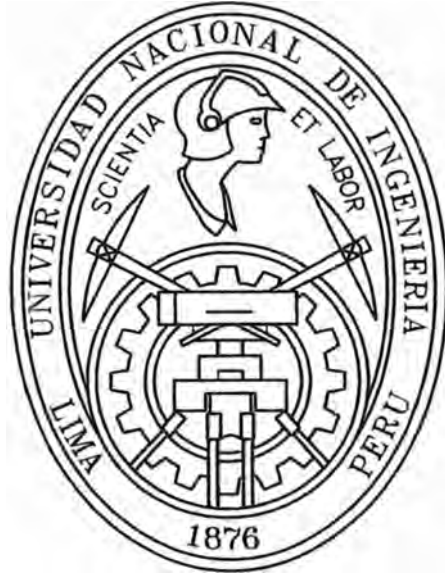


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION  
CAPTACION, PRETRATAMIENTO Y SISTEMA DE  
CONDUCCION**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**CESAR ROMULO ZAMBRANO VARGAS**

**Lima- Perú**

**2008**

**Dedicatoria**

A mi madre, a quien debo esta hermosa carrera. A mi esposa e hijos, por su cariño y comprensión, en el desarrollo de este trabajo.

## INDICE

LISTA DE TABLAS	
LISTA DE CUADROS	
LISTA DE FIGURAS	
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
CAPITULO I ASPECTOS GENERALES	8
1.1 Antecedentes	8
1.2 Objetivos	8
1.3 Ubicación	9
1.4 Información Básica Preliminar	9
CAPITULO II CAPTACION SUPERFICIAL	14
2.1 Características Generales de Captaciones Superficiales	14
2.2 Evaluación de la captación existente	25
2.3 Datos Básicos y Parámetros de Diseño	27
2.4 Diseño de nueva captación superficial	28
2.5 Operación y Mantenimiento	31
CAPITULO III PRETRATAMIENTO	34
3.1 Características Generales de Sistemas de Pretratamiento	34
3.2 Evaluación del Sistema de Pretratamiento existente	41
3.3 Datos Básicos y Parámetros de Diseño	43
3.4 Diseño del Sistema de Pretratamiento	44
3.5 Operación y Mantenimiento	46
CAPITULO IV SISTEMA DE CONDUCCION	52
4.1 Características Generales de los Sistemas de Conducción	52
4.2 Evaluación de Sistema de Conducción existente	59
4.3 Datos Básicos y Parámetros de Diseño	61
4.4 Diseño de Sistema de Conducción	62
4.5 Mantenimiento	67

<b>CAPITULO V COSTOS Y PRESUPUESTOS DE LAS NUEVAS OBRAS DE MEJORAMIENTO</b>	<b>69</b>
5.1 Costos y Presupuestos	69
5.2 Cronograma de Obra	69
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>74</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>74</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS:</b>	
Anexo 1. Cuadro de Aforos en Acequia y Canal de Derivación	
Anexo 2. Cálculo de Población Futura para la UNE	
Anexo 3. Tabla de Densidad y Viscosidad del Agua	
Anexo 4. Análisis de Costos Unitarios	
Anexo 5. Especificaciones Técnicas	
<b>PLANOS:</b>	
P-01 Captación	
P-02 Desarenador	
P-03 Sistema de Conducción	

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 2.1 Valores de  $\alpha$  para algunos tipos de coronamiento
- Tabla 2.2 Coeficiente de contracción en función  $a/Y_1$  según Vedernikov
- Tabla 3.1 Relación entre diámetro de las partículas y velocidad de sedimentación.

## LISTA DE CUADROS

- Cuadro 2.1 Datos considerados para diseño de canal
- Cuadro 2.2 Resultados de cálculo de caudal en canal
- Cuadro 2.3 Resultados de caudales en compuerta de fondo
- Cuadro 3.1 Resumen de principales actividades de operación y mantenimiento.
- Cuadro 4.1 Valores de “n” dados por Horton para ser empleados en las fórmulas de Kutter y Manning.
- Cuadro 4.2 Velocidad Máxima de Erosión, Rosell.
- Cuadro 4.3 Coeficientes de sedimentación.
- Cuadro 4.4 Cálculos dimensiones de gradas
- Cuadro 5.1 Presupuesto de Obras
- Cuadro 5.2 Cronograma de Obras

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 Esquema Integral Actual del Sistema de Abastecimiento de Agua de la UNE.
- Figura 1.2 Ubicación de la Universidad Nacional de Educación
- Figura 2.1 Esquema de una obra de toma superficial
- Figura 2.2 Vista en planta y corte de una toma de superficie libre
- Figura 2.3 Coeficiente de corrección  $c$  para flujo sumergido según Schmidt
- Figura 2.4 Obra de toma con captación sumergida
- Figura 2.5 Obtención del Coeficiente de descarga  $\mu_d$  según Gentilini
- Figura 2.6 Análisis de Flujo en la Compuerta de Fondo
- Figura 2.7 Redondeo en lado inferior de una compuerta dado por Aguirre.
- Figura 3.1 Desarenador (Planta y corte longitudinal).
- Figura 3.2 Desarenador de 2 unidades en paralelo (planta).
- Figura 3.3 Desarenador de 1 unidad con by pass (planta).

- Figura 4.1**      **Inclinación talud de canal.**
- Figura 4.2**      **Caídas en Cascadas o Gradadas del Agua.**
- Figura 4.3**      **Gradas de Bajada Antecedidas y Seguidas de Flujo Supercrítico.**
- Figura 4.4**      **Distancia entre Gradadas en Flujo Supercrítico**

## **RESUMEN**

La Universidad Nacional de Educación, cuenta con dos fuentes de agua para el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, superficial y subterránea. La fuente superficial proviene de una acequia que corre a lo largo de la cota 870 m.s.n.m. y la fuente subterránea proviene de un pozo perforado en el área de la ciudad universitaria.

En base a visitas de reconocimiento de campo a la zona de estudio se ha encontrado que el problema se encuentra en el “Inadecuado Sistema de Potabilización Del Agua”, debido entre varios factores a las estructuras con diseños y construcciones empíricos, con mas de 30 años de antigüedad, que conllevan a las deficiencias en el mantenimiento y operación de los componentes, lo cual perjudica la eficiencia de la producción de agua tratada, estos problemas son causas de problemas de malnutrición, ausencia a centro de estudios y consecuentemente, problemas que afectan la calidad de aprendizaje.

En el presente trabajo se elabora un proyecto de Mejoramiento Total de la Captación, Pretratamiento y Sistema de Conducción del Sistema de Abastecimiento de Agua de la UNE, para optimizar el recurso hídrico y garantizar las condiciones de salud de la población universitaria, todo lo cual forma parte del proceso de tratamiento.

Los análisis realizados son a través de análisis sencillos y aproximados, tomando en cuenta soluciones factibles económicamente, los cuales son presentados mediante cuadros, cálculos y planos, y que tienen como base de apoyo las normas E010 y E020 Obras de Saneamiento del Reglamento Nacional de Edificaciones.

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio esta referido a la “Captación, Pretratamiento y Sistema de Conducción del Sistema de Agua Potable de la Universidad Nacional de Educación (UNE)”, que tiene como base los aspectos de saneamiento y la hidráulica, debiendo cumplir satisfactoriamente lo estipulado en la Norma OS.010 y OS020 de Obras de Saneamiento del Reglamento Nacional de Edificaciones.

El contenido del estudio puede ser aplicado a proyectos de sistema de abastecimiento de agua con fines de consumo humano, en el que se incluyen diseño de obras de captación superficial, pretratamiento y sistemas de conducción por gravedad y que a continuación se describen en forma sucinta su desarrollo.

El Capítulo I, presenta los Aspectos Generales del estudio, en ella se describen las características genéricas como los antecedentes, los objetivos, la ubicación y la información básica preliminar (topografía, geología, suelos, hidrología y población). La información básica preliminar, es una recopilación de información de otros estudios y de comentarios de especialistas de la Universidad Nacional de Ingeniería en visitas de reconocimiento de campos a la zona de estudio.

El Capítulo II, Captación Superficial, muestra las bases teóricas necesarios para el conocimiento de los diseños para obras de captación. Muestra la evaluación de la infraestructura existente, con lo cual se ha podido reconocer que los diseños y construcciones son empíricos, y sobre éstos problemas se plantean alternativas de solución viables. Se establecen parámetros de diseño, sobre todo el caudal necesario, para los nuevos diseños de la infraestructura planteada. Finalmente se dan criterios técnicos para la operación y mantenimiento de la nueva obra de captación, extraída de fuentes vía Internet, principalmente de páginas Web del CEPIS.

El Capítulo III, Pretratamiento, al igual que el Capítulo II, se muestra las bases teóricas necesarias para el conocimiento de diseños de unidades de pretratamiento, en este caso lo constituye un desarenador con canal lateral, para el presente estudio. Se muestra la evaluación de la infraestructura existente,



constituido por un presedimentador, encontrándose problemas hidráulicos por lo se hizo necesario plantear nuevas soluciones. Se establecen los parámetros de diseño para los diseños finales de la infraestructura adecuada. Finalmente se dan criterios técnicos para la operación y mantenimiento de un nuevo desarenador, extraída de fuentes vía Internet, principalmente de páginas Web del CEPIS

El Capítulo IV, Sistema de Conducción, al igual que los Capítulos II y III, se muestra las bases teóricas necesarias para el conocimiento de adecuados diseños de canales, caídas en cascadas. Se presenta la evaluación de la infraestructura existente, encontrándose problemas hidráulicos y por el planteamiento de las estructuras de captación y pretratamiento nuevas, obligaron a plantear un nuevo sistema de conducción, en el caso de caídas en cascadas, se considero como tal como componente que permite crear un proceso de aireación de las aguas y con ello mejorar la calidad del agua. Finalmente se dan criterios técnicos para el mantenimiento de canales, extraída de fuentes vía Internet.

El Capítulo V, Se presentan los respectivos presupuestos y análisis de costos unitarios de las obras planteadas, los cuales se han procesado con el software S10, así mismo se presentan los desagregados por mano de obra, materiales, equipos y herramientas empleados.

Finalmente se concluye con las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado en el presente estudio.

Se acompaña el listado bibliográfico consultado

Para complementar todo lo referente a la presentación del presente trabajo se presentan los anexos respectivos

## **CAPITULO I ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 Antecedentes**

Hace mas de 30 años, se construyó, para la Universidad Enrique Guzmán y Valle (UNE), un sistema de agua para consumo de la población universitaria, siendo sus componentes, una captación superficial desde un canal de riego, una planta de tratamiento, una batería de filtros rápidos, un reservorio y una red de distribución en la parte alta.

Actualmente los componentes no reúnen condiciones adecuados de funcionamiento, que se ha constituido en problema para la UNE.

En marzo de 1999 la firma BLASA S.A. realizó un “Estudio integral de la red de Agua y Desagüe de la Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle”. Sin embargo en dicho estudio no evaluaron la captación.

En el año 2002, se construyó en la UNE, un sistema de agua de una fuente subterránea. Sin embargo, la oferta hídrica apenas cubre la demanda de agua actual, y ello se agudizará en el futuro. Prueba de ello es que en la UNE, aun se siguen usando el agua de las dos fuentes superficial y subterránea.

En el presente informe, se presentaran la documentación técnica necesaria, para la realización del Mejoramiento de la Captación - Pretratamiento y Sistema de Conducción del Sistema de Agua Potable de la Universidad Nacional de Educación, como solución definitiva.

En la Figura 1.1 se muestra el Esquema Integral Actual del sistema de Abastecimiento de Agua de la UNE (Pág. 12).

### **1.2 Objetivos**

#### **Objetivo principal**

El objetivo del presente proyecto es MEJORAR EL SISTEMA DE CAPTACION, PRETRATAMIENTO Y SISTEMA DE CONDUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE de la UNE, en su infraestructura y su correcta operación y mantenimiento, para optimizar el recurso hídrico y garantizar las condiciones de salud de la población universitaria, todo lo cual formará parte del nuevo proceso de tratamiento a realizar.

#### **Objetivos específicos:**

- Conseguir captar agua en cantidad, proporcionar calidad a través del tratamiento adecuado, a fin de disminuir enfermedades gastrointestinales.

- Proporcionar los procedimientos a través de manuales y programas de capacitación al personal para el uso de operación y mantenimiento respectivos.

### **1.3 Ubicación**

La Universidad Nacional de Educación (UNE) se ubica en la ciudad de Chosica capital del distrito de San Juan de Lurigancho, de la provincia de Lima.

Su posición en coordenadas UTM es 315,000 Este y 8'679,000 Norte, y se desarrolla entre los kilómetros 30 y 33 de la Carretera Central, que la atraviesa longitudinalmente.

La UNE se localiza en la margen izquierda del río Rímac, y esta conformada por un relieve poco accidentado, se encuentra a una altitud de 805 m.s.n.m. teniendo una extensión territorial de 414,039.70 m<sup>2</sup>.

En la figura 1.2 Pág.13, se muestra la ubicación de la UNE (extraído del estudio de Blasa)

### **1.4 Información Básica Preliminar**

#### **Clima**

El clima como característica propia de los lugares ubicados en las quebradas de la costa es calido y seco catalogados como uno de los mejores de la zona, cuya temperatura máxima oscila entre los 20°C y 28°C, y la mínima entre los 16°C y 24°C.

#### **Topografía**

La topografía en la Universidad es abrupta en la parte superior colindante con la acequia existente y cotas abajo tiene media pendiente hasta llegar a la Av. Enrique Guzmán y Valle, para continuar con una pendiente fuerte hasta llegar a la margen del río Rímac.

El área levantada esta comprendida entre la quebrada o acequia y planta de tratamiento con su reservorio que cubre el área del estudio.

Como resultado de este levantamiento topográfico se han elaborado archivos computarizados en AUTOCAD a escala 1:200 con curvas de nivel cada 0.50 m. También se han realizado dos perfiles longitudinales y una sección transversal a escalas 1:200.

## **Geología**

La zona se ubica sobre el batolito costanero conformado por rocas del tipo granodiorita.

Se han identificado dos quebradas Callcumachay y Santo Domingo que cruzan la UNE, y que puede activarse en épocas de lluvias. En la quebrada Santo Domingo, que es la más crítica, se han observado construcciones de muros de contención, como medidas de prevención.

La quebrada Santo Domingo es la más cercana a la zona de captación, sin embargo no tanto como para afectar la zona en estudio.

## **Suelos**

En el estudio de la firma Blasa se efectuaron estudios de suelos y a continuación se indica lo más resaltante.

El área del estudio está ubicada en el cono de escombros de una quebrada seca en la margen izquierda del río Rímac.

Se excavaron tres calicatas donde se encontró escombros con abundantes guijones y bloques de granodiorita con arena gruesa que contiene algo de limo y arcilla.

Los escombros del área constituyen buen material para la fundación de estructuras y tendido de tuberías. Una muy importante recomendación a tener en cuenta para con este material es que no debe existir la más mínima infiltración de agua a su masa ya que de ocurrir ella, el agua arrastrará a aquellos de menor granulometría (arenas, limos y arcillas) dejando vacíos que predispondrán al reacomodo de los bloques y guijones con el consiguiente asentamiento o colapso del material y las estructuras que descansan sobre ella.

## **Hidrología**

La acequia, ubicada en la parte superior (870 m.s.n.m.) de la UNE, es la fuente superficial para el abastecimiento de agua, y ésta nace mediante toma directa en el río Santa Eulalia.

La concentración de sólidos se incrementa considerablemente en épocas de lluvias en los meses de diciembre a marzo, afectando la eficiencia de la captación de agua.

En el mes de septiembre se realizaron aforos, por el método de flotador, tanto en la fuente (acequia) como en el canal de ingreso a la planta de tratamiento. Los caudales resultantes fueron 240.47 l/s y 9.37 l/s para la acequia y canal de ingreso respectivos. Para la acequia, en épocas de lluvias, se estima que el caudal puede llegar hasta 300 l/s, de acuerdo a las marcas dejadas sobre el canal por máximos caudales.

En el Anexo 1 se presentan los aforos realizados para cuantificar los caudales que pasan por la acequia y canal de ingreso.

### Estudio de Población

La información sobre la población universitaria se obtuvo de la Unidad de Planeamiento y Estadística de la UNE.

La población actual en la UNE es de 9448 habitantes, cuya distribución se muestra en el siguiente cuadro:

#### Poblacion Año 2007

Poblado: Universidad Nacional de Educacion

Fuente : Unidad de Planeamiento y Estadística de la UNE

Tipo	Cantidad
Alumnos	6300
Docentes nombrado y Contratados	806
Administrativos Nombrados y Contratado	442
Escolares	1700
Otros	200
<b>Total (habitantes)</b>	<b>9448</b>

En base al Plan de expansión de la UNE, la tasa de crecimiento anual se calculó en 1.26%, ver Anexo 2. En los análisis se ha considerado que la población del año 2008 se mantendrá a la del año 2007 en 9450 habitantes.

Por lo cual la población futura para 20 años resultan 11,838 habitantes.

En el anexo 2, también se muestra la distribución de la población futura de la UNE dentro de los 20 años, considerando como año "Cero" el año 2008.

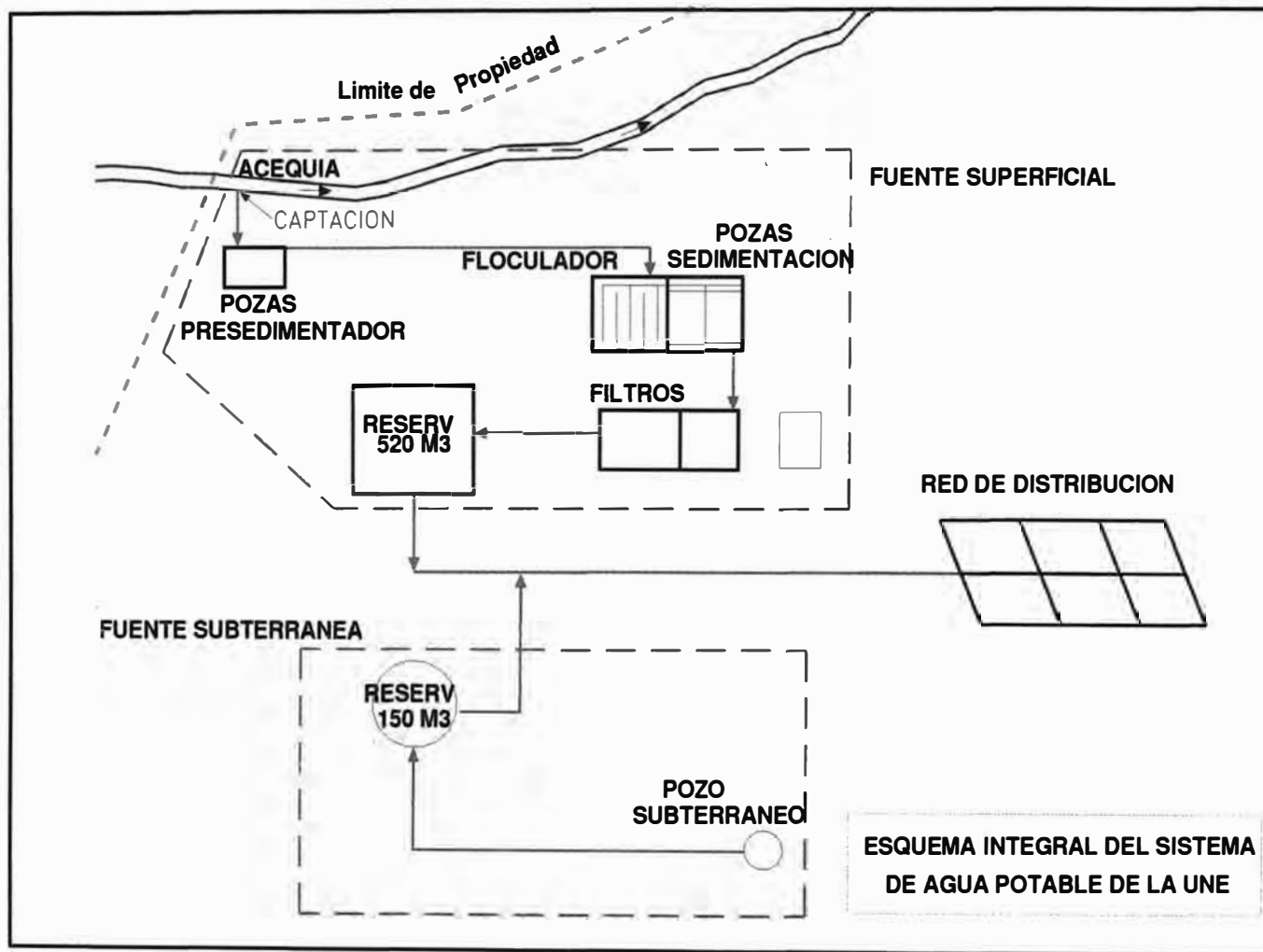


Figura 1.1 Esquema Integral del Actual del Sistema de Abastecimiento de Agua de la UNE.

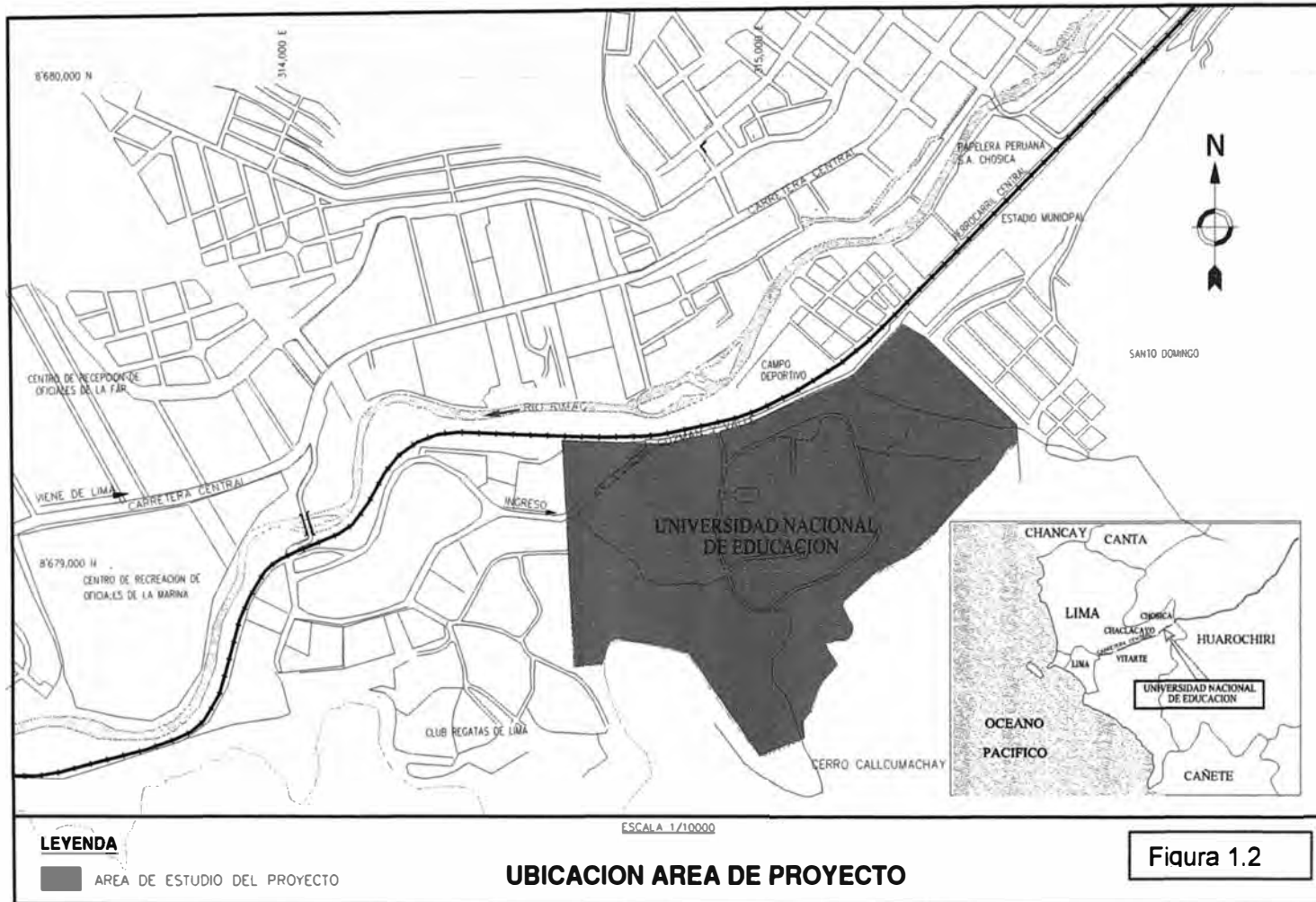


Figura 1.2

Figura 1.2. Ubicación Universidad Nacional de Educación

## **CAPITULO II CAPTACION SUPERFICIAL**

### **2.1 Características Generales de Captaciones Superficiales**

La captación superficial o toma es la estructura hidráulica de mayor importancia de un sistema de conducción, que alimentará un sistema de generación de energía hidroeléctrica, riego, agua potable, etc. A partir de la obra de toma, se tomarán decisiones respecto a la disposición de los demás componentes de la Obra.

Los diferentes tipos de obras de toma han sido desarrollados sobre la base de estudios en modelos hidráulicos, principalmente en aquellos aplicados a cursos de agua con gran transporte de sedimentos.

La captación de aguas superficiales se define como el componente del sistema de abastecimiento de agua de fuente superficial destinado a la captación del agua necesaria para el abastecimiento de la población.

Cada intervención sobre el recurso hídrico, origina alteraciones en el régimen de caudales, aguas abajo de la estructura de captación, por lo que su aplicación deberá considerar al mismo tiempo la satisfacción de la demanda definida por el proyecto y los impactos sobre sectores ubicados en niveles inferiores.

#### **a) Obras de Tomas Superficiales**

La obra de toma superficial es el conjunto de estructuras que tiene por objeto desviar las aguas que escurren sobre la solera hacia el sistema de conducción.

Considerando al río como parte del sistema ecológico, la obra de toma se constituirá en un obstáculo para el libre escurrimiento del agua o en una intervención sobre un medio natural, que dará lugar a modificaciones del estado de equilibrio.

Para la toma, el curso natural es un medio que satisfecerá las necesidades de agua del sistema receptor. El primer concepto se limita únicamente a la naturaleza y sus leyes, el segundo presenta al hombre y sus objetivos.

Esto significa, que la utilización del agua a través de la obra toma tendrá consecuencias sobre el curso natural en cuanto a su morfología, régimen de escurrimiento y sobre el área de influencia en cuanto al equilibrio de sus suelos, nivel de aguas subterráneas, etc.

Por lo tanto, es necesario tener conocimiento previo de las características y condiciones que ofrece el río o quebrada que se piensa aprovechar.



El diseño de la obra de toma deberá ser realizado en asociación a las condiciones naturales existentes, a los procesos que están en desarrollo y a los impactos posteriores que se generarán a consecuencia de la intervención.

Entre los diferentes tipos de obras de toma superficiales, encontramos las obras de toma de derivación directa, que son las que nos interesan en este caso, ya que son las más recomendadas para derivaciones procedentes de un canal principal.

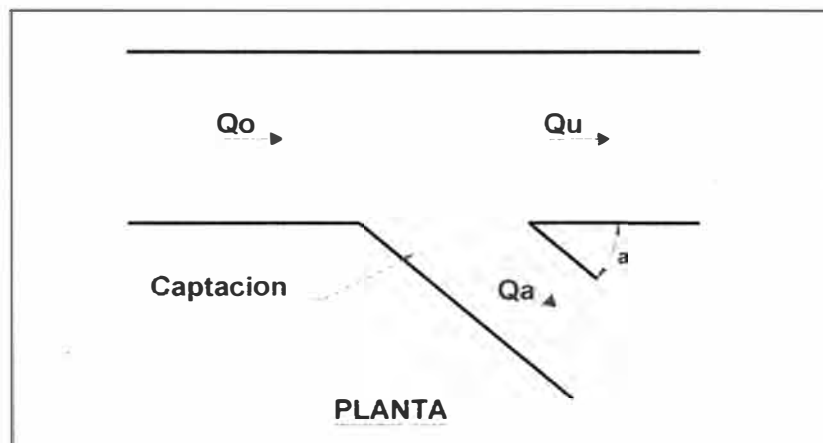


Figura 2.1 Esquema de una obra de toma superficial

Donde:

$Q_o$ : Caudal del curso de agua

$Q_a$ : Caudal de derivación

$Q_u$ : Caudal remanente en el curso del río.

