

**VERSION PRELIMINAR
SUJETA A CORRECCION**

29399

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL ANTEPROYECTO

DE REMODELACION DE LA RED DE RIEGO

Area: COPACABANA-BANDA DE LUCERO

(Provincia de Catamarca)

1219

PROYECTO NOA HIDRICO
SEGUNDA FASE

Realizado por: Pedro José V. Romagnoli
Ingeniero Civil

César Marcelo Abdo
Ingeniero Civil

H. 1112

X. 12

H. 110

F. 311

Catamarca

AÑO: 1981

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
<u>Memoria</u>	
1. <u>Introducción</u>	1
1.1 Ubicación	1
1.2 Clima	1
1.3 Hidrología	2
1.4 Suelos	3
1.4.1 Generalidades	3
1.4.2 Series Características Generales	3
1.5 Topografía Pendiente	5
1.6 Recurso Hídrico Superficial	5
1.7 Recurso Hídrico Subterráneo	8
2. <u>Situación Actual</u>	9
2.1 Infraestructura Actual de Riego	9
2.2 Desarrollo Agrícola actual	10
2.2.1 Cultivos actuales	10
2.3 Tamaño y Tenencia de las Explotaciones Agropecuarias	12
2.3.1 Copacabana	12
2.3.2 Banda de Lucero	13
3. <u>El Anteproyecto</u>	14
3.1 Objetivo	14
3.2 Desarrollo del Estudio	15
3.2.1 Generalidades	15

	<u>Pág.</u>
3.2.2 Cultivos posibles y Relación Porcentual propuesta	15
3.2.3 Propuesta para el uso del Agua en Parcela	17
3.2.4 Unidad Económica de Explotación	17
3.3 Descripción de las Obras Propuestas	18
3.3.1 Copacabana	19
3.3.2 Banda de Lucero	21
3.4 Criterios de Diseño Hidráulico	23
3.5 Planos	23
3.6 Presupuesto	24
4. <u>Consideraciones Relativas a la Preparación del Proyecto Ejecutivo</u>	24
5. <u>Bibliografía</u>	27
PLANOS	28
PRESUPUESTO	33
ANEXO	

INDICE DE CUADROS

	<u>Pág.</u>	
<u>Cuadro N° 1.4.2</u>	Series presentativas de Suelos	4
<u>Cuadro N° 1.6</u>	Análisis en diferentes Tomas de muestra	7
<u>Cuadro N° 2.2.1</u>	Superficie actualmente Cultivada	11
<u>Cuadro N° 2.3.1</u>	Tamaño de las Explotaciones Agropecuarias del área	13
<u>Cuadro N° 2.3.2</u>	Tamaño de las Explotaciones Agropecuarias del área	14
<u>Cuadro N° 3.2.2</u>	Relación porcentual de Cultivos propuesta	16

1. Introducción

1.1 Ubicación

Las áreas de riego de Copacabana y Banda de Lucero se ubican en el Distrito de Copacabana, Departamento Tinogasta, en el Valle del Río Abaucán, entre las Sierras de Copacabana y la falda occidental de la Sierra de Zapata, a cada lado del río.

La Ruta Nacional N° 60 y el Ferrocarril General Belgrano, ramal Cebollar-Tinogasta, forman líneas estrechadas al pié oriental de la Sierra de Copacabana y margen derecha del Río Abaucán, a lo largo de las cuales se han desarrollado las poblaciones de La Puntilla, El Alto y Copacabana, con sus respectivas zonas de riego. Sobre la margen izquierda del río, que se cruza mediante badenes precarios y enfrente de Copacabana se encuentran la población y la zona de riego de Banda de Lucero.

1.2 Clima

La zona del proyecto se encuentra a unos 1.150 m. sobre el nivel del mar.

Se trata de una región árida, con fuerte erosión eólica, temperaturas extremas y baja humedad ambiente, donde la vegetación sólo puede existir bajo riego, utilizando el agua de los ríos de la región.

1.3 Hidrología

La vida de la región depende del Río Abaucán y de sus afluentes. Los nacimientos del Abaucán se encuentran en las altas cumbres de la Cordillera y en su recorrido recibe aportes de los numerosos cordones serranos que cruzan la región. Aunque las precipitaciones en toda la cuenca son bajas, la enorme extensión de la misma (unos 14.000 Km²) origina la acumulación de caudales importantes.

La gran destrucción, principalmente mecánica de las rocas de la cuenca, como consecuencia de las características extremas del clima y el gran tectonismo de la región, ha llevado a la acumulación en los valles de grandes espesores de detritos por los que circulan subterráneamente caudales de agua más importantes que los superficiales. Las estrechuras topográficas o geológicas producen el afloramiento del agua subterránea permitiendo la creación de zonas de riego.

La zona de riego del proyecto se origina por la estrechura del valle, producida por la Sierra de Copacabana contra la Sierra de Zapata. Además, por el extremo norte de la primera, el Río Abaucán recibe un importante afluente, el Río Colorado, de gran aporte subterráneo y de crecientes. En toda la zona norte de La Puntilla se producen afloramientos o manantiales de agua, ya en las márgenes del Río Colorado, ya en el lecho del Río Abaucán, que llegan a un caudal medio del orden de los 2 m³/s. (*)

(*) Memoria Técnica de la Obra de Toma, Canal Maestro y Obras Complementarias en el Iníquo La Puntilla. Ing. Mario A. Folquer

1.4 Suelos

1.4.1 Generalidades

El estudio de suelos abarca una superficie aproximada de 2.500 Ha. repartidas en ambas márgenes del Río Abaucán. El levantamiento semidetallado ha permitido diferenciar las siguientes unidades cartográficas:

Serie: Copacabana-Banda de Lucero-Yucuco-El Hueso

Complejo: Banda de Lucero-El Hueso

1.4.2 Serie. Características generales

La Serie Copacabana, se caracteriza por la presencia de texturas franco-arenosas en superficie, a areno-franca en profundidad.

La textura franco limosa en todo el perfil, caracteriza la Serie Banda de Lucero.

Desde el punto de vista químico, los análisis de muestras revelan para ambas series elevados niveles de sodio intercambiable, valores de conductividad en el límite de tolerancia, pH alcalino en todo el perfil y bajo contenido de materia orgánica.

La Serie "yucuco" presenta texturas franco limosa en superficie y franco arenosa con presencia de pedregosidad en profundidad.

CUADRO N° 1.4.2.

SERIES REPRESENTATIVAS DE SUELOS

	Simbo lo	Clase de Apt.* p/riego	Prof.media útil (en m)	Textura	Cap.Almac. de agua útil (Wu en mm)	Superf. ocupada en Ha.	Obs.
Copacabana	Cc	IIsc	0,95-1,20	FA-AF-F	144,0	1.230	
Banda de Lucero	Bl	IIsc	0,95-1,00	FL-FL-FL	175,0	360	
Yucuco	Yu	IIIsc	0,70-0,90	FL-FL-FA	143,0	220	
El Hueso	Eh	IVsto	-	-	-	25	
Complejo Banda de <u>La</u> cero-El Hueso	Bl-Eh	IIsc-IVsto	-	-	-	75	No ap- tos pa- ra rie- go

(*) Simbología utilizada en el estudio de suelos publicado por el Proyecto

NOA HIDRICO - Segunda Fase

Fuente: Estudio de suelos - Proyecto NOA HIDRICO - Salta - Junio 1980.

Tanto para la Serie "El Hueso", como para el Complejo "Banda de Lucero-El Hueso", la predominancia de texturas finas y los elevados valores de H_a intercambiable, los hace aparecer como descartables para ser cultivados bajo riego.

En Cuadro N° 1.4.2 se muestra las series representativas de suelos.

1.5 Topografía. Pendiente

El relevamiento topográfico indicó para Copacabana una pendiente media de 0,5% (sentido longitudinal N-S). La pendiente transversal (sentido O-E), comienza con 1,4% en el extremo norte, disminuyendo hacia el sur hasta llegar a 0,3%.

En Banda de Lucero, la pendiente media longitudinal N-S es de 0,4%, con pendientes transversales de 0,6% al norte, 1,2% en la parte central, hasta llegar a 0,3-0,4% en el extremo sur.

1.6 Recurso hídrico superficial

El recurso superficial aprovechado para el riego de Copacabana-Banda de Lucero, es derivado del Río Abaucán por medio del dique de toma La Puertilla y actualmente con tomas directas ubicadas aguas abajo del Río Colorado; debido al deterioro sufrido por este en febrero de 1980.

a) Disponibilidad

Los aforos continuos de caudales derivados hacia los canales matrios comenzaron en el mes de Diciembre de 1979; continuando hasta la rotura del dique de toma.

Posteriormenté, el funcionamiento de tomas libres sobre el río, de carácter precario, produjo irregularidades en la derivación, que no han permitido registrar los caudales.

En consecuencia, los caudales medios derivados en el dique "La Puntilla" para los meses de Diciembre de 1979 y Enero de 1980, los aforos puntuales realizados hasta la fecha y el caudal continuo estimado en la memoria técnica de la obra de toma, fueron los valores utilizados (*) para estimar la actual área regada, determinando que la superficie empadronada de 850 Ha. podrá ser cubierta con los caudales derivados.

Sin embargo, en términos de volumen, el único registro para el mes de máxima demanda (Diciembre 1979) indica que solamente pueden regarse 550 - 600 Ha. con una dotación de 0,90 l/s/Ha. y una eficiencia de aplicación de 60%.

b) Calidad de agua para riego

El Cuadro N° 1.6 muestra los valores de análisis para diferentes tomas de muestras.

- Salinidad

La conductividad eléctrica del agua de superficie, oscila entre 1.700 - 2.000 micromhos por cm. a 25° C.

(*) Disponibilidad del Recurso Hídrico y Consumo Total de Agua para Riego.

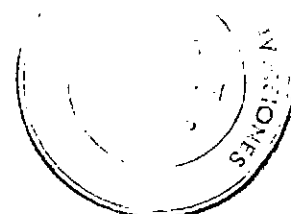
CUADRO N° 1.6.

ANÁLISIS EN DIFERENTES TOMAS DE MUESTRAS

Muestras	Río Abaucán Aguas Abajo Río Colorado	Acequia Casa Blanca - Copacabana	Acequia Escuela Banda de Lucero
C.E. a 25°C	1.728 μ nhos/cm	1.638 μ nhos/cm	2.022 μ nhos/cm
pH	7,85	7,90	7,80
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	8,15	7,76	10,0
Na ⁺ + K ⁺	7,84	7,64	9,2
CO ₃ ⁻	-	-	-
CO ₃ H ⁻	221,3	33,20	110,67
SO ₄ ⁻	234,15	370,21	297,79
Cl ⁻	248,32	240,62	384,04
R.A.S.	3,65	3,60	3,82
Boro	0,70	0,50	0,70
Clasificación s/Reverside Mod. Thorne-Peterson	C ₃ - S ₁	C ₃ - S ₁	C ₃ - S ₁

Fuente: Toma de muestras efectuadas por el Proyecto HOA Hídrico.

Análisis químicos realizados por la Dirección General Agropecuaria de la Provincia de Salta.



De acuerdo al criterio de la clasificación de Reverside modificado por Thorne y Peterson, el análisis de las muestras estudiadas se encuadran dentro de los términos $C_3 S_1$ que significa: AGUA ALTAMENTE SALINA (C_3): "No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se pueden necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo por lo tanto, seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales"(*).

- Sodio

La relación absorción de sodio (R.A.S.) alcanza valores entre 3 - 10, indicando aguas con bajo contenido de sodio, factible de ser utilizada para el riego en la mayoría de los suelos, con escasa probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

- Boro

Las concentraciones de Boro alcanzan valores comprendidos entre 0,5 y 0,7 mg/l. Tal concentración de Boro en el agua de riego no causaría mayores inconvenientes a suelos regados en forma continua. No obstante será necesario realizar nuevas tomas de muestras y analizarlas con respecto a Boro, ya que un sólo análisis no es suficiente para determinar valores de concentración.

1.7 Recurso hídrico subterráneo

La presencia de agua subterránea en el subsuelo del Valle del Río Abaucán, en la zona de Copacabana-Banda de Lucero está comprobada por

(*) Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. México 1977.

algunos pozos perforados. Entre estos se destaca el pozo perforado en la finca denominada "Los Caracoles" en Banda de Lucero, cuyas aguas se utilizan para el riego. Esta observación y otras efectuadas en el transcurso del estudio del área alientan la posibilidad de abastecer, con agua subterránea requerimientos de riego complementarios que pueden aliviar situaciones críticas de escasez de agua.

Para el mismo se dispone de datos de tres pozos perforados, de los cuales, el mencionado anteriormente, de acuerdo a los antecedentes, produce un caudal de $260 \text{ m}^3/\text{h}$.

No se ha detectado información acerca de la calidad del agua, excepto una observación que es "apta para todo uso" (Finca los Caracoles).

2. Situación actual

2.1 Infraestructura actual de riego

La infraestructura existente de riego del área está constituida por una obra de toma -dique derivador ubicado en la localidad de La Puntilla, actualmente fuera de servicio-, un canal maestro sobre la margen izquierda -revestido en hormigón- que se extiende hasta el comienzo de la zona de riego de Banda de Lucero con una longitud de 1.381,5 m. y el canal maestro sobre la margen derecha, también revestido en hormigón con una longitud total en una distancia de 1.417,00 m. hasta la localidad de El Alto. A partir de dichos puntos el riego en ambas zonas se continúa mediante canalizaciones en tierra de trazas sinuosas, derivaciones diversas y pequeñas obras de arte de tipo rudimentarias y precarias. El esquema básico actual de distribución de agua para Copacabana (margen derecha), está constituido por las acequias: a) El Alto, alimentada actualmente por el tramo del canal matriz revestido; b) Acequia El Común, también alimen

tada por el canal matriz por medio de una toma, c) Acequia Casa Blanca con toma libre sobre el Río Abaucán, aguas abajo del Dique La Funtilla y d) Acequia La Villa con toma libre sobre el río y situada aguas abajo de la anterior. De todas ellas parten derivaciones que cubren una zona bajo riego estimada en 476 Ha.

Para la zona de Banda de Lucero (margen izquierda) el sistema básico actual de distribución está constituido por las acequias llamadas de Aybar y Lucero, alimentadas por el canal matriz revestido.

De ellas parten derivaciones que cubren la zona bajo riego estimada en 376 Ha. La superficie total empadronada para toda el área es de aproximadamente 852 Ha. superficie actual.

2.2 Desarrollo agrícola actual

2.2.1 Cultivos actuales

La vid y el olivo ocupan la mayor superficie cultivada en el área de estudio, siguiéndole en importancia el alfalfa. Para el rubro de cultivos anuales el área cultivada es menor y las principales especies son el maíz, cereales de invierno, comino y hortalizas. En el Cuadro N. 2.2.1 se resumen los valores de superficie y porcentaje para cada rubro de cultivo. En cuanto a rendimientos de los principales cultivos, la vid rinde en promedio unos 8.000 Kg/Ha. y el olivo 5.000 Kg/Ha.

a) Tecnificación y Prácticas de cultivos

Los pequeños productores (minifundistas) realizan las labores culturales en forma manual; para éstos, tanto la aplicación de fertilizantes como las pulverizaciones con productos químicos (funguicidas y/o insecticidas) es limitada.

CUADRO N° 2.2.1.

SUPERFICIE ACTUALMENTE CULTIVADA (*)

C U L T I V O	C O P A C A B A N A		B A N D A D E LUCERO	
	Superficie (en Ha)	Porcentaje	Superficie (en Ha)	Porcentaje
VID	201	38	279	73
OLIVO	118	22	52	14
ALFALFA	99	19	16	4
MAIZ	52	10	14	4
CEREALES DE INVIERNO	28	5	13	3
OTROS	35	6	9	2
TOTAL	533	100	383	100

FUENTE: Caracterización Productiva - PROYECTO MOA HIDRICO - Segunda Fase

Abril 1.981.-

(*) CONSAGRA

En el caso de propietarios con mayor capacidad económica y que poseen su propio equipo mecánico, pueden realizar trabajos más adecuados en implantaciones que ocupan mayor superficie y constituidas por parcelas bien diseñadas (caso de parrales con sistema de conducción apropiado).

b) Método de riego empleado

La aplicación de agua a nivel parcelario se realiza por gravedad, en piletas o "batacas" de inundación, melgas en pendiente, por zanjas y en menor grado por surcos.

2.3 Tamaño y Tenencia de las Explotaciones Agropecuarias

2.3.1 Copacabana

El área de estudio tiene una superficie de aproximadamente 800 Ha., pero todos los análisis de la misma se efectuaron sobre la base del área efectivamente explotada por aquellos productores que tenían cultivos bajo riego en el año agrícola 1979-1980, que fue de 473 Ha.

El tamaño discriminado en 5 rangos, la cantidad de explotaciones y la superficie por rango, como así también los porcentajes con respecto a los totales se consignan en el cuadro N°

2.3.1.

En cuanto a la tenencia, el sistema imperante en la zona es el de la propiedad, ya que el 78% de las explotaciones son propiedad de sus titulares, mientras que el 15% están en manos de tenedores precarios y el 7% están explotadas por medieros.

CUADRO N° 2.3.1

TAMAÑO DE LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS DEL AREA

Superficie en Ha bajo riego	Cant.de Explotación		Superficie		Promedio
	N°	%	Ha.	%	Ha
0,25 - 0,9	56	47	33	7	0,59
1 - 1,4	22	19	26	5	1,18
1,5 - 1,9	16	14	29	6	1,81
2 - 3,9	13	10	42	9	3,50
4 - más	12	10	343	73	28,58
TOTAL	119	100	473	100	3,97

Fuente Datos encuesta NOA HIDRICO, extrapolados al Catastro Provincial existente.

2.3.2. Banda de Lucero

El área en estudio tiene una superficie de aproximadamente 550 Has. pero todos los análisis de la misma se efectuaron sobre la base del área efectivamente explotada por aquellos productores que tenían cultivos bajo riego en el año agrícola 1979/80, que fue de 376 has.

El tamaño discriminado en 5 rangos, la cantidad de explotaciones, la superficie por rango, y porcentajes respecto a sus respectivos totales se consignan en el cuadro 2.3.2.

En cuanto a la tenencia, el sistema imperante en la zona es el de la propiedad ya que el 97% de las explotaciones son

propiedad de sus titulares, mientras que el 3% están en manos de tenedores precarios.

CUADRO N° 2.3.2.

TAMAÑO DE LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS DEL AREA

Superficie en Has bajo riego	Cantidad de Explotación		Superficie		Promedio
	N°	%	Ha	%	Ha
0,5 - 1,4	8	11	6	1	0,75
1,5 - 2,4	22	31	42	10	1,91
2,5 - 3,9	18	25	61	14	3,39
4 - 5,4	14	20	70	18	5,00
5,5 - más	9	13	197	57	21,88
TOTAL	71	100	376	100	5,29

Fuente Datos encuesta NOA HIDRICO, extrapoladas al catastro provincial existente.

3. El Anteproyecto

3.1 Objetivo

El Proyecto NOA HIDRICO, a pedido de la Provincia, ha encarado el estudio de la remodelación de la red de riego de Copacabana y Banda de Lucero a partir de la cabecera de los canales revestidos construídos a fin de lograr la utilización racional de las aguas con fines de riego.

Con ese objeto el Proyecto a desarrollado los estudios básicos de suelos, topografía y los cálculos de la disponibilidad y estina-

ción de la demanda y distribución de agua para riego, como así mismo la determinación de la unidad de explotación.

