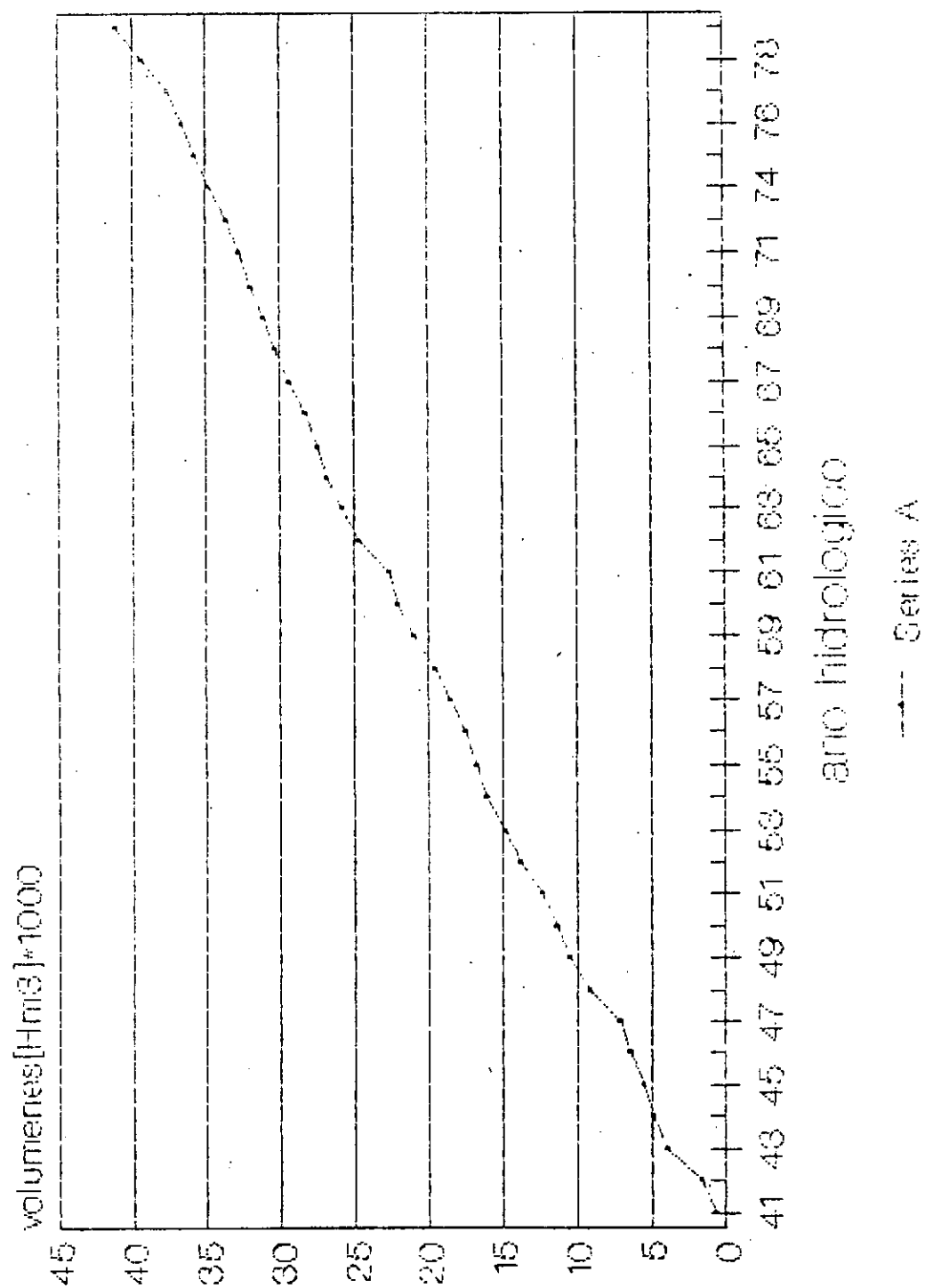
ANATOMY AND HISTOLOGY



Derramas anuales

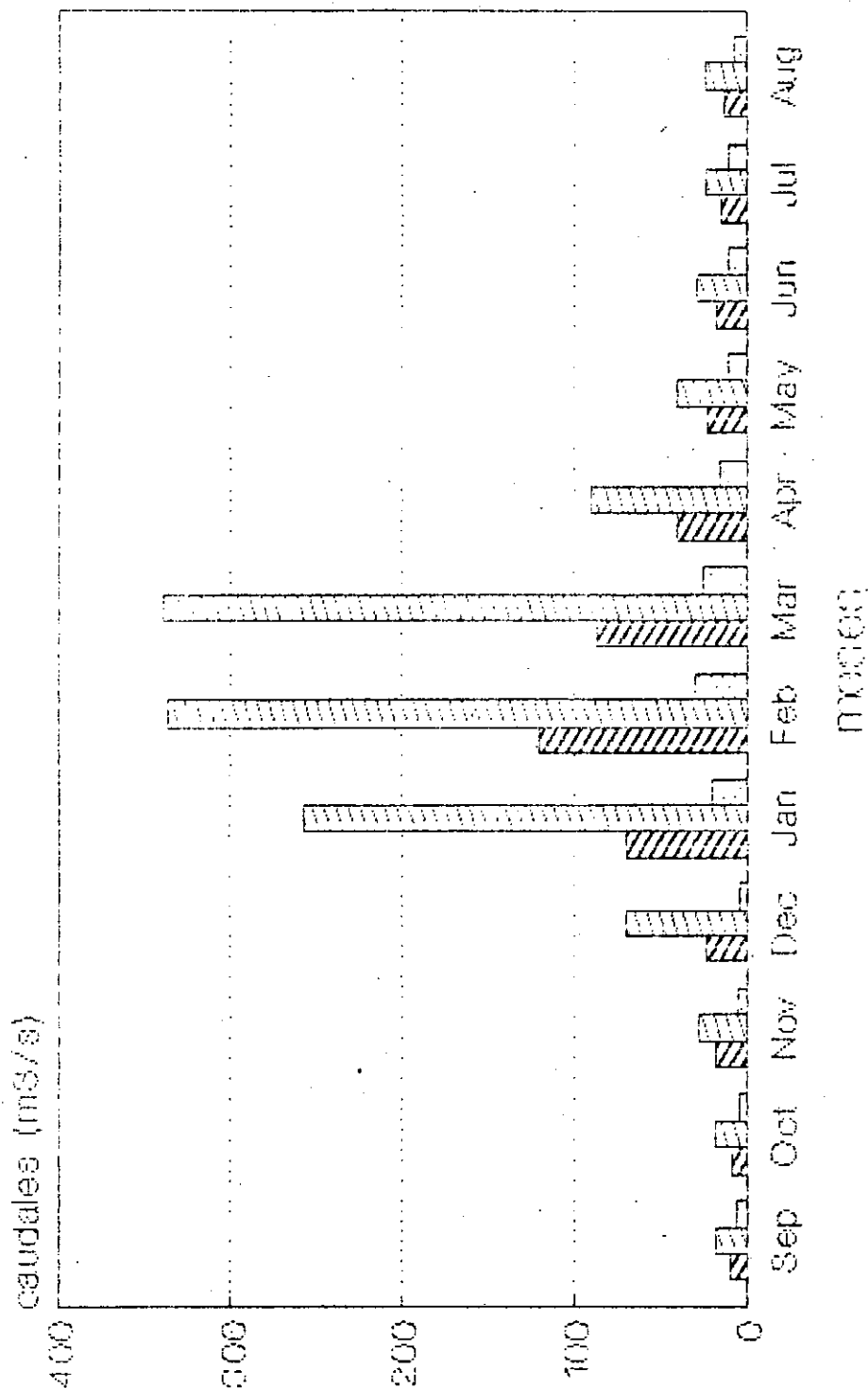
283032343338404244464850525456586062646668707274767880

Volumenes acumulados 1041/42-1979/80 Miraflores



Caudales promedios mensuales Est. EL TUNAL.

