

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE  
SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 10**

"ESTUDIO, EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL  
SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA"

**INFORME DE SUFICIENCIA**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**MILAGROS CRUZ ROJAS**

**-Lima - Perú**

**2007**

## INDICE

RESUMEN	... 2
INTRODUCCIÓN	... 5
1.0 CAPÍTULO 1.- GENERALIDADES: SITUACIÓN ACTUAL DE DISPONIBILIDAD HIDRICA, SERVICIOS E INVERSIONES DEL SECTOR SANEAMIENTO	... 6
1.1 Potencial Hídrico del Perú	
1.2 Situación del servicio de Agua Potable	... 7
1.3 ¿Cómo Mejorar el Servicio de Agua Potable?	... 8
1.4 Fuentes de financiamiento para ejecución de Proyectos De Saneamiento	... 9
2.0 CAPÍTULO 2.- ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	
2.1 Generalidades del proyecto	... 13
2.2 Aspectos Físicos	... 13
2.3 Aspectos Humanos	... 13
3.0 CAPÍTULO 3.- FUENTES DE AGUA EXISTENTES	
3.1 Aguas Superficiales	... 15
3.2 Aguas Subterráneas	... 17
3.3 Aguas Marinas	... 18
3.4 Selección de la fuente de agua para el Proyecto.	... 20
4.0 CAPÍTULO 4.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN BÁSICA	... 22
4.1 Consideraciones para la formulación del proyecto	... 22
4.2 Ubicación de la Toma de Agua	... 22
4.3 Información Topográfica	... 23
4.4 Información Geotécnica	... 25
4.5 Información ecológica	... 27
4.6 Información Hidrológica	
4.6.1 Ubicación	... 27
4.6.2 Orígenes y ríos Tributarios	... 27

4.6.3	Área de Cuenca	... 28
4.6.4	Características Fisiográficas	... 29
4.6.5	Características Hidrometeorológicas	... 29
4.7	Análisis de Máximas Avenidas	... 34
4.7.1	LOG NORMAL	... 35
4.7.2	LOG PEARSON 111	... 39
4.7.3	DISTRIBUCION GUMBEL	... 42
5.0	CAPÍTULO 5.- ANÁLISIS Y CRITERIOS PARA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN	... 45
5.1	La estructura de captación	... 45
5.2	Componentes de la estructura de Captación	... 45
5.3	Criterios Fluviales	... 49
5.4	Selección de ubicación de Barraje y Toma lateral	... 50
6.0	CAPÍTULO 6.- DISEÑO HIDRÁULICO	... 52
6.1	Parámetros Hidráulicos del río Cañete	... 52
6.2	Dimensionamiento de la Estructura de captación	... 53
6.2.1	Fórmulas de Ingeniería Hidráulica	... 53
6.2.2	Dimensionamiento de los elementos de Captación	... 57
6.2.3	Proceso de Cálculos	... 60
6.3	Determinación Preliminar de las cotas	... 64
7.0	CAPÍTULO 7.- DISEÑO ESTRUCTURAL.	... 66
7.1	Diseño estructural del Barraje fijo	... 66
7.1.1	Longitud de Cimentación	... 66
7.1.2	La subpresión	... 69
7.2	Análisis de Estabilidad	... 73
7.3	Diques de encauzamiento	... 79
	CONCLUSIONES	... 81
	RECOMENDACIONES	... 84

## BIBLIOGRAFÍA

... 85

## ANEXOS

Anexo 1: Descarga Históricas Máximas Diárias M3/S - Estación Socsi  
1925 - 1983

Anexo 2: Coeficiente De Rugosidad  $n$  A Utilizar En La Fórmula De  
Manning

Anexo 3: Presupuesto Estimado del Proyecto Bocatoma Pampa Clarita

Anexo 4: Alcances de las Especificaciones Técnicas

Anexo 5: Planos

## RESUMEN

El presente informe de ingeniería está enmarcado dentro del Programa de Titulación por Actualización de Conocimiento, en dicho contexto se ha desarrollado la Formulación y Diseño del Proyecto de Saneamiento Unipampa Zona 10 ubicado en Pampa Clarita, en el distrito de San Vicente de Cañete, provincia de Cañete, departamento de Lima, con la finalidad de dotar de agua para irrigación y consumo a la población en estudio. Ante esta expectativa, se ha investigado los recursos hidráulicos de la árida zona de Unipampa Zona 10, convergiendo a captar las aguas superficiales del río Cañete. La ingeniería básica de proyecto contempla los estudios y análisis necesarios para el diseño de la Bocatoma Pampa Clarita asegurándose un caudal de captación y derivación de  $1\text{m}^3/\text{s}$ , resultado obtenido en la etapa de estudio de Demanda de Agua, proyectada para 20 años.

Asimismo, los primeros capítulos, define el marco teórico de disponibilidad hídrica en nuestro país, la tendencia de aprovechamiento de sus aguas y la información básica de la cuenca del río Cañete.

Se ha propuesto un diseño simple de los elementos de captación, considerando solo los elementos necesarios que asegure los objetivos del proyecto, estos son: barrage fijo, compuertas de limpia, poza de disipación, enrocados y desrripiadores, muros de encauzamiento y guía, ventana y compuertas de captación, poza retenedora de elementos sólidos y canal de purga.

La implantación de la estructura de captación se ubica en la margen izquierda del río Cañete, proyectando un ancho de 35m que representa el 18% de un total de 195m de llanura de inundación, siendo esto último favorable en el dimensionamiento del barrage fijo. El material que conforma la estructura de captación es de concreto simple y armado, material propio y piedra grande obtenido del río.

Finalmente se ha elaborado el presupuesto estimado de la Bocatoma Pampa clarita que asciende a seiscientos ochenta y ocho mil dólares americanos y los planos de diseño presentados en anexo adjunto.

## Resumen de Cuadros

- Cuadro N° 1.- Valores de la cobertura al 2004 en el sector saneamiento
- Cuadro N° 2.- Roles y competencias del sector saneamiento
- Cuadro N° 3.- Metas Políticas comprometidas en el sector Saneamiento - Perú
- Cuadro N° 4.- Proyección de Cobertura e Inversión del sector saneamiento
- Cuadro N° 5.- Inversiones previstas por el gobierno del Perú 2005- 2008
- Cuadro N° 6.- Principales ríos afluentes del río Cañete
- Cuadro N° 7.- Resumen de Áreas de la Cuenca del río Cañete
- Cuadro N° 8.- Características Fisiográfica que atraviesa la cuenca del río Cañete
- Cuadro N° 9.- Parámetros físicos del río Cañete
- Cuadro N° 10.- Registro de Temperaturas media Mensual
- Cuadro N° 11.- Registro de Caudales con 50, 70 y 95% de persistencia del Río Cañete
- Cuadro N° 12.- Parámetros de Trabajo para la distribución Log normal
- Cuadro N° 12.1.- Cuadro de Cálculo para la distribución Log Normal
- Cuadro N° 12.2.- Caudal  $m^3/s$  de Probabilidades según LOG **NORMAL** para diferentes tiempos de retorno
- Cuadro N° 13.- Cuadro de Cálculo para la distribución Log Pearson 111
- Cuadro N° 13.1.- Caudal  $m^3/s$  de Probabilidades según LOG **NORMAL** para diferentes tiempos de retorno
- Cuadro N° 14.- Caudal  $m^3/s$  de Probabilidades según LOG **NORMAL** para diferentes tiempos de retorno
- Cuadro N° 14.1.- Cuadro Comparativo del Resultado del análisis de Máximas avenidas para T= 50años y aplicando el factor de Corrección por Fuller
- Cuadro N° 15.- Parámetros Hidráulicos del Río Cañete - Base del Diseño Hidráulico de la Toma
- Cuadro N° 15.1.- Tabla de coeficientes de Lane & Bligh ( C )<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bibliografía Académica "Diseño de Bocatomas" - Ing. Alfredo Mansen

Cuadro N° 15.2 Hoja de Cálculos para el dimensionamiento hidráulico del sistema de captación

Cuadro N° 15.3.- Valores de Y para diferentes valores de X en la Ec. Del Perfil de barraje

Cuadro N° 15.4.- Resultados del proceso de cálculos hidráulico, para el dimensionamiento de los elementos de la Captación

Cuadro N° 16.- Valores de la subpresión según la Fig. 13

Cuadro N° 16.1.- Valores de la subpresión según la Fig. 13.1

Cuadro N° 17.- Cálculo del Peso Propio del Barraje Fijo

Cuadro N° 17.1.- Cálculo del Empuje Hidrostático en el Barraje Fijo

Cuadro N° 17.2.- Cálculo de la fuerza de subpresión en el Barraje Fijo

Cuadro N° 18.- Cálculo de los momentos actuantes en el barraje fijo

## **INTRODUCCIÓN**

Constituye un problema actual en nuestro país, que lugares muy áridos como Pampa Clarita estén siendo invadidos y creciendo en población rápidamente careciendo por mucho tiempo de recursos naturales e instalaciones básicas para la vida y la salud como lo es el Agua Potable.

Sin planeamiento urbano previo y con las difíciles características de estas zonas, se hace menos factible y rentable, las obras necesarias para el desarrollo de estas áreas de nuestra costa, dando como consecuencia poblaciones carecientes de actividades que impulsen la explotación de los recursos naturales y como resultado la pobreza extrema en estas zonas de nuestro país.

La inversión en Infraestructura de Obras Hidráulicas, es necesario para lograr desarrollos específicos como la agricultura, agroindustria y prestación de servicios de agua potable, temas básicos para la reducción de la pobreza.

El Proyecto de Abastecimiento de Agua en Pampa Clarita, atendería una demanda planificada, para el desarrollo de la Agroindustria, y el consumo de agua potable de la Población además, Unipampa Zona 10 en el futuro, por su fácil acceso y cercanía a la Planta proyectada de Gas Natural Licuado se perfila como zona de probable desarrollo.

Con estos precedentes se ha visto necesario realizar el estudio de llevar agua a dicha zona, para lo cual se ha proyectado la captación de 1m<sup>3</sup>/s de agua del río Cañete; que actualmente no se aprovecha en toda su potencialidad.

Este informe incide en la etapa de diseño de un Proyecto de Ingeniería, con aportes de getalles constructivos, analizando y evaluando una solución acorde con la realidad económica de nuestro país, el enfoque y los parámetros específicos del proyecto, mediante la aplicación del conocimiento de Ingeniería implantado por esta casa de estudios que me invade de orgullo.

## **CAPÍTULO 1.- GENERALIDADES: SITUACIÓN ACTUAL DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA, SERVICIOS E INVERSIONES DEL SECTOR SANEAMIENTO**

### **1.1 Potencial Hídrico del Perú**

Si nos preguntamos ¿Existe escasez de agua en el Perú? Tanto un no como un sí, serían respuestas válidas. Podría pensarse que no hay escasez de agua en el Perú, sino abundancia, dado que se tiene casi el 5% de los recursos hidráulicos superficiales del planeta y que cada peruano tiene potencialmente a su disposición unos 85.000 m<sup>3</sup> de agua por año, cuando el promedio mundial es de tan solo 7.300 m<sup>3</sup>. Sin embargo, hay deficiencias serias en el servicio de agua para un elevado porcentaje de la población, no es lo mismo carecer de agua que carecer del servicio de agua.<sup>2</sup>

En el Perú, las tres vertientes hidrográficas (Pacífico, Atlántico y Titicaca) se alimentan de 106 ríos principales. Estos, aunadas a las 12 200 lagunas, decenas de glaciares y agua subterránea, conforman toda la disponibilidad de agua dulce que posee el país andino. Unos 74 546 m<sup>3</sup> anuales por cada habitante. Visto de este modo, según datos de la UNESCO, el Perú ocupa el lugar 17 de 180 países con mayor acceso a este recurso. Pero ello no es del todo cierto, pues el 98% de esta agua corresponde a los ríos que discurren por la sierra y la selva, mientras que solo el 1,7% es la que circula por la costa y esta destinada a paliar la sed, higiene, industria y riego del 65% de la población peruana que vive en las áridas zonas de la región costera<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> "Arturo Rocha" REVISTA DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS DE LA UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO - DICIEMBRE 2006

<sup>3</sup> El Comercio, Lima, 22 de marzo de 2005

## 1.2 Situación del Servicio de Agua Potable en el país

Es correcto hablar de la escasez de servicio de agua, tanto en el presente como en el futuro. La construcción de sistemas de abastecimiento de agua es costosa, y lo es más, para nuestra población que crece explosivamente. La población peruana está aumentando a razón de medio millón de seres humanos al año. En cincuenta años, la población del Perú se triplicó y la de Lima se multiplicó por doce. Dar agua a la población significa cubrir la demanda insatisfecha y, además, satisfacer las necesidades del crecimiento demográfico.<sup>3</sup>

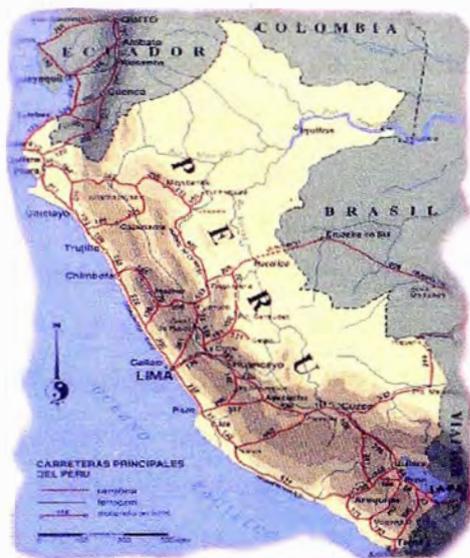
En el Perú no hay escasez absoluta de agua, hay escasez económica. El agua existe en la naturaleza, pero no se dispone de medios económicos suficientes para dar el servicio de agua a toda la población. A esto debe añadirse el crecimiento desordenado de las nuevas poblaciones, que ocupan lugares en los que es muy costoso llegar con los sistemas de agua potable y alcantarillado.<sup>4</sup> De otro lado, cada ser humano quiere más agua para mejorar su calidad de vida.

Referente a la oferta y demanda de agua, cada región del Perú presenta particularidades. Es alarmante la poca relación que tenemos entre la ocupación territorial y la disponibilidad de agua. En la costa, que es un inmenso desierto, vive el 53% de la población peruana y, en ella, solo se dispone del 2% de los recursos hidráulicos del país. La situación de Lima es increíble: el 30% de la población nacional vive en medio de un desierto, que solo cuenta con los 5/10.000 de la disponibilidad nacional de agua.<sup>5</sup>

Referente a la demanda de agua, en lugares de la costa que constituyen un desierto absoluto y en los que la agricultura solo es posible mediante la ingeniería, se use el agua de un modo tan poco eficiente. Como riego inadecuados de siembra de arroz, cultivo de alto consumo de agua y totalmente inadecuado para zonas áridas.<sup>3</sup>

<sup>4</sup> "Arturo Rocha" REVISTA DE ECONOMÍA Y.NEGOCIOS DE LA UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO - DICIEMBRE 2006

<sup>5</sup> "Arturo Rocha" REVISTA DE ECONOMÍA Y .NEGOCIOS DE LA UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO - DICIEMBRE 2006



Ámbito	Cobertura 2004		
	Agua Potable	Sanea - miento	Tratamiento desagües
Urbano	84%	74%	23%
Pequeñas ciudades	60%	33%	7%
Rural	62%	30%	-
<b>Nacional</b>	<b>76 %</b>	<b>51%</b>	<b>20%</b>

Cuadro Nº 1.- valores de la cobertura al 2004 en el sector saneamiento

Fuente: Jornada Latinoamericana de Políticas e inversiones de agua y alcantarillado - Política del Sector Saneamiento en Perú - 2004

### 1.3 Como Mejorar el Servicio de Agua Potable?

A la mala ubicación de las poblaciones existente con respecto a las fuentes de agua, se suma que no haya una política de expansión urbana, de ocupación del territorio.<sup>6</sup>

Esto se ve también con relación a las inundaciones. Es frecuente ahora, en el siglo XXI, que poblaciones enteras se ubiquen en lugares fácilmente inundables. Una solución es crear una gestión del agua, tanto de la oferta como de la demanda. Una adecuada Planificación es fundamental cuando somos pobres y cuando los recursos son escasos, así de ese modo el aprovechamiento del agua sería un mecanismo mediante el cual se garantice la disponibilidad de agua, considerando siempre el respeto por la naturaleza <sup>5</sup>

Para las ciudades de la costa, desalinizar el agua de mar, técnicamente no habría ningún problema. Hace muchos años se hacía en algunos lugares de la costa peruana. Sin embargo; los costos involucrados son altísimos, sobre todo por la conducción del agua a las viviendas, una vez desalinizada y potabilizada,

<sup>6</sup> "Arturo Rocha" REVISTA DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS DE LA UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO - DICIEMBRE 2006

lo que implicaría disponer de abundante energía. Una solución más conveniente, en las condiciones actuales, es traer agua de la vertiente atlántica y aprovechar el desnivel topográfico para generar energía, en lugar de tener que suministrarla, -quien sabe de dónde-, para un sistema de desalinización y de elevación del agua.

En la costa peruana se tiene que planificar en proyectos de propósito múltiple, que incluyan por lo menos abastecimiento, generación de energía y riego. A esto podría añadirse, en muchos casos, el uso ecológico.<sup>7</sup>

Los avances que se han producido en los últimos años en cuanto a la planificación del manejo del agua son muy pocos. No se tiene un Plan de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos ni un Plan Nacional de Desarrollo. Esto implicaría el balance entre la oferta y demanda de agua. La determinación de la oferta es esencialmente retrospectiva porque mira al pasado; en tanto que la de la demanda es prospectiva, pues mira al futuro y a la vez pensar en la calidad de vida que se quiere o se puede dar a la población.

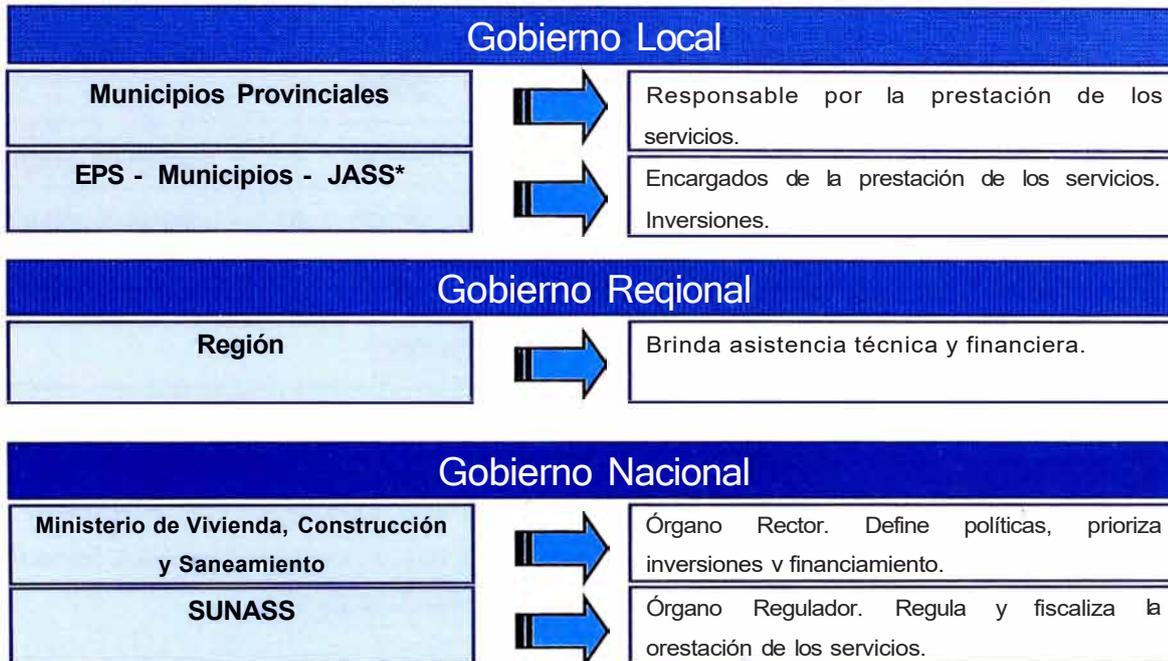
Una forma más económica y rápida de disponer de más agua es racionalizando el consumo. Lo más elemental es no gastar más agua de la necesaria.

No siempre es factible crear agricultura en zonas áridas con cultivos de alta demanda de agua, ya que esto implica realizar grandes inversiones para conducir el recurso desde muy lejos como es nuestro caso para el proyecto de Agua para UNIPAMPA- Zona 10.

#### **1.4 Fuentes de financiamiento para ejecución de Proyectos de Saneamiento**

Se debe saber como funciona los Roles y competencias del sector saneamiento que muestra el cuadro siguiente:

<sup>7</sup> "Arturo Rocha" REVISTA DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS DE LA UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO - DICIEMBRE 2006



(\*) JASS: Junta Administradora de Servicios de Saneamiento en áreas rurales

### Cuadro N° 2.- Roles y competencias del sector saneamiento

Fuente: Jornada Latinoamericana de Políticas e inversiones de agua y alcantarillado -  
Política del Sector Saneamiento en Perú - 2004

<b><u>CUMBRE DEL MILENIO</u></b>	<b>"REDUCIR A LA MITAD, PARA EL AÑO 2015(*), EL PORCENTAJE DE PERSONAS QUE CAREZCAN DE ACCESO SOSTENIBLE A AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO"</b>
----------------------------------	--

(\*) Año base: 1990

<b><u>ACUERDO NACIONAL</u></b>	Compromisos:	Política de Estado
	Ampliar el acceso al agua potable y al saneamiento	13° c)
	Otorgar especial énfasis a la infraestructura de saneamiento	21° c)

### Cuadro N° 3.- Metas Políticas comprometidas en el sector Saneamiento -Perú

Fuente: Declaración de Naciones Unidas - Nueva York, Setiembre 2000

Servicio	Cobertura			Inversión Requerida (US\$ millones)
	1990	2004	2015	
Agua Potable	63%	76%	83%	1,935
Saneamiento	54%	57%	77%	1,694
Tratamiento (1)	5%	20%	100%	1,160
<b>TOTAL</b>				<b>4,789</b>

(1) Porcentaje estimado sobre la población urbana servida con sistemas de alcantarillado

Cuadro N° 4.- Proyección de Cobertura e Inversión del sector saneamiento

Fuente: Jornada Latinoamericana de Políticas e inversiones de agua y alcantarillado - Política del Sector Saneamiento en Perú - 2004

1.4.1 Estrategias de Financiamiento y Desarrollo <sup>8</sup>

- Promoción de la Participación del Sector Privado. Se promueve la incorporación de operadores privados en EPS públicas que requieren de fuertes inversiones y presenten problemas de gestión. (concesión, empresa mixta y BOOT)
- Alianza Público-Privada. Se apoya la gestión eficiente de la EPS cuando no son necesarios fuertes inversiones: tercerización, contratos de gerencia, gerencia por resultados, gestión comercial, joint venture.
- Co-financiamiento (GN, GR, GL, Prestadores y Usuarios). Se apoya financieramente parte de las inversiones en infraestructura, de manera que todos se comprometan con la ejecución de los proyectos.
- Apoyo financiero en contrapartidas. Se apoya con recursos propios el financiamiento de la contrapartida de créditos externos a EPS públicas ligándolos a mejoras significativas en su gestión.
- Gestión de financiamientos. Se gestiona créditos concesionales para implementar medidas orientadas a incrementar los ingresos de las EPS, así como donaciones para componentes de alcantarillado y tratamiento.

<sup>8</sup> Jornada Latinoamericana de Políticas e inversiones de agua y alcantarillado - Política del Sector Saneamiento en Perú - 2004

- Ca-participación para alcanzar la sostenibilidad. Se apoya la construcción de infraestructura sanitaria en comunidades rurales y pequeñas ciudades poniendo énfasis en la sostenibilidad de los servicios.

AREA	Rango de Atención	Programa / Proyecto	Fuente de Fmanciamiento	Inversión Prevista 2005-2008
1. Comunidades Rurales	hasta 2,000 hab	PRONASAR - Comp 1	Banco Mundial	75
2. Pequeñas Ciudades	de 2,000 hasta 30,000	PRONASAR - Comp 2	Banco Mundial	5
3. Pequeñas y Medianas EPS	Ciudades medianas (Ayacucho, Cajamarca, Puno, Huancavelica, Huaraz, Moyobamba, Moquegua, etc.)	Proyectos Integrales	KfW	<b>91</b>
		PMRI	<b>KfW</b>	15
		PPI	<b>KfW</b>	22
		Proyecto Integral Paseo	Priv. Electroandes	6
4. Grandes EPS	Grandes ciudades (Tumbes, Piura, Huancayo, Trujillo, Pucallpa, Chimbote, Iquitos, CUSCO)	Programa PSP	BID-KfW	90
		PE-P25	JBIC	142
		PE-P29	JBIC	85
5. SEDAPAL	Lima y Callao	Préstamos e inversiones con RRPP	JBIC, CAF, BIRF	657
<b>SUBTOTAL (millones de dólares)</b>				<b>1,188</b>
Inversión estimada por EPS y Municipios con RRPP 2005-2008				120
<b>TOTAL (millones de dólares)</b>				<b>1,308</b>

Cuadro N° 5 Inversiones previstas por el gobierno del Perú 2005- 2008  
 Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento - Política del Sector Saneamiento en Perú - 2004

## 2 CAPÍTULO 2.- ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

### 2.1 Generalidades del Proyecto

El principal objetivo es determinar la provisión de agua para riego y consumo de modo eficiente y óptimo que asegure la calidad y cantidad de agua necesaria que requiere el proyecto de abastecimiento de agua para consumo humano de la población de Unipampa Zona 10- Pampa Clarita en la provincia de Cañete.

Los estudios que a continuación se detallan deben de servir para determinar la fuente de agua, ubicación de su toma

El caudal dato a captar y derivar es de 1 m<sup>3</sup>/s. para abastecer a la población de Unipampa, Sectores de riego y para un marco de proyección a futuro del sector industrial, agropecuario u otros.

### 2.2 Aspectos Físicos

UNIPAMPA Zona 10 se ubica a 150 Km al sur de la ciudad de Lima, sus coordenadas UTM son N 8541429 y E 353635 a una altitud promedio de 150 msnm, la población está asentada en una extensión de 12 Ha. Políticamente se ubica en Pampa Clarita, Distrito de San Vicente de Cañete Provincia de Cañete en el Departamento de Lima. El acceso a la zona es a través de la Carretera Panamericana Sur.

### 2.3 Aspectos Socio económicos y Cultural

A continuación se describe las características socioeconómicas básicas de la provincia Cañete lugar adyacente a la zona del proyecto, Unipampa - Zona 10. Estos aspectos nos permitirán conocer los indicadores socioeconómicos de Unipampa - Zona 1.