La propuesta de diseño para la remodelación de la red de riego, confeccionada a nivel de anteproyecto en base a los estudios realizados, es el contenido del presente informe que el Proyecto NOA HÍDRICO somete a consideración de la Provincia de Catamarca como paso previo a la confección del Proyecto ejecutivo de las obras.

3.2 Desarrollo del estudio

3.2.1 Generalidades

El anteproyecto de remodelación de la red de riego para el área de Copacabana-Banda de Lucero responde al esquema básico de distribución que se grafica en el plano N° 1.

Para su confección se ha tratado de compatibilizar la situación existente, en lo que se refiere a infraestructura de obras y dominio de la tierra, con las conclusiones de los estudios básicos realizados.

3.2.2 Cultivos posibles y relación porcentual propuesta

En base al estudio realizado por el Ing. Agr. Armando L. De Fina, en su publicación denominada "Cultivos Posibles en las Diversas Areas de la República Argentina", surge para el área de Tinogasta una lista de cultivos factibles comprendidos dentro de los rubros: Hortalizas, Cereales, Forrajeras, Cultivos Industriales y Frutales.

En general, dentro del grupo de cultivos anuales y plurianuales existe una gama bastante amplia de especies que se adapt

tan a las condiciones agroclimáticas del área y que pueden cultivarse con riego. En frutales, el Olivo (*Olea europea*), la vid europea (*Vitis Vinífera*), Higuera (*Ficus carica*) y el Membrillo (*Cydonia oblonga*) se desarrollan otorgando buenos resultados.

La estructura de los planes de cultivo ha sido conformada sobre la base de los estudios de caracterización productiva y el análisis de colocación de productos en diferentes mercados.

En base al conocimiento de las condiciones climáticas, se determinaron las especies de posible implantación o siembra, cuya producción permitirá la colocación en diversos mercados, competitivos entre sí, otorgando la posibilidad de realizar mayores inversiones en las propiedades, con la correspondiente elevación del actual nivel socio-económico. En el Cuadro 3.2.2 la relación porcentual de cultivos propuesta.

CUADRO N° 3.2.2

RELACION PORCENTUAL DE CULTIVOS PROPUESTA

Cultivos	%
Vid	42
Olivo	25
Alfalfa	8
Cereales de invierno	8
Maíz	8
Comino	4
Otros	5

3.2.3. Propuesta para el uso del agua en parcela

Método de riego

En el área, existen diversos factores que no favorecen la aplicación de los métodos por goteo o aspersión que podrían resultar eficientes. La carga de sedimentos que transporte el agua para riego, junto a las elevadas inversiones que traería aparejado el cambio de los métodos tradicionales, limitan la posibilidad a la aplicación de agua por escurrimiento o gravedad, en melgas o surcos, dependiendo del tipo de cultivo y pendiente del terreno.

Esquema de Distribución de Agua

El agua se entregará a nivel de las parcelas que surjan del remodelamiento del área, mediante la aplicación de turnos pre-establecidos.

El suministro debe efectuarse en forma ordenada y progresiva, cumpliendo el intervalo de riego fijado por la relación existente entre la lámina aplicada y el consumo diario o mensual.

3.2.4. Unidad económica de explotación

La unidad económica de explotación determinada en el informe económico respectivo resultó de 4 Ha. netas cultivadas. El reagrupamiento de minifundios para lograr dicha unidad de explotación implica una superficie bruta bastante mayor, pues será necesario descontarle el espacio ocupado por la vivienda y otras mejoras.

En base a ello se ha adoptado el siguiente criterio para la reestructuración parcelaria.

- a) Mantener las parcelas actuales que resulten iguales o superiores a los 3,5 Ha netas cultivadas, considerando que un pequeño decrecimiento respecto a la unidad económica calculada de 4 Ha netas, no tiene una marcada influencia negativa en la rentabilidad de la finca.
- b) Reagrupar parcelas colindantes de una superficie menor a las 3,5 Ha netas de riego en unidades capaces de contener una superficie de 4 Ha netas cultivadas, una vez descontados los espacios ocupados por viviendas y otras mejoras.

Los instrumentos legales que sean necesarios dictar para la concreción de una unidad económica de explotación partiendo del reagrupamiento de varios minifundios deberán ser concordantes con los políticos de desarrollo establecidas por el gobierno provincial.

3.3 Descripción de las obras propuestas

Para ambas zonas el diseño de la red se desarrolla a partir de los puntos extremos de los canales matricos revestidos existentes, por medio de canales principales que se prolongan hasta aproximadamente el centro de las mismas; de dichos canales parten secundarios que alimentan la red de canales comuneros que proveen de agua para riego a las fincas remodeladas.

A continuación se describen los criterios básicos, de diseño seguidos para la red de riego tanto para Copacabana como para la zona de Banda de Lucero. (Como anexo se incluye "Informe de la Consultoría en Ingeniería Hidráulica" producido por el Ing. Kåre Brevik consultor del PEUD).

3.3.1 Copacabana

Generalidades

La red de riego propuesta para la zona de Copacabana se compone de un canal maestro, al que se ha denominado Copacabana, 4 canales secundarios y la red de canales comuneros diseñados con sus correspondientes obras de arte (saltos, tomas, alcantarillas, partidores aforadores, etc) tal cual se aprecia en el Plano N° 1

Las características principales de los elementos componentes de la red proyectada se enuncia a continuación.

Canal Maestro Copacabana

El canal matriz proyectado para el riego de la zona de Copacabana se desarrolla, a partir de la cabecera del tramo de canal ya construido-Progressiva 1.417,00-, por la margen derecha del Río Abaucán. Su traza sigue después del cruce con el F.F.C.C., una trayectoria aproximadamente paralela a la ruta nacional N° 60 a la cual acompaña hasta la progresiva 4.310,00 del mismo. A partir de allí atraviesa dicha vía de comunicación para faldear la sierra de Copacabana, buscando dominio topográfico, hasta las proximidades del cementerio, en donde cambia de dirección para orientarse hacia el este para terminar después de un corto trayecto en un partidor desde donde derivan 2 canales secundarios (Planos N° 1° y N° 3°).

El canal maestro se ha proyectado revestido de hormigón simple en todo su recorrido, y con sección trapezoidal de 1 m. de solera, y 1,10 m de altura de revestimiento que tiene un espesor de 0,10 m.; los taludes son 1: 1,5 con una protección de banquina

de hormigón de 0,20 m. Las obras de arte previstas incluyen tomas para canales secundarios y comuneros, saltos y alcantarillas en los cruces con caminos al ferrocarril.

En la alternativa estudiada por el Consultor del PNUD Ingeniero Kåre Brevik adopta una pendiente constante de 0,001 en el canal, valor este que se mantiene con las correcciones de nivel que se efectúan mediante saltos, tal cual se observa en el perfil longitudinal del canal maestro (Plano N° 2). El caudal calculado resulta de 1,5 m³/seg.

En una SEGUNDA ALTERNATIVA, con la cual se ha confeccionado el presupuesto) se trata de seguir la pendiente natural del terreno, tomando como únicos condicionantes el límite de la velocidad no erosiva y la seguridad del dominio por gravedad en las derivaciones. Para la confección del presupuesto se utilizó la sección tipo resultante de una pendiente media.

Canales Secundarios (SCI, SCII, SCIII y SCIV).

Se ha diseñado cuatro canales secundarios para alimentar la red de comuneros del sistema propuesto. El primero de los canales secundarios, el SCI según la nomenclatura de denominación adoptada tiene su toma en la progresiva 3.904,81 del canal maestro y en su primer tramo se dirige hacia el este para doblar posteriormente hacia el sur, dirección ésta que mantiene a lo largo de su recorrido. Ha sido proyectado, lo mismo que todos los secundarios de la red, revestido en piedra con juntas tomadas con mortero siendo su sección de tipo trapezoidal con 0,60 m. de solera, 1,20 m. de altura de revestimiento y taludes de 1: 1,5.

El canal secundario SCII tiene su toma en las inmediaciones del cementerio y los canales secundarios SCIII y SCIV al final del principal. La traza de los mismos, así como también su sección transversal se aprecia en los planos N° 1 y N° 3.

El caudal de cálculo adoptado es de 500 l/s con una pendiente media del 0,00100. En la segunda alternativa los canales secundarios se prevé serán revestidos de hormigón.

Canales Comunes

Los comunes, cuyas trazas se han dibujado en los planos arriba citados se han diseñado con sección transversal de tipo trapecial de 0,40 m. de ancho de solera, 0,80 m. de tirante y con taludes de 1:1,5 excavados en tierra. Estos canales comunes abastecen con agua para riego la totalidad de la superficie relevada por la Consultora Consagra S.R.L. habiéndose previsto una entrega a cada finca remodelada por medio de una toma con capacidad de derivación de 50 l/s. El caudal de cálculo adoptado para la determinación de la sección mojada del comunero fue de 100 l/s y con una pendiente media de 0,00100.

En la segunda alternativa estos canales están previstos con revestimiento de hormigón.

3.3.2. Banda de Lucero

Generalidades

La red de riego que se propone para la zona de riego de Banda de Lucero se compone de un canal maestro, denominado Banda de Lucero, y cinco canales secundarios que con sus respectivos comunes sirven una extensión aproximada de 400 Ha bajo riego.

Canal Maestro Banda de Lucero

El canal proyectado desarrolla su traza a partir de la cabecera del canal maestro revestido existente que finaliza en su partididor realizado en hormigón; a partir del mismo su traza pasa por el costado este de la represa de Casas Nóbrega conservando una alineación recta hasta las inmediaciones de la Iglesia donde culmina en la cabecera de los canales secundarios SBIV y SBV. Ha sido resuelto en hormigón simple, conformando una sección trapezoidal similar a la del canal maestro Copacabana. De igual manera que éste su capacidad de cálculo ha sido determinado en $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ con una pendiente del 0,00100. La segunda alternativa sigue para todos los canales el mismo criterio aplicado en Copacabana.

Canales Secundarios

Los canales secundarios de la red han sido diseñados con los mismos parámetros y de iguales características que los de Copacabana. Se han previsto 5 cinco canales secundarios, el primero de los cuales el SBI tiene su toma frente a la represa de Casas Nóbrega. Los restantes canales, con sus lugares de tomas y sus trazas, se muestran en el plano general de la red (Plano II° 1) lo anteriormente descrito corresponde a la alternativa 1 de diseño; en la alternativa 2, se prevee canales revestidos de hormigón simple.

Canales Comunes:

En general poseen orientación noroeste-sudoeste y se desarrollan a partir de los canales secundarios cubriendo toda el área a servir. Su distribución en planta, se muestra en Plano

Nº 1 y exponen una longitud total cercana a los 20 km, teniendo el canal más extenso una longitud de 950 m.

En la primera alternativa han sido diseñado como canales rectos en tierra con secciones y pendientes similares a los de Copacabana.

La segunda alternativa fueron dimensionados con un revestimiento de hormigón simple que permite adoptar una pendiente más elevada.

3.4 Criterios de diseño hidráulico

Los criterios hidráulicos del diseño para la alternativa 1 se describen en el punto 4.3 del Anexo.

En la segunda alternativa se sigue para el dimensionado de los canales, secundarios y comuneros, el mismo criterio utilizado para el canal principal (Parte 3.3.1-canal maestro Copacabana). A nivel de proyecto se dimensionará con las pendientes que resulten del término natural, tomando los limitantes ya señaladas. Los espesores a dar a los revestimientos serán fijados acorde con la categoría del canal y con el procedimiento constructivo que se adopte para los terraplenes donde se excavará y perfilará la sección de conducción.

3.5 Planos

En el Plano Nº 1 (Escala 1:7500) se ha representado el esquema básico de distribución que ha servido para determinar las longitudes correspondientes a cada categorías de canales (principal, secundarios comuneros) y con ello confeccionar el presupuesto aproximado necesario para la evaluación económica.

El Plano N° 2 (Escala 1:2.000); constituye un plano tipo de la planimetría y perfil longitudinal de tramos del canal principal. La documentación del proyecto contendría los planos que correspondan a todos los tramos del canal principal los planos Nos. 3y 4 (Escala - las varias) representan planos tipo de obras de arte. La documentación del proyecto contendría todos los que fueran necesarios para definir hechos y regulares y además los planos tipos de obras de arte repetitivas con indicación de las dimensiones que por los caudales de conducción corresponda.

3.6 Presupuesto

El presupuesto aproximado que se adjunta, se ha confeccionado sobre la base de un cómputo obtenido del esquema general de distribución (longitud de canales) y volúmen de hormigón de obras de arte (cantidad de obras de arte necesarias).

El presente presupuesto tiene por finalidad proporcionar un monto para ser utilizado en la evaluación económica de las obras y determinar su prefactibilidad, que se explican detalladamente en el informe respectivo; por lo tanto se estima que este valor no será superado en el presupuesto definitivo. No obstante si de los ajustes que surjan a nivel de proyecto se viera comprometida la rentabilidad de la finca; se indicará la parte de las obras que deberán ser construídas por el estado a fondos perdidos a fin de mantener la rentabilidad de la parcela remodelada dentro de valores que preserven el desarrollo armónico y sostenido del Distrito de riego.

4. Consideraciones relativas a la preparación del Proyecto Ejecutivo

En base de los lineamientos generales del anteproyecto y su correspondiente presupuesto, al informe de prefactibilidad económica y a los ajustes que surjan de una mesa de trabajo a integrar entre Funcionarios y

Técnicos de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Catamarca y del Proyecto NOA HÍDRICO (donde se analizarán los criterios que más adelante se indican); se definirán las pautas a seguir en la preparación del proyecto ejecutivo.

Como paso previo para que el Proyecto NOA HÍDRICO, pueda continuar con el trabajo de preparación de la documentación técnica del proyecto ejecutivo para las obras: "Remodelación de las Redes de Riego de Copacabana y Banda de Lucero"; la Provincia deberá prestar su conformidad a las pautas que a continuación se exponen, agregar las que considere necesarias y definir, cuando sea el caso, la o las cláusulas sustitutas.

Pautas a seguir en la preparación del proyecto ejecutivo, de la obra: Remodelación de las Redes de Riego de Copacabana-Banda de Lucero-Departamento (Tinogasta) Provincia de Catamarca:

- 1) El sistema proyectado estará en condiciones de entregar a nivel de parcela remodelada el caudal de manejo correspondiente a la dotación óptima, para la relación de cultivo propuesta, recomendándose una eficiencia de aplicación en predio del 70%.
- 2) Por exigencia del tamaño de la parcela, se podrá entregar múltiplos del caudal de manejo, debiendo el usuario tener infraestructura interna de distribución adecuada, que le permita mantener la eficiencia señalada del 70% en predio.
- 3) La entrega del caudal de manejo, o un múltiplo de éste, se hará a través de una única obra por parcela remodelada; ésta cláusula solo podrá ser modificada en los siguientes casos:
 - a) Cuando desde el lugar de entrega no haya dominio por gravedad.

- b) Cuando la parcela sea atravezada por un canal y resulte más conveniente para el Ente Administrador del Distrito, servirle desde dos o mas derivaciones.
- 4) Se entiende por parcela remodelada aquella cuya superficie nota con riego no sea inferior a 3,5 Ha.
- 5) Todos los canales serán revestidos para disminuir las pérdidas por conducción y se extenderán sólo hasta la obra de entrega a la parcela remodelada.
- 6) El sistema será dotado de todos los mecanismos y dispositivos necesarios para la eficaz distribución del agua a fin de facilitar la operación del Distrito.
- 7) La red de riego contará, de acuerdo a las necesidades de control y manejo racional del agua para riego, con estructuras de aforo que posibiliten conocer los caudales entregados a cada una de las fincas remodeladas.
- 8) Otras.

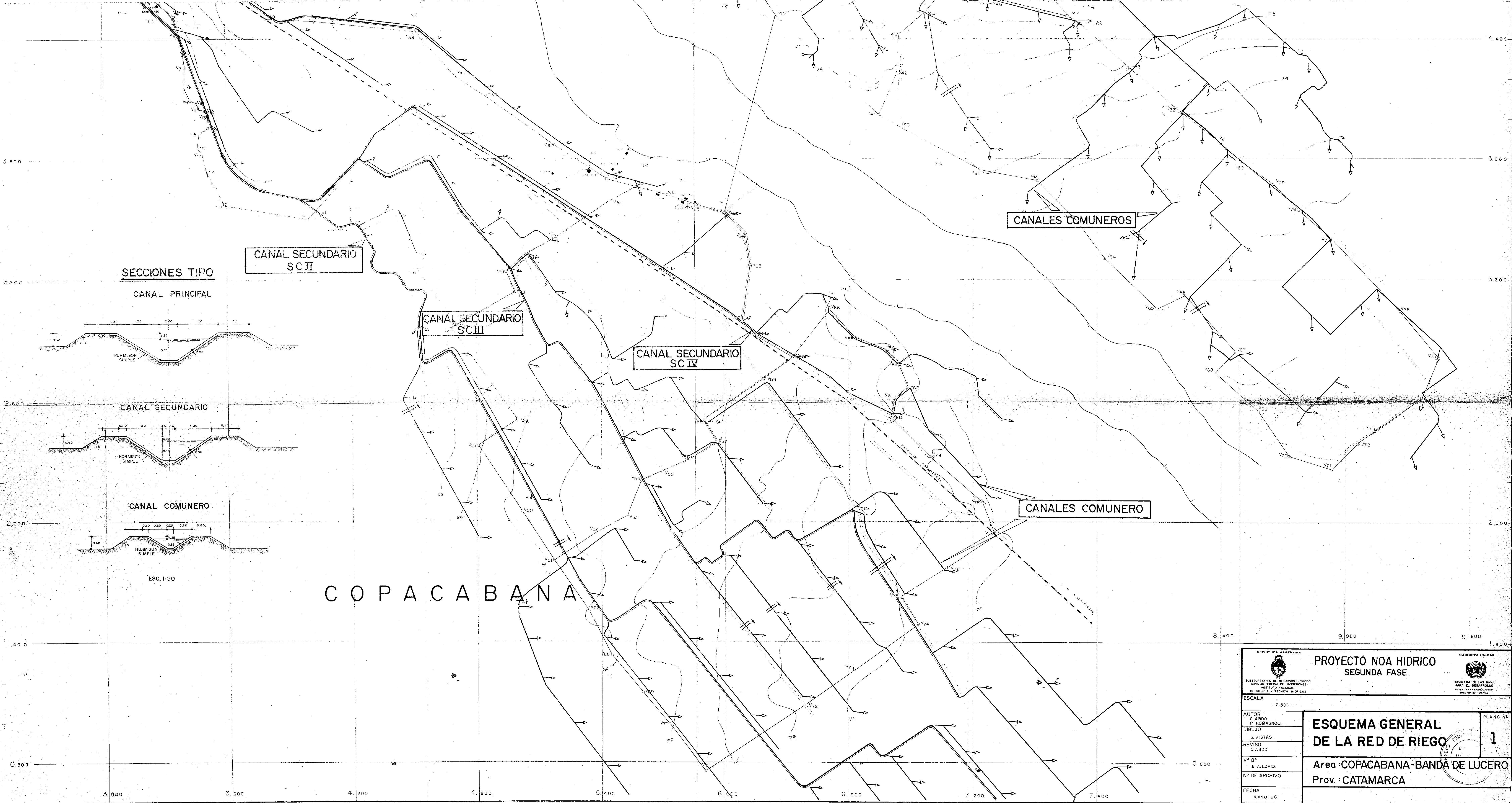
Pautas optativas a incluir en el llamado a licitación.

