

14 de abril de 1997  
LM-IC-C-25-97

**Señor**  
**Lic. Edwin Alfaro**  
**Director Ejecutivo**  
**Comisión Nacional de Emergencias**  
**Presente**

Estimado señor:

De acuerdo al convenio CNE - FUNDEVI para el estudio de las cuencas bajas de los ríos Chirripó - Barbilla y Matina, hacemos entrega del informe final, esperando llenar las expectativas contractuales.

Debido a que las fotografías aéreas actualizadas e históricas que el CNE se comprometió a facilitar no fueron entregadas, hubo que hacer topografías especiales en diferentes secciones de los ríos para tener una evaluación más precisa de los efectos de las avenidas probables.

Se proponen dos soluciones; una es la colocación de espigones sobre el río Matina, después de la confluencia de los ríos Chirripó y Barbilla, para modificar el meandro que pone en peligro la carretera a la ciudad de Matina. La otra solución propuesta, que puede ser posterior a la colocación de los espigones, es el desvío de parte del río Chirripó al Matina.

Ninguna de estas soluciones evita las inundaciones que históricamente han sucedido en Matina; sin embargo, canalizan y disminuyen los efectos destructivos probables.

Es importante, asimismo, mantener limpios los márgenes del río Matina ya que los obstáculos existentes disminuyen su capacidad hidráulica.

La desembocadura del río Matina tiene gran cantidad de sedimento, probablemente por el ascenso del litoral después del terremoto. Esto provoca mayor remanso aguas arriba, facilitando las inundaciones en las grandes avenidas.

Atentamente,



**Dr. Juan A. Pastor Gómez**  
**Director**  
**Laboratorio Nacional de Materiales**  
**y Modelos Estructurales**

c.c. **Ing. Jorge Arturo Castro, Presidente Ejecutivo CNE**  
**Ing. Manuel Emilio Calvo, Comisión de Emergencias**

car

**INDICE**  
**ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO SOBRE LAS CUENCAS**  
**BAJAS DE LOS RIOS CHIRRIPO - BARBILLA Y MATINA**

		<i>Pág.</i>
1.	<i>Sumario</i>	2
2.	<i>Antecedentes y Reseña Histórica</i>	3
	2.1 <i>Antecedentes</i>	
	2.2 <i>Reseña histórica</i>	
3.	<i>Información del Proyecto</i>	6
	3.1 <i>Caudales</i>	
4.	<i>Cuencas</i>	8
5.	<i>Area de Estudio</i>	12
6.	<i>Características del Meandro</i>	13
	6.1 <i>Características Geométricas</i>	
	6.2 <i>Características Hidráulicas</i>	
7.	<i>Dimensionamiento de los Espigones</i>	15
	7.1 <i>Longitud y Cota de la Corona del Espigón</i>	
	7.2 <i>Separación de los Espigones</i>	
8.	<i>Canal de Rectificación Chirripó - Matina</i>	27
	8.1 <i>Cálculo de Estabilidad Horizontal</i>	
	8.2 <i>Análisis de Laboratorio</i>	
9.	<i>Presupuesto de Obra</i>	47
	9.1 <i>Canal de Desvío</i>	
	9.2 <i>Construcción de Espigones</i>	
	<i>Anexo Topográfico</i>	48

**ESTUDIO SOBRE LAS CUENCAS BAJAS DE LOS RIOS  
CHIRRIPO - BARBILLA Y MATINA**

**1. SUMARIO**

*Se presenta una análisis hidrológico de la frecuencia de los caudales máximos para los ríos Barbilla y Chirripó.*

*Se da un caudal probable en los ríos Chirripó, Barbilla y Matina de acuerdo a los datos hidráulicos (sección, pendiente hidráulica y rigurosidad) y se compara con los datos hidrológicos. Se estudia la morfología del meandro y su corrección por medio de espigones. Asimismo, se estudia la posibilidad de un canal de desvío, rectificando el meandro.*

## **2. ANTECEDENTES y RESEÑA HISTORICA**

### **2.1 ANTECEDENTES**

*El estudio tiene su origen en el Decreto Ejecutivo N 24973 MOPT y del Acuerdo N 0279- 96 de la Comisión Nacional de Emergencias :*

*“ Ordenar a la Administración proceder de la manera inmediata a la contratación de hidrólogos de la más alta calificación posible para que procedan a realizar los estudios pertinentes para el diseño de las obras necesarias para el encauzamiento y construcción de los diques de protección en los ríos de la Vertiente Atlántica y Norte que se desbordaron con el temporal del 11 al 14 de febrero de 1996, conforme a lo dispuesto por el Decreto Ejecutivo N 24973 - MP- MOPT, del 14 de febrero de 1996. Asimismo, para que se proceda a la contratación de la fotografía aérea de la zona afectada con el Instituto Geográfico de Costa Rica”.*

*Contrato firmado entre la Comisión de Emergencias y la Fundación de la Universidad de Costa Rica para la Investigación (FUNDEVI).*

*Especificaciones y Referencias de la Comisión Nacional de Emergencias.*

## 2.2 RESEÑA HISTORICA

*La Zona Atlántica frecuentemente se ha visto, y aún se ve, afectada por inundaciones. El Río Matina es uno de los que más problemas presenta. Ya desde la época de la colonia se tienen referencias de los problemas ocasionados por las inundaciones de este río. Una nota del 19 de diciembre de 1800 indica que comenzó en Matina, entre las 4 y 5 de la tarde, un fuerte temporal de viento y agua. Llovió sin cesar toda la noche, crecieron extraordinariamente todos los ríos y a causa de la inundación hubo considerables pérdidas. Consta en varios documentos que las lluvias de ese año fueron excesivas, aunque no de larga duración. En una despacho del Jefe Político don José María Peralta al Ministro General, del 19 de noviembre de 1828, le dice que las inundaciones que se experimentan en el Valle de Matina ocurren (más o menos anualmente durante los meses de noviembre, diciembre o a fines de marzo; y que en la reunión de los ríos Barbilla y Chirripó es en donde se advierte con más extensión. A consecuencia de la que hubo ese año, quedó por algún tiempo casi solo el valle, la mayor parte de los pobladores se vinieron para el interior y no quedaron en las casas y fincas de Matina más que unos 20 a 25 individuos.*

*En el año de 1908 se menciona que el Río Matina destruyó el puente del ferrocarril y el Río Reventazón el puente de La Junta. En noviembre de 1928, el país sufrió una de las más grandes inundaciones de que se tenga noticia. El Río Chirripó se llevó varias casas y ganado y las poblaciones de Matina, Estrada y Siquirres sufrieron inundaciones. El día de mayor intensidad del temporal, el 23 de*

*noviembre, precipitaron 241,3 mm en Zent, 264,2 mm en Turrialba y 222 mm en el Carmen e Indiana.*

*En noviembre de 1933 ocurrieron avenidas de importancia en los ríos de la Vertiente Atlántica. En la estación de Guácimo precipitaron en 24 horas, 236,2 mm y en Monte Verde 255,8 mm. En el año de 1935 también ocurrieron avenidas en la Vertiente Atlántica provocadas por tormentas importantes. El día 4 de diciembre, correspondiente al día de mayor intensidad del temporal, precipitaron en Zent 322,6 mm en 24 horas. A consecuencia de esta tormenta el nivel de los ríos Matina y Chirripó subió 1,50 m sobre la línea del ferrocarril. En noviembre de 1936 se informa de una creciente en el Río Matina la cual sobrepasó la línea del ferrocarril en 0,70 m en la población. En Siquirres precipitaron 231,1 mm en 24 horas y 144,0 mm en Peralta. En 1937 ocurrió un fuerte aguacero el día 2 de noviembre. En esa oportunidad precipitaron 339,0 mm en Zent y 308,6 mm en 24 horas en Siquirres. En 1938, se informa que el Río Matina, creció hasta que sus aguas alcanzaron, en Matina, 0,80 m por encima de la vía férrea. Las máximas precipitaciones en 24 horas ocurrieron en Pejivalle 198,1, Peralta 183,4 y Siquirres 112,8 mm. En noviembre de 1939 sufrieron inundaciones las localidades de Estrada y Matina. En esta oportunidad las máximas precipitaciones para el día de mayor intensidad del temporal, fueron en Pejivalle 228,6 mm, en Siquirres 206,0 mm y en Peralta 202,7 mm.*

### 3. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1 Caudales

*El caudal de diseño para un periodo de retorno de 5 años es el siguiente:*

<i>Río</i>	<i>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Area (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Qu (l/s/Ha)</i>
<i>Barbilla</i>	<i>528</i>	<i>269</i>	<i>19.6</i>
<i>Chirripó</i>	<i>1.760</i>	<i>1.096</i>	<i>16.1</i>
<i>Matina</i>	<i>2.248</i>	<i>1.365</i>	<i>16.5</i>

*Donde Qu es el Caudal en litros / segundo / Ha.*

*Para el diseño del Río Matina, se considera que la elevación de descarga en la boca es de 0.51 msnm. Los ríos Barbilla y Chirripó consideran el nivel hidráulico del Río Matina.*

*La longitud del Río Barbilla desde el cruce de la Ruta Nacional 32 y su confluencia con el Río Chirripó es de 12 km.*

*La elevación del fondo del río es de 21 msnm en el cruce de la Ruta Nacional 32 y de 3.9 msnm en la confluencia con el Río Chirripó.*

*La pendiente en la parte alta es de 1/450 y disminuye suavemente hasta 1/1.300 en la parte baja del río.*

*Tomado: Proyecto "Drenaje y Mejoramiento Sanitario en el Cantón de Matina (Ing. Julio Masís y Ing. William Murillo).*

*En la parte alta el río tiene un ancho que varía de 89 a 120 m y una profundidad entre 1.5 y 8.5m, mientras que en la parte baja tiene entre 45 y 115 m de ancho y entre 5 y 10 m de profundidad.*

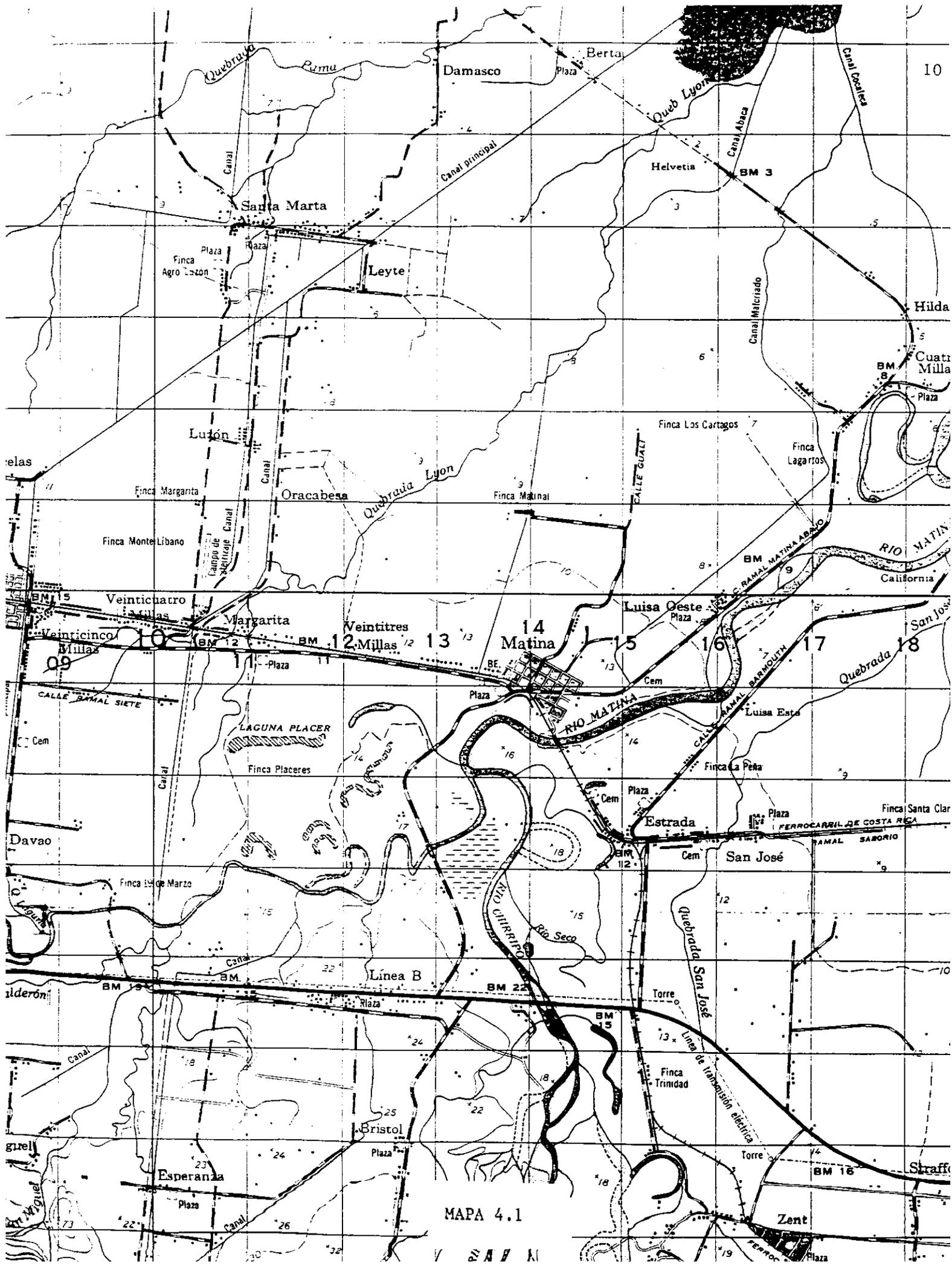
*La elevación del fondo del Río Matina es de 3.9 msnm en la confluencia de los ríos Chirripó y Barbilla, mientras que en su confluencia con el Canal de Tortuguero es de -2.9 msnm. La pendiente promedio del río es de 1/2.200, siendo en la parte baja más suave, en promedio 1/9.000.*

*La capacidad de drenaje de los ríos fue confirmada con el empleo de los resultados del estudio de campo y los cálculos de flujo no uniforme. La capacidad fue comparada con el caudal de descarga probable con una período de retorno de 5 años. A continuación se tabulan los respectivos datos:*

<i>Río</i>	<i>Sector</i>	<i>Capacidad Drenaje (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Caudal Tr=5 años (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>Relación Capacidad Caudal</i>
<i>Chirripó</i>	<i>alto</i>	<i>1.800</i>	<i>1.760</i>	<i>1.02</i>
	<i>medio</i>	<i>1.300</i>	<i>1.760</i>	<i>0.74</i>
<i>Barbilla</i>	<i>alto</i>	<i>550</i>	<i>528</i>	<i>1.04</i>
	<i>medio</i>	<i>350</i>	<i>528</i>	<i>0.66</i>
	<i>bajo</i>	<i>100</i>	<i>528</i>	<i>0.19</i>
<i>Matina</i>	<i>alto</i>	<i>300</i>	<i>2.248</i>	<i>0.13</i>
	<i>medio</i>	<i>850</i>	<i>2.248</i>	<i>0.38</i>
	<i>bajo</i>	<i>500</i>	<i>2.248</i>	<i>0.22</i>