En la provincia de Cañete el 66% de su población es rural y el 34% de su población --urbana no pueden satisfacer sus necesidades básicas. Aproximadamente el 50% de las casas en el provincia de Cañete están consideradas como subestándar, una situación que se incrementa en las áreas rurales que llegan al 69%, debido a la condición de precariedad de sus casas, al hacinamiento, y a la carencia de agua potable y de servicios de alcantarillado sanitario.<sup>9</sup> El cuarenta y cinco por ciento (45%) de la población de la provincia de

---

<sup>9</sup> Hunt Oil - Estudio de Factibilidad - Proyecto GNL 2004

Cañete no tiene acceso al agua potable y el 63% no cuenta con un sistema de recolección y disposición de alcantarilla sanitaria (Mapa de Pobreza para el Año 2000).

En una zona más aledaña, en la provincia de Chincha, el 45% de la población no cuenta con servicio de agua potable y el 49 % no cuenta con servicios de alcantarillado sanitario. Sólo se suministra agua potable en cada distrito durante dos horas diarias, aproximadamente.

El acceso a los servicios básicos de salud en la provincia de Cañete es brindado mediante la distribución de la micro-red de San Vicente que comprende 2 centros de salud y 8 postas médicas y 80 profesionales de la salud que atienden a una población de 30,385 (MINSA, 2002). Un aspecto observado que causa preocupación en la provincia de Cañete es el incremento de los embarazos en las adolescentes de edades comprendidas entre los 13 y 19 años. A los 19 años de edad, el 25% de las mujeres ya son madres y el 6% de ellas tienen por lo menos dos hijos<sup>10</sup>.

Las principales actividades económicas de la Provincia de Cañete son la agricultura, la crianza de animales y la pesca.

<sup>10</sup> Hunt Oil - Estudio de Factibilidad - Proyecto GNL 2004

### 3 CAPITULO 3.- FUENTES DE AGUA EXISTENTES

Unipampa - Zona 10 es una zona desértica, en el cual se debe estudiar, analizar y escoger la fuente de agua apropiada para el proyecto, el criterio de selección es la calidad del agua y los factores económicos. A continuación se describe las tres fuentes de agua disponibles en Pampa Clarita, su estudio determinará la fuente de agua factible para el Proyecto,

#### 3.1 Aguas Superficiales:

La fuente principal escurre en forma permanente al norte de la zona del proyecto, denominado cuenca del río Cañete, ubicado políticamente en el distrito de San Vicente de Cañete.

El río Cañete tiene sus nacientes en la laguna Ticllacocha (4 600 msnm), la cual es alimentada por deshielos de origen glaciar de la cordillera, en nevados que tienen más de 5,500 m de altitud. El río Cañete tiene un recorrido de aproximadamente 220 Km. desde sus nacientes hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Los principales ríos afluentes del río Cañete, por su longitud y caudal son: Huangascar, Cacara, Tupe, Oda. Pampas, Huantán, Laraos y Alis, por la margen izquierda y Oda. Aucampi, Yauyos y Oda. Miraflores, por la margen derecha. Este río presenta un área total de Cuenca de **6,189** Km<sup>2</sup> y un caudal máximo de **946 m<sup>3</sup>/s**, registrado en el mes de marzo de 1975 y mínimo de **5,8 m<sup>3</sup>/s**, registrado en el mes de septiembre de 1997, en tanto que el caudal promedio es **66,9 m<sup>3</sup>/s**<sup>11</sup>.

Existe vegetación ribereña en los alrededores.

En el Capítulo 5 se analizará las características de la cuenca del río Cañete.

<sup>11</sup> Tesis de Grado del Proyecto Hidroeléctrico "El Platanal"

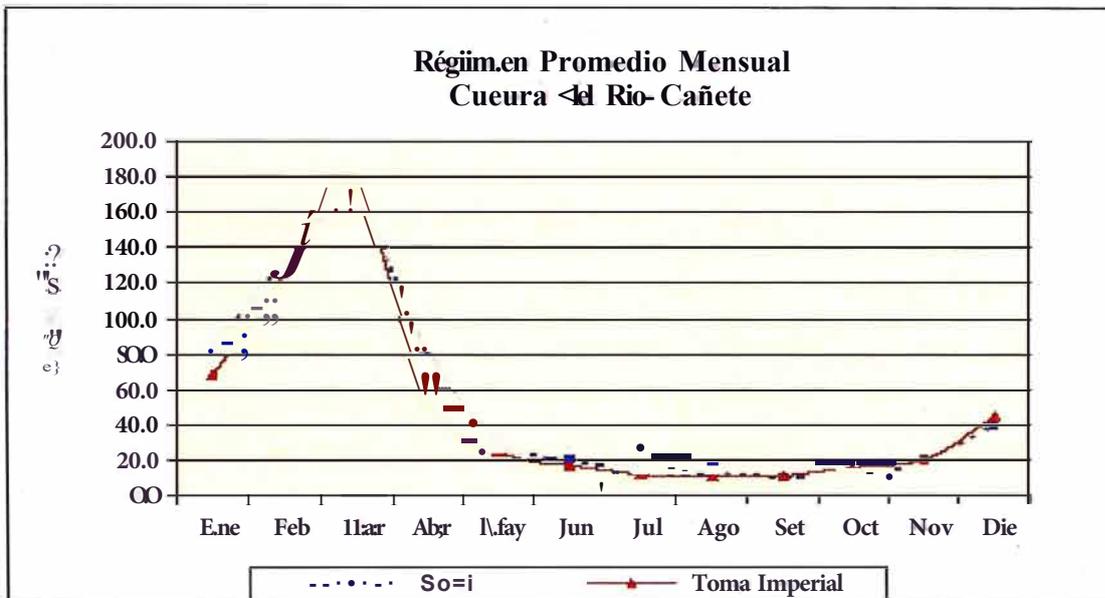


Fig. N° 1.- Régimen Promedio Mensual de la Cuenca del Río Cañete  
Fuente: Registro de Datos Estación SOCSI 1925-1983



Foto N° 1.- Fotografía del Río Cañete en la zona del Proyecto - Abril 2007

## 32 Aguas Subterráneas

A continuación, se describen los resultados obtenidos de un informe elaborado por Golder Associates Perú S.A. por encargo de Hunt Oil Corporation realizado en Junio del 2002 en la zona del Proyecto Pampa Clarita.

Durante la etapa de investigación del proyecto de GNL en Pampa Clarita, siete (07) columnas reguladoras de agua fueron instaladas. Se encontró agua subterránea a una profundidad de entre los 7.4 y 50.8 metros por debajo de la superficie, lo que es indicativo de niveles elevados. Estas profundidades equivalen a 22.7 y 48.2 metros sobre el nivel del mar. Hay surgencia de la napa freática en la sección baja del acantilado costero y cerca del nivel de la playa en el sector sudoeste del sitio.

A pesar de que un estudio de hidrogeología debe conducir a determinar el régimen de agua subterránea y la extracción potencial en el área del proyecto, ha sido posible llegar a algunas conclusiones preliminares. Basados en la limitada información disponible, se puede afirmar que el área está acentuada por acuíferos confinados y no confinados. El agua ubicada en el estrato está principalmente confinada dentro del horizonte aluvial estratificado (Qr-al).

El ensayo de permeabilidad fue realizado con el piezómetro GB-02-03 instalado dentro de la formación aluvial que demostró una alta conductividad hidráulica de aproximadamente  $5.1 \times 10^{-3}$  cm/sal Elev. 47.8 a 48.3 m (geodetic). El nivel de equilibrio en el piezómetro instalado indicó que el nivel del agua podría ser encontrado en el lugar a Elev. 48.0 m. La capa profunda del acuífero de arenisca y limonita probablemente es recargada de áreas externas inmediatas a la zona de estudio.

A pesar de que existen ciertos indicadores en los resultados del piezómetro que sugieren que el acuífero aluvial es recargado por el río Cañete, una revisión más detallada de la hidrología del área sería necesaria para sustentar dicha afirmación.

Existen varias fuentes de agua en el área que abastecen a las comunidades locales para uso doméstico y para riego y, consecuentemente, la explotación de este recurso puede dar paso a una considerable disminución del abastecimiento de agua. Es por eso que serían necesarias investigaciones más detalladas para determinar si la fuente de agua sería factible para el proyecto.

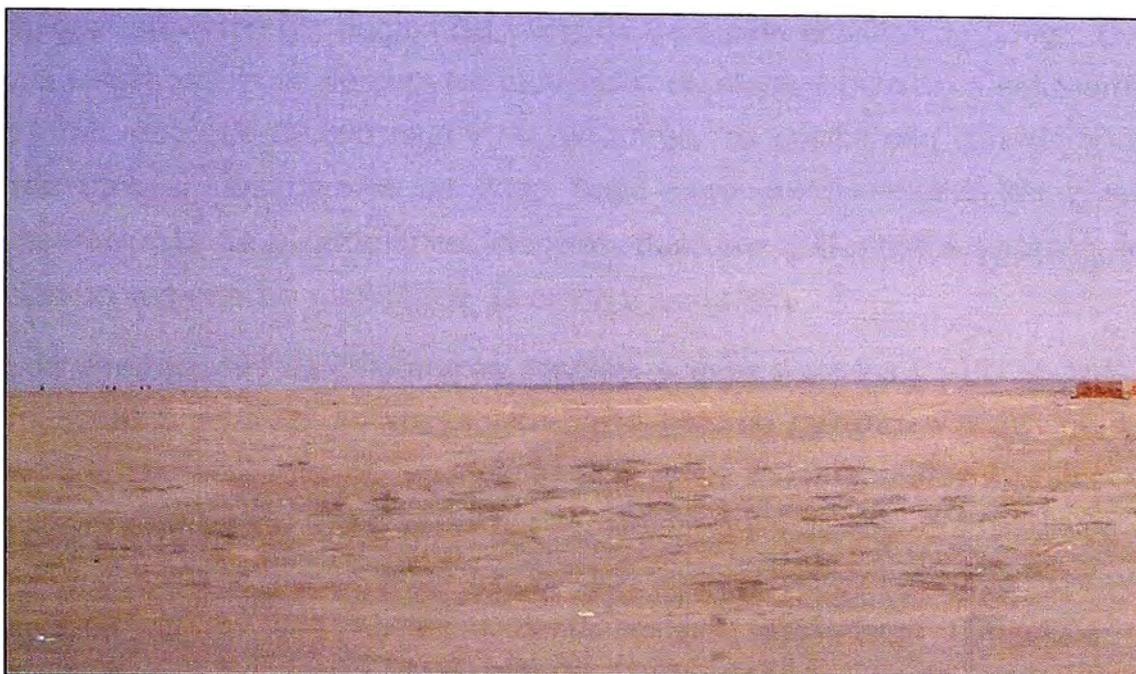


Foto N° 2.- Suelo superficial de Unipampá Zona 10,

### **33 Aguas Marinas**

Estas aguas ha sido considerada como fuente de agua para el Proyecto de GNL-Pampa Melchorita ubicado a 15 Km. al sur de Pampa Clarita el cual abastecerá un caudal de servicio de 30 m<sup>3</sup>/h. Esta agua servirá como la única fuente de agua para la planta de GNL. Una unidad de osmosis inversa producirá agua dulce para almacenamiento. Esta agua tratada será empleada para el sistema de agua potable, el sistema desmineralizador de agua, el agua de servicio y el agua del sistema Contra incendios.

#### **Calidad del Agua de Mar en la zona costera de Pampa Clarita.<sup>12</sup>**

A continuación se resume el análisis que hiciera Golder Associates Perú S.A. por encargo de Hunt Oil Corporation Con la finalidad de evaluar las condiciones de la calidad de agua en el sitio propuesto para las instalaciones marinas. Se recolectaron muestras en 13 estaciones de muestreo el 14 de julio de 2002, en otoño y el 6 de octubre de 2002 en primavera.

<sup>12</sup> Golder Associates Perú S.A. - Proyecto GNL Perú 2002

Los sólidos suspendidos totales durante los eventos de muestreo de otoño y primavera estuvieron por debajo del límite de detección analítico de 5 mg/l. Los sólidos disueltos totales durante los muestreos de otoño y primavera estuvieron dentro del rango de 32,800 mg/l y 40, 600 mg/l, los cuales son considerados valores típicos. Los niveles de línea base para conductividad, pH y las concentraciones de bicarbonatos, cloruros, fluoruros y N-nitratos también se registraron durante los muestreos de otoño y primavera.

Las concentraciones de detergentes, fenoles, aceites y grasas y TPH en todas las muestras analizadas se encuentran por debajo de los límites analíticos de detección. Los resultados de los metales analizados durante ambos eventos de muestreo indicaron que todos están por debajo del límite de detección analítico o cumplen con los requerimientos de la Ley General de Aguas para Uso VI (Protección de la Vida Acuática) donde existen estándares numéricos o estándares internacionales, excepto en los casos de cianuro, níquel y cobre donde los límites de detección del laboratorio fueron más altos que los Criterios de Concentración Continua (CCC) establecidos por la agencia EPA.

Los CCC corresponden a la concentración más alta a la que los organismos pueden estar expuestos indefinidamente sin causar un efecto inaceptable para varios parámetros orgánicos e inorgánicos. Los valores de cobre registrados en las muestras de otoño y primavera del 2002 excedieron los valores establecidos en la guía de calidad de agua de British Columbia (Canadá); en forma similar, los valores de zinc registrados en otoño y en primavera excedieron este estándar<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Golder Associates Perú S.A. - Proyecto GNL Perú 2002



Foto N° 3.- Aguas del Océano Pacífico en la Zona de UNIPAMPA - Zona 10

### 3.4 Conclusiones de la disponibilidad de agua

La explotación de las aguas subterráneas puede dar paso a una considerable disminución del abastecimiento de agua en zonas aledañas al proyecto, y se requeriría una fuente de energía constante para su captación, además, el estudio realizado no es suficiente para determinar si este recurso es la solución económica.

Desalinizar el agua de mar, técnicamente no habría ningún problema. Hace muchos años se hacía en algunos lugares de la costa peruana. Sin embargo, los costos involucrados son altísimos, sobre todo por la conducción del agua a las viviendas, una vez desalinizada y potabilizada.

Para el proyecto se ha escogido el aprovechamiento de las aguas superficiales del río Cañete, la cual con un tratamiento normal de potabilización garantizará la calidad y cantidad necesaria para consumo humano y riego de la Población de Unipampa, aunque los costos de conducción a la zona de viviendas y áreas de riego serán altas por la lejanía de la toma, también lo es el levantamiento de una estructura de captación. Preliminarmente se puede adoptar estas obras por etapas, ya que la descarga media, inclusive la mínima del río Cañete es mayor que el Caudal de derivación, preliminarmente el proyecto puede formarse por una toma

rústica y Canal de Conducción hasta la planta de Potabilización, implementándose en el momento adecuado una toma de Barraje fijo de Concreto.

## **4 CAPÍTULO 4.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN BÁSICA**

Como se ha visto en el capítulo anterior, la fuente que abastecerá de agua a UNIPAMPA Zona 10 será producto del aprovechamiento de una porción de la escorrentía del río Cañete. Este discurre desde una cota en sus nacientes de 5,500 msnm hasta su desembocadura en el mar (Océano Pacífico).

### **4.1 Consideraciones para la formulación del proyecto**

Esto conlleva a analizar la ubicación en altitud más conveniente para los fines del proyecto. Otro factor importante es que se ha considerado un sistema de Abastecimiento de Agua hasta el Reservorio, por gravedad.

De esta forma la formulación del proyecto de saneamiento para la Población de Unipampa Zona 10 consistirá en:

- Toma de Agua,
- Canal de Derivación,
- Planta de potabilización del Agua,
- Almacenamiento del Agua potabilizada,
- Red de Distribución,
- Sistema de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas,
- Evaluación del Impacto Ambiental.

### **4.2 Ubicación de la Toma de agua**

Para abastecer un sistema de gravedad, se analiza las cotas de puntos críticos, como la más elevada en Unipampa, las pérdidas de carga por fricción y las cotas necesarias para el funcionamiento del sistema

La cota más alta a abastecer, según el plano topográfico de UNIPAMPA Zona 10 es 170 m.s.n.m. y haciendo los cálculos ya mencionados, la elevación mínima a ubicar la Toma de agua es a partir de la cota 270 m.s.n.m. en el río Cañete.

Elegir un Sistema óptimo y adecuado de captación de agua para el Proyecto de Abastecimiento de Agua a la Zona 10- Pampa Clarita está relacionada con la inversión viable que se destine para la ejecución del Proyecto, la magnitud de

Agua a Captar, las condiciones hidráulicas que ofrece el Río Cañete y las condiciones socioeconómicas de la población a abastecer.

La alternativa a desarrollar para el abastecimiento del proyecto de Saneamiento para la zona Unipampa Zona 10- Pampa Clarita, es la ingeniería hidráulica y estructural de la Toma de agua.

Para efectos del proyecto se ha previsto desarrollar la Toma de Agua en la cota +280.0 msnm en la margen izquierda del río Cañete (Ver figura N°X). El lugar se denominará en adelante Toma Pampa Clarita.

### **4.3 Información Topográfica**

Las coordenadas UTM de la Toma de agua Pampa Clarita son UTM N 8558547 y E 369231. La cota de fondo de río es = 280 msnm, y se localiza a la margen izquierda del Río Cañete, figura N° 2.

Se ha utilizado la siguiente información topográfica:

Plano a escala 1: 1000 con curvas de nivel cada 25 m de la carta cartográfica nacional

Software del Google Earth, imágenes satelitales realizados en el 2006. Figura 2 y 3.

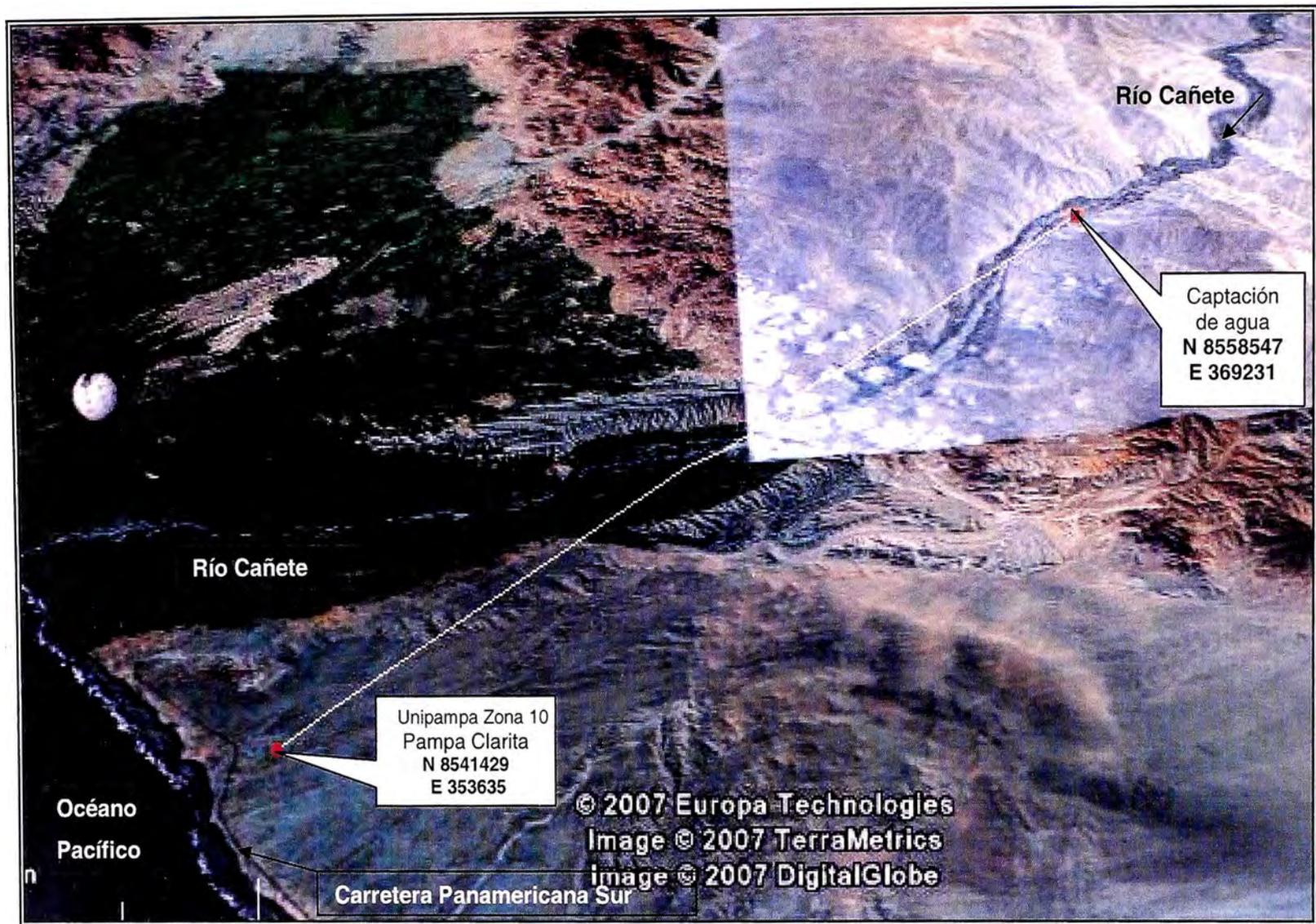


Fig. N° 2.- Vista Panorámica de la Ubicación de la Toma de Agua y la ubicación de Unipampa - obtenido de Google Earth.x

#### 4.4 Información Geotécnica

Morfológicamente la toma de agua se encuentra ubicada en el Valle del río Cañete

##### **Valle del Río Cañete**

Está conformado por la planicie aluvial del delta del río Cañete; ésta unidad se encuentra cubierta por terrenos agrícolas. Es un valle maduro amplio de bajo gradiente, limitado hacia el sur por las terrazas antiguas de Pampa Clarita y hacia el norte por macizos intrusivos de Cerro Azul. El desarrollo de la etapa Valle es mayor hacia el norte debido probablemente a la mayor competencia y altura de las terrazas de conglomerados de la Formación Cañete, derivando el antiguo cono de deyección hacia terrenos más bajos y menos competentes situados al norte del curso actual del río.

##### **Depósitos Aluviales (Qr-al)**

Esta unidad se encuentra ampliamente distribuida hacia el norte de Pampa Clarita y ocupa el valle aluvial del río Cañete, donde se ubica la zona agrícola y urbana de San Vicente, Imperial y Nuevo Imperial. Los depósitos aluviales consisten en horizontales de limo, arena, arcilla y grava arenosa depositadas por el río Cañete. El grosor de estos depósitos puede variar de pocos metros a 60 m.

##### **Sismicidad**

En general, la zona de estudio se halla en una región de elevada actividad sísmica, donde se puede esperar la ocurrencia de sismos de gran intensidad durante la vida útil de la Bocatoma.

La actividad sísmica del área se relaciona con la subducción de la placa oceánica bajo la placa continental sudamericana, subducción que se realiza con un desplazamiento del orden de diez centímetros por año, ocasionando fricciones de la corteza, con la consiguiente liberación de energía mediante sismos, los cuales son en general tanto más violentos cuando menos profundos son en su origen.

Como los sismos de la región se originan en las fricciones corticales debidas a la subducción de la placa oceánica bajo la continental, resulta que a igualdad de condiciones los sismos resultan más intensos en las regiones costeras, decreciendo generalmente hacia la sierra y selva, donde la subducción y fricción cortical es paulatinamente más profunda. Las zonas



FIG. 3 Vista Satelital en Planta de la Zona orouesta oara la Bocatoma - Pamoá Clarita

alejadas del oriente amazónico, sufren de pocos eventos sísmicos precisamente por la gran profundidad en que se produce la subducción bajo a esta región, en comparación a lo que ocurre bajo la costa<sup>14</sup>.

Consiguientemente, estos aspectos se deberán considerar en la etapa de diseño, cálculos y análisis de las estructuras a levantar en esta área.

#### **4.5 Información ecológica**

En la zona no se observa existencia de recursos ecológicos importantes. Su relevancia se destacara en el estudio de impacto ambiental del Proyecto, parte del estudio integral.

#### **4.6 Información Hidrológica**

El río Cañete drena sus aguas a la vertiente del Pacífico y se caracteriza por ser de régimen irregular y de carácter torrencioso. Los aspectos hidrológicos, los caracteres de los cauces, sus parámetros morfológicos e t,idrofiográficos, que a continuación se detallan con fin de contar con mayores elementos de juicio sobre su comportamiento hidrológico.

##### **4.6.1 Ubicación.**

Políticamente la cuenca del Río Cañete está ubicada en el Departamento de Lima y comprende parte de las provincias de Yauyos y Cañete.

Su desembocadura esta ubicado en el distrito de San Vicente de Cañete en la zona denominada "final del río", en la provincia de Cañete.

##### **4.6.2 Orígenes y ríos Tributarios**

El río Cañete tiene sus nacientes en la laguna Ticllacocho (4 600 msnm), la cual es alimentada por deshielos de origen glaciar de la cordillera, en nevados que tienen más de 5 500 m de altitud. El río Cañete tiene un recorrido de aproximadamente 220 Km. desde sus nacientes hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Los principales ríos afluentes del río Cañete, por su longitud y caudal son:

<sup>14</sup>Golder Associates Perú S.A. - Proyecto GNL Perú 2004

<b>Margen Izquierda</b>	<b>Margen derecha.</b>
1. Huangascar,	8. Oda. Aucampi,
2. Cacara,	9. Yauyos y
3. Tupe,	10. Oda. Miraflores
4. Oda. Pampas,	
5. Huantán,	
6. Laraos y	
7. Alis	

Cuadro N° 6.- Principales ríos afluentes del río Cañete  
 Fuente: Tesis de Grado - Proyecto Hidroeléctrico "El Platanal"

Pendiente promedio Río Cañete= 2%

#### 4.6.3 Área de la Cuenca

<b>Descripción</b>	<b>Área de Cuenca en Km2</b>
<b>Área Total de la Cuenca</b>	<b>6 189 Km2</b>
Área de Cuenca Húmeda	<b>5 890 Km2</b>
Área hasta Est. Hidrométrica SOCSI	<b>5 890 Km2</b>

Cuadro 7: Resumen de Áreas de la Cuenca del río Cañete  
 Fuente: Tesis de Grado - Proyecto Hidroeléctrico "El Platanal"

#### 4.6.4 Características Fisiográficas

<b>CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS</b>		
<b>PAISAJE</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>	<b>UNIDADES FISIGRÁFICAS</b>
<b>1. MONTAÑOSO</b>	Se presenta a partir de 400 M.S.N.M prolongándose longitudinalmente al cauce natural del río hasta sus nacientes Da a la cuenca aspecto encañonado con predominancia de cerros elevados	
<b>2. COLINOSO</b>	Se desarrolla en forma discontinua e irregular en una extensión que va desde el nivel del mar hasta - aproximadamente los 300 <b>M.S.N.M</b>	Colinas bajas, colinas medias y Tierras Altas
<b>3. LLANURA ALUVIAL</b>	Se extiende a lo largo de la influencia del río Cañete y comprende el Valle Agrícola	Tierras bajas inundables, bancos de río, playones, Terrazas bajas no inundables, Terrazas Altas, etc.
<b>4. LLANURA ARENOSA</b>	Se extiende longitudinalmente al Océano Pacífico	Playas Litorales

Cuadro Nº 8.- Características Fisiográfica que atraviesa la cuenca del río  
 Cañete

Fuente: Tesis de Grado - Proyecto Hidroeléctrico "El Platanal"

### Parámetros Físicos del río Cañete

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		PARAMETRO	VALOR	INDICATIVO
<b>Forma de la Cuenca</b>				
a.	Coeficiente de compacidad	<b>Kc</b>	1.54	Cuenca de forma Irregular
b.	Factor de Forma	<b>Ff</b>	0.153	Es estrecha y larga con pocas posibilidades de que lluvias intensas cubran simultáneamente toda la cuenca
<b>Sistema de Drenaje</b>				
a.	Densidad de Drenaje Dd	<b>Dd</b>	1.265 Km/Km2	región intermedia Húmeda- seca
<b>Declividad de los terrenos</b>		<b>S</b>	2.9%	controla la velocidad de escurrimiento superficial
<b>Elevación de la Cuenca</b>			4,040 msnm	Está representada por la curva Hipsométrica
a.	Altura promedio de la Cuenca Humeada	-		

Cuadro Nº 9.- Parámetros físicos del río Cañete

Fuente: Tesis de Grado - Proyecto Hidroeléctrico "El Platana"

#### 4.6.5 Características Hidrometeorológicas

##### Temperatura

La temperatura está influenciada por la altitud.