Periodo 1941/42 - 1971/72

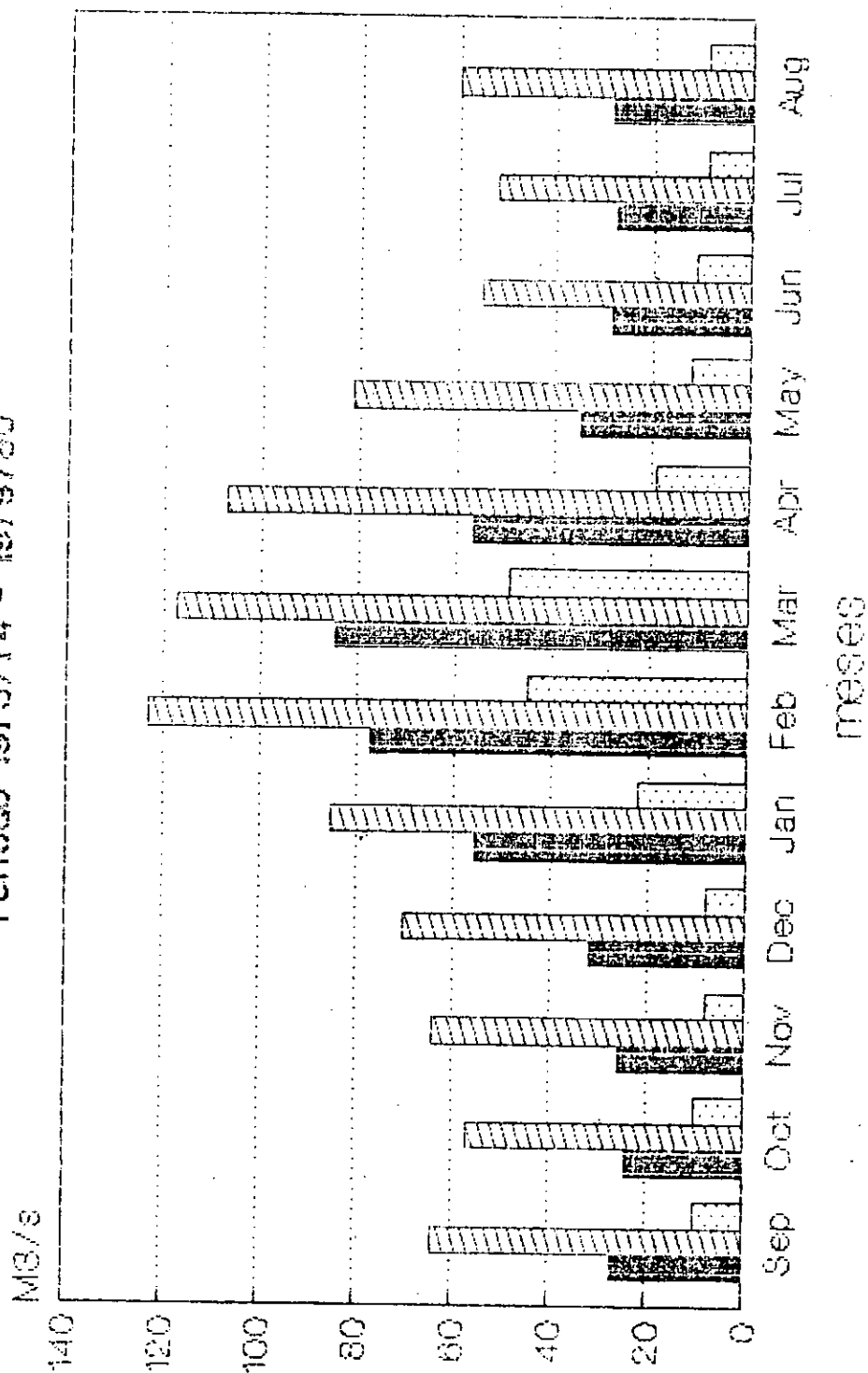


Caud. medios mensual
 Caud. maximo mensual
 Caud. minimo mensual

En 1970 se cerró el embalse Cabre Corral

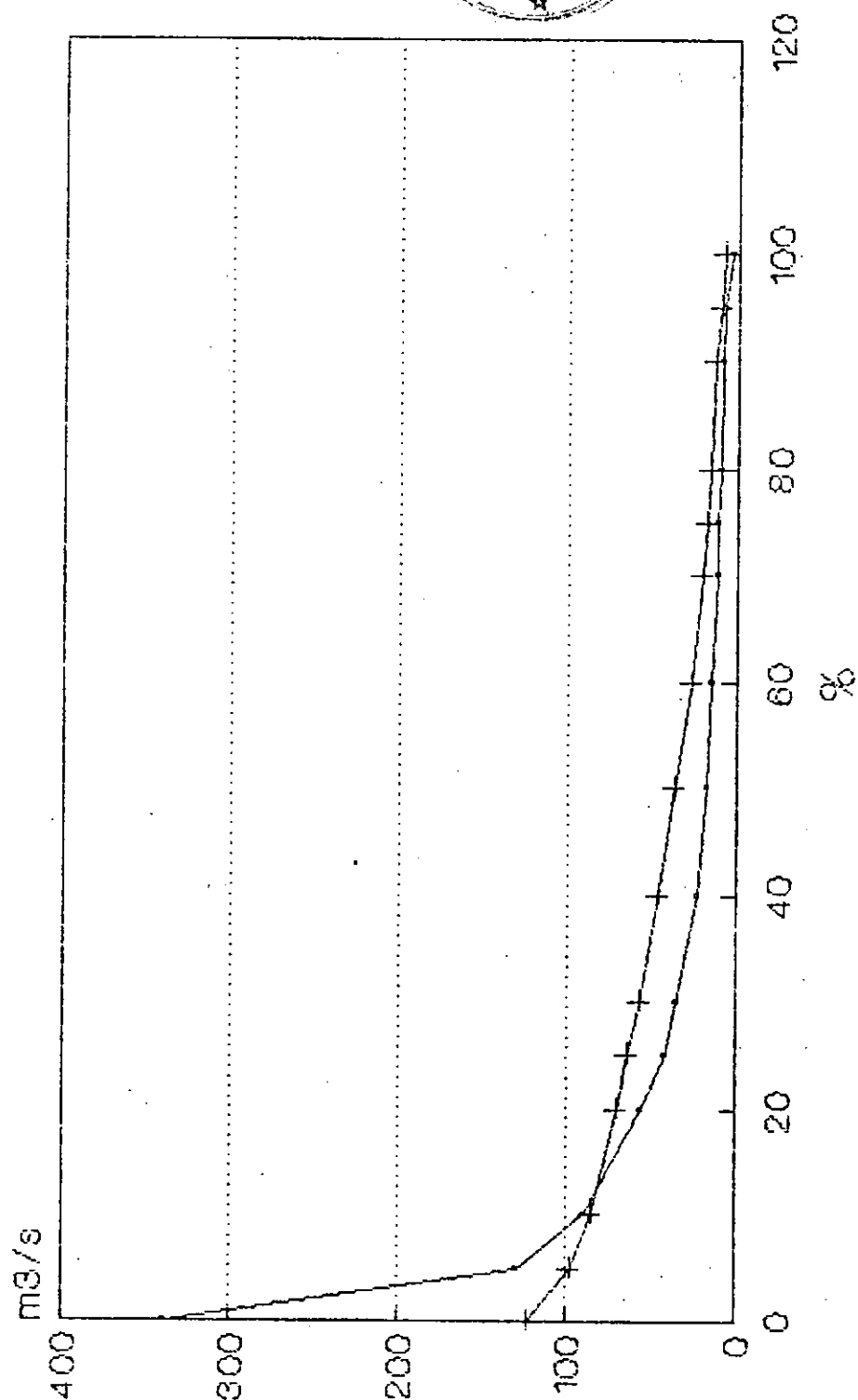
Caudales promedios mensuales Est. EL TUNAL

Periodo 1973/74 - 1978/80



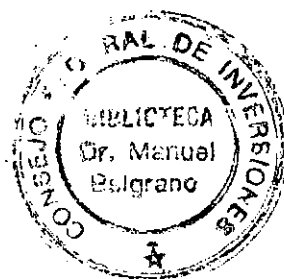
1973 Se cerro el embalse de Cebra Corral

