

**E 102**

Usaquen

000001

**Bocacolina S.A.**

**PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO  
ESTUDIOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS**

**JUAN MANUEL BELTRAN L.**

**Carrera 16 No. 79 - 20 Ofic. 306 Teléfono 6221149  
Santafé de Bogotá D.C., Julio 15 DE 1995**

**PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO**  
**ESTUDIOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS**

**INDICE GENERAL**

1. INTRODUCCION
2. PRECIPITACION
- 2.1 LLUVIAS MEDIAS
- 2.2. LLUVIAS MAXIMAS
- 2.2.1 Precipitación máxima en 24 horas
- 2.2.2 Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia
3. CAUDALES
4. OBRAS HIDRAULICAS
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**LISTA DE TABLAS**

1. LLUVIAS MENSUALES ESTACION USAQUEN
2. LLUVIAS MAXIMAS AJUSTE DISTRIBUCION GUMBEL

**LISTA DE FIGURAS**

1. LOCALIZACION DEL PROYECTO Y DE LOS DRENAJES
2. PLUVIOGRAMA MENSUAL
3. CURVA INTENSIDAD - DURACION - FRECUENCIA
4. TRINCHOS PARA DISMINUIR LA ENERGIA
5. LAGO PARA RETENCION DE SEDIMENTOS
6. VERTEDERO DE EXCESOS
7. DISIPADORES DE ENERGÍA
8. PERFIL DE LA DISPOSICION FINAL DEL LOTE

**ANEXO**

**FOTOGRAFIA DEL PREDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**



# PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO

## ESTUDIOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS

### 1. INTRODUCCION

Con el objeto de complementar los estudios del plan de recuperación morfológica y ambiental, la O.P.S., Oficina de Prevención y Atención de Emergencias de Santafé de Bogotá, le solicitó a la empresa BOCACOLINA S.A. el estudio hidrológico de las fuentes que existen en el predio de la CANTERA LOTE EL CERRO, y las estructuras civiles que harán parte del Plan de Recuperación Morfológica, solicita además "estimar el tiempo de llenado y frecuencia de mantenimiento para los desarenadores". El predio se encuentra localizado al oriente de la carrera 7ª con calle 157, véase figura 1.

Para la elaboración de estos estudios BOCACOLINA S.A. contrató con el ingeniero JUAN MANUEL BELTRAN L., la ejecución de estos trabajos y los resultados son los que se presentan en este informe.

### 2. PRECIPITACION

#### 2.1. LLUVIAS MEDIAS

El área urbana de Bogotá cuenta con varias estaciones pluviométricas y pluviográficas para medición de la precipitación. La estación Usaquén es la más cercana al sitio del proyecto y fue la que se utilizó para conocer el régimen de precipitación en el lote. En la tabla 1 se presentan las lluvias mensuales interanuales y en la figura 2 el pluviograma mensual multianual.

El régimen de lluvias es bimodal con lluvias en marzo - junio y septiembre - noviembre y verano en diciembre - febrero y julio - agosto.

## 2.2. LLUVIAS MAXIMAS

### 2.2.1 Precipitación máxima en 24 horas

Para el análisis de la precipitación máxima en la zona del proyecto se utilizaron los registros de lluvia máxima en 24 horas de la estación Usaquén, se hizo el cálculo estadístico de los valores máximos anuales y se ajustaron por la distribución de Gumbel por ser el método que mejor se ajustó, véase tabla 2 donde se presentan estos valores.

### 2.2.2 Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, recientemente elaboró un estudio de las precipitaciones máximas en el área urbana de la ciudad de Santafé de Bogotá y calculó las curvas I - D - F de los pluviógrafos existentes. Con esta información se proyectaron curvas para cubrir toda la ciudad y mediante las coordenadas del sitio de interés se pueden obtener las curvas I-D-F correspondientes. Las curvas para el sitio del proyecto se presentan en la figura 3.

## 3 CAUDALES

Para calcular los caudales máximos se utilizaron los parámetros físicos de los subdrenes ( área, longitud, pendiente ) hasta los sitios de los drenajes y las lluvias que caen sobre la hoya hidrográfica.

La selección del método se hizo a partir del área tributaria de la cuenca, usando el método Racional, utilizado ampliamente para cuencas menores a 1Km<sup>2</sup>.

El método Racional propone la siguiente ecuación.

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$



donde :

Q : Caudal máximo de diseño ( $m^3/s$ )

C : Coeficiente de escorrentía

A : Area de drenaje ( $Km^2$ )

I : Intensidad de la lluvia ( $mm/h$ )

El coeficiente de escorrentía (C), es la relación del total del agua precipitada en una cuenca, con el volumen real de la escorrentía después de descontar las pérdidas por almacenamiento, retención e infiltración. Dependen del uso y tipo de suelo, cobertura vegetal y de la condición de humedad antecedente.

Para su cálculo se utilizó la siguiente expresión : (Dirección General de Carreteras de España. Temez José R. Cálculo hidrometeorológico de Caudales Máximos en Pequeñas Cuencas Naturales. Madrid, 1978).

$$C = \frac{(Pd - Po) \times (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$

Siendo:

C : Coeficiente de escorrentía

Po :Parámetro que depende del uso y tipo del suelo, de la cobertura vegetal de la cuenca y de la humedad antecedente.

Pd :Precipitación máxima en 24 horas para un período de retorno preestablecido.

El Po se determinó a partir del número de escurrimiento CN, aplicando la siguiente expresión:

$$Po = \frac{5080 - 50.8 \times CN}{CN}$$

Según las características del tipo de suelo y de cobertura vegetal de la cuenca se determinó el número de escurrimiento CN = 70.

El tiempo de concentración está definido como el tiempo que gasta una gota de agua para llegar desde el punto más alejado hasta el sitio donde se quiere calcular el caudal.

Se adoptó la expresión de Kirpich (U.S. Bureau of Reclamation "Design of Small Dams") la cual se aplica bastante bien a cuencas pequeñas y está dada por la siguiente expresión:

$$T_c = 3.9756 L^{0.77} S^{-0.385}$$

donde :

T<sub>c</sub>: Tiempo de concentración (min)

L: Longitud del cauce desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio de interés (Km)

S: Pendiente media del cauce (m/m)

La intensidad se seleccionó para una duración igual al del tiempo de concentración propio de cada cuenca y para el período de retorno establecido. Por lo tanto el caudal calculado corresponderá a la creciente con una frecuencia igual a la de la precipitación con la intensidad seleccionada.

### Valores de caudales

De acuerdo con el estudio de caudales, en la cuenca superior del predio, en el área delimitada entre la divisoria de aguas y la zanja de coronación, se han estimado caudales máximos 128 l/s para un período de retorno Tr= 10 años; en la zona comprendida entre la zanja de coronación y el talud que se encuentra inmediatamente aguas abajo, se producen caudales máximos de 201 l/s. En la siguiente zona de nivel medio aproximado a la cota 2660 m.s.n.m. se generan caudales de 404 l/s y en la zona baja, conformada por las dos últimas plataformas y los correspondientes taludes, los caudales de Tr = 10 años son de 256 l/s.