Se cuenta con Registros de temperatura de tres estaciones meteorológicas ubicadas entre 100 y 2871 msnm. Según Cuadro siguiente:

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL °C														
ESTAC.	ALT	MESES												ANUAL
		Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
<b>CAÑETE</b>	150 MSNM	17.2	18.6	20.0	22.0	23.8	24.6	24.5	22.8	20.5	17.8	17.0	16.9	<b>20.5</b>
<b>PACARAN</b>	700 MSNM	18.7	19.6	20.5	21.1	22.6	23.0	23.2	21.8	19.6	17.6	16.8	17.4	<b>20.2</b>
<b>YAUYS</b>	2 871 MSNM	15.3	14.6	14.6	14.0	14.2	14.1	13.8	14.6	15.0	14.6	14.7	15.0	<b>14.5</b>

Cuadro N° 10.- Registro de Temperaturas media Mensual

Fuente: Tesis de Grado - Proyecto Hidroeléctrico "El Platana"

##### Evaporación

Para efectos del Proyecto este parámetro no es incidente, aun así se muestra en el siguiente cuadro los valores de la evaporación media anual registrada en las estaciones Cañete, Pacarán y Yauyos

EVAPORACION MEDIA ANUAL		
ESTACION	ALTITUD	EVAPORACIÓN MEDIA ANUAL (mm)
<b>CAÑETE</b>	150 MSNM	1,212
<b>PACARÁN</b>	700 MSNM	1,329
<b>YAUYS</b>	2 871 MSNM	1,408

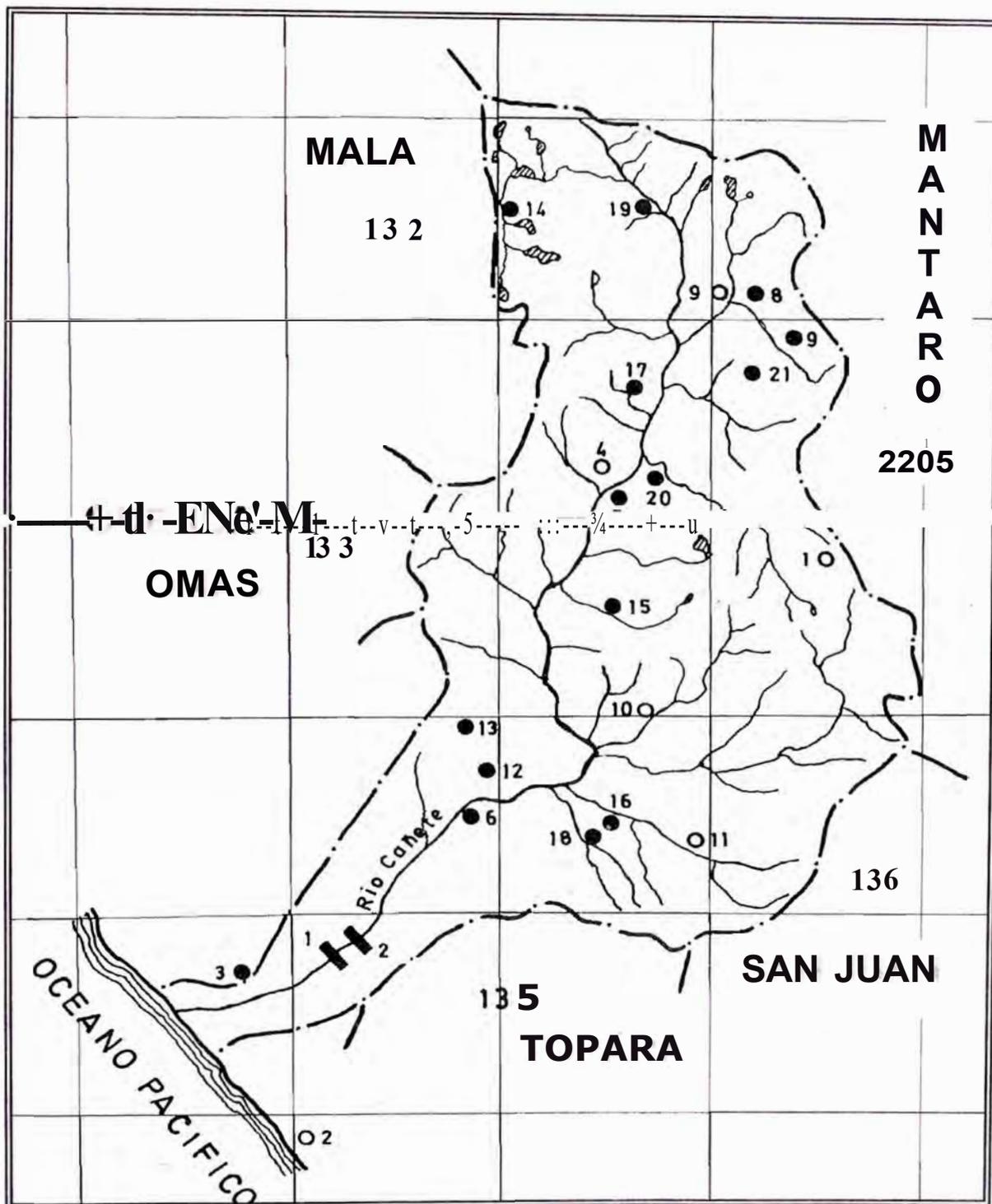


Fig. Nº 4 .- Mapa de la cuenca del río Cañete, Límites con otras cuencas y ubicación de Estaciones Hidrométricas:

1. IMPERIAL (1925-:1967)    2. SOCSI (1964-HOY)

## Precipitación

Como en toda vertiente del Pacífico, las lluvias en la Cuenca del río Cañete se presentan con mayor intensidad entre los meses de Diciembre a Marzo, siendo el periodo más seco el comprendido entre Mayo, Agosto y Setiembre.

## Escorrentía

Fuente: Registros de Caudales en la estación Hidrométrica SOCSI

Actualmente las descargas son controladas en la estación Hidrométrica SOCSI ubicada en la Ciudad de Imperial.

Inicialmente, fue la Estación Imperial (desde 1925) la encargada de las mediciones y estando estas situadas muy próximas y no existiendo derivaciones o tributarios entre sí, Los datos de ésta estación pueden ser representativos para la otra.

Los datos diarios para ambas estaciones fueron tomados directamente de los archivos del "Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología ( SENAMHI) para los siguientes periodos:

1. Estación Imperial 1925 - 1967
2. Estación SOCSI 1964- 1983

Las descargas están aproximadamente concentradas en un periodo de cuatro meses, que comprende los meses de Enero a Abril, la escorrentía durante este periodo equivale al 74% del Volumen Total anual. La escorrentía media anual es de 50.9 m<sup>3</sup>/s<sup>15</sup>

### Caudales (m<sup>3</sup>/s) con 50,70 y 95% de Persistencia.

Persistencia	Todo el año	Periodo Húmedo	Periodo seco
50%	20.75	57	12.4
70%	13.25	33	11.0
95%	8.75	16.8	8.0

Cuadro Nº 11.- Registro de Caudales con 50, 70 y 95% de persistencia del Río Cañete

Fuente: Tesis de Grado - Proyecto Hidroeléctrico "El Platanal"

<sup>15</sup> Tesis de Grado - Proyecto Hidroeléctrico "El Platanal"

## 4.7 Análisis de Máximas Avenidas

Un sistema hidrológico es afectado eventualmente por eventos extremos, en este caso por la magnitud de las crecientes del río debido al Fenómeno El Niño que suele afectar a todas las vertientes del litoral peruano, causando desastres y pérdidas económicas y humanas.

La magnitud de este evento extremo está relacionado con su frecuencia de ocurrencia mediante una distribución de probabilidades.

Para el cálculo de Máximas avenidas se ha considerado los siguientes criterios:

### - $Tiempo de Retorno = 50 Años$

**Método de estimación: Hidrología estadística**, para lo cual se ha recaudado los datos de medición de caudales máximos diarios mensuales de cada año. Imperial - Socsí desde los años 1925 - 1983, el cual se detallan en el Anexo A

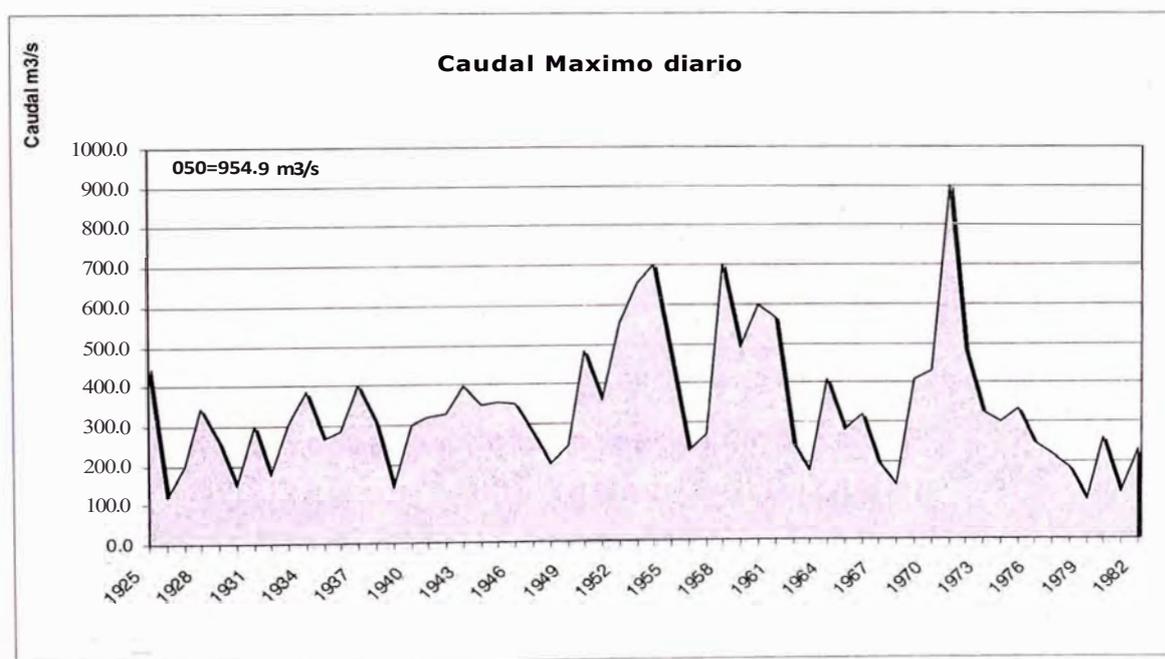


Fig. Nº 5.- Valores del Caudal Máximo diario registrado en la Estación SOCSI desde 1925-1982 - Base de la memoria de Cálculos

Las distribuciones de probabilidad para el cálculo del caudal máximo diario para un tiempo de retorno dado, de la cuenca del río Cañete son:

- Log Normal
- Log Pearson 111
- Gumbel

#### 4.7.1 LOG NORMAL

Es una distribución apropiada para una variable aleatoria cuyos logaritmos siguen una distribución normal, con parámetros  $\mu$  y  $\sigma$ . Los datos hidrológicos, a veces tienen una distribución fuertemente asimétrica y en general en esos casos una transformación logarítmica la transforma en una distribución normal.

De los datos de Caudal máximos diarios se determina el Promedio:

El factor de Frecuencia  $z$  para  $T_R = 50$  años esta dada por:

$$z = \frac{LNQ_{50} - a}{J}$$

Donde:

$\sigma$  : Desviación estándar

$Q_{50}$  : Caudal máximo diario en  $T_R = 50$  años (lo que se desea hallar)

$a$  : Media poblacional de los logaritmos de los datos

$\sigma$  : Desviación estándar de los logaritmos de los datos

$z$  : factor de frecuencia es función  $F(z) = P(z < z_0) = 1 - (1/T_R)$

$p(z < Z_0)$  : Probabilidad de que ocurra un evento  $z$  sea menor a  $Z_0$

$Q_i$  : Valor  $i$ -ésimo del caudal máximo diario de cada año 1924-1983 registrado de la estación Socsi - Imperial

$O_m$  : Media poblacional de los datos

$N$  : Numero de muestras o tamaño de la población de caudal máximo diarios de cada año 1924-1983  $N=58$

Realizando cálculos preliminares:

$$Q_m = \sum \frac{Q_i}{N} = 337.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$a = 160.97 \text{ m}^3/\text{s}$$

A partir de estos datos calculamos mediante las siguientes fórmulas, los parámetros  $a$  y  $\beta$ :

$$a = \frac{\sum LNQ_i}{N}$$

$$\beta = \frac{L(LNQ_i - a)'}{N - 1}$$

Reemplazando valores:

$$a = 334.52/58 = 5.716$$

$$\beta = 12.602/(58-1) = 0.221$$

Haciendo un cuadro de Resumen:

Parámetros	Valor	Unidad
$Q_m$	337.79	m <sup>3</sup> /s
$a$	160.97	m <sup>3</sup> /s
$\beta$	5.716	-
$\beta$	0.4702	-
TR	50.00	años

Cuadro Nº 12.- parámetros de Trabajo para la distribución Lag normal

DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL				
N	AÑO	Máxima diario $Q_i$ (m <sup>3</sup> /s)	LN (Q <sub>i</sub> )	(LN Q <sub>i</sub> - LN Q̄) <sup>2</sup>
1	1925	455.0	6.120	0.1633
2	1926	120.0	4.787	0.8625
3	1927	198.0	5.288	0.1831
4	1928	342.8	5.837	0.0146
5	1929	263.8	5.575	0.0199
6	1930	148.6	5.001	0.5112
7	1931	300.0	5.704	0.0002
8	1932	176.0	5.170	0.2978
9	1933	305.0	5.720	0.0000
10	1934	386.0	5.956	0.0574
11	1935	265.0	5.580	0.0186
12	1936	283.8	5.648	0.0046
13	1937	401.4	5.995	0.0777
14	1938	308.5	5.732	0.0002
15	1939	141.3	4.951	0.5857
16	1940	301.1	5.707	0.0001
17	1941	319.2	5.766	0.0025
18	1942	324.1	5.781	0.0042
19	1943	396.6	5.983	0.0711
20	1944	350.0	5.858	0.0201
21	1945	354.0	5.869	0.0234
22	1946	353.0	5.866	0.0226
23	1947	279.0	5.631	0.0072
24	1948	198.0	5.288	0.1831
25	1949	244.7	5.500	0.0467
26	1950	485.0	6.184	0.2190
27	1951	360.0	5.886	0.0289
28	1952	555.0	6.319	0.3633
29	1953	657.0	6.488	0.5952
30	1954	700.0	6.551	0.6970
31	1955	470.0	6.153	0.1905

<b>N</b>	<b>AÑO</b>	<b>Máximo diario</b>	<b>LN (Qi)</b>	<b>(LN Qi-a)2</b>
32	1956	228.3	5.431	0.0815
33	1957	270.4	5.600	0.0135
34	1958	700.0	6.551	0.6970
35	1959	488.8	6.192	0.2263
36	1960	597.6	6.393	0.4579
37	1961	566.2	6.339	0.3878
38	1962	242.4	5.491	0.0509
39	1963	177.8	5.181	0.2868
40	1964	410.0	6.016	0.0900
41	1965	280.0	5.635	0.0066
42	1966	319.9	5.768	0.0027
43	1967	198.5	5.291	0.1810
44	1968	139.0	4.934	0.6111
45	1969	408.0	6.011	0.0871
46	1970	430.0	6.064	0.1208
47	1971	900.0	6.802	1.1798
48	1972	484.2	6.182	0.2174
49	1973	326.0	5.787	0.0050
50	1974	298.0	5.697	0.0004
51	1975	332.0	5.805	0.0079
52	1976	249.0	5.517	0.0395
53	1977	216.0	5.375	0.1162
54	1978	182.8	5.208	0.2579
55	1979	100.1	4.606	1.2322
56	1980	257.1	5.549	0.0278
57	1981	120.0	4.787	0.8625
58	1982	228.0	5.429	0.0823

Cuadro Nº 12.1.- Cuadro de Cálculo para la distribución Log Normal

Haciendo cálculos:

$z =$	$LN \text{ Oso} - a/\sigma$
$z=2.054$	$Ln 0_{50} - 5.716 / 0.4702$
$Ln \text{ Oso} =$	$2.055 * 0.4702 + 5.716$
$Ln \text{ Oso} =$	6.682
$\text{Oso} =$	797.913 m <sup>3</sup> /s

De estos cálculos para diferentes periodos de Retorno se obtiene:

Tamos	$Fz = P(Q < Q_c)$	$P(Q > Q_c)$	$z$	$Q_c$ (m <sup>3</sup> /s)
50	0.9800	0.0200	2.054	797.9
60	0.9833	0.0167	2.126	825.4
75	0.98667	0.0133	2.216	861.1
100	0.9900	0.0100	2.326	906.8
1000	0.99900	0.001	3.09	1298.71

Cuadro N° 12.2 Caudal m<sup>3</sup>/s de Probabilidades según LOG NORMAL para diferentes tiempos de retorno

#### 4.7.2 LOG PEARSON 111

Es una distribución que posee la característica de ser asimétrica y no negativa, lo que lo hace adecuada para describir los caudales máximos, es una distribución de tres parámetros: la media, la desviación estándar y  $\alpha$  coeficiente de asimetría.

Factor de Frecuencia

Para la distribución Log Pearson 111, el primer paso es tomar los logaritmos de la información y luego se procede a calcular la media, desviación estándar y el coeficiente de asimetría  $A_g$  de los logaritmos de los datos. El factor de Frecuencia  $k$  depende del periodo de retorno  $T$  y del coeficiente de asimetría  $A_g$ . Cuando  $A_g=0$  el factor de

frecuencia k es igual a la variable normal estándar z cuando Agt O, se aproxima por Kite:

$$k = z + (z^2 + 1)(Ag/6) + \frac{1}{2}(z^3 - 6z)(Ag/6)^2 - (z^2 - 1)(Ag/6)^3 + z(Ag/6)^4 + \frac{1}{2}(Ag/6)^5$$

DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON III				
Nº	AÑO	Máxims C.aje	LN (Qi)	(LN Qi-alfa) <sup>3</sup>
		Qi (m3/s)		
1	1925	455.0	6.120	0.0660
2	1926	120.0	4.787	-0.8010
3	1927	198.0	5.288	-0.0784
4	1928	342.8	5.837	0.0018
5	1929	263.8	5.575	-0.0028
6	1930	148.6	5.001	-0.3655
7	1931	300.0	5.704	0.0000
8	1932	176.0	5.170	-0.1625
9	1933	305.0	5.720	0.0000
10	1934	386.0	5.956	0.0138
11	1935	265.0	5.580	-0.0025
12	1936	283.8	5.648	-0.0003
13	1937	401.4	5.995	0.0217
14	1938	308.5	5.732	0.0000
15	1939	141.3	4.951	-0.4483
16	1940	301.1	5.707	0.0000
17	1941	319.2	5.766	0.0001
18	1942	324.1	5.781	0.0003
19	1943	396.6	5.983	0.0190
20	1944	350.0	5.858	0.0028
21	1945	354.0	5.869	0.0036
22	1946	353.0	5.866	0.0034
23	1947	279.0	5.631	-0.0006
24	1948	198.0	5.288	-0.0784
25	1949	244.7	5.500	-0.0101
26	1950	485.0	6.184	0.1025

	ANO	Máximo diario	UN (ai)	{LN Qi-alfa) <sup>3</sup>
27	1951	360.0	5.886	0.0049
28	1952	555.0	6.319	0.2190
29	1953	657.0	6.488	0.4592
30	1954	700.0	6.551	0.5819
31	1955	470.0	6.153	0.0832
32	1956	228.3	5.431	-0.0233
33	1957	270.4	5.600	-0.0016
34	1958	700.0	6.551	0.5819
35	1959	488.8	6.192	0.1077
36	1960	597.6	6.393	0.3099
37	1961	566.2	6.339	0.2415
38	1962	242.4	5.491	-0.0115
39	1963	177.8	5.181	-0.1536
40	1964	410.0	6.016	0.0270
41	1965	280.0	5.635	-0.0005
42	1966	319.9	5.768	0.0001
43	1967	198.5	5.291	-0.0770
44	1968	139.0	4.934	-0.4777
45	1969	408.0	6.011	0.0257
46	1970	430.0	6.064	0.0420
47	1971	900.0	6.802	1.2815
48	1972	484.2	6.182	0.1014
49	1973	326.0	5.787	0.0004
50	1974	298.0	5.697	0.0000
51	1975	332.0	5.805	0.0007
52	1976	249.0	5.517	-0.0079
53	1977	216.0	5.375	-0.0396
54	1978	182.8	5.208	-0.1310
55	1979	100.1	4.606	-1.3678
56	1980	257.1	5.549	-0.0046
57	1981	120.0	4.787	-0.8010
58	1982	228.0	5.429	-0.0236

Cuadro N° 13.- Cuadro de Cálculo para la distribución Log Pearson 111

De estos cálculos para diferentes periodos de Retorno se tiene:

l'aRes	F z} = P(Q Q0),	Ag	k	q T M <sup>3</sup> /S
50	0.9800	-0.1300	1.983674694	772.0
60	0.9833	-0.1300	2.049233958	796.1
75	0.98667	-0.1300	2.130881729	827.3
100	0.9900	-0.1300	2.230219736	866.8
1000	0.99900	-0.1300	2.906497108	1191.3

Cuadro Nº 13.1.- Caudal m<sup>3</sup>/s de Probabilidades según LOG NORMAL para diferentes tiempos de retorno

#### 4.7.3 DISTRIBUCION GUMBEL

Es una distribución que actualmente tiene mayor utilidad. Los valores extremos en cuestión serían las descargas diarias máximas anuales, ya que cada una es la máxima entre los 365 valores del año. Para aplicar esta ley se debe tener en cuenta que existe n muestras, cada una constituida de 365 elementos, del universo de la población infinita de la variable aleatoria que es el caudal diario. De acuerdo con la ley de los extremos, la ley de distribuciones de la serie de n términos constituidos por los mayores valores de cada muestra tiende asintóticamente para una ley simple de probabilidades, que es independiente de la que rige la variable aleatoria en las diferentes muestras y en el propio universo de la población infinita, esa es la base de del método Gumbel<sup>16</sup>

La función de probabilidad es:

$$F_{eq} = P(Q < Q_0) = e^{-e^{-A(Q_0 - b)}}$$

<sup>16</sup> Ing. Abel Mejia - Análisis de Max. Avenidas, Publidrat UNALM

a y b : parámetros de la función para muestras pequeñas ( $N < 100$ )

$$a = \frac{c_{r,v}}{\sigma}$$

$$b = Q_m - \frac{\mu}{a}$$

$\mu$  y  $\sigma$  Se obtienen de Tablas a partir del Numero de datos N

Luego de haber cálculo los parámetros previos, a y b se tiene el siguiente cuadro:

tiempo de retorno (años)	Frecuencia de Exceso (F.O.E.) = $P_f(Q_t) = 1 - CDF(Q_t)$	tN, -lnN PI	a	b	$Q_t$
50	0.9800	-3.90194	0.0073	262.0647	797.93
60	0.9833	-4.08595	0.0073	262.0647	823.20
75	0.98667	-4.31078	0.0073	262.0647	854.08
100	0.9900	-4.60015	0.0073	262.0647	893.82
1000	0.99900	-6.90726	0.0073	262.0647	1210.66

Cuadro N° 14.- Caudal m<sup>3</sup>/s de Probabilidades según LOG NORMAL para diferentes tiempos de retorno

### Factor de Corrección de Fuller

A los valores hallados para cada distribución, se tiene que aplicar un Factor de Corrección para determinar el Caudal diario Máximo Instantáneo

• LOG NORMAL	
$Q_{Instantáneo\ T:50}$	$Q_{DT} \cdot (1+2.66/A^{0.3})$
<b><math>Q_{IT} =</math></b>	<b>954.88 m<sup>3</sup>/s</b>
• LOG PERASON 111	
$Q_{Instantáneo\ T:50}$	$Q_{DT} \cdot (1+2.66/A^{0.3})$
<b><math>Q_{IT} =</math></b>	<b>923.82 m<sup>3</sup>/s</b>
• GUMBEL	
$Q_{Instantáneo\ T:50}$	$Q_{DT} \cdot (1+2.66/A^{0.3})$
<b><math>Q_{IT} =</math></b>	<b>954.90 m<sup>3</sup>/s</b>

Cuadro Nº 14.1.- Cuadro Comparativo del Resultado del análisis de Máximas avenidas para T= 50años y aplicando el factor de Corrección por Fuller

#### Conclusión del Análisis de Máximas Avenidas:

De los resultados obtenidos escogemos el valor más alto, siendo este el Caudal Máximo de Avenidas para un tiempo de Retorno **T=50 años**, y base de nuestro diseño:

$$\underline{Q_o = 954.90 \text{ m}^3/\text{s}}$$

## 5 CAPÍTULO 5.- ANÁLISIS Y CRITERIOS PARA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN

### 5.1 La estructura de Captación

La necesidad de remontar el río para crear una carga hidráulica mediante la construcción de una presa derivadora que permitirá captar parte del caudal del río en forma oportuna y eficiente, se trata de una toma que realiza la captación con una estructura llamada azud o Barraje, fija o móvil, dependiendo de las características particulares de cada proyecto, en nuestro caso se ha seleccionado un barraje fijo de concreto simple, la captación se realizara en la parte lateral mediante ventanas de barrotes de acero.