Permanencia de caudales medios mensuales Est. EL TUNAL

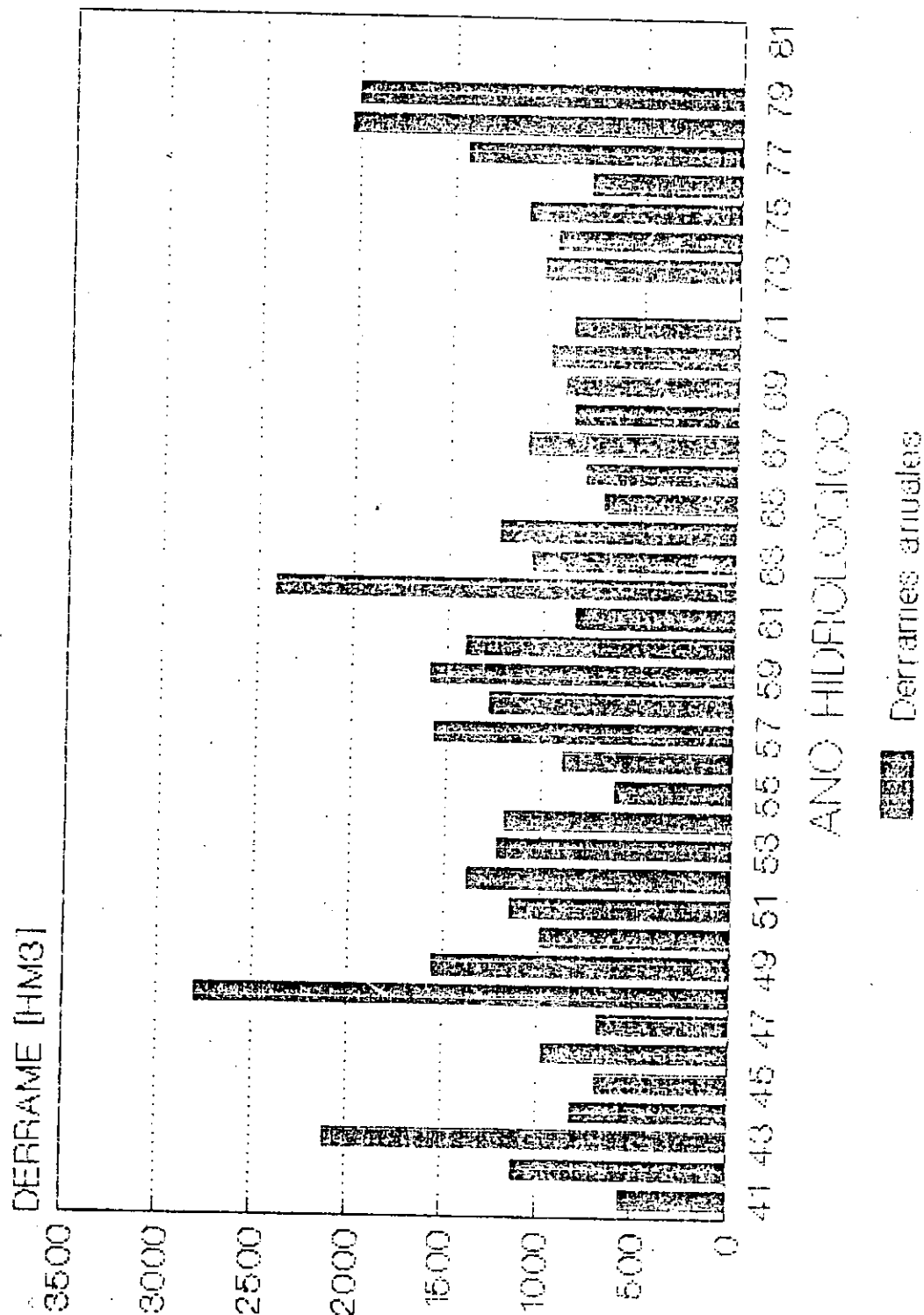


—+— Per. 41/42 - 71/72 —x— Per. 73/74 - 79/80

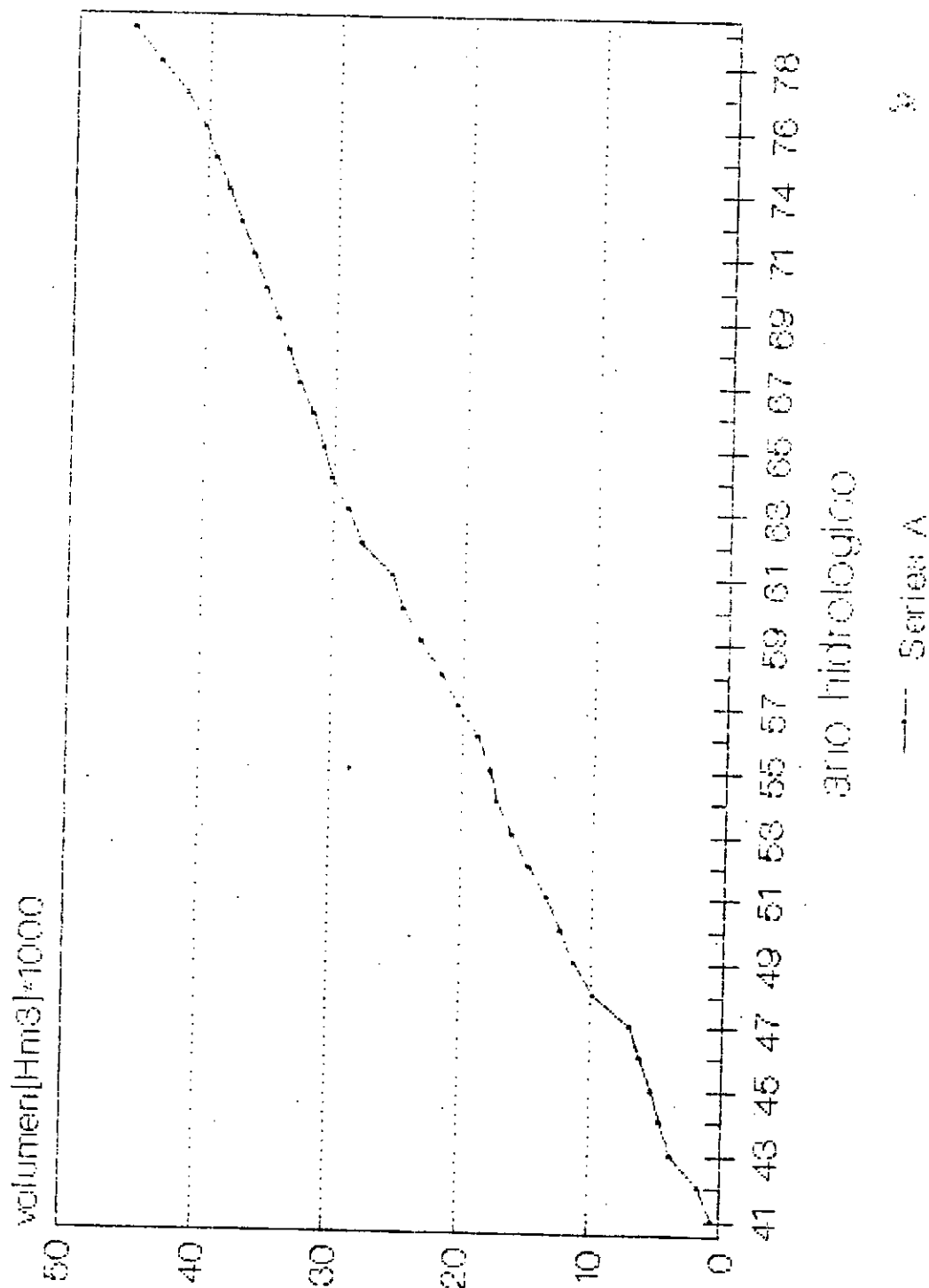
1973 Se cerro el embalse Cebra Corral



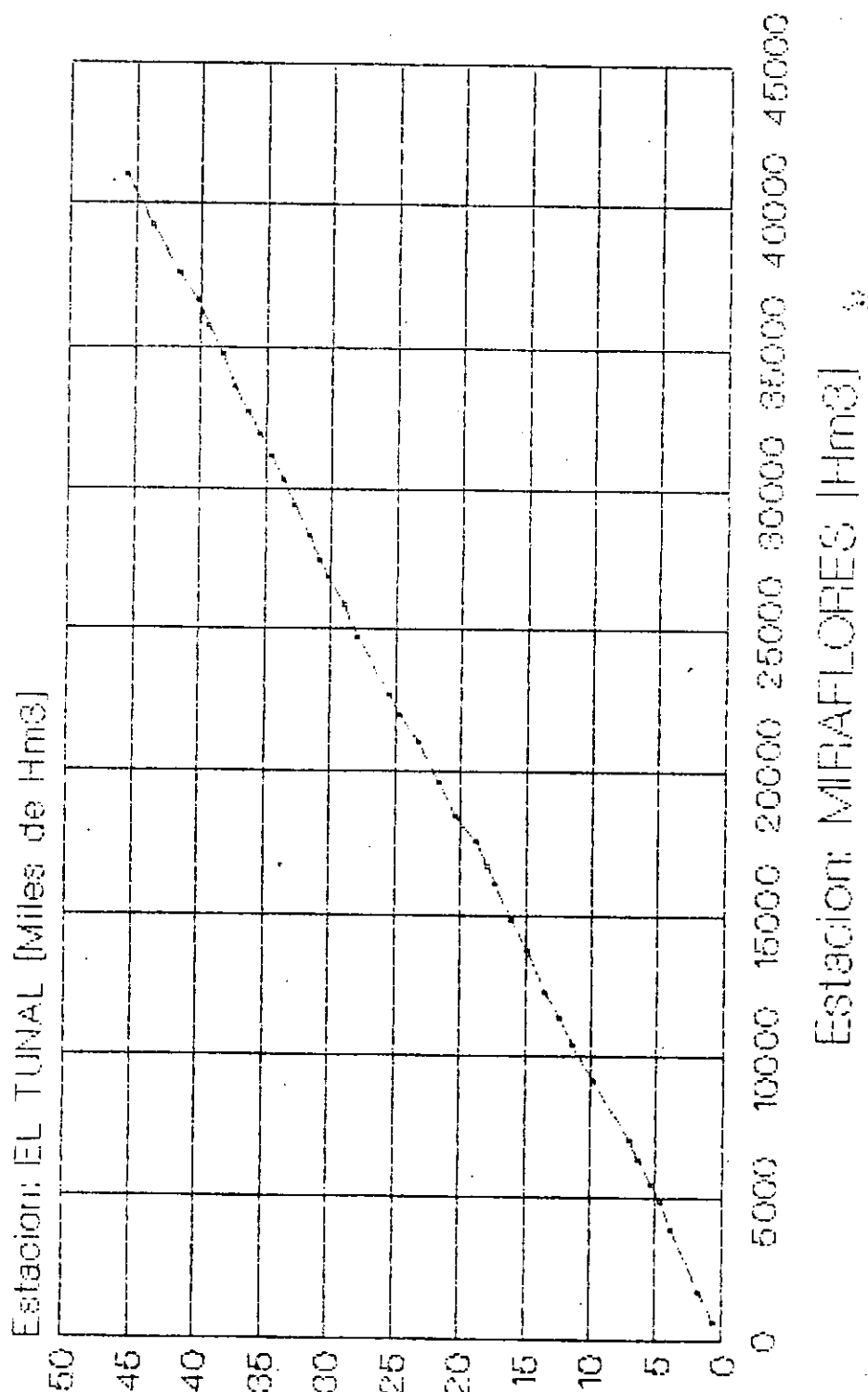
DERRAMES ANO HIDROLOGICO RIO SALADO EL TUNAL