- a) Construcción en Copacabana, de una casa habitación para el jefe del Distrito de una superficie cubierta de 100 m² y una oficina en el mismo predio de igual superficie.
- b) Provisión de un equipo de comunicaciones (central radioléctrica y dos estaciones portátiles para montar en vehículo automotor).
- c) Provisión de dos camionetas tipo Pick-up para uso de la Inspección de Obras; las que una vez finalizada la construcción de la obra deberán ser transferidas en propiedad a la Subsecretaría de Recursos Hídricos.
- d) Provisión de todos los instrumentos de una estación meteorológica completa de Primera categoría, y los materiales para el cerco perimetral de 40 m (postes, alambrado y portón).
- e) Otros.

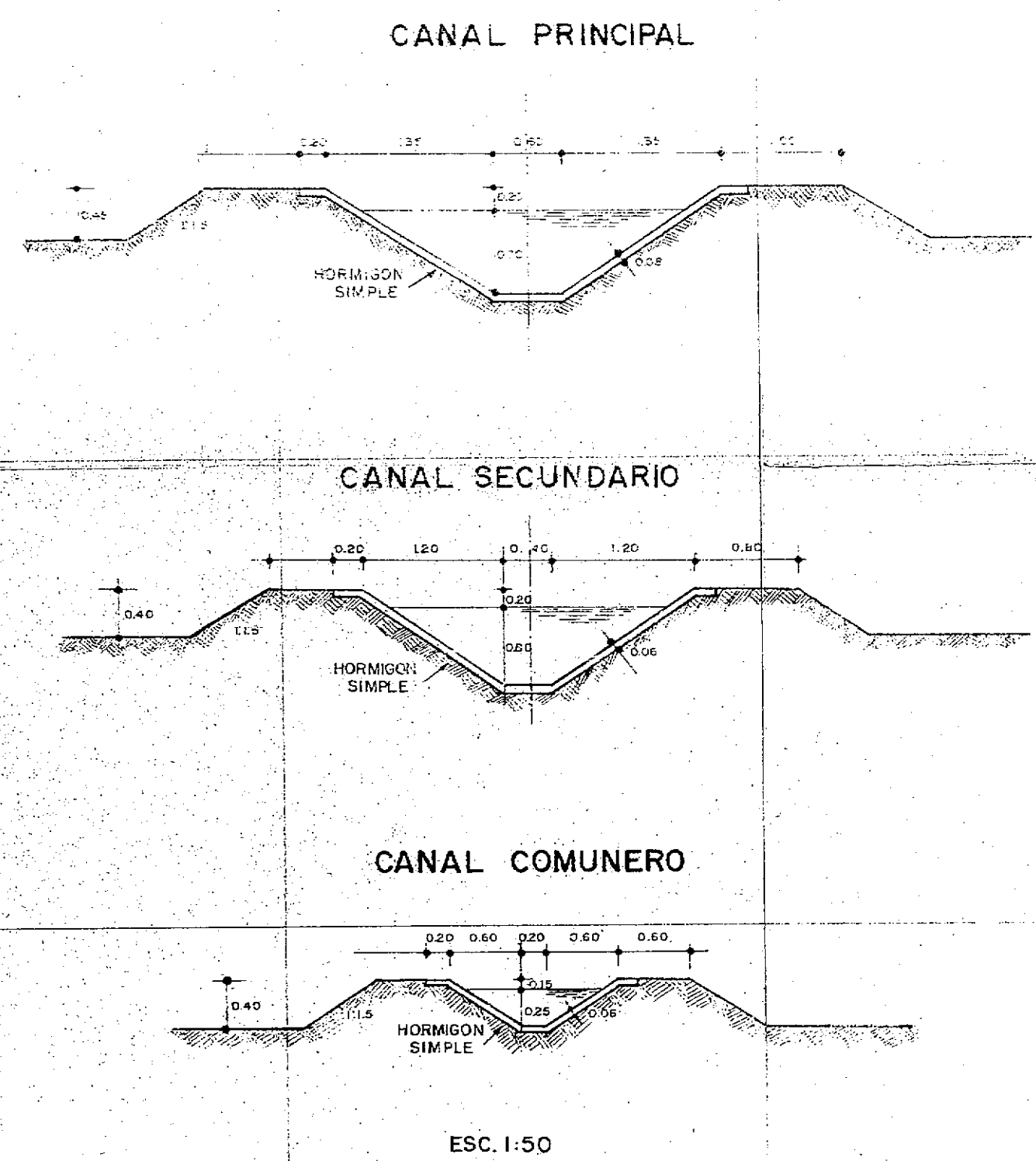
5. Bibliografía

- DOORENBOS, J. y PRUITT, W.O.; Las Necesidades de Agua de los Cultivos. Estudio FAO-Riego y Drenaje, Roma 1976.
- GRASSI, C.J.: Estimación de los Usos Consuntivos de Agua y Requerimientos de Riego con Fines de Formulación y Diseño de Proyecto. Publicación Técnica del Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. Mérida, Venezuela.
- ISRAELSEN, O.W. y HANSEN, V.: Principios y Aplicaciones del Riego. Editorial Reverté. España 1973.
- LUQUE, J.A. y PAOLONI, J.D.; Manual de Operación de Riego. Editorial Riagro. Buenos Aires. 1974.
- FOLQUER M.A. Memoria Técnica y Descriptiva de las obras complementarias Dique La Puntilla. Catamarca
- FOLQUER M.A. Comite de cuenca Abaucan-Colorado-Salado
- OCARANZA O.A. Estudio de Suelos-Area Copacabana-Banda de Lucero-Junio 1980-P. NOA HIDRICO
- ARDO C.M. PAOLI H.P., ROMAGNOLI P.J. Disponibilidad del Recurso Hídrico y consumo total de agua para riego-Año 1980-P. NOA HIDRICO
- LUMELLO R.A., Caracterización Productiva - Abril 1981
- PAOLI H.P. Demanda y distribución de agua para riego- Mayo 1981- P. NOA HIDRICO

P L A N O S



SECCIONES TIPO



ESC. 1:50

CANAL SECUNDARIO SC II

CANAL SECUNDARIO SC III

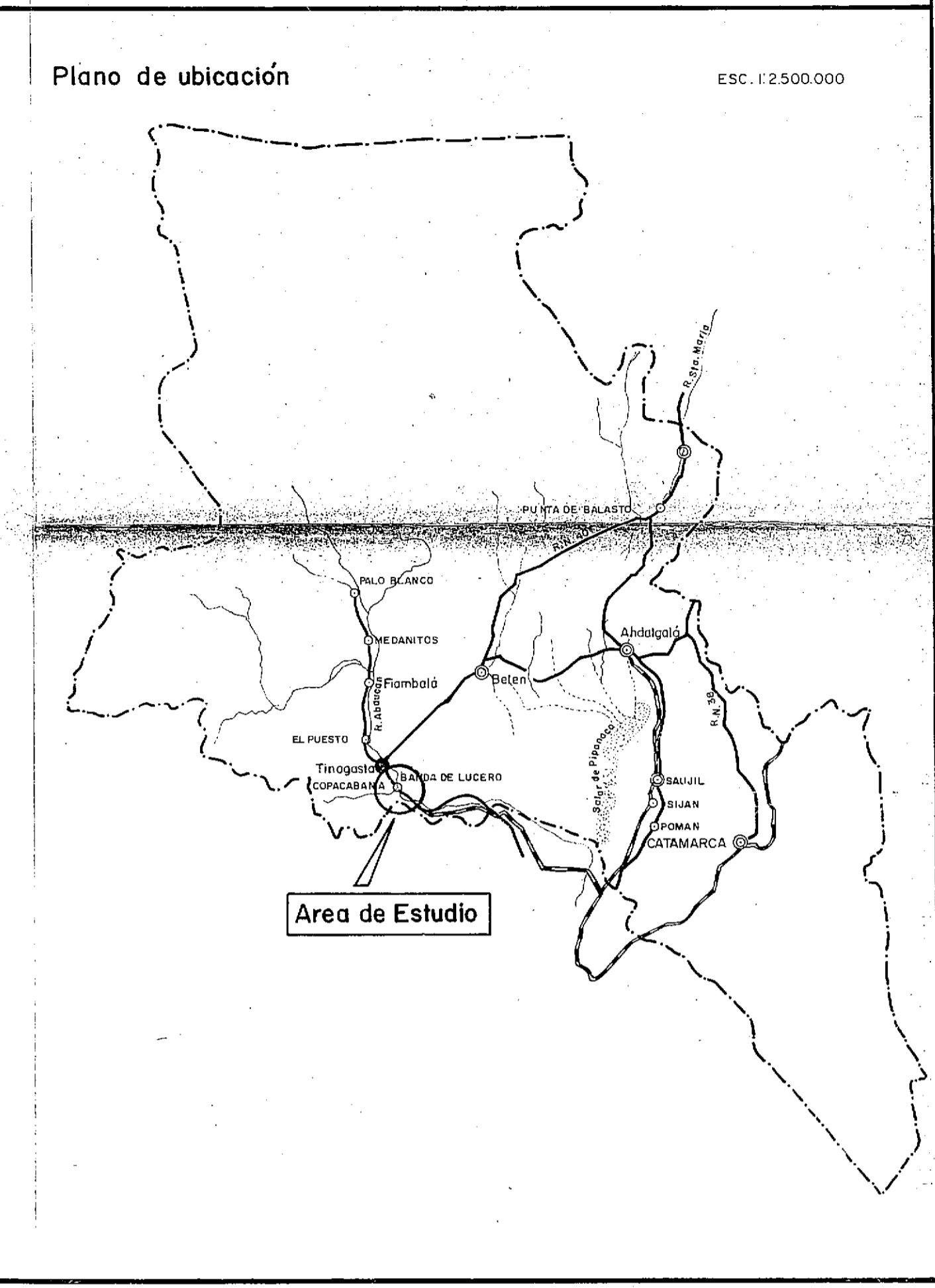
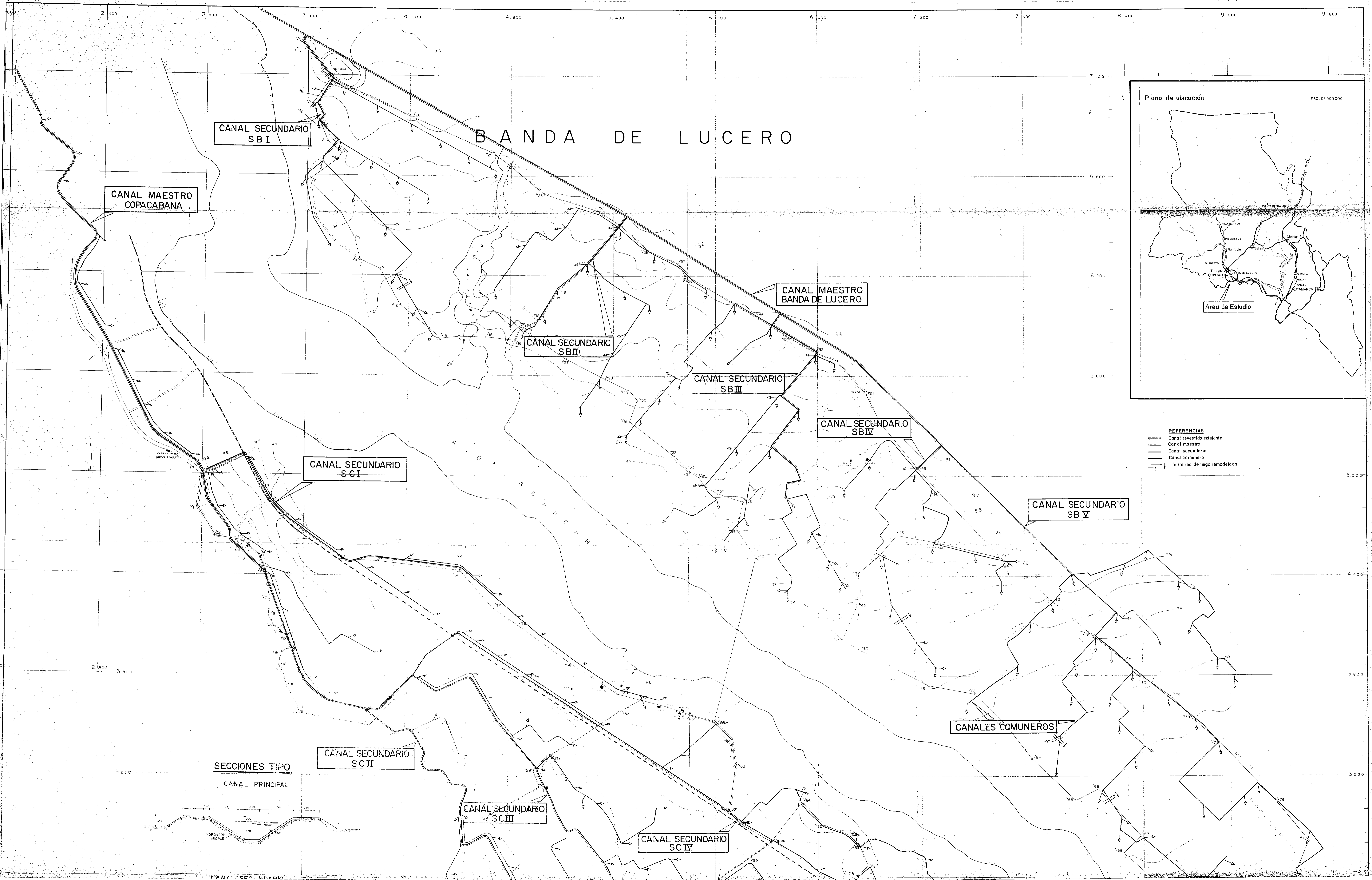
CANAL SECUNDARIO SC IV

CANALES COMUNEROS

CANALES COMUNERO

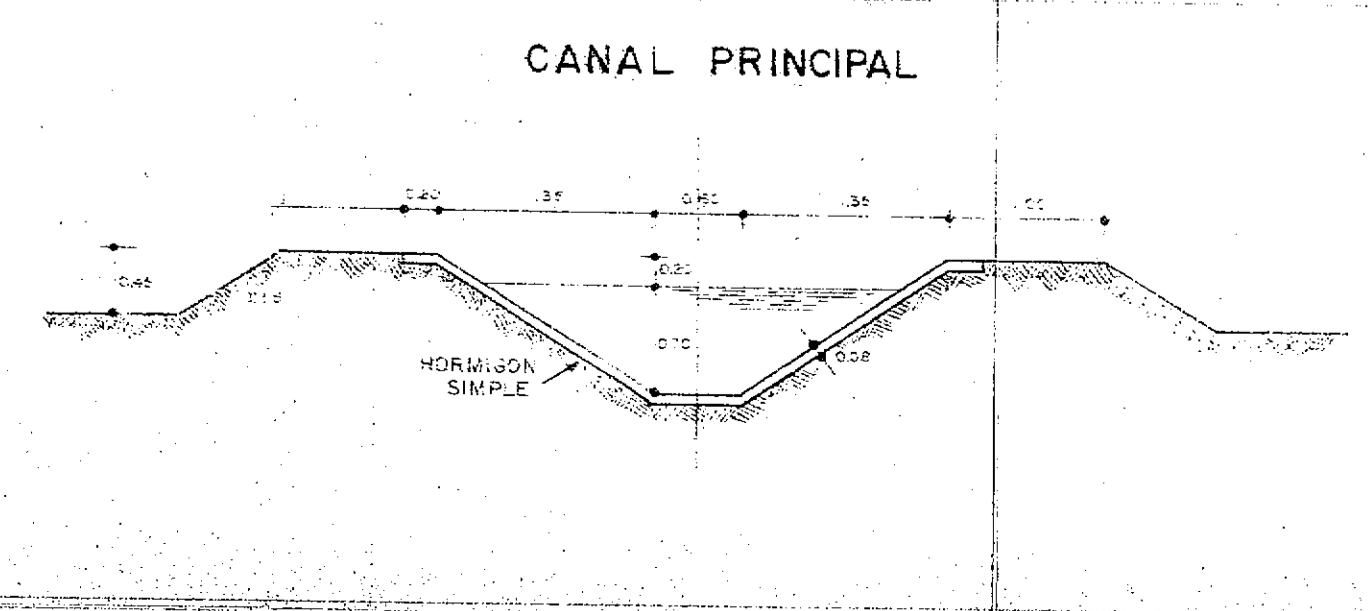
C O P A C A B A N A

PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE		 <small>PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO</small> <small>INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNICA HIDRICAS</small>
ESCALA 1:7.500		
AUTOR: C. ARBO DIBUJO: S. VISTAS REVISO: C. ABDO		ESQUEMA GENERAL DE LA RED DE RIEGO PLANO N° 1
V° B°: E. A. LOPEZ N° DE ARCHIVO:		
FECHA: MAYO 1981		Area: COPACABANA-BANDA DE LUCERO Prov.: CATAMARCA



- REFERENCIAS
- ==== Canal revestido existente
 - ==== Canal maestro
 - ==== Canal secundario
 - ==== Canal comunero
 - Limite red de riego remodelada