$\alpha$  : Dirección del flujo de captación

#### b) Obras de toma de derivación directa:

Estas formas de toma son de las más antiguas y cuyo concepto aún se mantienen en vigencia como alternativa primaria para el riego de parcelas aledañas al río o quebrada. El diseño más rudimentario consiste en una simple apertura en el curso natural, orientando el flujo hacia sistema de conducción (normalmente un canal).

Para proteger la toma de caudales en exceso y materiales de arrastre durante crecidas, la toma se orienta aproximadamente de manera perpendicular a la dirección de flujo.

Las tomas tradicionales que se utilizan para el riego de pequeñas parcelas, incorporan además bloques de piedra, alineados diagonalmente cubriendo en

muchos casos toda la sección. En estos casos, la toma es ubicada frecuentemente utilizando los accidentes naturales del terreno de manera que pueda servir de ayuda frente a las crecidas.

Cuando no es posible orientar la toma de manera aproximadamente perpendicular al flujo o cuando se requiere proteger la pequeña toma, se construye un muro transversal sobre un sector de la sección del río inmediatamente aguas arriba de la toma.

Las técnicas para lograr la derivación no se diferencian de gran manera en los casos de tomas para aducción de agua potable, para riego o energía hidráulica.

### **c) Disposición de las obras:**

En general la obra de toma está constituida por un órgano de cierre, estructuras de control, estructuras de limpieza, seguridad y la boca toma.

Cada uno de los elementos indicados cumple una función o misión específica, a saber:

- El órgano de cierre tiene por objeto elevar las aguas de manera de permitir el desvío de los volúmenes de agua requeridos.
- Las estructuras de control permitirán la regulación del ingreso de las aguas a la obra de conducción.
- Las estructuras de limpieza serán elementos estructurales que puedan evacuar los sedimentos que se acumulan inmediatamente aguas arriba del órgano de cierre.
- Las estructuras de seguridad evacuarán las aguas que superen los volúmenes requeridos por el sistema receptor.
- La boca toma será el elemento que permita el ingreso de agua de captación hacia la estructura de conducción.

El funcionamiento de estos elementos, ya sea de manera combinada o individual, deberá lograr el objetivo principal de su aplicación y al mismo tiempo no deberá originar fenómenos negativos a la propia seguridad de las obras civiles ni al medio físico que se encuentra bajo su influencia directa o indirecta.

En general el diseño de la obra de toma debe considerar los siguientes aspectos:

- No debe generar perturbaciones excesivas.

- No debe generar choques excesivos sobre las paredes de las estructuras.
- No debe generar cambios bruscos en la dirección general de escurrimiento.
- Debe devolver las aguas en exceso al río sin originar solicitaciones que excedan las que puede resistir el medio físico.
- Debe permitir una transición gradual del flujo desde el curso natural hacia la bocatoma.

Naturalmente no es posible en muchos casos cumplir todas las condiciones al mismo tiempo, por lo cual se sacrificarán algunos bajos compromisos, es decir tomando medidas complementarias que logren mitigar las eventuales consecuencias negativas.

#### d) Consideraciones hidráulicas:

Consideremos un sector de un curso de agua, en el cual se quiere aplicar una obra de toma. Tenemos entonces que:

- Derivación del caudal de toma ( $Q_a = Q_o - Q_u$ )
- Modificación de la dirección de flujo ( $0^\circ < \alpha < 180^\circ$ )
- Además la derivación puede ser:
  - De superficie libre
  - Sumergida

#### Derivación del Tipo Superficie Libre

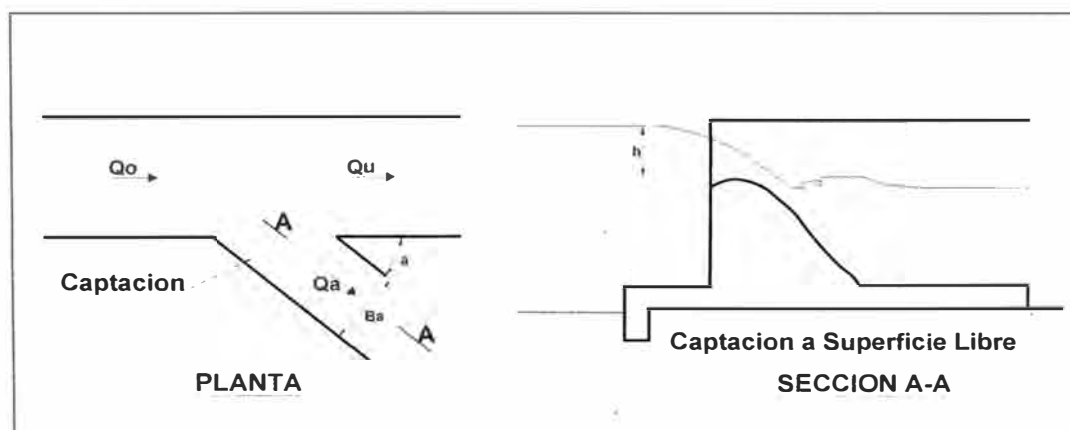


Figura 2.2 Vista en planta y corte de una Toma de superficie libre

El proceso puede ser descrito con ayuda de las conocidas ecuaciones que gobiernan el flujo sobre vertederos, obtenidas de las condiciones de continuidad. Para una sección rectangular, en forma general, puede ser expresada por medio de la expresión de Marchese G. Poleni (1717):

$$Q_a = \frac{2}{3} c \cdot \mu \cdot B_a \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

Donde:

Qa: Caudal de captación

Ba: ancho de la sección de canal de captación

h : altura de agua sobre el vertedero

c: Coeficiente de flujo sumergido

$\mu$ : Coeficiente de descarga

g : gravedad

El coeficiente de descarga  $\mu$  es función principalmente de la forma del coronamiento del azud, así como de otros factores como: condiciones del acercamiento del flujo, contracciones y rugosidad. Está de más indicar que este coeficiente depende del caudal, por lo que no es constante; sin embargo se considera constante por razones de facilidad de cálculo. En último término, este coeficiente representa la eficiencia del azud.

Para algunos tipos de coronamiento, Press plantea los siguientes valores de  $\mu$ :

FORMA DEL CORONAMIENTO	$\mu$
Cresta ancha, aristas vivas, horizontal.	0.49 - 0.51
Cresta ancha, con aristas redondeadas, horizontal.	0.50 - 0.55
Cresta delgada, con chorro aireado.	0.64
Cresta redondeada, con paramento superior vertical y paramento inferior inclinado.	0.75
Azud en forma de dique, con coronamiento redondeado	0.79

Tabla 2.1 - Valores de  $\mu$  para algunos tipos de coronamiento

El factor de corrección  $c$ , considera el efecto del flujo aguas abajo en los casos en los que el nivel de aguas de este sector supera el nivel de coronamiento del azud (flujo sumergido).

Schmidt resume los valores de  $c$  en la Figura 2.3:

El gráfico muestra el coeficiente  $c$  en función del cociente  $h_a/h$  donde  $h_a$  es la diferencia entre el nivel de coronamiento del azud y el nivel de flujo libre (tirante conjugado del tirante mínimo).

Para un ancho diferencial  $\Delta B_a$  en el punto (i) se puede expresar en forma aproximada:

$$Q_i = \frac{2}{3} c \cdot \mu \cdot \Delta B_a \cdot \sqrt{2g} \cdot h_i^{3/2}$$

El caudal total se obtiene de la sumatoria:

$$Q_a = \sum_{i=1}^n Q_i = \frac{2}{3} c \cdot \mu \cdot B_a \cdot \sqrt{2g} \cdot \sum_{i=1}^n h_i^{3/2}$$

Con las siguientes condiciones límites:

$h_1 = h_0$  en correspondencia con el espejo de agua en el extremo inicial del azud.

$h_n = h_u$  en correspondencia con el espejo de agua en el extremo final del azud.

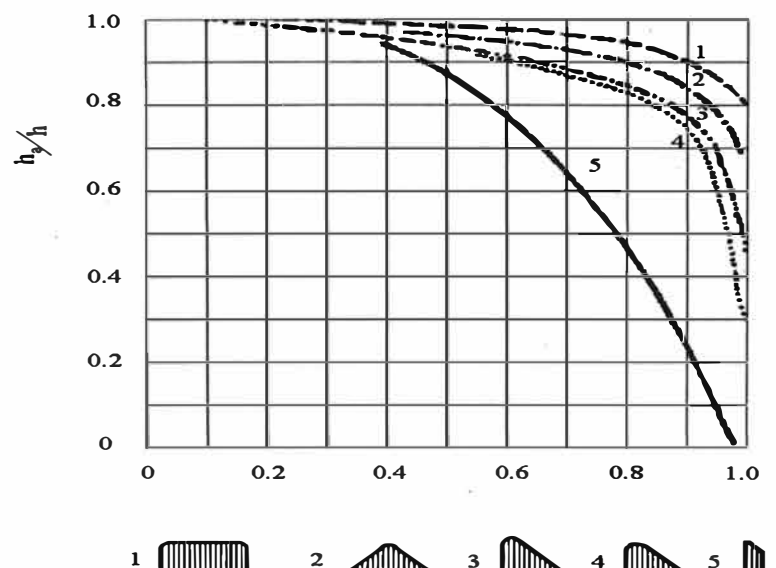


Figura 2.3 Coeficiente de corrección  $c$  para flujo sumergido según Schmidt

Según Schmidt, el coeficiente de descarga para vertederos frontales o laterales no tiene grandes diferencias.

Schmidt recomienda para vertederos sumergidos una reducción en la magnitud del coeficiente de descarga del orden del 5 %.

**Derivación del tipo sumergida**

Para una toma sumergida, la capacidad de captación se calcula con base en la ecuación de Galilei-Schuelers Toricelli, obteniendo la conocida expresión:

$$Q_a = k \cdot \mu_d \cdot a \cdot B_a \cdot \sqrt{2g \cdot h}$$

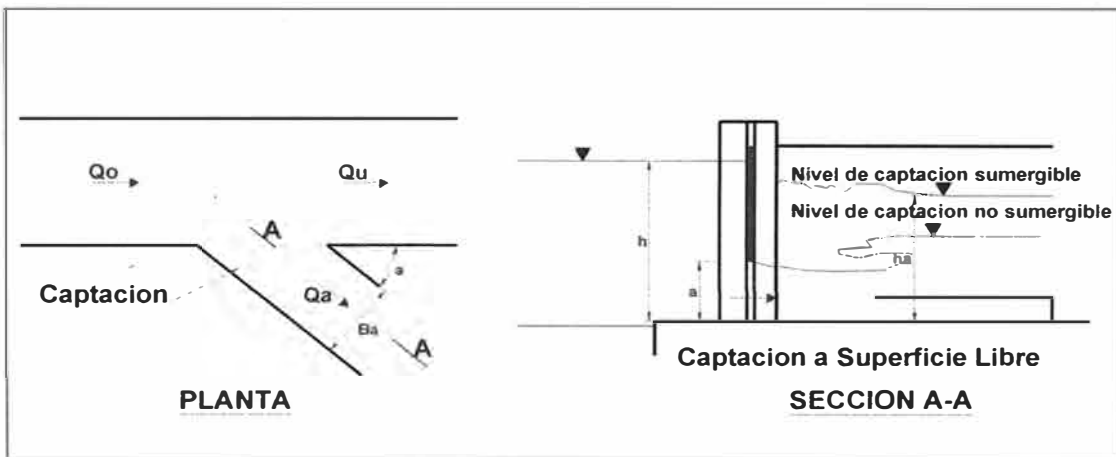


Figura 2.4 Obra de toma con captación sumergida

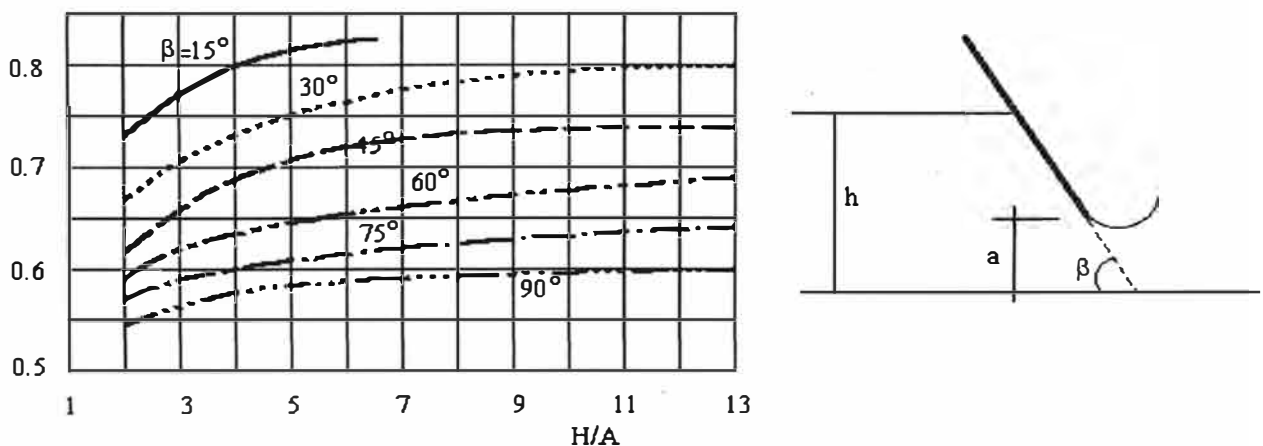


Figura 2.5 Obtención del Coeficiente de descarga  $\mu_d$  según Gentilini

Donde:

$Q_a$  : Caudal de captación

$B_a$  : Ancho del canal de captación

$h$  : Altura de agua aguas arriba compuerta

$\mu_d$  : Coeficiente de descarga para flujo sumergido

$k$  : Factor de reducción por flujo sumergido

$a$  : Abertura del orificio en m.

$\beta$  : Angulo de inclinación de la compuerta

El coeficiente de descarga  $\mu_d$  depende principalmente de las condiciones de abertura del orificio, tal como se muestra en el diagrama de la figura 2.5, que resume las investigaciones de Gentilini.

El factor de corrección  $k$  expresa, en analogía con una toma a superficie libre, la influencia del flujo que se desarrolla aguas abajo del elemento considerado. Para flujo no sumergido,  $k$  toma el valor de  $k = 1$ . Para flujo sumergido se puede utilizar el diagrama de la Figura 2.3 en el que  $k$  se muestra en función del cociente  $(h/a)$  según Schmidt.

***“El problema de una eventual situación de flujo oblicuo o transversal no es relevante, contrariamente a lo que se presenta en una toma a superficie libre”.***

### e) Metodología de Diseño por Alayza Herrera

Alayza Herrera<sup>2</sup>, resume de numerosos experimentos existentes, la situación de análisis del flujo en la compuerta de fondo, tal como se muestra en la figura 2.6. Después de la captación, el agua llega con la energía  $H_1$  en las inmediaciones de la compuerta, donde se presentan las siguientes situaciones:

- Cuando  $Y_1/a < 1.4$  se emplea la fórmula de orificio con poca carga

$$Q = (2/3) * C_d * (2g)^{1/2} * b * (H_1^{3/2} - H_2^{3/2}) \quad (2.1)$$

- Cuando  $Y_1/a > 1.4$

Se emplea la fórmula de orificio sumergido

$$Q = C * a * b * (2g * H_o)^{1/2} \quad (2.2)$$

En ambos casos se tiene:

$C_d$  = “C” coeficiente de descarga

$Y_1$  = Altura de agua antes de la compuerta

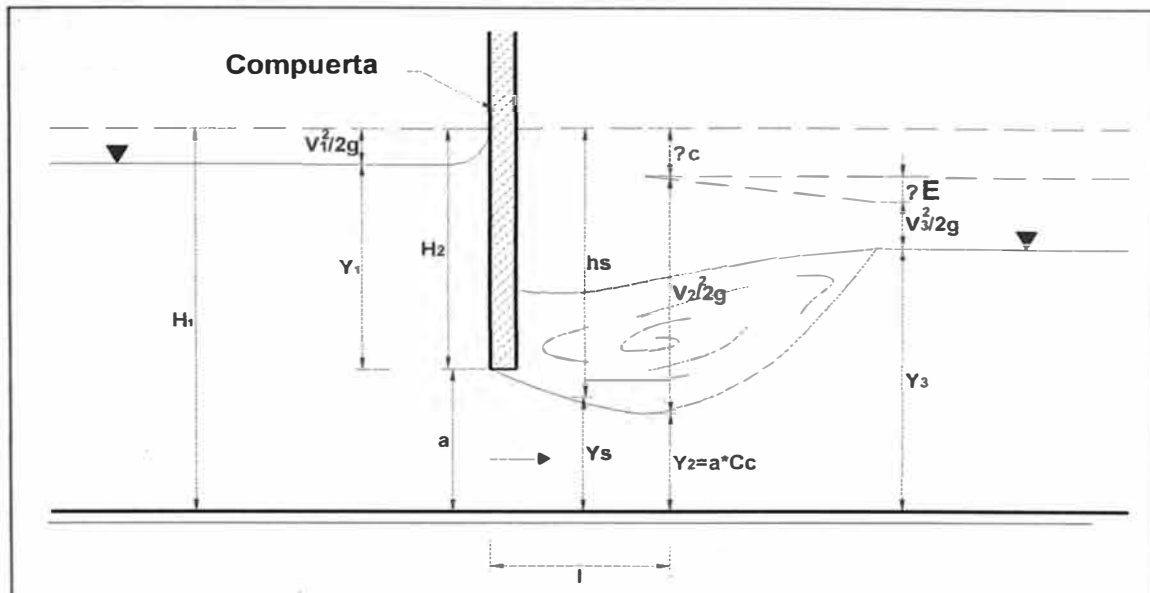


Figura 2.6 Análisis de Flujo en la Compuerta de Fondo

- $Y_s$  = Altura de inmersión
- $h_s$  = Diferencia de niveles antes y después de la compuerta ( $H_1 - Y_s$ )
- $a$  = Altura de abertura
- $b$  = Ancho de la abertura
- $C_c$  = Coeficiente de contracción
- $l$  = distancia de la compuerta a la que ocurre  $Y_2$
- $\Delta E$  = Pérdida de carga en el resalto
- $Y_3$  = Tirante alterno o conjugado de  $Y_2$
- $H_o$  = Varía según la descarga sea libre o sumergida
- $Y_2$  = Altura de inmersión de contracción máxima

El coeficiente de contracción y el de descarga depende de la relación  $a/Y_1$ , según VEDERNIKOV, citado por KROCHIN (9) Pág. 394; se presenta en la tabla 2.2

$a/Y_1$	0.00	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
$C_c$	0.611	0.615	0.618	0.620	0.622	0.625	0.628	0.630	0.638	0.645

$a/Y_1$	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
$C_c$	0.650	0.660	0.675	0.690	0.705	0.720	0.745	0.780	0.835	1.000

Tabla 2.2 Coeficiente de contracción en función  $a/Y_1$  según Vedernikov



Para encontrar  $C_d$ ,  $Y_s$ ,  $Y_3$ ,  $Y_2$ ,  $\Delta E$ ,  $\Delta c$ , y  $l$ , Aguirre (1) Pág. II-20 y VI-38; da las siguientes relaciones:

$$C_d = C_c / (1 + C_c * a / Y_1)^{1/2}$$

$$Y_3 = - Y_2 / 2 + (Y_2^2 / 4 + 2 Y_2 * V_2^2 / g)^{1/2}$$

$$Y_s / Y_3 = (1 + 2 F_3^2 * (1 + Y_3 / Y_2))^{1/2}$$

$$Y_3 = (Y_2 / 2) * ((1 + 8 F_2^2)^{1/2} - 1)$$

$$Y_2 = a * C_c$$

$$\Delta E = (Y_3 - Y_2)^3 / (4 Y_2 * Y_3)$$

$$l = a / C_c$$

Respecto al comportamiento hidráulico del salto después de la compuerta, se presentan tres alternativas:

1. Cuando el tirante en el canal aguas debajo de  $Y_3$  es mayor a  $Y_3$ , en este caso el salto se correrá hacia aguas arriba chocando con la compuerta y ahogando el orificio, se dice que la descarga es sumergible.
2. Cuando el tirante en el canal aguas debajo de  $Y_3$  es igual a  $Y_3$ , en este caso el salto ocurrirá inmediatamente delante de  $Y_2$ , este es un caso ideal para evitar la erosión, la descarga es libre.
3. Cuando el tirante en el canal aguas debajo de  $Y_3$  es menor a  $Y_3$ , en este caso el salto es repelido desde el lecho y correrá hacia aguas abajo causando una fuerte erosión, este tipo de salto debe evitarse en el diseño, la descarga es libre.

Cuando la descarga es libre a la salida de la compuerta, la ecuación 2.2 toma la siguiente forma:

$$\begin{aligned} Q &= C * a * b * (2g * H_0)^{1/2} = C * a * b * (2g * (H_1 - Y_2))^{1/2} \\ &= C * a * b * (2g * (V_2^2 / 2g + \Delta c))^{1/2} \end{aligned}$$

Cuando la descarga es sumergida o ahogada, la misma ecuación se transforma en:

$$Q = C * a * b * (2g * H_0)^{1/2} = C * a * b * (2g * (H_1 - Y_s))^{1/2}$$

Por otra parte se tiene a partir de la ec. (2.2) para descarga libre:

$$V = C * (2g * H_o)^{1/2}$$

De donde:

$$H_o = (1 / C^2) * (V^2 / 2g)$$

Como en este caso  $H_o$  es la suma de la carga de velocidad más las pérdidas (ver figura 2.6) tendremos:

$$H_o = (V^2 / 2g) + \Delta c = (1 / C^2) * (V^2 / 2g)$$

Luego la pérdida de carga por compuerta  $P_c$  será:

$$P_c = \Delta c = (1 / C^2 - 1) * (V^2 / 2g)$$

Donde el coeficiente de resistencia por entrada a la compuerta ( $K_c$ ) será:

$$K_c = (1 / C^2 - 1)$$

Cuando el labio inferior de la compuerta se redondee como en la figura 2.7, los coeficientes de contracción y de gasto se multiplican por un coeficiente ( $E$ ), el cual varía según la relación  $r/a$

$r/a$	0.1	0.2	0.3	0.4
$E$	1.03	1.13	1.25	1.35

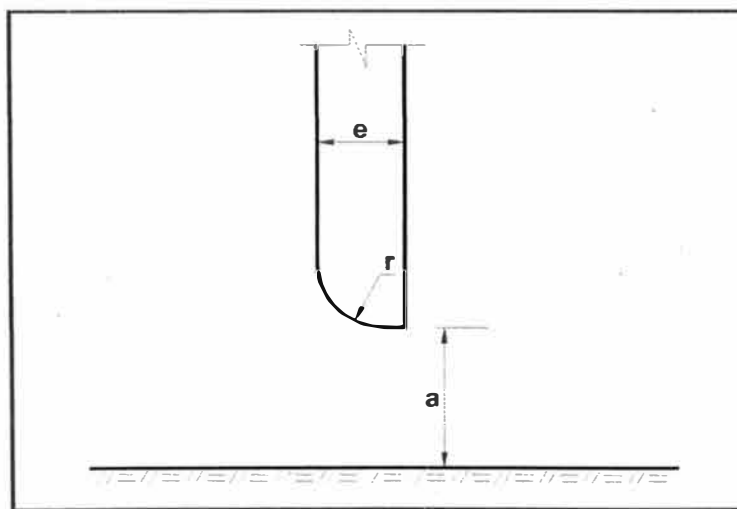


Figura 2.7 Redondeo en lado inferior de una compuerta dado por Aguirre.

Donde:

- $a$  : Abertura de compuerta
- $r$  : radio en labio inferior de compuerta
- $e$  : espesor compuerta

## 2.2 Evaluación de la captación existente

### a) Diagnostico

La captación superficial existente, es una toma directa lateral cuya fuente es una acequia (canal de riego), tiene más de 30 años de antigüedad, y presenta diseños y estructuras empíricos, no cuenta con mecanismos adecuados de regulación y hay condiciones inseguras para el trabajo de los operadores.

A continuación se presentan vistas fotográficas del estado actual de la captación.

Foto 1.- Vista de la acequia, que constituye la fuente superficial de agua para el consumo de la UNE. No existe estructura de captación superficial.



Foto 2.- Vista de la toma directa lateral (1) para el abastecimiento de agua, y la segunda toma lateral (2) para riego. Obsérvese el estado precario de la toma, sin mecanismos adecuados de regulación y condiciones inseguras por zona en altura de gran pendiente.



Foto 3.- Vista de la fuente de agua.  
Obsérvese la basura que transporta  
la acequia.



### **b) Alternativa de Solución**

Para el mejoramiento del sistema de captación se plantea lo siguiente:

- Nueva estructura de captación con protección de concreto, y uso de mecanismos de regulación.
- Proporcionar procedimientos adecuados para las maniobras de desarenado.

## 2.3 Datos Básicos y Parámetros de Diseño

### a) Dotación

La dotación de agua promedio, calculada por alumno es de 82.87 l/s.

El cálculo se presenta en el Anexo II-1

### b) Periodo de Diseño

Para el presente proyecto se considerará un periodo de diseño de 20 años.

### c) Población

La población futura para 20 años es de 11,838 habitantes

### d) Caudales de Diseños

#### Caudal medio (Qp)

$$Q_p = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación}}{86,400} \times \frac{1}{(1 - \% \text{ perdidas})}$$

El SNIP establece en 25% las perdidas para las obras de abastecimiento de aguas.

Reemplazando valores

$$Q_p = \frac{11,838 \text{ hab} \times 82.87 \text{ lt/s/hab}}{86,400} \times 1.333 = 15.13 \text{ lt/s}$$

#### Caudal máximo diario (Qmd)

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p$$

$$K_1 = 1.3$$

$$Q_{md} = 1.3 Q_p = 1.3 \times 15.13 = 19.67 \text{ lt/s}$$

#### Caudal máximo horario (Qmh)

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p$$

$$K_2 = 2.6$$

$$Q_{mh} = 2.6 Q_p = 2.6 \times 15.13 = 39.34 \text{ lt/s}$$

Las obras de captación se diseñan con el caudal máximo diario que es 19.67 lt/s, pero lo consideramos en 20 lt/s

## 2.4 Diseño de nueva captación superficial

### a) Diseño canal de aducción (acequia)

Para canales aplicamos la Ecuación de Manning

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

Donde:

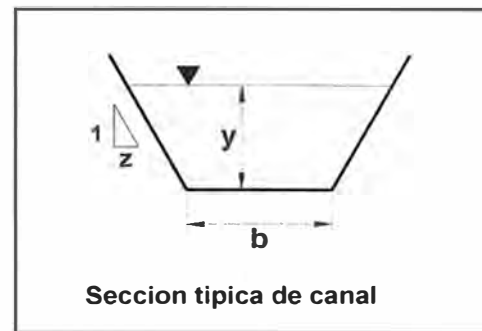
Q : Caudal de conducción

A : Área de sección transversal del canal

R : Radio hidráulico (Área/perímetro mojado)

S : Pendiente del canal

n : Coeficiente de Manning



Datos:

Ancho de canal (b): 0.90 m

Pendiente (S): 0.002

Coeficiente Manning: 0.016 (concreto)

Para los cálculos usaremos diferentes tipos de tirantes, tal como se muestra en el cuadro 2.1

Cuadro 2.1 Datos considerados para diseño de canal

Item	z (m)	b (m)	y (m)	S	n (Manning)
1	0.00	0.90	0.10	0.002	0.016
2	0.00	0.90	0.20	0.002	0.016
3	0.00	0.90	0.25	0.002	0.016
4	0.00	0.90	0.30	0.002	0.016
5	0.00	0.90	0.40	0.002	0.016

Cálculos:

Aplicando la fórmula de Manning, a los datos del cuadro anterior se obtienen las características hidráulicas de la sección, así como las velocidades y caudales (cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Resultados de cálculo de caudal en canal

Item	A(m <sup>2</sup> )	P (m)	R (A/P)	T (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	F	V (m/s)
1	0.090	1.10	0.08	0.90	0.05	0.56	0.56
2	0.180	1.30	0.14	0.90	0.14	0.56	0.78
3	0.225	1.40	0.16	0.90	0.19	0.54	0.84
<b>4</b>	<b>0.270</b>	<b>1.50</b>	<b>0.18</b>	<b>0.90</b>	<b>0.24</b>	<b>0.52</b>	<b>0.89</b>
5	0.360	1.70	0.21	0.90	0.36	0.50	1.00

De los resultados del cuadro 2.2, se observa que para un caudal de 240 lt/s, y ancho de canal 0.90 m. el tirante es 0.30 m (ver tirante en cuadro 2.1).