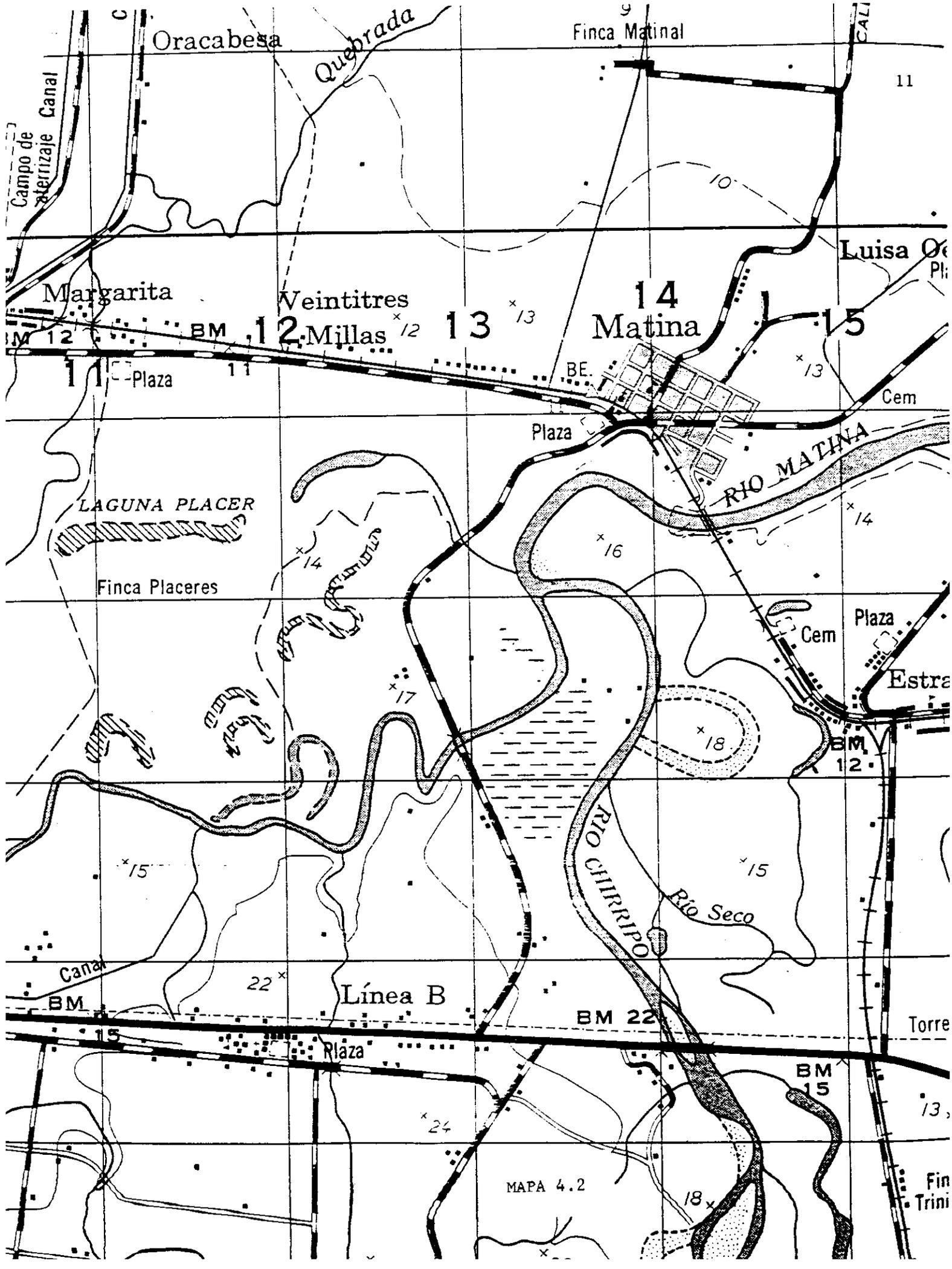
#### ***4. CUENCAS***





MAPA 4.1

V. S. A. M.



## **5. AREA DE ESTUDIO**

*El estudio se enmarca dentro del área de las cuencas bajas de los ríos Chirripó, Barbilla y Matina.*

*El reconocimiento del área y efectos de los eventos se hicieron por medio de diferentes visitas a los sitios de interés.*

*El análisis preliminar de los sitios se hizo navegando el río Matina desde su desembocadura. Seguidamente se hizo un reconocimiento por medio de fotografía aérea del mes de febrero de 1992, mapas del Instituto Geográfico Nacional y planos suministrados por Ingenieros del SENARA.*

*En los puentes sobre los ríos Chirripó, Barbilla y Matina, se efectúa una topografía especial, midiéndose las secciones transversales del fondo del río y niveles que hu alcanzado el agua en esa sección.*

*Se toma topografía de la boca del río Matina. Se toman muestras del material de arrastre aguas arriba y aguas abajo del puente del ferrocarril en el río Matina.*

## 6. CARACTERÍSTICAS DEL MEANDRO.

*Para analizar la estabilidad horizontal del meandro, es necesario considerar los siguientes parámetros:*

### 6.1 Características Geométricas:

- *Ancho de la sección recta para la cota 7,32 m.s.n.m ,  $Br = 115,00$  m*
- *Ancho de la sección curva en la la cota 7,32 m.s.n.m ,  $Bc = 142,00$  m*
- *Radio de curvatura  $R = 350$  m*
- *Longitud del meandro  $S = 1850$  m*
- *Ancho mínimo del meandro  $Sm = 500$  m*
- *Angulo de acceso  $\alpha_i = 104^\circ$*
- *Angulo de salida  $\alpha_u = 200^\circ$*
- *Diferencia  $\alpha_s = 96^\circ$*

### 6.2 Características Hidráulicas

- *Caudal  $Q = 170$  m<sup>3</sup>/seg*
- *Pendiente  $So = 0,002$*
- *Velocidad  $V = 0,9$  m/seg*
- *Profundidad  $h = 3,5$  m*
- *Desplazamiento  $Cm = 1,5$  m/año*



*De los parámetros anteriores se llama la atención del ángulo de salida  $\alpha_u$  y de la formación o desplazamiento  $C_m$ , ya que para ángulos hasta  $160^\circ$  la deformación tiende a aumentar, pero para ángulos mayores a  $160^\circ$  tiende a disminuir.*

*Estas consideraciones se toman en cuenta para definir la posición del canal de rectificación estableciendo el sitio en el ancho del meandro.*

## **7. DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPIGONES**

*El dimensionamiento de los los espigones consiste en establecer la longitud, las cotas de la corona, la separación entre espigones y el ancho de la corona.*

### **7.1 Longitud y Cota de la Corona del Espigón**

*Para el cálculo de la cota de la corona primero se define la longitud del espigón:*

$$Le = Bc/4 \quad Le = 30 \text{ m}$$

*Se establece la Cota de Diseño de acuerdo a los datos suministrados por el levantamiento topográfico efectuado en el sitio: Cota-d = 7,32 m.s.n.m. y el caudal de  $Q = 312,00 \text{ m}^3/\text{s}$ .*

*Se dibuja el espigón en la sección curva del meandro para calcular las áreas correspondientes a la cubierta por el espigón  $A_e = 47,85 \text{ m}^2$ , el área no cubierta por el espigón  $A_l = 224,79 \text{ m}^2$ , y el área sobre el espigón,  $A_{se} = 28,3 \text{ m}^2$ .*

*De acuerdo con la granulometría del material del lecho del río ( $d_m = 50 \text{ mm}$ ), se define la velocidad de socavación  $V_s = 1,7 \text{ m/s}$ , para el cálculo del caudal  $Q_s$  y el coeficiente  $K_s$*

$$Q_s = V_s \cdot A_l = 463,42 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K_s = Q_s/Q = 1,48$$

*El coeficiente  $K_s$  indica en cuantas veces se aumenta el caudal en la sección no cubierta por el espigón. Con este caudal se obtiene la Cota de Cálculo  $Cota -c = 7,8 \text{ m.s.n.m.}$  Entre los niveles de cálculo y proyecto se calcula la altura del espigón ( $Z_e$ ), dándose por lo menos dos alturas diferentes comprendidas entre los valores antes citados. Los valores se dibujan en el gráfico de la fig. 7.2 y la altura escogida del espigón se obtiene cuando se intersecan la curva experimental  $K_e = f_1(m, K_s)$ , y las curvas  $K = f_2(m)$ .*

*Las curvas auxiliares de calculo se grafican según las funciones  $K = f_2(Z_e)$  y  $m = f_3(Z_e)$ , para*

$$m = A_e \cdot A_l \quad \text{y} \quad -K = A_{se} \cdot A_e$$

## 7.2 *Separaciones de los Espigones*

*La separación de los espigones se define tomando en cuenta la necesidad de rellenar, en forma natural, el espacio entre ellos con el fin de estabilizar y proteger la margen izquierda de río. Este relleno se produce por los sedimentos que son arrastrados por el río.*

*Se calcula una distancia ( $S_c$ ) llamada longitud crítica, tal que se mantenga el paralelismo de las líneas de corriente entre espigón y espigón.*

*La longitud crítica se calcula por la fórmula*

$$S_c = \mu L_e \sin \alpha$$

*$\mu$  = coeficiente que varía entre 2 y 10*

*$L_e$  = longitud del espigón*

*$\alpha$  = ángulo formado por el eje del espigón y la dirección de la corriente principal*

*El cálculo de coeficiente  $\mu$ , se hace por medio del gráfico de la fig. 7.1 en donde se relacionan las diferentes variables que intervienen en el diseño del espigón:*

$f$  = factor de fricción

$$f = 2g' C^{2*} (Bc \cdot Le)$$

$g$  = aceleración de la fuerza de gravedad

$C$  = Coeficiente de Chezy

$Bc$  = Ancho del río para el caudal de diseño

$Le$  = Longitud del espigón

Para los valores

$$Bc = 140 \text{ m}$$

$$Le = 35 \text{ m}$$

$$C = 16 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$$

$$f = 0,3$$

$Ze$  = altura del espigón

$$Ze = 3,5$$

$H_{max}$  = profundidad máxima del flujo

$$H_{max} = 4 \text{ m}$$

$H_m$  = profundidad media

$$H_m = 2,5 \text{ m}$$

$$H_m/H_{max} = 0,625$$

$$Ze/H_{max} = 0,75$$

Llevando estos valores en el gráfico de la fig. 7.1, se obtiene el valor de

$$\mu = 5$$

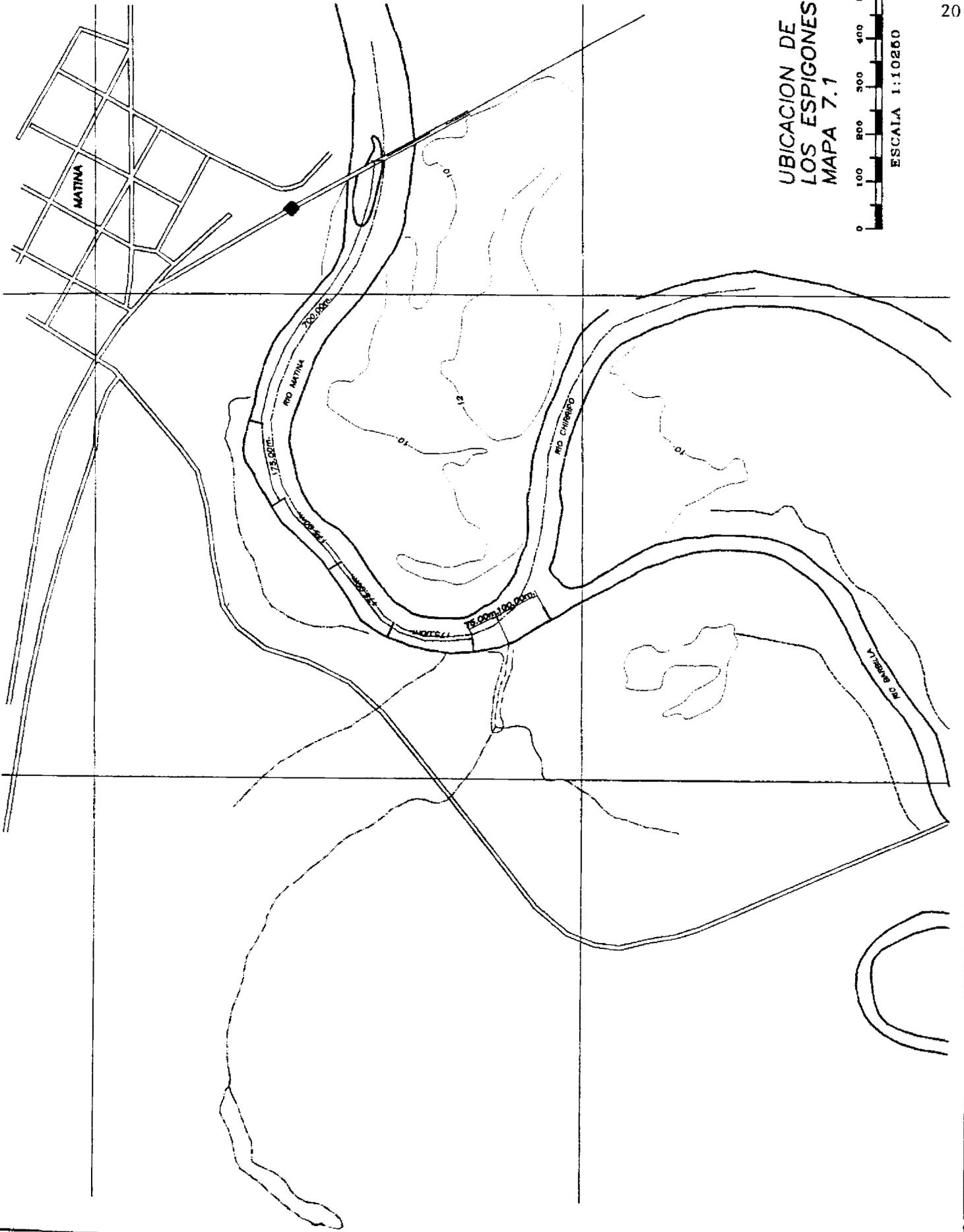
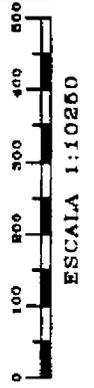
*Entonces la separación entre espigones será de*

$$Sc = Le * \mu$$

$$Sc = 175 \text{ m}$$

*El primer espigón se coloca cerca de la confluencia de los ríos Churripó y Barbilla, los demás a la distancia  $Sc = 175 \text{ m}$  aguas abajo del primero (Vea mapa N° 7.1).*