Del análisis anterior se estimó que la creciente máxima para toda el área del estudio, será de 1.0 m<sup>3</sup>/s caudal con el cual se calculó el vertedero de excesos proyectado en el lago para captación de las aguas de esorrentía.



#### 4. OBRAS HIDRAULICAS

Para el diseño de las cunetas se empleó el método de Manning que define el caudal así:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} n$$

en la cual:

$$R = \text{Radio hidráulico} = \frac{\text{Area (m}^2\text{)}}{\text{Perímetro mojado (m)}}$$

n = Coeficiente de Manning

s = Pendiente longitudinal de canal en m/m

Teniendo en cuenta que el agua es el principal agente erosivo en la cantera, pues es el encargado de generar socavaciones y transportar los sedimentos producidos en la cuenca media de la cantera a los sitios más bajos próximos a la carrera 7; se ha establecido un plan de manejo temporal para disminuir los efectos de las aguas de escorrentía que en la cuenca se generan; la primera encaminada a controlar el poder erosivo de las aguas y la segunda dirigida a efectuar la remoción de los sedimentos transportados y obtener aguas en condiciones adecuadas para ser entregadas a los colectores de aguas lluvia del sector de la calle 157 con carrera 7.

Como se puede observar en la figura 4 se ha proyectado trinchos de permanencia temporal cuyo objeto es disminuir la energía cinética de las aguas de escorrentía y eliminar hasta donde sea posible el transporte de material.

La anterior medida se ha complementado con la adecuación de un lago de capacidad aproximada de 1000 m<sup>3</sup>, véase figura 5, cumplirá la doble función de captar y regular las aguas de escorrentía superficial producidas en toda la cuenca superior, así como la captura de los sedimentos que se generan en un período de lluvia, cumpliendo así la función de un gran desarenador el que permitirá decantar arenas finas d=0.05 mm ya que la velocidad estimada del lago será inferior a 0.1m/s con un tiempo de retención de aproximadamente 350 segundos para el caudal máximo.

Como medida complementaria se ha diseñado un vertedero que permitirá descargar del lago las aguas ya transitadas en él y que saldrán en condiciones de ser entregadas como antes se dijo a los colectores de aguas lluvias del sector, véase figura 6.

Como se puede constatar en los terrenos de la cantera, allí se han iniciado trabajos de reforestación con el propósito de crear un manto protector con el empradizado de los taludes.

Los trinchos proyectados se localizaran en el fondo de las zanjas o cárcavas excavadas por el agua, están destinados a impedir la profundización de las vertientes y provocar la detención de los materiales arrastrados.

Adicionalmente a las obras ya proyectadas, se han diseñado escalinatas disipadoras de energía en el canal intersector en la parte superior, véase figura 7.

En la figura 8 se muestra un perfil de las condiciones finales que tendrá el terreno después de la recuperación morfológica y ambiental del lote, en él se puede observar su disposición final, con los terraplenes y taludes se ha proyectado la construcción de filtros y cunetas que permitan un buen manejo de las aguas subsuperficiales y superficiales garantizándose de esta manera la estabilidad del proyecto.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- En la medida que avance la adecuación del lote, la producción de sedimentos disminuirá notablemente y llegará a ser nula cuando las obras de adecuación se terminen y el empradizaje esté implantado.
- La estabilidad de las obras proyectadas estará garantizada a los efectos de la escorrentía superficial y subsuperficial, mediante la construcción de cunetas revestidas y filtros localizados en las patas de los taludes.



a

000009

## TABLAS

PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO  
ESTUDIOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS

000010

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTA  
GERENCIA GENERAL  
DIRECCION CENTRO DE INVESTIGACIONES  
HIDROLOGIA

## INFORME MENSUAL DE LLUVIAS (mm)

TABLA No.1

REGION: BOGOTA CUENCA: BOGOTA

ESTACION: USAQUEN SANTA ANA COD.: P-009

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1929	-	-	73.70	139.50	72.00	20.00	6.30	11.10	46.00	71.20	78.20	32.00	550.0
1930	100.10	71.00	39.50	49.50	23.40	76.50	66.00	46.00	4.00	185.00	81.00	73.00	815.0
1931	32.00	-	21.70	136.50	68.70	135.10	93.10	13.60	58.00	45.50	175.60	32.00	811.8
1932	77.90	104.30	14.70	43.00	98.00	31.00	59.00	14.00	72.00	85.50	203.00	33.00	835.4
1933	18.00	53.50	98.90	120.90	65.10	89.30	180.00	104.20	89.80	142.40	342.00	176.50	1480.6
1934	35.50	63.20	143.20	28.70	105.00	53.40	53.20	19.10	37.00	174.20	138.60	59.30	910.4
1935	105.50	45.80	97.70	62.10	24.90	23.90	15.80	25.30	189.30	39.00	67.60	12.00	708.9
1936	-	26.50	19.60	116.50	65.20	20.10	8.00	20.90	123.00	131.60	-	-	531.4
1937	-	35.30	187.00	211.60	224.60	100.50	101.10	90.90	416.60	370.10	661.00	-	2398.7
1938	266.50	174.30	343.70	290.30	-	12.50	428.00	62.40	47.40	167.90	134.30	151.00	2078.3
1939	53.70	1.60	128.10	-	91.90	38.50	35.00	47.00	18.00	148.30	101.30	31.30	694.7
1940	-	-	-	29.60*	92.70	73.30	198.00	62.60	211.70	160.70	279.20	197.10	1304.9*
1941	-	19.20	135.40	49.50	18.00	12.40	37.00	2.60	46.60	27.60	124.20	-	472.5
1942	-	53.10	83.10	157.00	83.70	32.10	15.50	55.80	57.40	273.10	135.40	-	946.2
1943	73.20	67.60	163.50	161.00	419.30	602.00	542.00	99.00	236.00	175.20	90.80	-	2629.6
1944	139.70	115.40	63.50	121.40	242.80	80.00	22.60	26.30	38.40	143.40	123.00	-	1116.5
1945	-	60.40	27.80	210.10	193.60	21.70	29.80	23.00	16.10	262.70	165.60	-	1010.8
1946	-	54.50	74.10	90.10	42.80	24.00	28.00	55.90	2.90	56.00	153.20	-	581.5
1947	-	27.00	22.60	17.20	38.00	54.50	59.30	33.70	101.70	128.50	35.20	-	517.7
1948	-	-	110.30	-	254.80	4.50	30.20	24.20	62.20	87.00	49.90	27.00	650.1
1949	-	56.10	956.00	124.30	106.00	55.60	43.60	337.20	150.80	84.20	37.30	-	1951.1
1950	-	105.20	88.10	122.50	189.50	75.00	45.60	40.40	71.70	213.60	70.70	-	1022.3
1951	-	42.50	57.40	27.90	42.00	14.50	19.70	11.00	62.00	61.00	83.00	0.50	421.5
1952	-	18.00	71.00	69.00	68.80	25.80	51.50	17.00	19.50	30.00	150.00	-	520.6
1953	-	33.50	69.00	39.40	44.00	22.00	13.80	16.10	40.00	60.00	77.00	-	414.8
1954	-	18.00*	17.00*	54.00*	31.00*	33.00*	64.90	52.70	-	-	-	-	270.6*
1955	-	18.00*	94.20	74.00	43.00	50.00	94.00	11.00	72.90	227.50	183.00	32.00*	899.6*
1956	73.60	104.10	79.10	60.20	46.10	86.90	37.30	42.50	58.60	147.00	83.50	180.30	999.2
1957	48.70	51.10	134.10	92.10	169.60	53.80	57.00	40.90	39.20	231.10	69.20	38.20	1025.0
1958	75.80	65.50	41.90	54.50	53.80	32.60	29.40	68.30	41.20	146.80	233.80	117.90	961.5
1959	26.40	45.00	32.80	57.80	131.70	61.40	103.70	59.00	52.50	162.40	155.40	33.00	921.1
1960	10.60	77.10	57.80	114.40	38.00	28.40	53.50	50.70	47.50	105.70	75.50	92.40	751.6
1961	65.60	6.80	110.70	91.80	10.80	32.20	16.00	26.90	39.40	167.30	141.20	3.90	712.6
1962	102.90	70.40	93.20	90.20	116.60	108.70	41.50	58.90	37.00	118.50	78.30	85.00	1001.2
1963	43.70	108.80	86.40	154.10	126.30	48.20	30.00	31.30	35.20	91.20	177.40	10.50	943.1