Recordemos que el caudal aforado en operación normal es de de 240.47 lt/s (anexo 1-1).

Para mantener un régimen uniforme consideramos canalizar de concreto un tramo de 4.0 metros.

Así mismo se considerara una transición entre el canal de tierra y el canal de concreto con un ángulo de 12°30'.

### b) Diseño de la Captación

Se aplicará la metodología que emplea Alayza Herrera

Se tiene como datos:

Caudal de Diseño (Q):	0.020 m <sup>3</sup> /s
Altura de agua antes de la compuerta:	0.30 m
Altura de abertura (se asume):	0.10 m
Ancho de la abertura:	0.30 m

Cálculos:

1) Selección de tipo de fórmula

$Y1/a = 3.00 > 1.4$ , entonces se emplea la formula de orificio sumergido

$$Q = C \cdot a \cdot b \cdot (2g \cdot (H1 - Ys))^{1/2}$$

2) Cálculos de Cd, Ys, Y3 e Y2l

$a/Y1 = 0.333$ , entonces  $Cc = 0.627$

$$Cd = Cc / (1 + Cc \cdot a / Y1)^{1/2}, \quad Cd = 0.570$$

$$Y2 = a \cdot Cc \quad Y2 = 0.063 \text{ m}$$

$$V_2 = Q / (b \cdot Y_2), \quad V_2 = 1.063 \text{ m/s}$$

$$Y_3 = - Y_2/2 + (Y_2^2/4 + 2Y_2 \cdot V_2^2/g)^{1/2} \quad Y_3 = 0.093 \text{ m}$$

$$V_3 = Q / (b \cdot Y_3), \quad V_3 = 0.717 \text{ m/s}$$

$$F_3 = V_3 / (g \cdot Y_3)^{1/2} \quad F_3 = 0.752$$

$$Y_s / Y_3 = (1 + 2F_3^2 \cdot (1 + Y_3 / Y_2))^{1/2} \quad Y_s = 0.181 \text{ m}$$

3) Calculamos el caudal

$$Q' = C \cdot a \cdot b \cdot (2g \cdot (H_1 - Y_s))^{1/2} \quad Q' = 0.026 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como  $Q' > Q$ , entonces corregimos y recalculamos con  $Q = Q - (Q - Q')/2$

El nuevo valor de  $Q$  lo ingresamos en paso 2 hasta que  $Q - Q' = 0$

4) Luego se obtiene los siguientes resultados:

Para un Tirante  $Y_1 = 0.30\text{m}$ , abertura de compuerta  $a = 0.10 \text{ m}$ , discurre un caudal  $0.023 \text{ m}^3/\text{s}$ .

En el cuadro 2.3, se muestran resultados para diferentes condiciones de tirante de agua ( $Y_1$ ) y abertura de compuerta ( $a$ ), con lo cual podemos decir que las dimensiones de la compuerta ancho, altura, perpendicularidad de la toma, satisfacen las condiciones hidráulicas para garantizar caudales del orden de los 20 lt/s.

Cuadro 2.3 Resultados de caudales en compuerta de fondo

Q acequia (m <sup>3</sup> /s)	Y1 (m)	a (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Y1/a > 1.4
0.240	0.30	0.20	0.035	1.5
0.240	0.30	0.10	0.093	3.0
0.240	0.30	0.05	0.014	6.0
0.190	0.25	0.15	0.025	1.7
0.190	0.25	0.10	0.020	2.5
0.140	0.20	0.15	0.020	1.3
0.140	0.20	0.10	0.016	2.0
0.090	0.15	0.10	0.012	1.5



## **2.5 Operación y Mantenimiento**

### **Operación y mantenimiento de obras de captación superficial**

#### **a) Bocatoma**

##### **a.1 Control de turbiedad**

- Se debe fijar un límite permisible de turbiedad para captar el agua, que debe estar de acuerdo con la capacidad de la planta de tratamiento, aguas debajo de la captación, para la remoción de este parámetro.
- Se debe controlar la turbiedad del agua de la fuente con cierta frecuencia al día, la cual se debe incrementar en épocas de lluvias o avenidas.
- Si la turbiedad excede el límite permisible fijado, se debe suspender la captación del agua, para lo cual se debe cerrar la válvula o compuerta aguas debajo de la toma.
- Para realizar el control se recomienda el empleo del turbidímetro Jackson. Los operadores deben ser entrenados en este control.

##### **a.2 Limpieza de rejas**

- Se debe limpiar en forma permanente las rejas y rejillas que retienen los sólidos flotantes, para evitar reducir el caudal de captación.
- Desprender los residuos flotantes de las rejas verticales y extraerlos de las rejas inclinadas.
- Los residuos extraídos deben ser dispuestos adecuadamente en contenedor desde donde se trasladará al relleno sanitario de la comunidad. . Para la extracción de sólidos se debe emplear herramientas construidas localmente.
- El operador debe contar con la indumentaria adecuada para la ejecución de esta tarea.

##### **a.3 Regulación de compuertas**

- La compuerta de captación se regulará de acuerdo al caudal que requiera la planta de tratamiento.

#### **b) Mantenimiento de canales**

- Una vez por año realizar el mantenimiento de los canales, retirando los

sedimentos acumulados.

- Semanalmente o con una frecuencia determinada en base a la experiencia local, retirar hierbas del talud, retirar troncos de árboles o piedras voluminosas u otros materiales que puedan interrumpir el flujo en el canal y originar el rebose.
- Inspeccionar que no se empleen los canales como botadero de basura o vertido de residuos líquidos.

### **c) Calibración de elementos de medición**

- Por lo menos cada seis meses, se deben calibrar los vertederos de medición del caudal que ingresa a la planta, determinando la ecuación *caudal vs. altura* correspondiente.
- Se debe instalar una regla graduada en el vertedero para leer el tirante de agua sobre el mismo.
- El operador debe disponer una tabla de *altura versus caudal*, con el cual determinará el caudal captado.
- Se deben llevar el control de los registros del caudal captado.

### **d) Mantenimiento mecánico**

- Semanalmente se debe realizar un mantenimiento preventivo a las instalaciones de la captación.
- Consiste principalmente en garantizar el funcionamiento adecuado de válvulas y compuertas en todo el sistema de captación.
- Construcción de herramientas para la limpieza de las rejas y rejillas.

### **e) Control de calidad**

- Se debe realizar los controles bacteriológicos físicos y químicos del agua captada por lo menos una vez cada mes en laboratorio de garantía.
- Si se tiene conocimiento de la existencia de una fuente de contaminación

local, se debe incrementar la frecuencia del control.

f) Tareas del personal a cargo

- Operadores de planta que cubran en etapas de trabajo por turnos durante la semana.
- Contar con ambiente de control (laboratorio) para la realización y obtención de valores de turbidez, color, ph, sólidos.
- Contar con instrumentos de control (medición digital).
- Eliminación permanente de residuos sólidos extraídos, deben ser eliminados a la brevedad.

## **CAPITULO III PRETRATAMIENTO**

### **3.1 Características Generales de Sistemas de Pretratamiento**

#### **3.1.1 Pretratamiento y acondicionamiento previos**

El sistema de pretratamiento es una estructura auxiliar que debe preceder a cualquier sistema de tratamiento. Esta estructura persigue principalmente los objetivos de reducir los sólidos en suspensión de distintos tamaños que traen consigo las aguas, así mismo los sedimentos que acarrearán y se depositan en la superficie de captación.

La mayoría de las fuentes superficiales de agua tienen un elevado contenido de materia en estado de suspensión, siendo necesaria su remoción previa, especialmente en temporada de lluvias.

Los procedimientos de separación de material muy grueso (rejillas: gruesas y finas) se realizan o están relacionados a las captaciones. Se considera como pretratamientos y acondicionamientos previos en la planta, a unidades como desarenadores y sedimentadores.

En estas unidades se considera que las partículas, aun siendo de diferentes tamaños, se comportan como partículas discretas y aisladas.

En el presente estudio, se considerará a los desarenadores como unidades de pretratamiento, y las unidades de sedimentación se tratarán en el proceso de tratamiento principal en otro estudio.

#### **3.1.2. Desarenador como unidad de pretratamiento**

Tiene por objeto separar del agua cruda la arena y partículas en suspensión gruesa, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las obras de conducción, proteger las bombas de la abrasión y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento. El desarenado se refiere normalmente a la remoción de las partículas superiores a 0,2 mm.

#### **3.1.3 Información básica para el diseño**

La información básica para el diseño es la siguiente:

- a) Caudal de Diseño.- Las unidades de pretratamiento serán diseñadas para el caudal máximo diario.
- b) Calidad fisicoquímico del agua.- Dependiendo del la calidad del agua cruda, se seleccionarán los procesos de pretratamiento y acondicionamiento previo.
- c) Características del clima.- Se tomarán en cuenta las variaciones de temperatura y régimen de lluvias en el diseño.

### 3.1.4 Alternativas de pretratamiento y acondicionamiento previo

La selección de los procesos dependerá de la calidad del agua, los riesgos sanitarios involucrados, y la capacidad de la comunidad. Normalmente para el tratamiento de agua en el medio rural se utilizan los desarenadores y sedimentadores convencionales.

### 3.1.5 Consideraciones Hidráulicas

#### Componentes

El desarenador se puede dividir en cuatro partes o zonas, tal como se muestra en la Figura 3.1.

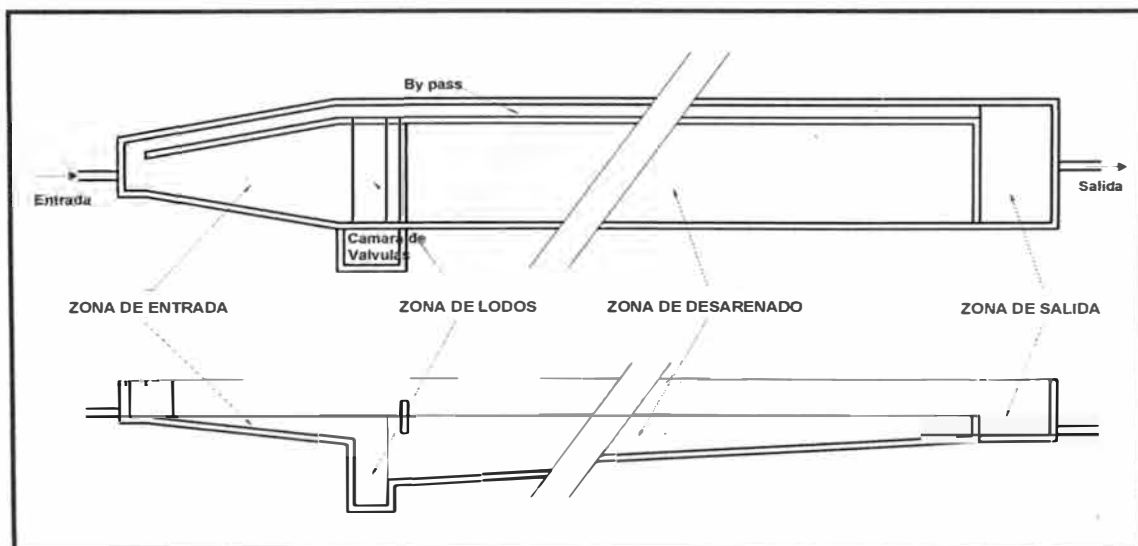


Figura 3.1 Desarenador (Planta y corte longitudinal).

### a) Zona de entrada

Tiene como función el conseguir una distribución uniforme de las líneas de flujo dentro de la unidad, uniformizando a su vez la velocidad.

### b) Zona de desarenación

Parte de la estructura en la cual se realiza el proceso de depósito de partículas por acción de la gravedad.

### c) Zona de salida

Conformada por un vertedero de rebose diseñado para mantener una velocidad que no altere el reposo de la arena sedimentada.

### d) Zona de depósito y eliminación de la arena sedimentada o de lodos

Constituida por una tolva interior con pendiente mínima de 10% que permita el deslizamiento de la arena hacia el canal de limpieza de los sedimentos.

### 3.1.6. Criterios de diseño

El periodo de diseño, teniendo en cuenta criterios económicos y técnicos es de 8 a 16 años. Pero para el proyecto se considerará un periodo de diseño de 20 años, en conformidad a los otros componentes del Sistema de Abastecimiento de Agua.

El número de unidades mínimas en paralelo es 2 para efectos de mantenimiento. En caso de caudales pequeños y turbiedades bajas se podrá contar con una sola unidad que debe contar con un canal de by-pass para efectos de mantenimiento.

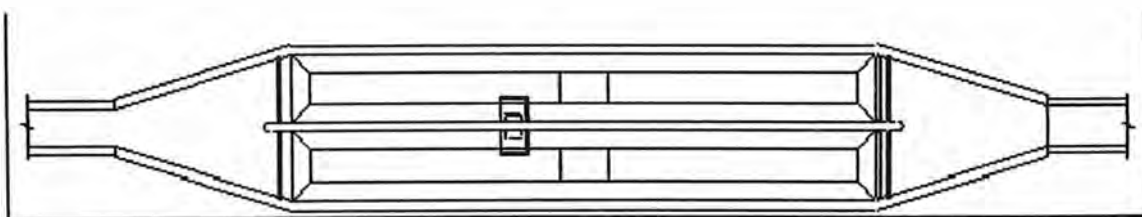


Figura 3.2 Desarenador de 2 unidades en paralelo (planta).

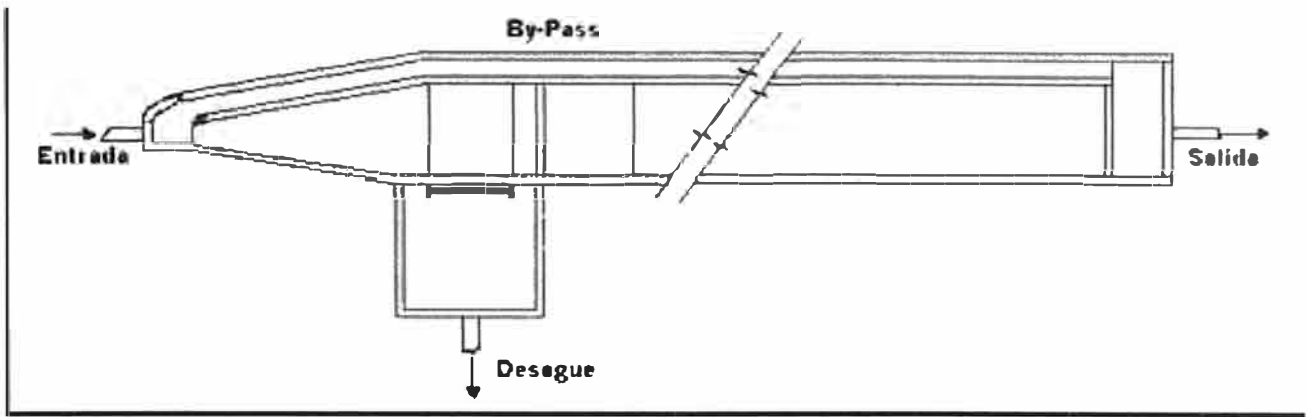
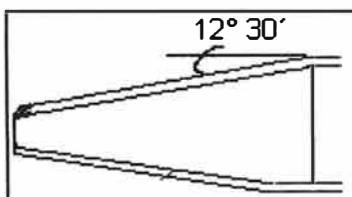


Figura 3.3 Desarenador de 1 unidad con by pass (planta).

El periodo de operación será de 24 horas por día, en función del sistema de operación adoptado.

Debe existir una transición en la unión del canal o tubería de llegada al desarenador para asegurar la uniformidad de la velocidad en la zona de entrada.

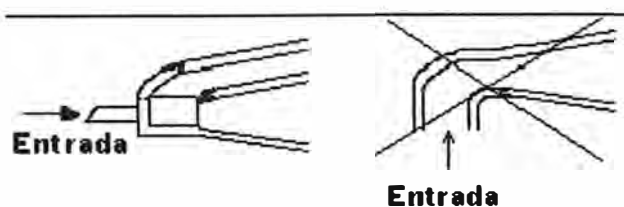
La transición debe tener un ángulo de divergencia suave no mayor de  $12^{\circ} 30'$ .



Esquema vista en planta

La velocidad de paso por el vertedero de salida debe ser pequeña para causar menor turbulencia y arrastre de material (Krochin,  $V=1\text{m/s}$ ).

La llegada del flujo de agua a la zona de transición no debe proyectarse en curva pues produce velocidades altas en los lados de la cámara.



Esquema vista en planta

La relación largo/profundidad debe ser entre 10 y 20.

La sedimentación de arena fina ( $d < 0.01$  cm) se efectúa en forma más eficiente en régimen laminar con valores de número de Reynolds menores de uno ( $Re < 1.0$ ).

La sedimentación de arena gruesa se efectúa en régimen de transición con valores de Reynolds entre 1.0 y 1 000.

La sedimentación de grava se efectúa en régimen turbulento con valores de número de Reynolds mayores de 1 000.

Material	$\phi$ Limite de las partículas (cm)	# de Reynolds	Vs	Régimen	Ley Aplicable
Grava	>1.0	>10 000	100	Turbulento	$V_s = 1.82 \sqrt{dg \left( \frac{\rho_a - \rho}{\rho} \right)}$ Newton
Arena Gruesa	0.100 0.080 0.050 0.050 0.040 0.030 0.020 0.015	1 000 600 180 27 17 10 4 2	10.0 8.3 6.4 5.3 4.2 3.2 2.1 1.5	Transición	$V_s = 0.22 \left( \frac{\rho_a - \rho}{\rho} g \right)^{2/3} \left[ \frac{d}{(\mu / \rho)^{1/3}} \right]$ Allen
Arena Fina	0.010 0.008 0.006 0.005 0.004 0.003 0.002 0.001	0.8 0.5 0.24 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0	0.8 0.6 0.4 0.3 0.2 0.13 0.06 0.015	Laminar	$V_s = \frac{1}{18} g \left( \frac{\rho_a - \rho}{\mu} \right) d^2$ Stokes

Tabla 3.1 Relación entre diámetro de las partículas y velocidad de sedimentación.

### 3.1.7 Dimensionamiento

A continuación se presenta la metodología de diseño que adopta el CEPIS<sup>5</sup>. Cuando las partículas de arena a sedimentar se encuentran en tamaños comprendidos entre 0.01 y 0.1 cm, se utilizará la fórmula de Allen para el cálculo de la velocidad de sedimentación (ver cuadro 3.1).

$$V_s = 0.22 [g (\rho_s - 1)]^{2/3} \frac{(d)}{\eta^{1/3}}$$



Siendo:

- $V_s$  = Velocidad de sedimentación (cm/s)
- $d$  = Diámetro de la arena (cm)
- $\eta$  = Viscosidad cinemática (cm<sup>2</sup>/s)
- $\rho_s$  = Densidad relativa de la arena (2.65)
- $g$  = Aceleración de la gravedad (981 cm/s<sup>2</sup>)

Al disminuir la temperatura aumenta la viscosidad afectando la velocidad de sedimentación de las partículas. (Aguas frías retienen sedimentos por periodos más largos que cursos de agua más calientes) (Véase Anexo 3 Tabla de densidad y viscosidad del agua).

- Se comprueba el número de Reynolds :

$$Re = \frac{V_s d}{\eta}$$

- Para compensar turbulencias se recomienda calcular la longitud de la zona de sedimentación mediante la siguiente expresión:

$$L = 1.25 H * V_h / V_s$$

- Se recomiendan relaciones largo/profundidad como sigue:

$$10 < L/H < 20$$

- El valor de la velocidad horizontal ( $V_h$ ) debe ser siempre menor que el de la velocidad de arrastre ( $V_a$ ) correspondiente al determinado diámetro  $8d$  de arena que deseamos sedimentar.

$$V_h = 0.5 * V_a$$

$$V_a = 125 ((\rho_s - \rho) * d)^{1/2}$$

Para el caso de arena ( $\rho_s = 2.65$ ), entonces:

$$V_a = 161 d^{1/2}$$

- Se aconsejan los siguientes valores de ( $V_h$ ) por debajo de los cuales se minimiza la influencia de la velocidad de arrastre:

$$\text{Arena fina} \rightarrow V_h = \leq 16 \text{ cm/s}$$

Arena gruesa →  $V_h = \leq 21.6 \text{ cm/s}$

- Se recomienda que la unión del canal de llegada al desarenador se efectúe mediante una transición, para asegurar la uniformidad de la velocidad en la sección transversal de la unidad, la cual influye enormemente en la eficiencia del proceso.

- Esta transición debe tener un ángulo de divergencia suave, no mayor de  $12^\circ 30'$  y de ser posible, sus paredes deben hacerse curvas siguiendo el flujo del agua.

-La longitud de la transición de ingreso la determinamos mediante la ecuación:

$$L_1 = (B-b) / (2 \cdot \text{tg}\theta)$$

Siendo:

$L_1$  = Longitud de transición

$\theta$  = Ángulo de divergencia ( $12^\circ 30'$ )

$B$  = Ancho del sedimentador (m)

$b$  = Ancho del canal de llegada a la transición (m)

- La velocidad de paso por el vertedero de salida debe ser muy pequeña para causar menor turbulencia y arrastre de material. Krochin<sup>10</sup>, indica que como máximo se puede admitir  $V = 1 \text{ m/s}$ .

## 3.2 Evaluación del Sistema de Pretratamiento existente

### 3.2.1 Diagnostico

El sistema de pretratamiento esta compuesto de un presedimentador, tiene más de 30 años de antigüedad, y presenta diseños y estructuras empíricos pues se observan deficiencias de decantación de sólidos en suspensión, no cuenta con mecanismos adecuados de ingreso de aguas, y hay condiciones inseguras para el trabajo de los operadores especialmente en las maniobras de purga.

A continuación se presentan vistas fotográficas del estado actual del presedimentador.

Foto 1.- Vista del presedimentador existente, compuesto de 03 pozas de 2.00x 2.45 m<sup>2</sup> de sección y una profundidad de 1.0 m



Foto 2.- Muro transversal de canal fue abierto y ampliado para usarlo como desripiador.



Foto 3.- Maniobra de abertura compuerta de purga, obsérvese la condición insegura para el operador, que se encuentra a mas de 1.80 m de altura por el lado exterior.



Foto 4.- El operador debe realizar continuas maniobras y ayudarse con una escoba para la evacuación de sólidos. Las purgas no presentan condiciones hidráulicas adecuadas



### 3.2.2 Alternativa de Solución

Para el mejoramiento del sistema de pretratamiento se plantea lo siguiente:

- Un nuevo desarenador que reemplace al presedimentador.
- Proporcionar procedimientos adecuados para el personal que realiza las maniobras de desarenado.

### **3.3 Datos Básicos y Parámetros de Diseño**

#### **Periodo de Diseño**

El periodo de diseño, teniendo en cuenta criterios económicos y técnicos es de 8 a 16 años. Sin embargo, al igual que la captación para el proyecto global se considerará un periodo de diseño de 20 años.

#### **Caudal de Diseño**

El desarenador se diseña con el caudal máximo diario que es 19.67 lt/s pero al igual que la captación, considerando perdidas el caudal de diseño será de 20 lt/s.

#### **Unidades de Desarenadores**

En este caso el caudal es pequeño y se contará con una sola unidad, que debe contar con un canal de by-pass para efectos de mantenimiento.

#### **Temperatura**

Para la zona en estudio consideramos una temperatura de 20°C

#### **Diámetro máximo de partícula admitido**

Arturo Rosell<sup>15</sup>, menciona que en el caso de plantas de tratamiento de agua potable, la turbiedad del agua debe ser mínima por lo cual además de los desarenadores se usan floculadores.

En el caso de los proyectos de irrigación basta eliminar partículas de mayores de 0.5 mm. En cambio en los proyectos de hidroeléctricas de alta caída el desgaste de rodets, agujas y turbinas ocasiona gastos de mantenimiento importantes, por lo cual se prefiere eliminar materiales finos hasta de 0.1 mm.

Para el abastecimiento de agua de la UNE, no se cuenta con análisis granulométricos por lo cual consideramos un diámetro máximo de partícula de 0.2 mm., luego del cual las aguas se entregaran a un floculador para la eliminación de partículas muy finas.

### 3.4 Diseño del Sistema de Pretratamiento

#### Diseño del Desarenador

Datos:

Caudal de Diseño:	20 lt/s
Densidad relativa de la arena:	2.65
Diámetro de la partícula:	0.02 cm
Temperatura del agua:	20 °C

Cálculos:

- De la tabla del anexo II-1.

Viscosidad cinemática ( $\eta$ ) =  $1.01105 \times 10^{-2}$  cm<sup>2</sup>/s

Luego, aplicando la Formula de Allen:

$$V_s = 0.22 [g (\rho_s - 1)]^{2/3} \frac{(d)}{\eta^{1/3}}$$

Se tiene velocidad de sedimentación ( $V_s$ ) = 2.80 cm/s.

- Se comprueba el número de Reynolds

$$Re = \frac{V_s d}{\eta} \quad Re = 5.55$$

Se comprueba que se encuentra dentro de la zona de transición (Ley de Allen).

- Se determina la velocidad horizontal ( $V_h$ ) o velocidad transversal de flujo dentro de la unidad a partir de la velocidad de arrastre ( $V_a$ )

$$V_a = 161 (d \text{ (cm)})^{1/2} \quad V_a = 161 (0.02)^{1/2}$$

$V_a = 22.77$  cm/s, por lo tanto:

$$V_h = 0.5 V_a$$

$V_h = 11.39$  cm/s. (cumple con la recomendación  $V_h < 16$  cm/s)

- Se determina la sección transversal de la unidad ( $A_t$ ) m<sup>2</sup>.

$$A_t = \frac{Q \text{ (m}^3\text{/s)}}{V_h \text{ (m/s)}} \quad A_t = \frac{0.020}{0.1139}$$

$$A_t = 0.176 \text{ m}^2$$

- Area superficial ( $A_s$ ) de la zona de sedimentación

$$A_s = (V_h/V_s) * A_t$$

Reemplazando valores:

$$A_s = (11.39/2.80) * 0.176$$

$$A_s = 0.716 \text{ m}^2$$

- La profundidad ( $H$ ) y el ancho ( $B$ ) de la zona de sedimentación los determinaremos haciendo  $B = 2 H$  en la siguiente expresión:

$$H = A_t / B \quad B = 2 H$$

$$\text{Luego: } H = (A_t/1.25)^{1/2}$$

$$\text{Reemplazando valores: } H = (0.176 / 2)^{1/2}$$

$$\text{Luego: } H = 0.297 \text{ m, en forma practica hacemos } H = 0.30 \text{ m}$$

$$\text{y por lo tanto: } B = 0.593 \text{ m, en forma practica hacemos } B = 0.60 \text{ m}$$

- La longitud de la zona de sedimentación ( $L$ ), es igual a:

$$L = A_s / B$$

$$\text{Reemplazando valores: } L = 0.716/0.60 = 1.193 \text{ m}$$

$$L/H = 1.193 / 0.30 = 3.98 \quad (\text{no cumple relación } 10 < L/H < 20)$$

Haciendo

$$L/H = 10 \quad L/0.30 = 10$$

$$\text{Luego: } L = 3.00 \text{ m}$$

- Se determina la longitud del tramo de transición

$$L_1 = (B-b) / (2 * \text{tg}\theta) \quad L_1 = (0.60-0.30) / (2 * \text{tg}12.5^\circ)$$

$$L_1 = 0.67 \text{ m} \quad L_1 = 0.70 \text{ m.}$$

- Carga de agua sobre el vertedero de salida:

$$h_2 = (Q/ c * L)^{2/3}$$

$c = 2.0$  para un perfil Creager según recomendación de Máximo Villón

Reemplazando valores:

$$h_2 = (0.02 / 2 * 0.30)^{2/3}$$

$$h_2 = 0.104 \text{ m}$$

- Velocidad de paso por el vertedero de salida:

$$V = c * h_2^{1/2}$$

$$V = 2 * (0.104)^{1/2} = 0.64 \text{ m (menor de } 1.0 \text{ m/s, cumple recomendación)}$$

### **3.5 Operación y Mantenimiento**

#### **Operación y mantenimiento de unidades de pretratamiento como desarenadores**

##### **1. Objeto**

Establecer criterios para la operación y mantenimiento de unidades de pretratamiento como desarenadores de sistemas de abastecimiento de agua rural, las cuales deben ser cumplidas por el personal operador durante el proceso de funcionamiento.