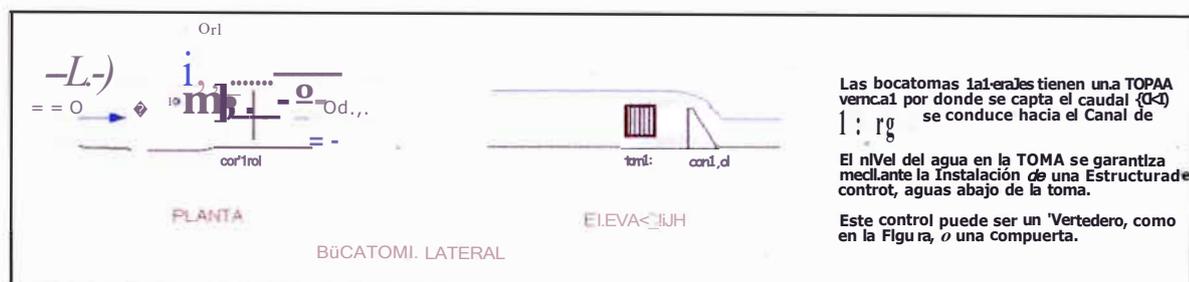


Fig. Nº 6.- Esquema simple del sistema de captación de agua

### 5.2 Componentes de la estructura de captación

La estructura de captación del Proyecto Bocatoma - Pampa Clarita estará compuesto por:

#### - Elementos de encauzamiento y cierre:

Su objeto es elevar el nivel del agua para permitir su ingreso a la toma y al canal de derivación e impedir el desborde del río.

#### - Elementos de control de sedimentos:

Tienen por objeto el manejo de los sólidos.

#### - Elementos de control del ingreso de agua

Permiten regular la cantidad de agua que ingresa a la derivación.

#### - Barraje fijo o presa derivadora.

La presa derivadora es estructuralmente un azud, hidráulicamente es un vertedero fijo.

Su función es la de elevar el nivel del agua para alcanzar el requerido por las necesidades de captación. El azud crea la carga necesaria sobre el canal de derivación para que pueda ingresar el Caudal de Diseño. Es decir, obliga al agua a entrar a la captación. Es diferente a las presas de almacenamiento. En consecuencia, su altura sobre el lecho del río suele ser pequeña (algunos pocos metros). A su vez el azud debe permitir el paso de las grandes avenidas,

#### **- Canal de Limpia**

Es una estructura compuesta por una o más compuertas que permiten el paso de las avenidas de líquidos y de sólidos, tiene la función de eliminar los sólidos que pudiesen encontrarse aguas arriba y frente a las ventanas de captación. Su proporción es variable.

#### **- Las ventanas de captación**

Constituyen la toma propiamente dicha. Se trata de uno o más vanos que permiten el ingreso del agua y que trabajan hidráulicamente, sea como vertederos o como orificios. La carga hidráulica que permite el ingreso del agua se origina como consecuencia de la altura de la presa derivadora. Las ventanas pueden tener compuertas o no y suelen llevar rejillas de protección contra el ingreso de cuerpos extraños, las que pueden estar provistas de limpiarrejas.

#### **- Compuertas de captación.**

Son las que regulan el ingreso de agua al canal de derivación. Pueden estar ubicadas como parte de las ventanas de captación, o, si hubiese un elemento decantador ubicado inmediatamente aguas debajo de las ventanas de captación; podrían estar ubicadas más hacia aguas abajo, en el ingreso al canal. En las bocatomas pequeñas puede tratarse de una sola compuerta.

#### **- Pozas disipadoras de energía.**

Aguas abajo de los barrajes fijo, es necesario disponer algún elemento que ayude a disipar la energía.

Generalmente se disipa la energía mediante la formación de un salto hidráulico, para lo que es necesario disponer una poza. Inmediatamente aguas abajo, y como transición con el lecho fluvial, se coloca una protección de fondo a base de piedras a la que se le denomina rip-rap.

**- Muros guía**

Son muros separadores que suelen ubicarse entre los barrajes fijo y móvil y aguas arriba de ellos. Pueden también extenderse hacia aguas abajo, separando ambas pozas disipadoras de energía.

**- Canal desripador.**

Es un pequeño canal paralelo a la corriente principal, ubicado junto a las ventanas de captación y que es normal a la dirección de la corriente que ingresa a la captación. Permite la eliminación de los sólidos cuando las circunstancias hidráulicas y topográficas lo permiten.

**- Diques de encauzamiento.**

Se ubican aguas arriba y aguas abajo del eje de la presa de derivación, en la medida en la que las circunstancias topográficas lo requieran. Para que una bocatoma sea estable es necesario que lo sea el tramo fluvial en el que está ubicada.

De acá que en muchas oportunidades haya que realizar el encauzamiento del tramo de río en las inmediaciones de la obra de toma. Algunas veces los diques de encauzamiento se extienden a lo largo de varios kilómetros. Su costo puede ser importante, pero resultan absolutamente importantes.

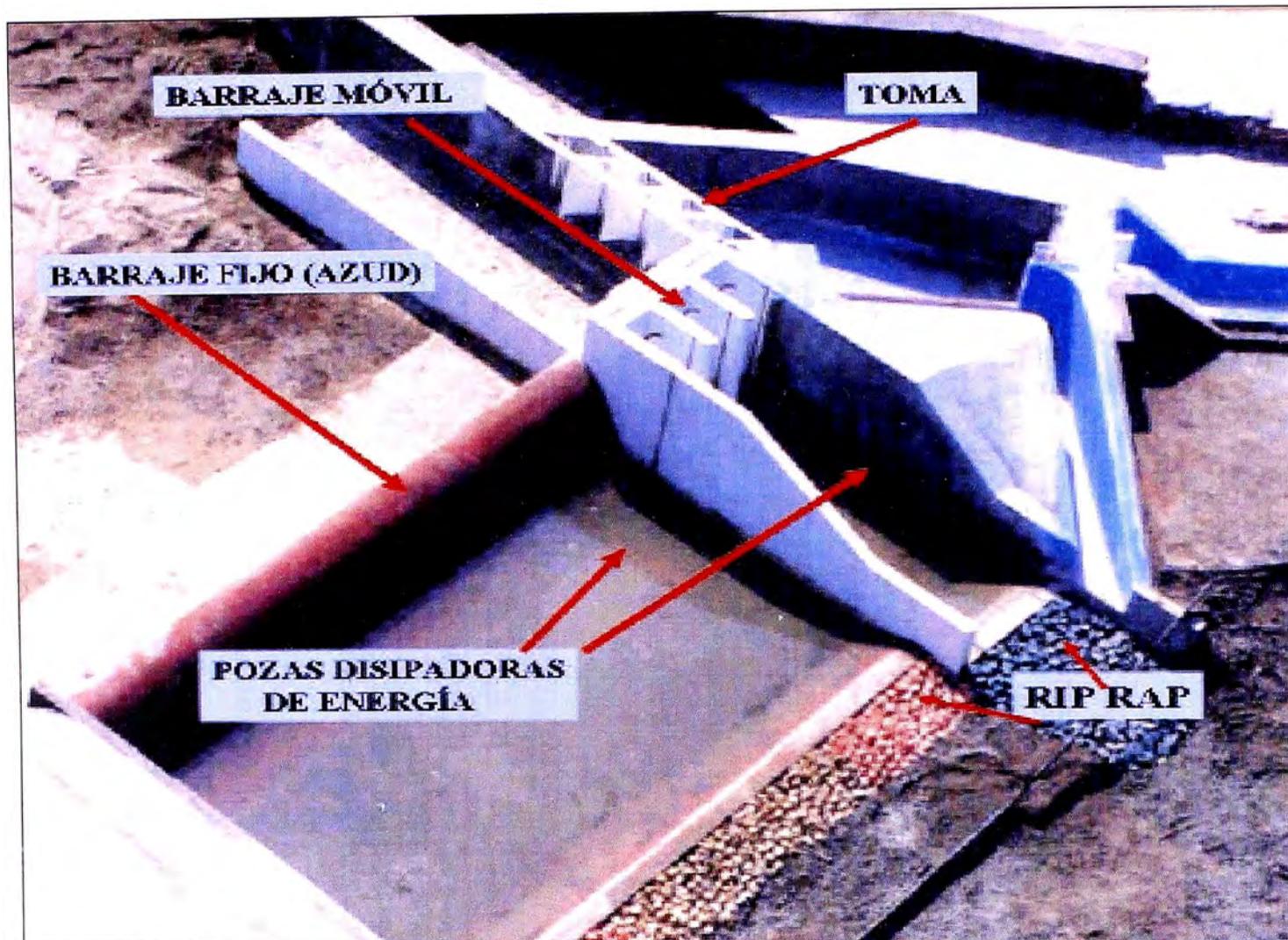


Fig. N° 7.- Vista de los elementos de la Bocatoma a la margen izquierda del río -  
Modelo del proyecto -Bocatoma Pampa Clarita

---

FIJENTE: LAB NAC. HIDRÁULICA-IJINI

---

### 5.3 Criterios Fluviales

En el caso de la cuenca del río cañete es influenciada por el efecto de arrastre de materiales sólidos de fondo y de suspensión

De estos ríos, algunos han disminuido el período de recurrencia de inundaciones por causa de la ocupación de las planicies de inundación y el desarrollo urbano.

En condiciones normales, el comportamiento fluvial de la cuencas del río Cañete depende de las precipitaciones que ocurren en la sierra, donde la época de lluvia es entre diciembre y marzo. Así mismo, responde a las características propias de los ríos de la costa, que son las siguientes:

Son ríos de corto recorrido y fuerte pendiente.

La mayor parte de su caudales eleva solamente durante la época de lluvias en la sierra, en otros meses conducen agua permanentemente porque su nacimiento está en los glaciares.

Los cauces de los ríos, por lo general, permanecen colmatados de materiales y no están debidamente encauzados, por lo cual las crecidas alteran su cauce.

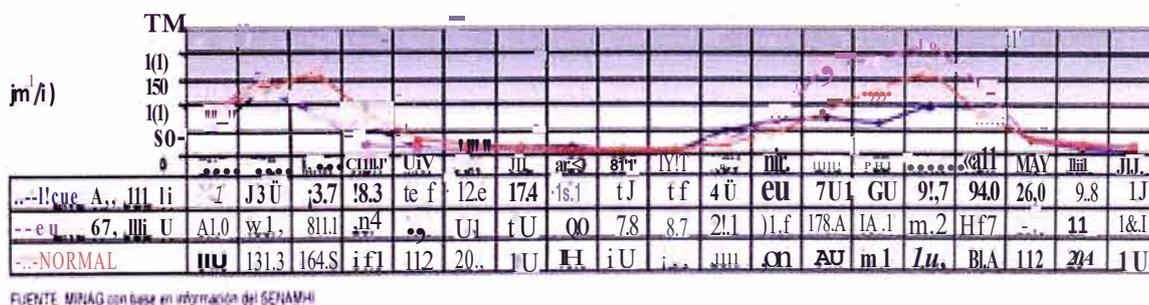


Fig. Nº 8.- Comportamiento fluvial del río Cañete durante 1997-98 en el Fenómeno del Niño

Fuente: SENAMHI - Publicación Web

#### 5.4 Selección de ubicación de Barraje y Toma lateral

Son varias las condiciones generales de diseño que debe cumplir una bocatoma, cualquiera que sea su tipo o características. Entre las principales están las siguientes:

- a) Asegurar la derivación permanente del caudal de diseño y de los caudales menores que sean requeridos. En algún caso se admite una interrupción temporal del servicio. El caudal de derivación del proyecto es de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- b) Proveer un sistema para dejar pasar la Avenida de Diseño, que tiene gran cantidad de sólidos y material flotante. En zonas sujetas al fenómeno de El Niño es mejor utilizar un Hidrograma de Diseño.

Para el proyecto, la avenida de diseño se distribuiría en todo el ancho de la llanura de inundación, por lo cual la Bocatoma Pampa Clarita (que ocupa solo el 18% del ancho total) será del tipo fijo y con dos compuertas que se mantendrán abiertas en épocas de Máximos caudales, para el diseño se proveerá que la estructura de Barraje fijo sea estable ante el incremento de las fuerzas originadas por Máximas avenidas.

- c) Captar el mínimo de sólidos y disponer de medios apropiados para su evacuación. Muchas veces esta es la clave del diseño eficiente.

Se considerará en el diseño la construcción de una poza separadora de elementos sólidos y canal de purga de los mismos.

- d) Estar ubicada en un lugar que presente condiciones favorables desde el punto de vista estructural y constructivo.
- e) Conservar aguas abajo suficiente capacidad de transporte para evitar sedimentación.
- f) Tener un costo razonable

#### Ingeniería del Diseño de Bocatoma

En el diseño de una obra de toma se requiere emplear al máximo los conocimientos óptimos de ingeniería civil. Las cinco fases correspondientes a una bocatoma son:

- a) Planeamiento
- b) Diseño
- c) Construcción
- d) Operación, y
- e) Mantenimiento.

Observación:

En el presente informe se ha incidido en la etapa de diseño y alcances generales del proceso de construcción.

## 6 CAPÍTULO 6.- DISEÑO HIDRÁULICO

El objetivo de este capítulo es determinar las dimensiones básicas de la estructura Bocatoma-Pampa Clarita en base a los datos y/o parámetros hidráulicos de la cuenca del río Cañete.

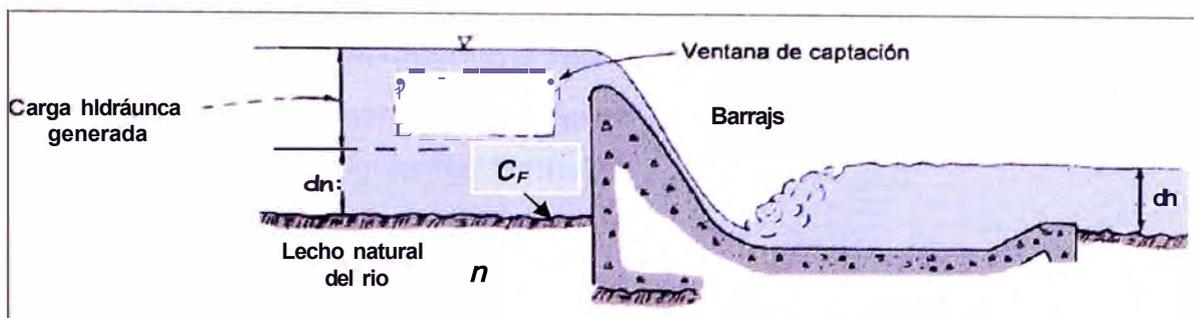


Fig. N° 9.- Esquema típico longitudinal para el dimensionamiento hidráulico .

### 6.1 Parámetros Hidráulicos del Río Cañete

Para establecer la memoria de Cálculos del dimensionamiento hidráulico de la estructura de captación es necesario contar con los datos Básicos que se muestran en el cuadro siguiente:

N!	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	VALOR	UND.	OBS.
1.0	Caudal de Máx. Avenidas:	Oso	954.90	M <sup>3</sup> /s	De Métodos Estadísticos
2.0	Caudal de Máx. Avenidas proporcional	Oso	168.00	M <sup>3</sup> /s	Valor Proporcional
3.0	Brazo de Río - margen izquierdo-	BR	35.00	M	Dato de campo
4.0	Caudal de Captación:	ad	1.00	M <sup>3</sup> /s	Dato de diseño
5.0	Cota Fondo de Río:	CF	280.00	M.S.N.M	Del análisis de Caroas
6.0	Pendiente Prom. Del río:	S	0.02	-	De datos Históricos
7.0	Ancho Llanura lecho de Río	A	195.00	M	Dato de Camoo
8.0	Coefficiente de Rugosidad o Manning	n	0.040	-	Parámetro de terminado
9.0	Pendiente de Talud 1H	z	1	-	Dato asumido

Cuadro N° 15.- Parámetros Hidráulicos del Río Cañete - Base del Diseño Hidráulico de la Toma

Observaciones: Los datos que se muestran han sido recopilados del análisis estadístico de máximas avenidas del capítulo 5, consideraciones de las condiciones observadas en campo. El coeficiente de Manning es un valor que se ha obtenido de Tablas del Anexo 3

## 6.2 Dimensionamiento de La estructura de captación- Bocatoma Pampa Clarita

### 6.2.1 Fórmulas de Ingeniería Hidráulica

Para el dimensionamiento Hidráulico del proyecto sistema de captación se hará uso de las siguientes Formulas:

#### 1. Fórmula de Manning

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n} \dots\dots a$$

Donde:

Q = Caudal en Canal abierto

A = Área Hidráulica

R = Radio hidráulico

S = Pendiente de canal

N = Coeficiente de rugosidad o Manning

#### 2. Fórmulas Caudal de Vertedero en barraje fijo

$$Q = CxLxHe'^{-5} \dots\dots b$$

$$He = H_o + \frac{V_o^2}{2g} \dots\dots c$$

Donde:

Q = Caudal en el vertedero

C = Coeficiente de descarga en función de las dimensiones de carga y P

He = Altura de agua equivalente

Ho = Carga de agua sobre el vertedero (barraje fijo)

L = Longitud del vertedero, barraje fijo

g = Aceleración de la gravedad

### 3. Fórmula Caudal de Orificio

$$Q = C_o A \sqrt{2gh} \dots d$$

Donde:

Q = caudal que pasa por el orificio

C<sub>o</sub> = coeficiente para orificio

A = área del orificio

h = carga hidráulica

(d) esta fórmula se usa para el dimensionamiento de la ventana de captación

### 4. Fórmula Energía Total

$$E = C_F + H + \frac{v^2}{2g} \dots e$$

Donde:

C<sub>F</sub> = Cota de fondo

H = Carga Hidráulica

$\frac{v^2}{2g}$  = energía cinemática del agua

E = Energía hidráulica, es usada en todo momento del dimensionamiento

### 5. Relación de Flow (Tirantes conjugados)

$$\frac{q^2}{g} = \frac{1}{2} (d_1)(d_2)(d_1 + d_2) \dots f$$

Donde:

q = Caudal por unidad de longitud (Q/B)

d<sub>1</sub> = Tirante conjugado menor

d<sub>2</sub> = Tirante conjugado mayor (d<sub>h+r</sub>)

## 6. Resalto Hidráulico



$$F(y_1) = \frac{Q^2}{2gA_1^3} + \frac{y_1}{2} = \frac{Q^2}{2gA_2^3} + \frac{y_2}{2} = C \quad \dots \dots g$$

Donde:

Q = Caudal de diseño

y<sub>1</sub> = Tirante conjugado menor (f. supercrítico)

y<sub>2</sub> = Tirante conjugado mayor (f. subcrítico)

A<sub>1</sub> = sección hidráulica en 1

A<sub>2</sub> = sección hidráulica en 2

Y<sub>G1</sub> = Centro de gravedad de sección hidráulica 1

Y<sub>G2</sub> = Centro de gravedad de sección hidráulica 2

V<sup>2</sup>/2g = energía cinemática del agua

## 7. Longitud de Colchón disipador

$$L_o = (5 \text{ a } 6) \times (d_1 + d_2) \dots \dots \text{Schoklitsch} \dots \dots h$$

$$L_o = 4 \times d_2 \dots \dots \text{S. Bureau of Reclamation} \dots \dots i$$

$$L_o = 6 \cdot d_1 \cdot F_1 \dots \dots \text{Safranez} \dots \dots j$$

$$\text{siendo } F_1 = V_1 / (g \times d)^{1/2}$$

De estos valores se escoge el mayor teniendo en cuenta el factor económico. Donde:

L<sub>o</sub> = Longitud de colchón disipador

d<sub>1</sub> = Tirante conjugado menor

d<sub>2</sub> = Tirante conjugado mayor

F<sub>1</sub> = Número de Froud en 1

### 8. Longitud de enrocado (según Bligh)

$$L_s = 0.6 C D_1^{1/2} (1.12 (q D J D_1)^{1/2} - 1) \dots \dots \dots \text{Bligh} \dots \dots k$$

Donde:

$L_s$  = Longitud de enrocado

$D_b$  = Altura comprendida entre la cota del extremo aguas abajo el colchón disipador y la cota de la cresta del barraje vertedero, en m.

$D_1$  = Altura comprendida entre el nivel de agua en el extremo aguas abajo del colchón disipador y la cota de la cresta del barraje vertedero en m.

$L_o = 0.60 C D_1^{1/2}$  Longitud del colchón

$Q$  = Avenida de diseño por longitud de vertedero

$C$  = coeficiente de Bligh (Ver cuadro 15.1)

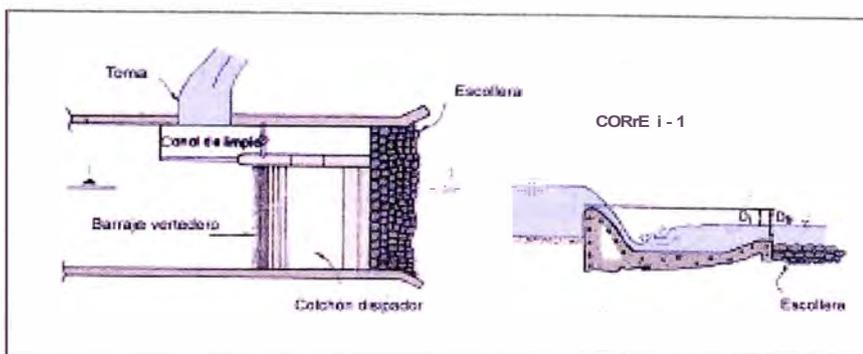


Fig. N° 9.1.- Enrocado al final del colchón disipador

Lecho del. Cauce (Lane)	Tamaño de Grano (mm.)	$e$ (mm)	$e$ (Lane)
Arena	0.005 a 0.01	18	8.5
Fina y Limo	0.1 a 0.25	15	7.0
Arena Fina	0.5 a 1	12	6.0
Arena Gruesa		9	4.0
Gravas Arena		9	4.0
Botonería, Gravas y Arena		4-6	3.0
Arcilla		6-7	1.6 a 3

Cuadro N° 15.1.- Tabla de coeficientes de Lane & Bligh ( C )<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Bibliografía Académica "Diseño de Bocatomas" - Ing. Alfredo Mansen

## 9. Control de Filtración

El agua que se desplaza por debajo de la presa vertedero causa arrastre de material fino creando el fenómeno de tubificación: este problema se agrava cuando el terreno es permeable.

El ingeniero Bligh estudio este fenómeno con presas construidas en la India, recomendando que el camino que recorre el agua por debajo del barraje vertedero (camino de percolación) debe ser mayor o igual que la carga disponible entre los extremos aguas arriba y aguas abajo del barraje vertedero afectado por un coeficiente, es decir:

$$S \geq C \cdot h$$

Donde:

S : camino de percolación

C : coeficiente de Bligh

h: diferencia de nivel entre el nivel aguas arriba y aguas abajo del barraje vertedero (Ver figura 18).

### 6.2.2 Dimensionamiento de los elementos de Captación

El sistema de captación está constituido por los siguientes elementos:

#### 6.2.2.1 Ventana de captación

Esta ventana tiene un comportamiento similar al de un orificio ahogado, por lo que esta gobernado por la siguiente relación de la ecuación (d)

$$Q = C_o A \sqrt{2gh}$$

Debemos usar el h menor que es la cota de aguas mínimas que corresponde a la cota del barraje, el caudal a captar es 1 m<sup>3</sup>/s.

Utilizaremos dos ventanas de captación de 2.10 x 1.00 considerándola compensación por la reducción de área para la colocación de rejillas

### 6.2.2.2 Cámara de Tranquilización y Purga

El objetivo de esta cámara es aquietar las aguas para lograr la sedimentación del material sólido que pudiera ingresar por el bocal, para posteriormente eliminarlo a través de una abertura de limpia.

Para lograr esta disposición del material sólido hacemos que la velocidad luego del ingreso sea de  $0.6 \text{ m/s}$ , dándole un ancho de  $4.0 \text{ m}$  al canal aductor, para un gasto de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , rugosidad correspondiente al concreto ( $0.016$ ) y una pendiente antes del ingreso a canal de  $0.0001$ , obtenemos por Manning un tirante de  $0.71 \text{ m}$  siendo el tirante de ingreso al canal de  $1.0 \text{ m}$ .

Para lograr la purga, antes de alcanzar la profundidad de  $1.00$  debemos alcanzar una velocidad de arrastre apropiada, que para nuestro caso, según la referencia bibliográfica consultada es de  $2 \text{ m/s}$ , Esta velocidad se logra mediante la relación de Manning y las características del canal aductor ya señaladas, con una pendiente de  $0.03$ , se debe mencionar que esta velocidad no ocasionara erosión en el concreto, pues debe usarse concreto  $f'c = 21 \text{ OKg/cm}^2$ .

### 6.2.2.3 Dimensionamiento del sistema de Limpia

El sistema de limpia de una toma tiene por objeto eliminar los sedimentos que se depositan al ingreso del bocal evitando así la colmatación de los sólidos permitiendo mejorar de esta forma la captación en épocas de estiaje especialmente en ríos con gran variación de caudales como los de nuestra costa.

Este sistema tendrá dos muros guías que los separa del barraje fijo - convirtiéndose así en una especie de barraje móvil - por un lado, y por el otro con el canal aductor donde se ubica la poza de tranquilización y purga, este muro permitirá encauzar mejor el flujo hacia el canal de limpia, continuando hacia aguas abajo. separando la poza de disipación en dos segmentos.

Asimismo, como mecanismo que permitan eliminar los materiales sólidos que se depositen frente a la toma y regulen las aguas en épocas de

mínimas se instalarán compuertas de limpia, debajo de las cuales estará la poza de disipación para producir un salto hidráulico.

En estiaje las compuertas permanecen cerradas para garantizar un tirante apropiado de las aguas frente a la toma, en máximas a venidas las compuertas deben sostenerse a un nivel superior al pelo de agua para evitar daños.

#### 6.2.2.4 Canal de Limpia

Este canal estará ubicado entre la ventana de captación y el barraje fijo, la bibliografía consultada recomienda dimensionar el canal para evacuar por lo menos el doble de la capacidad de toma o el caudal medio del río, en nuestro caso corresponden a 2.0 m<sup>3</sup>/s o 20 m<sup>3</sup>/s.

En nuestro caso:

$$B = \frac{L}{10} = \frac{30}{10} = 3.0 \quad \text{m}$$

Adoptaremos un ancho = 3.0 m

La pendiente del canal de limpia debe permitir el arrastre de los materiales que arrastre el río, se calcula según la expresión:

$$S_e = \frac{n^2 \times q^{10}}{q^{219}}$$

Donde:

Se = Pendiente del canal de limpia

n = coeficiente de Manning

q = descarga por unidad

Sc=0.003

#### 6.2.2.5 Compuertas canal de Limpias

usando la fórmula de orificio ahogado se calcula, mediante la memoria de cálculos adjunta: Dos ventanas de captación de 2.40 x 1.80 m.