Convenciones: (-) Sin dato (\*) Incompleto



## PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO

## ESTUDIOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTA  
GERENCIA GENERAL  
DIRECCION CENTRO DE INVESTIGACIONES  
HIDROLOGIA

## INFORME MENSUAL DE LLUVIAS (mm)

TABLA No. 1

REGION: BOGOTA

CUENCA: BOGOTA

ESTACION: USAQUEN SANTA ANA COD.: P-009

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1964	10.40	40.30	0.70	154.90	112.60	100.80	65.90	20.90	34.80	98.10	93.50	61.40	794.3
1965	8.10	22.30	28.30	241.10	121.00	26.70	57.00	36.90	16.10	206.30	157.90	32.10	953.8
1966	2.70	43.00	104.80	38.10	52.70	132.50	39.90	76.50	26.60	105.40	339.30	-	961.5
1967	33.00	36.70	99.50	116.40	86.20	110.50	85.00	34.00	55.50	54.00	234.20	59.70	1004.7
1968	9.60	71.70	35.10	142.90	74.50	96.80	62.00	32.60	55.00	157.00	171.40	54.00	962.6
1969	128.20	57.50	15.00	166.80	119.90	50.00	22.50	71.90	45.10	293.20	124.70	56.50	1151.3
1975	-	-	-	93.60*	108.20	25.30	49.60	65.80	62.00	95.70	122.80	130.90	753.9*
1976	18.90	74.80	170.00	135.60	75.00	54.50	35.90	14.40	125.50	314.30	95.90	64.40	1179.2
1977	0.90	58.70	139.70	123.40	84.60	17.20	49.60	35.30	81.00	89.00	152.70	97.60	929.7
1978	10.50	43.50	87.80	174.90	81.20	81.40	38.50	17.30	71.00	69.30	89.20	26.60	791.2
1979	34.30	60.80	108.00	164.50	199.40	92.00	53.30	94.40	19.40	164.60	200.10	76.20	1267.0
1980	55.20	95.60	23.80	119.70	29.30	85.40	5.10	34.00	57.30	91.00	61.60	81.60	739.6
1981	13.90	41.60	89.50	127.00	133.70	33.60	16.40	52.40	42.10	153.30	170.70	84.80	959.0
1982	88.30	73.40	136.10	292.30	101.00	9.70	28.00	22.70	38.60	118.70	79.10	115.50	1103.4
1983	20.50	111.40	160.00	231.30	87.10	22.00	38.60	17.20	33.40	57.70	51.40	101.70	932.3
1984	209.40	95.60	90.70	82.50	96.30	93.40	33.70	77.80	60.70	61.99	91.90	38.00	1032.0
1985	69.10	1.50	22.50	66.10	187.05	41.30	37.50	36.90	99.50	166.80	139.10	56.00	923.4
1986	72.80	58.80	86.30*	170.60	110.30	84.50	66.20	44.00	30.10	-	-	29.50*	753.1*
1987	28.40	34.30*	35.20	101.20	172.70	23.20	61.80*	31.50	56.30	162.60*	82.00	40.10	829.3*
1988	69.55	73.20	55.40	58.20	66.10	47.10	39.90	61.00	68.60*	162.10	163.40	149.00	1013.6*
1989	33.60	124.00	167.60	75.60	68.30*	55.00	45.30*	14.70	33.80	85.10	85.70	82.90	871.6*
1990	129.70	66.50	92.10	99.00	111.50	29.70	25.30	28.80	23.40	132.00	112.70	70.70	921.4
1991	85.20	53.70	155.30	106.00	61.20*	-	69.80	72.30	34.00*	52.00	140.00	150.90	980.4*
1992	67.30	37.50	125.10	166.80	29.90	18.20	47.70	36.40	52.30	11.00	271.40	53.50	917.1
1993	61.00*	46.00*	35.40	101.40	118.20	37.10	45.30*	21.40	43.60	84.20	162.10	19.90	775.6*
1994	113.60	79.80	110.50*	86.90	94.90	45.40	41.00	52.30	26.30	65.20	126.70	50.20	892.8*
1995	13.70	54.00	91.90	185.80	34.10*	30.50	0.50*	-	-	-	-	-	410.5*

## PROMEDIOS MENSUALES MULTIANUALES

62.21\* 58.75\* 101.72\* 114.72\* 99.32\* 60.28\* 62.43\* 45.98 65.56\* 131.73\* 142.65 69.60\* 946.21

## DESVIACIONES TIPICAS

54.24\* 33.06\* 126.00\* 62.33\* 70.19\* 77.58\* 85.73\* 44.92 64.60\* 74.78\* 96.60 49.14\* 25.11