##### **2. Definiciones**

- **Mantenimiento:** Conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir o corregir daños que se produzcan en los equipos o instalaciones durante su funcionamiento.
- **Mantenimiento preventivo:** Es una serie de acciones que se realizan para la conservación de las instalaciones y equipos para evitar fallas en su funcionamiento.
- **Mantenimiento correctivo:** Acciones que se realizan para reparar daños que se producen por efectos del deterioro o mal funcionamiento de un sistema y que no ha sido posible evitar con el mantenimiento preventivo.
- **Mantenimiento de emergencia:** Es aquel que se realiza cuando el sistema o los equipos han sufrido daños por causa imprevista, por lo que requerirán de una solución rápida.
- **Operación:** Conjunto de acciones adecuadas y oportunas que se efectúan para que todas las partes del sistema funcionen en forma continua según las especificaciones de diseño.
- **Operador:** Persona calificada y responsable de la operación y el mantenimiento de las instalaciones del sistema.

##### **3. Aplicación**

La aplicación de la presente guía será para sistemas rurales y pequeñas localidades, en este caso para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua de la UNE.



#### **4. Generalidades**

Un adecuado mantenimiento de las unidades de sedimentación se hace necesario para asegurar que estas unidades trabajen en forma efectiva y eficiente; si se descuidara este aspecto la unidad (desarenador) podría no remover las materias suspendidas en el agua, ocasionando obstrucciones en el resto del sistema de tratamiento o de distribución. Los sedimentos interfieren con el proceso de sedimentación incrementando la velocidad del agua en el tanque. Además, la acumulación de estos sedimentos puede causar descomposición y causar sabores y olores en el agua.

#### **5. Herramientas y materiales**

Dependiendo del trabajo a realizar y del método a utilizar se pueden emplear diferentes herramientas, equipos y materiales.

##### **Herramientas**

Se debe contar por lo menos con las siguientes herramientas:

- Manual de operación y mantenimiento para uso de los operadores
- Turbidímetro de campo
- Palas
- Carretillas
- Llave steelson
- Llave francesa
- Llave de cadena
- Baldes
- Escobillas
- Escoba
- Brochas

##### **Materiales**

- Pintura anticorrosiva
- Repuestos y empaquetaduras de válvulas

#### **6. Operación**

La operación de los desarenadores es muy sencilla, básicamente es llevar una vigilancia de la eficiencia de éste para proceder a la evacuación de los sedimentos acumulados en el fondo de la unidad. Esta vigilancia está

relacionada con el control del caudal que ingresa a la unidad y el control de la calidad de agua efluente.

### **Acciones claves**

#### **Medición y control de caudal**

- Verificar el nivel de agua en el dispositivo de aforo de cada unidad (captación-pretratamiento).
- Regular el sistema de entrada hasta alcanzar el caudal de operación.

#### **Medición de turbiedad**

- Medir la turbiedad del agua a la entrada de la unidad.
- Medir la turbiedad del agua a la salida de la unidad.

#### **Evacuación de lodos o sedimentos**

- Disponer la evacuación de sedimentos del fondo de la unidad, cuando la diferencia entre la turbiedad del agua efluente y el afluente sea baja.

#### **Registro de información**

- Anotar en el libro de registro diario los valores de turbiedad en el ingreso y salida de la unidad.
- Cambios en el caudal de la fuente durante el día.
- Fecha de lavado de la unidad.

### **7. Mantenimiento**

El mantenimiento de los desarenadores incluye actividades periódicas que consisten principalmente en el drenaje y evacuación de sedimentos acumulados en el fondo de la unidad.

La evacuación de los sedimentos que se depositan en el fondo de la unidad será cada 6 u 8 semanas dependiendo de la calidad del agua cruda y del volumen del tanque. Si el agua es muy turbia la remoción de sedimentos se debe realizar con mayor frecuencia.

### **Acciones claves**

#### **Lavado de la unidad**

Cortar el flujo de agua hacia el desarenador

- Cerrar la válvula de entrada al desarenador.

#### Limpieza cámara de entrada

- Desprender el material adherido en el fondo y en las paredes de la cámara, utilizando escobilla con cerdas de material sintético.

#### Limpieza de cámara de sedimentación

- Abrir sistema de drenaje para la evacuación de lodos y dejar evacuar toda el agua y sedimentos.
- Con palas, cubetas, baldes, tablas y carretilla, remover los sedimentos del tanque, empujándolos hacia el drenaje y llevándolos fuera del lugar. Raspar el fondo del tanque y dejarlo completamente limpio.
- Si hubiera una bomba y manguera, rociar con fuerza para eliminar los sedimentos del fondo.
- Enjuagar completamente el tanque antes de restaurar su funcionamiento.

#### Limpieza cámara de salida

- Desprender el material adherido al fondo y paredes de la cámara.

#### Poner en funcionamiento

- Cerrar los drenajes y abrir sistema de ingreso para llenar el desarenador y siga funcionando.
- Una vez limpio el tanque debe volver a sus funciones en cuanto a su llenado.

Es importante no realizar los cortes de suministro en horas de máxima demanda.

Generalmente, se realizan de medio día a media tarde, o en horas de mínimo consumo (noche).

Se deberá advertir a los usuarios sobre los cortes de agua, así estos pueden regular su consumo durante el periodo de corte.

Otros mantenimientos que deben realizarse con periodicidad son:

- Engrasado de los dispositivos de apertura de compuertas (mensualmente).
- Pintado de elementos metálicos con pintura anticorrosiva (semestralmente).
- Inspección minuciosa de la unidad, resane de deterioros en la estructura, reparación o cambio de válvulas y compuertas (anualmente).

## **8. Registros de Operación y Mantenimiento**

Los aspectos operacionales y de mantenimiento deben ser considerados desde la fase de planeación del proyecto. Usualmente en la localidad se conforma un ente para administrar el sistema de abastecimiento de agua; sin embargo, es el

operador quien juega un papel importante en la operación y mantenimiento del sistema.

Se considera, entre otras funciones principales del operador, el control del flujo, el monitoreo de la calidad del agua, la limpieza de las unidades de pretratamiento y la ejecución de actividades generales de mantenimiento.

Una herramienta importante para el operador y que contribuye a alcanzar un mejor control sobre el funcionamiento del sistema, es la ficha de control, la cual debe ser llevada diariamente según el programa de seguimiento acordado con el ente de soporte en control y vigilancia de la calidad del agua. Los registros obtenidos para los parámetros de interés deben ser comparados con los valores deseables, a fin de establecer la eficiencia en el funcionamiento de la planta de tratamiento y tomar las acciones en caso de ser necesarias.

En el cuadro 3.1 se presenta un resumen de las actividades para la operación y mantenimiento de los desarenadores.

Componente	Usualmente	Actividad periódica o permanente	Instrumentos de apoyo	Recomendaciones
<b>Desarenador y sedimentador</b>	Inspección visual y movimientos de las válvulas.	<p>Retiro de sedimentos (por manejo de valvulas, accesorio y manual).</p> <p>Limpieza de la estructura (interna, externa)</p> <p>Revisión del estado fisico y del funcionamiento (caudal, volumen de agua, rebose, fugas, etc)</p> <p>Pintura y lubricación de los accesorios..</p>	<p>Registro de la información en libros, bitácoras o formularios.</p> <p>Herramientas (palas, palustres, cepillos metalicos, materiales como postes, mallas o alambres para cerramiento area de localización, estructura, etc.).</p>	<p>Mantenimiento preventivo: semanalmente limpieza estructura o según estado de los sedimentos.</p> <p>Mantenimiento correctivo: periódicamente.</p>

Cuadro 3.1 Resumen de principales actividades de operación y mantenimiento

## CAPITULO IV SISTEMA DE CONDUCCION

### 4.1 Características Generales de los Sistemas de Conducción

#### 4.1.1 Canales

##### Generalidades

Los canales son conductos abiertos en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, dado que la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

Los canales se pueden clasificar según el uso final que tengan: canales para agua potable, riego, drenaje, energía hidroeléctrica, etc.

Los canales tienen la finalidad de conducir los caudales de captación desde la obra de toma hasta el lugar de carga o distribución, de acuerdo a la naturaleza del proyecto y en condiciones que permitan transportar los volúmenes necesarios para cubrir la demanda.

##### Sección efectiva de un canal

Un canal puede adoptar diferentes formas desde trapezoidal hasta rectangular (pasando por formas poligonales, parabólicas, semicirculares, etc.).

Los canales se construyen generalmente de formas trapezoidales y rectangulares, los primeros en suelos con menor estabilidad relativa y los segundos en suelos con mayor estabilidad relativa o en suelos rocosos.

Un canal trapezoidal es caracterizado por la siguiente relación hidráulica:

$$\beta = \frac{b}{h} = 2(\sqrt{1+m^2} - m)$$

Donde:

$\beta$  = Relación ancho sobre tirante del canal

$b$  = Ancho del canal

$h$  = tirante de agua del canal

$m$  = inclinación del talud,  $m = a/h$

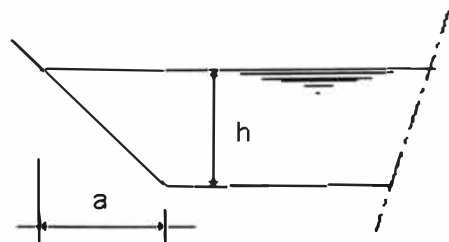


Figura 4.1 Inclinación de talud

Se recomienda mantener el valor de  $\beta$  entre 2.2 a 5, lo cual permite incremento de los volúmenes de excavación entre 2 a 3 %, en comparación a una sección hidráulicamente económica.

### **Diseño hidráulico de un canal**

Para el diseño de un canal se presume que el escurrimiento se desarrollará en condiciones de flujo uniforme. El flujo no uniforme se presentará en situaciones de cambios en la pendiente, rugosidad, dimensiones de la sección, embalsamientos, caídas o por cambios inducidos por la operación de órganos de operación o seguridad.

La velocidad media de flujo en un canal se determina por medio de la fórmula desarrollada por Chezy:

$$v = C \cdot (R \cdot S)^{1/2}$$

Aplicando la ley de continuidad, se obtiene la capacidad de conducción:

$$Q = A \cdot C \cdot (R \cdot S)^{1/2}$$

Donde:

$v$  = Velocidad media de flujo en m/s

$C$  = Coeficiente de Chezy

$R$  = Radio hidráulico en m

$S$  = Pendiente hidráulica

$Q$  = Caudal en m<sup>3</sup>/s

$A$  = Area efectiva en m<sup>2</sup>

El caudal  $Q$  manifiesta la capacidad de conducción, la pendiente hidráulica del canal que será función de las condiciones topográficas podrá estar asociada al mismo tiempo a las velocidades límites; éstas se establecerán con base en las características del material que conforme el perímetro mojado y tomará en cuenta la probabilidad de erosión y sedimentación.

Según Manning, el coeficiente de Chezy adquiere la siguiente forma:

$$C = (1/n) * R^{1/6}$$

Donde:

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

R = Radio hidráulico en m

Por lo que la capacidad de conducción del canal se podrá expresar por medio de la fórmula siguiente:

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

El coeficiente de rugosidad de Manning dependerá del tipo de material que conforma el perímetro mojado, del caudal y de las características morfológicas del canal. La influencia de la rugosidad será mayor para caudales menores, reduciéndose en función de su incremento.

Para el diseño se deberá adoptar valores de “n” mediante una asociación entre los materiales que se utilizarán para conformar el perímetro mojado y los valores obtenidos de mediciones in situ y en laboratorio para materiales similares. En el cuadro 4.1, se dan valores de n, dados por Horton.

<b>SUPERFICIE</b>	<b>MEJOR</b>	<b>BUENA</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALA</b>
Concreto	0.012	0.014	0.016	0.018
Cemento y mampostería	0.017	0.020	0.025	0.030
Piedras grandes, guijarro	0.025	0.030	0.033	0.035
Metal liso	0.011	0.012	0.013	0.015
Metal corrugado	0.022	0.025	0.028	0.030
De tierra rectos	0.017	0.020	0.022	0.025
De piedra uniforme	0.025	0.030	0.033	0.035
De piedra irregular	0.035	0.040	0.045	
Canales de tierra dragada	0.035	0.028	0.030	0.033
Con vegetación	0.025	0.030	0.035	0.040
De piedra en el fondo	0.028	0.030	0.033	0.035

Cuadro 4.1 Valores de “n” dados por Horton para ser empleados en las fórmulas de Kutter y Manning.



## Criterios de Diseño para Canales de Flujo Uniforme

En el diseño hidráulico de los canales se debe tener en cuenta las leyes de la hidráulica que influyen en el flujo de los líquidos, así como las recomendaciones de los Organismos Internacionales especializados.

### a. Velocidad Máxima de Erosión

La velocidad del agua influye en la conservación de los revestimientos de las paredes y del fondo de los canales debido al material grueso que generalmente transporta en suspensión el agua.

De acuerdo al material empleado en el revestimiento de los canales artificiales se recomienda no sobrepasar las velocidades que se incluyen en el cuadro 4.2.

Material del Revestimiento	Variación de Velocidades Máximas en m/s	
Suelo arenoso grueso	0.60	0.75
Tierra vegetal, suelo aluvial	0.75	0.85
Tierra vegetal arcillosa	0.90	1.15
Suelo arcilloso duro	1.30	1.50
Suelo con grava	1.50	1.80
Concreto f <sub>c</sub> 140 kg/cm <sup>2</sup>	3.80	4.40
Concreto f <sub>c</sub> 175 kg/cm <sup>2</sup>	6.60	7.40

Cuadro 4.2 Velocidad Máxima de Erosión, Rosell<sup>14</sup>

### b. Velocidad Mínima de Sedimentación

Para diseñar un canal se debe tener en cuenta que la velocidad del flujo no debe descender de cierto límite inferior que es la Velocidad de Deposición o Sedimentación del material en suspensión que transporta el agua.

Este límite fue estudiado por Robert G. Kennedy, su expresión es la siguiente:

$$U = \beta * h^{0.64}$$

Donde:

U : Es la velocidad media límite, que no produce deposición.

$\beta$  : Un coeficiente que depende del material en suspensión.

h : Altura de agua en m.

El coeficiente  $\beta$ , se obtiene del siguiente cuadro:

**Cuadro 4.3. Coeficientes de Sedimentación**

Material Transportado	Valores
Arcilla muy fina	0.53
Arena muy fina	0.58
Barro arenoso	0.64
Arcilla gruesa	0.70

### c. Relación de Máxima Eficiencia Hidráulica

Entre las diferentes secciones que pueden adaptarse en el diseño de los canales, algunas secciones encierran condiciones llamadas de Máxima Eficiencia Hidráulica, son aquellas que para un mismo gasto, pendiente y revestimiento requieren un área mojada mínima cuando el terreno es aproximadamente plano.

La relación de Máxima Eficiencia Hidráulica es:

$$R_{max} = A / P_{min}$$

Reemplazando valores

$$b / y = 2((1+z^2)^{1/2} - z)$$

Donde:

$R_{max}$  : Radio medio hidráulico máximo

$P_{min}$  : Perímetro mojado mínimo

b : base del canal

y : altura del agua

$z$  : talud de las paredes del canal

Para un canal rectangular  $z = 0$ , entonces  $b = 2$  y

### **Salto de Agua**

Son obras proyectadas en canales o zanjas, para salvar desniveles bruscos en la rasante de fondo, Gómez Navarro<sup>8</sup>, hace una diferenciación de estas obras y conviene en llamarlas caídas cuando los desniveles son iguales o menores a 4.0 m., estas a su vez pueden ser verticales o inclinadas.

Para desniveles mayores a 4.0 m la estructura toma el nombre de rápida y en estos casos es conveniente un estudio económico entre la rápida o una serie de caídas que Domínguez<sup>6</sup> (Pág. 368), denomina gradas.

En el presente estudio, se analizará el diseño hidráulico de caídas verticales continuas denominadas Gradas.

### **Caídas Verticales – Criterios de Diseño**

Se construyen caídas verticales, cuando se necesita salvar un desnivel de 1m como máximo, sólo en casos excepcionales se construyen para desniveles mayores.

El Sinamos<sup>16</sup>, recomienda que para caudales unitarios mayores a 300 lt/s x m de ancho, siempre se debe construir caídas inclinadas, además manifiesta que la ejecución de estas obras debe limitarse a caídas y caudales pequeños, principalmente en canales secundarios construidos en mampostería de piedra donde no se necesita ni obras de sostenimiento ni drenaje. Cuando el desnivel es  $\leq 0.30$  m y el caudal  $\leq 300$  lt/s x m de ancho de canal, no es necesario poza de disipación.

### **Caídas Verticales – Aireación**

En la purificación de aguas se agrega oxígeno mediante aireación para la remoción de hierro y manganeso principalmente.

La aireación cumple sus objetivos de purificación del agua mediante el arrastre o barrido de las sustancias volátiles causado por la mezcla turbulenta del agua con el aire y por el proceso de oxidación de los metales y los gases.

El agua aireada es más agradable al paladar; la aireación reduce el nivel de  $\text{CO}_2$  hasta unos 4.5 mg/L, pero la corrosión solo se previene si la alcalinidad del agua excede de 100 mg/L.

Los aireadores en cascadas (Fig. 4.2) son estructuras que dejan caer el agua en láminas o capas delgadas sobre uno o más escalones de concreto.

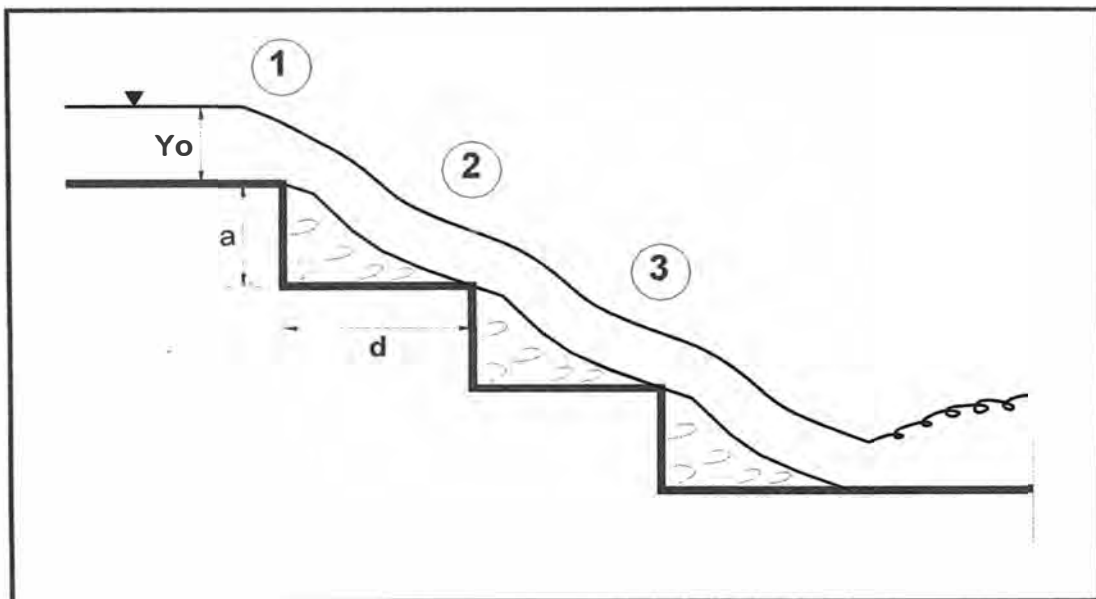


Figura 4.2 Caídas en Cascadas o Gradadas del Agua

## 4.2 Evaluación de Sistema de Conducción existente

### 4.2.1 Diagnostico

El sistema de conducción actual está compuesto por una rápida y canal de concreto, que tiene más de 30 años de antigüedad, y presenta diseños y estructuras empíricos.

A continuación se presentan vistas fotográficas del estado actual del sistema de conducción.

Foto 1.- Vista de la rápida que va desde la captación hasta el presedimentador. El caudal que discurre es de 9.47 lt/s, y no fue contemplado para un caudal mayor de 20 lt/seg.



Foto 2.- Canal de conducción a la salida del presedimentador. Obsérvese disposición de tanques prefabricados que suministran químicos hacia el canal.



Foto 3.- Canal de conducción que llega a la planta de tratamiento, presenta pendiente fuerte.



#### **4.2.2 Alternativa de Solución**

Para el mejoramiento del sistema de conducción se plantea lo siguiente:

- Para la conducción del agua de la toma hacia el desarenador, que pasa por terreno de fuerte pendiente (57%), se plantea una caída vertical continua (cascadas). La caída en cascadas contribuirá con el proceso de purificación del agua mediante un proceso aireación.
- Las cascadas terminaran en un pozo disipador, para recién entregar las aguas al desarenador en condiciones de flujo uniforme y laminar.
- Luego del desarenador las aguas se conducirán por un canal de concreto, en condiciones hidráulicas adecuadas, .y se entregaran a la planta de tratamiento

### 4.3 Datos Básicos y Parámetros de Diseño

#### Periodo de Diseño

Al igual que la captación, para el proyecto global se considerará un periodo de diseño de 20 años.

#### Caudal de Diseño

El sistema de conducción se diseña con el caudal máximo diario que es 14.76 lt/s, pero al igual que la captación, considerando pérdidas el caudal de diseño será de 20 lt/s.

#### Tipo Material

Las caídas en cascadas serán de mampostería de piedra, y el canal de conducción será de concreto, para lo cual se considerará un coeficiente "n" de Manning de 0.016 en estado regular (ver tabla 4.1).

#### Velocidades

Velocidad Máxima: 0.90 m/s (velocidad de tierra vegetal arcillosa, cuadro 4.2)

Velocidad Mínima:

Aplicando  $U = \beta * h^{0.64}$

$\beta = 0.64$  (De cuadro 4.3)

Para  $h = 0.10 \text{ m}$      $U = 0.15 \text{ m/s}$

$h = 0.15 \text{ m}$      $U = 0.19 \text{ m/s}$

$h = 0.20 \text{ m}$      $U = 0.23 \text{ m/s}$

#### Criterio de Máxima Eficiencia Hidráulica

Para un canal rectangular se considerará un ancho de canal "b" igual a dos veces la altura de agua (y).

$b = 2 y$

## 4.4 Diseño del Sistema de Conducción

### 4.4.1 Diseño de Caídas en Cascadas

A continuación se presenta el modelo empleado por Domínguez<sup>3</sup>

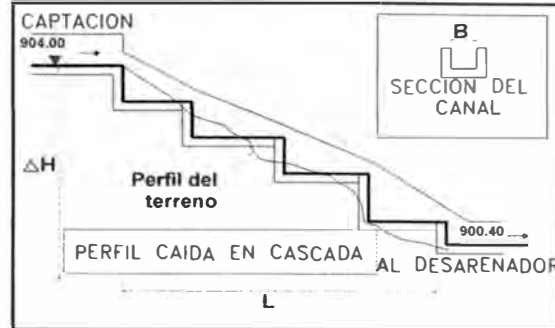
#### Datos

Caudal de Diseño (Q): 0.020  
m<sup>3</sup>/s

Ancho de Sección (B): 0.20 m

Diferencia Altura ( $\Delta H$ ): 3.60 m

Longitud Horizontal (L): 7.00 m



#### Cálculos:

En la sección 1 se va a producir un tirante crítico cuyo valor es:

$$q = Q / b = 0.02 / 0.20$$

$$q = 0.10 \text{ m}^3/\text{s} \times \text{m}$$

Luego:

$$Y_c = (q^2 / g)^{1/3}$$

$$Y_c = 0.10 \text{ m}$$

El análisis hidráulico consiste en llegar a determinar la longitud necesaria entre grada y grada siendo necesario confeccionar el siguiente cuadro:

Cuadro 4.4 Cálculos dimensiones de gradas

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grada	a (m)	K= a/Yc	Yo (m)	Xo = Yo/Yc	Y1/Yo	Y1 (m)	d/Yc	d (m)
1	0.30	3.00	0.100	1.00	0.44	0.044	4.2	0.42
2	0.30	3.00	0.044	0.44	0.78	0.034	6.4	0.64
3	0.30	3.00	0.034	0.34	1.06	0.036	7.3	0.73
4	0.30	3.00	0.036	0.36	0.98	0.036	7.2	0.72
5	0.30	3.00	0.036	0.36	0.98	0.035	7.2	0.72
6	0.30	3.00	0.035	0.35	1.00	0.035	7.2	0.72
7	0.30	3.00	0.035	0.35	1.00	0.035	7.2	0.72
8	0.30	3.00	0.035	0.35	1.00	0.035	7.2	0.72
9	0.40	4.00	0.035	0.35	0.95	0.033	6.0	0.60
10	0.40	4.00	0.033	0.33	1.02	0.034	6.2	0.62
11	0.40	4.00	0.034	0.34	1.00	0.034	6.1	0.61
12								
<b>Suma</b>	<b>3.60</b>							<b>7.22</b>



Columna 1: Número de grada

Columna 2: Altura de grada

Columna 3: Resulta de dividir la altura de grada entre el tirante crítico que se produce en la primera grada, es decir en el punto 1 y cuyo valor es de 2.50

Columna 4: En la grada 1 se tiene

$$\text{Aguas arriba: } Y_c = Y_o = 0.100 \text{ m}$$

Aguas abajo:  $Y_1$  = tirante en flujo supercrítico y a la vez es el valor  $Y_o$  aguas arriba de la segunda grada.

En la primera grada se tiene:

$$X_o = Y_o/Y_c = 1.00$$

Con este valor y la respectiva altura de grada se entra al gráfico de la fig. 4.22, obteniéndose con:

$X_o = 1$  y  $K = 3.00$  el valor:

$$Y_1/Y_o = 0.44 \rightarrow Y_1 = 0.044 \text{ m}$$

Columna 5: Sería el valor  $X_o = 1$

Columna 6: El valor obtenido en la fig. 4.3

$$Y_1/Y_o = 0.44$$

Columna 7: Sería el valor:  $Y_1 = 0.044 \text{ m}$

Desde la columna 4 hasta la columna 7, la operación se repite para todas las gradas.

Columna 8 y 9: Se obtiene de la fig. 4.4

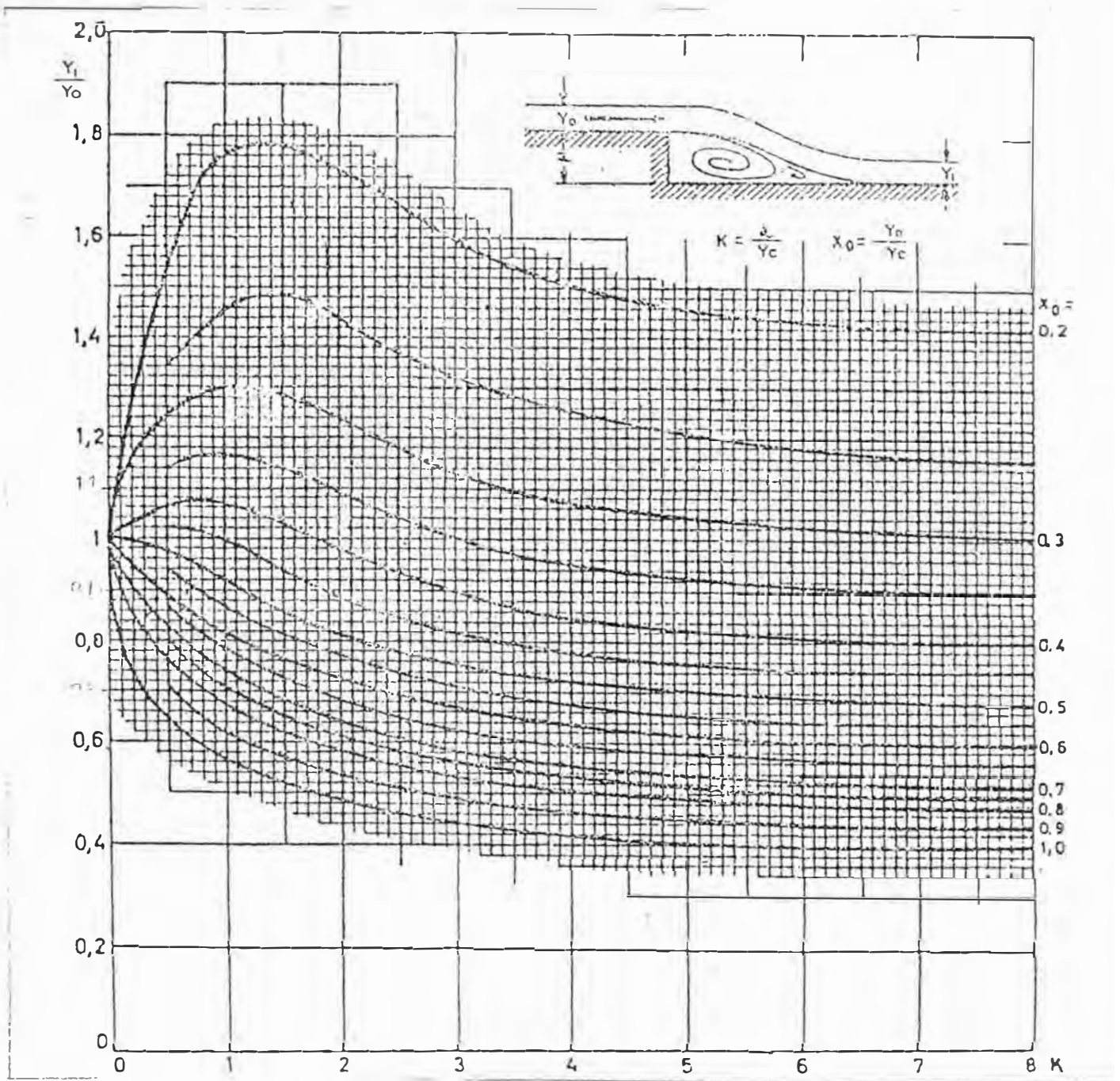


Figura 4.3. Gradadas de Bajada Antecedidas y Seguidas de Flujo Supercrítico.