UBICACION DE  
LOS ESPIGONES  
MAPA 7.1



## LONGITUD Y ALTURA DE ESPIGONES

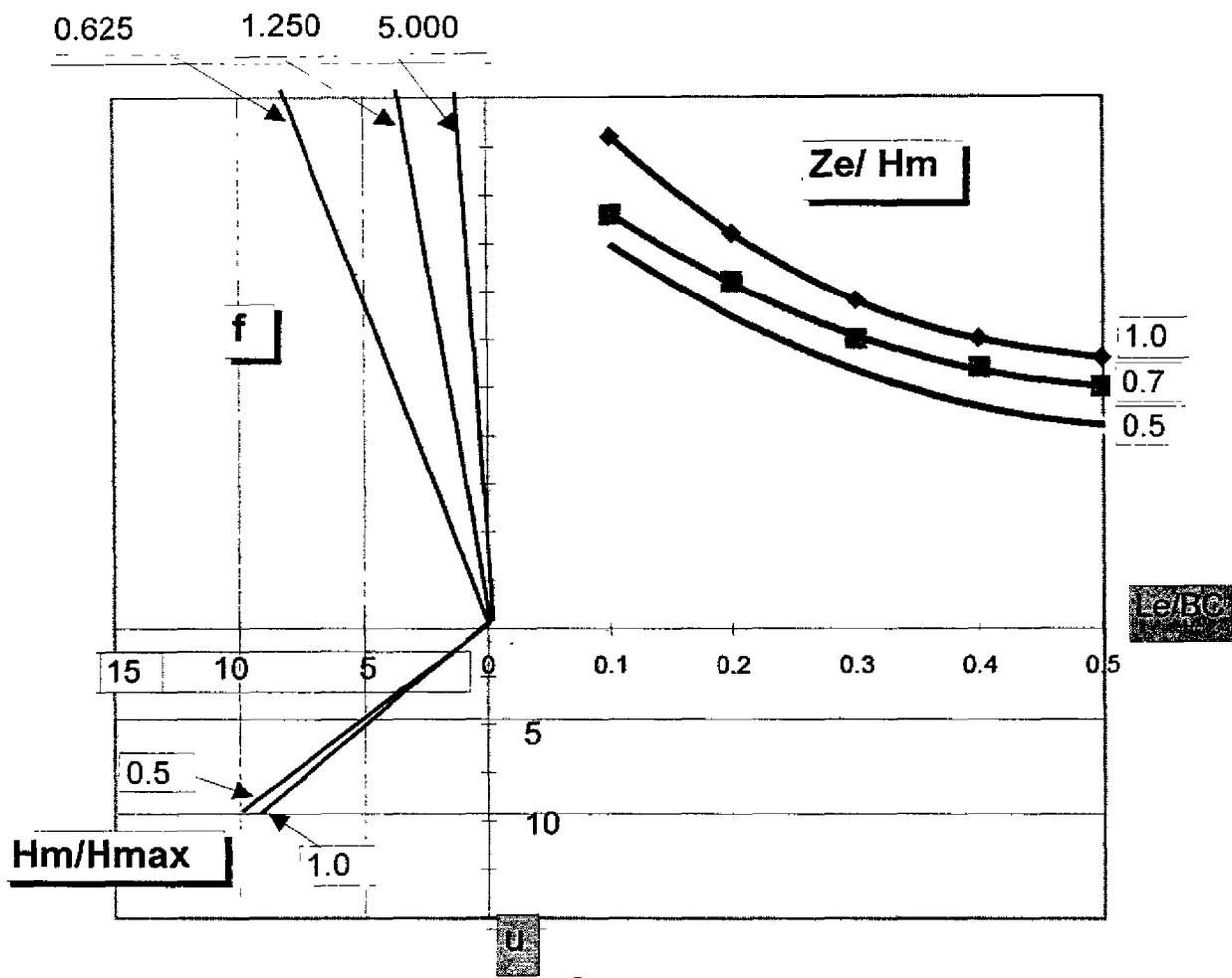


GRAFICO PARA  $u = u ( Le/Be , Ze/Hm , Hm/Hm\acute{a}x )$

Fig. 7.1

### ALTURA DEL ESPIGÓN

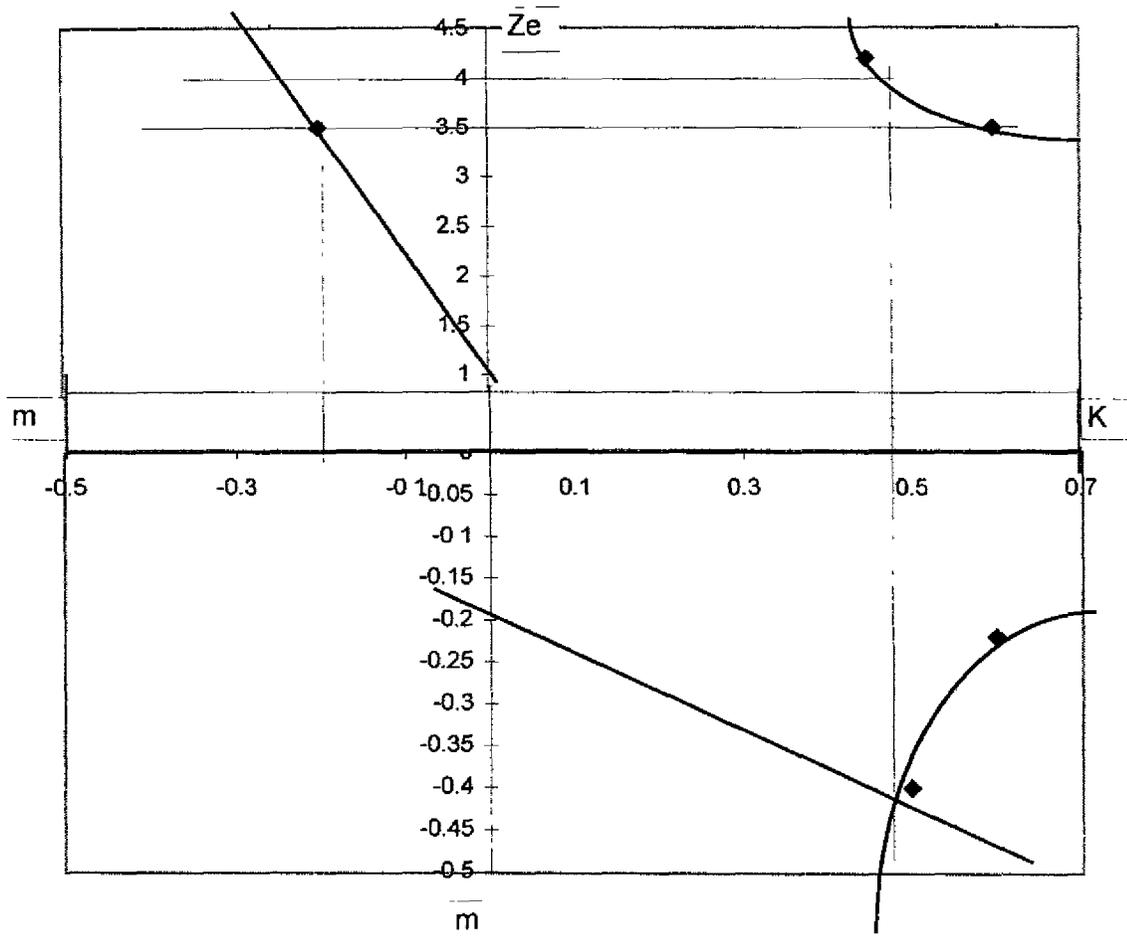
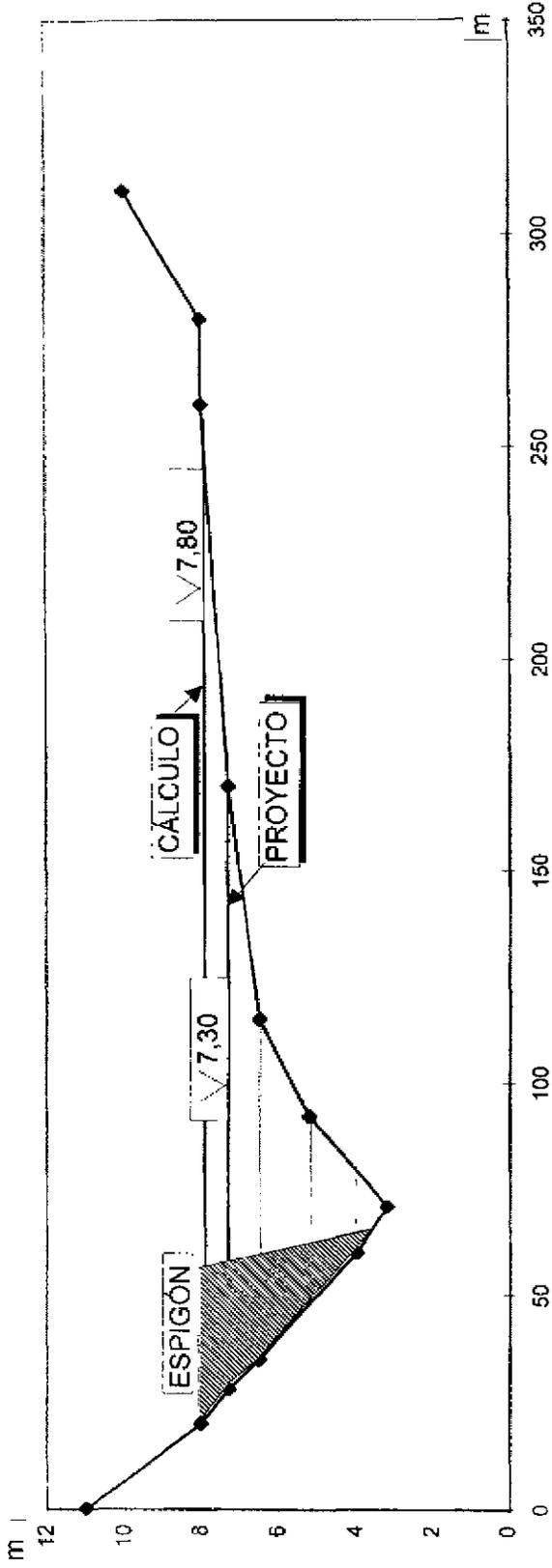


Fig. 7.2

### SECCIÓN EN LA CURVA DEL MEANDRO



Nivel del proyecto 7,32 m.s.n.m.

- A se = 28,3 m<sup>2</sup>, 32
- A e = 47,85 m<sup>2</sup>, 51
- A q = 224,79 m<sup>2</sup>
- AT = 272,68 m<sup>2</sup>

Nivel del cálculo

- Vp = 1,7 m/s
- Qc = Vp \* Ag = 463,42 m<sup>3</sup>/s
- m = Ae/Ag = 0,21
- K = Ase/ Ae = 0,6

Fig. 7.3

**CURVA DE DESCARGA EN LA SECCION CURVA**

CAUDAL (m3/s)	0	42.71	186.04	555	670.79
COTA (m.s.n m)	3	5.18	6.54	7.3	8.15

**CURVA DE DESCARGA EN LA SECCION CURVA**

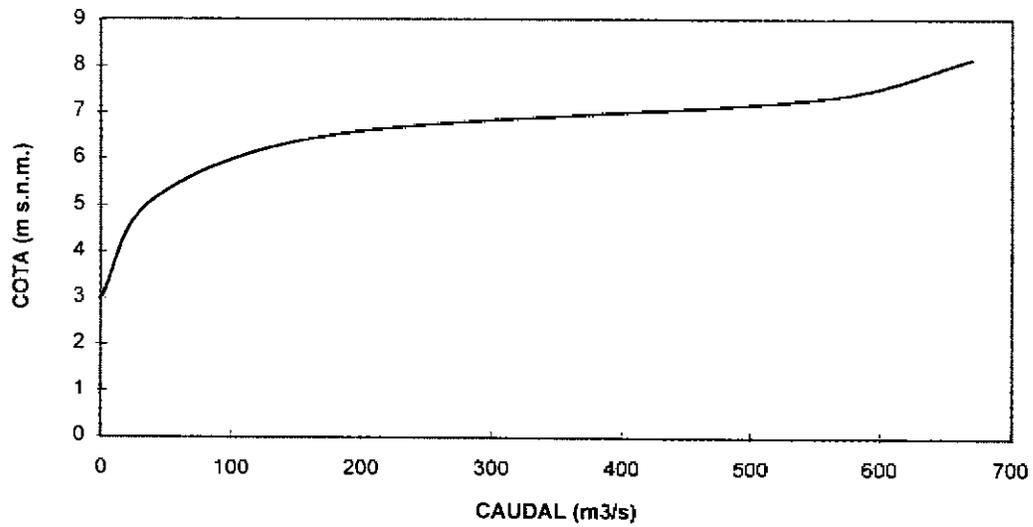
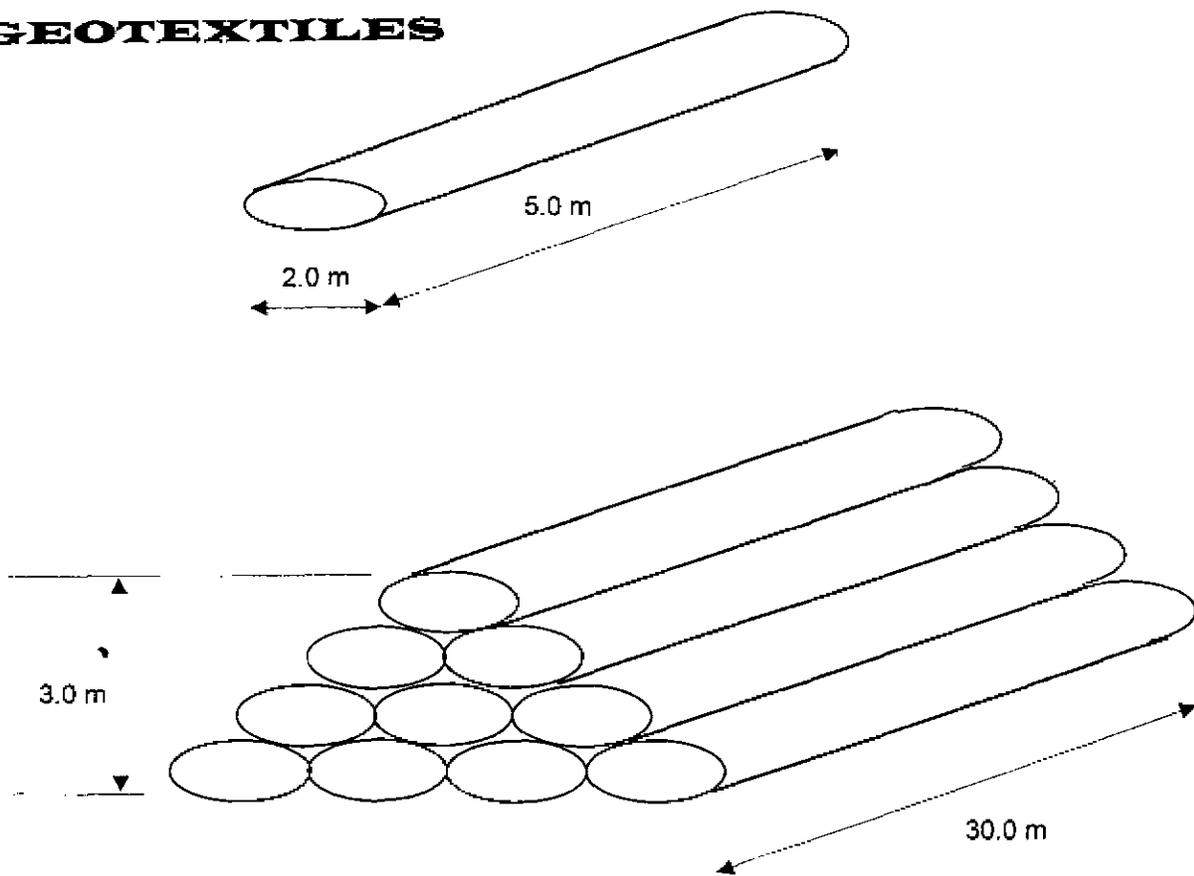


Fig. 7.4

**GEOTEXTILES**

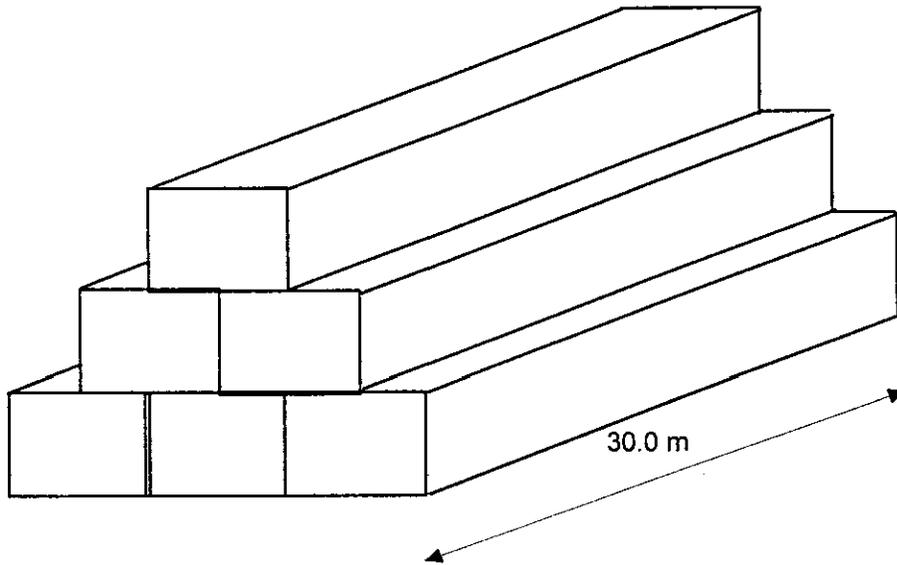
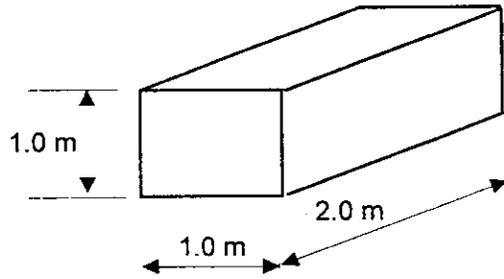


Relleno con arena inyectada

Costo Aproximado ¢ 540.000 (\$2400) cada espigón de 30 m

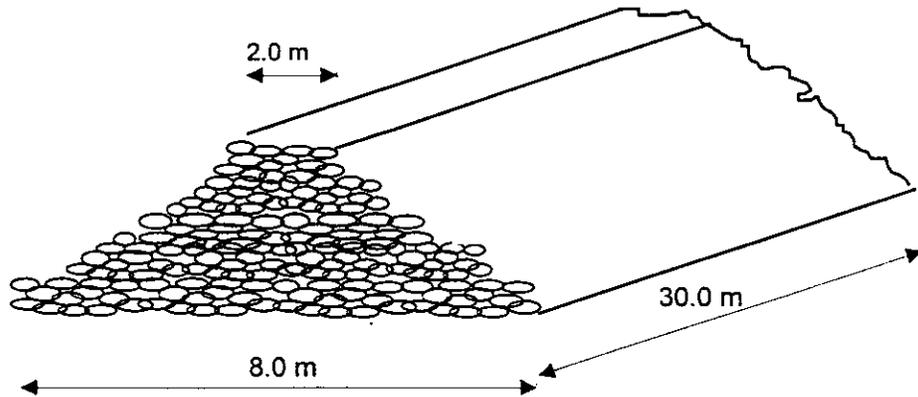
Fig. 7.5

**GAYIONES**



Relleno con grava de río  
 Costo aproximado ¢ 1.530.000 (\$6770) cda espigón de 30 m

**ENROCAMIENTO**



Formado con piedra bola escogida  
 Costo aproximado ¢ 640.000 (\$2880) cada espigón de 30 m.

