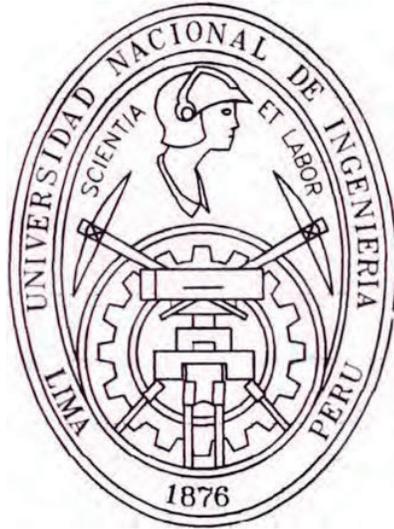


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**FORMULACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE  
SANEAMIENTO UNIPAMPA - ZONA 9  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA Y LINEA DE  
CONDUCCION**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**ROBINSON HERLLESS LLACCTAS LIZANA**

**Lima- Perú**

**2007**

## INDICE GENERAL

	Pág.
<b>RESUMEN</b>	
<b>INTRODUCCION</b>	
<b>CAPITULO I : ASPECTOS GENERALES</b>	
1.1 INTRODUCCION	02
1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO	03
1.3 FORMULACION DEL PROYECTO	04
<b>CAPITULO II : INGENIERIA BASICA DEL PROYECTO</b>	
2.1 TOPOGRAFIA DE LA ZONA	07
2.1.1 Ubicación del proyecto	07
2.1.2 Descripción del Terreno	08
2.1.3 Área de la zona de estudio	08
2.2 ESTUDIOS DE SUELOS	
2.2.1 Geología	09
2.2.2 Geodinámica Externa	09
2.2.3 Sismicidad	09
2.2.4 Investigaciones de Campo	10
2.3 ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE AGUA	
2.3.1 Características del agua	11
2.3.2 Criterios Físicos-químicos	11
2.3.3 Criterios de calidad para la selección de una fuente de agua cruda	12
2.3.4 Criterios de calidad de agua para consumo humano	12
2.3.5 Análisis de las muestras de agua	14
2.4 ESTUDIOS SOBRE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA	
2.4.1 Objetivos	14

2.4.2	Capacidad de la planta	14
2.4.3	Selección de procesos	16
2.4.4	Consideraciones Generales de diseño	16
2.4.5	Consideraciones Ambientales	17

### **CAPITULO III : PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA**

3.1	PROCESOS DE POTABILIZACION	18
3.2	3.1.1 Mezcla Rápida	18
3.1.2	Floculación	19
3.1.3	Sedimentación	20
3.1.4	Filtración	21
3.1.5	Cloración	22
3.3	TRATAMIENTO DE LODOS	23
3.2.1	Origen	23
3.2.2	Características	23
3.2.3	Método de Tratamiento	24
3.4	DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA	24
3.3.1	Diseño Hidráulico de las cámaras de tratamiento	24
3.3.2	Diseño de la red de alcantarillado	34
3.4	CONSIDERACIONES GENERALES DE OPERACIÓN MANTENIMIENTO	36
3.4.1	Principios de Mantenimiento	36
3.4.2	Objetivos de la operación	37
3.4.3	Consideraciones básicas de los procesos de tratamiento	37
3.4.4	Registro e informe de operación	42
3.5	INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA	42

### **CAPITULO IV : LINEA DE CONDUCCION**

4.1	INTRODUCCION	44
4.2	COMPONENTES	44
4.3	CRITERIOS PARA EL DISEÑO	44
4.4	DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION	45

**CAPITULO V : METRADOS Y COSTOS DE OBRA**

5.1	INTRODUCCION	49
5.2	DEFINICION DE PRESUPUESTO	49
5.3	DEFINICION DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	50

	<b>CONCLUSIONES</b>	57
--	---------------------	----

	<b>RECOMENDACIONES</b>	60
--	------------------------	----

	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	62
--	---------------------	----

**ANEXO I: ANALISIS DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN CAMPO**

**ANEXO II: TABLAS Y ABACOS**

**ANEXO III: COSTOS Y PRESUPUESTOS**

**ANEXO V: PLANOS**

## RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia denominado: Formulación y Diseño del Proyecto de Saneamiento UNIPAMPA ZONA 9, Planta de Tratamiento de Agua Cruda y Línea de Conducción propone alternativas técnicas y viables para el desarrollo sostenido de la zona sur de distrito de Cañete, tanto en el aspecto agroindustrial y urbano, presentándose los siguientes planteamientos y sus soluciones técnicas:

### **Planteamiento 1:**

Se presenta un lugar cuyo nombre otorgado para fines de estudios a sido bautizado como UNIPAMPA ZONA 9, este terreno se encuentra ubicado entre el Km. 158.00 y el Km. 159.00 de la carretera Panamericana Sur, con una área de extensión de 1km<sup>2</sup>, y que pertenece a la jurisdicción de la provincia de Cañete, Departamento de Lima (la ciudad de cañete se encuentra en el Km. 144.50 de esta carretera), el terreno tiene una topografía plana ondulada de 0.5% de pendiente y esta protegido de los fuertes vientos del océano por una barrera natural de acantilados cuya altura promedio es de 150mts

Dentro de esta zona de estudio (1km<sup>2</sup>), se formulará la creación de un asentamiento piloto para los moradores de la zona (dedicados principalmente a la agricultura) contemplándose la ocupación y expansión de la zona que llamaremos etapas (1ra etapa, 2da etapa, 3ra etapa y 4ta etapa y zona de áreas verdes).