Volumenes acumulados 1941/42-1979/80 El Tunal



DERRAMES ANUALES MIRAFLORES-EL TUNAL

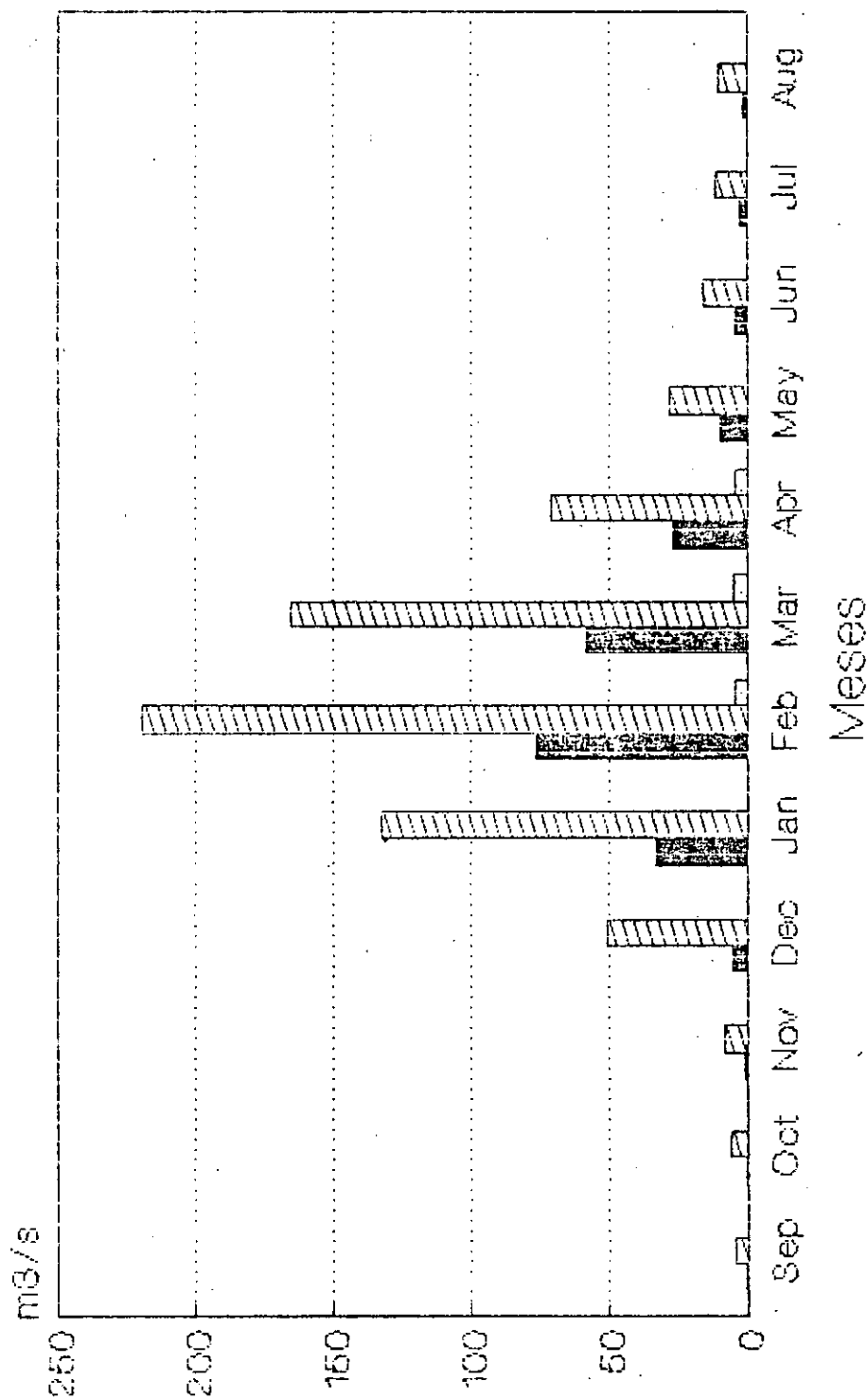


Desde el año 1941

Caudales promedio mensuales

Est. EL ARENAL

Período 1929/30 - 1971/72

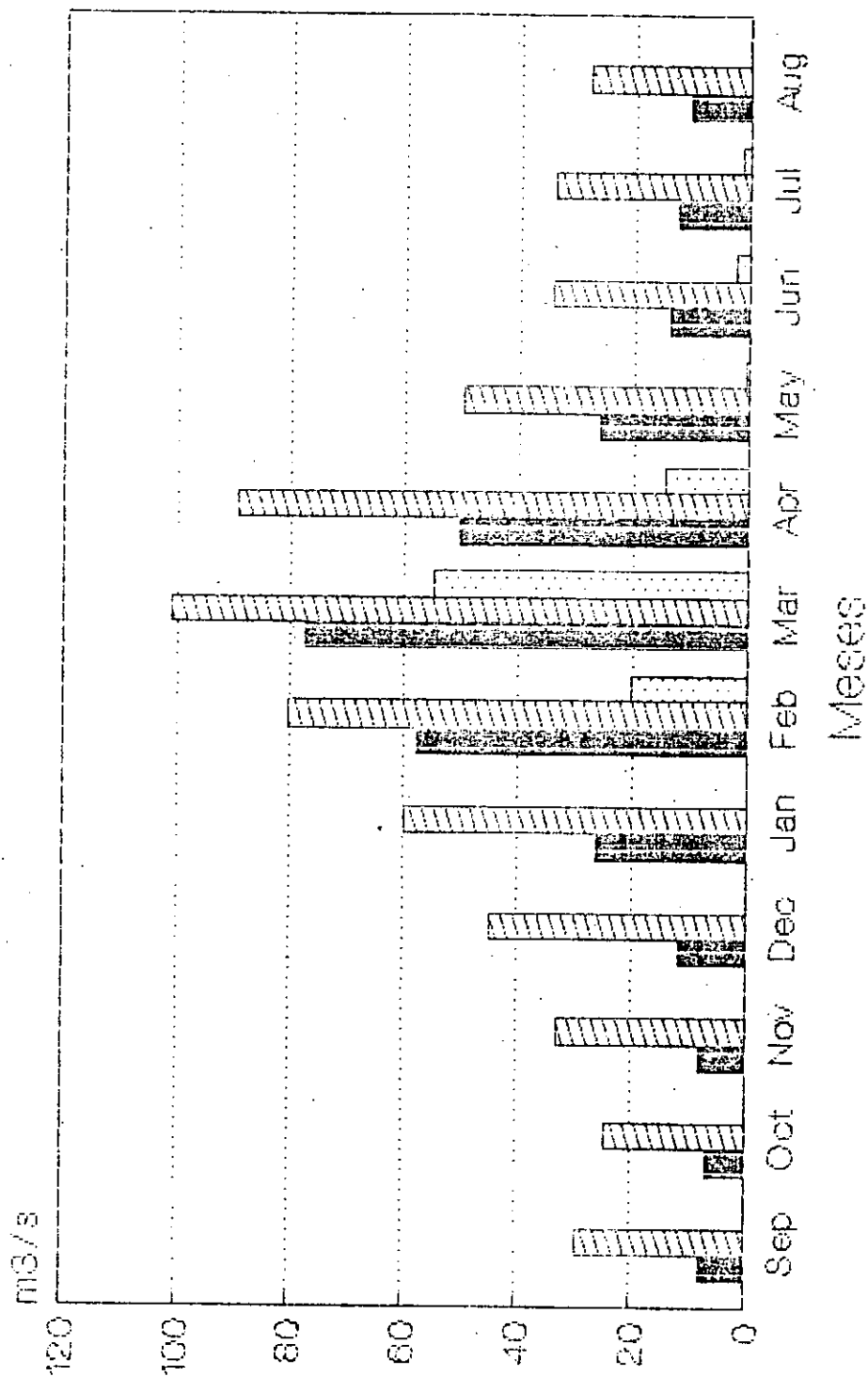


■ Caud. medio mensual ▨ Caud. maximo mensual □ Caud. minimo mensual