SECCIONES TIPO



CANAL SECUNDARIO SBI

CANAL MAESTRO COPACABANA

BANDA DE LUCERO

CANAL MAESTRO BANDA DE LUCERO

CANAL SECUNDARIO SBII

CANAL SECUNDARIO SBIII

CANAL SECUNDARIO SBIV

CANAL SECUNDARIO SCI

CANAL SECUNDARIO SBV

ABAUCAN

CANALES COMUNEROS

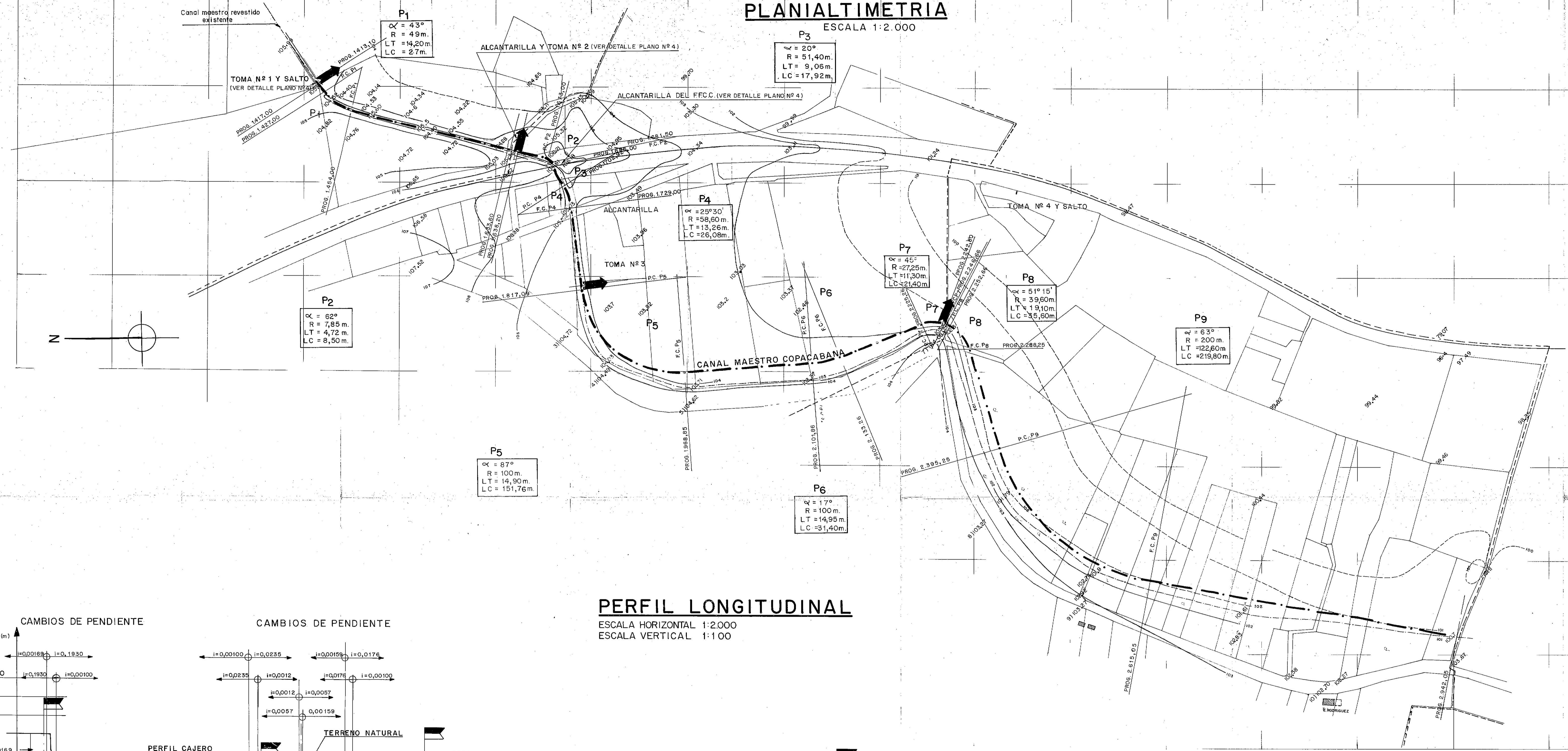
CANAL SECUNDARIO SCII

CANAL SECUNDARIO SCIII

CANAL SECUNDARIO SCIV

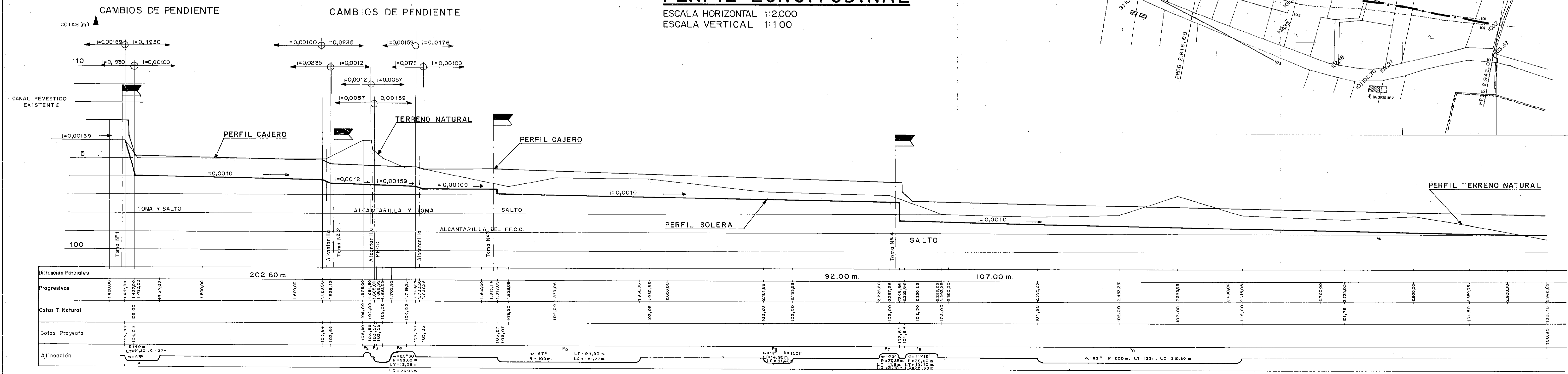
PLANIALTIMETRIA

ESCALA 1:2.000



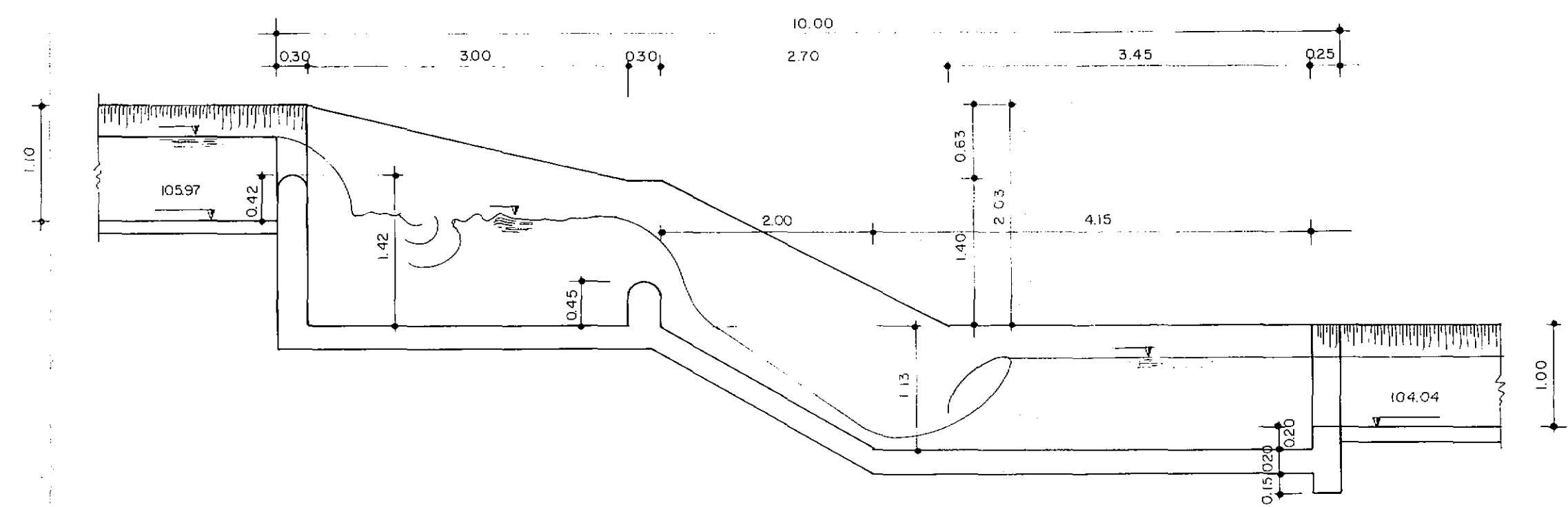
PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA HORIZONTAL 1:2.000
ESCALA VERTICAL 1:100

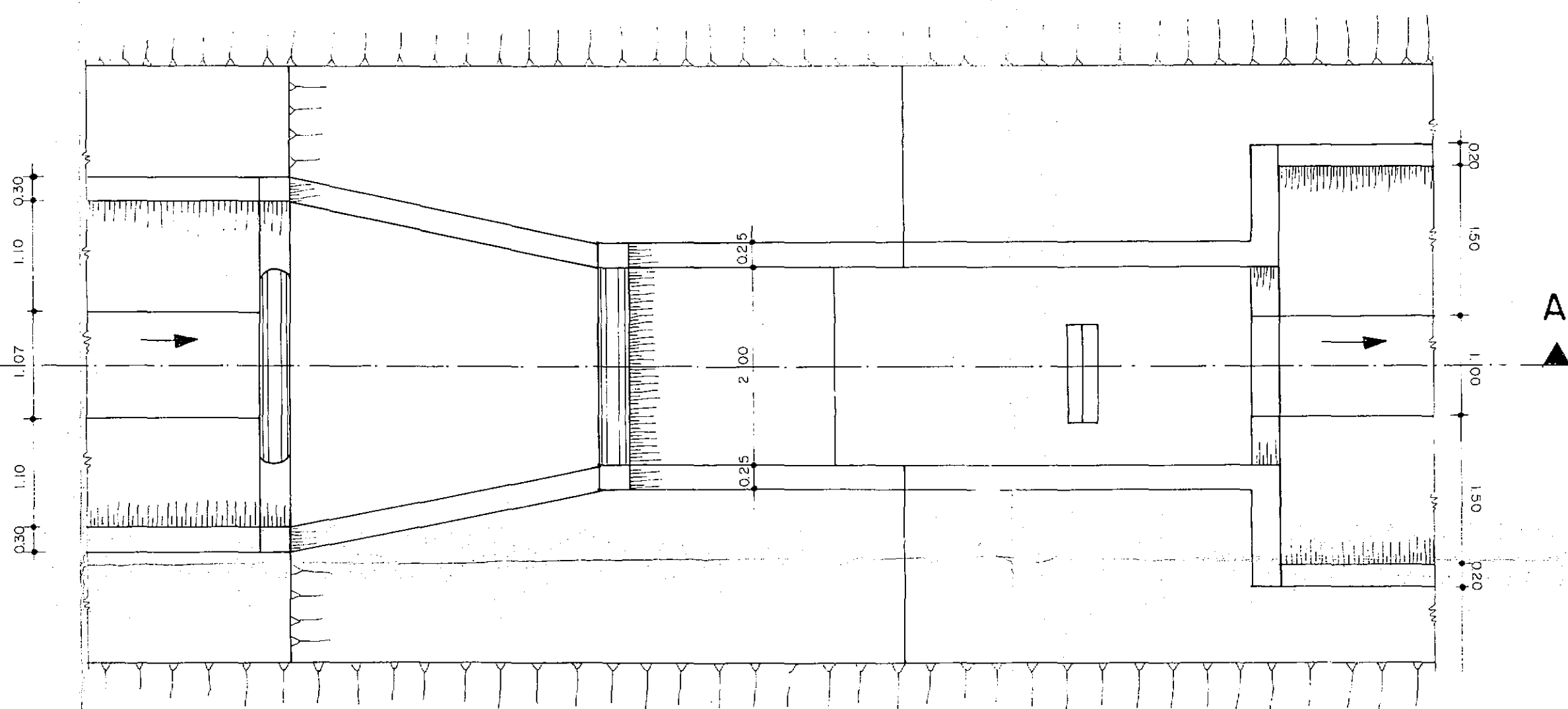


<p>PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE</p>		<p>PLANO N°</p> <p>2</p>
<p>AUTOPROYECTO DE REMODELACION DE LA RED DE RIEGO</p>		
<p>Area : COPACABANA-BANDA DE LUCERO</p>		
<p>Prov. : CATAMARCA</p>		
<p>AUTOR Ing. Kora Brevik</p> <p>DIBUJO Ing. C. M. Abdo</p> <p>REVISO Ing. E. Lopez</p> <p>N° DE ARCHIVO</p> <p>FECHA MAYO 1981</p>		