### 6.2.3 Proceso de Cálculos

Haciendo uso de las formulas *a,b,c,d,e,f,g de la sección 6.2. 1* se ha elaborado la siguiente hoja de cálculos en Formato Excel. Cabe mencionar que el formato realizado puede usarse para diferentes valores de los parámetros ya mencionados.

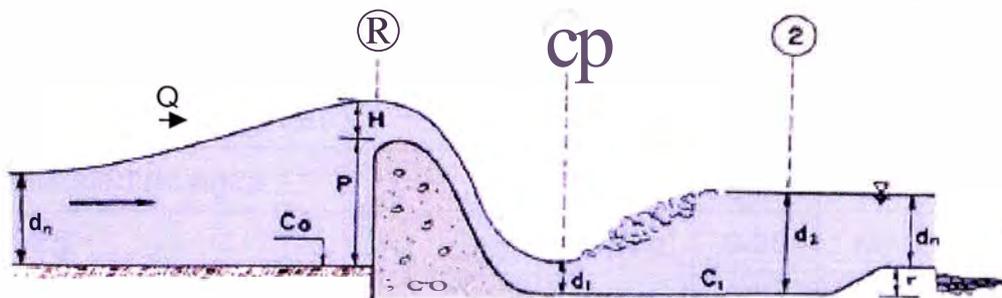


Fig. N° 10.- Esquema típico del barraje fijo a dimensionar

### HOJA DE CALCULOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

W	DESCRIPCIÓN	SIMBÓLO	VALOR	UND.	NOTAS
1.0	Tirante Normal aguas arriba para Oso	dh	1.22	M	Por Manning
2.0	Altura de BanaJe				
2.1	Umbral de Ventana de captación	Hu	0.7	M	Asumido
2.2	Estimado de H ventana de captación	Hv	0.8	M	Estimado
2.3	Altura por oleaje	-	0.2	M	Típico
2.4	Altura efectiva de Barraje fijo	p	1.7	M	Sumatoria = Hu+Hv+0.2
3.0	Compuertas de Limpia				
3.1	Caudal en Compuertas de Limpia (Caudal medio mensual)	QL	30.00	M <sup>3</sup> /s	Dato
3.2	Tirante Normal aguas arriba para QL	dhL	0.46	M	Tirante normal para al
3.3	Altura de Agua	h	1.70	M	Carga Hidráulica en CG
3.4	Área de Compuertas de Limpia	AcL	8.66	M <sup>2</sup>	Resultado
3.5	Numero de Compuertas	N°	2	-	Estimado
3.6	Área de Cada Compuerta	Ac	4.33	M <sup>2</sup>	Resultado

#	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	VALOR	UND.	oas.
3.7	Altura de compuerta	H <sub>cL</sub>	1.80	M	Criterio
3.8	Ancho de Compuerta	B <sub>cL</sub>	2.40	M	Resultado
<b>4.0</b>	<b>Banaje Fijo</b>				
4.1	Ancho de Barraje Fijo	<b>BF</b>	30.00	<b>M</b>	Dato
4.2	Coeficiente de descarga	<b>e</b>	2.15	-	de tablas
4.3	Cresta de Agua en Barraje Fijo	<b>He</b>	1.66	<b>M</b>	Formula de vertedero
4.4	Velocidad de agua	<b>Vo</b>	2.77	M/s	Q/A
4.5	V <sup>2</sup> /2g	<b>Vo<sup>2</sup>/2g</b>	0.38	M	
4.6	Altura corregida de cresta	<b>Ho</b>	1.28	M	
<b>5.0</b>	<b>Ventana de Captación</b>				
5.1	Caudal de Captación	a d	1.40	M <sup>3</sup> /s	(40% más por purga)
5.2	Altura de Ventana	<b>Hv</b>	0.80	M	Dato asumido
5.3	Área Neta de Ventana	<b>AN</b>	1.40	-	as V=1m <sup>2</sup> /s
5.4	Numero de Barrotes 0 3/4"@ 10cm.	<b>N</b>	21	<b>M</b>	Formula de vertedero
5.5	Ancho Ventana de captación	<b>Bv</b>	2.1	<b>M</b>	Resultado
5.6	Altura Ventana Inclineda	<b>Hv</b>	1.00	<b>M</b>	Resultado

Cuadro Nº 15.2 Hoja de Cálculos para el dimensionamiento hidráulico del sistema de captación

### Perfil de la Cresta del Barraje

$$X_{1ss} = 2 \times Y \times H e^{0.55}$$

Donde  $H e^{0.55} = 1.538$

Curva de Barraje	
X	y
0.2	-0.014

Curva de Barraje	
X	y
0.3	-0.029
0.5	-0.075
1.1	-0.322
1.2	-0.378
1.5	-0.572
2	-0.973
2.2	-1.161
2.5	-1.471
2.8	-1.814
3	-2.061
3.1	-2.190

Cuadro N° 15.3 valores de Y para diferentes valores de X en la Ec. Del Perfil de barraje

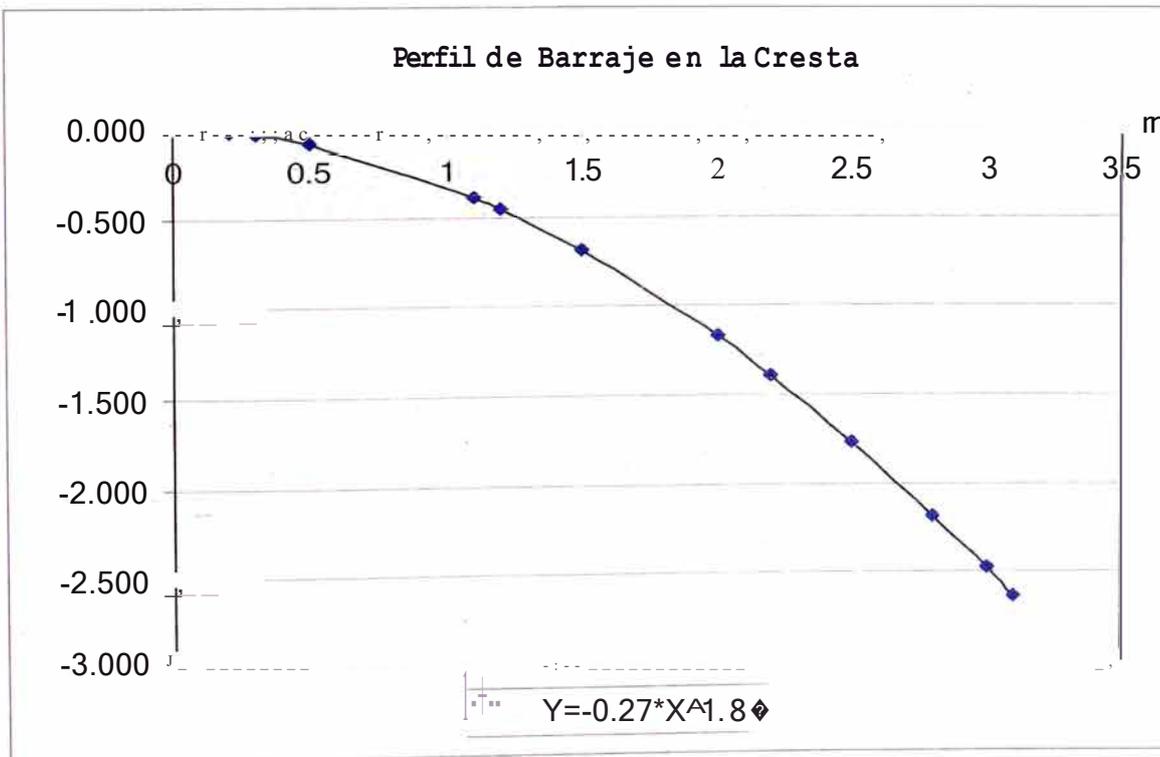


Fig. N° 10.1.- Trazo del Perfil de La cresta del barraje fijo

Perfil de la estructura

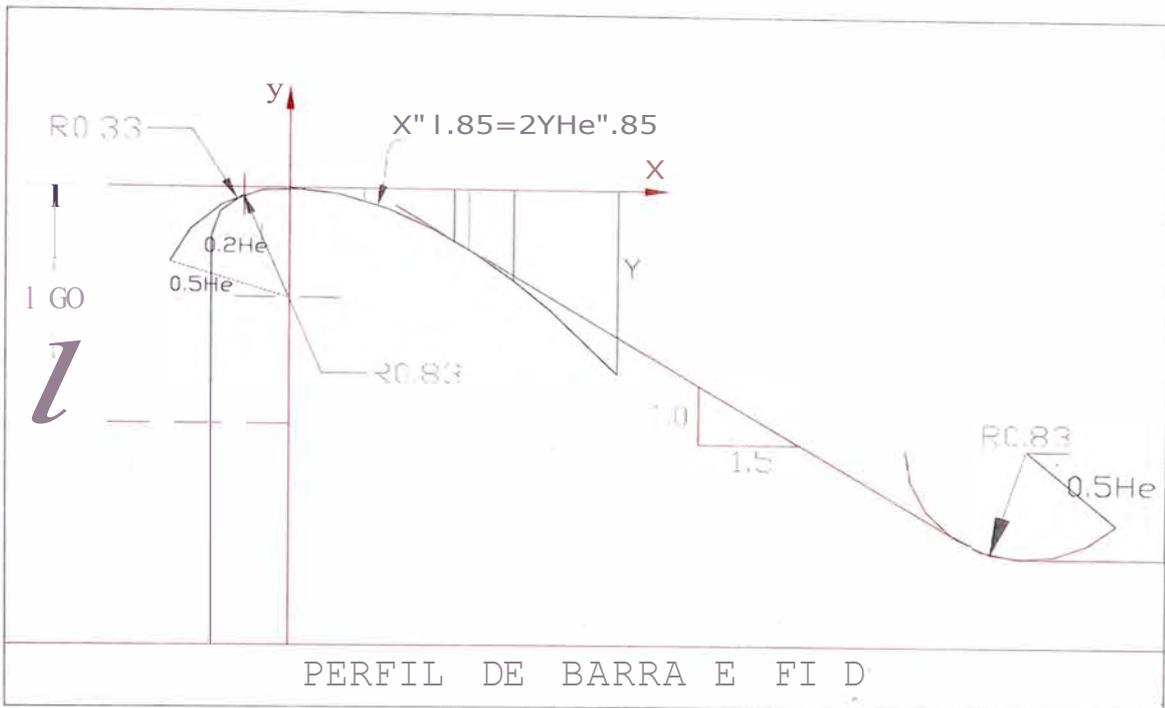


Fig. N° 10.2.- Trazado preliminar del barraje fijo

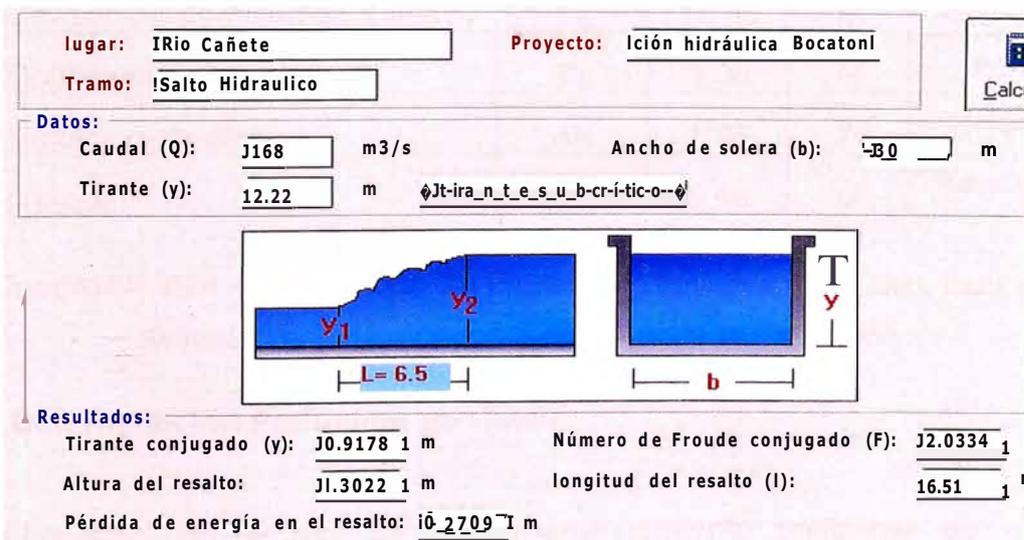


Fig. N° 10.3.- Verificación y Cálculo del Resalto Hidráulico con software Hcanales

HOJA DE CÁLCULO PARA EL DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LA  
BOCATOMA- PAMPA CLARITA

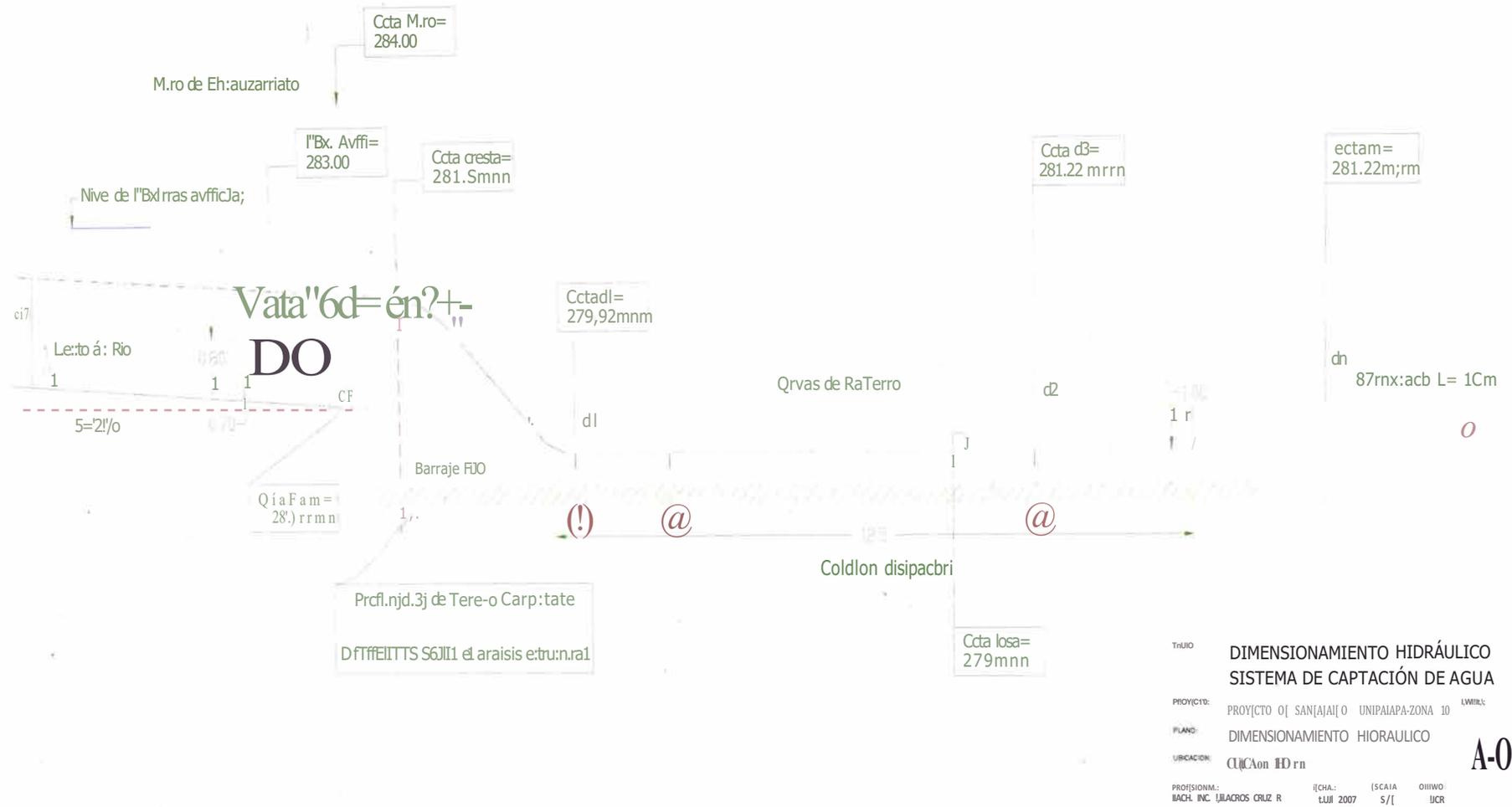
Nº	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	valor	UND.	OBSERVACIONES
<b>a.0</b>	<b>Cálculo de Tirantes</b>				
5.1	Tirante Normal aguas abajo	$d_n$	1.22	M	Formula Manning
5.2	r = diferencia de cotas	$r$	1.00	M	asumido
5.3	Tirante Y2	$d_2$	2.22	M	$d_n + r$
5.4	Tirante Y1	$d_1$	0.92	M	resab hidráulico
5.5	Velocidad V1	$v_1$	6.10	M/s	O/A usando con valores $d_1$
5.6	Velocidad V2	$v_2$	2.53	M/s	O/A usando con valores $d_2$
<b>7.0</b>	<b>Longitud de colchón disipador</b>				
7.1	$L_o = (5 \text{ a } 6) \times (d_{r1})$	$L_o$	7.80	M	Schlichtsch
7.2	$L_o = 6 \times F_1 \times d_1$	$L_o$	11.21	M	Safanez
7.3	$L_o = 4 \times d_2$	$L_o$	8.88		US Bureau of Reclamation
7.4	Longitud Tramo 1-2	$L_{12}$	11.50	M	$L_o$ mayor
7.5	$L_s = 0.6 C D_1^{1/2} (1.12 (q D_b / D_1)^{1/2} - 1)$	$L_s$	6.00	M	Formula Bligh
<b>a.0</b>	<b>Control de Filtración</b>				
8.1	Camino de percolación (Lane)	$L_e$	16.30	M	Suma de recorridos de bases
8.2	Coefficiente de Lane	$C_L$	3.00	M	De Tabla
8.3	Variación de altura	$h$	1.86	M	del plano
8.4	S MÍNIMO	$C_L \cdot h$	5.58	M	$163 > 558 = OK$

Cuadro Nº 15.4.- Resultados del proceso de cálculos hidráulico, para el dimensionamiento de los elementos de la Captación

### 6.3 Determinación Preliminar de Cotas

A continuación se he dibujado el dimensionamiento preliminar del cálculo hidráulico, el dimensionamiento final se completara con el análisis estructural.

# FffFIL fñBjrvIINAR.00... DIM3\SI0\1AJ'VIE\OHilYAWCD



TITULO: DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA  
 PROYECTO: PROYECTO DE SANITARIO UNIPAIAPA-ZONA 10  
 PLANO: DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO  
 UBICACIÓN: CUCAON HD rn  
 PROFESIONISTA: BACH. INC. MILAGROS CRUZ R. [CHA: LUIJ 2007 (SCAIA 5/[ OIINWO UCR  
**A-0**

Fig N° 11.- Dimensionamiento Preliminar en Base al Diseño Hidráulico

## 7 CAPÍTULO 7.- DISEÑO ESTRUCTURAL

A continuación se verifican las dimensiones resultado del análisis hidráulico a fin de que satisfagan la estabilidad y resistencia, en todo caso será necesario modificar dichas dimensiones sin alterar el comportamiento hidráulico de la estructura o sino situarse del lado de la seguridad

### 7.1 Diseño estructural del barraje fijo

Siendo el elemento principal, es que el análisis debe efectuarse bajo las condiciones más severas, es decir bajo las fuerzas más críticas que actúan.

#### 7.1.1 Longitud de Cimentación

La longitud mínima de cimentación necesaria para el conjunto barraje - poza de disipación será aquella que evite los efectos negativos a causa de la filtración de las aguas. Los principales efectos negativos son la subpresión y el sifonamiento o tubificación.

Para realizar en forma adecuada debe elaborarse las trazas de red de flujo bajo la obra de toma, esta tarea de ejecutara antes de la etapa de ejecución mediante un análisis del estudio de suelo in situ. En tal efecto en este capítulo estableceremos las dimensiones mínimas en base a los datos teóricos del proyecto.

La diferencia de carga hidráulica hace que las partículas inicien su desplazamiento, para lo cual seguirán la trayectoria formada por el perímetro común a la estructura y al lecho del río y no necesariamente el camino más corto.

##### 7.1.1.1 Control de Filtración.

Actualmente para estudiar estos efectos de sifonamiento y subpresión se sigue la teoría de la rotura hidráulica elaborado por Lane, quien después de analizar diversas presas construidas sobre cimentación permeable, elaboro conclusiones, siendo las principales<sup>18</sup>:

$$L_e = \frac{L_H + L_{L_v}}{C_L} \cdot h \dots\dots (Lane)$$

Donde:

<sup>18</sup> Ing. Alfredo Mansen - Diseño de Bocatomas - UNI FIC

**Le:** camino de percolación

**LH, Lv :** suma de longitudes verticales y horizontales de la sección de la presa

**CL:** Coeficiente de Lane

**Lh :** Diferencia de nivel entre el nivel aguas arriba y aguas abajo del Barraje vertedero

Del Layout se obtiene:

$$\sum L_H = 19.5 \text{ m}$$

$$L_{Lv} = 9.8$$

$$Le = \frac{1}{2} L_H + L_{Lv} = 16.3 \text{ m}$$

$$e l L_h = 3 \times 1.86 = 5.58$$

Entonces:  $16.3 > 5.58$ , se cumple la relación de Lane, Ok.

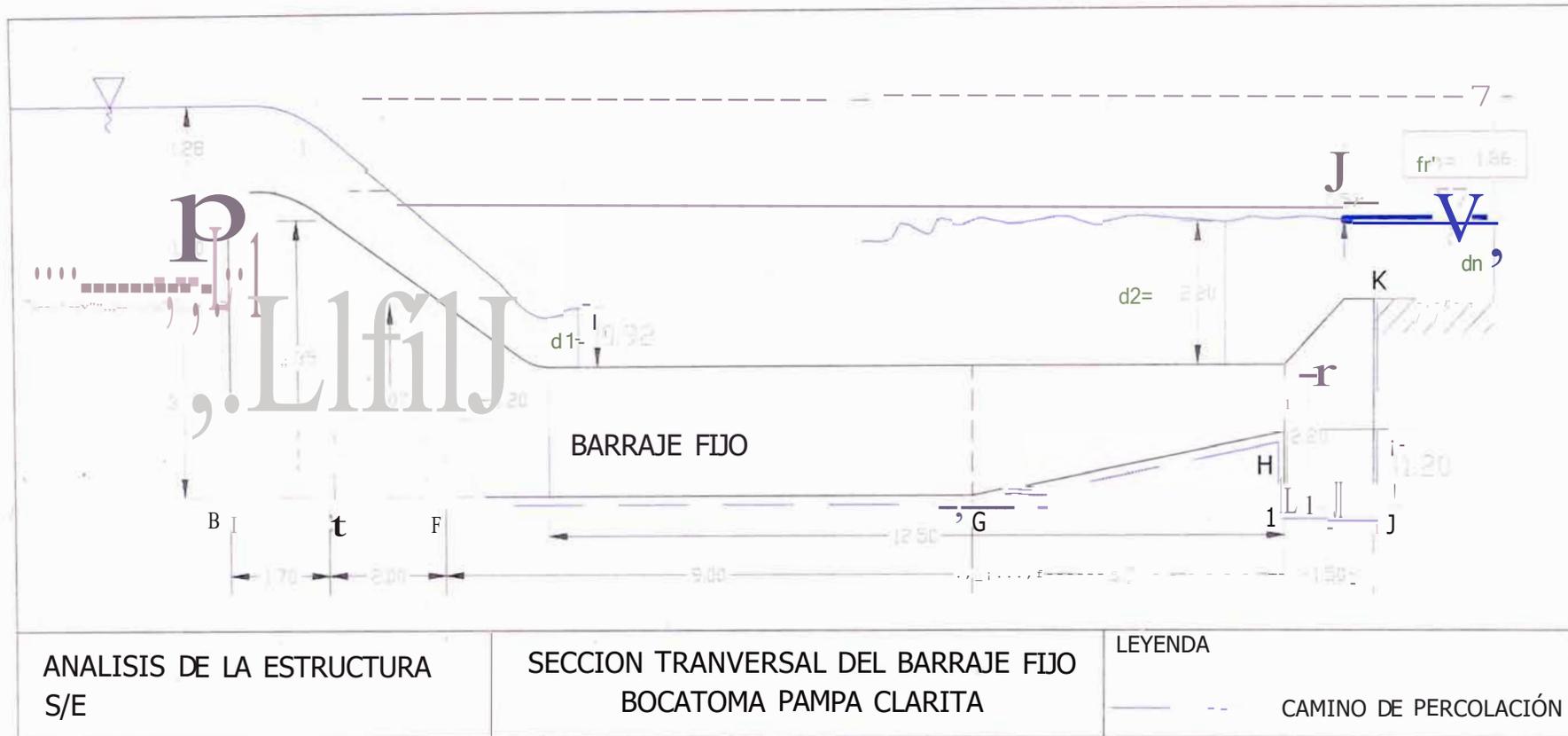
#### 7.1.1.2 Sifonamiento

Para evitar este efecto debemos obtener una carga compensada  $C$  superior al valor del coeficiente de Lane, para el correspondiente material de cimentación, en nuestro caso igual a 3 (de tabla de la fig. 15.1) pues se trata de bloques con arena (de acuerdo a la referencia bibliográfica consultada), así aplicando:

$$C = \frac{Le}{L_h} = \frac{29.3}{1.86} > 3 \dots\dots \text{Ok}$$

#### Conclusiones del control filtración y sifonamiento:

En la estructura en estudio, dicho efecto está controlado, ya que según lo dimensionado esta por encima del valor límite



Trayectoria de aguas de infiltración

Fig. N° 12.- Trayectoria A-B-C-D-E-F-G-H-1-J-K-L de aguas de infiltración

### 7.1.2 La subpresión

La subpresión que se debe usar en el proyecto puede estimarse suponiendo que la caída de presión del agua del vaso a la descarga, a lo largo de la línea de contacto entre la presa y la cimentación, es proporcional a la distancia de ruptura compensada. Basándose en los resultados hallados, Lane recomendó para la relación compensada la adaptación de valores denominados coeficientes de Lane.

Para disminuir los efectos negativos derivados de la infiltración de las aguas se recurre al uso de mayores longitudes de zampeado, ya sea aguas arriba o aguas abajo; así como también el empleo de dentellones, a lo largo del recorrido de las aguas, con la finalidad de alargar la longitud compensada.

Tanto para el sifonaje como para la subpresión, el análisis se deberá efectuar para aguas en avenidas y estiaje, tomando los casos más desfavorables.

De lo anteriormente anotado se deduce que la carga hidráulica de las aguas filtrantes varía en forma proporcional a la longitud compensada recorrida.

Cuando la relación de carga compensada no alcanza el valor del coeficiente por Lane, de acuerdo al terreno de cimentación, se produce una erosión subterránea causada por las aguas filtrantes, dando origen a un delgado túnel o sifón de descarga debajo de la base de la estructura, este túnel aumenta rápidamente de sección hasta que en un instante dado la estructura queda en el aire, lo cual origina su colapso, denominándose a este tipo de falla rotura por sifonaje.