Convenciones: (-) Sin dato (\*) Incompleto

PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO  
ESTACION USAQUEN  
AJUSTE GUMBEL - VAL. MAXIMOS DE LLUVIAS

TABLA 2  
HOJA 1 DE 2

PERIODO DE REGISTRO	VR.MAX.ANUAL mm	VR.MAX.ANUAL ORDENA. mm	Tr. Años	Probab.
1929	64.00	153.00	63.000	0.984
1930	55.00	121.20	31.500	0.968
1931	50.00	110.00	21.000	0.952
1932	70.00	110.00	15.750	0.937
1933	55.20	90.30	12.600	0.921
1934	42.00	89.00	10.500	0.905
1935	52.40	81.70	9.000	0.889
1936	43.50	80.80	7.875	0.873
1937	110.00	72.00	7.000	0.857
1938	121.20	70.00	6.300	0.841
1939	44.50	68.30	5.727	0.825
1940	68.30	68.00	5.250	0.810
1941	40.00	65.30	4.846	0.794
1942	49.00	64.00	4.500	0.778
1943	110.00	63.00	4.200	0.762
1944	42.80	61.20	3.938	0.746
1945	61.00	61.00	3.706	0.730
1946	47.00	60.00	3.500	0.714
1947	48.00	58.20	3.316	0.698
1948	90.30	55.40	3.150	0.683
1949	153.00	55.40	3.000	0.667
1950	60.00	55.20	2.864	0.651
1951	25.00	55.00	2.739	0.635
1952	38.00	52.40	2.625	0.619
1953	23.00	52.00	2.520	0.603
1954	24.00	51.90	2.423	0.587
1955	30.00	51.00	2.333	0.571
1956	34.80	50.50	2.250	0.556
1957	61.20	50.00	2.172	0.540
1958	65.30	50.00	2.100	0.524
1959	41.90	49.00	2.032	0.508
1960	36.30	48.30	1.969	0.492
1961	35.60	48.30	1.909	0.476
1962	36.60	48.00	1.853	0.460
1963	35.80	47.00	1.800	0.444
1964	37.20	47.00	1.750	0.429
1965	45.00	46.80	1.703	0.413
1966	72.00	46.30	1.658	0.397
1967	51.00	45.00	1.615	0.381
1968	50.00	44.50	1.575	0.365
1969	68.00	43.50	1.537	0.349
1975	34.80	42.80	1.500	0.333
1976	80.80	42.80	1.465	0.317
1977	51.90	42.00	1.432	0.302
1978	48.30	41.90	1.400	0.286
1979	63.00	40.00	1.370	0.270
1980	47.00	39.50	1.340	0.254
1981	39.50	38.00	1.313	0.238
1982	48.30	37.20	1.286	0.222
1983	81.70	36.70	1.260	0.206



**PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO  
ESTACION USAQUEN  
AJUSTE GUMBEL - VAL. MAXIMOS DE LLUVIAS**

000013

B

**TABLA2  
HOJA 2 DE 2**

1984	50.50	36.60	1.235	0.190
1985	36.70	36.30	1.212	0.175
1986	58.20	35.80	1.189	0.159
1987	89.00	35.60	1.167	0.143
1988	46.30	35.50	1.145	0.127
1989	29.20	34.80	1.125	0.111
1990	46.80	34.80	1.105	0.095
1991	42.80	30.00	1.086	0.079
1992	55.40	29.20	1.068	0.063
1993	55.40	25.00	1.050	0.048
1994	52.00	24.00	1.033	0.032
1995	35.50	23.00	1.016	0.016

PERIODO DE RETORNO  
AÑOS

VALOR MAXIMO DE DISEÑO  
mm

2	50.79
3	61.58
4	68.48
5	73.59
10	88.69
25	107.77
50	121.92
100	135.97
500	168.44
1000	182.39
10000	228.73

**VALORES ESTADISTICOS**

MEDIA	:	54.53
DESVIACION	:	23.68
U	:	43.41
1 / Alfa	:	20.12

000014

JA

## FIGURAS



**PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO**  
 PLUVIOGRAMA MENSUAL  
 ESTACION USAQUEN

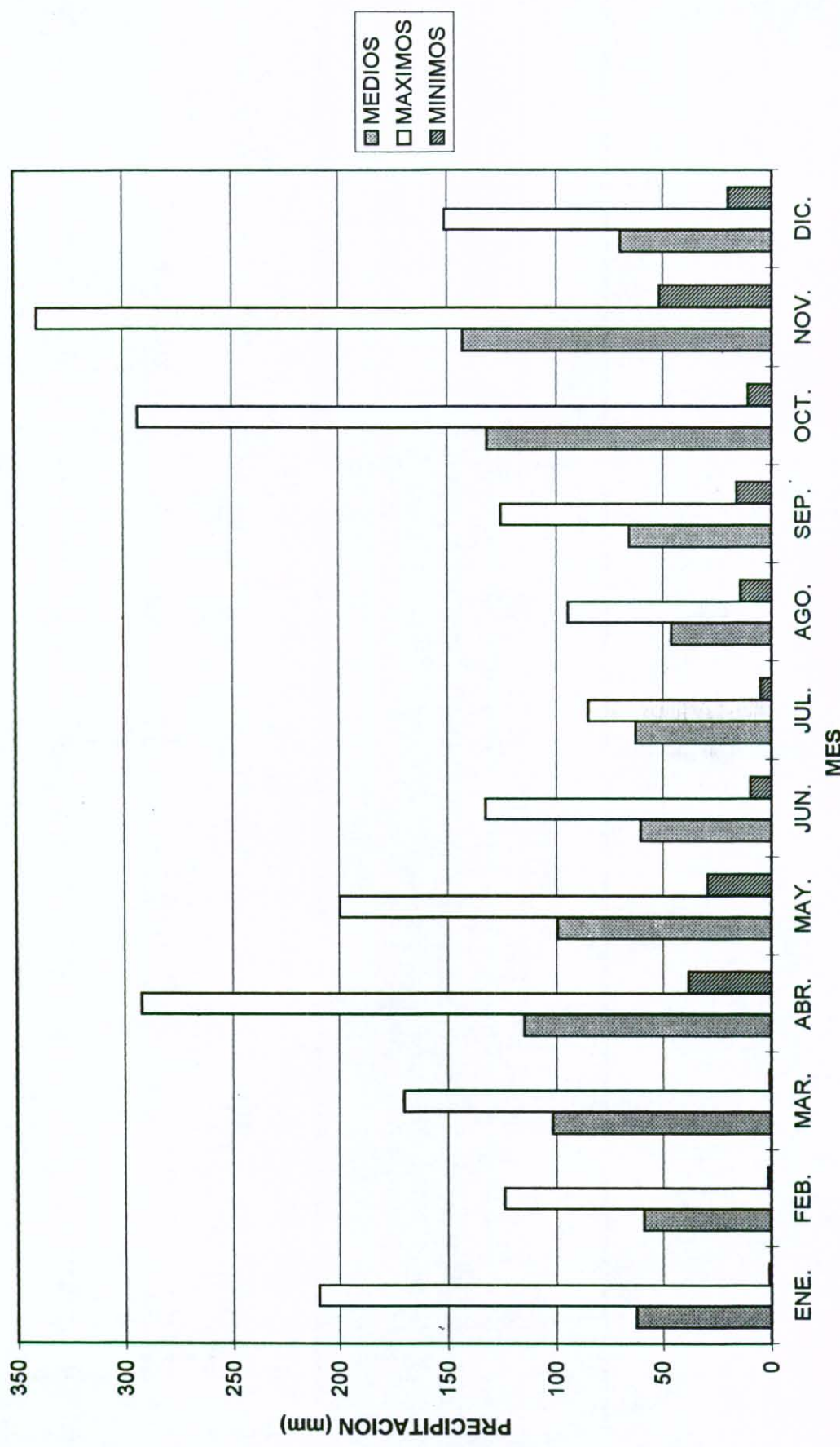
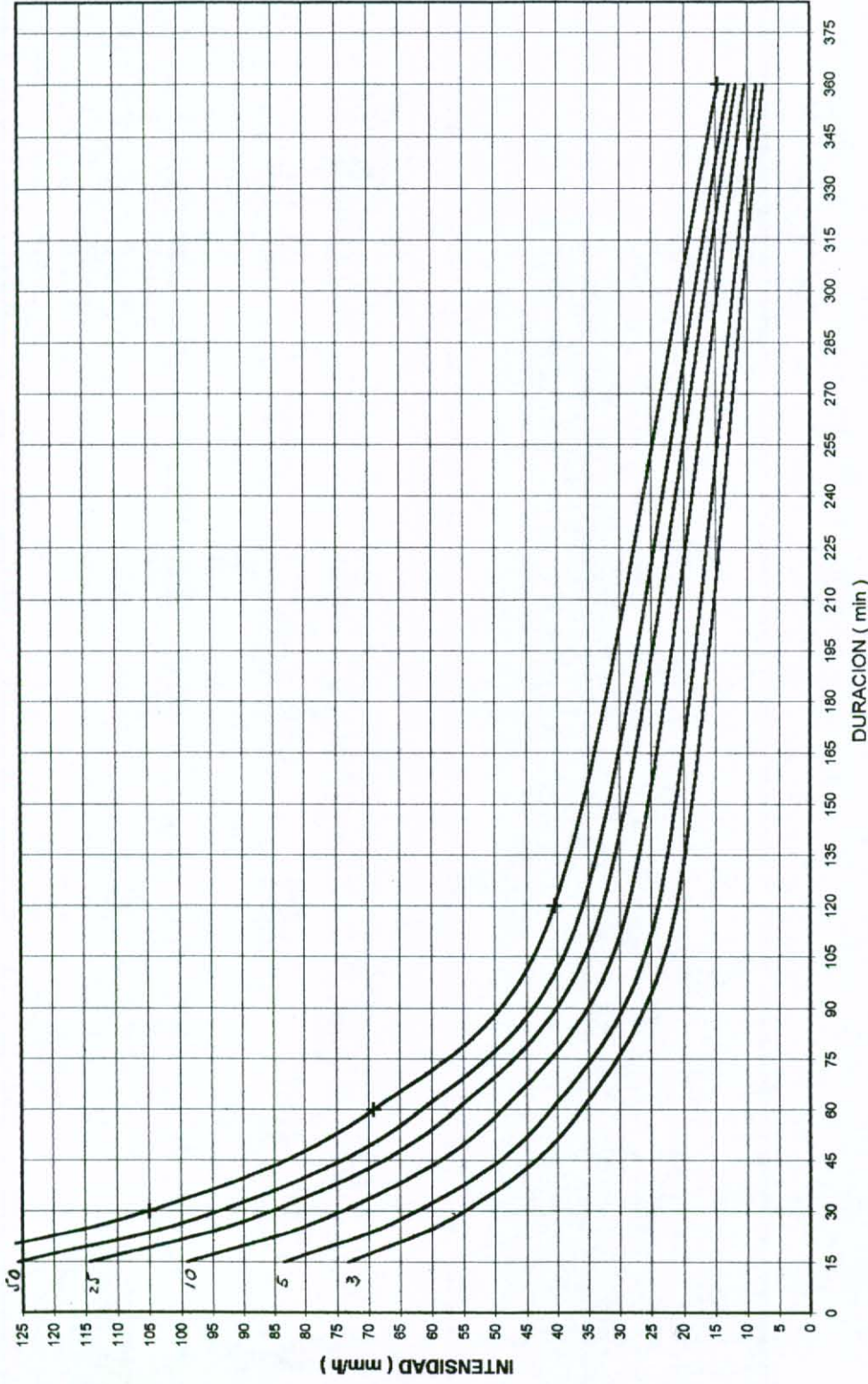