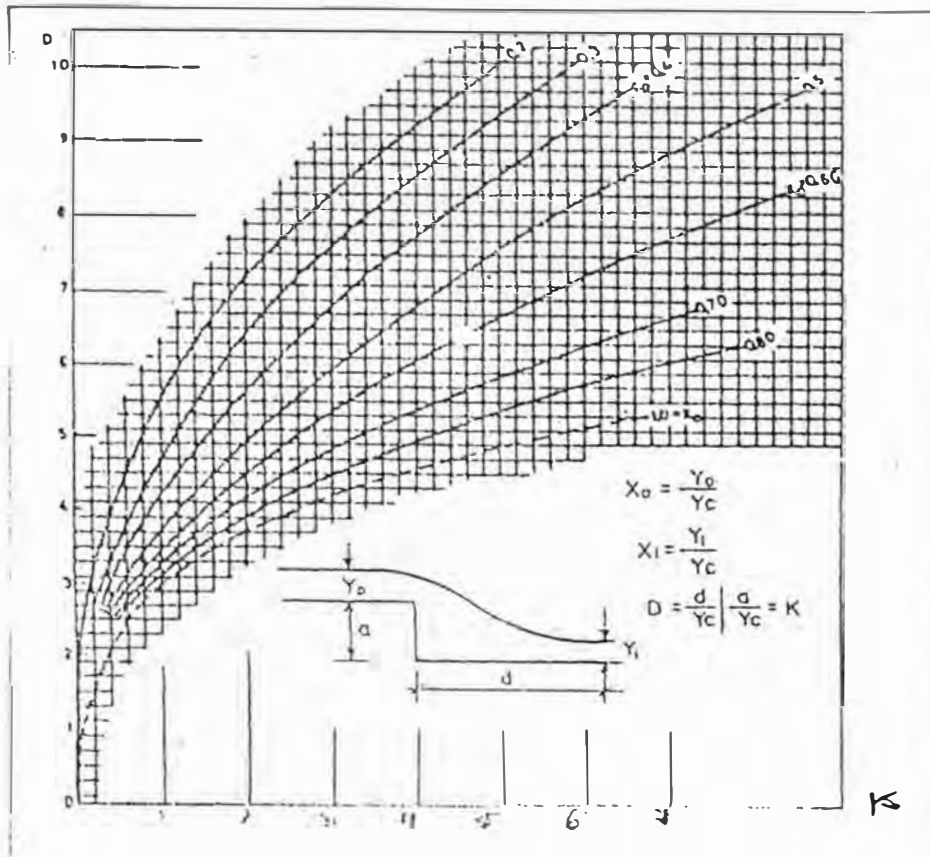


Figura 4.4. Distancia entre Gradas en Flujo Supercrítico

#### 4.4.2 Diseño de Canal de Conducción

Aplicando la fórmula de Manning:  $Q = A * R^{2/3} * S^{1/2} / n$

##### Datos

Ancho de canal (b=2y)	:	0.30 m
Altura de agua (y)	:	0.15 m
Coefficiente de Manning (n)	:	0.016 (concreto)
Pendiente (S)	:	0.002

##### Cálculos:

Area (A = b*y)	=	0.045
Perímetro (P=b+2y)	=	0.60 m
Radio Hidráulico (A/P)	=	0.08 m
Caudal (Q)	=	0.020 m <sup>3</sup> /s
Numero de Froude	=	0.37 (F<1, flujo subcrítico)
Velocidad (V=Q/A)	=	0.44 m/s (0.19 m/s <V<0.90 m/s, cumple límites)

##### Resultados:

Considerando un borde libre de 0.15 m, las dimensiones del canal rectangular serán de 0.30m x 0.30m.

## 4.5 Mantenimiento de Canales

### Objetivo

El objetivo principal de esta acción de mantenimiento es garantizar la capacidad de conducción de agua de acuerdo con el diseño de caudal de la estructura.

### En canales revestidos

Los canales de riego revestidos requieren de labores de mantenimiento tales como:

- Extracción y/o descolmatado de sedimentos que se presentan una vez por año (Descolmatación, raspado de paños, eliminación de malezas).
- Semanalmente o con una frecuencia determinada en base a la experiencia local, retirar hierbas del talud, retirar troncos de árboles o piedras voluminosas u otros materiales que puedan interrumpir el flujo en el canal y originar el rebose.
- El crecimiento de malezas dentro de canales revestidos de concreto indica que existen agrietamientos y que el sistema empieza a colapsar (hundimientos, roturas, socavamientos) si no se le da la importancia y acción correctiva del caso en forma oportuna.
- Resane de grietas en las losas de concreto. Los agrietamientos o erosiones se reparan empleando morteros de cemento-arena, picando y limpiando previamente los agrietamientos y aplicando una lechada de agua-cemento sobre el concreto viejo antes de colocar el mortero. Si se producen fracturas de consideración o asentamientos del canal, es necesario reemplazar algunos paños del revestimiento, compactando antes el terreno donde este se apoyara.
- En las juntas de dilatación, previa labor de limpieza de la misma, se debe restituir el material original deteriorado con materiales flexibles (brea, asfalto, resinas, etc.).
- Aguas abajo del revestimiento o de las estructuras se producen generalmente erosiones o caídas en el canal no revestido, cuyos tramos deben ser protegidos mediante enrocados en el piso o en los taludes, en una longitud que permita amortiguar la velocidad de salida de las aguas.

## **En canales no revestidos**

Las principales actividades de mantenimiento en este tipo de estructuras son:

- Descolmatación de la base del canal, llegando a las medidas originales de diseño.
- Deshierbo o desbroce de los bordes; eliminación de vegetación.
- Reforzamiento de bordes y relleno de roturas con material adecuado.
- Para estos trabajos se puede hacer manualmente, dependiendo del tamaño y volúmenes (caudal) que conducen los canales.
- Cajeo o rectificación de taludes.

## CAPITULO V COSTOS Y PRESUPUESTOS DE LAS NUEVAS OBRAS DE MEJORAMIENTO

### 5.1 COSTOS Y PRESUPUESTOS

Los metrados se han calculado en base a los planos de Arquitectura y Estructuras.

Los costos del Proyecto se expresan en Nuevos Soles

Los costos unitarios se han calculado con precios de mercado vigentes al 14 de diciembre del 2007, momento en el cual la equivalencia era de US\$ 1.00 igual a S/. 3.03.

Las cifras presupuestales comprenden los costos directos, los gastos generales y la utilidad del contratista.

Las obras de construcción de la Captación, Pretratamiento y Sistema de Conducción de la UNE comprenden los componentes siguientes:

- Captación nueva
- Caída en Cascadas
- Desarenador
- Canal de Conducción

La inversión requerida para la construcción de las Nuevas Obras, asciende a **S/. 28,729.57**, cuyo presupuesto en detalle se presenta en el cuadro 5.1.

Los análisis de costos unitarios se presentan en el Anexo 4

Las especificaciones técnicas se presentan en el Anexo 5

### 5.2 CRONOGRAMA DE OBRA

El cronograma de obra se muestra en forma de diagrama de barras (Ver cuadro 5.2), se presenta las obras principales, por especialidades. Se ha tomado en cuenta ejecutar primero Captación y Caída en Cascada, a continuación el desarenador y el canal de conducción, a fin de no saturar de personal la zona de trabajo.

A fin de no interrumpir el servicio del canal principal, se considerado hacer un by pass de las aguas 3.0 metros antes y después de la obra de captación, para lo cual se colocaran mangueras en cantidad suficiente que conecten los extremos.

Para controlar reboses que pudieran presentarse por fallas en el by pass, se

colocarán tubería pvc en la zona de la quebrada Santo Domingo donde serán evacuados.

Conforme se indica en el cronograma, el tiempo estimado para la construcción de las obras de Captación, Pretratamiento y Sistema de Conducción de la UNE, es 06 semanas.



## Cuadro 5.1 Presupuesto de Obras

### Presupuesto

Presupuesto **MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE UNE**  
 Subpresupuesto **CAPTACION, PRETRATAMIENTO Y SISTEMA DE CONDUCCION**  
 Cliente **UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION** Costo al **14/12/2007**  
 Lugar **LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO - CHOSICA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.00.00	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>1,800.00</b>
01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL	GLB	1.00	600.00	
01.02	MOVILIZACION OE EQUIPOS Y HERAMIENTAS	GLB	1.00	1,800.00	1,800.00
02.00.00	<b>OBRAS DE CAPTACION</b>				<b>6,035.03</b>
02.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
02.01.01	BY PASS CURSO DE AGUA	GLB	1.00	985.00	985.00
02.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO Prof. 0.30 m	m2	12.00	19.70	236.40
02.01.03	TRAZO Y REPLANTEO	m2	40.00	2.18	87.11
02.01.04	DEMOLICION DE CONCRETO (TOMA EXISTENTE)	m3	0.50	374.85	187.43
02.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.02.01	EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO	m3	2.45	24.66	60.43
02.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	3.54	25.84	91.47
02.02.03	NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO	m2	11.18	6.45	72.12
02.03	<b>CONCRETO ARMADO</b>				
02.03.01	CONCRETO F'c=210 KG/CM2	m3	2.95	364.14	1,074.20
02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	25.04	29.55	740.00
02.03.03	ACERO	kg	39.95	3.98	158.99
02.03.04	SOLADO CONCRETO 1:10	m2	11.18	12.28	137.33
02.04	<b>PIRCADO DE PIEDRA</b>				
02.04.01	MURO DE PIRCADO DE PIEDRA	m2	2.64	68.07	179.69
02.05	<b>VARIOS</b>				
02.05.01	COMPUERTA METALICA .30x.30m	und	2.00	405.32	810.64
02.05.02	REJILLA DE FIERRO 0.30x.30x0.50m, CON VARILLAS LISAS 1/4"	und	2.00	400.25	800.51
02.05.03	VERTEDERO TRIANGULAR 0.30x0.30m	und	1.00	413.71	413.71
03.00.00	<b>CAIDAS EN CASCADAS</b>				<b>3,117.71</b>
03.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO Prof. 0.30 m	m3	7.20	19.70	141.84
03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	24.00	2.18	52.27
03.01.03	DEMOLICION DE CONCRETO (RAPIDA EXISTENTE)	m3	0.74	374.85	277.39
03.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
03.02.01	EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO	m3	1.12	23.63	26.47
03.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2.23	25.84	57.62
03.02.03	NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO	m2	2.80	6.45	18.06
03.03	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				
03.03.01	CONCRETO F'c=100 KG/CM2	m3	0.89	200.40	178.36

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
03.04	<b>CONCRETO ARMADO</b>				
03.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	2.86	364.14	1,041.43
03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	36.36	29.55	1,074.54
03.04.03	ACERO	kg	62.75	3.98	249.73
04.00.00	<b>DESARENADOR</b>				<b>3,892.10</b>
04.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO Prof. 0.30 m	m3	9.12	19.70	179.66
04.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	30.40	2.18	66.20
04.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
04.02.01	EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO	m3	2.88	24.66	71.03
04.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	20.87	21.56	449.87
04.02.03	NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO	m2	7.20	6.45	46.44
04.03	<b>CONCRETO ARMADO</b>				
04.03.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	2.01	364.14	731.91
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	25.56	29.55	755.37
04.03.03	ACERO	kg	41.61	3.98	165.60
04.03.04	SOLADO CONCRETO 1:10	m3	0.70	300.06	210.04
04.04	<b>VARIOS</b>				
04.04.01	COMPUERTA METALICA .30x.30m	und	3.00	405.32	1,215.96
05.00.00	<b>CANAL DE CONDUCCION</b>				<b>5,273.90</b>
05.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
05.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO Prof. 0.30 m	m3	38.40	19.70	756.48
05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	128.00	2.18	278.75
05.01.03	DEMOLICION DE CONCRETO (TRAMO 20 M)	m3	2.10	374.85	787.19
05.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
05.02.01	EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO	m3	10.64	24.66	262.42
05.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	15.29	25.84	395.09
05.02.03	NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO	m2	26.60	6.45	171.58
05.03	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				
05.03.01	CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3	6.45	333.45	2,150.73
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	15.96	29.55	471.66
<b>Costo Directo</b>					<b>20,118.75</b>
<b>Gastos Generales (10%)</b>					<b>2,011.87</b>
<b>Utilidad (10%)</b>					<b>2,011.87</b>
<b>Sub Total</b>					<b>24,142.50</b>
<b>Igv (19%)</b>					<b>4,587.07</b>
<b>Total Presupuesto</b>					<b>28,729.57</b>
<b>SON : VEINTIOCHO MIL SETESCIENTOS VEINTINUEVE Y 57/100 NUEVOS SOLES</b>					

Cuadro 5.2 Cronograma de Obras

Cronograma de Obra

Obra **MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE UNE  
 CAPTACION, PRETRATAMIENTO Y SISTEMA DE CONDUCCION**  
 Cliente **UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION**  
 Lugar **LIMA - LIMA - CHOSICA**  
 Fecha **14/12/2007**

Item	Descripción	Duracion					
		sem1	sem2	sem3	sem4	sem5	sem6
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES	■					
02.00.00	OBRAS DE CAPTACION						
02.01	OBRAS PRELIMINARES	■					
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		■				
02.03	CONCRETO ARMADO		■				
02.04	MAMPOSTERIA DE PIEDRA			■			
02.05	VARIOS				■		
03.00.00	CAIDAS EN CASCADAS						
03.01	OBRAS PRELIMINARES		■				
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS			■			
03.03	CONCRETO SIMPLE			■			
03.04	CONCRETO ARMADO				■		
04.00.00	DESARENADOR						
04.01	OBRAS PRELIMINARES				■		
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					■	
04.03	CONCRETO ARMADO					■	
04.04	VARIOS						■
05.00	CANAL DE CONDUCCION						
05.01	OBRAS PRELIMINARES					■	
05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						■
05.03	CONCRETO SIMPLE						■

## CONCLUSIONES

La infraestructura existente tiene diseños y construcciones empíricos, y con una antigüedad de más de 30 años, que influyen en la calidad del agua entregada para consumo, y afectan la salud de la población universitaria, por ello se justifica el planteamiento de nuevas estructuras, con diseños hidráulicos sencillos y teniendo en cuenta los aspectos económicos.

Los nuevos componentes, para la solución a los problemas mencionados, son:

- Captación superficial, de concreto con sistema de regulación,
- Caída en cascadas, que mediante un proceso de aeración natural contribuirá a la mejora de calidad del agua.
- Desarenador , que reemplazará al presedimentador.
- Canal de conducción, desde la captación hasta la entrega a la planta de tratamiento.

El costo de las nuevas obras asciende a S/. 26,731.98, el cual incluye el i.g.v.(19%), así como los gastos generales y utilidades (20%).

El Tiempo de ejecución de las obras es de 06 semanas.

## RECOMENDACIONES

Para la conservación de los componentes de las nuevas estructuras, realizar programas de mantenimiento preventivo y correctivo, de acuerdo a las recomendaciones dadas en cada capítulo sobre operación y mantenimiento.

Capacitar al personal, para las labores de la operación de regulación, limpieza y purgas, así como llevar registros de control mediante formatos establecidos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Aguirre Pe, Julián. "Hidráulica de Canales", Centro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras (CIDIAT), Mérida Venezuela 1978.
- 2) Alayza Herrera, Luís. "Manual de Diseño Hidráulico de Canales y Obras de Artes", Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú 1997
- 3) Arocha R, Simón. "Abastecimientos de Agua", Ediciones Vega, Venezuela 1980.
- 4) Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS). "Estudio de la Calidad del Agua en Sistemas de Abastecimiento Rural", Lima Perú 1999.
- 5) Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS). "Guía para Diseño de plantas de Filtración Lenta para el Medio Rural", Lima Perú 1984.
- 6) Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS). "Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Agua", Lima Perú 2002.
- 7) Domínguez S. Javier F. "Hidráulica Universitaria", Santiago de Chile, Chile 1978.
- 8) Gómez Navarro J.L. y Aracil J.J. "Saltos de Agua y Presas de Embalse", tomo I, Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid – España 1964.
- 9) Kraats D.B. "Pequeñas Obras Hidráulicas", Tomo I y II Universidad Nacional Agraria La Molina 1981.
- 10) Krochin Sviatoslav. "Diseño Hidráulico", Segunda Edición 1978.
- 11) Nassir Sapag, Chaín. "Proyectos de Inversión – Formulación y Evaluación", 2007.
- 12) Rocha Felices, Arturo. "Hidráulica de Tuberías y Canales", Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú 1979.
- 13) Romero Rojas, Jairo Alberto. "Potabilización del Agua", 1999.
- 14) Rosell Calderón, Cesar Arturo. "Irrigación", Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú 1998.
- 15) SEDAPAL. "Reglamento de Elaboración de proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima y Callao", Lima Perú 2004.
- 16) Sinamos. "Manual de Pequeñas Obras de Regadío", División de Estudios y Proyectos, Lima 1974.

- 17) Ven Te, Chow. "Hidráulica de Canales Abiertos", Versión en español 1984.
- 18) Villafranca Aguirre, Artemio. "Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Localidad de Chuicampa-Huancavelica". Informe Tesis UNI-FIC, 2001
- 19) Villón Bejar, Máximo. "Diseño de Estructuras Hidráulicas", Instituto Tecnológico de Costa Rica, Lima Perú 2005.

# **ANEXO 1**

## **AFOROS EN ACEQUIA Y CANAL DE DERIVACION**

## ANEXO 1-1 CÁLCULO DE CAUDAL EN ACEQUIA Y CANAL DE DERIVACION.

### CALCULO DE CAUDAL POR FLOTADOR

**Método** Flotador  
**Lugar** Acequia - Captación de Agua Superficial U.N.E.  
**Fecha** 22/09/2007  
**Operador** C. Zambrano

<b>Formulas</b>	
Veloc. superficial	$V_s = L/t$
Veloc. media	$V_m = 0.75 V_s$
Area de sección	$A = b \times h$
Caudal	$Q = V_m \times A$

<b>Datos</b>		
Longitud	L (m)	5.00
Ancho canal	b (m)	1.35
Altura media	h (m)	0.40
Area	A (m <sup>2</sup> )	0.54

<b>Cálculos</b>			
<b>Prueba</b>	<b>t (seg)</b>	<b>Vm (m/s)</b>	<b>Q (lt/s)</b>
1	8	0.47	253.13
2	10	0.38	202.50
3	8	0.47	253.13
4	8	0.47	253.13
<b>Promedio</b>			<b>240.47</b>



## CALCULO DE CAUDAL POR FLOTADOR

**Método** Flotador  
**Lugar** Canal Ingreso planta tratamiento  
**Fecha** UNE  
22/09/2007  
**Operador** C.  
Zambrano

<b>Formulas</b>	
Veloc. superficial	$V_s = L/t$
Veloc. media	$V_m = 0.75 V_s$
Area de sección	$A = b \times h$
Caudal	$Q = V_m \times A$

<b>Datos</b>		
Longitud	L (m)	4.00
Ancho canal	b (m)	0.2
Altura media	h (m)	0.26
Area	A (m <sup>2</sup> )	0.052

<b>Cálculos</b>			
<b>Prueba</b>	<b>t (seg)</b>	<b>Vm (m/s)</b>	<b>Q (lt/s)</b>
1	17	0.18	9.18
2	16	0.19	9.75
3	17	0.18	9.18
<b>Promedio</b>			<b>9.37</b>

## **ANEXO 2**

**CALCULO DE POBLACION FUTURA PARA LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION**

## ANEXO 2

### CALCULO DE POBLACION DE DISEÑO

Lugar : Universidad Nacional de Educación

#### 1) Situación Actual

Población (Po)	9448	habitantes
Area de terreno construido (At)	39542.68	m2

#### 2) Situación con Plan de Expansión

Número de Pabellones Nuevos	20	und
Area estimada por Pabellón	500	m2/und
Area Nueva proyectada ( $\Delta At$ )	10000	m2

#### 3) Periodo de Diseño

Para las obras de captación	20	años
-----------------------------	----	------

#### 4) Población Futura

Haciendo regla de tres simple

$$Pf = Po \times (At + \Delta At) / At \quad 11837.32 \quad \text{habitantes}$$

$$\text{Población Futura (Pf)} \quad \mathbf{11838} \quad \text{habitantes}$$

#### 5) Tasa de Crecimiento

Sabemos que  $Pf = Po (1 + r(t - to))$

Entonces  $t = \frac{(Pf / Po) - 1}{(t - to)} \quad (1)$

Donde:

r = tasa de crecimiento %

t = tiempo futuro según periodo de diseño

to = tiempo año cero

Para

$$t = 20 \quad \text{años}$$

$$to = 0 \quad \text{años}$$

Reemplazando valores en ecuación (1)

$$\text{Tasa de crecimiento (r)} = \mathbf{1.26\%}$$

Con esta tasa de crecimiento, proyectamos la población futura para los próximos 20 años.

**Distribución de Población Futura por años  
para la UNE.**

<b>t</b>	<b>AÑO</b>	<b>POBLACION</b>
0	2008	9448
1	2009	9568
2	2010	9687
3	2011	9807
4	2012	9926
5	2013	10046
6	2014	10165
7	2015	10285
8	2016	10404
9	2017	10524
10	2018	10643
11	2019	10763
12	2020	10882
13	2021	11002
14	2022	11121
15	2023	11241
16	2024	11360
17	2025	11480
18	2026	11599
19	2027	11719
20	2028	11838

## **ANEXO 3**

### **DENSIDAD Y VISCOSIDAD DEL AGUA**

### ANEXO N°3

#### DENSIDAD Y VISCOSIDAD DEL AGUA

Calculadas de las tablas "International Critical"

Temperatura °C	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Viscosidad Cinematica
0	0.99987	1.7923
1	0.99993	1.7321
2	0.99997	1.6741
3	0.99999	1.6193
4	1.00000	1.5676
5	0.99999	1.5188
6	0.99997	1.4726
7	0.99993	1.4288
8	0.99988	1.3874
9	0.99981	1.3479
10	0.99973	1.3101
11	0.99963	1.2740
12	0.99952	1.2396
13	0.99940	1.2068
14	0.99927	1.1756
15	0.99913	1.1457
16	0.99897	1.1168
17	0.99880	1.0888
18	0.99862	1.0618
19	0.99843	1.0356
20	0.99823	1.0105
21	0.99802	0.9863
22	0.99780	0.9629
23	0.99757	0.9403
24	0.99733	0.9186
25	0.99707	0.8975
26	0.99681	0.8774
27	0.99654	0.8581
28	0.99626	0.8394
29	0.99597	0.8214
30	0.99568	0.8039
31	0.99537	0.7870
32	0.99505	0.7708
33	0.99473	0.7551
34	0.99440	0.7398
35	0.99406	0.7251
36	0.99371	0.7109
37	0.99336	0.6971
38	0.99299	0.6839
39	0.99262	0.6711

## **ANEXO 4**

### **ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**Anexo 5**

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto 0301125 MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE UNE  
 Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO GENERAL Fecha presupuesto 14/12/2007

Partida	01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL				
Rendimiento	GLB/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : GLB	600.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Materiales</b>					
0239130025	CASETA PARA OBRA	GLB		1.0000	600.00	600.00
						600.00

Partida	01.02	MOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERAMIENTAS				
Rendimiento	GLB/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : GLB	1,800.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Materiales</b>					
0232970001	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	est		1.0000	1,800.00	1,800.00
						1,800.00

Partida	02.01.01	BY PASS CURSO DE AGUA				
Rendimiento	GLB/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : GLB	985.00	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010004	PEON	hh		100.0000	9.85	985.00
						985.00

Partida	02.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO Prof. 0.30 m				
Rendimiento	M3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : M3	19.70	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010004	PEON	hh		2.0000	9.85	19.70
						19.70

Partida	02.01.03	TRAZO Y REPLANTEO				
Rendimiento	m2/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m2	2.18	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010001	CAPATAZ	hh		0.0320	13.00	0.42
0147010002	OPERARIO	hh		0.0320	12.23	0.39
0147010004	PEON	hh		0.0640	9.85	0.63
						1.44
	<b>Materiales</b>					
0202010006	CLAVOS PARA MADERA C/C 3/4"	kg		0.0400	4.00	0.16
0203020002	ACERO CORRUGADO 0 3/8"	kg		0.0120	3.00	0.04
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.0160	18.00	0.29
0230550004	NIVEL	DIA		0.0040	6.00	0.02
0230550010	TEODOLITO	DIA		0.0040	8.00	0.03
0238000004	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.0050	20.00	0.10
0239060020	TIZA	BOL		0.0100	6.00	0.06
0244000016	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		0.0100	3.50	0.04
						0.74



Partida	<b>02.01.04</b>	<b>DEMOLICION DE TOMA EXISTENTE</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 0.2500</b>	<b>EQ. 0.2500</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>		<b>374.85</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	3.2000	13.00	41.60
0147010004	PEON	hh	1.0000	32.0000	9.85	315.20
<b>Equipos</b>						
<b>HERRAMIENTAS MANUALES</b>						
0337010001		%MO		5.0000	360.96	18.05
						<b>18.05</b>

Partida	<b>02.02.01</b>	<b>EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 3.8000</b>	<b>EQ. 3.8000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>		<b>24.66</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2105	13.00	2.74
0147010004	PEON	hh	1.0000	2.1053	9.85	20.74
<b>Equipos</b>						
<b>HERRAMIENTAS MANUALES</b>						
0337010001		%MO		5.0000	23.75	1.19
						<b>1.19</b>

Partida	<b>02.02.02</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 80.0000</b>	<b>EQ. 80.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>		<b>25.84</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0200	13.00	0.26
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.2000	9.85	1.97
<b>Equipos</b>						
<b>HERRAMIENTAS MANUALES</b>						
0337010001		%MO		5.0000	2.26	0.11
0348040027	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3.	hm	1.0000	0.1000	235.00	23.50
						<b>23.61</b>

Partida	<b>02.02.03</b>	<b>NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 120.0000</b>	<b>EQ. 120.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>		<b>6.45</b>	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	13.00	0.09
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.1333	12.23	1.63
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1333	9.85	1.31
<b>Equipos</b>						
<b>HERRAMIENTAS MANUALES</b>						
0337010001		%MO		3.0000	3.00	0.09
0349030073	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 8 HP	hm	2.0000	0.1333	25.00	3.33
						<b>3.42</b>

Partida	02.03.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		364.14
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.3333	12.23	16.31
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1333	13.00	1.73
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	12.23	16.31
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	10.89	7.26
0147010004	PEON	hh	12.0000	8.0000	9.85	78.80
						<b>120.41</b>
<b>Materiales</b>						
020500003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	38.00	32.30
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4200	20.00	8.40
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.7400	18.00	175.32
0239050000	AGUA	m3		0.1840	8.00	1.47
						<b>217.49</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	119.39	3.58
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	8.00	5.33
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.6667	26.00	17.33
						<b>26.24</b>