Fig. 7.6

## 8. CANAL DE RECTIFICACION CHIRRIPO - MATINA

### 8.1 CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD HORIZONTAL DEL CANAL - DE RECTIFICACIÓN EN MATINA

*Para el cálculo de la estabilidad del canal en el río Chirripó - Matina se utiliza en diagrama de Shields. (fig. 8.1).*

*El parámetro adimensional de Shields se calcula por fórmula:*

$$F = \tau_o / (\gamma_s - \gamma) d$$

$$F = \text{Número de Shields}$$

$$\tau_o = \text{Esfuerzo cortante}$$

$$\gamma_s = \text{Peso específico del material en el lecho del canal}$$

$$\gamma = \text{Peso específico del agua}$$

$$d = \text{Diámetro medio de las partículas del canal.}$$

*Los valores del peso específico y del diámetro se obtienen del análisis material del sitio en donde se construye el canal.*

*El esfuerzo cortante se calcula a partir de los parámetros hidráulicos y geométricos de la sección del canal, el radio hidráulico ( $R_h$ ) y la pendiente hidráulica ( $S_f$ ), según la fórmula siguiente:*

$$\tau_o = \gamma \cdot R_h \cdot S_f$$

$$\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad R_h = 1,98 \text{ m} \quad S_f = 0,002$$

$$\tau_o = \gamma \cdot R_h \cdot S_f \quad \tau_o = 3,96 \text{ kgm}^{-2}$$

*El parámetro adimensional de Shields se calcula para:*

$$d = 1 \text{ mm}$$

$$\tau_s = 2650 \text{ kg/m}^3 \quad \gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$F = \tau_0 / (\gamma_s - \gamma) d \quad F = 2,4$$

*El número de Shields se compara en el número de Reynolds de la partícula según la fórmula:*

$$Re = U \cdot d \gamma$$

*U - velocidad cortante*

*$\gamma$  - viscosidad cinemática*

$$U = \sqrt{g \cdot Rh \cdot Sf}$$

$$U = \sqrt{g \cdot Rh \cdot Sf}$$

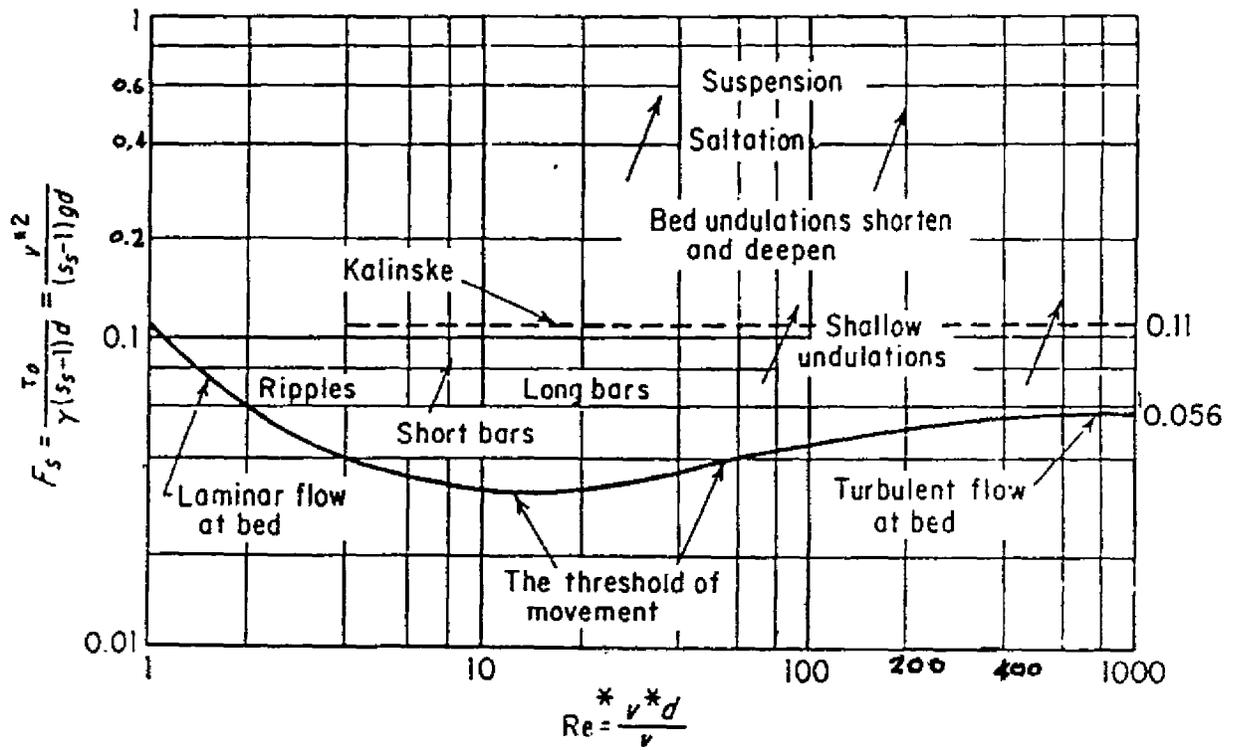
$$U = 0,197 \text{ m s}^{-1}$$

$$V = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{u \cdot d}{V} \quad Re = 164,248$$

*Para otros valores de Q y h se dan en la tabla # 8.1, los que se dibujan en el Gráfico # 8.1 de Shields y se ubican en la región llamada "Suspensión y Salto".*

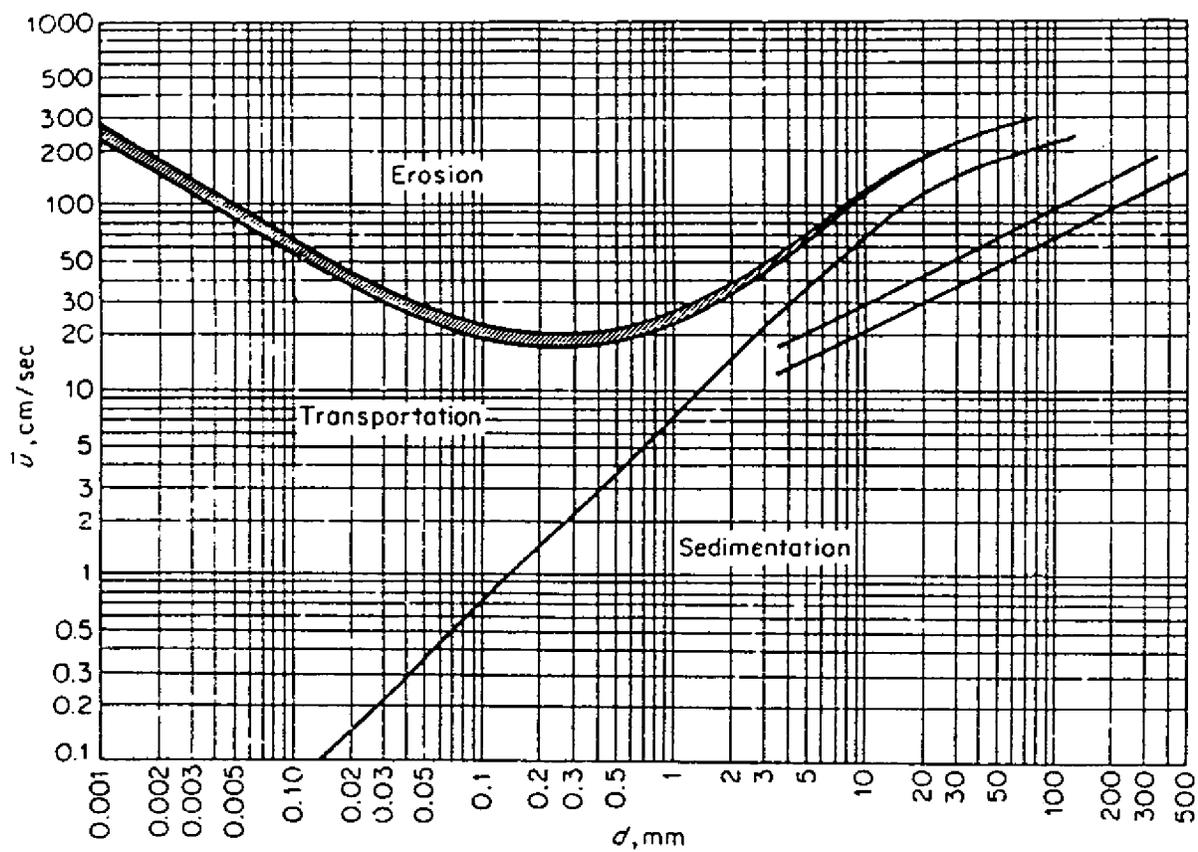
Fig. 8.1  
GRAFICO DE SHIELDS



Fuente: Henderson.

Fig. 8.2

## CRITERIO DE EROSION DEPOSICION PARA PARTICULAS



Fuente: Graf.



## CANAL DE DESVIO EN EL RIO CHIRRIPO - MATINA

$S_o = 0.002$

$z = 1.5$

$n = 0.03$

$V_p = 1.25$

$b = 35.00 \text{ m}$

Tabla 8.2

Q	h	B	A	V	Pm	Rh	Qxn/So	ARh(2/3)	hc
10	0.37	36.12	13.23	0.76	36.34	0.36	6.71	6.74	0.20
20	0.57	36.7	20.25	0.99	37.04	0.55	13.42	13.54	0.32
30	0.72	37.16	25.95	1.16	37.60	0.69	20.12	20.30	0.42
40	0.85	37.55	30.83	1.30	38.06	0.81	26.83	26.79	0.51
50	0.97	37.91	35.36	1.41	38.50	0.92	33.54	33.41	0.59
60	1.09	38.27	39.93	1.50	38.93	1.03	40.25	40.61	0.66
70	1.18	38.54	43.39	1.61	39.25	1.11	46.96	46.38	0.73
80	1.29	38.87	47.65	1.68	39.65	1.20	53.67	53.85	0.80
90	1.38	39.14	51.16	1.76	39.98	1.28	60.37	60.30	0.86
100	1.48	39.44	55.09	1.82	40.34	1.37	67.08	67.81	0.93
120	1.64	39.92	61.43	1.95	40.91	1.50	80.50	80.56	1.05
140	1.79	40.37	67.46	2.08	41.25	1.63	93.91	93.32	1.15
160	1.95	40.85	73.95	2.16	42.03	1.76	107.33	107.78	1.26
180	2.08	41.24	79.29	2.27	42.50	1.87	120.75	120.16	1.37
200	2.22	41.66	85.09	2.35	43.00	1.98	134.12	134.12	1.46