FIGURA 2  
 PERIODO 1929 - 1995  
 MEDIA ANUAL 946,2

Nota: los máximos corresponden al período 1964-1995

CURVAS DE INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA  
1006610E-1014930N



— Tr = 3 años  
 — Tr = 5 años  
 — Tr = 10 años  
 — Tr = 25 años  
 — Tr = 50 años  
 — Tr = 100 años

000017

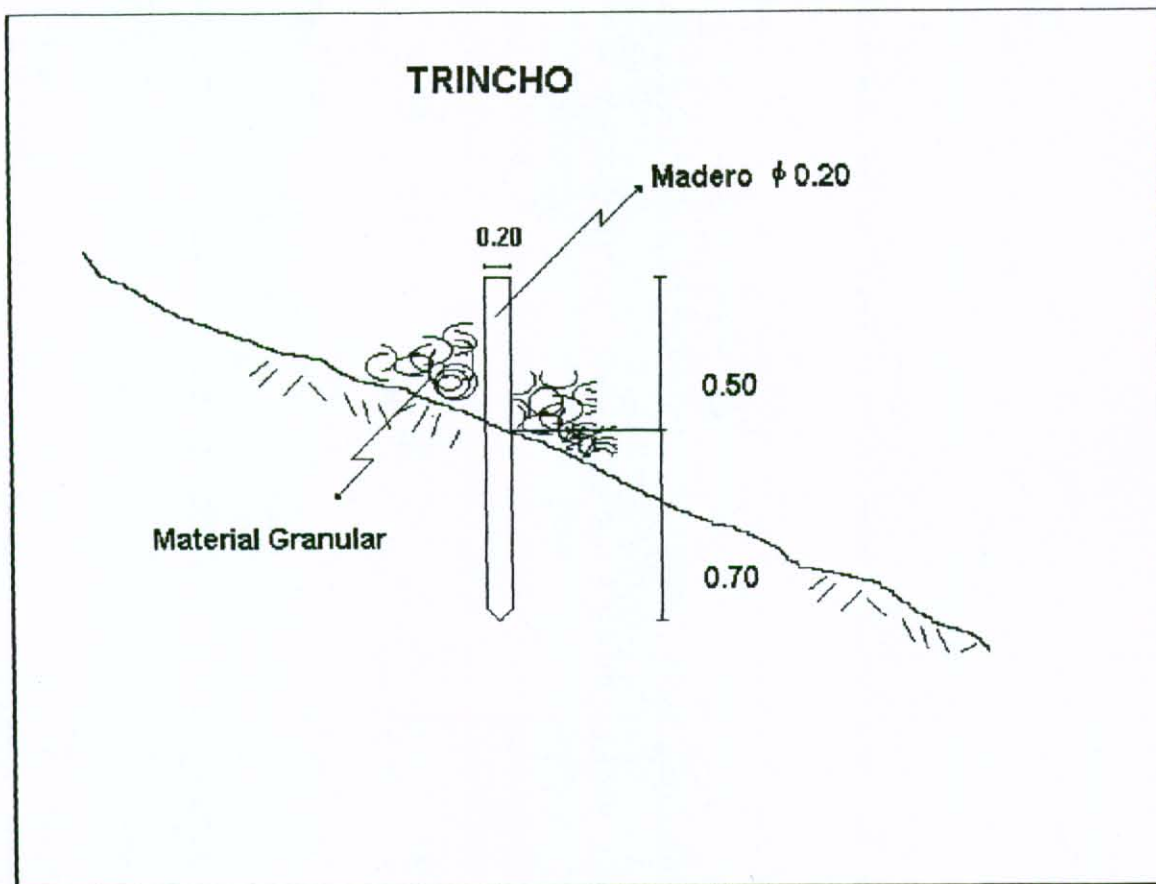
Figura 3  
EAAB E.S.P.