Partida	02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.5000	EQ. 14.5000	Costo unitario directo por : m2		29.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0552	13.00	0.72
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5517	12.23	6.75
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5517	10.89	6.01
						<b>13.47</b>
<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2600	4.00	1.04
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1600	4.00	0.64
0245010001	MADERA TORNILLO INC.CORTE P/ENCOFRADO	p2		4.0000	3.50	14.00
						<b>15.68</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.30	0.40
						<b>0.40</b>

Partida	02.03.03	ACERO				
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg		3.98
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	12.23	0.39
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	10.89	0.35
						<b>0.74</b>
<b>Materiales</b>						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0600	3.00	0.18
0202970004	ACERO CONSTRUCCION CORRUGADO	kg		1.0700	2.80	3.00
						<b>3.18</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.72	0.04
0348500002	DOBLADORA	hm	0.3250	0.0104	2.00	0.02
						<b>0.06</b>

Partida	02.03.04	SOLADO CONCRETO 1:10				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3		12.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	0.1200	12.23	1.47
0147010003	OFICIAL	hh	1.5000	0.0600	10.89	0.65
0147010004	PEON	hh	10.0000	0.4000	9.85	3.94
<b>6.06</b>						
<b>Materiales</b>						
0205000003	HORMIGON	m3		0.0630	38.00	2.39
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.1850	18.00	3.33
0239050000	AGUA	m3		0.0126	8.00	0.10
<b>5.82</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.06	0.18
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.0083	26.00	0.22
<b>0.40</b>						

Partida	02.04.01	MURO PIRCADO DE PIEDRA				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2		68.07
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	13.00	0.87
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	12.23	8.15
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	9.85	6.57
<b>15.59</b>						
<b>Materiales</b>						
0205020021	PIEDRA GRANDE	m3		0.8500	30.00	25.50
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		1.0000	18.00	18.00
0238000000	HORMIGON	m3		0.3500	20.00	7.00
0239050000	AGUA	m3		0.1500	8.00	1.20
<b>51.70</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	15.59	0.78
<b>0.78</b>						

Partida	02.05.01	COMPUERTA METALICA .30x.30m				
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		405.32
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	12.23	97.84
0147010004	PEON	hh	1.0000	8.0000	9.85	78.80
<b>176.64</b>						
<b>Materiales</b>						
0243980046	COMPUERTA METALICA .30X.30m	und		1.0000	220.00	220.00
<b>220.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	173.60	8.68
<b>8.68</b>						

Partida	02.05.02 REJILLA DE FIERRO 0.30x.30x0.50m, CON VARILLAS LISAS 1/4"					
Rendimiento	und/DIA	MO. 0.7500	EQ. 0.7500	Costo unitario directo por : und		400.25
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	2.1333	13.00	27.73
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	10.6667	12.23	130.45
0147010004	PEON	hh	1.0000	10.6667	9.85	105.07
<b>263.25</b>						
<b>Materiales</b>						
0202110102	REJILLA DE FIERRO 0.30x0.30x0.50	und		1.0000	125.00	125.00
0252050015	VARILLAS LISAS 1/4"	var		1.0000	12.00	12.00
<b>137.00</b>						

Partida	02.05.03 VERTEDERO TRIANGULAR 0.30x0.30m					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		413.71
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	1.6000	13.00	20.80
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	12.23	97.84
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	10.89	87.12
0147010004	PEON	hh	1.0000	8.0000	9.85	78.80
<b>284.56</b>						
<b>Materiales</b>						
0243980047	VERTEDERO TRIANGULAR 0.30x0.30m	und		1.0000	115.00	115.00
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	283.04	14.15
<b>14.15</b>						

Partida	03.01.01 LIMPIEZA DE TERRENO Prof. 0.30 m					
Rendimiento	M3/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : M3		19.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh		2.0000	9.85	19.70
<b>19.70</b>						

Partida	03.01.02 TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m2		2.18
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh		0.0320	13.00	0.42
0147010002	OPERARIO	hh		0.0320	12.23	0.39
0147010004	PEON	hh		0.0640	9.85	0.63
<b>1.44</b>						
<b>Materiales</b>						
0202010006	CLAVOS PARA MADERA C/C 3/4"	kg		0.0400	4.00	0.16
0203020002	ACERO CORRUGADO 0 3/8"	kg		0.0120	3.00	0.04
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.0160	18.00	0.29
0230550004	NIVEL	DIA		0.0040	6.00	0.02
0230550010	TEODOLITO	DIA		0.0040	8.00	0.03
0238000004	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.0050	20.00	0.10
0239060020	TIZA	BOL		0.0100	6.00	0.06
0244000016	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		0.0100	3.50	0.04
<b>0.74</b>						

Partida	03.01.03 DEMOLICION DE RAPIDA EXISTENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 0.2500	EQ. 0.2500	Costo unitario directo por : m3		374.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	3.2000	13.00	41.60
0147010004	PEON	hh	1.0000	32.0000	9.85	315.20
	<b>Equipos</b>					
	HERRAMIENTAS MANUALES					
0337010001		%MO		5.0000	360.96	18.05
						18.05
Partida	03.02.01 EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.5000	EQ. 3.5000	Costo unitario directo por : m3		23.63
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010004	PEON	hh	1.0000	2.2857	9.85	22.51
	<b>Equipos</b>					
	HERRAMIENTAS MANUALES					
0337010001		%MO		5.0000	22.40	1.12
						1.12
Partida	03.02.02 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m3		25.84
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0200	13.00	0.26
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.2000	9.85	1.97
	<b>Equipos</b>					
	HERRAMIENTAS MANUALES					
0337010001		%MO		5.0000	2.26	0.11
0348040027	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3.	hm	1.0000	0.1000	235.00	23.50
						23.61
Partida	03.02.03 NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		6.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	13.00	0.09
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.1333	12.23	1.63
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1333	9.85	1.31
	<b>Equipos</b>					
	HERRAMIENTAS MANUALES					
0337010001		%MO		3.0000	3.00	0.09
0349030073	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 8 HP	hm	2.0000	0.1333	25.00	3.33
						3.42

Partida	03.03.01	CONCRETO F'C=100 KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000		Costo unitario directo por : m3		200.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.5333	12.23	6.52	
014701002	OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	12.23	13.05	
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	10.89	5.81	
014701004	PEON	hh	4.0000	2.1333	9.85	21.01	
						<b>46.39</b>	
<b>Materiales</b>							
020500003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7600	38.00	28.88	
020501004	ARENA GRUESA	m3		0.4700	20.00	9.40	
022100000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		5.5000	18.00	99.00	
0239050000	AGUA	m3		0.1840	8.00	1.47	
						<b>138.75</b>	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	46.39	1.39	
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.5333	26.00	13.87	
						<b>15.26</b>	

Partida	03.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000		Costo unitario directo por : m3		364.14
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.3333	12.23	16.31	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1333	13.00	1.73	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	12.23	16.31	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	10.89	7.26	
0147010004	PEON	hh	12.0000	8.0000	9.85	78.80	
						<b>120.41</b>	
<b>Materiales</b>							
020500003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	38.00	32.30	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4200	20.00	8.40	
022100000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.7400	18.00	175.32	
0239050000	AGUA	m3		0.1840	8.00	1.47	
						<b>217.49</b>	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	119.39	3.58	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	8.00	5.33	
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.6667	26.00	17.33	
						<b>26.24</b>	

Partida	03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.5000	EQ. 14.5000		Costo unitario directo por : m2		29.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0552	13.00	0.72	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5517	12.23	6.75	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5517	10.89	6.01	
						<b>13.47</b>	
<b>Materiales</b>							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2600	4.00	1.04	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1600	4.00	0.64	
0245010001	MADERA TORNILLO INC. CORTE P/ENCOFRADO	p2		4.0000	3.50	14.00	
						<b>15.68</b>	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.30	0.40	
						<b>0.40</b>	



Partida	04.02.02 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m3		21.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0800	13.00	1.04
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1600	9.85	1.58
						<b>2.62</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.75	0.14
0348040027	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3.	hm	1.0000	0.0800	235.00	18.80
						<b>18.94</b>
Partida	04.02.03 NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		6.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	13.00	0.09
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.1333	12.23	1.63
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1333	9.85	1.31
						<b>3.03</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.00	0.09
0349030073	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 8 HP	hm	2.0000	0.1333	25.00	3.33
						<b>3.42</b>
Partida	04.03.01 CONCRETO F'C=210 KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		364.14
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.3333	12.23	16.31
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1333	13.00	1.73
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	12.23	16.31
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	10.89	7.26
0147010004	PEON	hh	12.0000	8.0000	9.85	78.80
						<b>120.41</b>
<b>Materiales</b>						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	38.00	32.30
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4200	20.00	8.40
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.7400	18.00	175.32
0239050000	AGUA	m3		0.1840	8.00	1.47
						<b>217.49</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	119.39	3.58
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	8.00	5.33
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.6667	26.00	17.33
						<b>26.24</b>



Partida	<b>04.03.02</b>	<b>ENCOFRADO Y DEENCOFRADO</b>			
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 14.5000</b>	<b>EQ. 14.5000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>29.55</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0552	13.00	0.72
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5517	12.23	6.75
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5517	10.89	6.01
<b>13.47</b>						
<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2600	4.00	1.04
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1600	4.00	0.64
0245010001	MADERA TORNILLO INC.CORTE P/ENCOFRADO	p2		4.0000	3.50	14.00
<b>15.68</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.30	0.40
<b>0.40</b>						

Partida	<b>04.03.03</b>	<b>ACERO</b>			
Rendimiento	<b>kg/DIA</b>	<b>MO. 250.0000</b>	<b>EQ. 250.0000</b>	Costo unitario directo por : kg	<b>3.98</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	12.23	0.39
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	10.89	0.35
<b>0.74</b>						
<b>Materiales</b>						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0.0600	3.00	0.18
0202970004	ACERO CONSTRUCCION CORRUGADO	kg		1.0700	2.80	3.00
<b>3.18</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.72	0.04
0348500002	DOBLADORA	hm	0.3250	0.0104	2.00	0.02
<b>0.06</b>						

Partida	<b>04.03.04</b>	<b>SOLADO CONCRETO F'C=140 KG/CM2</b>			
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 15.0000</b>	<b>EQ. 15.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>300.06</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	3.0000	1.6000	12.23	19.57
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1067	13.00	1.39
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	12.23	13.05
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	10.89	5.81
0147010004	PEON	hh	12.0000	6.4000	9.85	63.04
<b>102.85</b>						
<b>Materiales</b>						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7600	38.00	28.88
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4700	20.00	9.40
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		7.5700	18.00	136.26
0239050000	AGUA	m3		0.1840	8.00	1.47
<b>176.01</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	101.91	3.06
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5333	8.00	4.27
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.5333	26.00	13.87
<b>21.20</b>						

Partida	04.04.01	COMPUERTA METALICA .30x.30m				
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		405.32
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	12.23	97.84
0147010004	PEON	hh	1.0000	8.0000	9.85	78.80
<b>176.64</b>						
<b>Materiales</b>						
0243980046	COMPUERTA METALICA .30X.30m	und		1.0000	220.00	220.00
<b>220.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	173.60	8.68
<b>8.68</b>						

Partida	05.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO Prof. 0.30 m				
Rendimiento	GLB/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : M3		19.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh		2.0000	9.85	19.70
<b>19.70</b>						

Partida	05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO				
Rendimiento	m2/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m2		2.18
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh		0.0320	13.00	0.42
0147010002	OPERARIO	hh		0.0320	12.23	0.39
0147010004	PEON	hh		0.0640	9.85	0.63
<b>1.44</b>						
<b>Materiales</b>						
0202010006	CLAVOS PARA MADERA C/C 3/4"	kg		0.0400	4.00	0.16
0203020002	ACERO CORRUGADO 0 3/8"	kg		0.0120	3.00	0.04
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.0160	18.00	0.29
0230550004	NIVEL	DIA		0.0040	6.00	0.02
0230550010	TEODOLITO	DIA		0.0040	8.00	0.03
0238000004	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.0050	20.00	0.10
0239060020	TIZA	BOL		0.0100	6.00	0.06
0244000016	MADERA TORNILLO CEPILLADA	p2		0.0100	3.50	0.04
<b>0.74</b>						

Partida	05.01.03	DEMOLICION DE CONCRETO (CANAL EXISTENTE)				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 0.2500	EQ. 0.2500	Costo unitario directo por : m3		374.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	3.2000	13.00	41.60
0147010004	PEON	hh	1.0000	32.0000	9.85	315.20
<b>356.80</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	360.96	18.05
<b>18.05</b>						

Partida	05.02.01 EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.8000	EQ. 3.8000	Costo unitario directo por : m3		24.66
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2105	13.00	2.74
0147010004	PEON	hh	1.0000	2.1053	9.85	20.74
<b>23.47</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	23.75	1.19
<b>1.19</b>						
Partida	05.02.02 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m3		25.84
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0200	13.00	0.26
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.2000	9.85	1.97
<b>2.23</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.26	0.11
0348040027	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3.	hm	1.0000	0.1000	235.00	23.50
<b>23.61</b>						
Partida	05.02.03 NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		6.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	13.00	0.09
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.1333	12.23	1.63
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.1333	9.85	1.31
<b>3.03</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.00	0.09
0349030073	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 8 HP	hm	2.0000	0.1333	25.00	3.33
<b>3.42</b>						
Partida	05.03.01 CONCRETO F'C=175 KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		333.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.3333	12.23	16.31
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1333	13.00	1.73
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	12.23	16.31
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	10.89	7.26
0147010004	PEON	hh	12.0000	8.0000	9.85	78.80
<b>120.41</b>						
<b>Materiales</b>						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7210	38.00	27.40
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4840	20.00	9.68
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.2400	18.00	148.32
0239050000	AGUA	m3		0.1750	8.00	1.40
<b>186.80</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	119.39	3.58
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	8.00	5.33
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.6667	26.00	17.33
<b>26.24</b>						

Partida	05.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.5000	EQ. 14.5000	Costo unitario directo por : m2		29.55	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0552	13.00	0.72	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5517	12.23	6.75	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5517	10.89	6.01	
						<b>13.47</b>	
	<b>Materiales</b>						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2600	4.00	1.04	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1600	4.00	0.64	
0245010001	MADERA TORNILLO INC.CORTE P/ENCOFRADO	p2		4.0000	3.50	14.00	
						<b>15.68</b>	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.30	0.40	
						<b>0.40</b>	

# **ANEXO 5**

## **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION  
CAPTACION, PRETRATAMIENTO Y SISTEMA DE CONDUCCION  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**GENERALIDADES**

Las presentes especificaciones conllevan a tomar y asumir criterios dirigidos al aspecto constructivo a nivel de indicación, materiales, y metodología de dosificación, procedimientos constructivos y otros, los cuales por su carácter general capacitan los documentos a construirse como un auxiliar técnico en el proceso de construcción.

**MEDIDAS DE SEGURIDAD**

El contratista adoptará las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes a su personal, a terceros, o a la misma obra; cumpliendo con todas las disposiciones vigentes en el Reglamento Nacional de construcciones.

**VALIDEZ DE ESPECIFICACIONES, PLANOS Y METRADOS**

En el caso de existir divergencias entre los documentos del proyecto:

- Los planos tienen validez sobre las especificaciones técnicas, Metrados y Presupuestos.
- Las especificaciones técnicas tienen validez sobre Metrados y Presupuestos.
- Los Metrados tienen validez sobre los presupuestos.

Los metrados son referenciales y la omisión parcial o total de una partida no dispensará al contratista de su ejecución, si está prevista en los planos y/o Especificaciones Técnicas.

Las especificaciones se complementan con los planos y con los metrados respectivos, en forma tal que las obras deban ser ejecutadas en su totalidad, aunque estas figuren en uno solo de los documentos.

Cualquier detalle no incluido en las Especificaciones Técnicas u omisión aparente en ellas, o falta de una descripción detallada concerniente a cualquier trabajo que deba ser realizado y materiales que deban ser suministrados, será determinado por el Supervisor y comunicado al Contratista para su ejecución.

Detalles menores de trabajos y materiales, no usualmente mostrados en las especificaciones, planos y metrados, pero necesarios para la obra, deben ser incluidos por el contratista dentro de los alcances en los documentos mencionados.

## **DEFINICIONES**

Las siguientes definiciones usadas en el texto de las presentes Especificaciones, significarán lo expresado a continuación, a menos que se establezca claramente otro significado.

### **EL CONTRATANTE**

Es la Municipalidad Provincial de Oxapampa.

### **EL CONTRATISTA**

Es la persona, compañía o consorcio que, de acuerdo con las cláusulas del contrato tiene a su cargo la ejecución de la obra.

### **REPRESENTANTES**

Significa los representantes de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, debidamente autorizados.

### **SUPERVISOR**

Es la persona designada por el Contratante para actuar como Ingeniero Supervisor y/o Inspector de Obra a los fines del Contrato y nombrado como tal en el mismo o cualquier otra persona competente designada por el Contratante para actuar en reemplazo del Ingeniero, cuya designación se haya notificado al Contratista. El Ingeniero, puede ser nombrado también como SUPERVISOR y/o INSPECTOR.

### **OBRA**

Significa las Obras permanentes y las Obras provisionales o cualquiera de ellas según proceda, así como el sitio en que se desarrollen.

### **CONTRATO**

Significa las condiciones generales y particulares, Especificaciones Técnicas, los Planos, las Mediciones y el Presupuesto, la Oferta, Carta de Aceptación, el

Acuerdo y todos aquellos documentos que sean parte del Contrato y estén expresamente incluidos en el mismo.

## **PLANOS**

Significa todos los planos, e información técnica de naturaleza similar, proporcionado por el Ingeniero al Contratista, con arreglo al Contrato y todos los planos, cálculos, muestras, diseños, modelos, operaciones y manuales de mantenimiento y cualquier otra información técnica de naturaleza similar proporcionada por el Contratista y aprobada por el Ingeniero.

## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Significa la especificación de las Obras incluidas en el Contrato y cualquier modificación o adición del mismo, o presentada por el Contratista y aprobada por el Ingeniero.

## **ANEXOS**

Significa las disposiciones adicionales incluidas al presente pliego de Especificaciones para complementarlos.

## **PROYECTO**

Significa el conjunto de documentos para la licitación tales como: Bases de Licitación, Memoria Descriptiva, Especificaciones Técnicas, Planos, Metrados, Análisis de Precios Unitarios, Presupuesto Base de la Obra, etc.

## **CONSULTAS**

Todas las consultas relativas a la construcción serán formuladas por el contratista al ingeniero supervisor de la obra.

## **MATERIALES Y MANO DE OBRA**

Todos los materiales, equipos y métodos de construcción deberán regirse por las especificaciones y de ninguna manera serán de calidad menor a los especificados. El Contratista proveerá todo el equipo y material necesario para complementar todo el trabajo exigido bajo todos los términos exigidos del contrato.

Los materiales adquiridos localmente, serán examinados por el Supervisor. En los lugares donde los materiales son proporcionados fuera del país, serán examinados por el Supervisor en el momento de su llegada al sitio de la obra



pero esto no excluye los derechos del Supervisor para examinar cualquiera de los materiales en su punto de fabricación o abastecimiento. A menos que se especifiquen de otra manera, todos los materiales y equipos incorporados en el trabajo bajo este contrato, serán nuevos.

El Contratista proveerá y empleará instalaciones y maquinaria de adecuada capacidad y de tipo de conveniente para la prosecución eficiente y expedita de la obra y los detalles de tales instalaciones y maquinarias deberán figurar en el formulario de la propuesta en el lugar estipulado.

Todos los materiales y equipos, serán de la mejor calidad producidos por la firma y obreros calificados. El Supervisor podrá rechazar los materiales y equipos que a su juicio sean de calidad inferior que la indicada, especificada o requerida.

Los materiales y accesorios, serán diseñados según las normas o estándares y serán de construcción fuerte y resistencia suficiente para soportar todos los esfuerzos que puedan ocurrir durante la fabricación, prueba, transporte, instalación y operación.

Cuando fuera requerido, el Contratista deberá presentar una declaración escrita y completa del origen, composición y/o elaboración de cada uno de los materiales a usar en la obra.

### **SIMILITUD DE MATERIALES Y EQUIPOS**

Cuando las especificaciones técnicas o planos indiquen "igual o semejante", sólo el supervisor de la obra o su representante decidirán sobre la igualdad o semejanza.

### **CAMBIOS POR EL CONTRATISTA**

El contratista notificará por escrito de cualquier material que se indique y considere posiblemente inadecuado o inaceptable de acuerdo con las leyes, reglamentos u ordenanzas de autoridades competentes, así como cualquier trabajo necesario que haya sido omitido. Si no se hace esta notificación, las posibles infracciones u omisiones, en caso de suceder, serán asumidas por el contratista sin costo alguno para el propietario.

El propietario aceptará o denegará también por escrito, dicha notificación.

Más allá de lo establecido en estas especificaciones, el Supervisor, tiene autoridad suficiente para ampliar éstas, en lo que respecta a la calidad de los materiales a emplearse y a la correcta metodología de construcción a seguir en cualquier trabajo, sin que ello origine reclamo alguno sobre pago adicional.

## **MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA UNE CAPTACION, PRETRATAMIENTO Y SISTEMA DE CONDUCCION**

### **01.00.00 OBRAS PROVISIONALES**

#### **01.01.00 CAMPAMENTO PROVISIONAL**

##### **DESCRIPCIÓN**

Las construcciones de carácter temporal necesarias para instalar un campamento provisional; ambientes de oficinas, almacén depósito, servicios higiénicos y otros ambientes requeridos, para el servicio del personal técnico, obrero y administrativo de la obra.

La ubicación de los ambientes será propuesta por el Contratista y aprobada por la Supervisión, previa verificación que dicha ubicación cumpla con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental, de salubridad, abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desagües.

Al final de la obra el Contratista realizará el desmontaje de las construcciones provisionales y limpieza de la zona.

##### **Materiales**

Esta construcción provisional será del tipo prefabricado, construido con paneles modulares que permitan su fácil armado, desarmado, transporte y ubicación en otros lugares en que sea necesario su uso, para el equipo de Ingenieros, personal técnicos, empleados y obreros del Contratista; así como para el personal de la Supervisión.

La estructuración de la edificación se realizará con tabiques de madera, contruidos con paneles modulares de un espesor de 8 mm. Los paneles interiores contraplacados serán forrados en sus dos caras con triplay de 4mm.

Las puertas serán contraplacadas de triplay de 4 mm sobre bastidores de madera y las ventanas serán de madera con marco de 1" x 4" y hoja batiente de 1 1/4" x 2 1/2".

La cobertura será de calamina, apoyada en tijerales de madera.

##### **MEDICION**

Se medirá globalmente por el trabajo realizado y aprobado por el supervisor.

##### **PAGO**

Las Construcciones provisionales descritas en la forma anterior se pagarán al precio unitario establecido en el contrato para la partida y este precio y pago

constituirá compensación completa por los por la mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos e imprevistos necesarios para terminar la obra.

## **01.02 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS.**

### **DESCRIPCION**

El Contratista bajo esta sección, deberá realizar todo el trabajo de suministrar, reunir y transportar su organización de construcción completa al lugar de la obra, incluyendo personal, equipo mecánico, materiales, campamentos y todo lo necesario al lugar donde se desarrollará la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos.

### **Consideraciones Generales:**

El transporte del equipo pesado se podrá realizar en camiones de plataforma, mientras que el equipo liviano podrá transportarse por sus propios medios, llevando el equipo no autopropulsado como herramientas, martillos neumáticos, vibradores, etc.

El Contratista deberá entregar al Supervisor, la relación detallada donde conste la identificación de la máquina, número de serie, fabricante, año de fabricación, capacidad, potencia y estado de conservación.

El Contratista, antes de transportar el equipo mecánico al lugar de la obra, deberá someterlo a la inspección del Supervisor, quien verificará y rechazará el equipo que no se encuentre en buen estado o aquel cuyas características no se ajusten a lo estipulado por el propietario de la obra en cuyo caso el Contratista deberá reemplazarlo por otro similar en buenas condiciones de operación. El rechazo del equipo no podrá generar ningún reclamo por parte del Contratista.

Si el Contratista opta por transportar un equipo diferente al ofertado, éste no será valorizado por el Supervisor.

El Contratista no podrá retirar de la obra ningún equipo sin autorización escrita del Supervisor.

### **MEDICION**

La movilización y desmovilización se medirá en forma global (Glb).

### **PAGO**

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas de acuerdo al precio del contrato para esta partida. El pago constituirá la compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, herramientas, equipos, transporte, y todos

los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.

El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma:

- ◆ 50% del monto global será pagado cuando haya sido concluida la movilización a obra y se haya ejecutado por lo menos el 5% del monto del contrato total, sin incluir el monto de la movilización.
- ◆ El 50% restante de la movilización y desmovilización será pagada cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con la autorización del Supervisor.

## **02.00.00 TRABAJOS PRELIMINARES.**

### **02.01.01 BY PASS CURSO DE AGUA**

#### **DESCRIPCION**

Son las conexiones temporales, a fin de seguir manteniendo el servicio del canal principal. By paseando la zona de la captación. Para ello se rellenara con material de la zona a fin de aislar la zona de captación, en el relleno se colocarán tuberías o mangueras para permitir la continuidad del flujo. Por seguridad se colocará un vertedero de excedencias, dirigidos a la quebrada Santo Domingo.

#### **MEDICION**

Se medirá en forma global (Glb) desde la instalación del by pass hasta su retiro.

#### **PAGO**

Se pagarán al precio unitario establecido en el contrato para la partida de limpieza del terreno y este precio y pago constituirá compensación completa por la mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos e imprevistos necesarios para terminar la obra.

### **02.01.02 LIMPIEZA DE TERRENO**

#### **DESCRIPCION**

Será por cuenta del contratista dejar limpio y preparado el terreno.

Toda obstrucción hasta 0.30 m. mínimo por encima del nivel de la rasante indicada en los planos, será eliminada fuera de la obra.

Se extraerá las raíces y tierra vegetal, se demolerá tapias, cercos.

El Supervisor se reserva el derecho de aprobación.

## **MEDICION**

El área de limpieza que será pagado será los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) que cubre el área por una profundidad de 0.30m, medido in situ.

## **PAGO**

El área de limpieza descrita en la forma anterior se pagarán al precio unitario establecido en el contrato para la partida de limpieza del terreno y este precio y pago constituirá compensación completa por la mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos e imprevistos necesarios para terminar la obra.

### **02.01.03 TRAZO Y REPLANTEO**

#### **DESCRIPCIÓN:**

Comprende el replanteo de los planos en el terreno y nivelado fijando los ejes de referencia y las estacas de nivelación.

Se marcará los ejes y a continuación se marcará las líneas del ancho de las cimentaciones en armonía con los planos de Arquitectura y Estructuras, estos ejes deberán ser aprobados por el Ingeniero, antes que se inicie con las excavaciones

#### **MEDICION:**

El trazo y replanteo se medirá por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) efectuada por el Contratista y contará con la aprobación del Supervisor.

#### **PAGO:**

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá la compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra, equipos, herramientas y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.

### **02.01.04 DEMOLICION DE MUROS DE CONCRETO**

#### **DESCRIPCIÓN.**

Se refiere al derribo parcial o total de las estructuras de concreto existentes, incluyendo cimientos y otros bienes que sea necesario eliminar para el desarrollo de los trabajos del proyecto, de acuerdo con lo que indiquen los planos o las especificaciones particulares.

Es necesario cercar los lugares de demolición para salvaguardar la vida de las personas. Por otro lado, se deberá humedecer adecuadamente el material, minimizando las emisiones de polvo que afecten a los trabajadores y las poblaciones aledañas.

#### **MEDICION**

Se medirá por unidad realizada en metros cuadrados ( $m^2$ ). Para el cómputo del área de replanteo no se considerará, las mediciones y replanteo de puntos auxiliares o referenciales.

#### **PAGO:**

El pago de la partida se hará metro cúbicos, que incluye los beneficios y leyes sociales de la mano de obra empleada.

### **02.02.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### **02.02.01 EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO**

##### **DESCRIPCIÓN:**

Esta partida comprende los trabajos a realizar para la excavación previa al vertido de concreto en canales y desarenadores, y será realizada por el Contratista ejecutando los cortes necesarios para obtener el nivel de cimentación indicado en los planos.