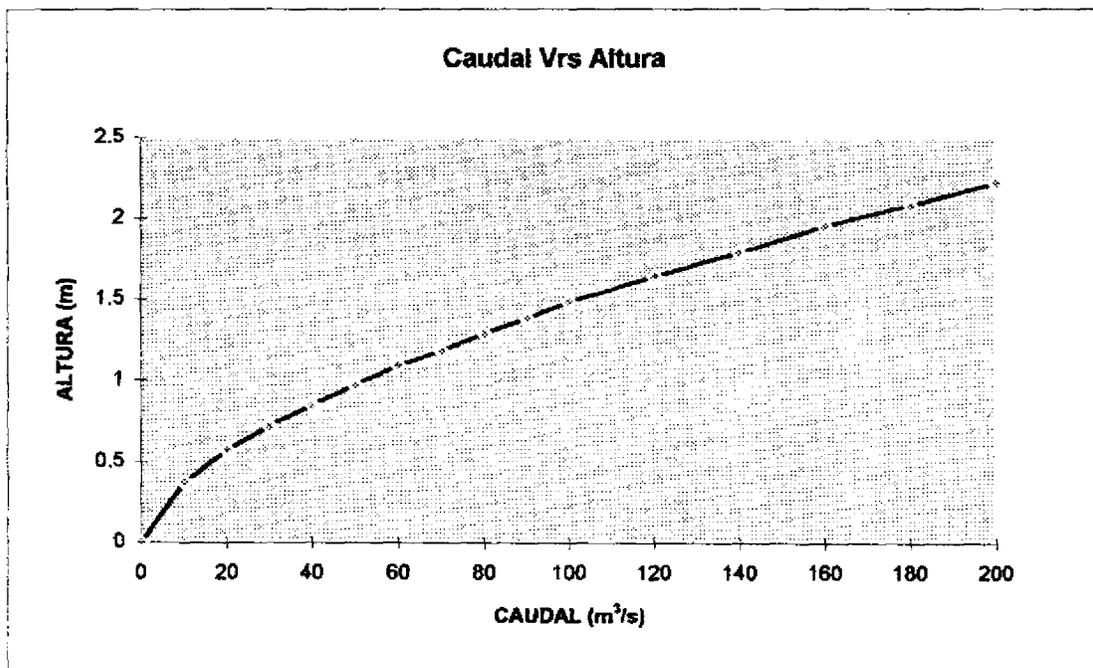


Fig. 8.3

## CANAL DE DESVIO EN EL RIO CHIRRIPO - MATINA

$$S_o = 0.002$$

$$z = 1.5$$

$$n = 0.03$$

$$V_p = 1.25$$

$$b = 35.00 \text{ m}$$

PERFIL DEL CANAL  
H 1:500 V 1:100

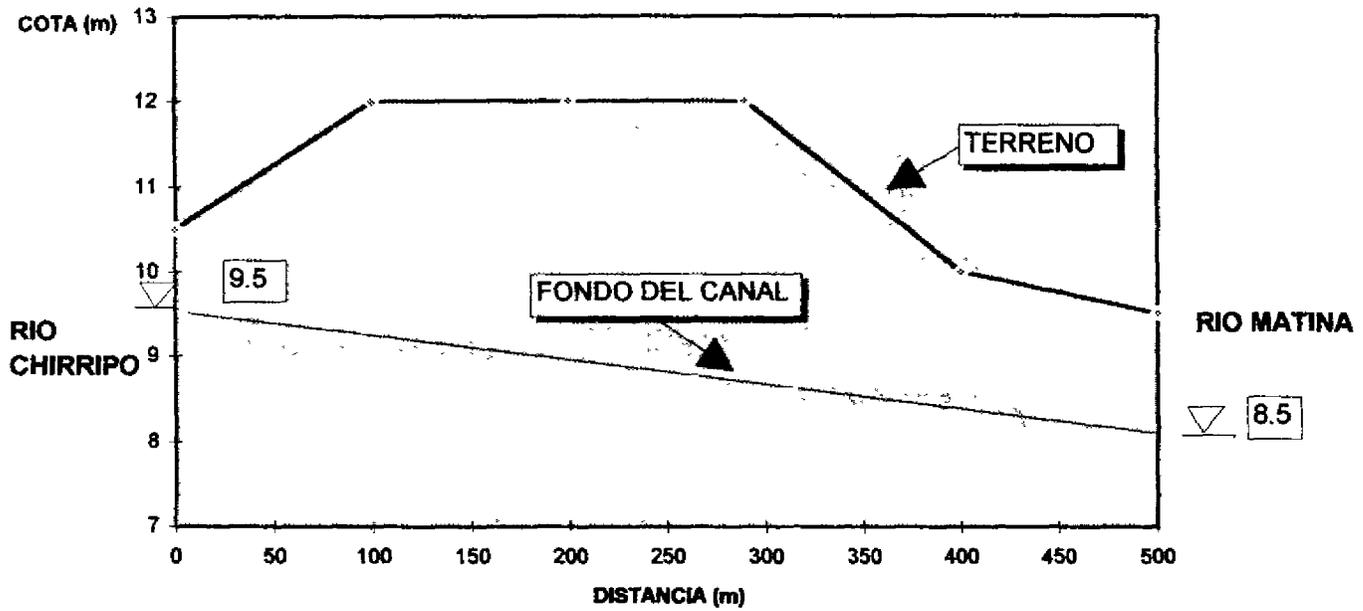


Fig. 8.4

### SECCION DEL CANAL

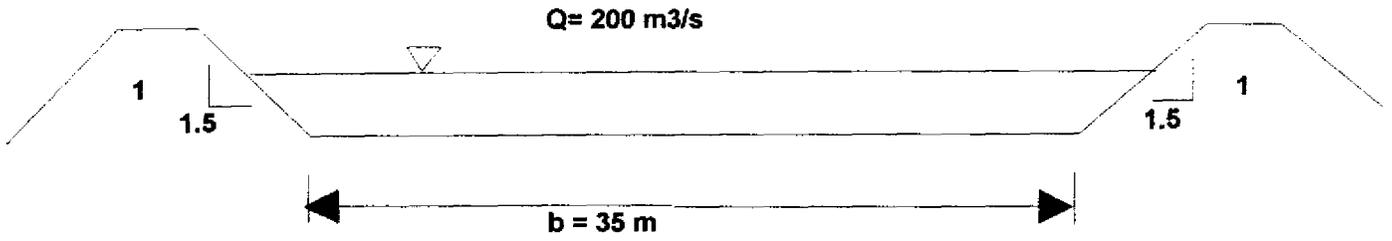


Fig. 8.6

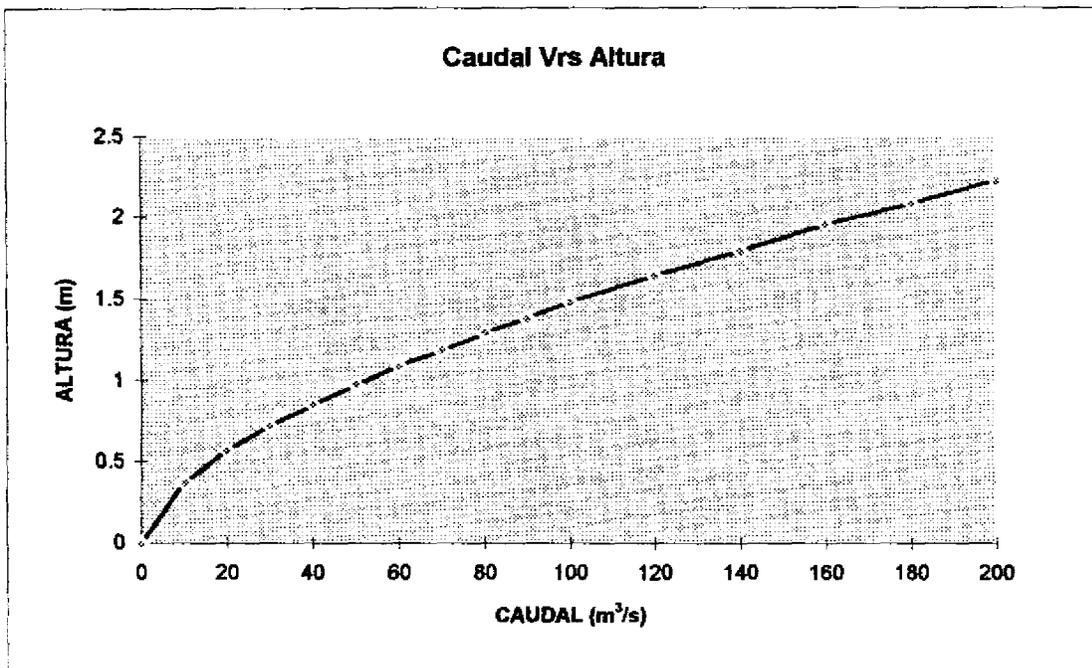


Fig. 8.3

Canal de Desvío en el Río Chirripó - Matina  
Cálculo de Caudales

$S_o = 0.0020$

$z = 1.50$

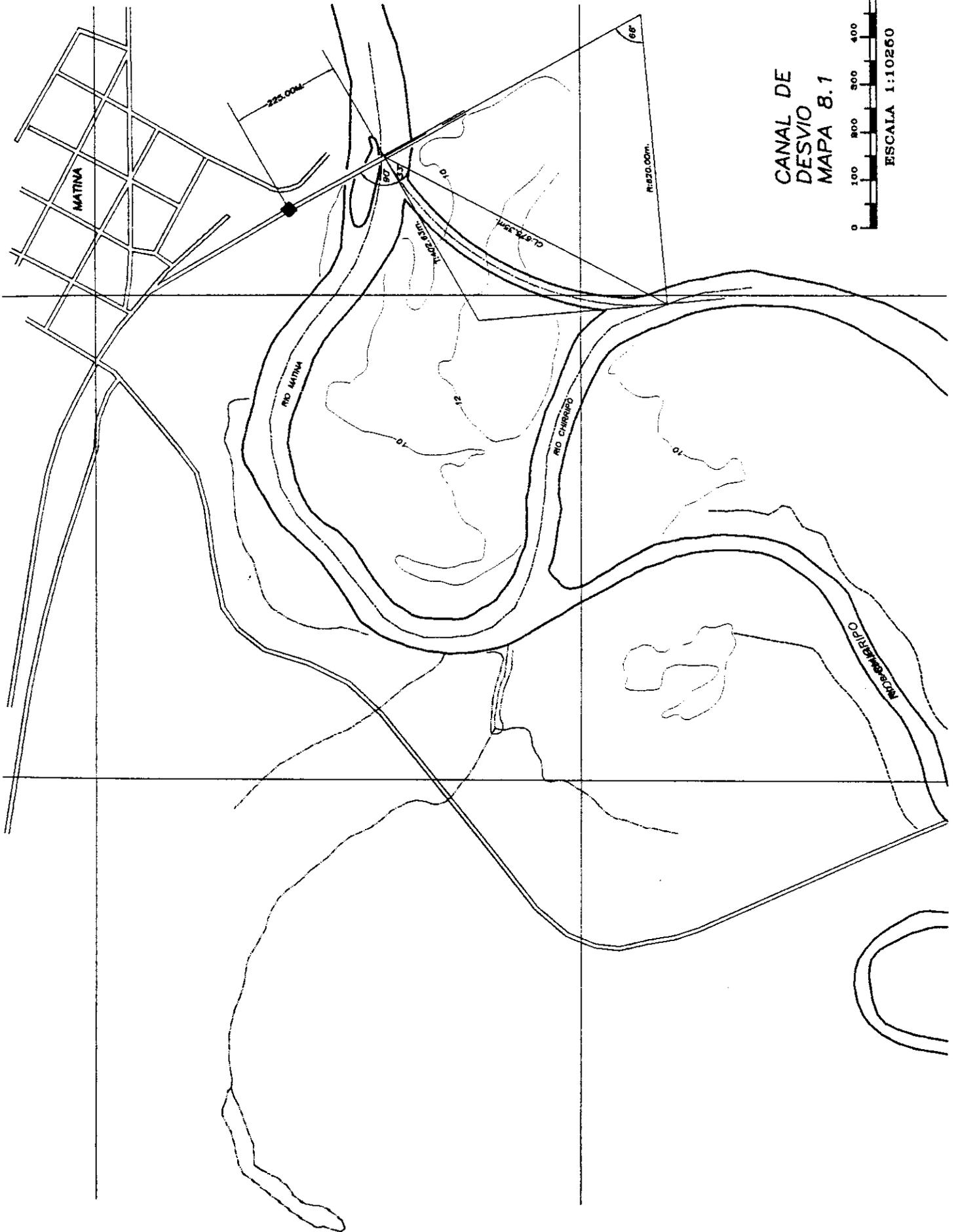
$n = 0.030$

$V_p = 1.25$  (m/s)

$b = 35.00$  m

Q	h	B	A	V	Pm	Rh	Qxn/So	Arh <sup>2/3</sup>	hc	Ac	Vc	Bc	Ac <sup>3/3/Bc</sup>
10	0.37	36.12	13.23	0.76	36.34	0.36	6.71	6.74	0.2	7.2	1.39	35.61	10.35
20	0.57	36.70	20.25	0.99	37.04	0.55	13.42	13.54	0.32	11.35	1.76	35.96	40.70
30	0.72	37.16	25.98	1.15	37.60	0.69	20.12	20.3	0.42	14.93	2.01	36.26	91.80
40	0.85	37.55	30.83	1.30	38.06	0.81	26.83	26.79	0.51	18.13	2.21	36.52	163.2
50	0.97	37.91	35.36	1.41	38.50	0.92	33.54	33.41	0.59	21.06	2.37	36.76	254.2
60	1.09	38.27	39.93	1.50	38.93	1.30	40.25	40.61	0.66	23.85	2.52	36.99	366.9
70	1.18	38.54	43.49	1.61	39.25	1.11	46.96	46.38	0.73	26.48	2.64	37.20	498.9
80	1.29	38.87	47.65	1.68	39.65	1.20	53.67	53.85	0.80	29.03	2.76	37.41	654.4
90	1.38	39.14	51.16	1.76	39.98	1.28	60.37	60.30	0.87	31.41	2.87	37.60	824.4
100	1.48	39.44	55.09	1.82	40.34	1.37	67.08	67.81	0.93	33.85	2.95	37.79	1026.10
120	1.64	39.92	61.43	1.95	40.91	1.50	80.50	80.50	1.05	38.40	3.12	38.15	1484.70
140	1.79	40.37	67.46	2.08	41.45	1.63	93.91	93.32	1.15	42.23	3.31	38.45	1959.20
160	1.95	40.85	73.95	2.16	42.03	1.76	107.33	107.78	1.26	46.64	3.43	38.79	2614.80
180	2.08	41.24	79.29	2.27	42.50	1.87	120.75	120.16	1.37	50.57	3.56	39.10	3307.90
200	2.22	41.66	85.09	2.35	43.00	1.98	1345.16	134.12	1.46	54.38	3.68	39.39	4082.10

Tabla 8.3



CANAL DE  
DESIVIO  
MAPA 8.1



## ***8.2 ANALISIS DE LABORATORIO***

MATINA

38

LABORATORIO

MAPA 8.1

1134

MUESTRA 1

14578

MUESTRA 2

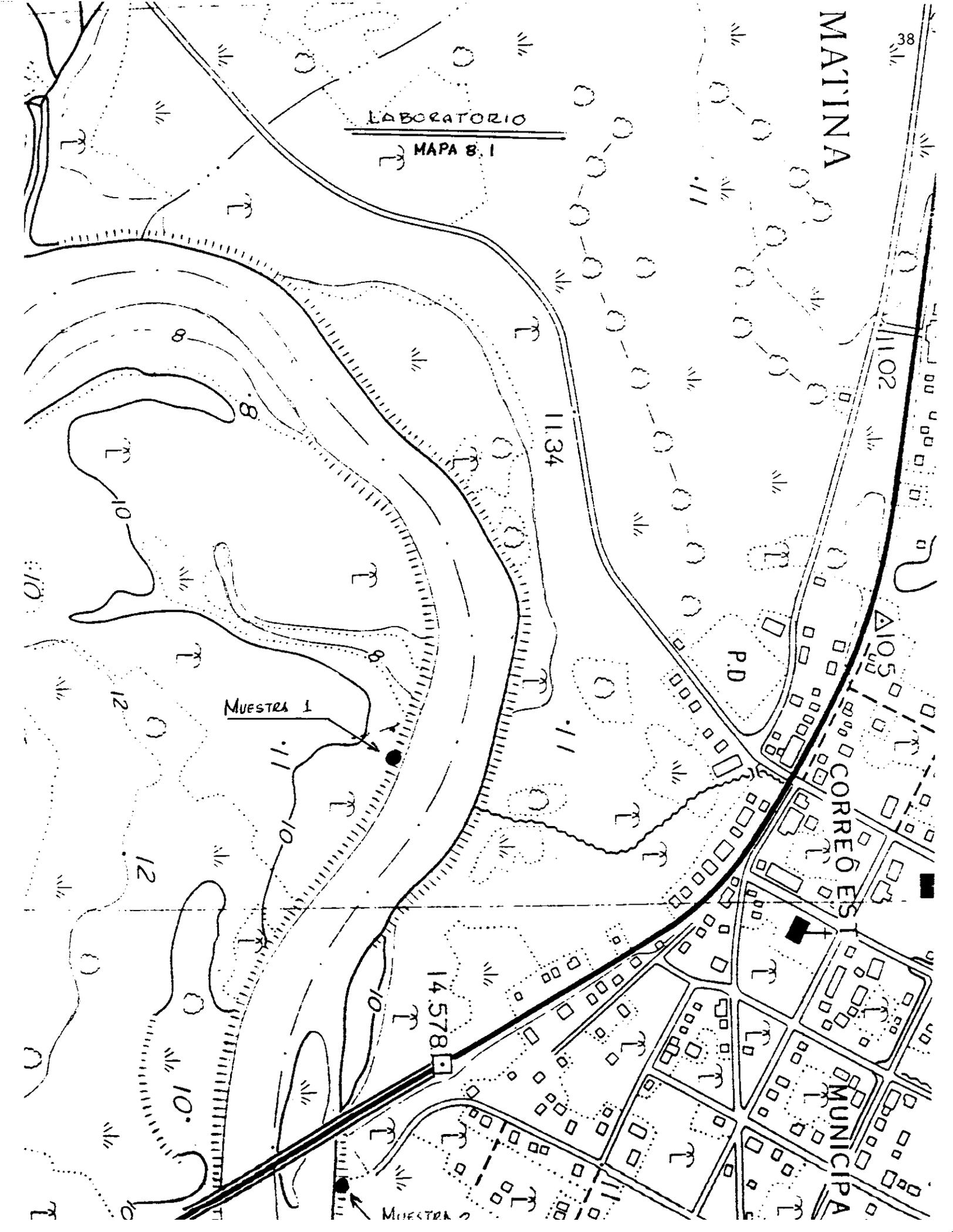
CORREO EST

MUNICIPAL

PD

1102

1105



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 09 DE DICIEMBRE DE 1996  
 PROYECTO 371 MATINA

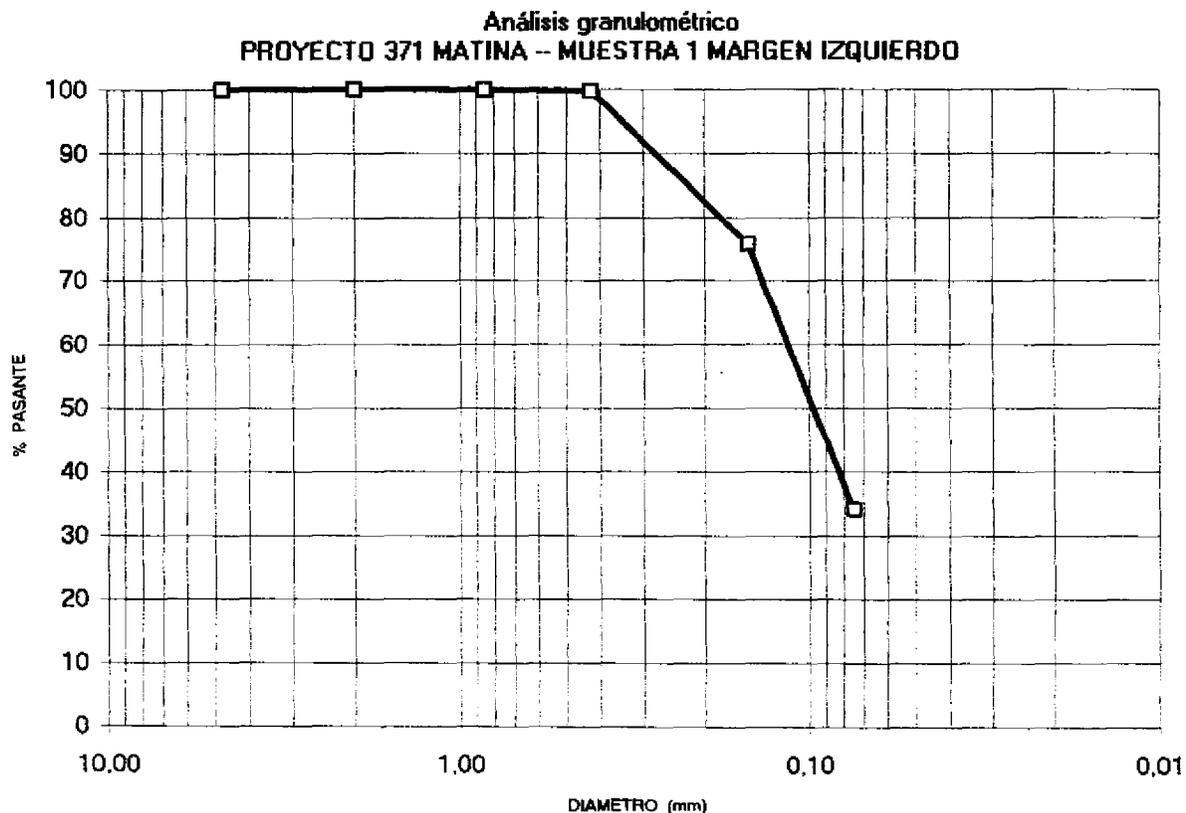
MUESTRA : No.1  
 MATINA  
 MARGEN IZQUIERDO

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 500,0 grs.