SALTO - Progresiva 1417,00

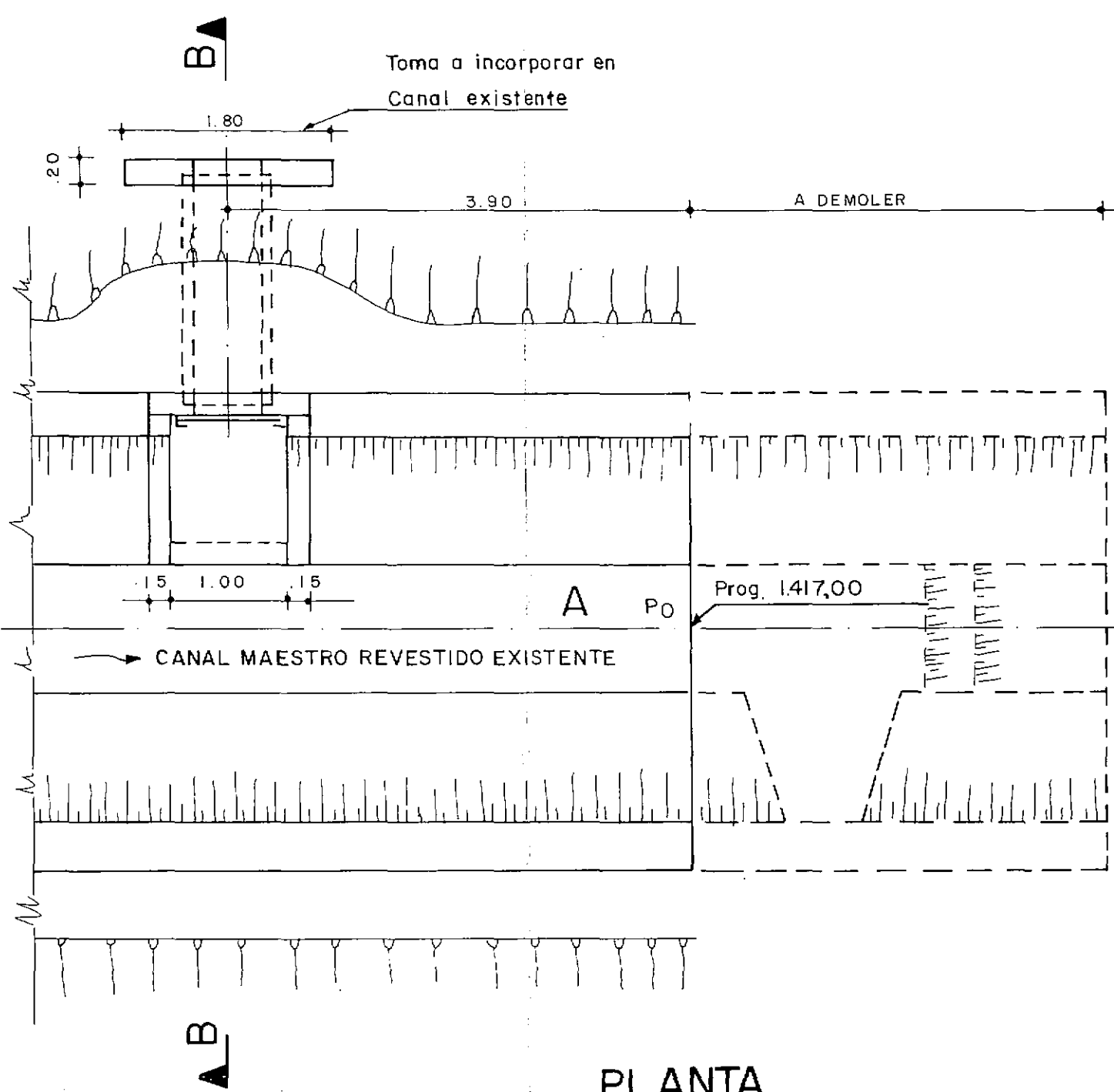


CORTE A-A
ESCALA 1:50

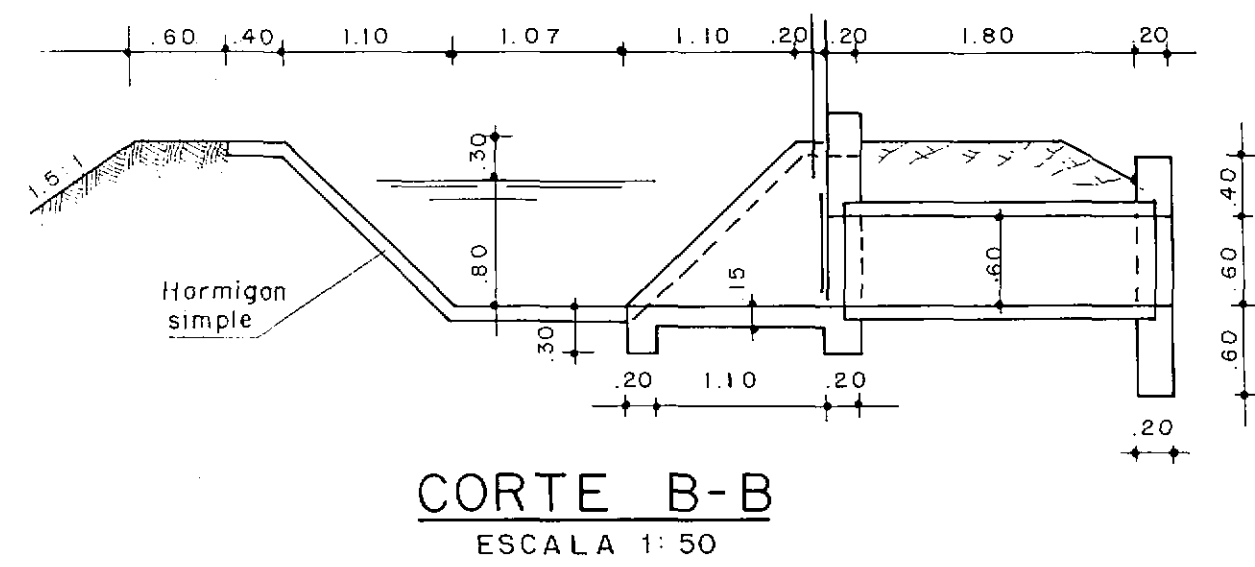


PLANTA
ESCALA 1:50

TOMA Nº 1

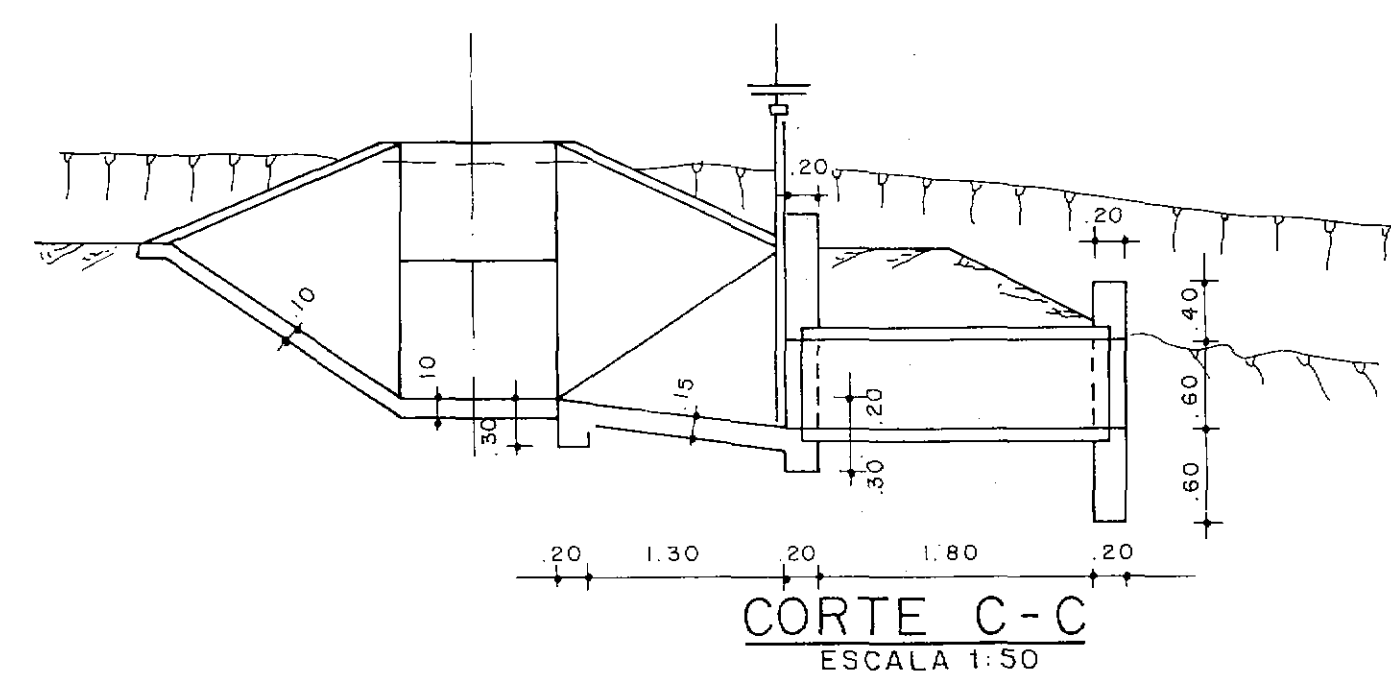


PLANTA
ESCALA 1:50

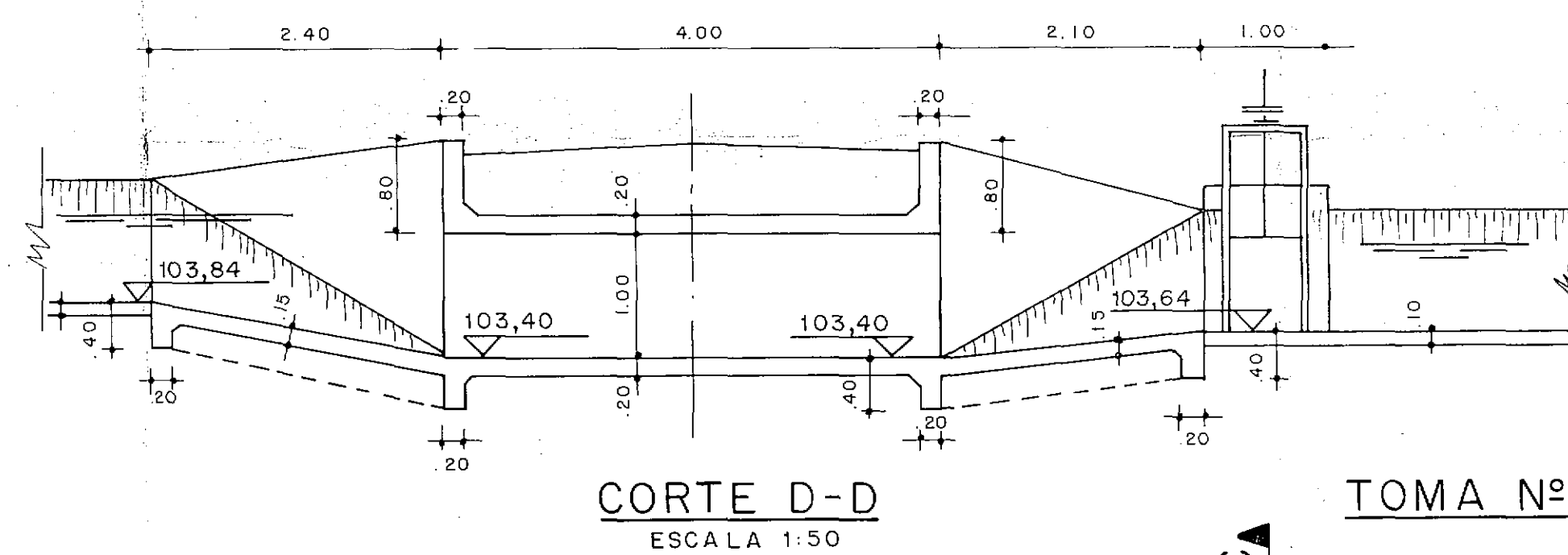


CORTE B-B
ESCALA 1:50

ALCANTARILLA Y TOMA Nº 2 Progresiva 1.634,00

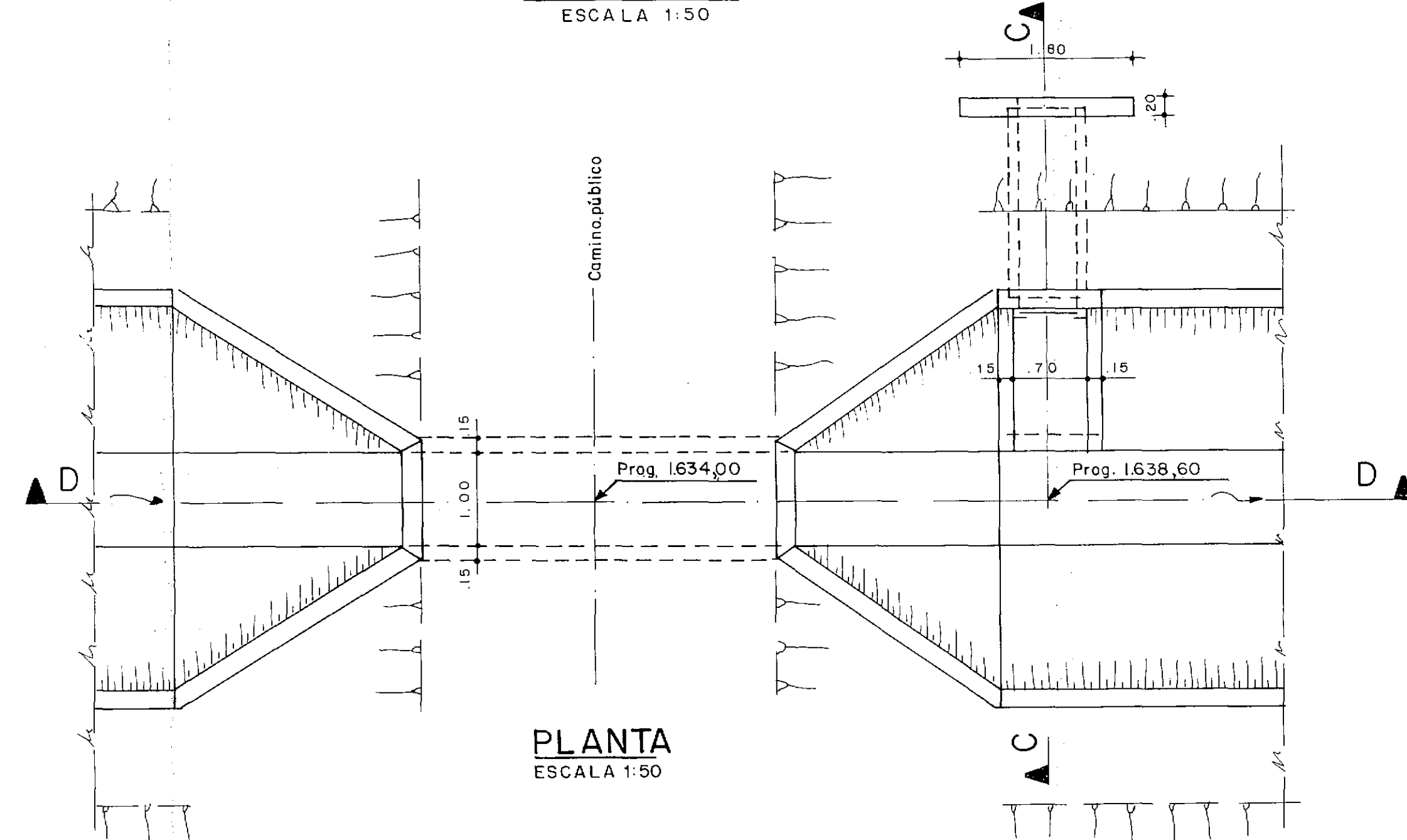


CORTE C-C
ESCALA 1:50



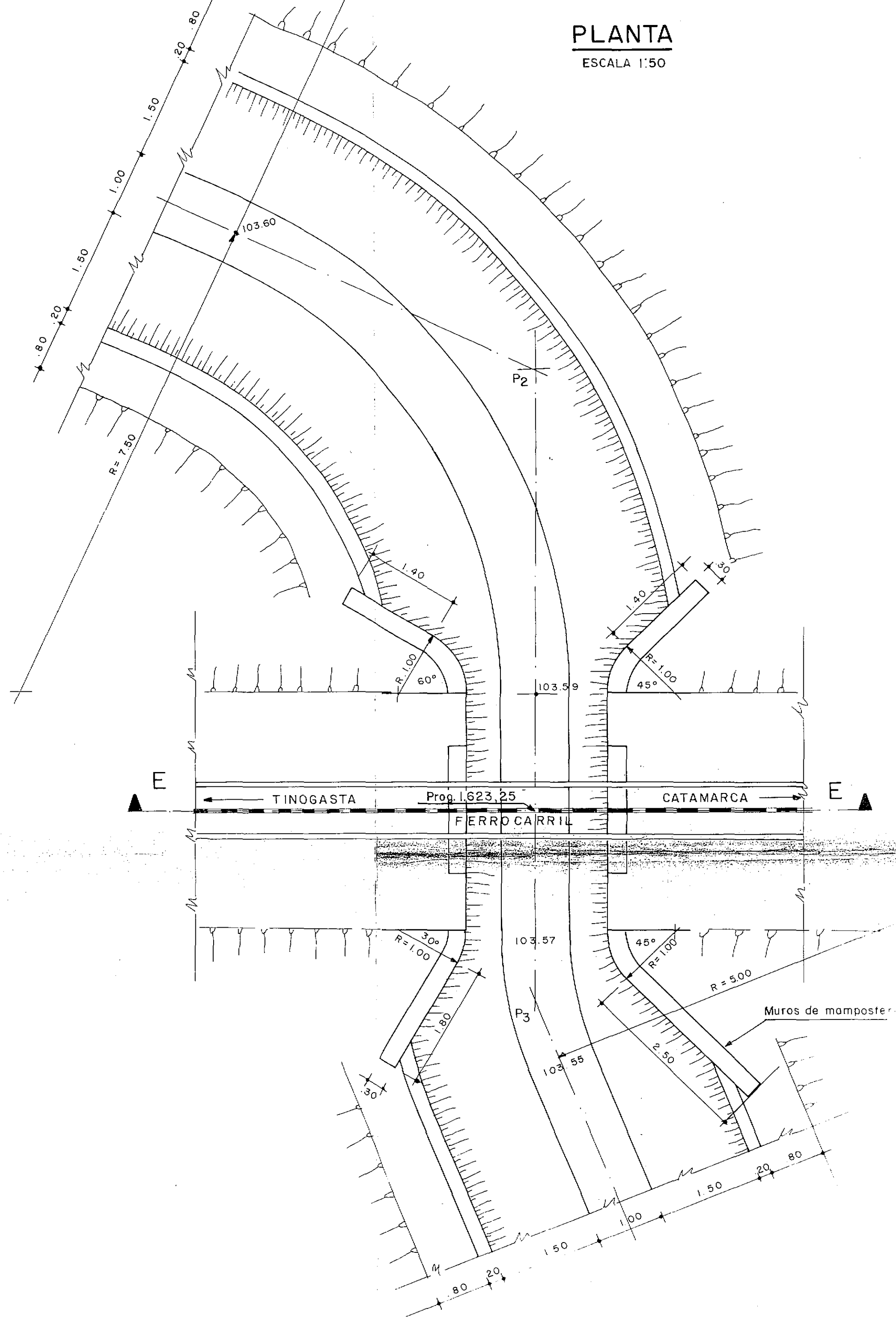
CORTE D-D
ESCALA 1:50

TOMA Nº 2



PLANTA
ESCALA 1:50

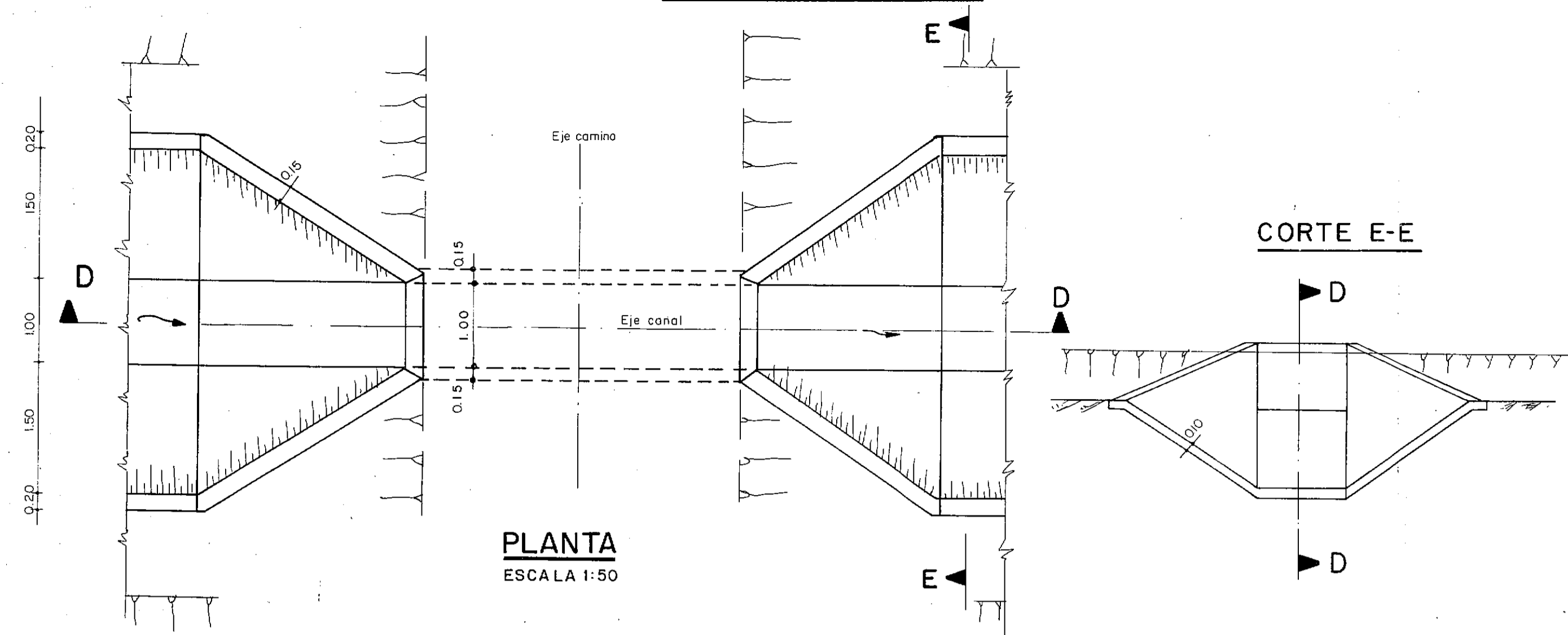
CRUCE CANAL MAESTRO F.F.C.C. Progresiva 1683,25



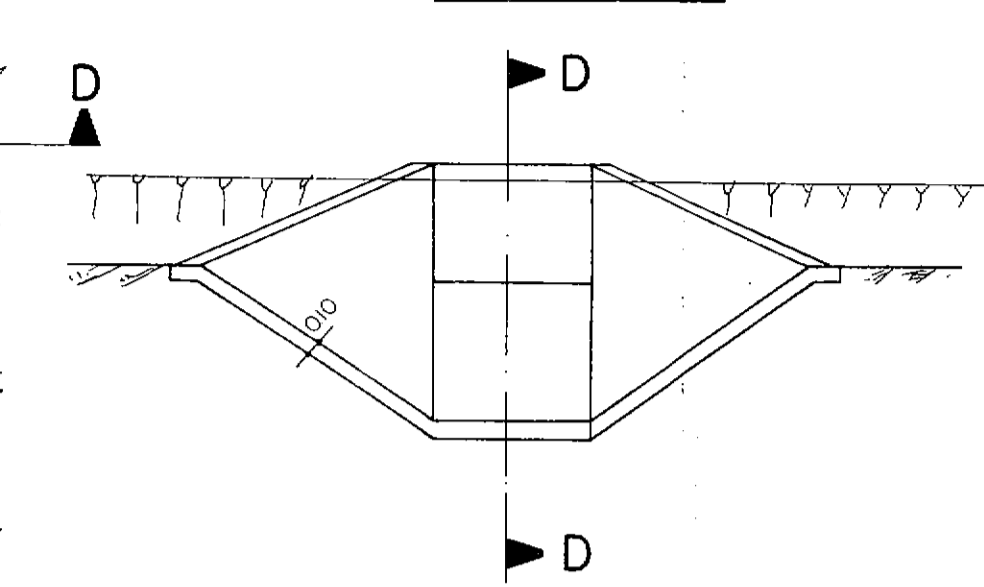
PLANTA
ESCALA 1:50

		PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE			
SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS COMISIÓN FEDERAL DE INVERSIONES INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNICA HIDRICAS					
ESCALA 1:50					
AUTOR ING. K.B.		DIBUJO J.F. FLAHERTY		REVISO C.M. ABDO	
Vº Bº E.A. LOPEZ		Nº DE ARCHIVO		FECHA MAYO 1981	
ANTEPROYECTO DE REMODELACION DE LA RED DE RIEGO				Area: COPACABANA-BDA. DE LUCERO Prov.: CATAMARCA	