##### **MEDICION:**

Esta partida se medirá por metro cúbico ( $m^3$ ) según el avance efectuado por el Contratista y contara con la aprobación del Supervisor.

##### **PAGO:**

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio unitario del Contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá la compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra, equipos, herramientas y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.

#### **02.02.03 ELIMINACION DEL MATERIAL EXCEDENTE**

##### **DESCRIPCIÓN:**

El Contratista, una vez terminada la obra deberá dejar el terreno completamente limpio de desmonte u otros materiales que interfieran los trabajos de jardinería u otras obras.

En la zona donde se va a sembrar césped u otras plantas, el terreno deberá quedar rastrillado y nivelado.

La eliminación de desmonte deberá ser periódica, no permitiendo que permanezca en la obra más de un mes, salvo lo que se va a usar en los rellenos.

### **METODO DE CONSTRUCCION**

El material a ser eliminado como sea especificado antes será cargado mecánicamente en camiones volquetes y transportado a los botaderos fijados para el caso, cuidando que en el trayecto no se produzca bajas o derrames. El material será colocado en los botaderos, para su posterior acondicionamiento tratando de no disturbar el medio ambiente natural.

### **MEDICION**

La eliminación de material excedente se medirá en metros cúbicos (M<sup>3</sup>) de material efectivamente depositado en botaderos aprobados por el supervisor, medido en su posición final.

### **PAGO**

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cúbico (M3), entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, herramientas, equipos pesados, transporte y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.

### **02.02.04 NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO**

#### **DESCRIPCIÓN:**

La nivelación del terreno será realizada por el Contratista ejecutando los cortes y rellenos necesarios para obtener las rasantes indicadas en el plano general de distribución del proyecto. El relleno debe hacerse en capas de 20 cm., debidamente regado y compactado.

#### **EQUIPO:**

El Contratista propondrá, en consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

## **PAGO**

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), entendiéndose que dicho pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta partida y cubrirá los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, herramientas, equipos pesados, transporte y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.

### **A4.00.01 CONCRETO SOBRECIMIENTO C:H 1:8+25%PM**

#### **DESCRIPCIÓN**

Corresponde a los sobrecimientos de concreto ciclópeo cuyas especificaciones de dimensiones, proporciones y resistencia están consignados en los planos estructurales.

Se construirán sobre los cimientos corridos o sobre las vigas de cimentación, de acuerdo a lo indicado en los planos del Proyecto Estructural. Sobre estos se asentaran los muros de albañilería

Comprende los trabajos de vertido de concreto en los sobrecimientos previo al asentado de muros de albañilería. El espesor será igual a l espesor de los muros de albañilería que soportan.

Se limpiara y humedecerá bien la cara superior de la superficie sobre la cual se colocará el concreto del sobrecimiento, y se armará los encofrados cuidando de mantener la verticalidad y nivelación.

#### **MEDICION**

La unidad de medida es el metro cúbico (m<sup>3</sup>)

El cómputo total se obtiene calculando el volumen sobre la base de las dimensiones especificadas en los planos del Proyecto.

#### **PAGO**

Los volúmenes de concreto descritos en la forma anterior se pagarán al precio unitario establecido en el contrato por (M<sup>3</sup>), y este precio y pago constituirá compensación completa por los materiales mezclado, acabado y curado. Así como por la mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos e imprevistos necesarios para terminar la obra.

Los volúmenes de concreto descritos en la forma anterior se pagarán al precio unitario establecido en el contrato por (M<sup>3</sup>), y este precio y pago constituirá



compensación completa por los materiales mezclado, acabado y curado. Así como por la mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos e imprevistos necesarios para terminar la obra.

#### **A4.00.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SOBRECIMIENTO**

##### **DESCRIPCIÓN**

Comprende los trabajos de encofrado y desencofrado del sobrecimiento cuyas especificaciones para fabricación y colocación están indicadas en A5.01.02

##### **MEDICION**

El área de encofrado que será pagado será el número de metros cuadrados (M<sup>2</sup>) medido in situ y aceptado. Al medir el área de encofrado para propósitos de pago, las dimensiones a ser usadas deberán ser indicadas en los planos u ordenadas por escrito por el Supervisor.

##### **PAGO**

El área de encofrado del sobrecimiento descrito en la forma anterior se pagarán al precio unitario establecido en el contrato por (M<sup>2</sup>), y este precio y pago constituirá compensación completa por los materiales mezclado, acabado y curado. Así como por la mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos e imprevistos necesarios para terminar la obra.

#### **02.03.00 OBRAS DE CONCRETO ARMADO**

##### **02.03.01 CONCRETO F'C= 210 KG/CM2**

##### **DESCRIPCION**

Esta partida comprende los diferentes tipos de concreto, compuestos de cemento portland, agregados finos, agregados gruesos y agua; preparados y construidos de acuerdo con estas especificaciones en los sitios, en la forma, dimensiones y clases indicadas en los planos.

##### **Materiales**

##### **Cemento**

El cemento deberá ser del tipo Portland, originario de fábricas aprobadas, despachado únicamente en sacos o bolsas selladas de marca. La calidad del cemento portland deberá ser equivalente a las Especificaciones ASTM-C-150, AASHTO M-85, clase I. En todo caso, el cemento deberá ser aceptado

solamente con aprobación específica de la Supervisión, que se basará en los certificados de ensayo emanado de Laboratorios reconocidos.

El cemento pasado o recuperado de la limpieza de los sacos o bolsas no deberá ser usado en la obra.

### **Agregado Fino**

Deberá satisfacer los requisitos AASHTO M-80.

El agregado fino consistirá en arena natural u otro material inerte con características similares, sujeto aprobación previa de la Supervisión. Será limpio, libre de impurezas, sales y sustancias orgánicas. La arena será de granulometría adecuada natural o procede de trituración de piedras.

Considerando que el concreto puede estar sometido a procesos de congelamiento y hielo, el agregado fino será sometido al ensayo de estabilidad de volumen (ITINTEC 400.016 o ASTM C-88)

El modulo de fineza no deberá ser menor de 2.3

### **Agregado Grueso**

Estará compuesto de grava triturada, con resistencia última mayor que la del concreto en que se va emplear, químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie.

El tamaño máximo del agregado grueso, no deberá exceder los 2/32 del espacio libre entre barras de refuerzo.

El agregado grueso para el concreto deberá satisfacer los requisitos de la norma AASHTO M-80

El agregado grueso sometido a cinco ciclos de ensayo de estabilidad de volumen deberá presentar una pérdida no mayor de 12%, si se emplea como reactivo sulfato de sodio, ni mayor del 18% cuando se emplea sulfato de magnesio.

El ensayo de abrasión no deberá tener una pérdida mayor del 50%

### **Agua**

El agua derivada para el lavado de agregado y para mezclas de concreto deberá ser fresca, limpia y libre de aceite, ácidos álcalis aguas negras y materias orgánicas.

No deberá tener cloros tales como cloruro de sodio en exceso de 3 partes por millón, ni sulfatos de sodio en exceso de 2 partes por millón.

El agua para el curado del concreto no deberá tener un ph mas bajo de 5 ni contener impurezas en tal cantidad que puedan provocar la decoloración del concreto.

## **METODO DE CONSTRUCCION**

### **Dosificación**

El diseño de la mezcla debe ser presentado por el Contratista para la aprobación por la Supervisión. Basado en mezclas de prueba y ensayos de compresión, la Supervisión indicara las proporciones de los materiales.

### **Mezcla Y Entrega**

El concreto deberá ser mezclado en cantidades solamente para su uso inmediato, no será permitido retemplar el concreto añadiéndole agua ni por otros medios.

### **Vaciado De Concreto**

Todo concreto debe ser vaciado antes de que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso dentro de 30 minutos después de iniciar el mezclado.

### **Compactación**

La compactación del concreto se ceñirá a la norma ACI-309.

### **Dosificación De Cada Clase De Concreto**

Previamente a la producción de concreto para la fabricación o construcción de elementos definitivos, el Contratista someterá a ala aprobación de la Supervisión, la dosificación de cada clase de concreto. Para tal efecto deberá presentar la información siguiente.

Calidad del cemento

Calidad y granulometría de los agregados

Proporción de la mezcla

Resultados de pruebas de laboratorio

La mezcla de cada clase de concreto deberá ser avalada por lo menos por seis testigos probados a la misma edad, obteniéndose mezclas de prueba con los materiales que se propone usar, los que deberán -todos ellos sin excepción- dar una resistencia a la compresión 15% mayor que el valor característico especificado.

La aprobación de la dosificación no exime al contratista de su total responsabilidad por la calidad del concreto.

## **Control De La Dosificación En Obra**

Todos los componentes del concreto, excepto el agua serán medidos exclusivamente por el peso.

Cada clase de agregado y el cemento será pesada separadamente. Los indicadores de peso tendrá una precisión de +1 % debiendo obtenerse una precisión en el pesado de los agregados no inferior al 3% y en el cemento no inferior al 2%.

No se exigirá pesar el contenido en bolsas selladas y que tengan visiblemente indicado su peso.

El agua puede ser pedida por peso o volumen y la tolerancia para su medición de 1%.

Todos los dispositivos para el pesado estarán sujetos a aprobación y deberán ser controlados y calibrados periódicamente en presencia de la Supervisión.

La periodicidad máxima del control será 30 días, la Supervisión podrá ordenar controles adicionales cuando así lo juzgue conveniente.

## **TRANSPORTE Y COLOCACION DEL CONCRETO**

Antes de iniciar el proceso de preparación y colocación del concreto la Supervisión deberá verificar que:

Las cotas y dimensiones de los encofrados y elementos estructurales correspondan al indicado en los planos.

Las barras de refuerzo estén correctamente ubicados en cantidad y calidad.

La superficie interna de los encofrados, el acero de refuerzo y los elementos embebidos estén limpios y libres de restos de morteros, concreto, óxidos, aceite, grasa, pintura o cualquier otro elemento perjudicial para el concreto.

Los encofrados estarán terminados, adecuadamente arriostrados, humedecidos y/o aceitados.

Se cuente en obra con número suficiente de equipo a ser utilizado en el proceso de colocación y que estén perfectas condiciones de uso.

Se cuente en obra con los materiales necesarios en cantidad y calidad.

El contratista someterá a la aprobación de la Supervisión los métodos y medios que propone usar para el transporte y colocación del concreto.

El concreto a ser usado en la obra, en ningún caso tendrá más de 30 minutos entre su preparación y colocación.

## **COMPACTACION**

La compactación del concreto se ceñirá a la norma ACI-309. El tipo de vibrador a utilizarse para los diferentes llenados y clase de concreto por compactar será sometido a la aprobación de la Supervisión quién podrá exigir vibradores de

diámetros y características específicas y condicionar limitar el ritmo de colocación del concreto en función del equipo con que cuente el contratista.

### **CURADO**

Desde el punto de vista estructural, los primeros días en la vida del concreto son críticos e influyen considerablemente en sus características de resistencia y durabilidad, por ello se requiere las condiciones favorables de temperatura y evitar la pérdida del agua de la mezcla.

El contratista deberá tener todo el equipo necesario para el curado o protección del concreto disponible y listo para su empleo y antes de empezar el vaciado del concreto. El sistema de curado que se usará deberá ser aprobado por la Supervisión y será aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar agrietamiento, resquebrajamiento y pérdidas de húmeda del concreto.

El material de curado deberá cumplir con los requerimientos de la Norma ASTM C-309.

Toda superficie será conservada húmeda durante siete días por lo menos después de la colocación de concreto si se ha usado cemento portland, y durante tres días si se ha usado cemento de alta resistencia inicial.

El curado se iniciará tan pronto se produzca el endurecimiento del concreto y siempre que no sirva el lavado de la lechada de cemento.

### **EVALUACION DEL CONCRETO**

La evaluación de la resistencia se efectuará aplicando la norma ACI-214. Se llevará un record estadístico de los resultados de las pruebas, estableciendo de está manera la resistencia promedio, la resistencia característica y la desviación estándar obtenidas.

La Supervisión debe se permanentemente informada de está evaluación, llevándose registros separados para cada clase de concreto.

### **Consistencia Del Concreto**

La proporción entre agregados deberá garantizar una mezcla con un alto grado de trabajabilidad y resistencia de manera de que se acomode dentro de las esquinas y ángulos de las formas del refuerzo, por medio del método de colocación en la obra, que no permita que se produzca un exceso de agua libre en la superficie.

El concreto se deberá vibrar en todos los casos.

El asentamiento o Slump permitido según la clase de construcción y siendo el concreto vibrado es de 4" como máximo y 1" como mínimo.

## **Muestras**

Se tomará como mínimo 3 muestras estándar por cada llenado, rompiéndose 3 a 7 días, 3 a 14 días y 3 a 28 días y considerándose el promedio de cada grupo como resistencia última de la pieza. Esta resistencia no podrá ser menor que la exigida en el proyecto para la partida respectiva.

El contratista proporcionará estos testigos a la supervisión.

## **Las Pruebas**

La resistencia del concreto será comprobada periódicamente. Con este fin se tomarán testigos cilíndricos de acuerdo a la norma ASTM C-31 en la cantidad mínima de 2 testigos por día para clase de concreto.

En cualquier caso cada clase de concreto será comprobada al menos por cinco "pruebas".

La prueba consistirá en romper dos testigos de la misma edad y clase de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C-39. Se llamará resultado de la prueba al promedio de los dos valores.

El resultado de la prueba será considerado satisfactorio si se cumple con la condición general de mantener un valor promedio de pruebas.

$$f'c \text{ (promedio)} = f'c + 1.34P$$

Es decir que el coeficiente de mayoración de la desviación estándar (P) para obtener el promedio de prueba es 1.34.

Siendo  $f'c$  = resistencia característica.

Con el objeto de control y para conocimiento de la Supervisión del contratista llevará un registro de cada par de testigos fabricados, en el que constará su número correlativo, la fecha de su elaboración, la clase de concreto, el lugar específico de uso, la edad al momento de ensayo, la resistencia de cada testigo y el resultado de la prueba.

El contratista incluirá el costo total de los ensayos en su presupuesto.

En la eventualidad de que no se obtenga la resistencia especificada del concreto, la Supervisión podrá ordenar, la ejecución de pruebas de carga. Estas se ejecutarán en acuerdo a las indicaciones del código ACI-318.

De no obtenerse resultados satisfactorios de estas pruebas de carga se procederá a la demolición o refuerzo de la estructura, en estricto acuerdo con la decisión de la Supervisión.

El costo de las pruebas de carga y el costo de la demolición, refuerzo y reconstrucción, si estas llegarán a ser necesarias, será de cuenta exclusiva del contratista.

## **Elementos Embebidos En El Concreto**

Todos los manguitos, insertos, anclajes, tuberías, etc., que deban dejarse en el concreto serán colocados y fijados firmemente en su posición definitiva antes de iniciarse el llenado mismo. El personal que efectúe este trabajo deberá recibir aviso con tiempo suficiente para impedir que se encuentre trabajando al momento de iniciarse la colocación del concreto.

La ubicación de todos estos elementos se hará de acuerdo a lo indicado en los planos pertinentes y dentro de las limitaciones fijadas en ellos.

Todos los recesos que se dejen en el momento para anclaje posterior de pernos u otros elementos, serán rellenos con concreto de la misma clase de concreto del elemento en el cual se ha dejado el receso, con la adición de un aditivo plastificante expansivo del tipo intraplast C aprobado por la Supervisión.

## **Protección Del Concreto Fresco, Resanado De Defectos Superficiales**

El concreto fresco debe ser protegido de la acción nociva de los rayos del sol de viento seco en condiciones de evaporación alta, de golpes, vibraciones y otros factores que puedan afectar su integridad física o interferir con la fragua.

Todos los defectos superficiales reparables serán reparados inmediatamente después del desencofrado.

La decisión, de que defectos superficiales puedan ser reparados y de qué áreas tengan que ser totalmente removidas, será función exclusiva de la Supervisión la que deberá estar presente en todas las labores de desencofrado, no pudiendo efectuarse la misma sin su aprobación expresa.

El procedimiento y material para el resane serán tales que aseguren la permanencia de la restitución de la capacidad estructural del elemento y de los recubrimientos de a armadura especificados.

El resane del concreto será decidido por la Supervisión inmediatamente después de haberse desencofrado.

En todo caso la responsabilidad final del contratista al que podrá exigírsele la remoción o demolición una vez efectuado el resane, si el resultado final, al juicio exclusivo de la Supervisión, no es adecuado.

Las vibradoras deberán ser de un tipo y diseño aprobados, no deberán ser usadas como medio de esparcimiento del concreto. La vibración en cualquier punto deberá ser de duración suficiente para lograr la consolidación pero no deberá prolongarse al punto en ocurre la segregación.

## **Acabado De Las Superficies De Concreto**

Inmediatamente después del retiro de los encofrados, todo alambre o dispositivos de metal que sobresalgan, usado para sujetar los encofrados y que pase a través del cuerpo del concreto, deberá ser quitado o cortado hasta, por lo menos, dos centímetros debajo de la superficie del concreto. Los rebordes del mortero y todas las irregularidades causadas por la juntas de los encofrados deberán ser eliminados.

La existencia de zonas excesivamente porosas puede ser, a juicio de la Supervisión, causa suficiente para el rechazo de una estructura.

Todas las juntas de expansión o construcción en la obra terminada deberán ser cuidadosamente acabadas libres de todo mortero.

## **MEDICION**

El volumen de concreto que será pagado será el número de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) medido in situ y aceptado para el tipo de concreto estipulado. Al medir el volumen de concreto para propósitos de pago, las dimensiones a ser usadas deberán ser indicadas en los planos u ordenadas por escrito por el Supervisor. No se hará deducciones en el volumen de concreto, por agujeros de drenaje u otros dispositivos empotrados en el concreto.

## **PAGO**

Los volúmenes de concreto descritos en la forma anterior se pagarán al precio unitario establecido en el contrato para la partida de concreto estipulado y este precio y pago constituirá compensación completa por los materiales mezclado, acabado y curado. Así como por la mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos e imprevistos necesarios para terminar la obra.

El concreto a utilizar será el indicado en los planos respectivos, previamente se aprobara el uso de los agregados y materiales. Se respetará para estas tareas lo estipulado por el Reglamento Nacional de Construcciones.

## **02.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida comprende el suministro, ejecución y colocación de las formas de madera y/o metal necesarias para el vaciado del concreto de los diferentes elementos que conforman las estructuras y el retiro del encofrado en el lapso que se establece más adelante.



## **Materiales**

Se podrán emplear encofrados de madera o metal.

Los alambres que se empleen para amarrar los encofrados, no deberán atravesar las caras del concreto que queden expuestas en la obra terminada. En general, se deberá unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente.

## **METODO DE CONSTRUCCION**

El diseño y seguridad de las estructuras provisionales, andamiajes y encofrados serán de responsabilidad única del Contratista. Se deberá cumplir con la norma ACI – 357.

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos en tal forma que resistan plenamente, sin deformarse, el empuje del concreto al momento del vaciado y el peso de la estructura mientras esta no sea autoportante. El Contratista deberá proporcionar planos de detalle de todos los encofrados al Supervisor, para su aprobación.

Las juntas de unión serán calafateadas, a fin de impedir la fuga de la lechada de cemento, debiendo cubrirse con cintas de material adhesivo para evitar la formación de rebabas.

Los encofrados serán convenientemente humedecidos antes de depositar el concreto y sus superficies interiores debidamente lubricadas para evitar la adherencia del mortero.

Antes de efectuar los vaciados de concreto, el Supervisor inspeccionará los encofrados con el fin de aprobarlos, prestando especial atención al recubrimiento del acero de refuerzo, los amarres y los arriostres.

Los orificios que dejen los pernos de sujeción deberán ser llenados con mortero, una vez retirado estos.

Los encofrados no podrán retirarse antes de los siguientes plazos:

Costados de vigas	24 horas
Fondos de vigas	21 días
Losas	14 días
Muros	3 días

En el caso de utilizarse acelerante, previa autorización del Supervisor, los plazos podrán reducirse de acuerdo al tipo y proporción del acelerante que se emplee;

en todo caso, el tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo a las pruebas de resistencia efectuadas en muestras de concreto.

Todo encofrado, para volver a ser usado no deberá presentar alebeos ni deformaciones y deberá ser limpiado cuidadosamente antes de ser colocado nuevamente.

## **Diseño De Encofrados**

### **Deformaciones**

No es suficiente diseñar encofrados para resistir esfuerzos; un requisito muy importante es la limitación de las deformaciones ocasionadas por el peso y/o presión del concreto.

Las tolerancias en las dimensiones del concreto terminado incluyen errores en la fabricación y colocación del encofrado por lo que la deformación permisible en el encofrado mismo deberá ser de  $1/3$  a  $1/4$  la tolerancia final, así por ejemplo si la tolerancia final en el elemento de concreto es 1 cm, la deformación permisible en su encofrado será del orden de 3 mm.

El número de usos del encofrado será el necesario de manera que el resultado del elemento no se vea alterado en su forma o acabado debido al sobre uso.

### **Rigidez del encofrado**

En áreas de vibración intensa ocurren concentraciones de mortero y partículas finas de la mezcla. En encofrado poco rígido o de rigidez no uniforme, el vibrado ocasiona vibraciones de amplitud alta y desigual en el área del panel. Esto trae consigo diferencia en las concentraciones de mortero y partículas finas de la mezcla, diferencias que se manifiestan en cambios de color de la superficie de concreto terminado sobre todo en la zona de juntas entre paneles.

Es recomendable por lo tanto que el encofrado sea rígido y que esta rigidez sea uniforme en el elemento por llenar.

No se usará el sistema de atortolado con alambres los encofrados, sino el sistema de sujeción a base de pernos cuyo ordenamiento será consultado.

### **Impermeabilidad de las uniones**

Debe ponerse particular atención en el diseño, fabricación y erección del encofrado para asegurar uniones impermeables entre paneles.

Es necesario además sellar estas uniones con cintas de espuma plástica o cinta adhesiva.

Cuando se usa encofrados enchapados, las juntas entre planchas deben ser a tope y es recomendable que se sellen por atrás con cinta adhesiva. También es necesario pintar los bordes de las planchas de enchape para minimizar la

absorción de agua lechada de cemento por estos bordes. Igual tratamiento debe darse a los huecos de los pernos de sujeción del encofrado.

### **Juntas de Construcción**

Es imposible evitar cierta discontinuidad en el alineamiento o en el color del concreto terminado en juntas de construcción vertical u horizontal. Es por lo tanto recomendable acusar estas juntas y a la vez reducir su cantidad al mínimo.

El espaciamiento de juntas verticales de construcción debe ser determinado de tal manera que permita velocidades de llenado mayores de dos metros por hora verticalmente, esta velocidad ayuda a la eliminación de bolsas de aire en la masa del concreto.

### **MEDICION**

El método de medición será el área en metros cuadrados, cubierta por los encofrados, medida según los planos comprendiendo el metrado así obtenido, las estructuras de sostén y andamiajes que fueran necesarias para el soporte de la estructura.

### **PAGO**

El número de metros cuadrados, obtenidos en la forma anteriormente descrita, se pagará el precio unitario por ( $M^2$ ), cuyo precio y pago constituye compensación completa por materiales, mano de obra, herramientas necesarias, así como los imprevistos necesarios para completar la partida.

### **02.03.03 ACERO F'Y = 4200 KG/CM2**

#### **DESCRIPCION**

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Supervisor.

#### **MATERIALES**

Los materiales que se proporcionen a la obra deberán contar con Certificación de calidad del fabricante y de preferencia contar con Certificación ISO 9000.

#### **Barras De Refuerzo**

Deberán cumplir con la más apropiada de las siguientes normas, según se establezca en los planos del proyecto: AASHTO M-31 y ASTM A-706.

## **Pesos Teóricos De Las Barras De Refuerzo**

Para efectos de pago de las barras, se considerarán los pesos unitarios que se indican en la Tabla siguiente:

<b>BARRA N°</b>	<b>DIÁMETRO mm</b>	<b>NOMINAL (pulg)</b>	<b>PESO (kg/m)</b>
2	6.4	(1/4")	0.25
3	9.5	(3/8")	0.56
4	12.7	(1/2")	1.00
5	15.7	(5/8")	1.55
6	(3/4")		2.24
7	22.2	(7/8")	3.04
8	25.4	( 1" )	3.97
9	28.7	(1 1/8")	5.06
10	32.3	(1 1/4" )	6.41
11	35.8	(1 3/8" )	7.91
14	43.0	(1 3/4" )	11.38
18	57.3	(2 1/4" )	20.24

### **Equipo**

Se requiere equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo.

Si se autoriza el empleo de soldadura, el Contratista deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

Al utilizar el acero de refuerzo, los operarios deben utilizar guantes de protección. Los equipos idóneos para el corte y doblado de las barras de refuerzo no deberán producir ruidos por encima de los permisibles o que afecten a la tranquilidad del personal de obra y las poblaciones aledañas. El empleo de los equipos deberá contar con la autorización del Supervisor.

### **Suministro Y Almacenamiento**

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y

deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Se debe proteger el acero de refuerzo de los fenómenos atmosféricos, principalmente en zonas con alta precipitación pluvial. En el caso del almacenamiento temporal, se evitará dañar, en la medida de lo posible, la vegetación existente en el lugar, ya que su no protección podría originar procesos erosivos del suelo.

### **Colocación Y Amarre**

Al ser colocado en la obra y antes de producir el concreto, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar adversamente la adherencia. Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Los soportes de metal que entren en contacto con el concreto, deberán ser galvanizados. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de treinta centímetros (0,30 m), en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro equivalente de 1.5875 ó 2.032 mm, o calibre equivalente. No se permitirá la soldadura de las intersecciones de las barras de refuerzo.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en la última edición del Código ACI-318.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para uso en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

El Supervisor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Contratista inicie la colocación del concreto.

## **Traslapes Y Uniones**

Los traslapes de las barras de refuerzo se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Supervisor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Contratista podrá introducir traslapes y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el Supervisor, los traslapes y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido por el Contratista.

En los traslapes, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

El Contratista podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society, AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por el Supervisor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté sancionado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrán por cuenta del Contratista.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deberán traslapar entre sí suficientemente, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslape de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

## **Sustituciones**

La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización del Supervisor. En tal caso, el acero sustituyente deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño.

## **MEDICION**

La unidad de medida será el kilogramo (Kg.), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto, realmente suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Supervisor.

La medida no incluye el peso de soportes separados, soportes de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio, ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos.

Tampoco se medirá el acero específicamente estipulado para pago en otros renglones del contrato.

Si se sustituyen barras a solicitud del Contratista y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basará en el peso computado para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando los pesos unitarios indicados en la tabla de la presente especificación.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Supervisor.

## **PAGO**

El pago se hará al precio unitario del contrato para la partida por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo, herramientas, equipo, mano de obra, leyes sociales e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Supervisor

### **02.03.04 SOLADO DE 4" MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON**

#### **DESCRIPCIÓN**

El solado está compuesto por un concreto pobre de un espesor de 0.10 m, cuya función es la de otorgar un apoyo uniforme a la estructura a cimentar.

#### **MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN**

Previo al vaciado del concreto se deberá limpiar el terreno el cual deberá estar compactado, asimismo se verificará los niveles y dimensiones de la cimentación establecidos en los planos del proyecto.

El vaciado se efectuara en sola jornada y deberá presentar una superficie rugosa uniforme y nivelada.

#### **MEDICIÓN**

El solado que será pagado será el número de metros cuadrados (M<sup>2</sup>) medido in situ y aceptado. Al medir el área de concreto para propósitos de pago, las dimensiones a ser usadas deberán ser indicadas en los planos u ordenadas por

escrito por el Supervisor.

#### **PAGO:**

El pago de estos trabajos se hará por m<sup>3</sup> de concreto, cuyo precio y pago constituirá compensación completa por los materiales mezclados, acabado y curado. Así como por la mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos e imprevistos necesarios para terminar la obra.

Los precios unitarios se encuentran definidos en el presupuesto. El Supervisor velará por que ella se ejecute durante el desarrollo de la obra.

#### **02.04.01 PIRCADO DE PIEDRA CON MORTERO C:A 1:4**

##### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida se ejecutara utilizando piedra dura, resistente a la acción del agua, con un diámetro nominal de 0.15 m. (6"). Los espacios entre piedras se rellenarán con mortero cemento-arena 1:4.