PESO FINAL: 331,7 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
No.4	0,00	0,00	0,00	100
No.10	0,02	0,00	0,00	100
No.20	0,08	0,02	0,02	100
No.40	1,30	0,26	0,28	100
No.100	119,5	23,89	24,17	76
No.200	208,7	41,73	65,90	34



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECIFICA

FECHA 21 DE MARZO DE 1995  
PROYECTO 371 MATINA

MUESTRA NO.1  
PERFORACION:

MARGEN IZQUIERDC

DETERMINACION No.		1	
PICNOMETRO No.	250cc	15	
PESO DEL PICNOMETRO		102,34	gr.
PESO DEL PICNOMETRO + W <sub>s</sub>		164,3	gr.
W <sub>s</sub> = PESO DEL SUELO SECO		61,96	gr.
W <sub>psa</sub> = PESO DEL PICNOMETRO + W <sub>s</sub> + AGUA		389,9	gr.
W <sub>pa</sub> = PESO DEL PICNOMETRO + AGUA		351,7	gr
T <sub>c</sub> = TEMPERATURA EN °C		24,5	°C
G <sub>l</sub> = GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGUA A T <sub>c</sub>		0,9972	g/cm <sup>3</sup>
G <sub>s</sub> = GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO		2,60	g/cm <sup>3</sup>

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 09 DE DICIEMBRE DE 1996  
PROYECTO 371 MATINA

MUESTRA : No.2  
MATINA  
MARGEN DERECHO

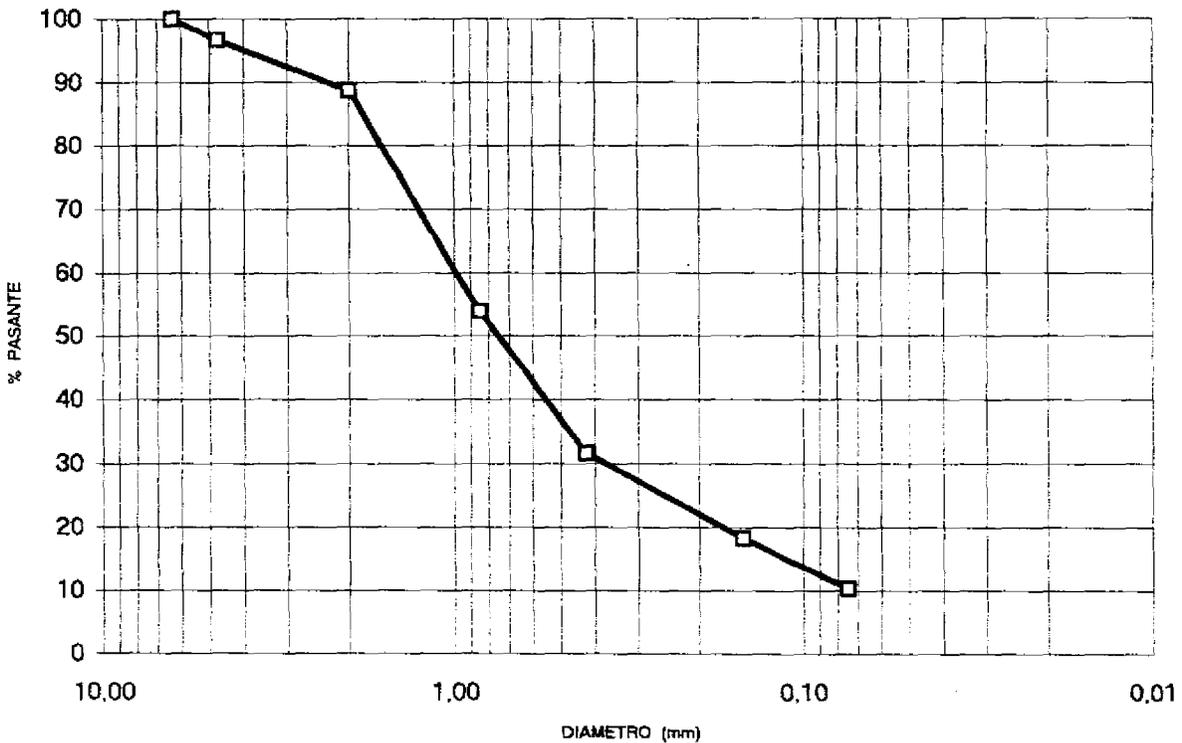
Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 1082,4 grs.

PESO FINAL: 331,7 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1/4	0,0	0,0	0	100
No.4	35,49	3,28	3,28	97
No.10	86,82	8,02	11,30	89
No.20	375,90	34,73	46,03	54
No.40	241,98	22,36	68,38	32
No.100	144,3	13,33	81,71	18
No.200	85,8	7,93	89,64	10

Análisis granulométrico  
PROYECTO 371 MATINA - MUESTRA 2 MARGEN DERECHO



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**

FECHA:	DICIEMBRE DE 1996	MUESTRA:	ARENA LIMOSA No 2
PROYECTO:	371 MATINA		NARGEN DERECHO
LOCALIZACION			
Picnometro #	12	A =	475,67 g
Peso del picnometro	222,49 g	B=	721,58 g
Peso picnom +muestra	722,49 g	S=	500 g
Peso picn+muestra+agua	1022,3 g	C=	1022,3 g
Temperatura	25,5 °C	$G_{bs} = A/(B+S-C)=$	2,39
Capsula #	58	$G_{bsss} = S/(B+S-C)=$	2,51
Peso capsula	65,94 g	$G_{ap} = A/(B+A-C)=$	2,72
Peso seco+ Capsula	541,61 g	$\%ABS = (S-A)/A=$	5,11

A=PESO SECO DE LA MUESTRA

S=PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIE SECA

B=PESO PICNOMETRO LLENO DE AGUA

C=PESO PICNOMETRO+MUESTRA+AGUA

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**

FECHA: DICIEMBRE DE 1996

PROYECTO: 371 MATINA

LOCALIZACION

MUESTRA: ARENA LIMOSA No.2

NARGEN DERECHO

Picnometro #	12	A =	475.67 g
Peso del picnometro	222.49 g	B=	721.58 g
Peso picnom.+muestra	722.49 g	S=	500 g
Peso picn+muestra+agua	1022,3 g	C=	1022,3 g
Temperatura	25.5 °C	$G_{bs} = A/(B+S-C)=$	2,39
Capsula #	58	$G_{bsss} = S/(B+S-C)=$	2,51
Peso capsula	65,94 g	$G_{ap} = A/(B+A-C)=$	2,72
Peso seco+ Capsula	541,61 g	$\%ABS = (S-A)/A =$	5.11

A=PESO SECO DE LA MUESTRA

S=PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIE SECA

B=PESO PICNOMETRO LLENO DE AGUA

C=PESO PICNOMETRO+MUESTRA+AGUA

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 09 DE DICIEMBRE DE 1996  
 PROYECTO 371 MATINA

MUESTRA : No.2  
 MATINA  
 MARGEN DERECHO

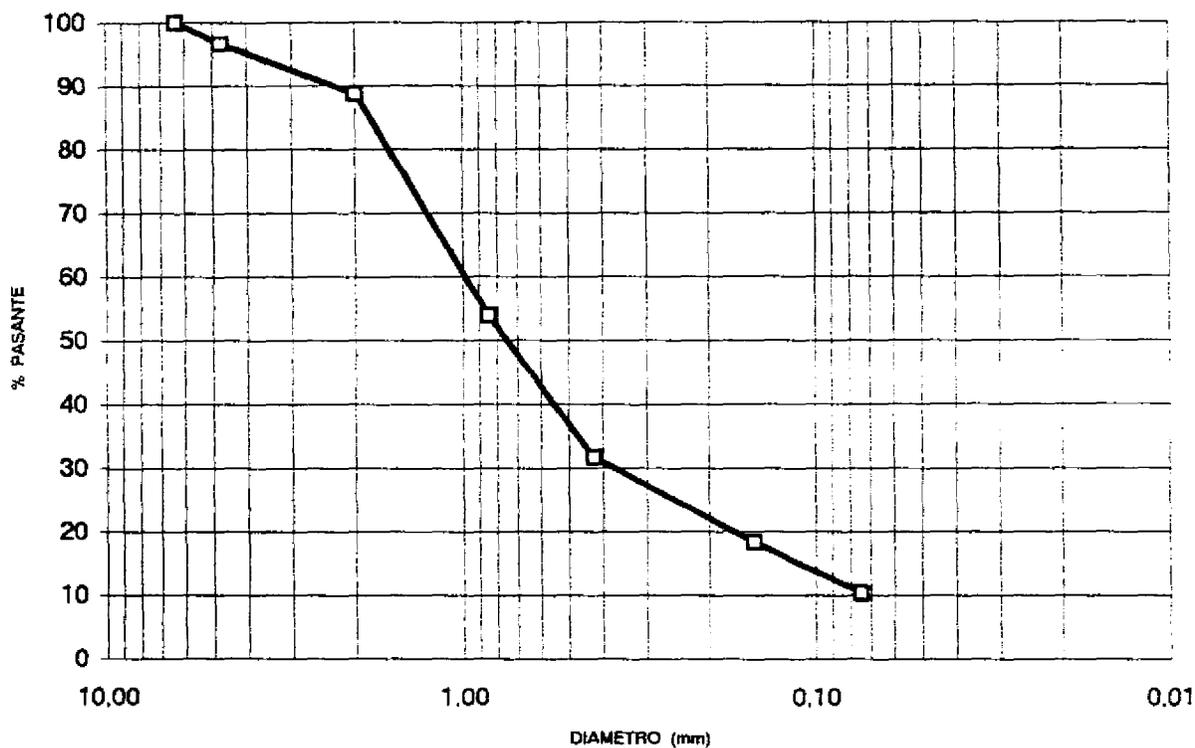
Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL: 1082,4 grs.

PESO FINAL: 331,7 grs.

Malla No.	Peso Ret.	% Ret.	% Ret. Ac.	% Pas.
1/4	0,0	0,0	0	100
No.4	35,49	3,28	3,28	97
No.10	86,82	8,02	11,30	89
No.20	375,90	34,73	46,03	54
No.40	241,98	22,36	68,38	32
No.100	144,3	13,33	81,71	18
No.200	85,8	7,93	89,64	10

Análisis granulométrico  
 PROYECTO 371 MATINA - MUESTRA 2 MARGEN DERECHO



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES  
PARAMETROS DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECIFICA

FECHA 21 DE MARZO DE 1995  
PROYECTO 371 MATINA

MUESTRA NO 1  
PERFORACION:

MARGEN IZQUIERDC

DETERMINACION No.		1	
PICNOMETRO No.	250cc	15	
PESO DEL PICNOMETRO		102,34	gr.
PESO DEL PICNOMETRO + $W_s$		164,3	gr.
$W_s$ = PESO DEL SUELO SECO		61,96	gr.
$W_{psa}$ = PESO DEL PICNOMETRO + $W_s$ + AGUA		389,9	gr.
$W_{pa}$ = PESO DEL PICNOMETRO + AGUA		351,7	gr.
$T_c$ = TEMPERATURA EN °C		24,5	°c
$G_t$ = GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGUA A $T_c$		0,9972	g/cm <sup>3</sup>
$G_s$ = GRAVEDAD ESPECIFICA DEL SUELO		2,60	g/cm <sup>3</sup>

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

FECHA 09 DE DICIEMBRE DE 1996  
 PROYECTO 371 MATINA

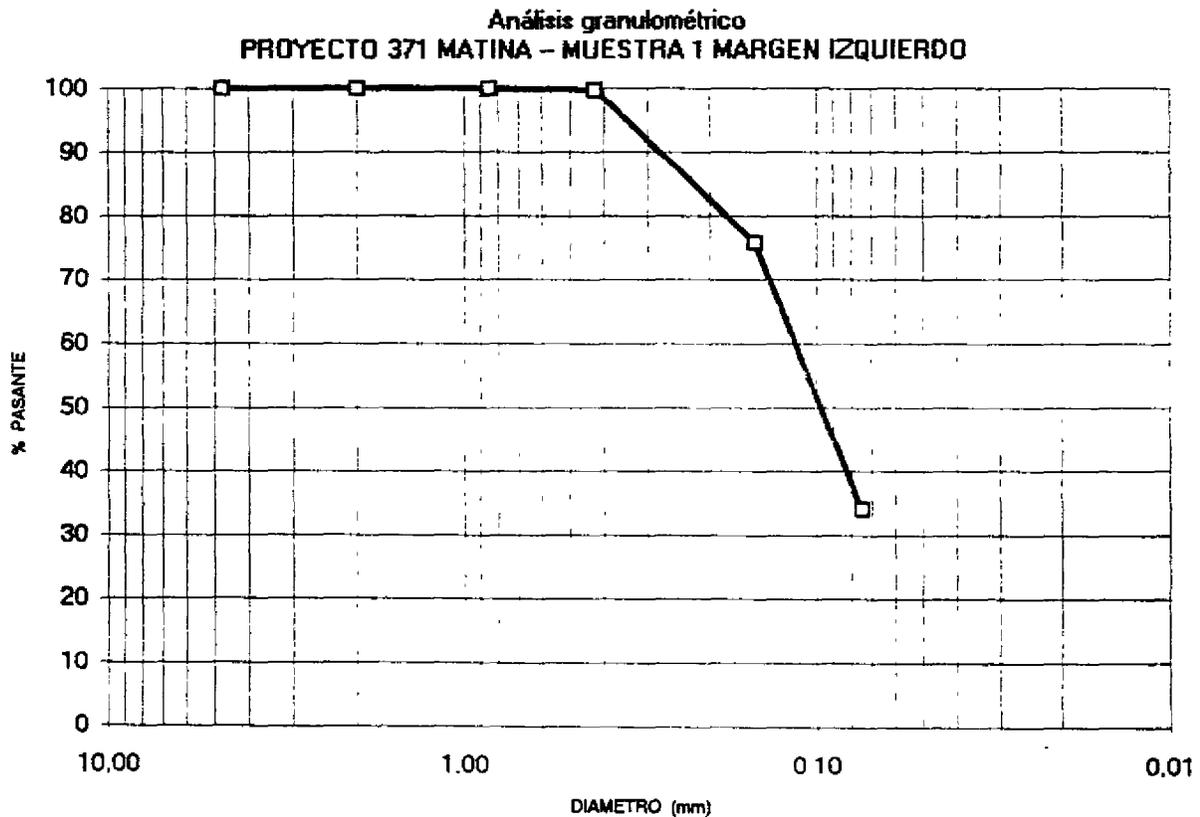
MUESTRA No.1  
 MATINA  
 MARGEN IZQUIERDO

Análisis mecánico (lavado)

PESO INICIAL 500,0 grs

PESO FINAL 331,7 grs.