La subpresión en cambio viene a ser el empuje que sobre la base de la estructura ejerce el agua sumergida a consecuencia de la carga hidráulica. Esta fuerza actúa disminuyendo el peso de la presa, lo cual facilita la falla por deslizamiento o volteo.

Para su cálculo se considera igualmente que la caída de presión o carga proporcional a la longitud compensada, considerándose que inicialmente la presión existente es igual al tirante hidráulico aguas arriba del barraje y que al final también su valor será igual al tirante respectivo.

Para fines prácticos se considera que no toda el área de cimentación está inundada, sino que siempre existirá cierta fracción sólida, conservadoramente se considera que la subpresión actúa sobre las dos terceras partes del área total de cimentación,

Además de propiciar el deslizamiento y vuelco de la estructura la subpresión puede originar también la rotura del solado, y para que esto no ocurra el espesor del mismo se calcula para que por acción de su peso propio resista la subpresión, recomendándose un coeficiente de seguridad de un tercio de acuerdo a lo cual tendríamos:

$$Y_{et} = 4/3 H Y_w \dots\dots\dots 1$$

### Análisis de la Subpresión en la estructura

Para evaluar la subpresión que se presenta primeramente determinaremos el valor de la longitud compensada, de la figura 12. se obtiene:

$$\text{Longitud compensada} = 16.3 \text{ m}$$

Para determinar el valor de la subpresión más desfavorable, habrá que considerar los casos extremos de aguas máximas y mínimas.

### AGUAS MÁXIMAS

Para este caso considerando la descarga de diseño, tenemos que la carga hidráulica será:

$$L_h = 1.86 \text{ m}$$

El tirante del río es 1.22 m queda definido el diagrama de subpresión tal como se muestra en la figura 13.

<b>Análisis de Subpresión en las secciones críticas - Aguas Máximas</b>						
<b>SECCIÓN</b>	<b>Lv</b>	<b>Lh</b>	<b>Le</b>	<b>Li</b>	<b>Xi</b>	<b>Subpresión en sección</b>
Sección B	4.96	0.00	4.96	11.34	1.52	<b>2.74</b>
Sección i e	4.20	1.70	4.77	11.53	1.32	<b>2.54</b>
Sección F	5.40	3.70	6.63	9.67	1.10	<b>2.32</b>
Sección 1	6.60	17.98	12.59	3.71	0.42	<b>1.64</b>
Sección J	9.80	19.50	16.30	0.00	0.00	<b>1.22</b>

Cuadro N° 16.- de valores de la subpresión según la Fig. 13

## AGUAS MINIMAS

Por este caso consideraremos como carga hidráulica el desnivel existente entre la cresta del barraje y el nivel del lecho del río aguas abajo así :

$$L_h = 0.58 \text{ m}$$

Bajo estas condiciones, el diagrama de subpresión será como el mostrado en la figura 13.1

A partir de la cual la subpresión en las diferentes secciones críticas es:

<b>Análisis de Subpresión en las secciones críticas - Aguas Mínimas</b>						
<b>SECCIÓN</b>	<b>L<sub>v</sub></b>	<b>L<sub>h</sub></b>	<b>L<sub>e</sub></b>	<b>L<sub>i</sub></b>	<b>X<sub>i</sub></b>	<b>Subpresión en sección</b>
Sección B	3.00	0.00	3.00	13.30	0.47	<b>1.69</b>
Sección C	4.20	1.70	4.77	11.53	0.41	<b>1.63</b>
Sección F	5.40	3.70	6.63	9.67	0.34	<b>1.56</b>
Sección 1	6.60	17.98	12.59	3.71	0.13	<b>1.35</b>
Sección J	9.80	19.50	16.30	0.00	0.00	<b>1.22</b>

Cuadro N° 16.1.- Valores de la subpresión según la Fig. 13.1

Con los valores obtenidos verificamos si los espesores supuestos para la estructura son suficientes.

El espesor de la estructura en sus diferentes secciones críticas lo calculamos con la expresión 1, de lo cual obtenemos:

Sección B

$t_a = 4/3 (2.74/2.4) = \underline{1.52 \text{ m}}$ , del mismo modo para todas las secciones en estudio:

<b>SECCIÓN</b>	<b>Subpresión en sección</b>	<b>y<sub>e</sub></b>	<b>t SECCIÓN</b>	<b>ESPESOR ACTUAL m</b>	<b>Observación</b>
Sección B	<b>2.74</b>	<b>2.4</b>	1.52	4.43	Cumple lo requerido
Sección C	<b>2.54</b>	<b>2.4</b>	1.41	4.35	Cumple lo requerido
Sección F	<b>2.32</b>	<b>2.4</b>	1.29	3.03	Cumple lo requerido
Sección 1	<b>1.64</b>	<b>2.4</b>	0.91	1.2	Cumple lo requerido
Sección J	<b>1.22</b>	<b>2.4</b>	0.68	2.2	Cumple lo requerido

Cuadro N° 17.- Valores de espesores mínimos para evitar efectos de Subpresión

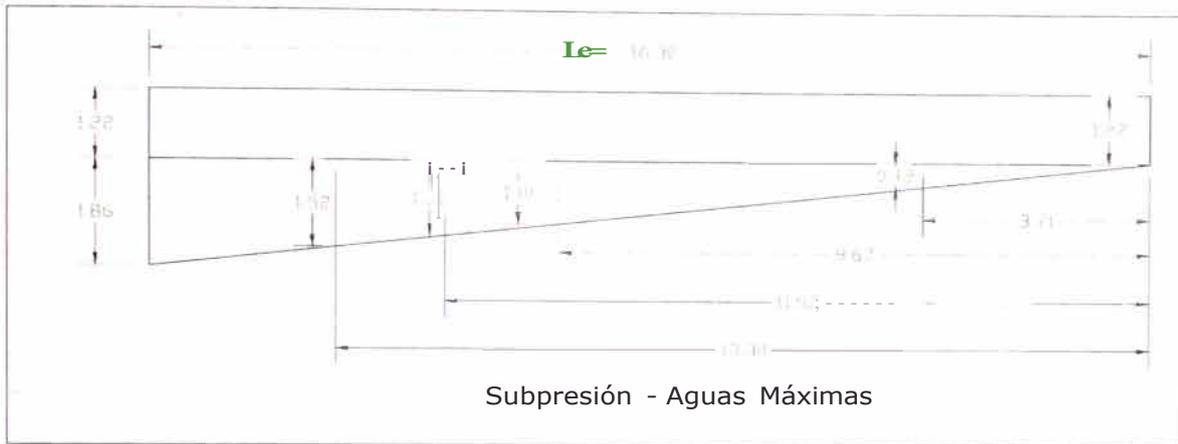


Fig. N° 13.- Análisis de la subpresión del barrage fijo

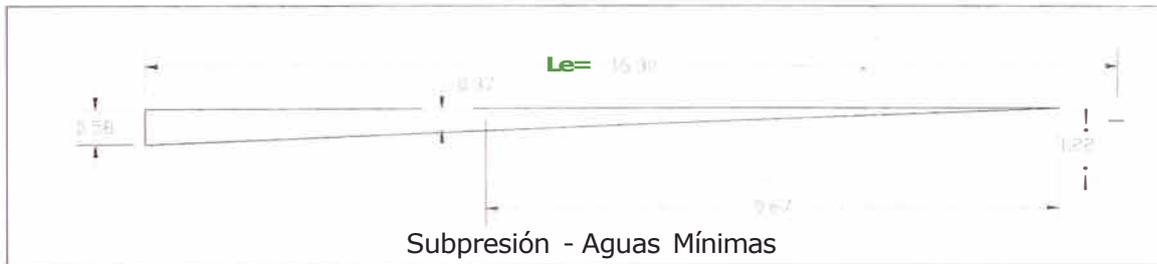


Fig. N° 13.1.- Análisis de la subpresión del barrage fijo

## 7.2 Análisis de Estabilidad.

Puesto que el barrage es un elemento fundamental en la toma, por cuanto depende en gran medida la eficiencia en la captación es que el análisis por su diseño debe efectuarse bajo las condiciones más severas, de modo tal que sea capaz de soportar las fuerzas que se proveen actuaran sobre él durante su funcionamiento para lo cual evaluaremos la magnitud de las fuerzas actuantes más significativas, considerando las fuerzas que se indican a continuación:

- Peso Propio
- Empuje Hidrostático
- Empuje debido al sedimento
- Empuje debido a la Subpresión

### a) Peso propio

Viene a ser la fuerza más importante para garantizar la seguridad del barrage, ya que por tratarse de una presa de gravedad la estabilidad dependerá de que su peso propio sea capaz de contrarrestar las fuerzas que sobre él actúan en forma desfavorable, por tal motivo su construcción deberá efectuarse con el material de mayor peso específico (concreto ciclópeo). La fuerza resultante del peso propio es vertical y su línea de acción pasa por el centro de gravedad de la sección analizada.

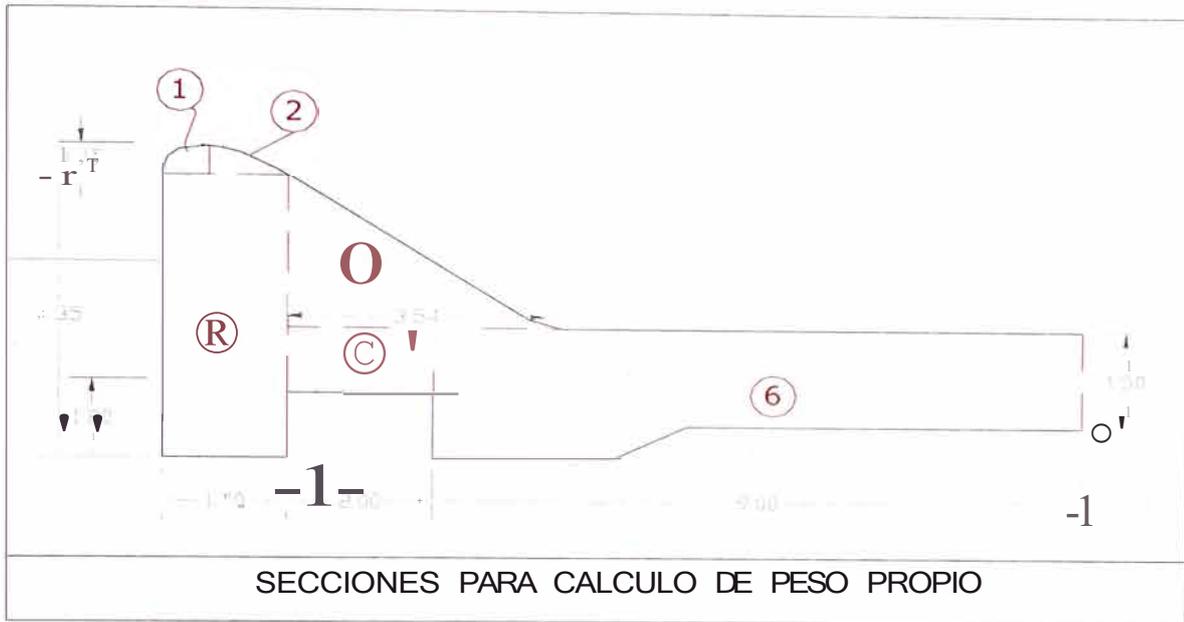


Fig. N° 14. - Seccionamiento de barraje para cálculo de peso propio

ANÁLISIS PESO PROPIO								
N°	LARGO	ANCHO	AREA M2	VOLUMENx1m	TN/M3	PESO	BRAZO	MOMENTO
	M	M	M2	M3	TN/M3	TN	M	TN-M
<b>1.0</b>	0.62	0.44	0.273	0.27	2.4	0.65	12.39	8.11
<b>2.0</b>	1.08	0.44	0.298	0.30	2.4	0.71	11.72	8.37
<b>3.0</b>	2.53	3.53	4.465	4.47	2.4	10.72	9.83	105.35
<b>4.0</b>	0.80	2.00	1.600	1.60	2.4	3.84	10.00	38.40
<b>5.0</b>	4.35	1.70	7.395	7.40	2.4	17.75	11.85	210.31
<b>6.0</b>	2.00	9.00	18.000	18.00	2.4	43.20	4.50	194.40
<b>Sumatoria.</b>						<b>76.87</b>		<b>564.95</b>
<b>Brazo de Momento Resultante (m)</b>						<b>7.35</b>		

Cuadro N° 17 .- Cálculo del Peso Propio del Barraje Fijo

Del cuadro se obtiene, para 1 M:

Momento Resultante = .564.95 TN-M  
 Peso Propio = 76.87 TN  
 Brazo Resultante = 7.35 M

**b) Empuje Hidrostático**

Por tratarse de una presa vertedora existirán dos fuerzas de agua debido al empuje del agua, una vertical que generalmente no se considera salvo que sea una magnitud importante, y otra horizontal cuya magnitud en una presa vertedora viene dada por el área del trapecoide ABCD de la fig XX, pasando su línea de acción por el centro de gravedad del trapecoide

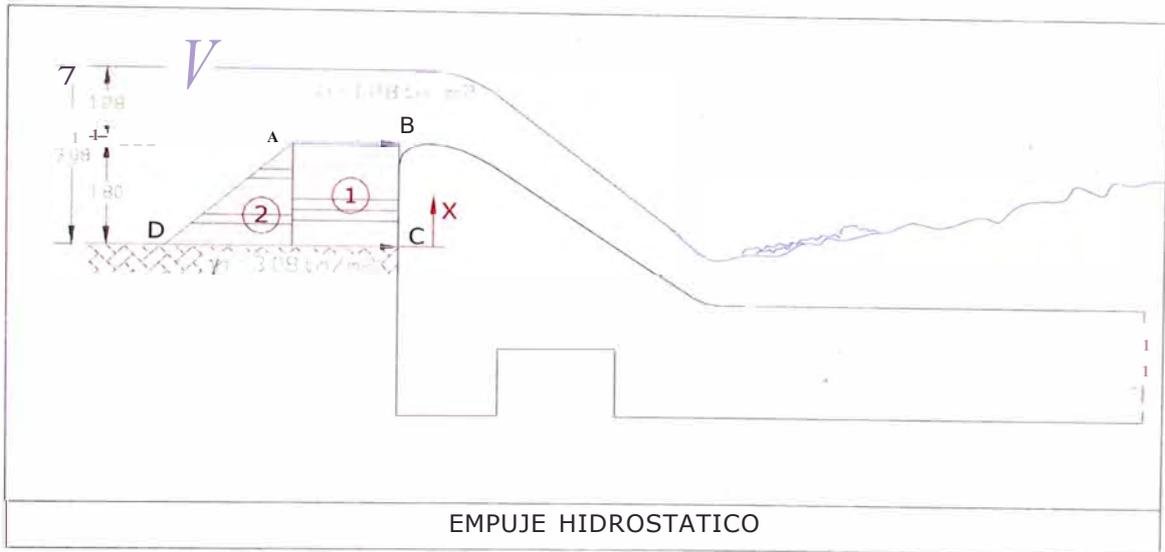


Fig. N° 14.1.- Empuje Hidrostático: Trapecio ABCD

ANÁLISIS EMPUJE DEL AGUA						
N°	h	$\gamma$	Presión	EMPUJE E	BRAZO	MOMENTO
	M	TN/M3	TN/M2	TN	M	TN-M
1.0	1.28	1.00	1.28	1.64	0.64	1.05
2.0	1.80	1.00	1.80	1.62	0.6	0.97
<b>Sumatoria</b>				<b>3.26</b>		<b>2.02</b>
<b>Brazo de Momento Resultante (m)</b>				<b>0.62</b>		

Cuadro N° 17.1.- Cálculo del Empuje Hidrostático en el Barraje Fijo

Del cuadro se obtiene, para 1 M de barraje:

Momento Resultante = -2.02 TN-M

Empuje Total = 3.26 TN

Brazo Resultante = 0.62 M

### e) Empuje debido al sedimento (S)

Solo la parte inferior del paramento de aguas arriba de la Presa actuara un empuje debido a los sólidos allí existentes y que para la evaluación de estas magnitudes en Burean of Reclamation da las recomendaciones siguientes:

Considerar para cada carga horizontal, al sólido como liquido de peso especifico igual a 1.4 tn/m<sup>3</sup>

Para la carga vertical como un líquido de 1.9 tn/m<sup>3</sup>

De acuerdo a lo cual tendríamos un rendimiento:

$$S= 1/2 (1.4) (3.5)^2 = 8.6 \text{ tn}$$

Esta fuerza estará actuando a una distancia:

$$X= 3.5/3 = 1.17 \text{ m}$$

### d) Empuje debido a la Subpresión

La fuerza de subpresión actúa sobre la base del barraje y en un área equivalente a los 2/3 del área total, siendo su punto de aplicación el correspondiente al centro de gravedad del trapecoide, de acuerdo a esto y calculando la subpresión de acuerdo a lo explicado en el análisis de subpresión, se presenta el diagrama de presiones en la figura 14.3, cuya tabulación de valores se presenta en el Cuadro 17.2

En conclusión el barraje estará sujeto a las fuerzas cuya magnitud y punto de aplicación se muestran en la figura 14.3, de acuerdo a la cual efectuaremos el chequeo para verificar su estabilidad con respecto a: Deslizamiento, Volteo y esfuerzos excesivos.

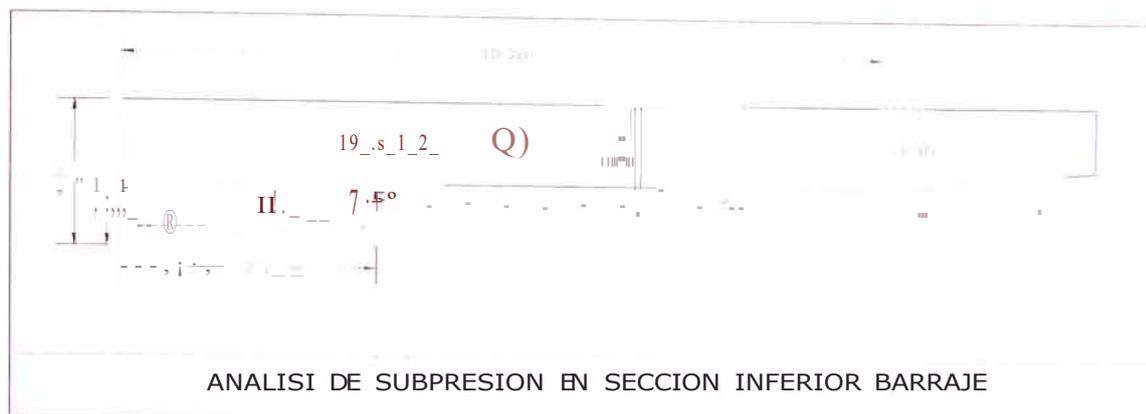


Fig. N° 14.3.- Esquema del resultado de esfuerzos debido a la subpresión

ANÁLISIS SUBPRESION								
N°	LARGO	ANCHO	VOLUMEN	TN/M3	EMPUJE h	2/3H	BRAZO	MOMENTO
	M	M	M3	TN/M3	TN	TN	M	TN-M
1.0	12.70	1.56	19.81	1	19.81	13.21	6.35	83.86
2.0	12.70	1.18	7.49	1	7.49	4.99	4.23	21.12
<b>Sumatoria</b>						<b>18.20</b>		<b>104.98</b>
<b>Brazo de Momento Resultante (m)</b>						<b>5.77</b>		

Cuadro N° 17.2.- Cálculo de la fuerza de subpresión en el Barraje Fijo

Del cuadro se obtiene, para 1 M de barraje:

Momento Resultante = 104.98 TN-M

Empuje Total = 18.20 TN

Brazo Resultante = 5.77 M

### **Seguridad Contra deslizamiento**

El deslizamiento se produce debido a que el empuje horizontal hidrostático, así como los sedimentos tienden a desplazar horizontalmente el barraje debiendo ser contrareestado por acción de su peso propio.

**FSD:::** 1.5 factor de seguridad contra deslizamiento.

$$FSD = \frac{\sum FV \times \mu}{\sum FH}$$

Donde:

$\sum FV$  = Sumatoria de fuerzas verticales (W-H)

$\sum FH$  = Sumatoria de fuerzas horizontales (E+S)

$\mu$  = Coeficiente de fricción entre el material del elemento y el de la Cimentación = 0.6 (en concreto)

El coeficiente de fricción  $\mu$  varia de acuerdo a los materiales en contacto, recomendándose para una estructura de concreto en tipo de suelo rocoso el valor de  $\mu = 0.60$

Luego Tendríamos:

$$\sum FV = W - H = 76.87 - 18.20 = 58.67 \text{ tn}$$

$$\sum FH = E + S = 3.26 + 8.6 = 11.86 \text{ tn}$$

Reemplazando éstos valores:

$$FSD = \frac{58.67 \times 0.6}{11.86} = 2.97 > 1.5 \text{ OK!}$$

### **Seguridad Contra Volteo**

El empuje horizontal de las fuerzas que actúan aguas arriba del barraje, así como las fuerzas de subpresión tienden a producir un efecto de volteo, del elemento alrededor de su talón de aguas abajo, el cual debe ser contrareestado por el peso del elemento con un factor de seguridad mínimo de 2.0

$$FSV = \frac{\text{Momentos Resistentes}}{\text{Momentos de Volteo}}$$

Efectuando el análisis tenemos:

		FUERZA (TN)	BRAZO(m)	TN-M
MRESISTENTE	PESO PROPIO	76.87	7.35	564.99
	<b>Sumatoria</b>			<b>564.99</b>
M.O.E VOLTEO	EMPUJE AGUA	3.26	4.12	13.43
	SEDIMENTOS	8.6	1.17	10.06
	SUBPRESIÓN	18.2	5.77	105.01
	<b>Sumatoria</b>			<b>128.51</b>

Cuadro N° 18.- Cálculo de los momentos actuantes en el barraje fijo  
Reemplazando éstos valores:

$$FSV = \frac{564.99}{128.51} = 4.3 > 2. \text{ JJK!}$$

Conclusión del Resultado del Análisis Estructural:

Las verificaciones por Deslizamiento y volteo, nos indican que las dimensiones calculadas cumplen con las especificaciones de la normas vigentes.

### 7.3 Diques de encauzamiento

El estribo derecho servirá para el anclaje del aliviadero fijo en su margen derecha (parte derecha - central del río) y serán de concreto armado con cota superior a 284.00 msnm. El muro será de cabeza a 90° con el flujo y con su cara coincidiendo con su paramento vertical del vertedero fijo.

El muro de encauzamiento izquierdo se protegerá aguas arriba de la ventana de captación a 45° con el eje de la corriente del río y servirá para encauzar suavemente el flujo hacia las ventanas de captación la cota superior de este muro será mínimo de 284.00 msnm y su longitud será fijada en campo, de modo que se empotre 1.50 m en la ladera (en principio la longitud de este muro es de 15 m)

Como solo sirve para encauzar el flujo no es necesario que sea de concreto, por lo que se ha proyectado el uso más económico de gaviones con piedras grandes.



## CONCLUSIONES

1. Se evaluaron dos alternativas posibles para la ubicación de la bocatoma, (en referencia a la bocatoma existente aguas debajo de la bocatoma proyectada) considerando criterios de ancho de brazo de agua del río Cañete, ancho de la llanura de inundación, topografía del terreno, la margen izquierda conveniente para el proyecto y la cota necesaria para abastecer de agua ( $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ) por sistema de gravedad a la zona de Pampa Clarita.
2. La Bocatoma se ubica a una altitud de 280 **MSNM** cota necesaria para que alimente por gravedad a la zona del proyecto Pampa Clarita, considerando una pendiente del canal de derivación de 5/1000, las pérdidas de energía entre la planta de Potabilización, el reservorio y redes, y la cota topográfica más desfavorable de Pampa Clarita de 180.00 **MSNM**. Restando las pérdidas de Energía la presión de red de agua está dentro del rango permisible de suministro (5.0-50.0m), asegurando el funcionamiento integral del sistema.
3. La disponibilidad hídrica del río Cañete (estudiado en el capítulo 4) resultó potencialmente aprovechable en principio de sus características físicas e hidráulicas teniendo como principal parámetro el caudal o escorrentía media anual de  $50.9 \text{ m}^3/\text{s}$  y el escurrimiento permanente de sus aguas todo el año según la curva de persistencia al 95% en periodo húmedo presenta  $33 \text{ m}^3/\text{s}$  y en periodo de estiaje de  $8.0 \text{ m}^3/\text{s}$ .
4. Se escogió un periodo de retorno de la máxima avenida, de 50 años debido a la magnitud del proyecto y la factibilidad económica.
5. El análisis de máximas avenidas según la Teoría de Gumbel, arrojó el valor más alto, que aplicado la corrección de Fuller para simular un máximo instantáneo obtuvimos el valor de  $654.90 \text{ m}^3/\text{s}$ .
6. El ancho de la llanura de inundación en el lugar escogido (195m) es favorable, ya que ayuda a proporcionar, según el ancho del brazo, el caudal de máximas avenidas: considerando para el diseño un caudal de  $168 \text{ m}^3/\text{s}$  para la estructura del barraje. Este aspecto se ve claramente en la figura 3 del capítulo 4.

7. El caudal de derivación de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  podría asegurar la demanda de agua de consumo domiciliario, industrial e irrigación en la Zona Pampa Clarita, un periodo ascendente proyectado de 100 años.
8. En el eje en estudio, se resume que se tiene un ancho de río de 195 m, ancho de barraje fijo 30m., ancho de compuertas de limpia de 6m, el cual nuestro proyecto bocatoma ocupa el 19% a lo largo del ancho de llanura del río Cañete.
9. Los componentes del sistema de captación adoptados en este Proyecto asegura el funcionamiento en forma integral, evitando en todo momento del diseño, las fallas más frecuentes en este tipo de estructuras (socavación, subpresión, inestabilidad, y otros) obteniendo así, el perfil que se muestra en el plano A-3.
10. El perfil de la presa derivadora propuesta evitaría los problemas de subpresión y sifonamiento ocasionados por la acción del agua del río Cañete ya que, los valores adoptados (ver capítulo 7) son superiores a los mínimos recomendados.
11. El canal de Limpia tendrá dos compuertas de  $2.40\text{m} \times 1.80 \text{ m}$  compuesta por plancha y perfil metálico estructural A-36 de  $3/8"$  de espesor.
12. Según el análisis de agua del río Cañete, es apta, previa sedimentación y purga de sólidos, para su empleo en las obras de concreto con cemento Pórtland.
13. Las consideraciones constructivas del barraje fijo asegura mayor durabilidad de la estructura, es así que se ha considerado sistema de drenaje de aguas en la etapa de operación de la presa derivadora: una galería de infiltración del barraje fijo (evitando empuje vertical del agua); lloradores que descansa en la cara inferior de la poza disipadora, Relleno o cama de material permeable según se muestra en el plano A-3.
14. Asimismo, se ha considerado una capa de 7.5cm de concreto de alta resistencia a la abrasión  $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ , en toda la superficie superior en contacto con las aguas del río Cañete en la presa derivadora.
15. El análisis estructural evaluado en el capítulo 7, nos asegura valores adecuados para considerar que la estructura está debidamente diseñada

ante las fallas de empuje del agua, empuje de sólidos, Subpresión; obteniendo valores de estabilidad, FSV=4.3 y FSD=2.97.