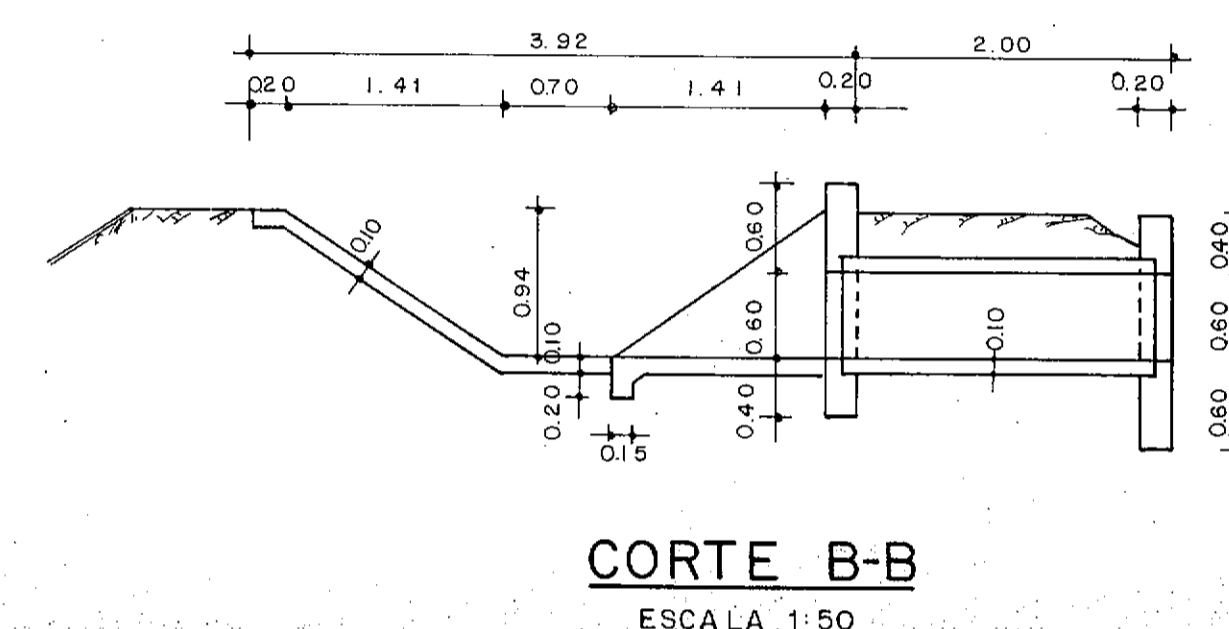
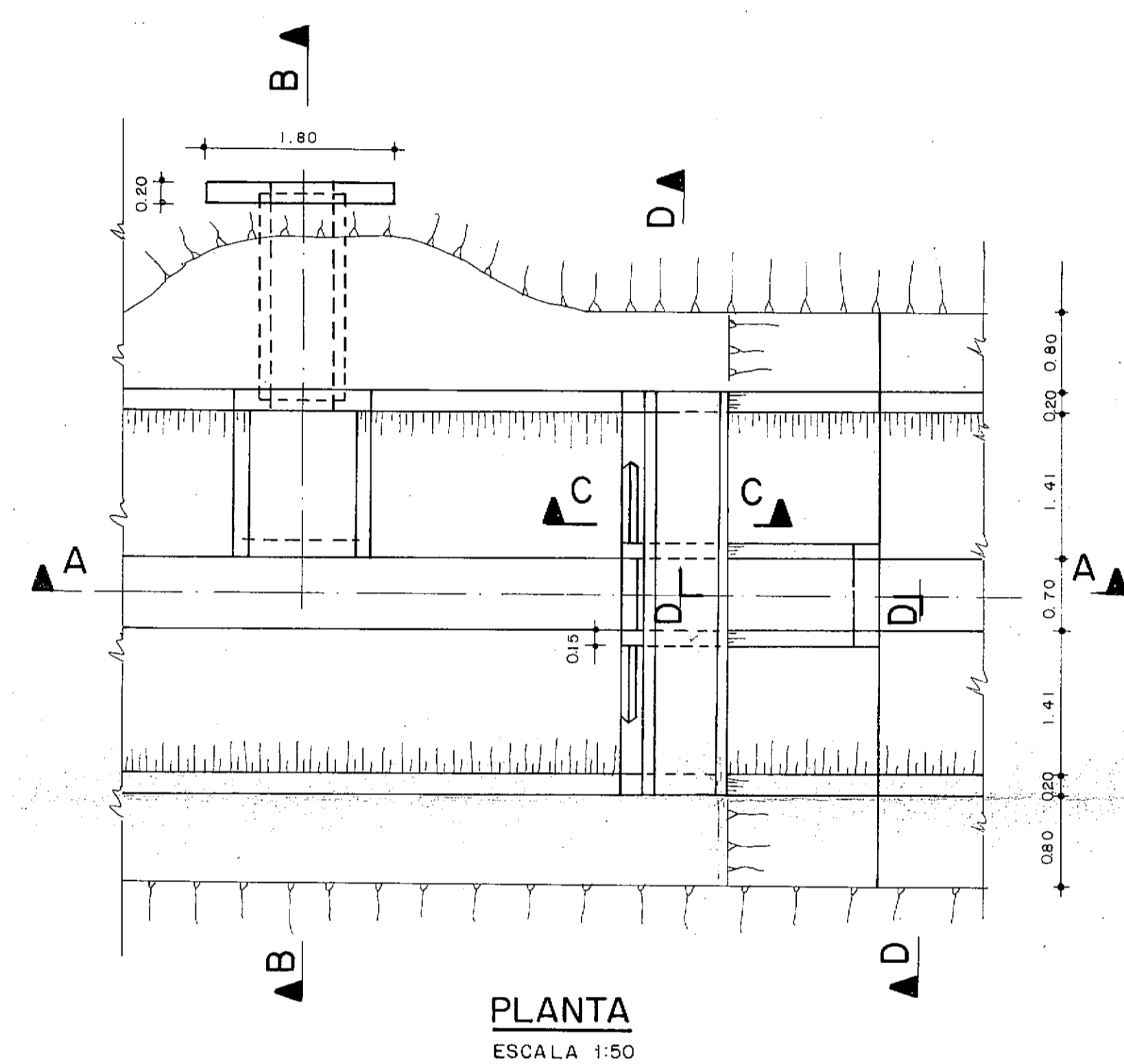
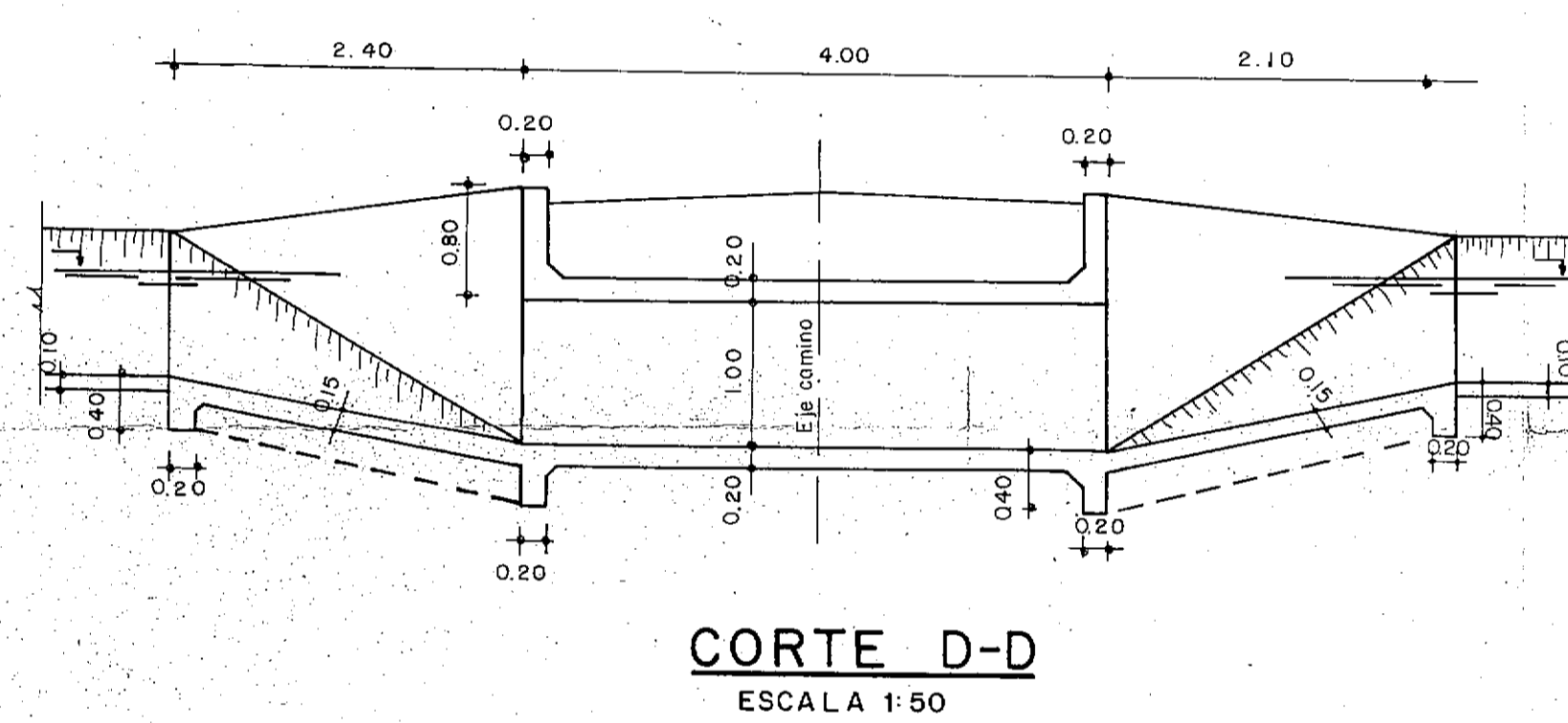
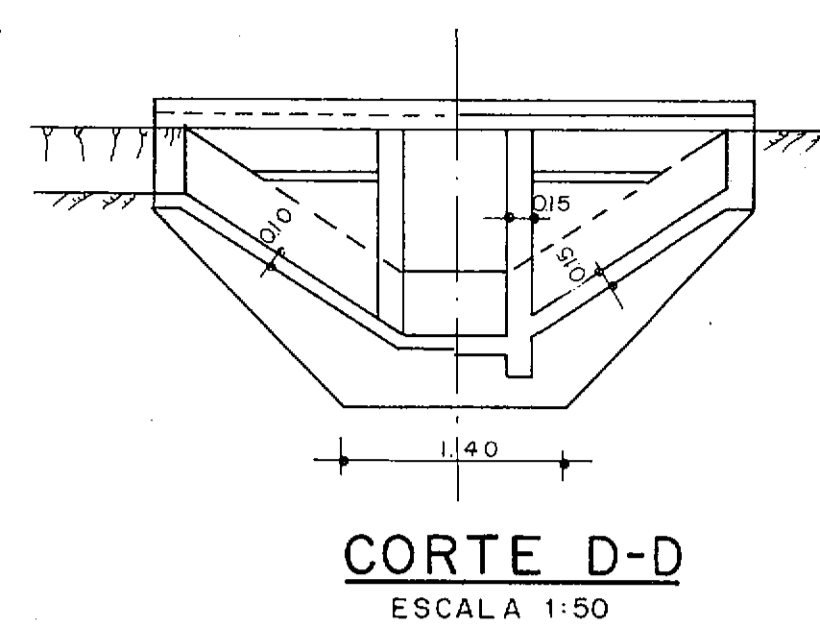
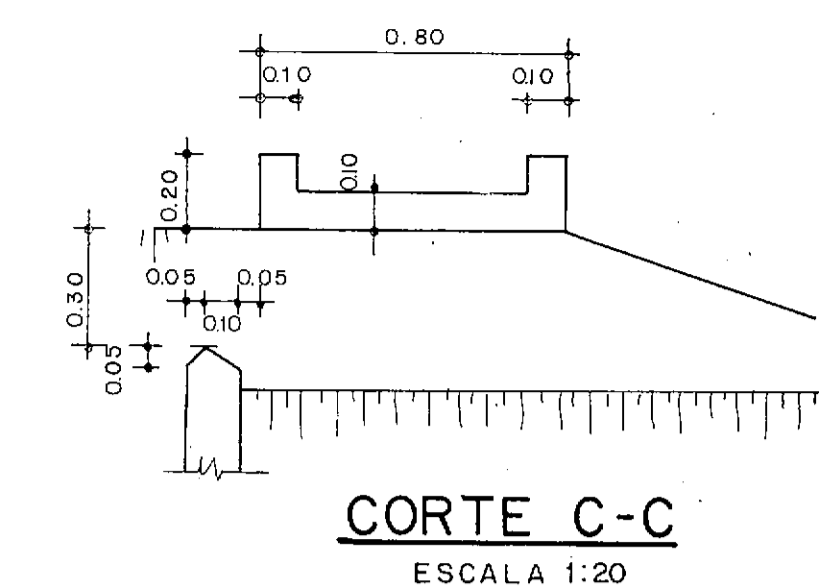
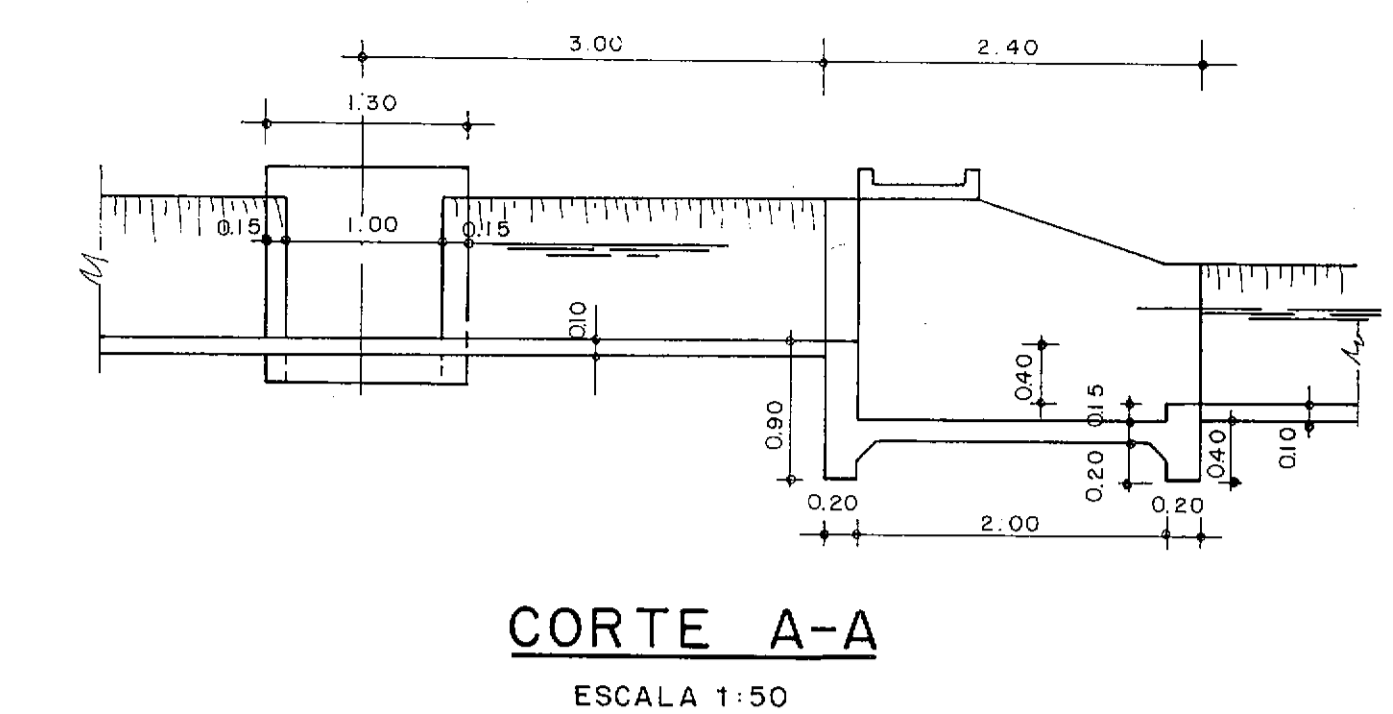
ALCANTARILLA TIPO



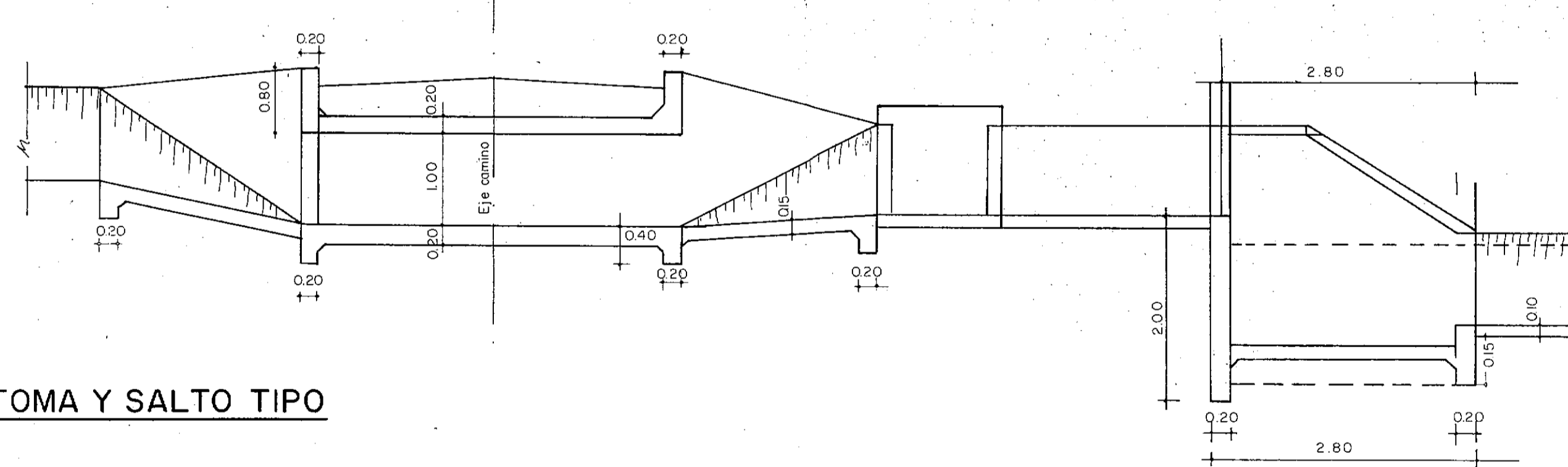
CORTE E-E



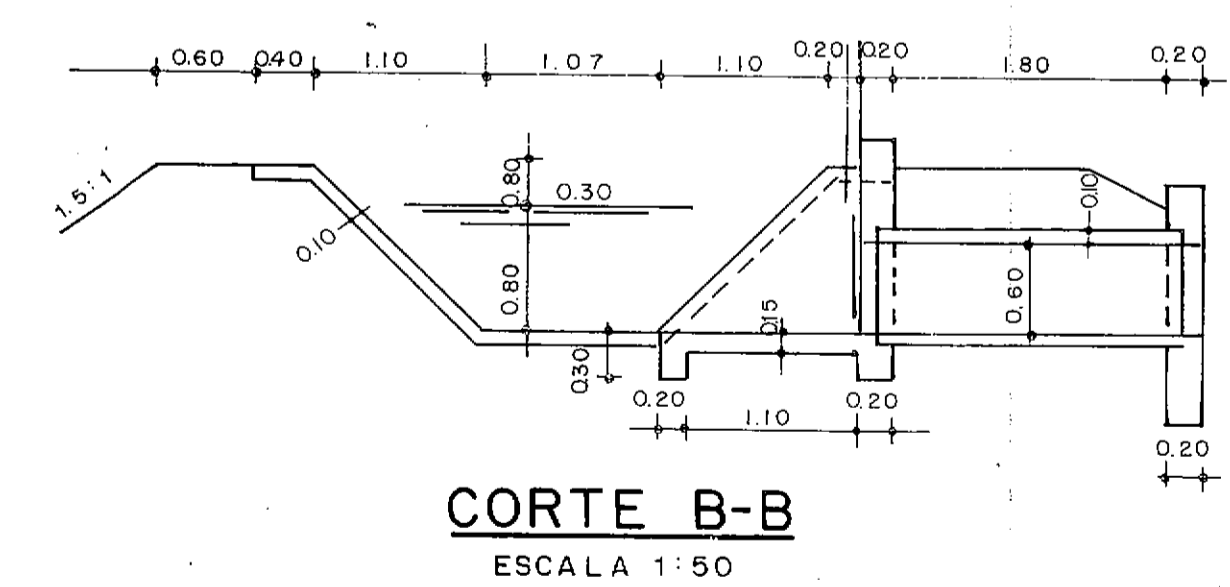
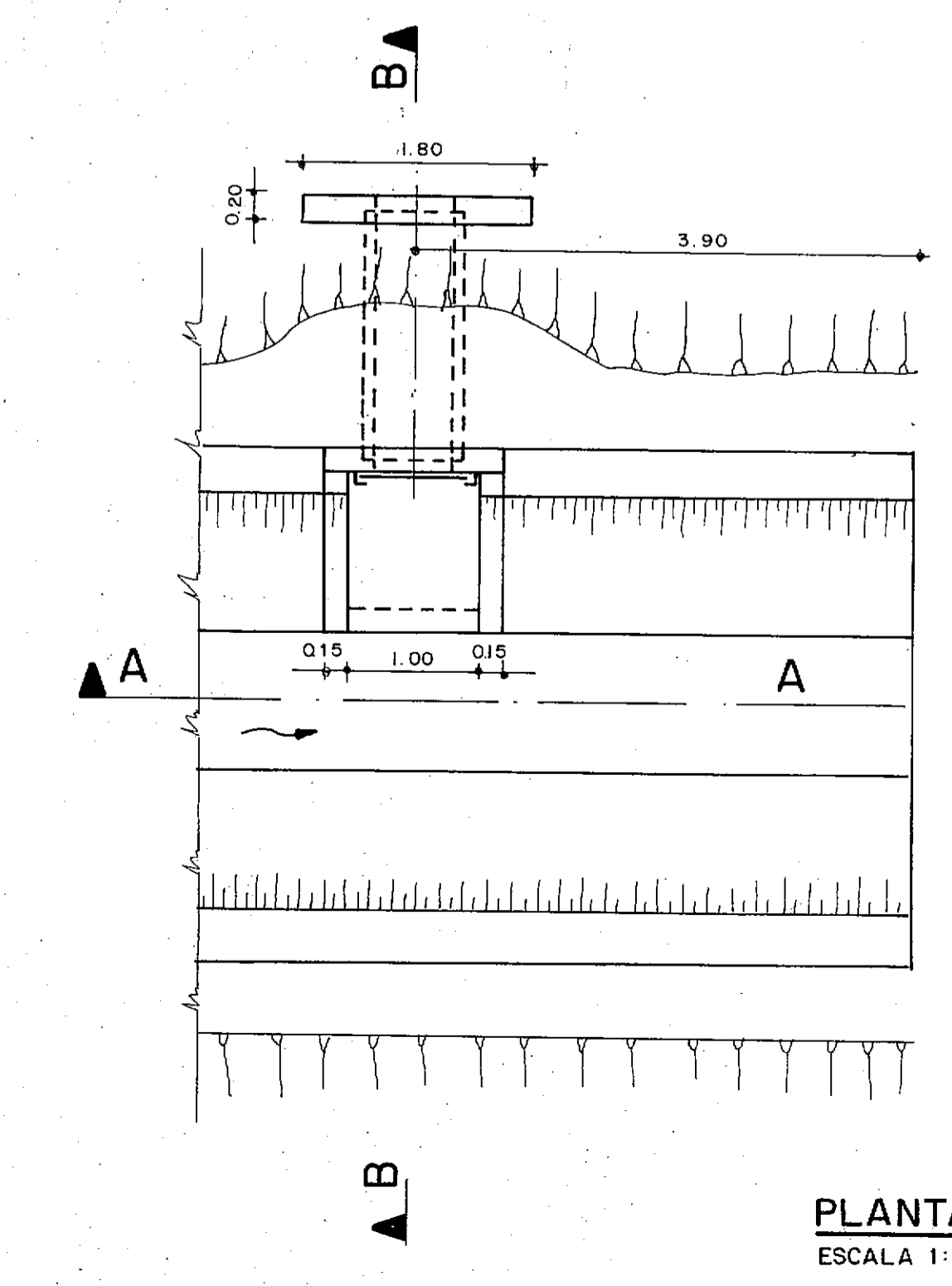
TOMA Y SALTO PARA CANAL DE $Q_c \approx 1300$ l/s