Malla No.	Peso Ret	% Ret.	% Ret Ac	% Pas
No.4	0,00	0,00	0,00	100
No.10	0,02	0,00	0,00	100
No.20	0,08	0,02	0,02	100
No.40	1,30	0,26	0,28	100
No.100	119,5	23,89	24,17	75
No.200	208,7	41,73	65,90	34



## 9. **PRESUPUESTO DE OBRAS**

### 9.1 **Canal de Desvío**

*Ancho promedio = 39,5 m*

*Longitud= 500 m*

*Area de corte = 1100 m<sup>2</sup>*

*Volumen de tierra= 43,450 m<sup>3</sup>*

*Costo del movimiento de tierra ¢ 600/m<sup>3</sup> (\$2,65/m<sup>3</sup>)*

<i>Sub total 1</i>	<i>¢26,070.000.00</i>
--------------------	-----------------------

### 9.2 **Construcción de Espigones**

*Seis espigones de 30 m de largo cada uno, se recomienda construirlos con geotextil por ser más económicos*

*Gaviones ¢ 1,530.000 (\$ 6770) cada uno = ¢ 9,180.000.00*

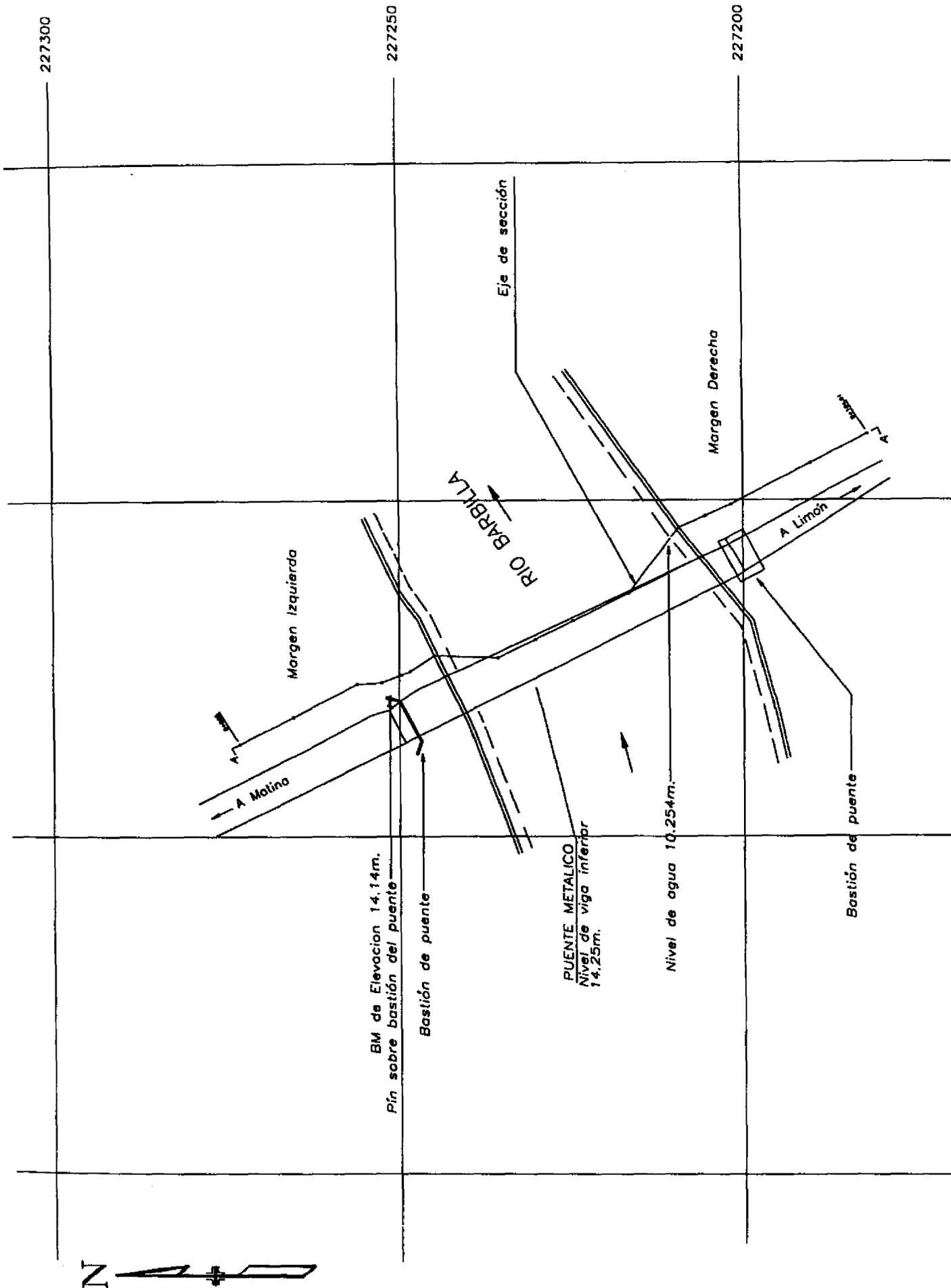
*Enrocamiento ¢ 640,000 (\$2880) cada uno = ¢3,840.000.00*

*Geotextiles ¢540.000 (\$2400) cada uno = ¢3,240.000.00*

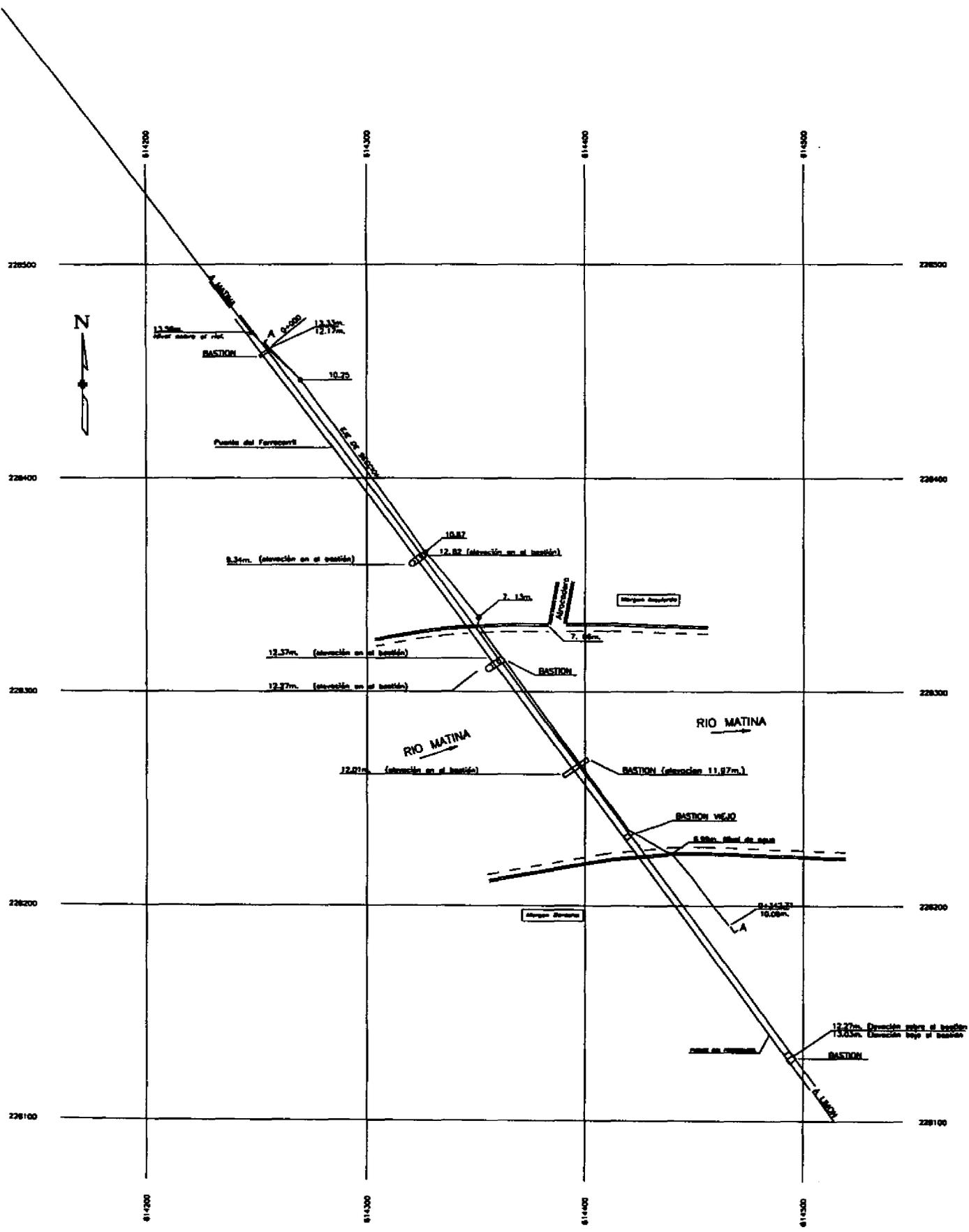
<i>Sub-total 2</i>	<i>¢3,240.000.00</i>
--------------------	----------------------

<i>Total 1 + 2</i>	<i>¢29,310.000.00</i>
--------------------	-----------------------