Será utilizado en los taludes en los extremos del canal principal.

##### **MÉTODO DE CONSTRUCCION**

Las piedras que se empleen, deberán estar limpias y libres de tierra, u otros elementos extraños, se les aplicará un rociado de agua.

Antes de realizar el pircado se mejora la base con material granular compactándola debidamente. Las piedras deberán ser apiladas unas tras otras asentados con mortero. Antes de colocar las piedras, el fondo de excavación deberá ser cubierto con una capa de mortero. La colocación de las piedras se hará de modo uniforme o fin de evitar su acumulación en determinados sectores.

##### **Materiales**

###### **Cemento**

Se usará el cemento Pórtland Tipo I. cuyo almacenamiento se hará en lugares cubiertos, secos, y depositados sobre parrillas de madera seca, en un máximo de 10 hiladas.

###### **Agregados**

El agregado fino o arena deberá ser limpio, resistente, duro, libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, particulares o escamosas, materia orgánica, greda u otras sustancias dañinas. El modulo de fineza no será menor de 2.3 ni mayor de 3.1, si más del 3% de la arena pasa la Malla N° 200 deberá eliminarse



este mediante lavado. Debiendo estar la explotación de la cantera más idónea autorizada por el Supervisor.

### **Piedra Seleccionada**

La piedra debe ser dura, resistente a la acción del agua. De preferencia la piedra deberá ser de forma angulosa, cuya superficie rugosa asegurará una buena adherencia con el mortero circundante. El diámetro nominal de la piedra es de 0.15 m. (6").

### **MEDICION**

Será medido en metros cuadrados, de conformidad a los planos de obra, con la aprobación de la Supervisión.

### **PAGO**

El pago se efectuará a costos unitarios por metro cuadrado, aprobado por el Ingeniero Supervisor.

## **02.05.01 COMPUERTA METALICA 0.30x0.30m**

### **DESCRIPCIÓN:**

La compuerta de captación es el componente que permitirá regular la derivación del agua del canal principal hacia el sistema de abastecimiento de agua de la UNE.

### **METODO DE CONSTRUCCION**

La compuerta de captación será metálica de sección rectangular confeccionada por plancha con espesor de 4.5 mm, sistema de izaje constituido por una guía roscada, de material de fierro fundido y suministro e instalación de volante de accionamiento mecánico de 4" de diámetro.

Antes de la instalación de la compuerta, su sistema de izaje y accionamiento será imprimada con dos manos de anticorrosivo y tendrá un acabado de dos manos de pintura epóxica, especial para elementos que están en contacto directo en el agua.

### **MEDICION**

Las compuertas de captación se medirán por unidad instalada (Und).

### **PAGO**

El pago se efectuara por unidad instalada según el precio unitario establecido en

el contrato por (Und), y este precio y pago constituirá compensación completa por los materiales. Así como por la mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos e imprevistos necesarios.

#### **02.05.02 REJILLA DE FIERRO**

##### **DESCRIPCIÓN:**

La rejilla de hierro será instalado en la captación para impedir el paso de sólidos flotantes hacia el sistema de tratamiento de agua.

##### **METODO DE CONSTRUCCION**

La rejilla será de marco de platina de 1 ½" x ¼", con malla de alambre 1/4" x 1/8", y cuyas dimensiones serán:

0.35x 0.50 captación agua potable

0.30 x 0.50 agua para riego.

Antes de la instalación la rejilla será imprimada con dos manos de anticorrosivo y tendrá un acabado de dos manos de pintura epóxica, especial para elementos que están en contacto directo en el agua.

##### **MEDICION**

Las rejillas se medirán por unidad instalada (Und).

##### **PAGO**

El pago se efectuara por unidad instalada según el precio unitario establecido en el contrato por (Und), y este precio y pago constituirá compensación completa por los materiales. Así como por la mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos e imprevistos necesarios.

#### **02.05.03 VERTEDERO TRIANGULAR**

##### **DESCRIPCIÓN:**

El vertedero triangular es una estructura de hierro calibrada en el Laboratorio Nacional de Hidráulica de La Universidad Nacional de Ingeniería, la cual permitirá mostrar la magnitud del caudal de derivación.

##### **METODO DE CONSTRUCCION**

El vertedero será de hierro y cubrirá una sección de 0.50 m de base y 0.45 m. de alto, la sección triangular tendrá un ángulo de 60°.

Antes de la instalación la rejilla será imprimada con dos manos de anticorrosivo y tendrá un acabado de dos manos de pintura epóxica, especial para elementos que están en contacto directo en el agua.

### **MEDICION**

El vertedero se medirá por unidad instalada (Und).

### **PAGO**

El pago se efectuara por unidad instalada según el precio unitario establecido en el contrato por (Und), y este precio y pago constituirá compensación completa por los materiales. Así como por la mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos e imprevistos necesarios.

- 03.01.01 LIMPIEZA DE TERRENO (02.01.02)**
- 03.01.02 TRAZO Y REPLANTEO (02.01.03)**
- 03.02.01 EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO (02.02.01)**
- 03.02.02 ELIMINACION DEL MATERIAL EXCEDENTE (02.02.03)**
- 03.02.03 NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO (02.02.04)**
- 03.02.04 DEMOLICION DE MUROS DE CONCRETO (02.01.04)**

### **03.03.01 CONCRETO F'C=100 KG/CM2 PARA SUB-BASE**

#### **DESCRIPCIÓN**

Esta partida comprende una cama de apoyo de concreto simple (mezcla 1:8), la misma que sirve para transmitir los esfuerzos al suelo de una manera más uniforme y aislar mejor el refuerzo de acero de la acción oxidante del entorno.

#### **MEDICIÓN**

Unidad de Medida: Es en Metros Cúbicos (m<sup>3</sup>)

Se medirá el volumen del material en sitio antes de excavar.

#### **PAGO**

La obra ejecutada se pagará por Metro Cúbico (m<sup>3</sup>), aplicando el costo unitario correspondiente, entendiéndose que dicho precio y pago constituirán compensación total (mano de obra, leyes sociales, equipo, herramientas, impuestos y cualquier otro insumo o suministro que se requiere para la ejecución del trabajo).

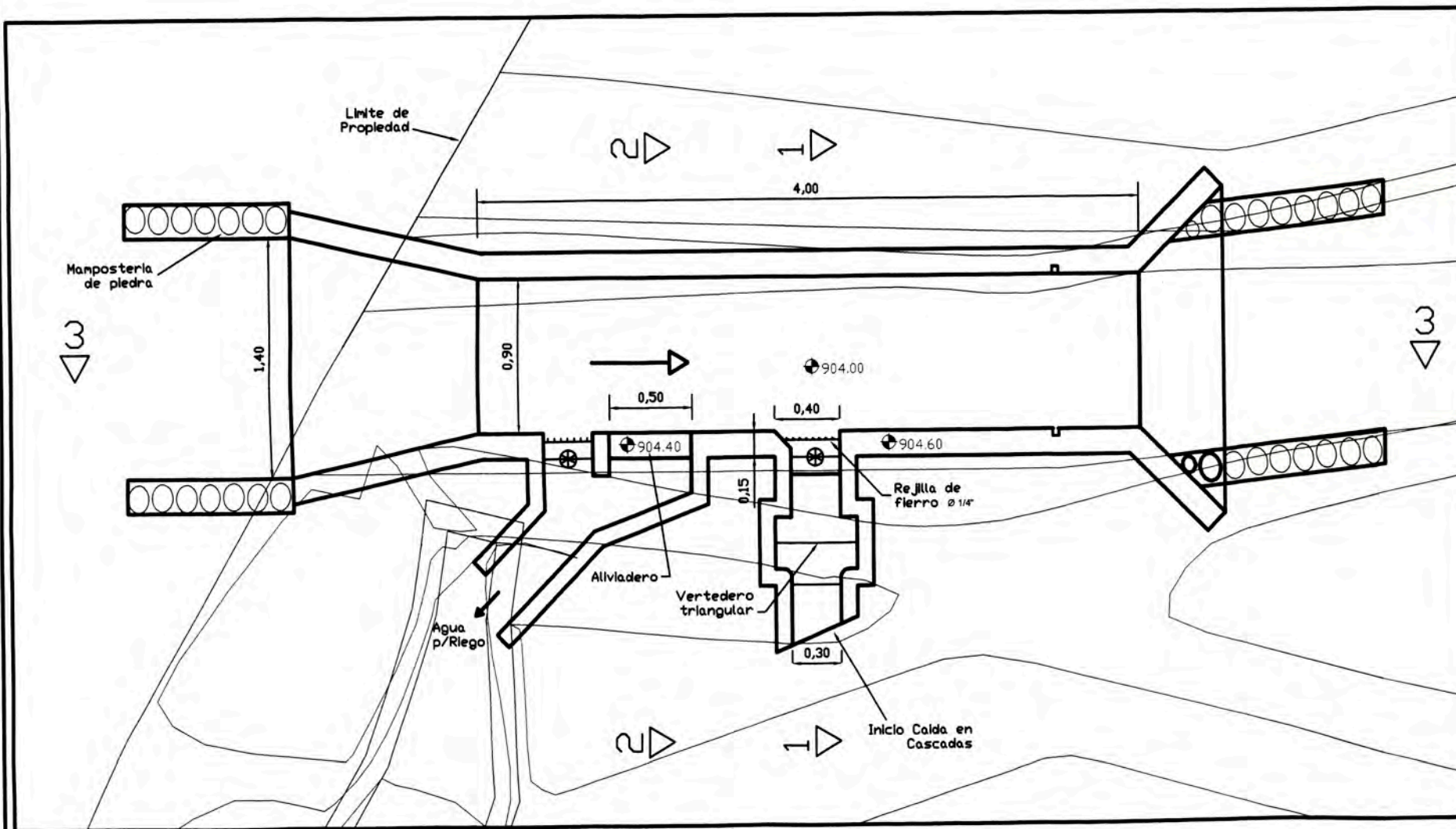
**03.04.01 CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 (02.03.01)**  
**03.04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (02.03.02)**  
**03.04.03 ACERO F`Y = 4200 KG/CM2 (02.03.03)**  
**04.01.01 LIMPIEZA DE TERRENO (02.01.02)**  
**04.01.02 TRAZO Y REPLANTEO (02.01.03)**  
**04.02.01 EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO (02.02.01)**  
**04.02.02 ELIMINACION DEL MATERIAL EXCEDENTE (02.02.03)**  
**04.02.03 NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO (02.02.04)**  
**04.03.01 CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 (02.03.01)**  
**04.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (02.03.02)**  
**04.03.03 ACERO F`Y = 4200 KG/CM2 (02.03.03)**  
**04.03.04 SOLADO DE 4" MEZCLA 1:10 Cemento-Hormigón (02.03.04)**  
**04.04.01 COMPUERTA METALICA 0.30x0.30m (02.05.01)**  
**05.01.01 LIMPIEZA DE TERRENO (02.01.02)**  
**05.01.02 TRAZO Y REPLANTEO (02.01.03)**  
**05.02.01 EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO (02.02.01)**  
**05.02.02 ELIMINACION DEL MATERIAL EXCEDENTE (02.02.03)**  
**05.02.03 NIVELACION INTERIOR Y COMPACTADO (02.02.04)**  
**05.02.04 DEMOLICION DE MUROS DE CONCRETO (02.01.04)**  
**05.03.01 CONCRETO F'C= 175 KG/CM2 (02.03.01)**  
**05.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (02.03.02)**

# **PLANOS**

**P-01 Captación**

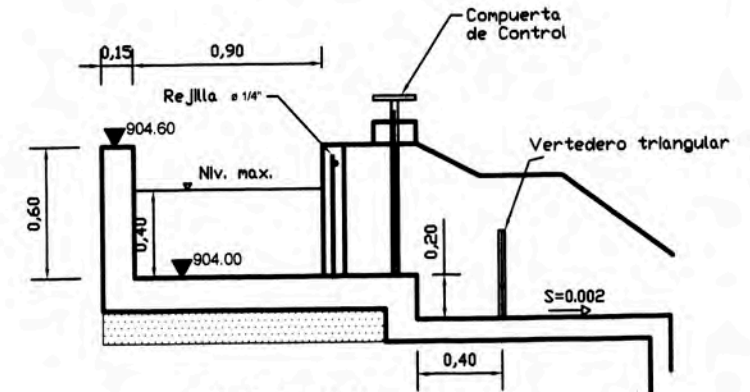
**P-02 Desarenador**

**P-03 Sistema de Conducción**

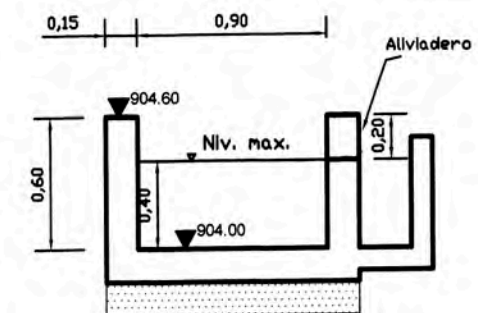


DESARENADOR - PLANTA

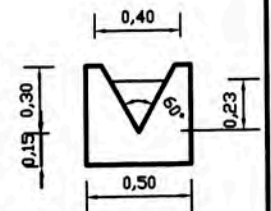
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO ARMADO:	
CONCRETO - CANAL	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
ACERO	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
RESISTENCIA	
RESISTENCIA DE TERRENO	$2 \text{ kg/cm}^2$
RECUBRIMIENTO DEL ACERO	
CANAL - 5 cm MUROS Y LOSA	



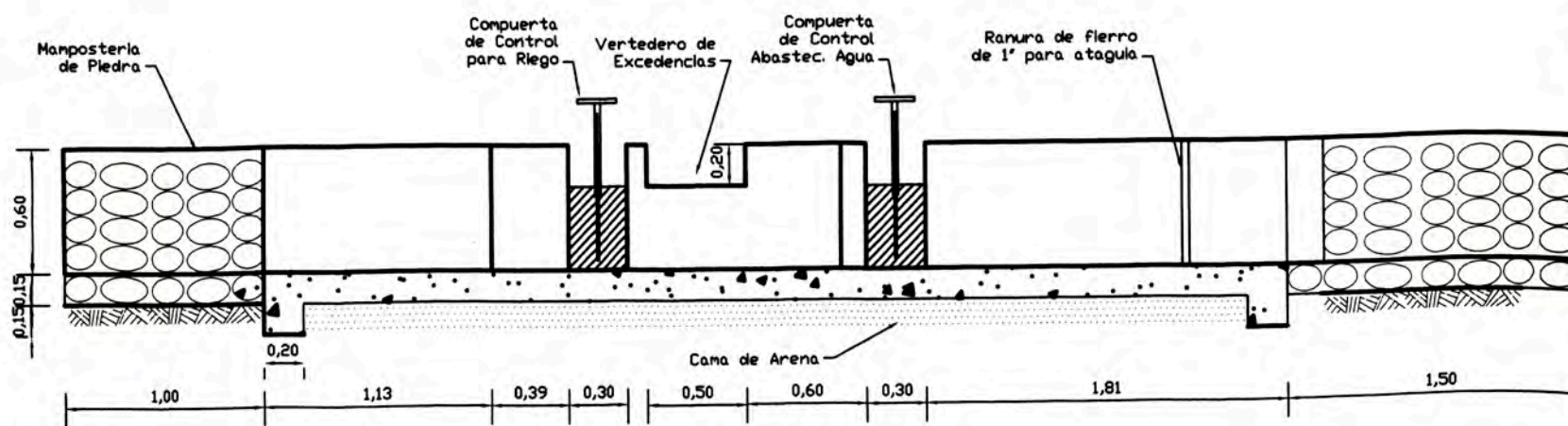
CORTE 1-1



CORTE 2-2



DETALLE VERTEDERO



CORTE 3-3



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL  
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION  
CAPTACION, PRETRATAMIENTO Y SISTEMA DE CONDUCCION'



CAPTACION DE AGUA SUPERFICIAL  
PLANTA Y CORTES

LAMINA

ZAMBRANO VARGAS CESAR ROMULO

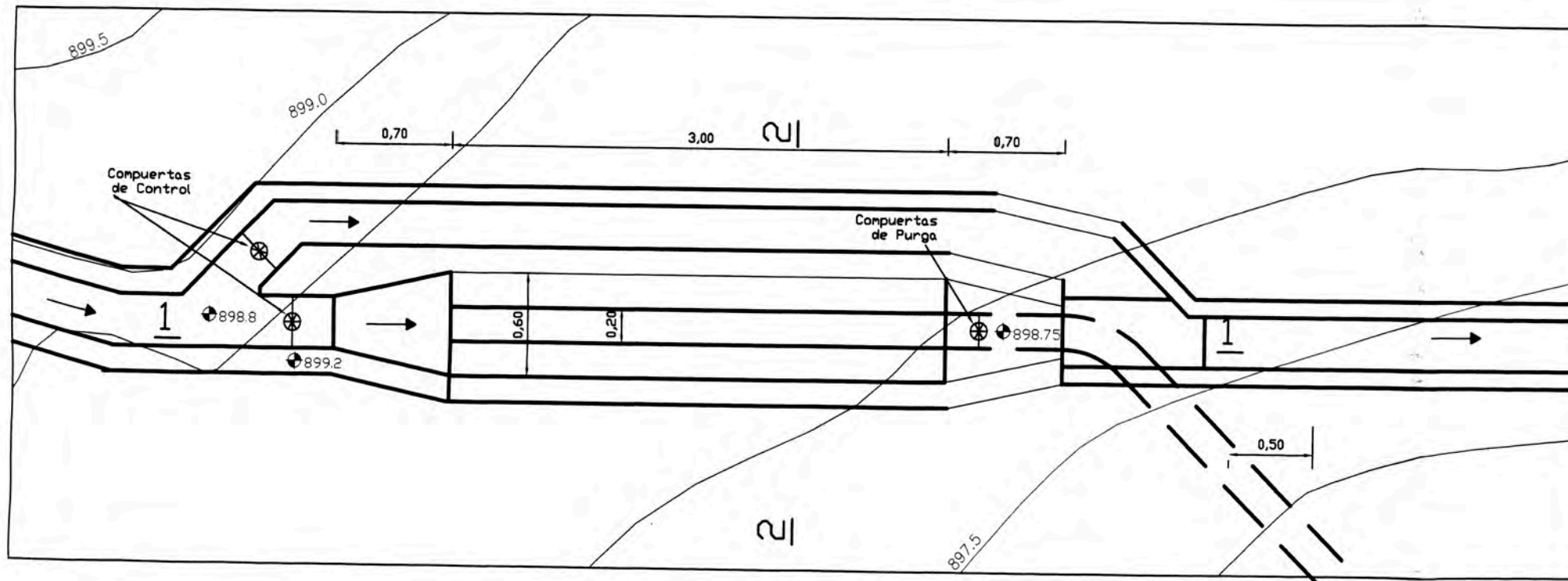
ING. EDUARDO HUARI CAMA

P-1

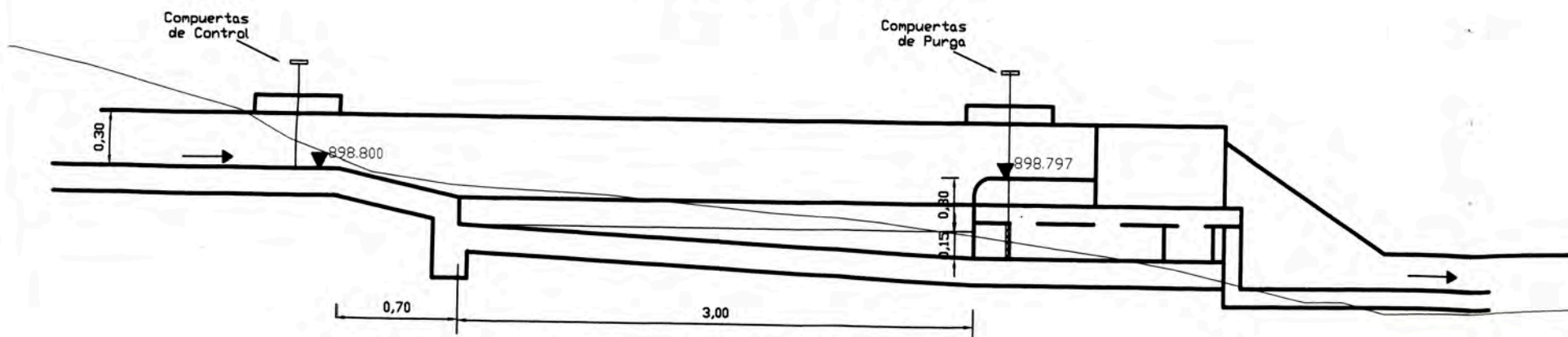
C.Z.V.

ESCALA : GRAFICA

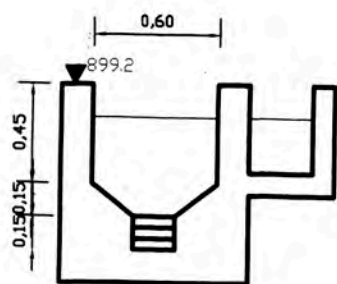
DICIEMBRE 2007



DESARENADOR - PLANTA



DESARENADOR - CORTE 1-1



DESARENADOR - CORTE 2-2

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO ARMADO:	
CONCRETO - CANAL	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
ACERO	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
RESISTENCIA	
RESISTENCIA DE TERRENO	$2 \text{ kg/cm}^2$
RECUBRIMIENTO DEL ACERO	
DESARENADOR - 5 cm MUROS Y LOSA	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL  
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION  
CAPTACION, PRETRATAMIENTO Y SISTEMA DE CONDUCCION\*



DESARENADOR  
PLANTA Y CORTES

LAMINA

ZAMBRANO VARGAS CESAR ROMULO

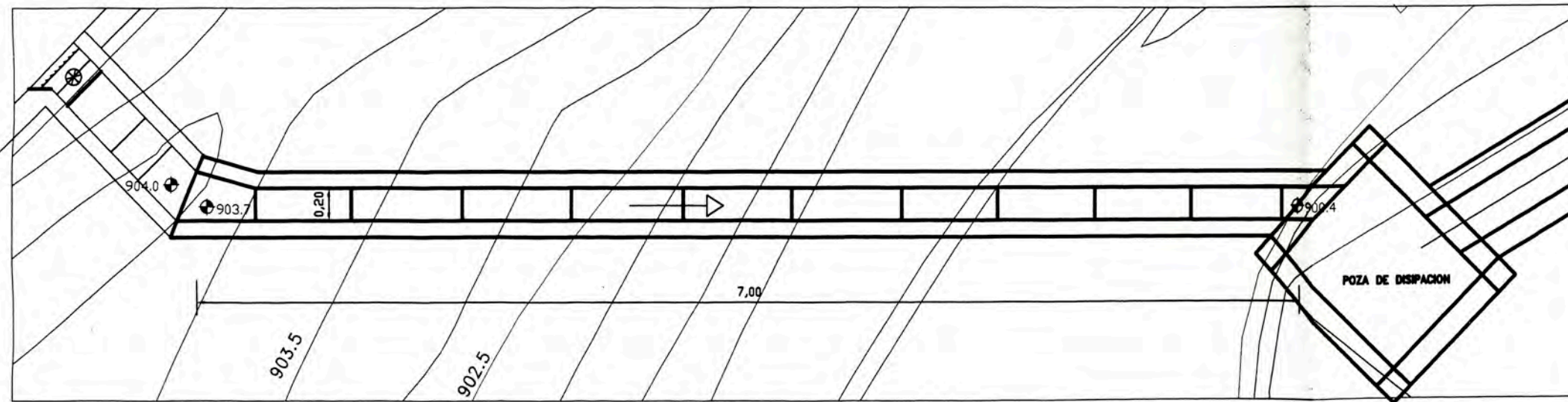
ING. EDUARDO HUARI CAMA

C.Z.V.

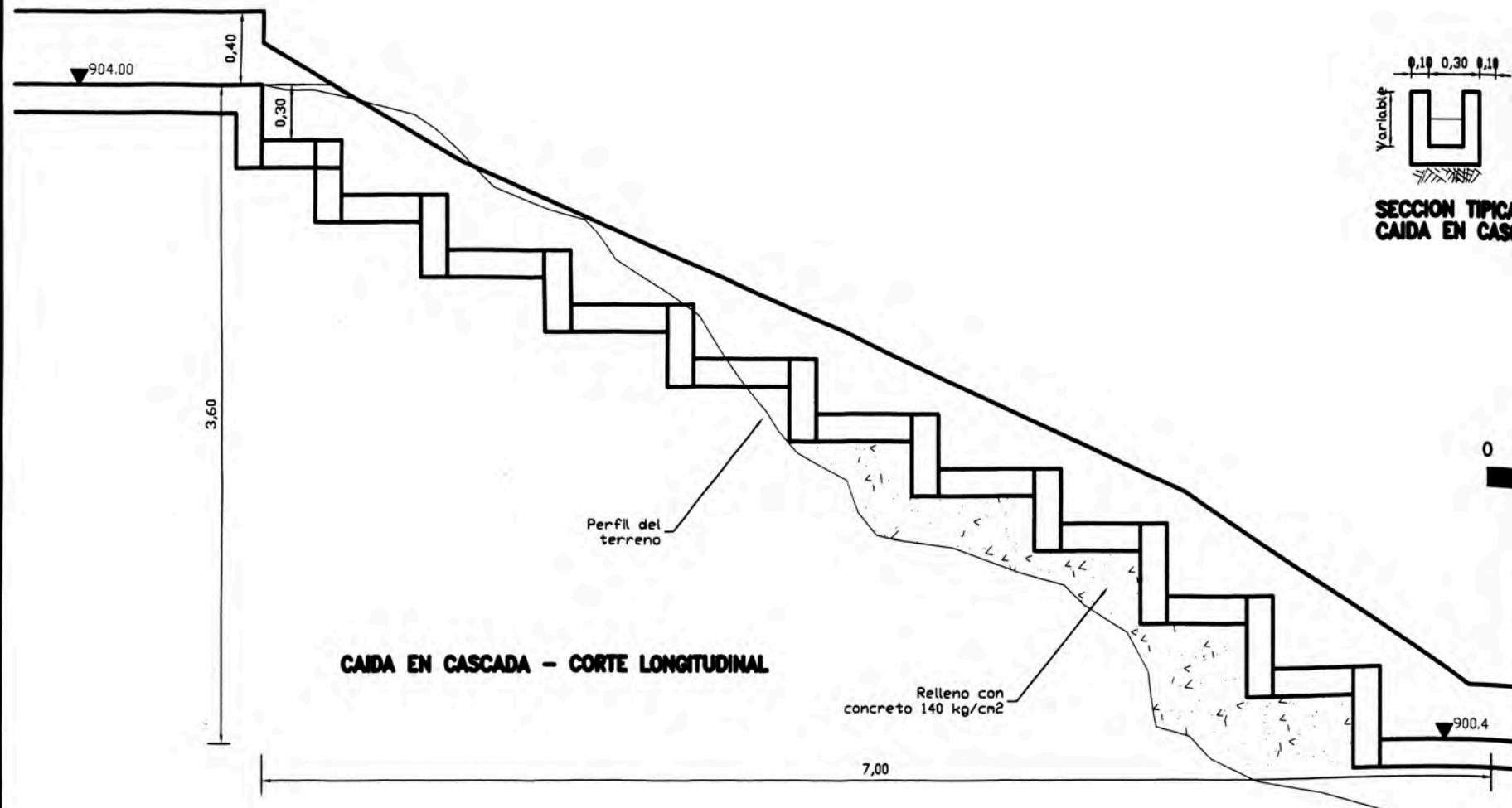
ESCALA : GRAFICA

DICIEMBRE 2007

P-2



CAIDA EN CASCADA - PLANTA



CAIDA EN CASCADA - CORTE LONGITUDINAL



ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO ARMADO:  
 CONCRETO - CAIDA  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 ACERO  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
 RESISTENCIA  
 RESISTENCIA DE TERRENO  $2 \text{ kg/cm}^2$   
 RECUBRIMIENTO DEL ACERO  
 CANAL - 5 cm MUROS Y LOSA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL  
 MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION  
 CAPTACION, PRETRATAMIENTO Y SISTEMA DE CONDUCCION\*



SISTEMA DE CONDUCCION  
 PLANTA Y CORTES

LAMINA

ZAMBRANO VARGAS CESAR ROMULO

ING. EDUARDO HUARI CAMA

P-3

C.Z.V.

GRAFICA

DICIEMBRE 2007