## RECOMENDACIONES

1. Ampliar y efectuar los estudios geotécnicos en la zona de implantación de la bocatoma Pampa Clarita a fin de obtener los parámetros mecánicos del terreno subyacente y desarrollar la ingeniería de cálculo estructural de la cimentación.
2. Ejecutar los trabajos topográficos de campo abarcando 1Km aguas arriba y aguas abajo del eje del barraje fijo, así presentar el perfil longitudinal del Río Cañete, y los cortes transversales del mismo.
3. Es conveniente investigar las concesiones de agua del Río Cañete en la zona proyectada, así como tener en cuenta el proyecto del El Platanal, a fin de asegurar el caudal de captación de  $1\text{m}^3/\text{s}$
4. Evaluar el potencial agrícola o industrial a desarrollarse en Pampa Clarita a fin de establecer y elevar la importancia del proyecto de Saneamiento..
5. Realizar el análisis de máximas avenidas con datos actualizados que pueden obtenerse de SENAMHI.
6. Realizar los estudios hidrogeología ya que se ha mostrado en este informe, la surgencia y prefactibilidad de la explotación de aguas subterráneas.
7. Revisar el presente informe considerando que se ha incidido, básicamente en la etapa de diseño del proyecto con algunos aportes constructivos y presupuesto de la estructura proyectada.

## BIBLIOGRAFÍA

Arocha Ravelo Simon, **Abastecimientos de Agua Teoría y Diseño**, Ediciones Vega s.r.l. Primera Edición, Caracas-Venezuela 1978

Coaquira Apaza Roger, Tesis: **Diseño de la Bocatoma Cabanilla con Gaviones - Sistema Integral Lagunillas**, Universidad Nacional de Ingeniería - FIC, Lima - Perú 1998

Enviromental Resources Management Pluspetrol Perú Corporation, **Capítulo 3 Pampa Clarita - Estudio Básicos**, Información Web, Lima-Perú 2002

FIC - Opto. Hidráulica, **Estudio de Factibilidad General Hidroeléctrica El Platanal**, Universidad Nacional de Ingeniería - FIC, Lima-Perú - 1984

Golder Associates Perú S.A. - Hunt Oil Corporation, **Estudios Básicos de Pampa Clarita**, Información Web, Lima-Perú Junio del 2002

Heras Rodríguez Rafael, **Normas de Cálculo de Máximas Crecidas. Curso de avenidas**, Universidad Nacional de Ingeniería - FIC, Lima-Perú - 1984

IMEFEN - CISMID Instituto para la Mitigación de los efectos del Fenómeno El Niño, **Diseño de Revestimientos con Enrocados**, Universidad Nacional de Ingeniería, primera edición Lima-Perú 2001

Luque Luque, Javier, **Diseño de Estructuras de Captación**, Departamento de Recursos de Agua y Tierra - Universidad Nacional Agraria La Molina, primera edición, Lima - Perú 1999

Mejía M. Abel, **Análisis de Máximas Avenidas**, Universidad Nacional Agraria La Molina, Publidrat primera edición, Lima-Perú 1999

Noa Yarasca Efraín, Ochoa Janampapa Mario, **Comparación de Métodos de Estimación de Parámetros, Basado en el Método de Momentos, para la**

**Distribución LOG Pearson tipo 3**, Universidad Nacional de Ingeniería - FIC, Lima-Perú - 1984

Rocha Felices Arturo, **La Bocatoma, Estructura clave en un Proyecto de Aprovechamiento Hidráulico**, Revista Ingeniería Civil - Facultad de Ingeniería Civil de la UNI, Año 01-Edición N° 2, Lima-Perú 2003

Salazar Zevallos Miguel, Tesis: **Diseño de la Bocatoma y Canal de Conducción Tolon**, Universidad Nacional de Ingeniería - FIC, Lima-Perú 1998

Tanaka Lazo Augusto, Tesis: **Ampliación y Mejoramiento del Servicio de Agua Potable del Pueblo Joven La Libertad**, Universidad Nacional de Ingeniería - FIC, Lima - Perú 1984

Vierendel, **Abastecimiento de Agua y Alcantarillado**, Universidad nacional de Ingeniería, Cuarta Edición Septiembre 1993, Lima-Perú.

Walsh - TGP, **Estudio de análisis del régimen y distribución de los ríos y quebradas que cruzan el gasoducto en el tramo Chincha-Chilca**, Información Web, Lima-Perú 2002.

# ANEXOS

**Anexo 1: DESCARGA HISTÓRICAS MÁXIMAS DIARIAS M3/S**

FUENTE: PROYECTO EL PLATANAL

ESTACIÓN SOCSI - IMPERIAL

1924	1925	E;	o t. J NCOY..	t'	FEA	MAY	AG.O
1924	1925			*	*		
1925	1926	*		230.0	455.0	200.0	350.0
1926	1927	11.0	12.0	42.0	58.0	95.0	95.0
1927	1928	*	*	*	*	59.0	125.0
1928	1929	13.5	18.5	19.0	34.0	107.0	145.4
1929	1930	13.1	20.0	28.0	58.0	253.0	198.4
1930	1931	12.5	14.9	65.4	22.5	89.4	145.0
1931	1932	12.5	13.4	16.5	96.0	218.0	*
1932	1933	10.0	14.0	30.0	80.0	133.0	141.0
1933	1934	12.0	13.0	13.0	73.0	170.0	206.0
1934	1935	13.0	20.0	21.0	18.4	146.0	132.5
1935	1936	13.5	15.0	18.7	139.0	265.0	200.0
1936	1937	11.8	40.0	19.5	29.8	136.1	157.0
1937	1938	9.8	13.1	35.1	131.7	223.6	401.4
1938	1939	11.1	10.1	12.1	32.3	91.4	138.3
1939	1940	10.3	10.5	15.3	69.0	141.3	101.1

FUENTE: PROYECTO HIDROELECTRICO EL PLATANAL

## ANEXO 1: DESCARGA HISTORICAS MÁXIMAS DIARIAS M3/S

FUENTE: PROYECTO EL PLATANAL

ESTACIÓN SOCSI - IMPERIAL

0	SEP.	Oct	NOV	ENE	FE	MAR	Asii	4r,	JUN	JUL	Ago		
1940	1941	JU	12.0	23.7	20.4	185.0	229.9	301.1	33.6	23.8	20.1	11	9.3
1941	1942	9.3	14.4	14.7	173.5	208.6	319.2	230.3	82.9	60.8	25.5	16.6	13.2
1942	1943	11.4	10.8	12.7	45.1	194.2	324.1	247.1	270.1	43.5	20.7	14.1	11.9
1943	1944	11.8	14.6	17.2	148.3	265.7	346.4	396.6	112.6	46.3	22.9	18.6	14.1
1944	1945	12.3	11.1	12.1	29.2	212.7	254.1	350.0	210.0	34.0	18.0	13.2	11.3
1945	1946	9.5	11.0	35.6	130.0	318.0	313.0	354.0	236.0	69.3	27.0	19.5	14.9
1946	1947	13.2	20.0	65.0	158.0	166.5	202.6	353.0	88.0	51.7	28.0	16	12.4
1947	1948	10.8	16.0	13.4	59.4	223.6	238.0	279.0	156.3	80.5	37.8	19	13.2
1948	1949	10.6	74.0	48.8	24.0	89.6	195.0	198.0	144.4	48.6	23.1	13.7	11.6
1949	1950	10.1	13.7	39.7	24.6	123.0	244.7	140.2	129.7	58.8	18.7	13.9	11
1950	1951	8.7	11.6	18.4	152.8	240.9	424.0	485.0	263.7	44.0	26.0	16	13.7
1951	1952	12.0	16.2	110.1	203.0	344.0	338.0	360.0	190.2	33.0	17.0	16.1	14
1952	1953	14.7	13.3	35.0	56.0	232.0	555.0	340.0	95.0	33.4	19.0	18	13.5
1953	1954	12.5	27.0	120.0	102.0	367.0	422.0	657.0	102.5	49.0	25.6	19.2	13.9
1954	1955	11.8	18.3	130.0	72.0	496.0	700.0	674.0	337.0	46.0	32.0	19	14
1955	1956	11.6	20.0	12.5	32.0	115.0	470.0	233.0	125.9	51.9	34.3	16.9	11
1956	1957	8.9	8.9	9.2	12.8	107.6	228.3	194.9	110.0	73.8	17.5	12.5	8.5
1957	1958	7.4	8.5	11.1	22.1	73.7	120.4	270.4	75.4	33.7	13.2	10.9	8.3

FUENTE: PROYECTO HIDROELECTRICO EL PLATANAL

**Anexo 1: DESCARGA HISTORICAS MAXIMAS DIARIAS M3/S**

**FUENTE: PROYECTO EL PLATANAL**

**ESTACIÓN SOCSI - IMPERIAL**

1959	1960	7.8	16.4	NOV	DIC	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	
1959	1960	7.8	16.4	14.2	129.6	488.8	478.7	85.3	26.7	22.6	13.8	9.8	7.9
1960	1961	7.5	10.4	13.6	14.6	130.6	325.6	597.6	516.2	53.3	31.1	13	10
1961	1962	8.5	8.0	76.6	192.7	230.3	397.9	566.2	92.8	26.4	15.6	14.2	12.3
1962	1963	10.4	10.4	10.2	21.3	242.4	169.8	147.4	114.6	44.4	29.8	19.8	12.4
1963	1964	11.3	11.6	82.9	177.8	66.4	153.1	143.6	135.2	82.2	29.2	19.9	10.8
1964	1965	10.4	9.2	14.2	33.5	135.0	410.0	250.0	140.0	42.8	28.4	14	9.5
1965	1966	8.3	8.4	10.7	76.1	112.1	156.4	280.0	53.1	26.1	14.3	11.5	10.8
1966	1967	8.9	59.6	54.4	166.4	129.1	319.9	314.4	101.9	52.6	32.3	22.2	17.9
1967	1968	15.1	29.3	18.8	25.5	108.3	116.5	198.5	63.9	24.2	16.7	13.3	9.9
1968	1969	12.6	16.7	48.3	74.6	50.5	90.4	139.0	75.1	31.4	16.1	14	10.5
1969	1970	8.0	39.5	25.5	316.0	408.0	246.0	217.0	39.5	32.7	*	*	*
1970	1971	*	15.7	16.3	59.5	230.0	430.0	*	*	37.4	16.8	17.3	16.8
1971	1972	15.1	13.4	9.2	181.5	312.2	480.3	900.0	505.0	78.5	27.0	13	12.7
1972	1973	*	*	*	144.7	*	484.2	450.1	324.8	112.5	33.4	16.5	12.5
1973	1974	12.8	21.1	37.8	186.9	in.o	326.o	251.o	81.3	32.4	24.1	20.1	17.6
1974	1975	16.9	16.6	18.3	18.3	n.5	202.0	298.o	113.o	56.7	32.2	18.3	12.0
1975	1976	10.7	14.1	50.0	90.4	184.0	332.0	247.0	116.0	42.5	27.9	21.4	15.4
1976	1977	17.7	15.0	15.0	30.6	66.0	249.0	167.0	70.9	36.8	20.4	16.0	14.7
1977	1978	14.2	14.2	73.0	49.6	173.0	216.0	82.8	70.8	36.5	21.6	16.8	15.4
1978	1979	13.9	23.3	75.8	132.8	80.8	177.3	182.8	91.6	29.8	17.6	17.7	12.7

AÑO		SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
1979	1980	11.7	11.7	13.7	16.2	100.1	54.3	84.5	93.8	26.1	15.3	14.3	12.5
1980	1981	10.5	49.8	55.8	68.1	119.5	257.1	256.6	209.8	30.0	21.7	19.6	14.9
1981	1982	12.6	24.5	44.2	88.5	94.4	120.0	90.2	88.1	39.0	22.5	15.5	15.0
1982	1983	9.6	73.0	172.0	113.8	189.0	60.2	147.0	228.0	48.0	28.4	18.3	16.0

**FUENTE: PROYECTO HIDROELECTRICO EL PLATANAL**

## ANEXO 2

### COEFICIENTE DE RUGOSIDAD $n$ A UTILIZAR EN LA FÓRMULA DE MANNING

	Coeficiente de Manning
Cunetas y canales sin revestir	
tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0,020 - 0,025
En tierra ordinaria, superficie irregular	0,025 - 0,035
En tierra con ligera vegetación	0,035 - 0,045
En tierra con vegetación espesa	0,040 - 0,050
En tierra excavada mecánicamente	0,028 - 0,033
En roca, superficie uniforme y lisa	0,030 - 0,035
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0,035 - 0,045
Cunetas y canales revestidos	
Hormigón	0,013 - 0,017
Hormigón revestido con gunita	0,016 - 0,022
Encachado	0,020 - 0,030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0,017 - 0,020
Paredes encachadas, fondo de grava	0,023 - 0,033
Revestimiento bituminoso	0,013 - 0,016
Corrientes Naturales	
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lamina de agua suficiente	0,027 - 0,033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lamina de agua suficiente, algo de vegetación	0,033 - 0,040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia	0,050

Lentas, con embalses profundos y canales ramificados	0,060 - 0,080
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados, vegetación densa	0,100 - 0,200 <sup>1</sup>
Rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña	0,050 - 0,080
Areas de inundación adyacentes al canal ordinario	0,030 - 0,200 <sup>1</sup>

FUENTE: DE S.M. WOODWARD AND C. J POSEY "HYDRAULICS OF STEADY FLOW IN OPEN CHANNELS". - PAGINA WEB AÑO 2006

## ANEXO 3

### PRESUPUESTO ESTIMADO DE OBRA

**Proyecto** BOCATOMA PAMPA CLARITA

**FECHA** ABRIL, 2007

**Cliente** PROYECTO SANEAMIENTO PAMPA CLARITA

**Lugar:** Dist. San Vicente de Cañete; Prov. Cañete; Opto Lima

Mem	Descripción	Und.	Mtad@	Pr_cio	Pa,leal	Subtotal \$
<b>01.00.00</b>	<b><u>TRABAJOS PROVISIONALES</u></b>					
01.01.00	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	GLB	100	20,000.00	20,000.00	
01.02.00	APERTURA DE CAMINOS DE ACCESO	KM	2200	700.00	15,400.00	
01.03.00	MANTENIMIENTOS DE CAMINOS DE ACCESO	KM	2200	750.00	16,500.00	51,900.00
<b>01.00.00</b>	<b><u>TRABAJOS PRELIMINARES</u></b>					
01.01.00	NTVELACION TOPOGRAFICA DURANTE LA OBRA	M2	3,000.00	0.85	2,550.00	
01.02.00	INSTALACION DE FACILIDADES	GLB	100	10,000.00	10,000.00	
01.03.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS, MAT Y HERR.	TN	4000	350.00	14,000.00	26,550.00
<b>02.00.00</b>	<b><u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u></b>					
02.01.00	DESVIO DEL RÍO	GLB	100	35,000.00	35,000.00	
02.02.00	EXCAVACION EN CONGLOMERADO B/AGUA	M3	17,520.00	4.50	78,840.00	
02.03.00	EXTRACCION Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA	M3	4,300.00	6.50	27,950.00	
02.04.00	EXTRACCION Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE ROCA	M3	2,000.00	8.00	16,000.00	
02.05.00	CORTE DE TERRENO MAT ROCOSO.	M3	1,200.00	8.50	10,200.00	
02.06.00	CORTE DE TERRENO MAT. SUELTO	M3	970.00	3.20	3,104.00	
02.07.00	RELLENO COMPACTADO MAT. DE PRESTAMO	M3	2,880.00	12.00	34,560.00	
02.08.00	RELLENO COMPACTADO MATERIAL PROPIO	M3	2,000.00	5.00	10,000.00	
02.09.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A 4 KM	M3	10,000.00	2.50	25,000.00	
02.10.00	COLOC. ACOMODO DE ENRROCADO	M2	800.00	4.00	3,200.00	243,854.00
<b>03.00.00</b>	<b><u>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</u></b>					
03.01.00	C.C fc = 140 KG/CM2 + 70% P.C.	M3	720.00	5.00	36,000.00	
03.02.00	C.S fc = 175 KG/CM2	M3	900.00	6.00	54,000.00	

Item	Descripción	Und.	Mebiado	Pileo	Parcial	Swbtotol \$
03.03.00	C.S fe = 210 KG/CM2	M3	31000	7500	23,250.00	
03.04.00	SOLADO E 7'	M3	1500	7000	1,050.00	114,300.00
<b>04.00.00</b>	<b><u>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</u></b>					
<b>04.01.00</b>	<b><u>MURO DE ENCAUZAMIENTO</u></b>					
04.01.01	CONCRETO EN MURO F'C= 210KG/CM2	M3	6500	7500	4,875.00	
04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MURO DE SOSTENIMIENTO	M2	35000	800	2,800.00	
04.01.03	ACERO GRADO 60 EN MURO DE SOSTENIMIENTO	KG	1,500.00	102	1,530.00	9,205.00
<b>04.02.00</b>	<b><u>MURO DERECHA</u></b>					
04.02.01	CONCRETO EN MURO	M3	11500	7500	8,625.00	
04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	31000	800	2,480.00	
04.02.03	ACERO GRADO 60 EN MURO DE SOSTENIMIENTO	KG	1,100.00	102	1,122.00	12,227.00
<b>04.03.00</b>	<b><u>BARRAJE FIJO</u></b>					
04.03.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	18000	7500	13,500.00	
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	19500	800	1,560.00	
04.03.03	ACERO GRADO 60	KG	3,200.00	102	3,264.00	18,324.00
<b>05.00.00</b>	<b><u>POZA DISIPADORA</u></b>					
05.01.00	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3	72000	7500	54,000.00	
05.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	3000	700	2,100.00	
05.03.00	ACERO GRADO 60	KG	1,425.00	102	1,453.50	55,663.50
<b>06.00.00</b>	<b><u>REVOQUES Y ENLUCIDOS</u></b>					
06.01.00	REVOQUE DE PRESA DERIVADORA. CONCRE. IMPERM.	M2	1,600.00	1100	17,600.00	
06.02.00	TARRAJEO EN EXTERIORES, MORTERO 1:5	M2	41000	350	1,435.00	19,035.00
<b>07.00.00</b>	<b><u>COMPUERTAS METALICAS</u></b>					
07.01.00	COMPUERTA METALICA DESLIZANTE DE 240 X 180	UNO	200	4,800.00	9,600.00	
07.02.00	ACCESORIOS DE COMPUERTAS	GLB	100	2,400.00	2,400.00	
07.03.00	VENTANA DE CAPTACIÓN 0 3/7" @10 CM	GLB	100	1,200.00	1,200.00	13,200.00
<b>08.00.00</b>	<b><u>VARIOS</u></b>					
08.01.00	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN IMPERMEABLE	ML	31000	1650	5,115.00	5,115.00

Itero	Descripción	Und.	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal \$
09.00.00	<b>DOSSIER DE CALIDAD</b>					
09.01.00	ELABORACION DEL DOSSIER DE CALIDAD DE LA OBRA	GLB	100	4,000.00	4,000.00	4,000.00

1	<b>COSTO DIRECTO</b>			<b>US\$</b>		<b>573,373.50</b>
2	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES ( 12%)			<b>US\$</b>		<b>68,804.82</b>
3	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES ( 8 %)			<b>US\$</b>		<b>45,869.88</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO (DOLARES AMERICANOS)</b>			<b>US\$</b>		<b>688,048.20</b>

**Presupuesto Estimado en dólares americanos a fecha de abril del 2007**

**ANEX04**

**ALCANCES DE LAS  
ESPECIFICACIONES  
TÉCNICAS**

### **Desvió de Río**

Consiste en la excavación y canalización del río por los márgenes adyacentes a la zona de construcción de la Bocatoma, la que provisionalmente quedará hasta finalizar la obra, donde se repondrá a su estado original.

La medición se hará en M3.

### **Excavación en conglomerado bajo agua**

Consiste en la excavación y corte de material clasificado como bolonería, gravas, arenas y algunos finos, generalmente es material suelto, para la cimentación y cuerpo de las estructuras.

SE procederá a excavar luego de realizar el levantamiento topográfico de terreno natural secciones transversales, ejes y líneas a cortar.

Para la ejecución de esta partida se empleara un tractor, retroexcavadora o cargador sobre orugas tal que garantice la estabilidad de los taludes, pendientes, anchos y profundidades de la excavación y cualquier: sobre excavación será rellenada con concreto  $f'c= 100 \text{ Kg/cm}^2$  o arcilla según sea el caso.

### **Extracción Y Transporte De Material De Cantera**

Esta partida consiste en la excavación y apilado de material de canteras clasificados como agregado para concretos y material impermeable, obteniendo volúmenes de acuerdo a los requerimientos de la obra, para el que se utilizara maquinaria pesada como tractor de oruga o cargador frontal

### **Extracción y Transporte de Material en Roca**

Esta partida consiste en la extracción, desquinche, apilado y transporte de material rocoso de diámetros mayores a DN 40 cm., para ser utilizado como material de protección en el lecho y taludes de dique.

#### **Extracción en Roca Fija con Explosivos**

Cuando es roca fija se puede utilizar explosivos, con los métodos acorde a las leyes y normas peruanas relativas al almacenaje, transporte y utilización de explosivos

En obra se deberá tomar las medidas necesarias para no perjudicar la vida, o los bienes de terceras personas como también la seguridad de las obras.

### **Extracción en roca fija sin explosivos**

Comprende la acumulación de elementos rocosos hasta el lugar de carguio cuyas dimensiones serán entre 0.40 y 1.50 m debiendo ser las piedras resistente a la abrasión.

### **Relleno Compactado Con Material Propio**

Son rellenos detrás de los espaldones de los muros de contención canal de derivación o cualquier otra estructura similar, en donde después de efectuada la respectiva excavación o para la comodidad del encofrado y desencofrado, requieran rellenos hasta llegar a la altura indicada en los planos o cuando las cotas del terreno son inferiores a ellas.

### **Relleno Compactado Con Material Impermeable**

Serán rellenos en los lugares que se indique en los planos, como un elemento impermeable, estos estarán constituidos por limos arcillosos, o designados como CI y SC en el sistema de Clasificación SUCS y que cumplan con los siguientes requisitos.

Limite liquido  $25 < LL < 40$

Índice de Plasticidad  $5 < IP < 15$

Permeabilidad  $< 10^{-5}$  cm/s

Materia orgánica  $< 0.01$  %

### **Colocación Y Acomodo De Enrocado De Protección Mínima D= 0.75 M**

Los enrocados son utilizados en los diques de protección de encauzamiento, colchón de disipación de la bocatoma, otras protecciones y obras de arte en general, de la acción erosiva del agua.

Los enrocados, son fragmentos de roca cuyos tamaños son variables entre 0.40 y 1.50 m o de acuerdo a las necesidades de protección. El material que se utilice para enrocado, deberá consistir de granos sólidos y no deleznable o fragmentos rocosos resistentes a la abrasión de grado A según se determina por el ensayo de los Ángeles, es decir con menos del 35% de pérdida de peso después de 500 revoluciones

La colocación del enrocado, e efectuará por descarga directa del volquete y eventualmente se desplazara con maquinaria al sitio de colocación. El acomodo

para lograr la superficie final del enrocado, se efectuar cuando sea necesario manualmente, de manera que la superficie final del mismo, cumpla con los niveles indicados en los planos de diseño.

## **OBRAS DE CONCRETO**

Se aplicara para las siguientes partidas Utilizadas

Concreto Ciclópeo  $f'c= 140 \text{ Kg/cm}^2 + 70\% \text{ PG}$

Concreto Simple  $f'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$

Concreto Simple  $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$

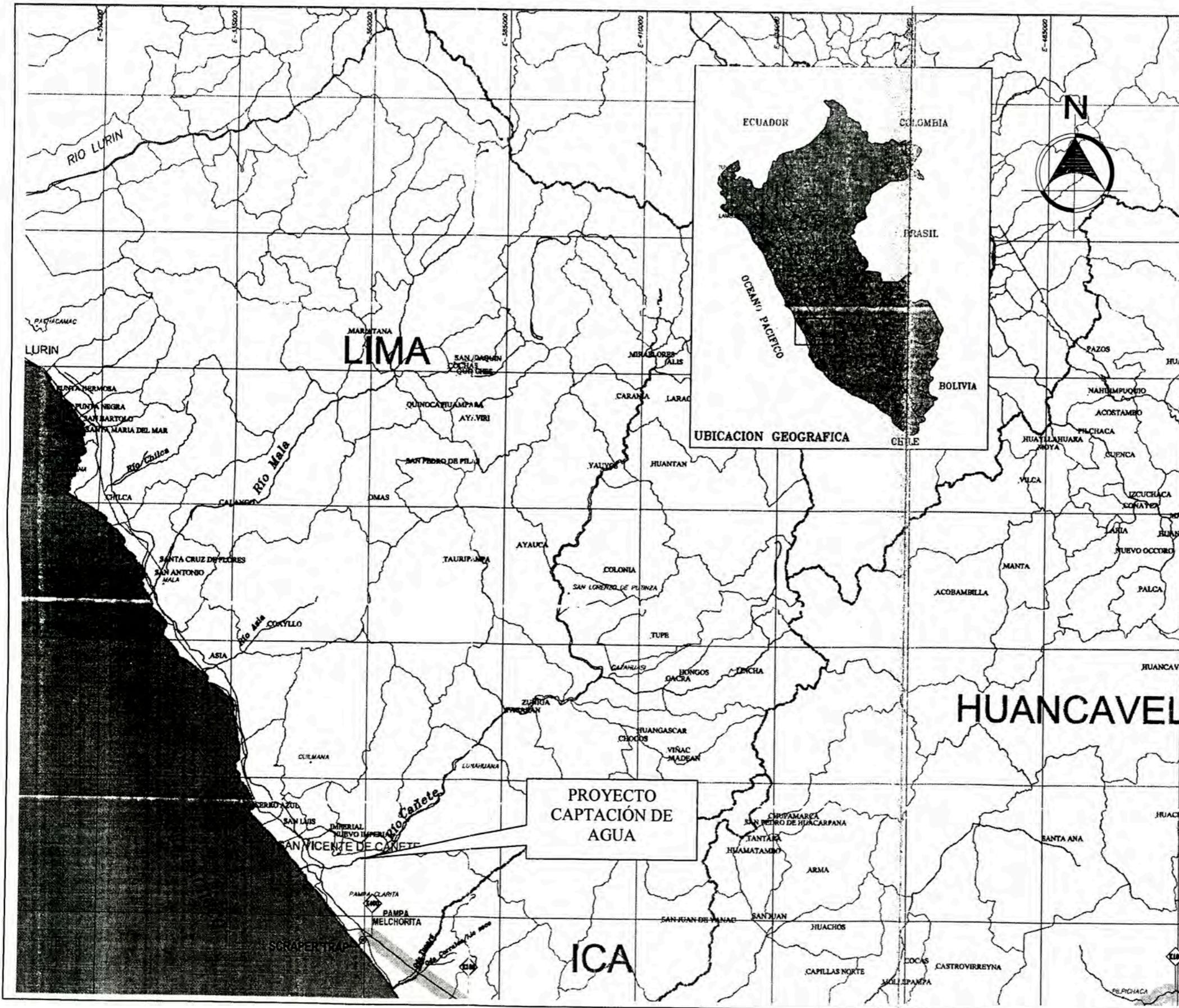
Comprende el suministro de la mano de obra, materiales y equipos para la ejecución de los trabajos necesarios para la preparación, transporte Vaciado y curado de las diferentes clases de concreto, así como para la preparación y el acabado de las superficies de concreto de acuerdo a lo indicado en los planos.