1973 Se cerró el embalse Cebra Corral

Caudales promedio mensuales est. EL ARENAL

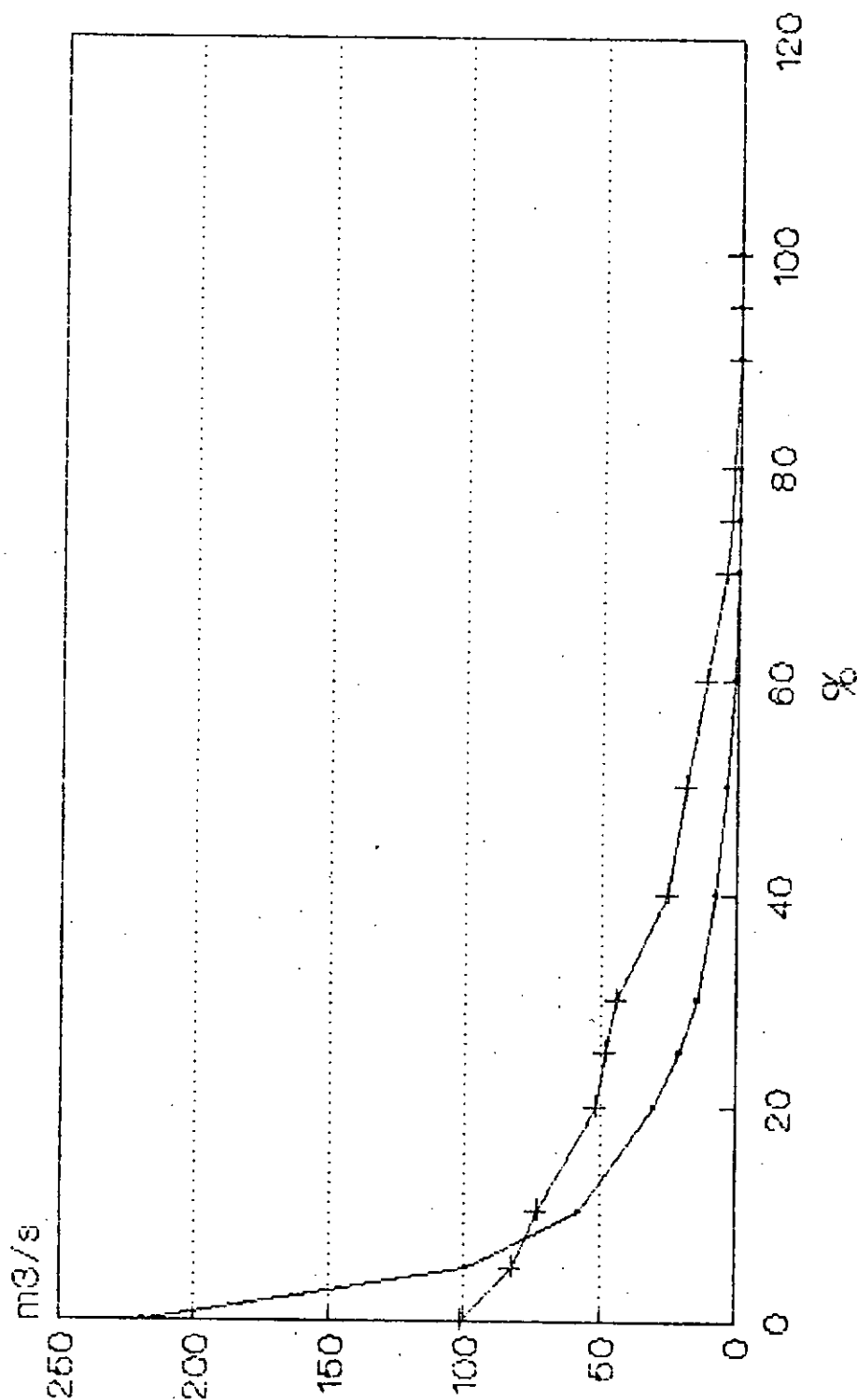
Periodo 1973/74 - 1978/80



Caud. medio mensual
 Caud. maximo mensual
 Caud. minimo mensual

1973 Se cerro el embalse Cabre Corral

Permanencia de caudales medios mensuales Est. EL ARENAL