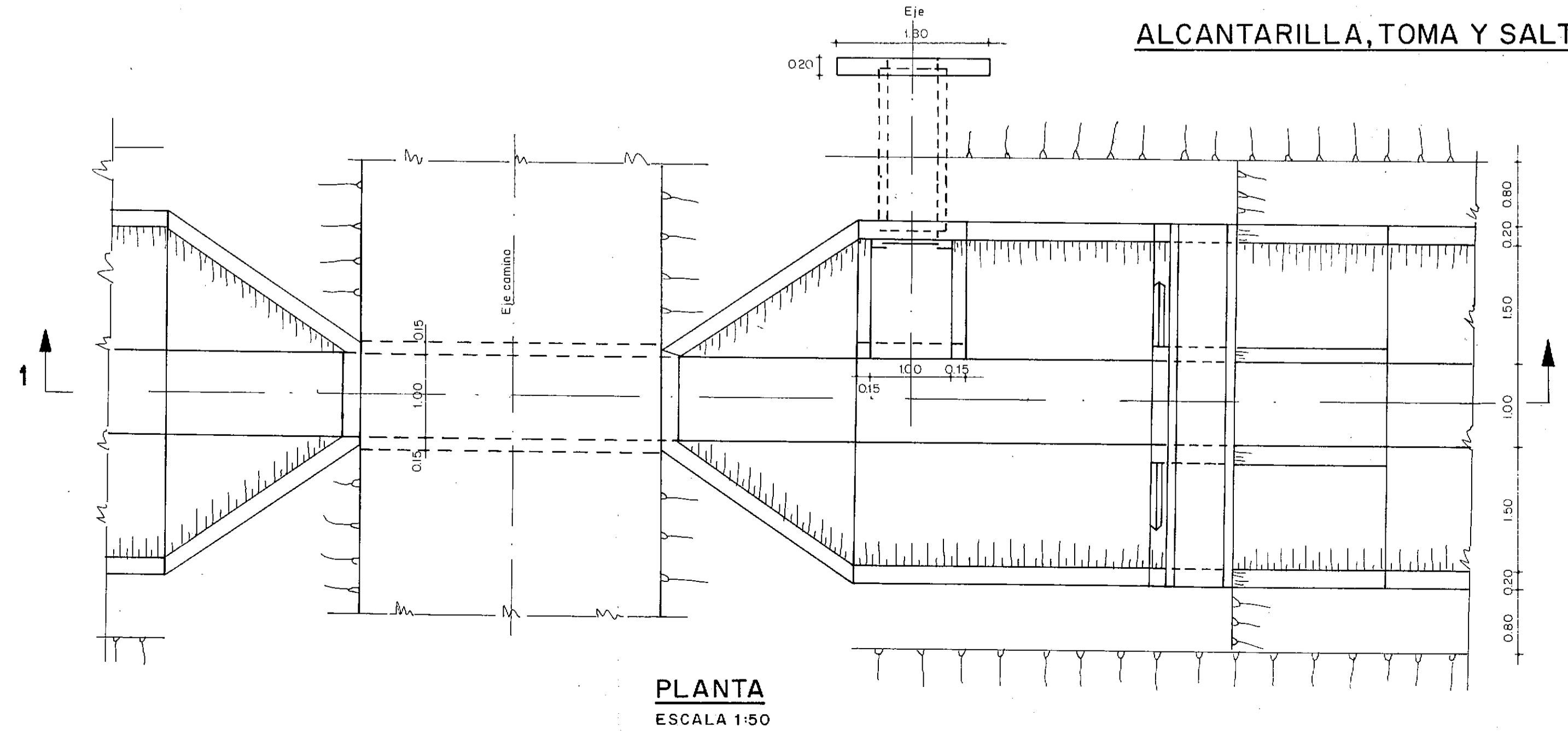
CORTE E-E



TOMA TIPO



ALCANTARILLA, TOMA Y SALTO TIPO



REPUBLICA ARGENTINA  PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE NACIONES UNIDAS 	
ESCALA 1:50	
AUTOR K. BREVIK.	ANTEPROYECTO DE REMODELACION DE LA RED DE RIEGO
DIBUJO V. GALIAN	
REVISOR C.M. ABDO	Area: COPACABANA-BANDA DE LUCERO
Nº DE ARCHIVO Vº Bº	Prov.: CATAMARCA
FECHA MAYO 1981	

PRESUPUESTO

ANTEPROYECTO REMODELACION RED DE RIEGO

Area: COPACABANA - BANDA DE LUCERO

Presupuesto

Canales Principales

Limpieza, excavación y formación de terraplenes	1.230.157.791	
Revestimiento hormigón simple	1.448.334.980	
Tomas y Obras de arte	<u>304.775.600</u>	
		2.983.268.371

Canales Secundarios

Limpieza, excavación y formación de terraplenes	1.686.813.275	
Revestimiento hormigón simple	1.581.100.673	
Tomas y Obras de arte	<u>368.295.800</u>	
		3.636.209.748

Canales Comunes

Limpieza, excavación y formación de terraplenes	1.490.209.043	
Revestimiento hormigón simple	1.660.774.314	
Tomas y Obras de arte	<u>376.795.120</u>	
		3.527.778.477

TOTAL 10.148.300.000

A Marzo de 1981

Resumen

Costo Obra	\$ 10.148.300.000
Imprevistos (15%)	\$ <u>1.522.200.000</u>
Sub-Total	\$ 11.670.500.000
Beneficios (10%)	\$ 1.167.600.000
Gastos Generales (15%)	\$ <u>1.750.600.000</u>
Sub-Total	\$ 14.588.100.000
I.V.A (20%)	\$ <u>2.917.600.000</u>
Total	\$ 17.505.700.000

A Marzo 1981

A N E X O

INFORME DE LA CONSULTORIA EN INGENIERIA HIDRAULICA

Area: COPACABANA-BANDA DE LUCERO

(Provincia de Catamarca)

PROYECTO NOA HIDRICO
SEGUNDA FASE

Realizado por: Kare Brevik
Ingeniero Hidráulico
(Consultor Naciones Unidas)

AÑO 1981

I N D I C E

	<u>Pág. N°</u>
1. <u>Generalidades</u>	1
1.1 Introducción.	1
1.2 Términos de referencia de la consultoría	1
1.3 Informe de actividades	2
1.4 Objetivos generales	4
2. <u>Copacabana-Banda de Lucero</u>	4
2.1 Datos disponibles	4
2.2 Ubicación del proyecto	5
2.3 Condiciones actuales	5
2.4 Tarea del Consultor	6
3. <u>Conclusiones y Recomendaciones</u>	8
3.1 Recomendaciones generales	8
3.2 Recomendaciones particulares	10
3.3 Criterios hidráulicos	11

FOTOS Nros. 1 - 8

1. Generalidades

1.1 Introducción

El Departamento de Cooperación Técnica para el Desarrollo de las Naciones Unidas (DTCD) ha provisto al Proyecto NOA Hídrico de una consultoría en Ingeniería Hidráulica, definida en el puesto ARG-150-8-005-03-X. Dicha consultoría estuvo a cargo del Ing. Kåre Brevik.

El período que, en principio, estaba previsto de una duración de dos meses fue extendido a tres meses y medio.

El Consultor desea manifestar su agradecimiento por la colaboración y el apoyo recibidos, en todos los aspectos de la misión cumplida, al Jefe Ejecutivo del Proyecto, Ing. Enrique A. López, al Asesor Técnico Principal, Dr. Zeev L. Shiftan, a los Ings. Pedro J. Romagnoli y César H. Abdo, al topógrafo Sr. Héctor Aguilera, al personal del Proyecto NOA Hídrico en general y a la Representación del PNUD en la Argentina.

1.2 Términos de referencia de la consultoría

Bajo la dirección del Asesor Principal y en estrecha colaboración con el equipo nacional de contraparte y los otros expertos internacionales, las tareas del Consultor estaban formuladas así:

1. Colaborar con el Agrónomo de Riego en la preparación de estudios y proyectos de desarrollo de los recursos hídricos y su aprovechamiento y en la utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas para riego;
2. Preparar anteproyectos de las obras hidráulicas necesarias para realizar proyectos de irrigación, drenaje y mejoramiento o corrección de cauces fluviales;

3. Preparar anteproyectos de las obras hidráulicas accesorias para ma
ximizar el uso para riego y energía de obras hidráulicas existentes;
4. Realizar estudios de balances hídricos regionales;
5. Estudiar problemas aluvionales y de erosión de márgenes de ríos;
6. Estudiar el régimen de escurrimiento de ciertos ríos y proponer
donde sea necesario soluciones, tales como desvíos artificiales y/o
mejoramiento de cauces;
7. Participar en la capacitación del personal profesional de contra-
parto;
8. Presentar a las Naciones Unidas (Departamento de Cooperación Técni-
ca para el Desarrollo) y al Gobierno, cualquier informe parcial
y/o final que sea requerido durante el período del contrato de tra-
bajo.

Estas tareas habían sido preparadas para un ingeniero hidráulico por un período de 8 meses. Las tareas 4, 5 y 6 fueron cumplidas por o-
tros consultores.

1.3 Informe de actividades

El Consultor llegó a Buenos Aires el día 12 de Febrero de 1981 y se presentó posteriormente a las oficinas del PNUD, donde fue orienta-
do por la Sra. Julia Levy. El día 13 de Febrero se trasladó a la Ciu-
dad de Salta, donde fue recibido por el Asesor Principal del Proyecto y presentado al Jefe Ejecutivo y demás personal del Proyecto NOA Hí-
drico. En esa oportunidad se definieron las tareas específicas que el Consultor debía cumplir.

Las áreas de los proyectos asignados al Consultor eran Copacabana,

Banda de Lucero y Fiambalá (Provincia de Catamarca). Durante la primera semana, el Consultor se dedicó a interiorizarse de las actividades generales del Proyecto NOA Hídrico, especialmente con el propósito de conocer los datos disponibles sobre los proyectos que se le habían asignado y los trabajos ya realizados. El día 18 de Febrero se dirigió hacia las áreas de trabajo en Catamarca, distantes a unos 1.000 km. de Salta, para efectuar una visita de reconocimiento acompañado por el Ing. P. Romagnoli. Durante la visita de dos días al área, fue asistido por el Ing. Agrimensor Plutarco Guerrero, quien conducía trabajos topográficos en la misma.

Era evidente que con un período de un mes y medio solamente se podía realizar una parte de los estudios descados. Se presentó un programa de trabajo que consistía en dos campañas en el campo con un período de dos semanas en las oficinas de Salta entre las mismas. Debido a la espera para disponer de los datos de los trabajos topográficos que podrían servir en el proyecto de Fiambalá, en la primera campaña se consideró Copacabana-Banda de Lucero y, en la segunda, Fiambalá. El día 9 de Marzo el topógrafo, Sr. Aguilera, el Ing. Abdo y el Consultor partieron para realizar la primera campaña (la duración de una campaña en el campo, por reglamento, se limita a 20 días). A su regreso a Salta, el Consultor efectuó los diseños.

El día 21 de Abril partió a Fiambalá acompañado por el Sr. Aguilera. Durante el período 10-27 de Mayo, los diseños y el informe final fueron terminados en las oficinas en Salta.

Los trabajos topográficos de las campañas consistieron en relevamientos detallados de fajas de terreno donde el Consultor proponía la traza de los canales principales. En Copacabana, el trabajo fue lento

a causa de la vegetación densa. La medición topográfica consistía en la medición por medio de ondas infrarrojas, siendo este tipo de trabajo demasiado lento. El cable de la batería de carga a veces no funcionaba y la batería de la camioneta tenía que ser transportada de ostación a estación. Un teodolito autorreductor acompañado de un nivel automático hubiera sido más práctico. No obstante, los trabajos del topógrafo fueron excelentes y de rendimientos muy satisfactorios. Los trabajos fueron siempre efectuados en un ambiente de amistad y estrecha cooperación.

1.4 Objetivos Generales

El objetivo general del Proyecto NOA Hídrico es cumplimentar un programa de estudios y proyectos de obras destinadas a mejorar el aprovechamiento de los recursos hídricos, a través de la utilización optimizada de obras hidráulicas y de infraestructura existentes o en ejecución, sin uso o sub-utilizadas, logrando en particular la ampliación de las áreas de riego de la Región.

Dentro de este objetivo, la Provincia de Catamarca ha solicitado al Proyecto NOA Hídrico encarar los estudios de remodelación de los sistemas de riego existentes en Copacabana-Banda de Lucero y Piambalá. La contribución del Consultor a este pedido se presenta en este informe. Por otra parte, hay que destacar que la mayor parte de los trabajos del Consultor consta de mapas, planos y diseños, y por esta razón este texto es relativamente breve.

2. Copacabana-Banda de Lucero

2.1 Datos disponibles

- Fotos aéreas, escala 1:100.000
- Mapa general, escala 1:10.000 con curvas de nivel cada 1 m.
- Mapas catastrales, escala 1:2.000

2.2 Ubicación del proyecto

Copacabana y Banda de Lucero son dos pequeños poblados, ubicados en cada margen del Río Abaucán en la Provincia de Catamarca; Copacabana en la margen derecha y Banda de Lucero en la izquierda. La ruta Nacional N° 60 y el Ferrocarril cruzan Copacabana, continuando hasta Tinogasta, 17 km. al norte. Banda de Lucero no tiene acceso vial, siendo necesario cruzar el río (siempre y cuando no existan crecidas).

2.3 Condiciones actuales

La actividad económica principal es el cultivo de vid. Copacabana tiene alrededor de 525 hectáreas bajo cultivo, y Banda de Lucero aproximadamente 325 hectáreas. El cultivo depende enteramente del riego. El agua es derivada del Río Abaucán y conducida por medio de canales desde el establecimiento de los pueblos. Con el tiempo se fue incrementando la superficie cultivada, la población fue aumentando y se sub-dividieron las propiedades. La falta de agua y la distribución desigual, ocasionaban cosechas reducidas. El uso incontrolado del recurso hídrico ha creado descontento entre los agricultores. Los canales existentes atraviesan propiedades privadas y, en muchos lugares, llegan al usuario por medio de recorridos sinuosos.

Durante el período 1973-79 se construyó un dique derivador sobre el Río Abaucán en la localidad de La Puntilla. La obra incluía tomas con desarenadores y canales matrices revestidos, cuya longitud es de 1.417 m. para Copacabana y de 1.381,50 m. para Banda de Lucero. Poco tiempo después de la construcción, el dique sufrió roturas causando su inutilización (Ver foto N° 1).

Las instalaciones actuales para Copacabana consisten en: un canal

que conduce agua del sistema de riego del dique La Puntilla hasta la cabecera del canal matriz y, para Banda de Lucero, en: una toma precaria sobre el Río Abaucán y un canal de aproximadamente 6 km. de longitud (excavado a mano), que conduce el agua hasta el dique pasando por el desarenador (Ver fotos N° 2 y 5). Los dos canales maestros revestidos fueron dimensionados para caudales de 1.500 litros por segundo. El Consultor opina que el de Copacabana está más elevado que lo que es necesario, mientras que el de Banda de Lucero está demasiado bajo, de modo que la tierra penetra fácilmente en el canal (Ver fotos N° 3, 4 y 6). En muchos lugares, existe una vegetación densa e impenetrable (Ver fotos N° 7 y 8). La fotografía N° 7 muestra una toma del canal principal existente en Copacabana.

2.4 Tarea del Consultor

El Consultor ha participado en el logro de los objetivos estipulados anteriormente, elaborando esquemas preliminares de los sistemas de riego, de Copacabana y de Banda de Lucero, ambos presentados en un plano a escala 1:10.000. Además, ha presentado anteproyectos de las trazas de los canales maestros en Copacabana desde progresiva km. 1.417 hasta km. 5.867,76 y en Banda de Lucero desde progresiva km. 1.381,50 hasta km. 4.767,00. Los perfiles longitudinales se presentan a escalas 1:2.000 horizontal y 1:100 vertical y las obras de arte a escala 1:50.

Los esquemas preliminares han sido de utilidad a los ingenieros participantes y al ingeniero agrónomo del Proyecto NOA para elaborar un sistema de canales terciarios con el objeto de proponer una remodelación del área regada basada en unidades económicas.

Los canales matrios existentes son de hormigón. El Consultor ha supuesto que la elección de este material ha sido el resultado de un análisis económico. En consecuencia, el canal propuesto también es de hormigón. Pero, mientras los canales existentes tienen taludes de 1:1, el propuesto por el Consultor tendrá taludes de 1 (vertical): 1,5 (horizontal). Esta pendiente de talud es mundialmente aceptada como la más conveniente desde el punto de vista económico y de la construcción. La velocidad del canal matriz existente es de 1,00 m/s. El Consultor, para no hacer cambios drásticos, ha aumentado esta velocidad en un 13% en el canal de la continuación y en un 19% en el canal de 1.300 l/s.

En Copacabana, el canal maestro sigue en principio en toda su extensión la traza del canal existente; sólo se han eliminado las irregularidades y las pequeñas curvas. En la progresiva km. 4.310,05 el canal cruza la carretera antes que el existente, continuando su traza más lejos de las casas. En la progresiva km. 4.573 la capacidad del canal ha sido reducida a 1.300 litros por segundo; esto fue consultado con el ingeniero agrónomo. En ese punto existirá un vertedero de escape para evitar que un caudal excedente entre en el canal de capacidad reducida. La continuación del canal maestro sigue una traza más alta que el canal existente, que entra en el nuevo esquema como un canal secundario. El anteproyecto se termina en las cercanías del cementerio. Un partidor, tipo Neyrpic, en combinación con un salto ha sido diseñado para ser implantado desarrollándose a partir del mismo el anteproyecto de los canales secundarios.