El concreto se compondrá de Cemento Pórtland Tipo 1, agregado fino y agregado grueso mezclados a la dosificación adecuada. El cemento deberá cumplir con la norma ASTM C-150 y los agregados con las normas ASTM C-330 y **ASTM C-33**.

# ANEXOS

# PLANOS





**PROYECTO:**  
Formulación y Diseño del Proyecto de Saneamiento UNIPAMPA ZONA 10

**ESPECIALIDAD:**  
Estudio, Evaluación y diseño del sistema de captación de agua

**UBICACIÓN**  
Departamento: LIMA  
Provincia: CAÑETE  
Distrito: SAN VICENTE DE CAÑETE  
Zona: PAMPA CLARITA

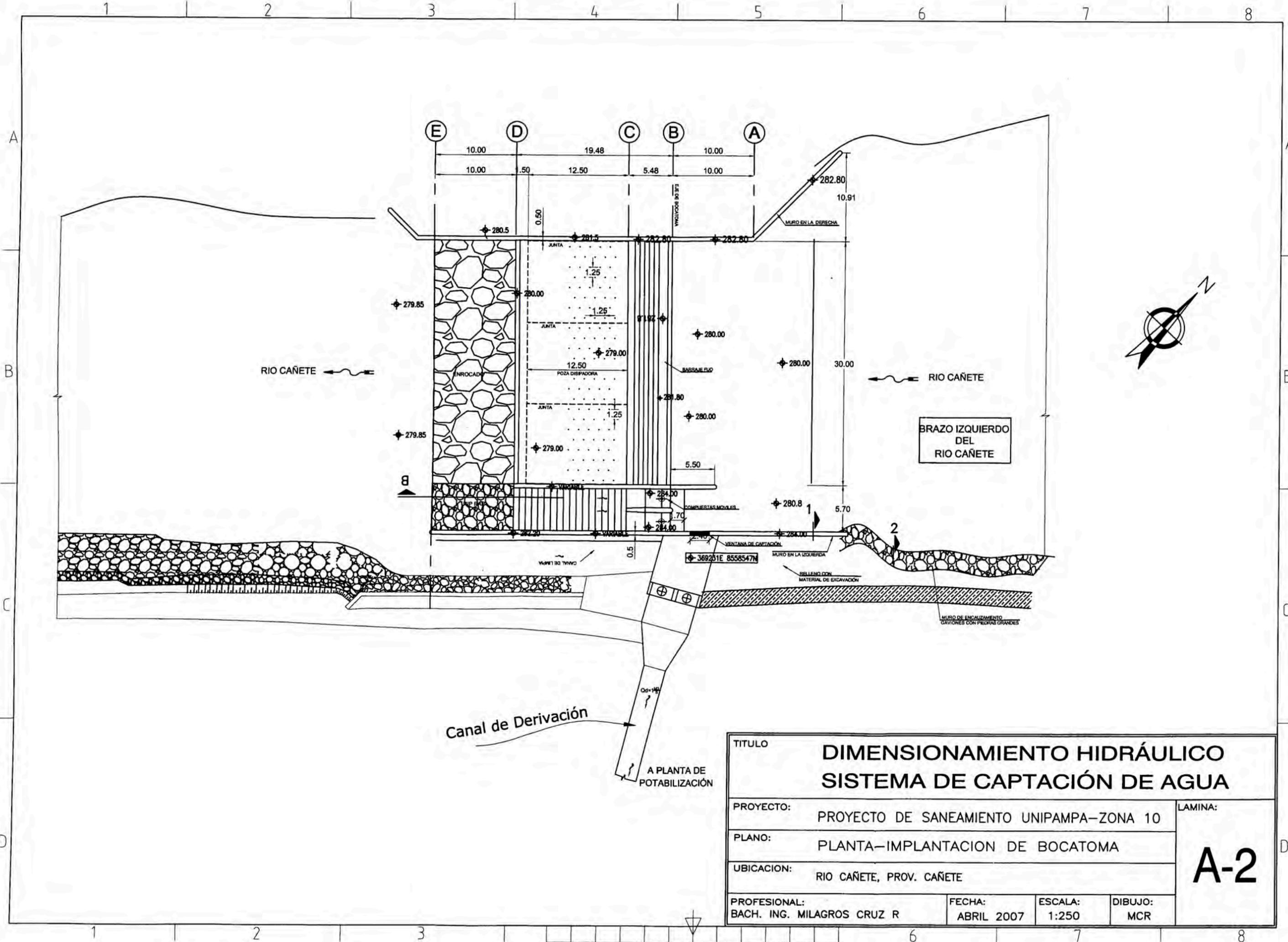
**PLANO**  
UBICACIÓN DE LA TOMA DE AGUA PARA EL PROYECTO DESANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 10

**FECHA**  
MAYO DEL 2007

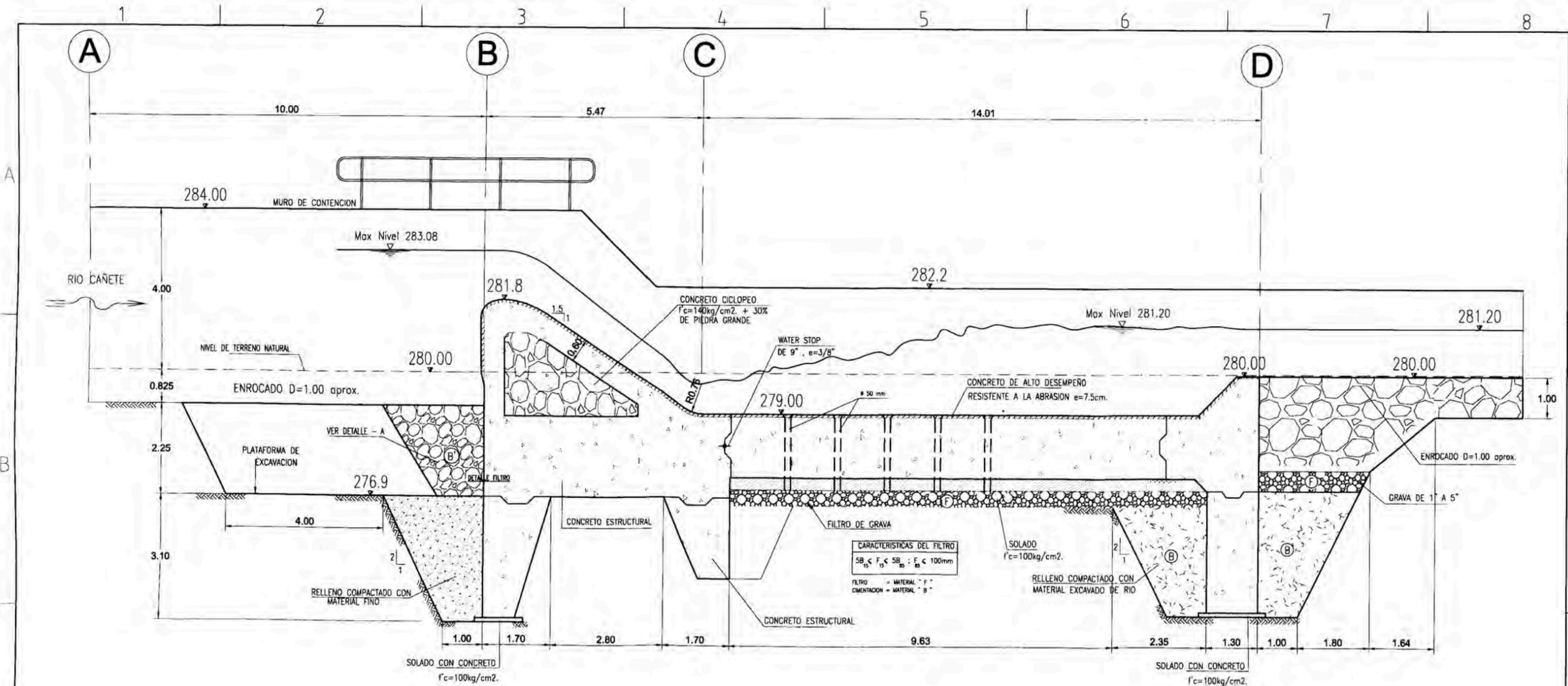
**ELABORADO POR:**  
Bach. Ing. Civil Milagros Cruz Rojas  
**ESCALA:** S/E

**PLANO:**

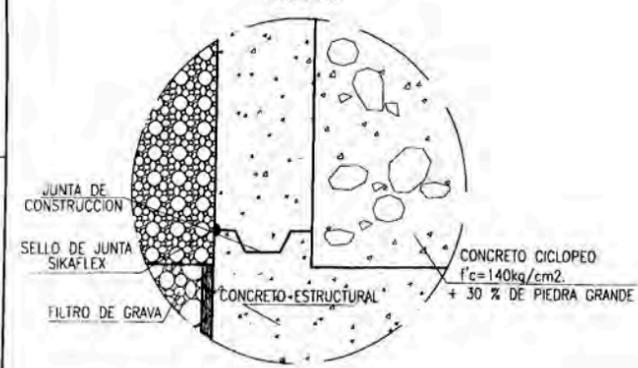
**A-1**



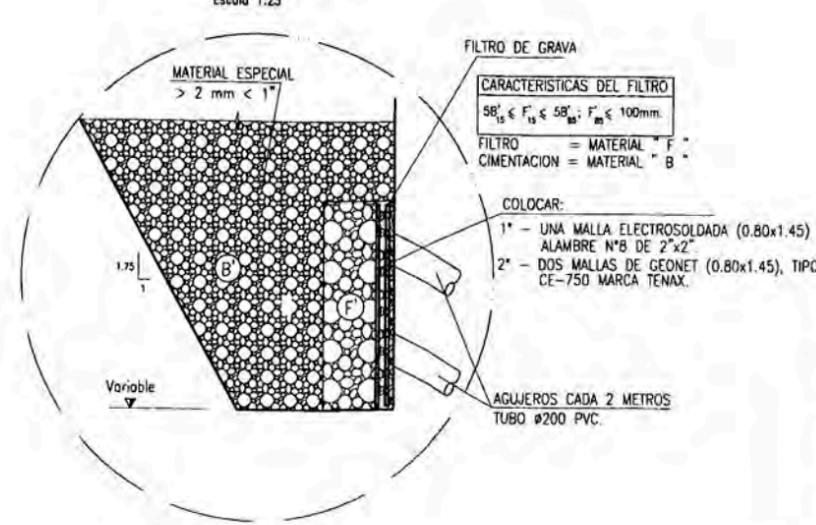
TITULO		<b>DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA</b>	
PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA-ZONA 10	LAMINA:	
PLANO:	PLANTA-IMPLANTACION DE BOCATOMA	<b>A-2</b>	
UBICACION:	RIO CAÑETE, PROV. CAÑETE		
PROFESIONAL:	BACH. ING. MILAGROS CRUZ R	FECHA:	ABRIL 2007
		ESCALA:	1:250
		DIBUJO:	MCR



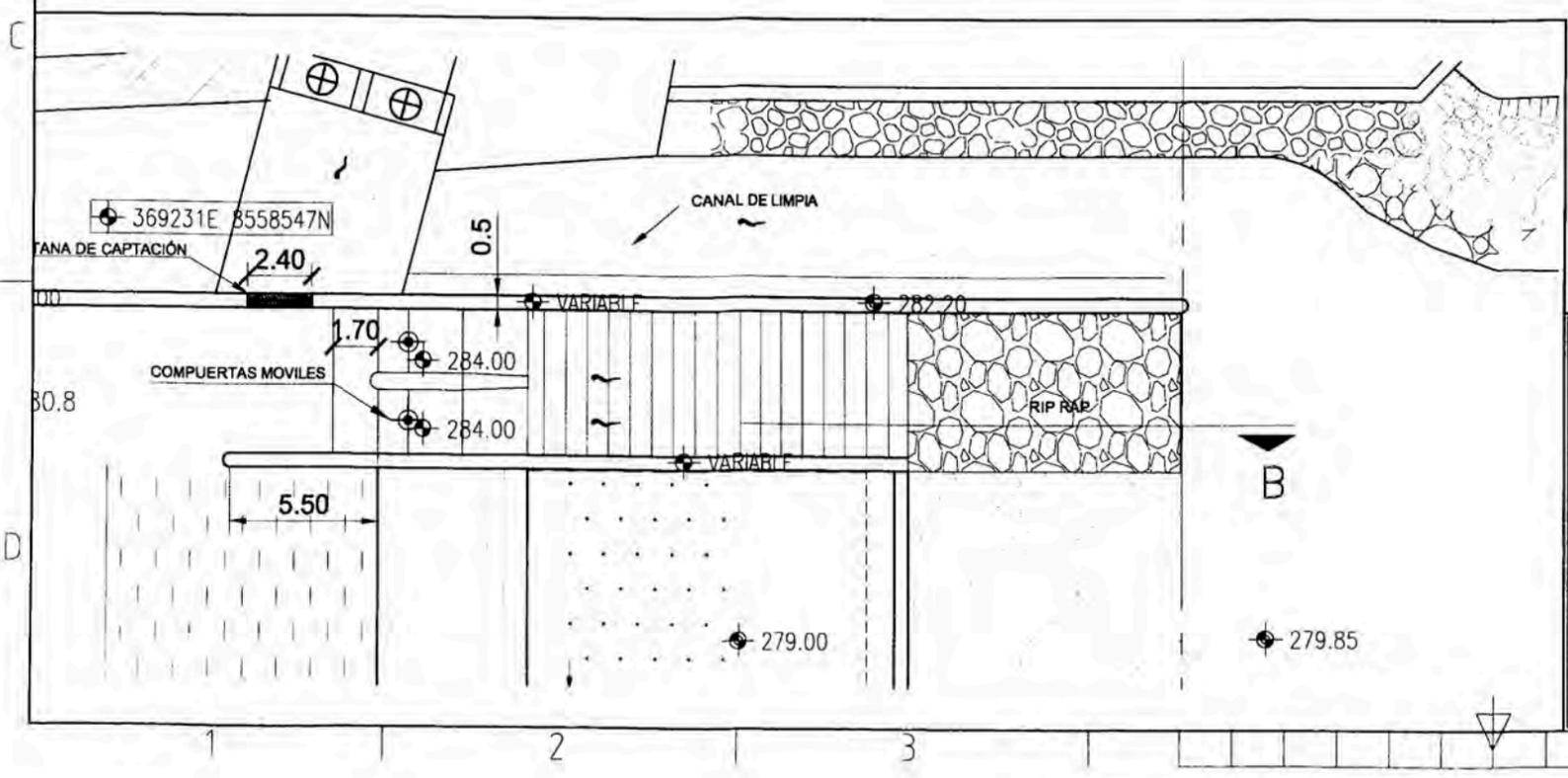
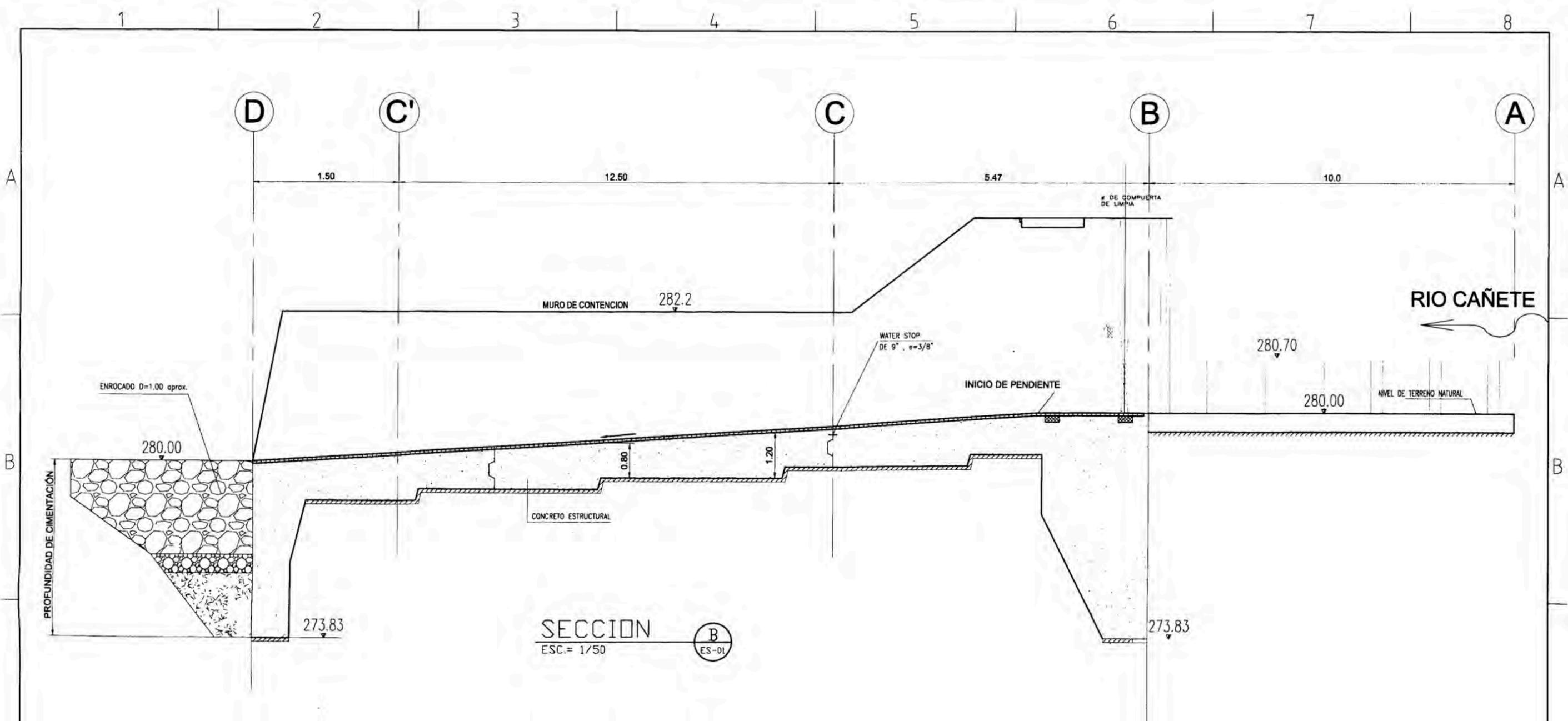
**DETALLE A**  
Escala 1:20



**DETALLE FILTRO**  
Escala 1:25

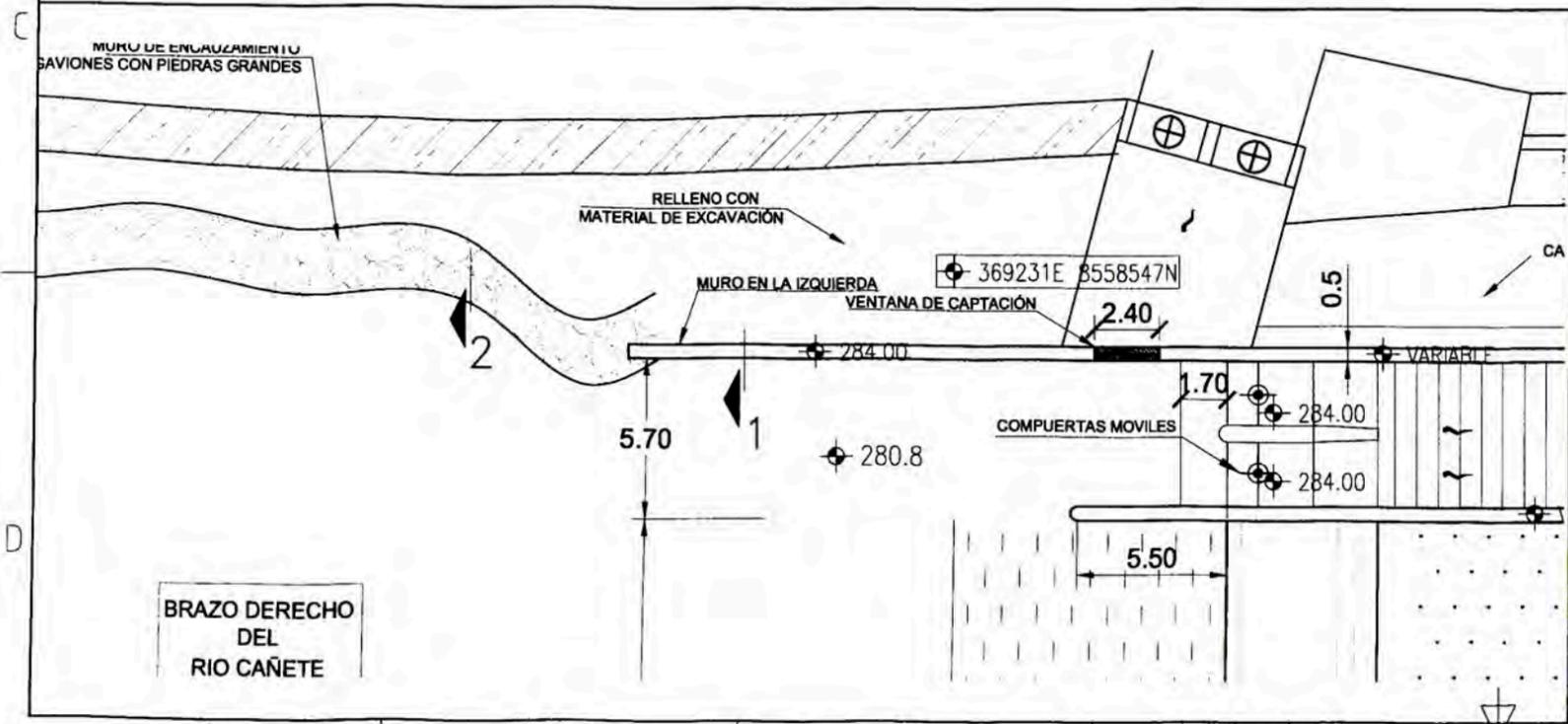
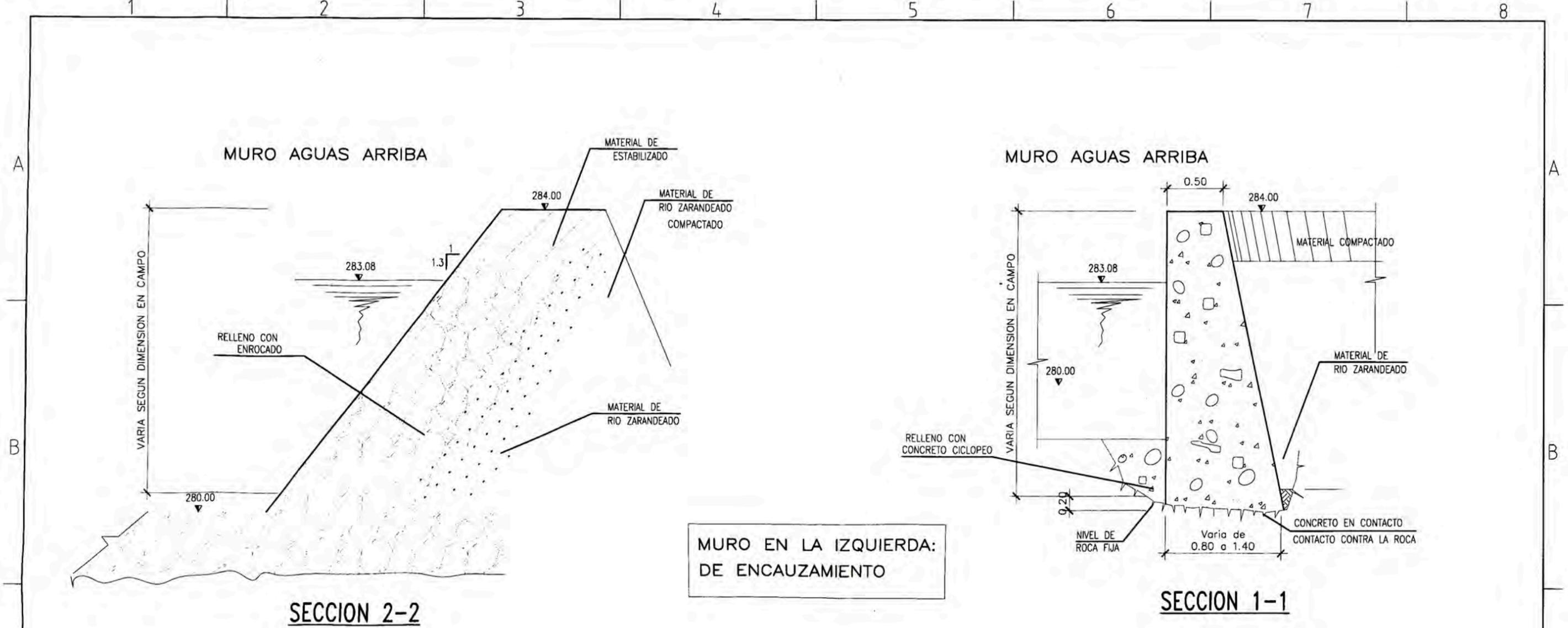


TITULO		<b>DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA</b>	
PROYECTO:	PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA-ZONA 10	LAMINA:	
PLANO:	SECCION BOCATOMA	<b>A-3</b>	
UBICACION:	RIO CAÑETE, PROV. CAÑETE		
PROFESIONAL:	BACH. ING. MILAGROS CRUZ R	FECHA:	ABRIL 2007
		ESCALA:	INDICADA
		DIBUJO:	MCR



<b>DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA</b>			
PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA-ZONA 10			
SECCIÓN SALIDA DE COMPUERTA DE LIMPIA			
RIO CAÑETE, PROV. CAÑETE			
BACH. ING. MILAGROS CRUZ R	ABRIL 2007	INDICADA	MCR

A-4



<b>DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA</b>			
PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA-ZONA 10			ASMPA
SECCION MURO DE ENCAUZAMIENTO			<b>A-5</b>
RIO CAÑETE, PROV. CAÑETE			
BACH. ING. MILAGROS CRUZ R	ABRIL 2007	INDICADA	MCR