# Bocacolina S.A.

## PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO ESTUDIOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS

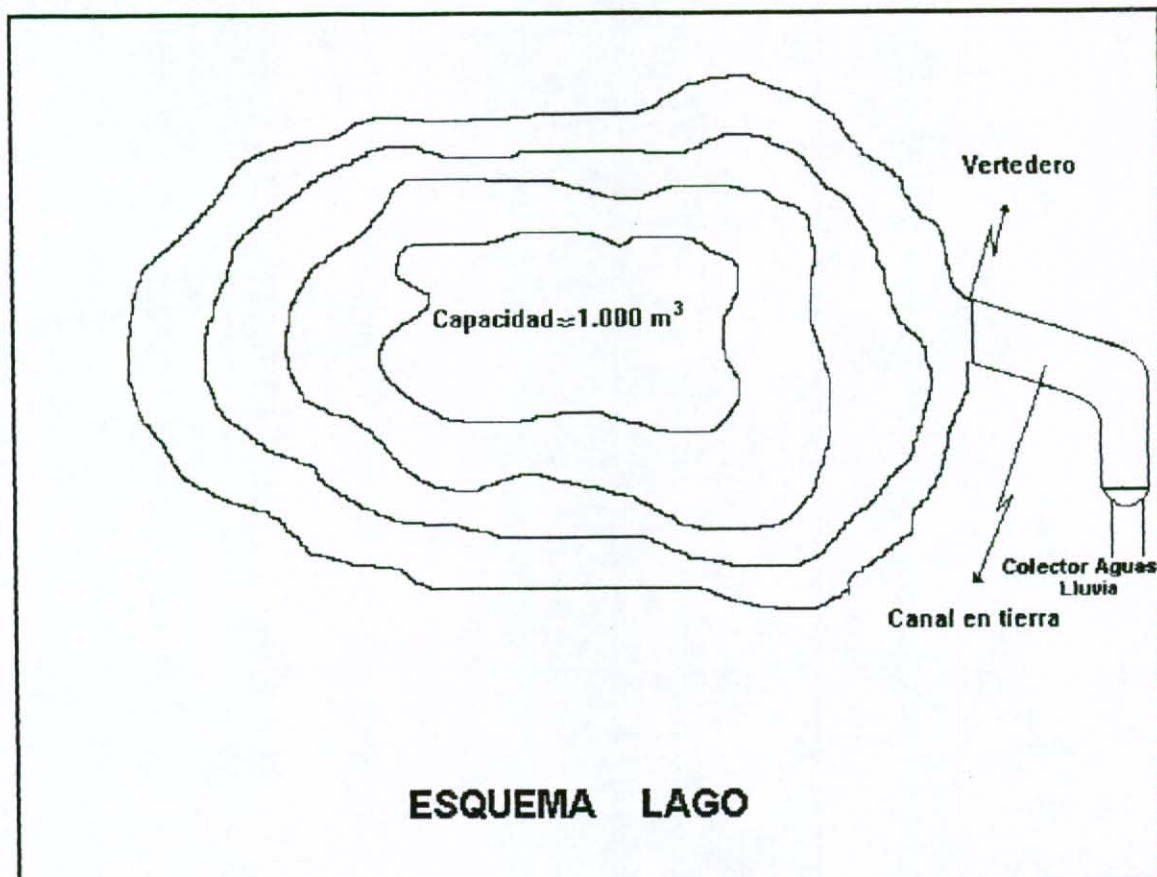
Figura 4



**Bocacolina S.A.**

**PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO  
ESTUDIOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS**

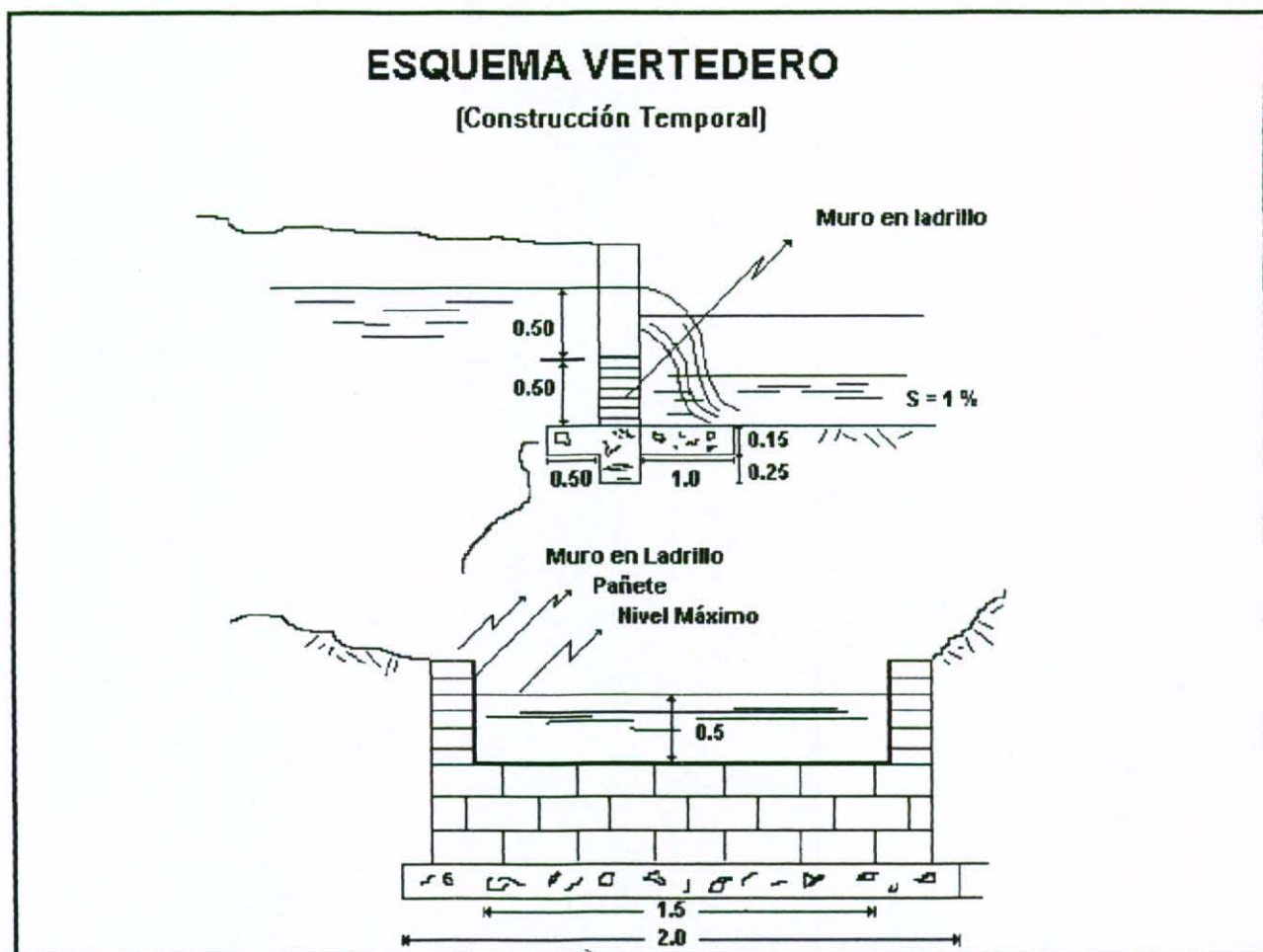
Figura 5





**Bocacolina S.A.****PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO  
ESTUDIOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS**