La traza propuesta para el canal maestro de Banda de Lucero es una línea recta, hasta las proximidades de la iglesia, y más alta que el camino cuya ubicación será eventualmente modificada siguiendo el

canal. El canal revestido ya existente es bajo y la tierra entra fácilmente en el canal; por esta razón, un desarenador ha sido previsto donde el canal cruza el arroyo mediante un sifón invertido. Tres alcantarillas serían necesarias a fin de dejar pasar las aguas superficiales. Esas obras son simples, no habiéndoselas diseñado por falta de tiempo. Todas las tomas se sitúan en el lado derecho del canal y son del mismo tipo que las aplicadas en Copacabana.

Se han tomado provisiones para las mediciones de agua en los canales maestros. A ese fin, en Copacabana, donde empieza el canal se ha previsto un aforador tipo Cipoletti incorporado en la obra de arte del salto. En Banda de Lucero se ha previsto asimismo 20 cm. de pérdida de carga para ser retonidos por un aforador tipo Parshall. Se ha preparado un diseño para este aforador. Si se resolviese instalar aforadores en las entregas a parcelas, las tomas en los canales maestros pueden fácilmente ser modificadas a fin de incorporar una compuerta más.

3. Conclusiones y Recomendaciones

3.1 Recomendaciones generales

El Consultor dispuso de pocos elementos para trabajar eficazmente. Para proyectos futuros, se recomienda que se realicen más trabajos preparativos, sobre todo en lo referente a la preparación de mapas con curvas de niveles. Para un diseño a nivel de anteproyecto, se recomiendan mapas en escala de 1:2.000, con curvas de nivel cada 0,50 m. Conviene estandarizar las escalas de todas las fotografías aéreas y mapas que se utilizarán en los trabajos de diseño en el sistema métrico. Las escalas recomendadas para las fotografías aéreas son de 1:100.000 y

1:10.000. Estas últimas se rinden a una ampliación a la escala de 1:2.000-
igual a la de los mapas catastrales. Estas ampliaciones conviene obte-
nerlas en papel semi-transparente, con las debidas correcciones por dis-
torsión y con curvas de nivel.

Las fotografías aéreas necesarias no siempre están disponibles; se
necesitan vuelos especiales para obtenerlas. Pero, como las fotografías
aéreas sirven a varios propósitos, conviene, en tal caso, efectuar la
preparación de las fotografías en cooperación con otras agencias inte-
resadas para reducir los gastos.

Se deben planificar los trabajos topográficos, con miras a las ta-
reas de proyecto a ser cumplidas. En Piambalá, por ejemplo, el trabajo
anterior de nivelación de los canales no es utilizable para el diseño,
puesto que los canales están mucho más elevados que los terrenos a ser
irrigados. En cambio, los caminos frecuentemente se encuentran uno o
dos metros debajo de los campos adyacentes. Los polígonos efectuados
por el proyecto siguieron principalmente los caminos. Los lugares pre-
feridos para vértices son, a veces, encrucijadas de canales con cami-
nos, sitios que son más altos que los campos. Los mapas topográficos
resultantes de un trabajo topográfico que no considera debidamente es-
tas condiciones no representa los terrenos a ser irrigados.

El Consultor utilizó únicamente mapas preparados bajo su propia su-
pervisión. Los levantamientos deben referirse a puntos fijos bien de-
finidos, de manera que ellos podrían ser usados para trabajos futuros.
Hay levantamientos hechos sin referencias.

Reconociendo las dificultades involucradas en una reestructuración
de un sistema de riego existente, necesitando expropiación de terrenos
y reparcelación, se recomienda seleccionar un área de 30-40 ha. como

proyecto piloto, para comprobar la viabilidad y la utilidad de la obra. La experiencia así lograda podría guiar la continuación del plano de reestructuración.

El Consultor ha incluido en sus planos un aforador en la cabecera de cada canal maestro. Para las tomas que derivan agua a los canales secundarios desde el canal maestro se ha proyectado una sola compuerta, pero agregando una compuerta adicional la toma se puede transformar en un aforador de doble orificio. La medición en estas tomas tienen valor sólo si se afora también las salidas a las parcelas. Se duda si tal nivel de detalle en el control hidrométrico puede lograrse en un futuro próximo.

Además, los proyectos de canales deben ser aprobados por las Direcciones de Vialidad correspondientes, en vista de armonizar las obras con eventuales proyectos viales.

3.2 Recomendaciones particulares

Las condiciones para la ejecución de los trabajos en Copacabana y en Banda de Lucero son diferentes. Por ende, los precios unitarios en los documentos de licitación y contratos deben ser diferenciados.

Se recomienda desmontar la vegetación a lo largo del canal principal de Copacabana desde la progresiva km. 1.417 en adelante, antes de la realización de las obras, a fin de facilitar la implantación.

Como se ha indicado anteriormente, muchos caminos en el pueblo de Fianbalá son más bajos que los terrenos. Cuando los nuevos canales se construyan sobraré mucho material. Entonces, se recomienda que los caminos sean levantados por este material a una altura que puede ser 60 cm. más alto que los campos (si las casas existentes lo permiten).

El terrono de los canales que pasan viñedos privados debe ser expropiado y limitado por alambros a ambos lados. Un sendero bastante ancho, para un ciclista, hay que proveer además.

El Consultor recomienda que se examine la posibilidad de usar, para la conducción del agua de Guanchín hasta Fiambalá, un tubo enterrado de tipo ARMCO, y que se obtenga una cotización de esta compañía para la obra.

3.3 Criterios hidráulicos

a) Velocidad

La velocidad en canales revestidos no debe ser menor que 0,70 m/s, puesto que con esta velocidad hay una limpieza propia. Velocidades de hasta 2,5 m/s son comunes en canales revestidos. Canales para riego con velocidades más grandes no son frecuentes y cuando ello ocurre se exige una revancha más grande. Por otra parte, alrededor de las tomas, la velocidad no debe exceder de 1,5 m/s.

En canales de tierra la velocidad es decidida por la fuerza de tracción permisible, definida por la fórmula siguiente:

$$T = w R I \quad , \text{ donde}$$

T = fuerza de tracción (kgs/m²)

w = peso unitario de agua (1.000 kg/m³)

R = radio hidráulico (m)

I = pendiente del canal

Valores admisibles para la fuerza de tracción para las diferentes clases de suelo, se encuentran en bibliografías técnicas.

Para lograr una corriente sin ondas las condiciones siguientes tienen que cumplirse:

- La velocidad en el canal no debe exceder de 0,85 veces la velocidad crítica;
- La profundidad en un canal de sección trapezoidal debe ser menor que 1,1 veces la profundidad crítica;
- El número de Froude no debe ser mayor que 0,8, para corriente sub-crítica.

Una regla muchas veces aplicada es la de subir la velocidad gradualmente hasta la parcela para que el agua lleve las materias suspendidas hasta la misma y así evitar la sedimentación en el sistema de riego.

b) Sección

Los canales abiertos deben ser de forma trapezoidal. Las pendientes de los taludes en canales de tierra depende de las características del suelo y los valores recomendados se encuentran en la bibliografía técnica. Para canales revestidos con hormigón, se recomienda un talud de 1,5 horizontal por 1,0 vertical.

La relación entre el ancho del fondo y la profundidad del agua en el canal b/d , depende del costo de construcción y de las condiciones hidráulicas. En canales de tierra de caudal menor de 1.500 l/s, una relación b/d de 2 ó más es común, y para caudales mayores de 1.500 l/s, 3,5 y hasta 10. Pequeños canales tienen frecuentemente una relación b/d de 0,60-0,7, aunque 1 podría ser preferible.

c) Rugosidad

Los coeficientes de rugosidad de Manning aplicados en los cál-

culos realizados son: $M = 65$ para hormigón y $M = 40$ para mampostería de piedra. La fórmula de Manning es:

$$V = M \cdot R^{2/3} J^{1/2}, \text{ donde:}$$

M = Coeficiente de Manning

V = Velocidad media de flujo (m/s)

R = Radio hidráulico (m)

J = Pendiente

d) Revancha en canales

La revancha en canales de caudales comprendidos entre 100 y 2.500 l/s será de 30 cm, para los canales de tierra más grandes la revancha será determinada individualmente, dependiendo de las fluctuaciones de la superficie, de las características del suelo, del gradiente de percolación y de la disponibilidad de material de excavación.

e) Radios de curvatura

El radio mínimo hasta la línea central del canal será igual a 3 veces el ancho de la superficie del agua. El radio mínimo que permite la colocación de hormigón, por medio de máquina con encofrado móvil, es de 200 metros.

f) Tirante mínimo del canal comunero en el punto de entrega a la parcela

El agua de riego debe ser administrada a la parcela en el punto más elevado de la misma.

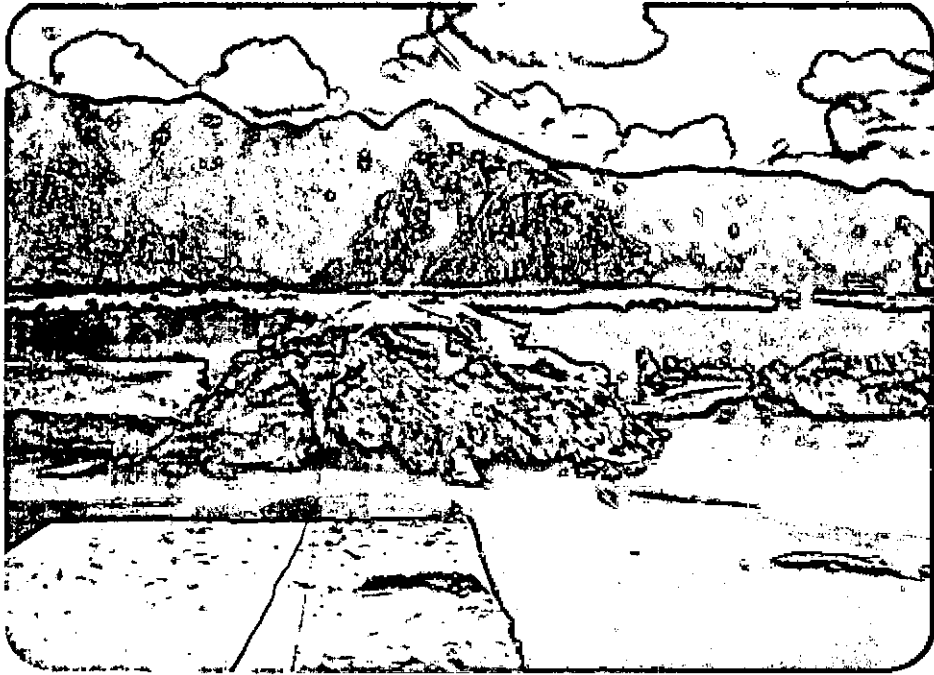
El Consultor propone que el tirante en el comunero en el punto de entrega sea 0,30 m. más alto que el terreno que ya tiene en cuenta la pérdida de carga en la toma estimada en 0,10 m.

g) Revestimiento

Con un contenido de cemento de 250 kg/m^3 son recomendables los siguientes espesores para revestimientos en hormigón colocado en "situ" con pendientes de 1,5:1:

<u>Caudal</u>	<u>Espesor</u>
0 - 500 l/s	7 cm
500 - 1.500 l/s	8 cm
más de 1.500 l/s	10 cm

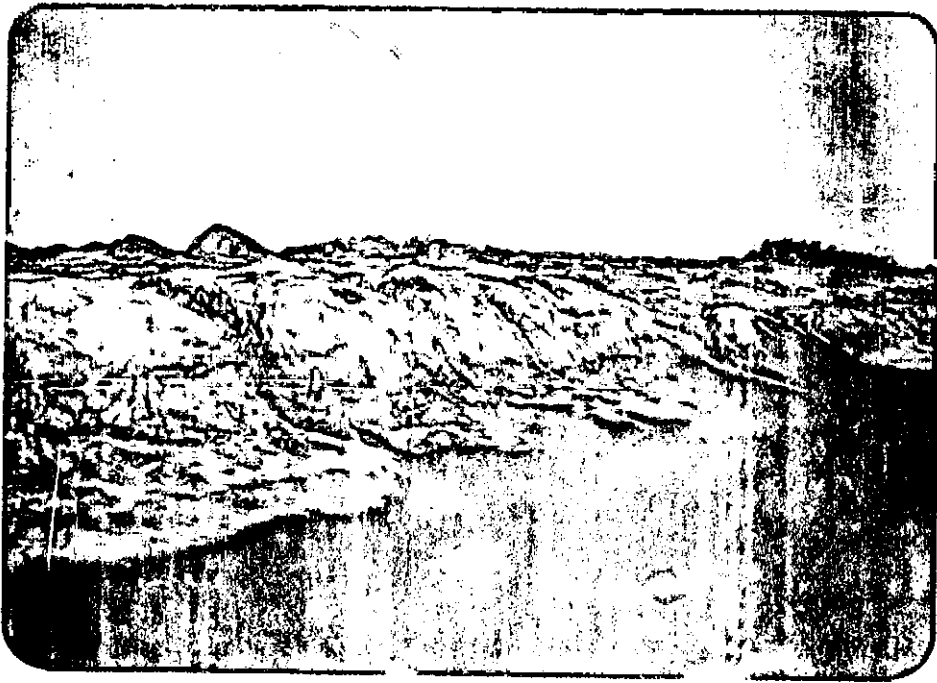
Para altas velocidades, el espesor se aumentará hasta 15 cm.



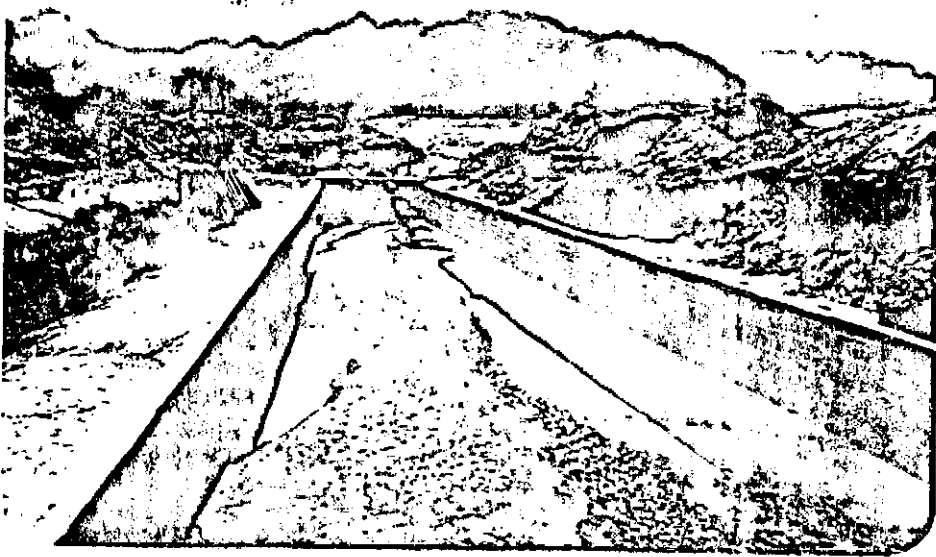
1



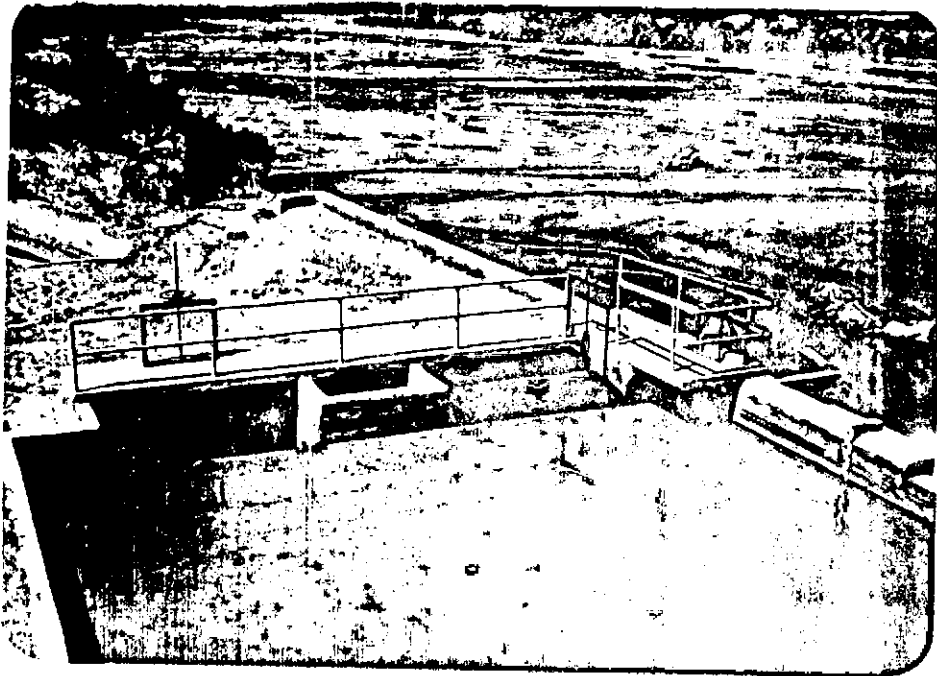
2



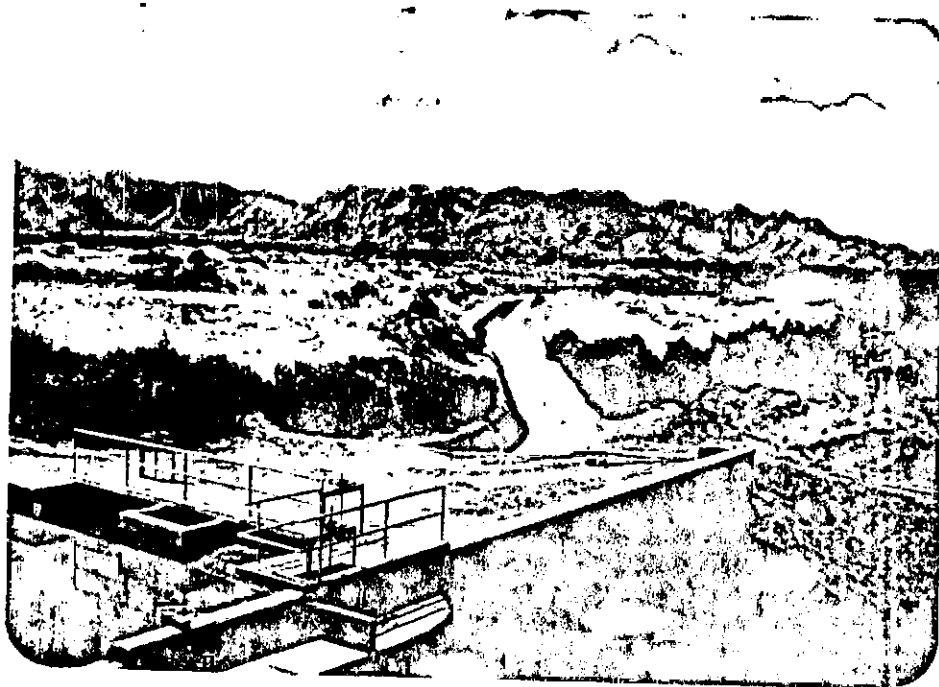
3



4



5



6



7



8