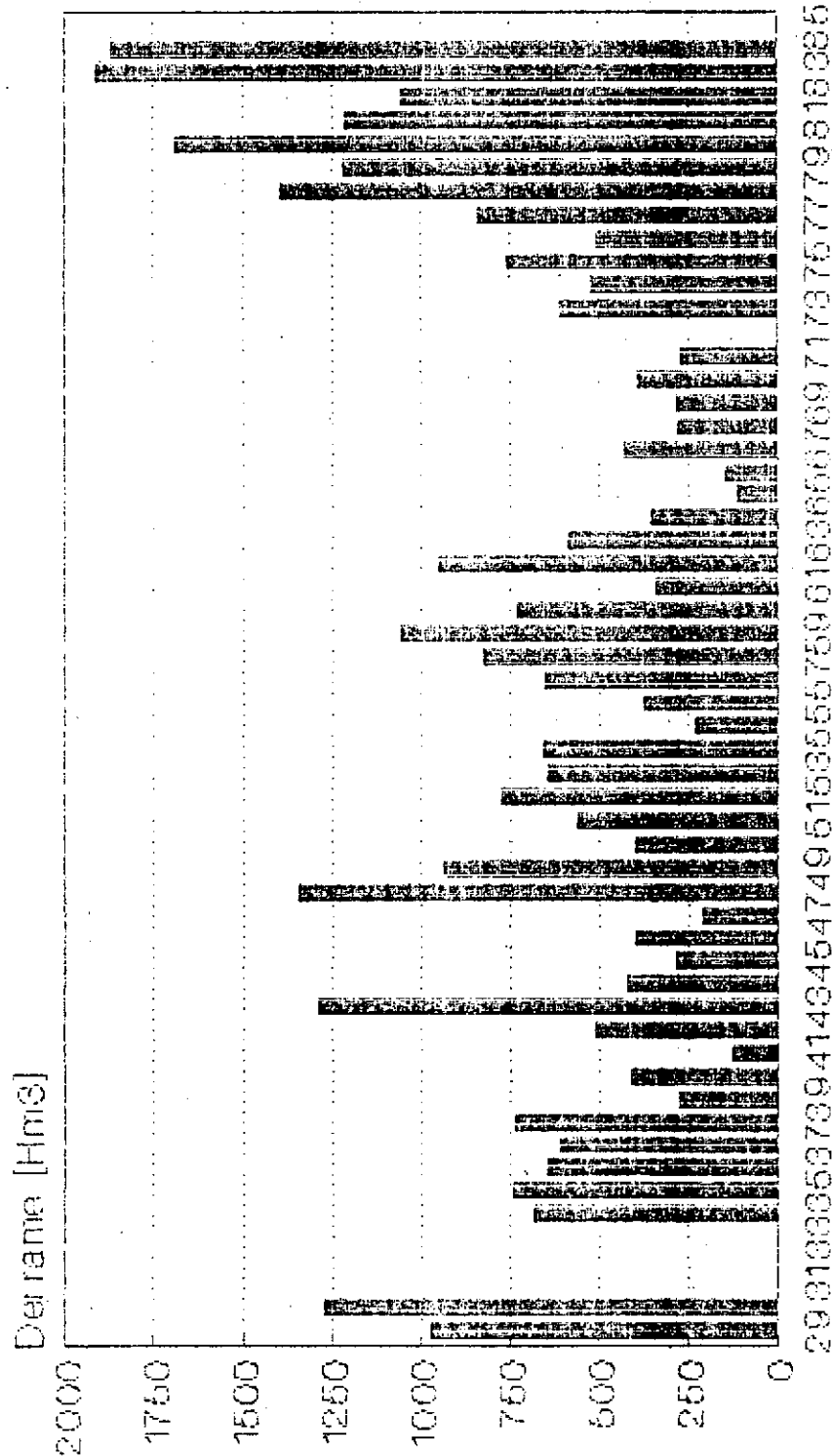


—+— Per. 34/35 - 71/72 —•— Per. 73/74 - 79/80

1973 Se cerró el embalse Cabra Corral



DERRAMES ANO HIDROLOGICO RIO SALADO EL ARENAL



Año hidrológico

Derrames anuales

Volumenes acumulados 1941/42-1984/85 El Arenal

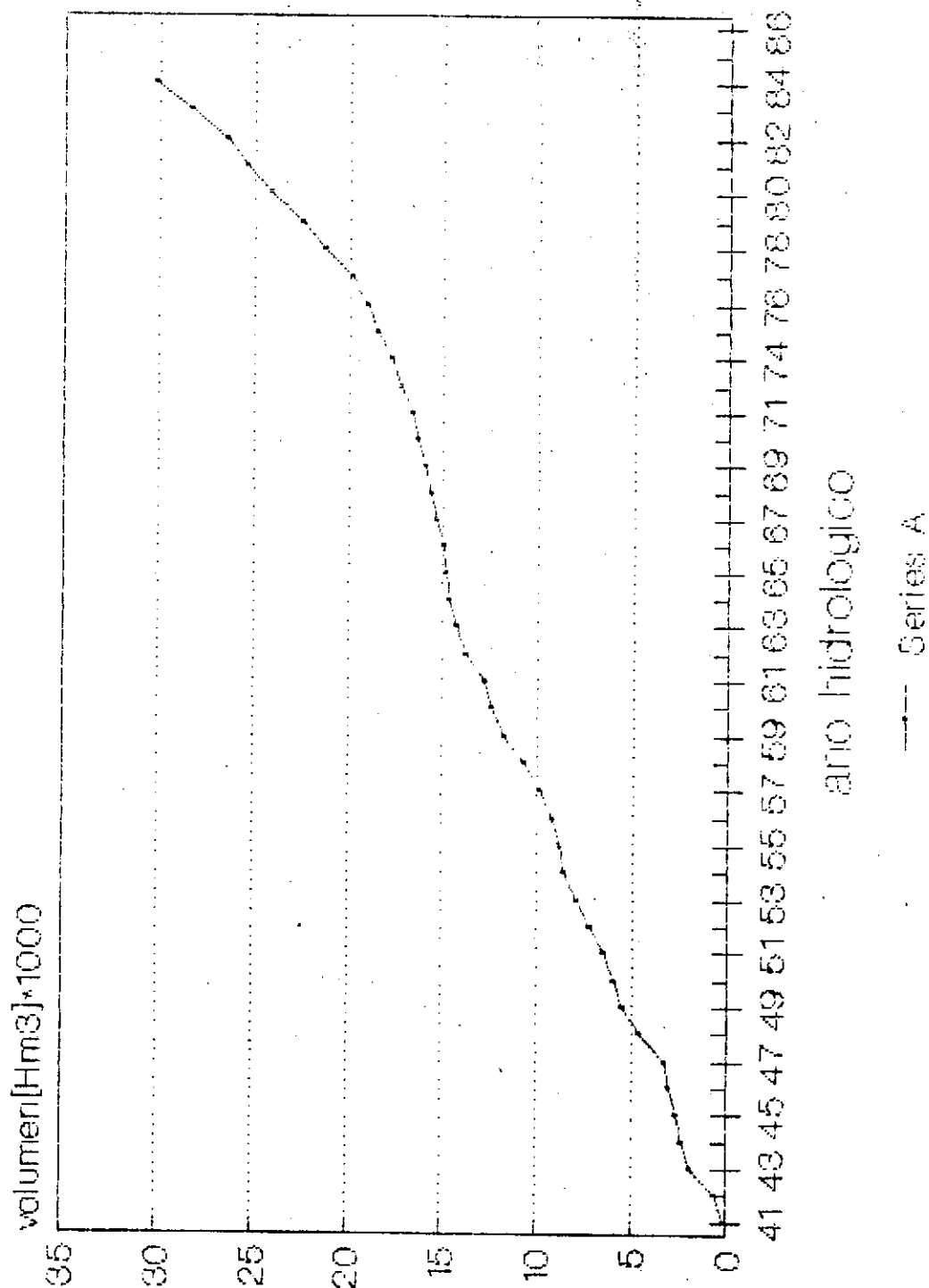




FOTO N° 1 (Puente Ruta N°5)