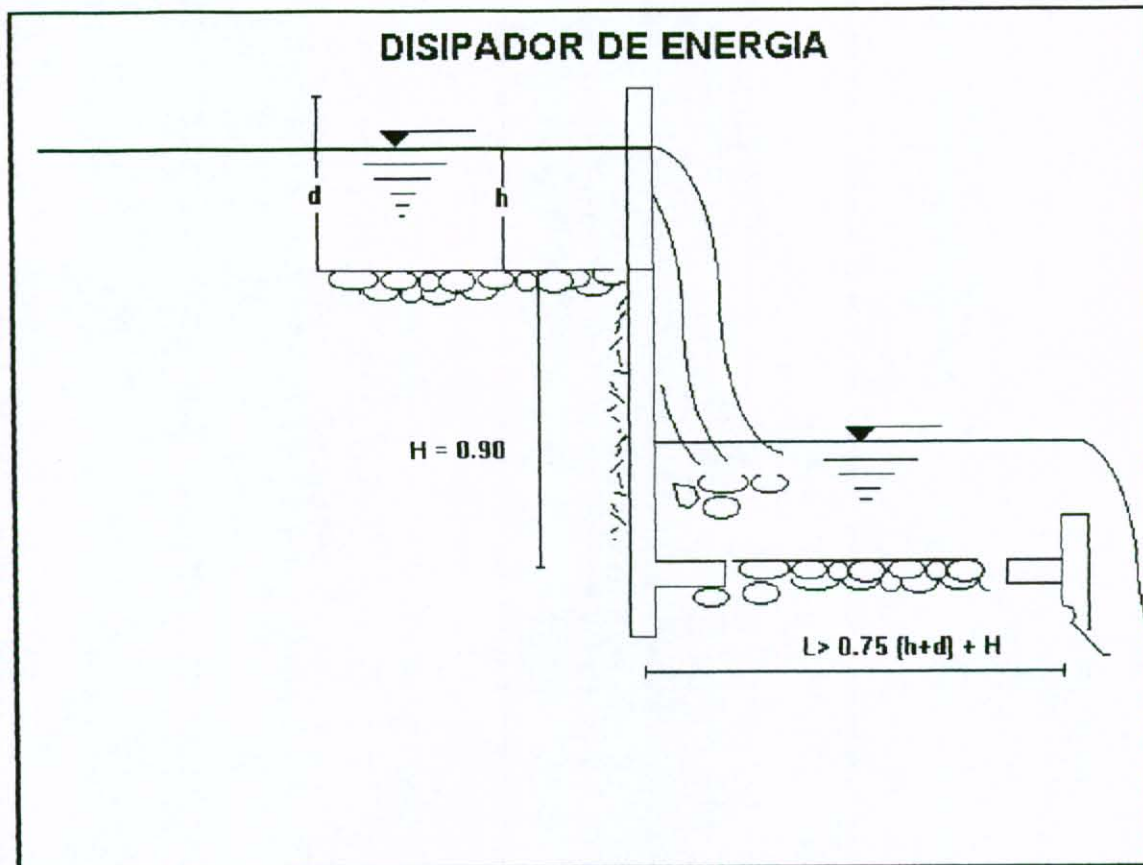
Figura 6



**Bocacolina S.A.**

**PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO  
ESTUDIOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS**

Figura 7

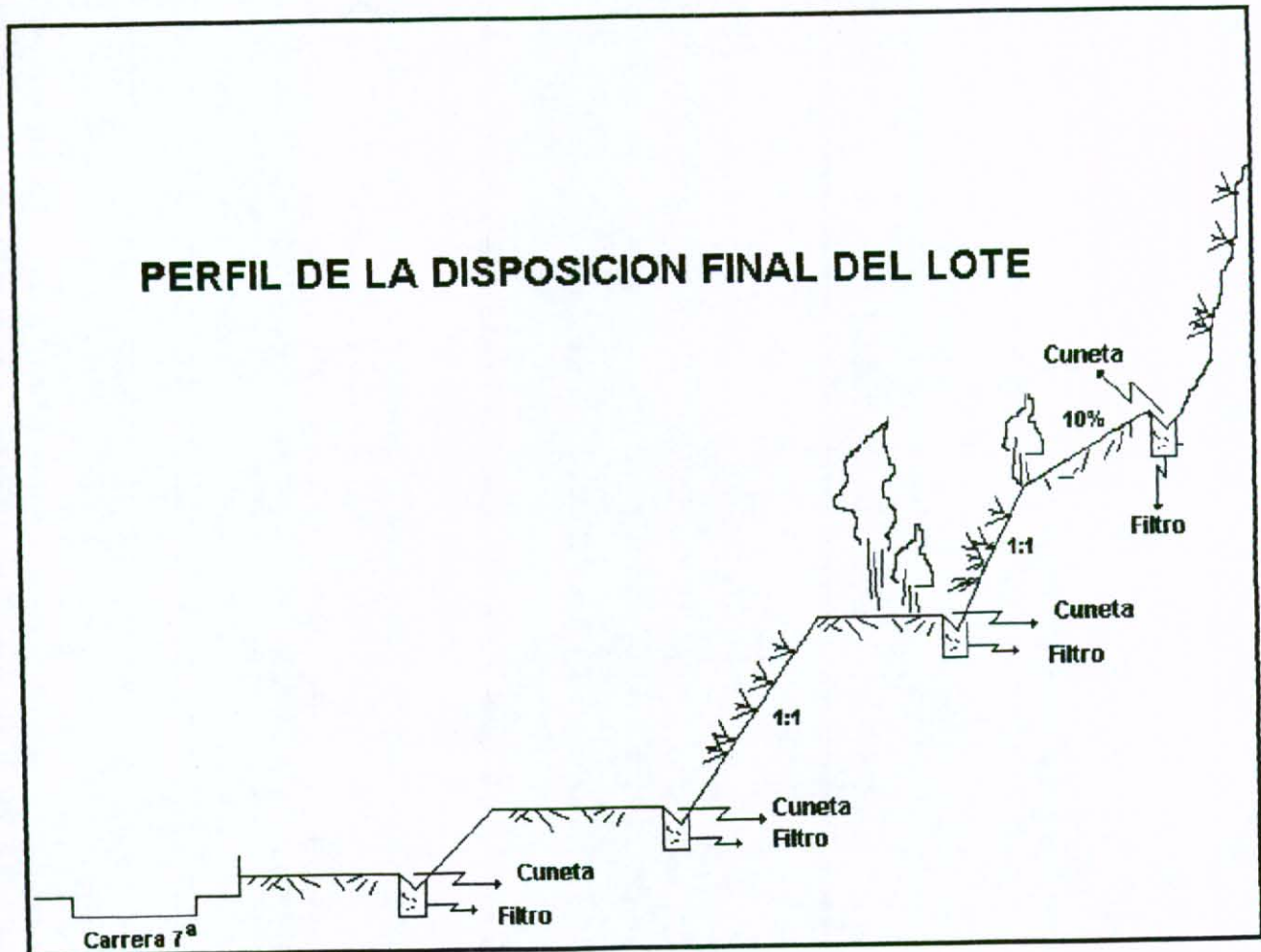




# Bocacolina S.A.

## PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO ESTUDIOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS

Figura 8



000023

93

**FOTOGRAFIA**



**Bocacolina S.A.**

**PROYECTO CANTERA LOTE EL CERRO  
ESTUDIOS HIDROLOGICOS E HIDRAULICOS**



Vista general de la cantera Lote El Cerro carrera 7ª con calle 157 se pueden observar los trabajos de recuperación de los taludes y el empedrado iniciado en la zona superior