***ANEXO TOPOGRAFICO***

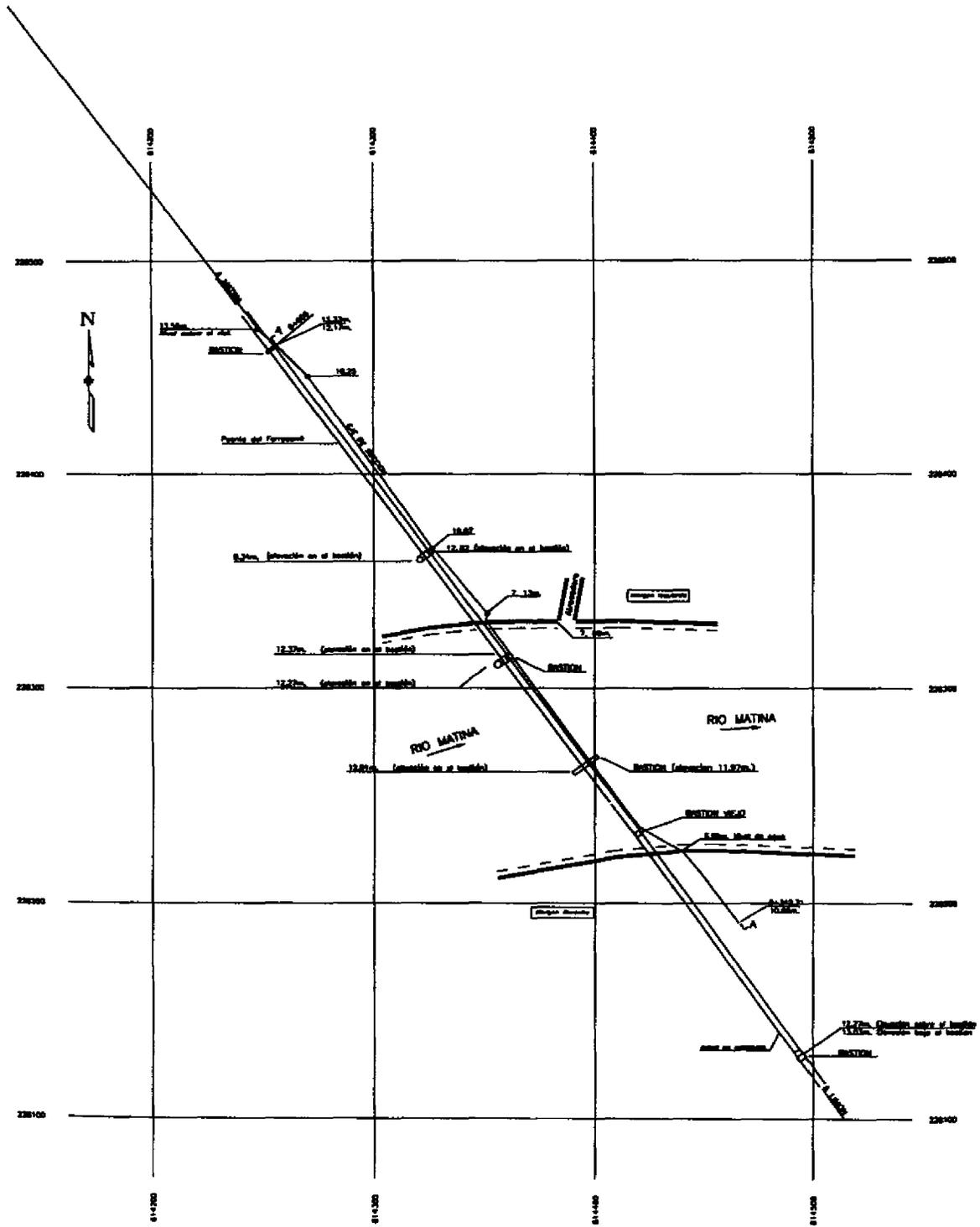






SECCION TRANSVERSAL SOBRE EL RIO MATINA

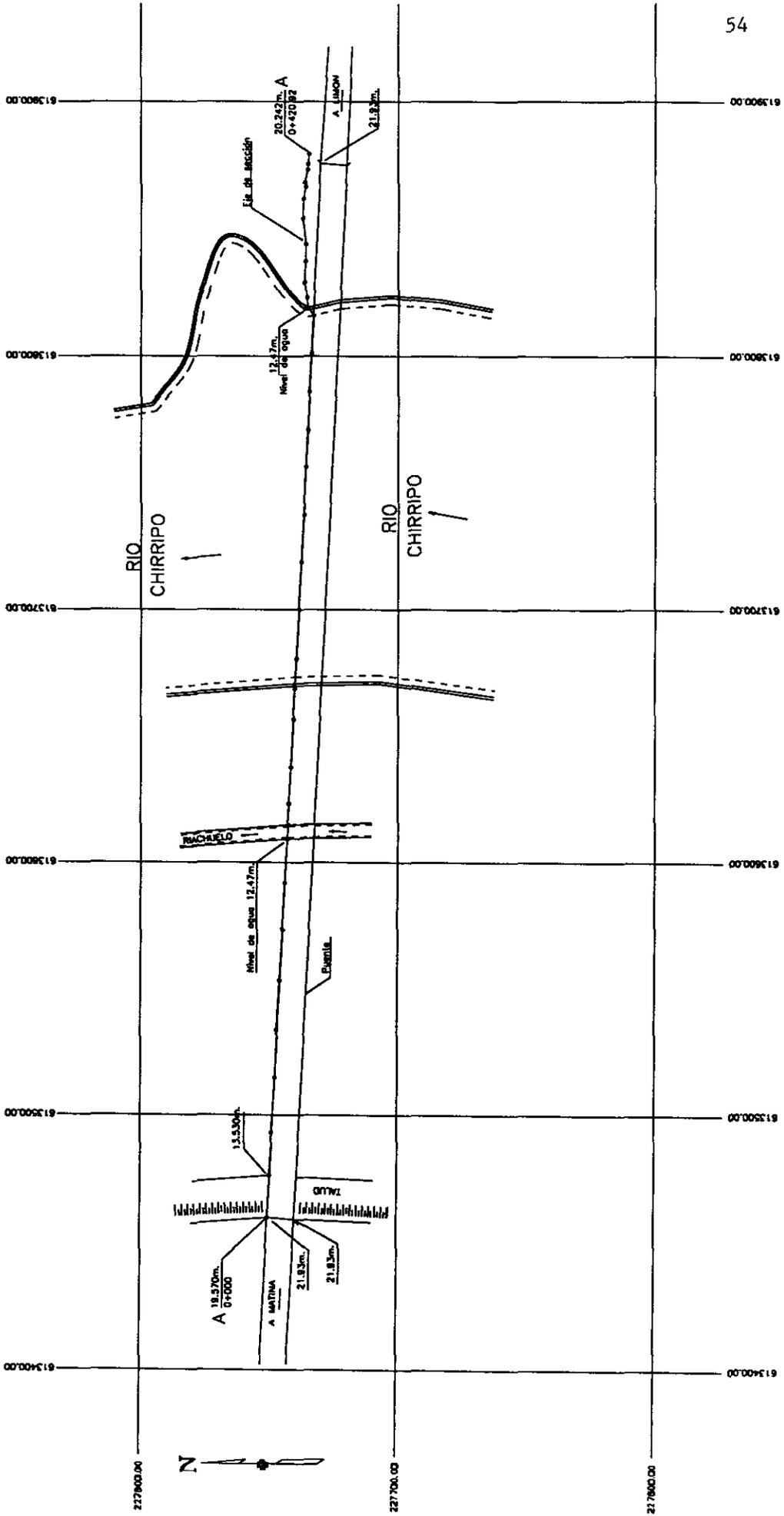
Escala 1:1000

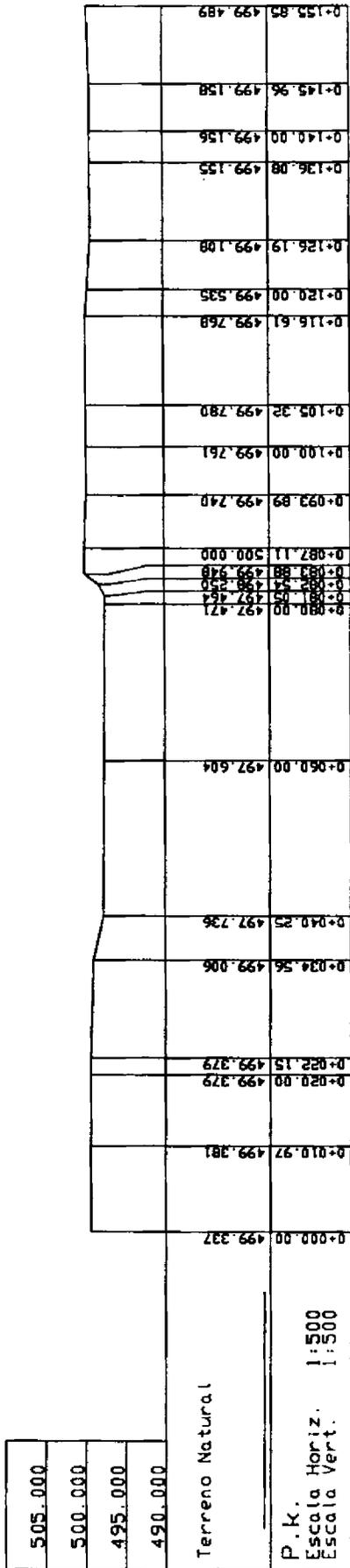


SECCION TRANSVERSAL SOBRE EL RIO MATINA

Escala 1:1000

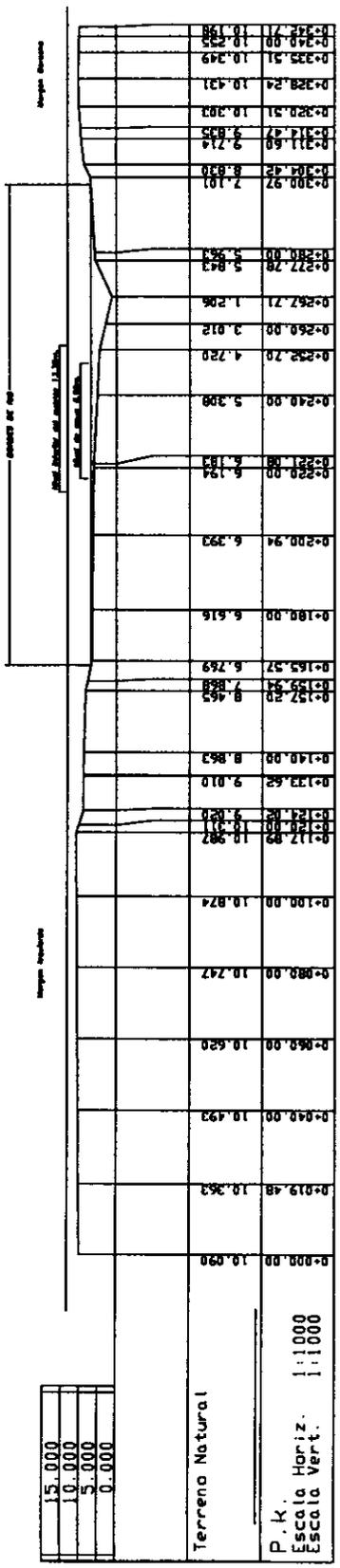




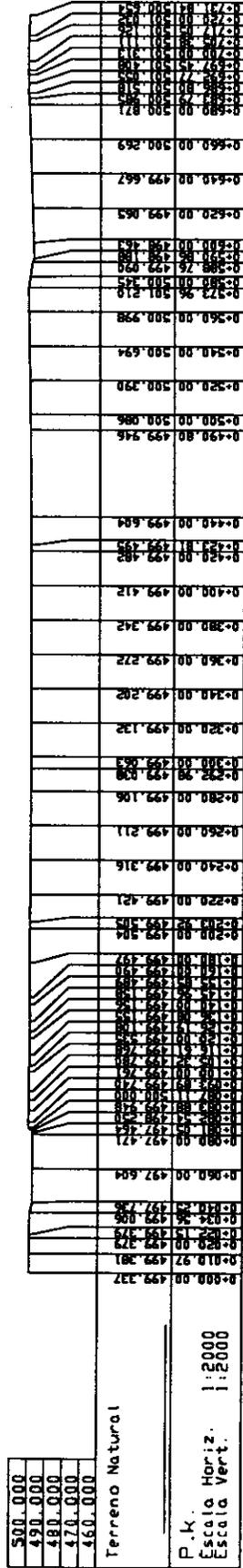


Perfil longitudinal entre 0+000.00 y 0+155.85

Perfil de sección A-A escala indicada



Perfil longitudinal entre 0+000.00 y 0+342.71



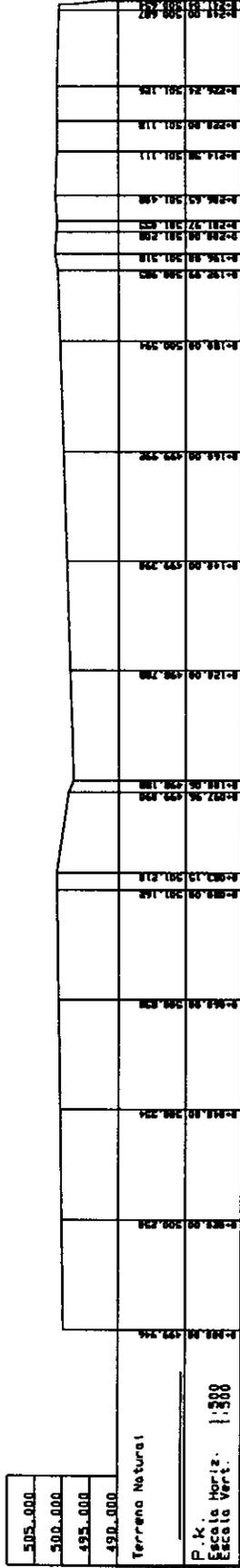
Perfil longitudinal entre 0+000.00 y 0+731.84

Perfil de secciones y amarre  
Escala Indicada

500.000  
490.000  
480.000  
470.000  
460.000

Terreno Natural

P.k.  
Escala Horiz. 1:2000  
Escala Vert. 1:2000



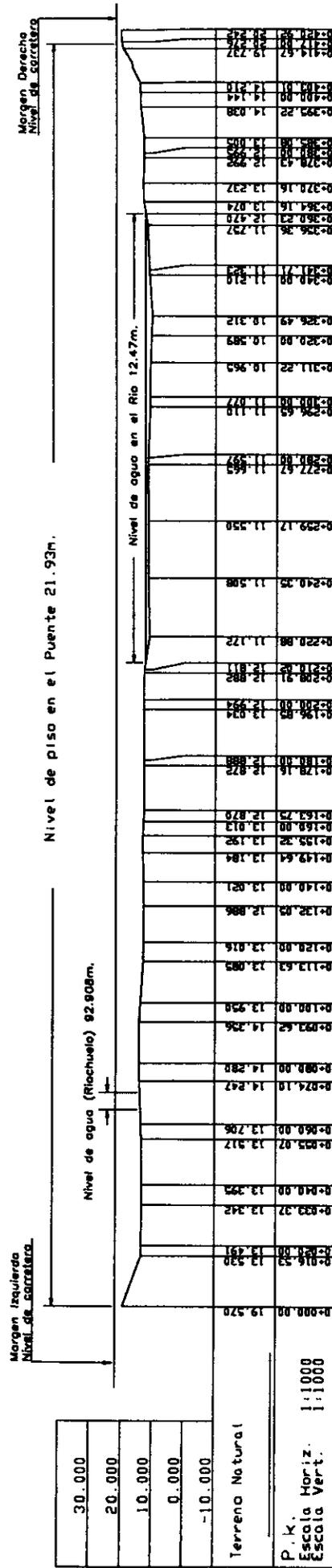
Perfil longitudinal entre 0+000.00 y 0+241.04

Perfil de sección B-B

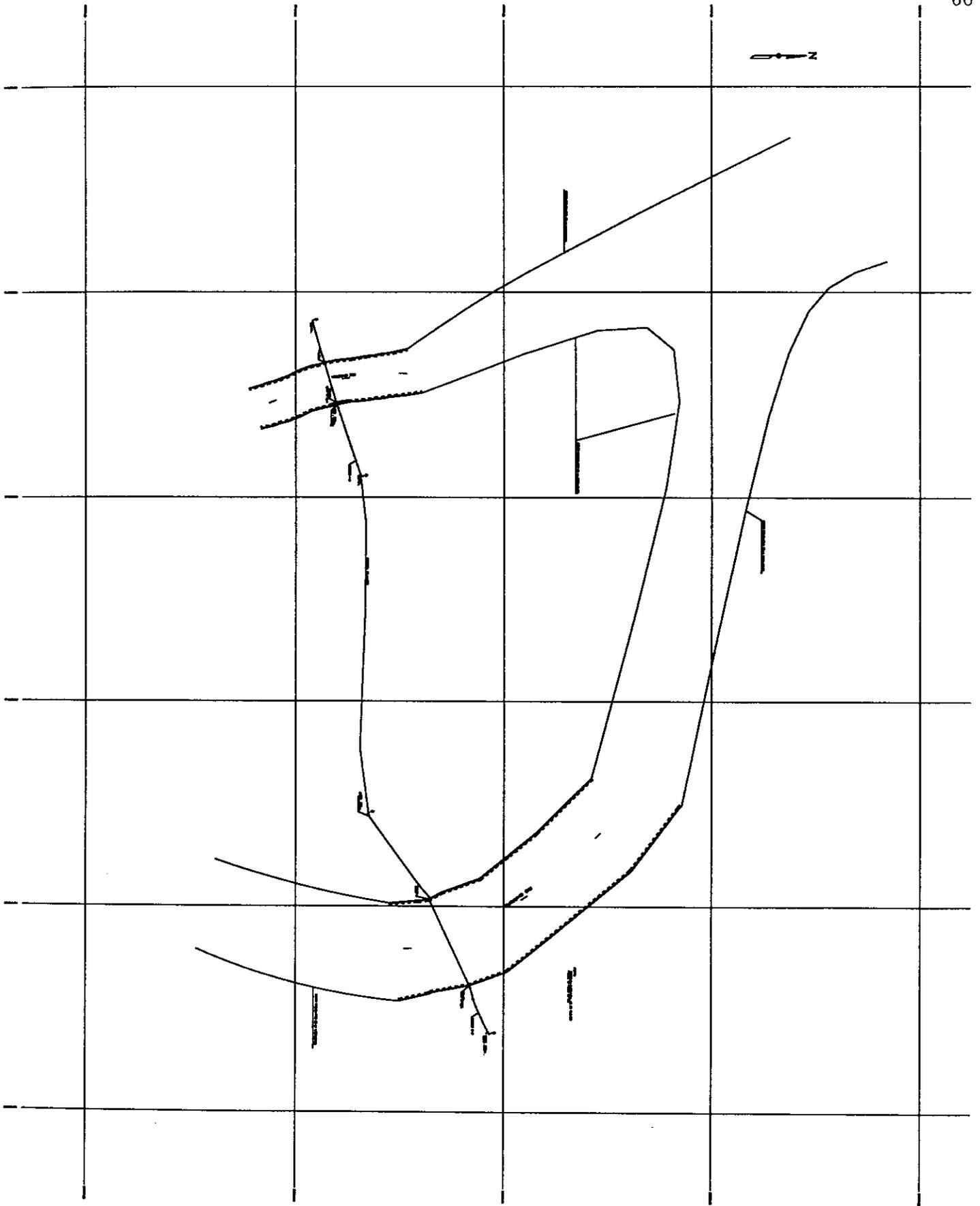
Escala Indicada

## SECCION SOBRE EL RIO CHIRRIPO

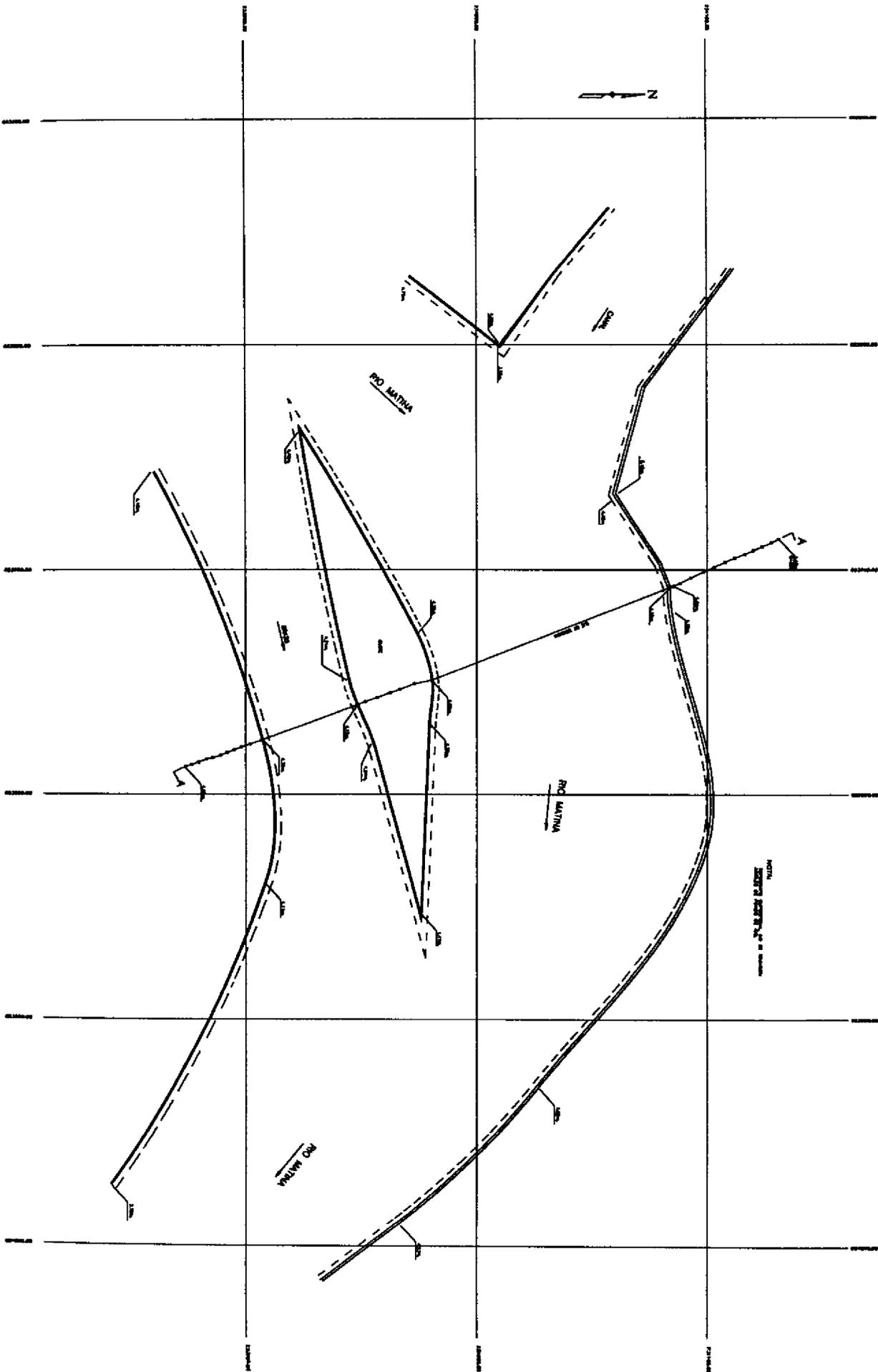
Escala 1:1000



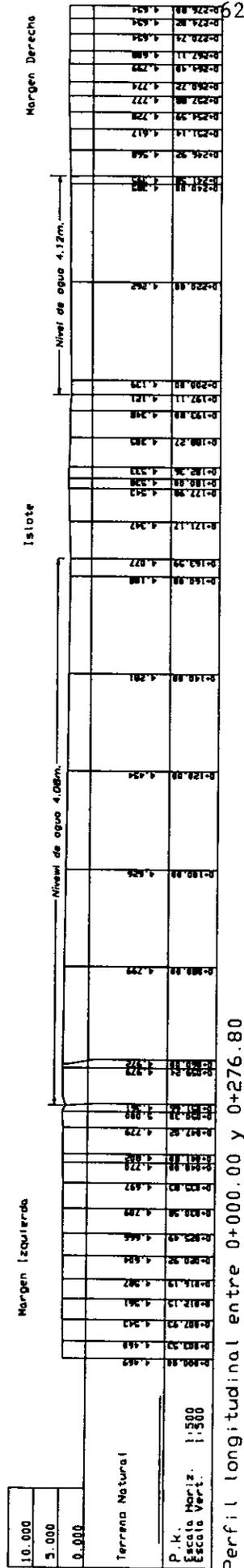
Perfil longitudinal entre 0+000.00 y 0+420.92



SECCION BOCA DEL MATTINA



NOTA:  
 TONOMETRIA SUPERFICIAL, NO SE TOMARON  
 NIVELES DE FONDO DE T.M.



Perfil longitudinal entre 0+000.00 y 0+276.80