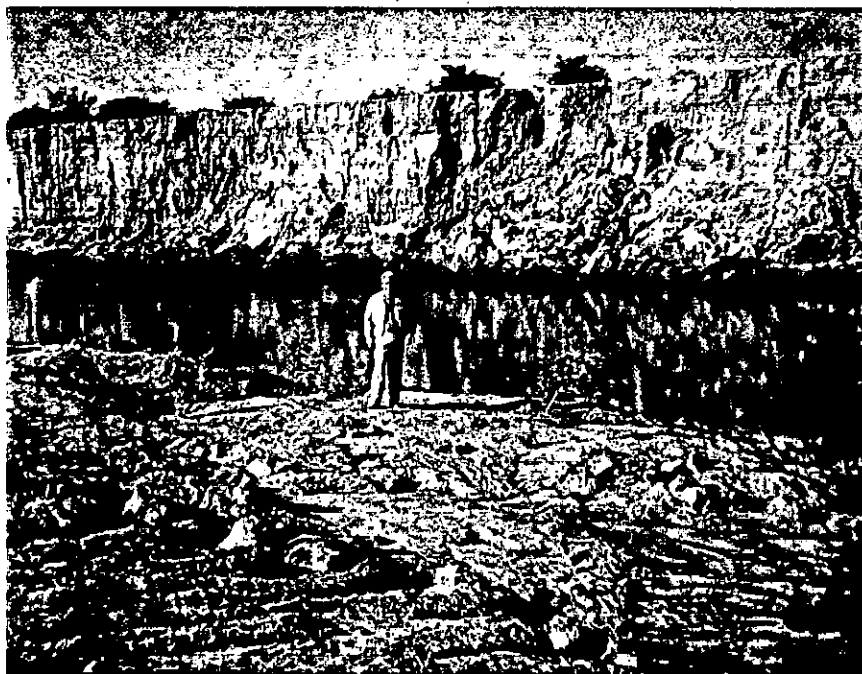


Foto N°2 (Aguas abajo Puente Ruta N°5)

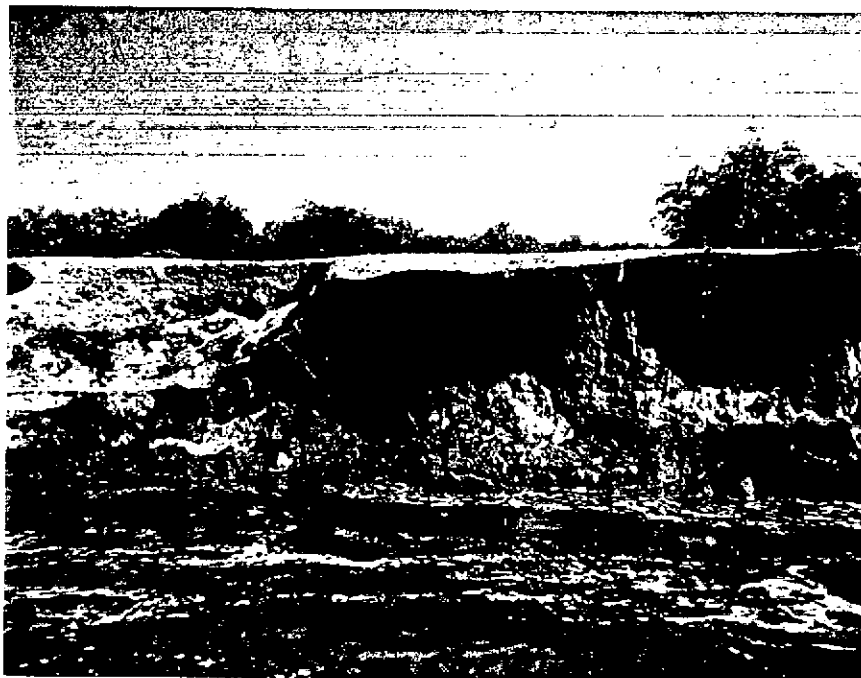


FOTO N°3 (Km 21 Desmoronamiento de Talud)

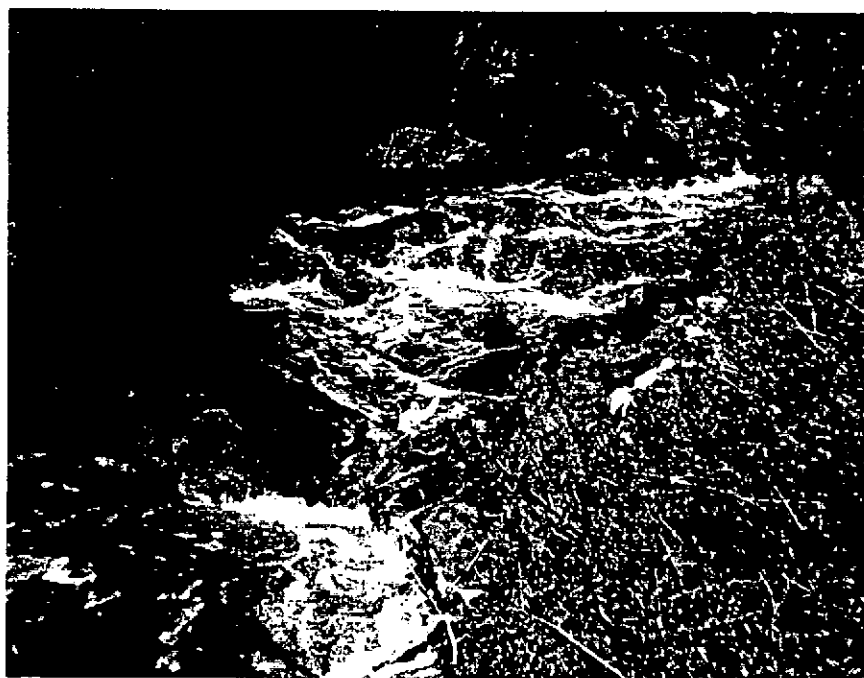


FOTO N°4 (Km 12 Cascada Retrocedente)

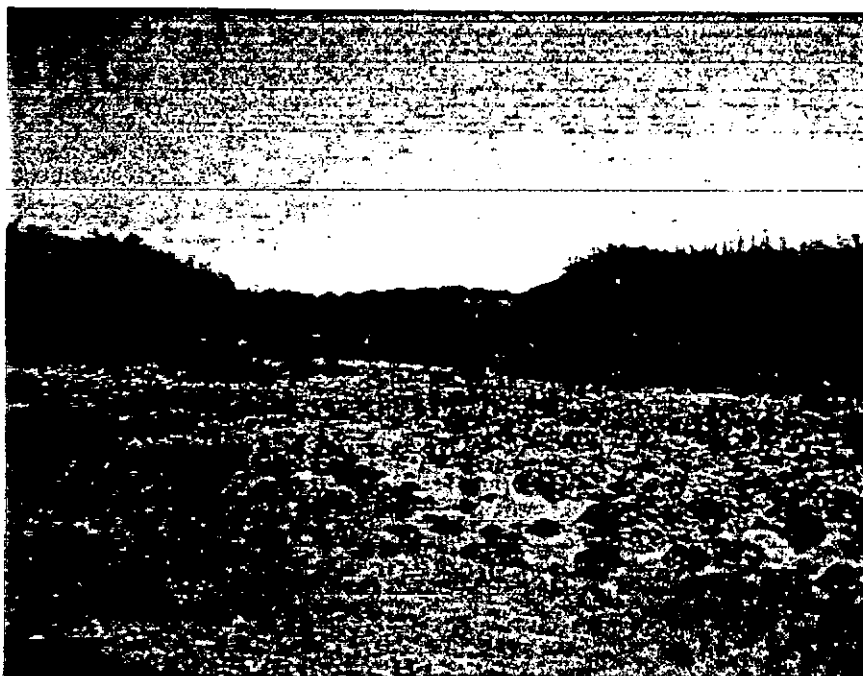
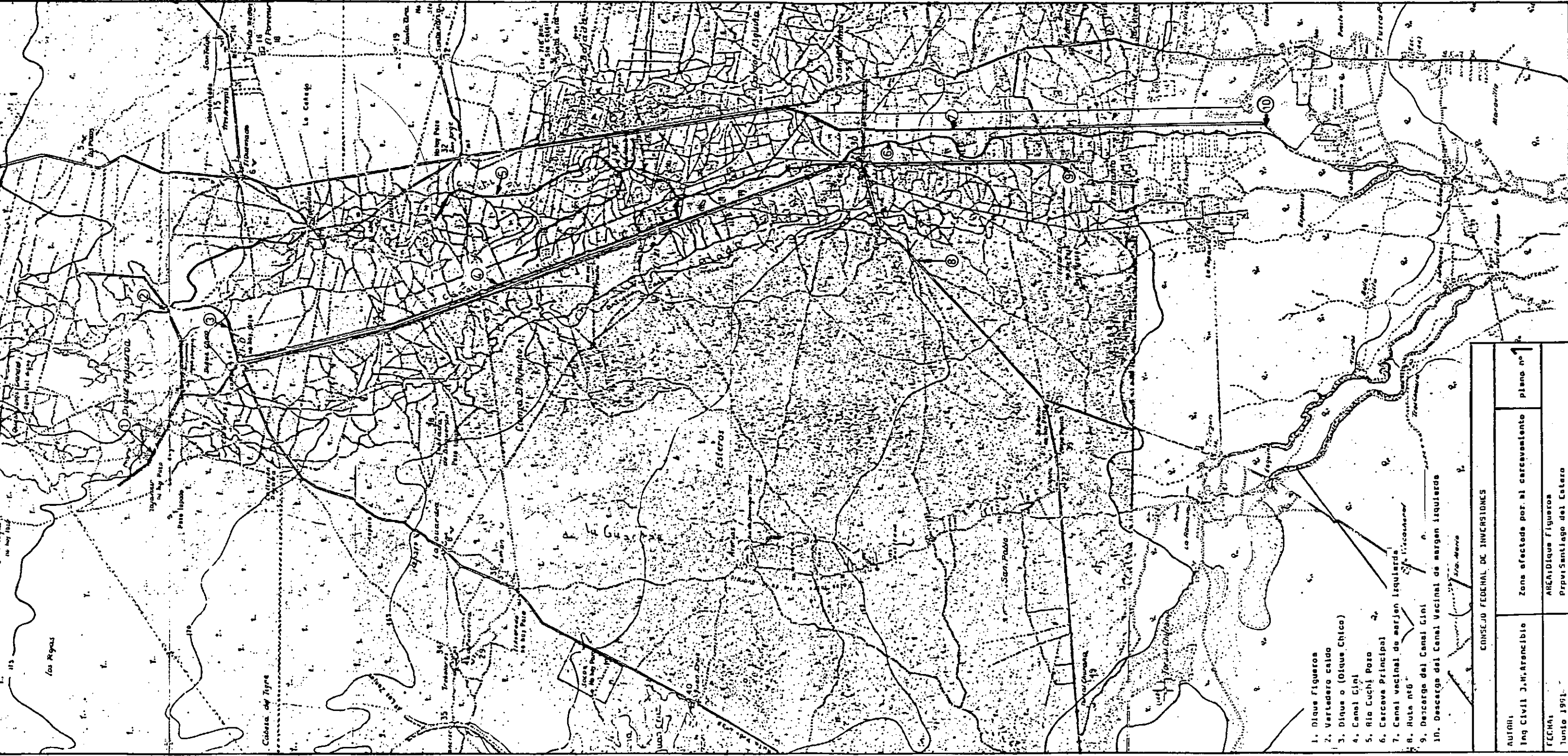