000024

24

000025

25

## MEMORIA DE CALCULO



DESCRIPCION

ELABORADO

REVISADO

FECHA

"Cálculo de Cunetas"

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A$$

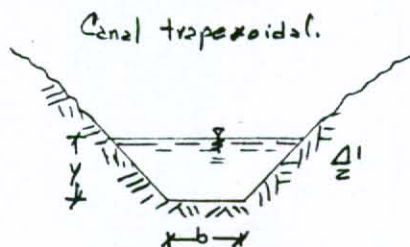
- Cuneta de Coronación

$$Q = 128 \text{ l/s}$$

$$P_{ca} \approx 1$$

$$b = 0.5$$

$$R = \frac{(0.5 + y)y}{0.5 + 2y\sqrt{2}}$$



$$R = \frac{(b + 2y)y}{b + 2y\sqrt{1+z^2}}$$

Velocidad max.  $V = 0.8 \text{ m/s}$ .

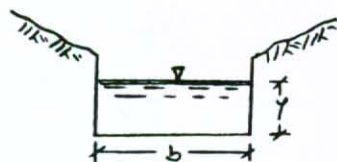
$$V = \frac{1}{0.024} R^{2/3} S^{1/2} \Rightarrow \frac{0.8 \times 0.024}{R^{2/3}} = S^{1/2}$$

$$S^{1/2} = \frac{0.019}{R^{2/3}} \Rightarrow S^{1/2} = \frac{0.019}{\left[\frac{(0.5+y)y}{0.5+1.414y}\right]^{2/3}} \quad y = 0.3$$

$$S^{1/2} = 0.002$$

$$A = (b + 2y)y \Rightarrow A = 0.24 \text{ m}^2 \quad Q = VA \Rightarrow Q = 0.8 \times 0.24 = 0.192 \text{ m}^3/\text{s}$$

OK

- Canal Rectangular para disipador de Energía.

$$A = by$$

$$R = \frac{by}{b + 2y}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$Q = 1.84 L H^{3/2}$$

$$L = 0.7$$

$$Q = 0.165$$

$$\Rightarrow$$

$$0.128 = 1.84 \times 0.7 H^{3/2}$$

$$H^{3/2} = \frac{0.128}{1.84 \times 0.7}$$

$$H = 0.215 \text{ m} \quad \text{OK}$$

$$y = 0.22 + 0.10 = 0.32 \text{ m.}$$

$$A = 0.7 \times 0.32 \quad A = 0.224 \text{ m}^2$$

$$V = 0.571 \text{ m/s} \quad \approx V = 0.6 \text{ m/s.}$$

$$0.6 = \frac{1}{0.024} \left( \frac{0.7 \times 0.32}{0.7 + 2 \times 0.32} \right)^{2/3} S^{1/2}$$

$$S^{1/2} = 0.047$$

$$S = 0.002 \quad \text{OK}$$

DEFINICIÓN

ELABORÓ

REVISÓ

FECHA

$$Q = \frac{1}{0.024} \left( \frac{0.7 + 0.32}{0.7 + 2 \times 0.32} \right)^{2/3} (0.002)^{1/2} A$$

$$Q = 0.565 \times 0.224 \Rightarrow Q = 0.127 \text{ m}^3/\text{s} \underline{0.14}$$

### Estimación del Volumen del lago

Precipitación media multianual  $P = 946 \text{ m.m.}$

Coefficiente de escorrentía  $C = \frac{(P_d - P_e) \times (P_d + 23P_e)}{(P_d + 11P_e)^2}$

$$P_e = \frac{5040 - 50.8 \times CN}{CN}$$

Con  $CN = 70 \Rightarrow C = 0.366$  Promedio Anual. Para HAC  $C = \underline{0.4}$

$$\bar{Q} = \frac{0.366 \times 0.946 \times 0.1 \times 10^6}{365 \times 24 \times 60} \Rightarrow Q = 1.1 \text{ l/s} \text{ Caudal medio anual.}$$

Para una etapa Invernal  $P = 850 \text{ m.m.}$

$$V = 0.946 \times 0.366 \times 0.1 \times 10^6$$

Para una Concentración  $20 \text{ kg/m}^3$  muy Alta Volumen sedimentado

$$Y = 2.0 \text{ T/m}^3 \Rightarrow \text{Volumen sedimentado por } V_s = 301 \text{ m}^3,$$

$$\text{Suponiendo } C_{con} = 20 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow V_s = 400 \text{ m}^3$$

Para un funcionamiento adecuado durante todo el año  $\frac{V}{Z} = 2.5$

$$V = 2.5 \times 400 = \underline{1,000 \text{ m}^3} \text{ Caudal } \underline{0.14}$$

### Control del vertedero de vacíos:

$$Q_{máx} = 1.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q = 1.84 L H^{3/2}$$

$$\text{Para } L = 1.50$$

$$Q = 2.76 H^{3/2}$$

$$\Rightarrow H^{3/2} = \frac{1}{2.76} \Rightarrow H = 0.50 \text{ m.}$$



DESCRIPCION

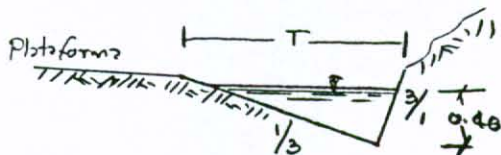
- Cunetas en plataformas

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A$$

Las cunetas serán revestidas en concreto.

$$n = 0.014$$

Serán de tipo triangular



- Caudal máximo

$$Q = 404 \text{ l/s}$$

$$Q = \frac{1}{0.014} (0.375 H)^{2/3} S^{1/2} A$$

Para  $H = 0.40 \text{ m}$ .

$$A = \frac{5}{3} H^2$$

$$A = 0.267$$

$$0.522 = \frac{1}{0.014} (0.375 \times 0.4)^{2/3} \times 0.267 S^{1/2} \quad \frac{1}{S} = \frac{0.522 \times 0.014}{0.282 \times 0.267}$$

$$S^{1/2} = 0.097 \quad S = 0.009 \quad S \approx 1\% \text{ o } \frac{1}{100} \text{ mínimo}$$

$$V \approx 2.0 \text{ m/s } \text{ o } \frac{1}{5} \Rightarrow Q = 2.0 \times 0.267 \Rightarrow Q = 0.534 \text{ m}^3/\text{s } \text{ o } \frac{1}{2} \text{ por seguridad.}$$

$$T = 3H + \frac{H}{3} \Rightarrow T = 1.35 \text{ m. } \text{ o } \frac{1}{2}$$

- Subdrenos