FOTO Nº 5 (Zona Bertedero Cascada Retrocedente)

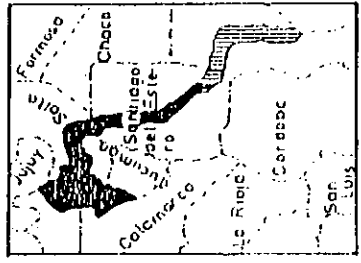


FOTO Nº 6 (Confluencia Carcava con Rio Salado)



1. Dique Figueras
2. Vertedero caldo
3. Dique o (Dique Chico)
4. Canal Cini
5. Rio Cuchi Pozo
6. Carcava Principal
7. Canal vecinal de margen izquierda
8. Ruta n°6
9. Descarga del Canal Cini
10. Descarga del Canal vecinal de margen izquierda

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES		
AUI/II	Zona afectada por el carcamiento	plano n° 1
Ing Civil J.M. Arancibia	AREA Dique Figueras propi. Santiago del Catoro	
FECHA: Junio 1991		



- REFERENCIAS:
- Cuenca del Río Salado
 - Cuenca desértica en el informe
 - ▲ Estación de Alarma
 - Población

SALTA DEL ESTERO

Mercedes

Sic Domingo Arenal

R. Salado

San Gregorio

Bañados de Figueras

San Gregorio

San Gregorio

San Gregorio

San Gregorio

San Gregorio

San Gregorio

San Gregorio

San Gregorio

San Gregorio

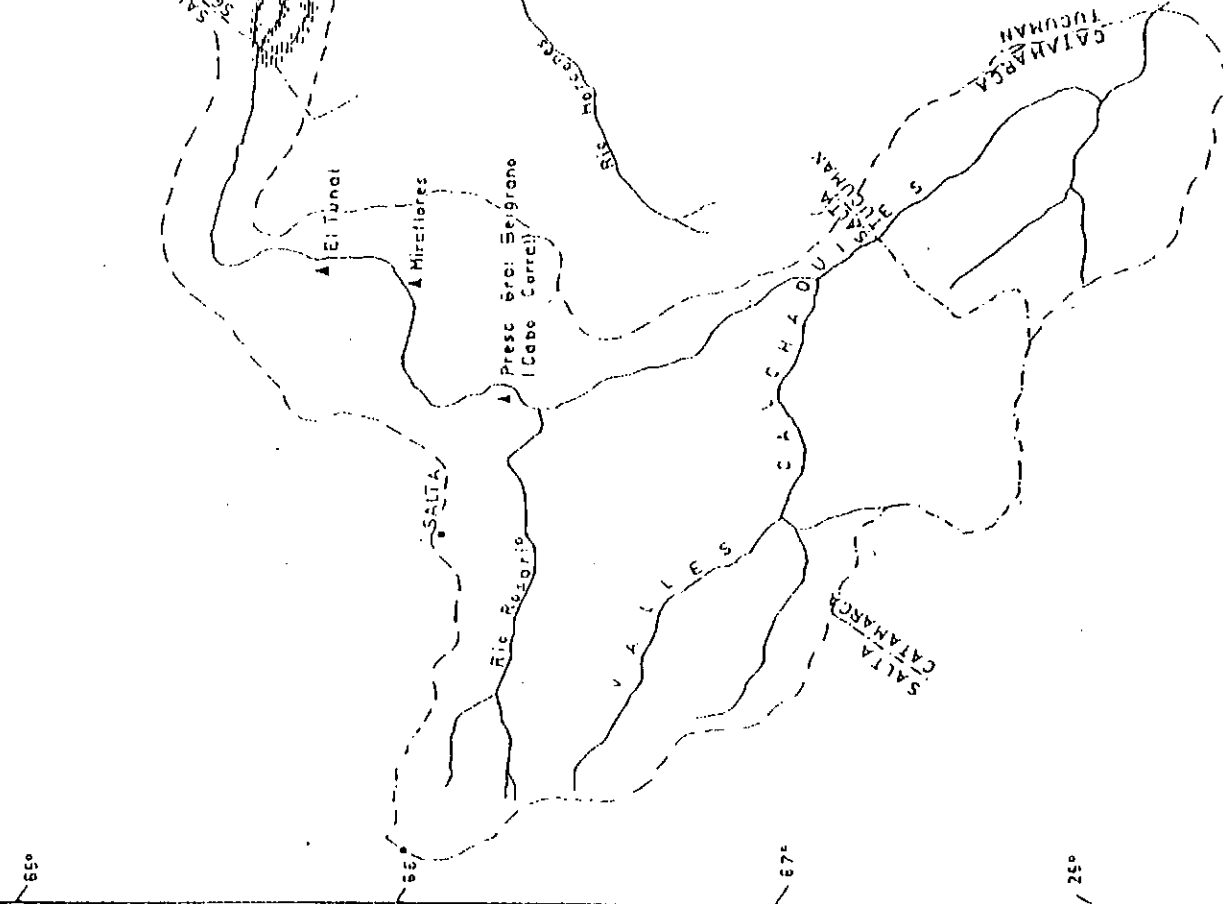
San Gregorio

San Gregorio

San Gregorio

San Gregorio

San Gregorio



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES		PLANO
Escala Gráfica	CUENCA DEL RIO SALADO (hasta suncho corral)	
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 km		2
AUTOR:	AREA: Dique Figueras	
Ing. Civil J.H. Arandibia	PROV. SANTIAGO DEL ESTERO	
FECHA:		
Junio 1991		