### **Planteamiento 2:**

Una vez conformado el desarrollo del asentamiento piloto UNIPAMPA ZONA 9, se plantea la interrogante de cómo dotar del líquido elemento a esta

zona de terreno eriazo, para ello el estudio presenta la siguiente propuesta técnica:

Realizar la toma de agua en la bocatoma proyectada denominada **BOCATOMA UNIPAMPA**, que se encuentra en la cota: 276.00m.s.n.m. y ubicado a una distancia de 410mts. aguas abajo y en la margen izquierda de la Bocatoma Nuevo Imperial para recepcionar un caudal de ingreso de 1000Lts/seg. (1.00M3/seg.), estas aguas serán llevadas por un canal de conducción por gravedad que realiza un recorrido de  $L=20.00\text{Km}$ . hasta entregar el liquido hasta una caja repartidora de caudales derivándose dos caudales, el primer caudal de  $Q=950\text{lts/seg}$ . Con fines agrícolas y el segundo caudal de  $Q=50\text{lts/seg}$ . que entra a la **Planta de Potabilización de Agua**(cota 215.00 msnm). Una vez tratada el agua, la planta suministrará un caudal inicial de  $Q=10.73\text{lts/seg.}$ , mediante una tubería de conducción por ( $L= 4,090.58\text{mts.}$ ) por gravedad hasta el reservorio elevado de estructura de concreto tipo INTZE que se encuentra localizado dentro del perímetro de la 1ra etapa de UNIPAMPA ZONA 9 a una cota de terreno de 164.00m.s.n.m. y la cota de llegada del agua será de: 193.18 m.s.n.m.

Esta Planta de Tratamiento de Agua Cruda contara con un sistema de alcantarillado con la finalidad de eliminar los lodos producidos durante los procesos de Potabilización. A la vez, se esta considerando el trazo de una trocha carrozable que comunique el asentamiento con la planta.

Para ser viable este proyecto, UNIPAMPA ZONA 9 solo requiere de un máximo de 50 lts/seg para el servicio de sus cuatro etapas de crecimiento y la diferencia de caudal ( $Q=950\text{ lts/seg}$ ) será destinada para la ampliación de tierras agrícolas de la zona.

El presente Informe de Suficiencia evaluará una alternativa técnica para la creación de una Planta de Tratamiento de Agua Cruda y una Línea de Conducción para UNIPAMPA ZONA 9 1ra etapa, también se incluye el presupuesto de financiamiento base para las obras hidráulicas. El estudio realizado se tomará como referencia para la ampliación de las siguientes etapas.

## INTRODUCCION

El presente Informe de Suficiencia a sido ideado como un complemento de la experiencia obtenida en campo, con el objetivo de ayudar a los egresados y/o bachilleres, a adquirir un conocimiento de acuerdo a la reglamentación vigente aplicado a esta actividad.

Al comienzo del Capítulo I, se menciona los antecedentes en la zona (censo, actividades laborales, grado de instrucción de la población, etc., obtenidos por organismos como el INEI), así como el objetivo que busca el proyecto para su posterior formulación.

En el Capítulo II, trata sobre la ingeniería básica del proyecto como la topografía, estudio del suelo, la calidad del agua adoptando los criterios de selección para una fuente apta para el consumo humano y dentro de los parámetros dados por los organismos internacionales. Asimismo se indica los criterios y selección de procesos en el tratamiento de agua cruda para la obtención del agua potable.

En el Capítulo III se indica la forma de cómo diseñar los procesos de tratamiento del agua cruda mediante los criterios hidráulicos, así como el diseño de una línea colectora para eliminar los lodos producidos durante el tratamiento, ya que estos lodos generan un impacto ambiental en caso no se le tome la debida importancia.

El Capítulo IV trata sobre la línea de conducción que sale de la planta de tratamiento y llega hasta el reservorio, que en nuestro caso es elevado. A la vez se indica los criterios de diseño, la selección del tipo de material y el tipo de válvulas a utilizar.

El Capítulo V, trata de los metrados y costo del proyecto, así como la programación lineal de la obra.

Finalmente se indica una sección de anexos, donde están las tablas, ábacos utilizados para el diseño hidráulico, los análisis de precios unitarios que dan sustento al presupuesto total del proyecto, la programación de obra que nos indica el tiempo estimado de ejecución, así como los planos que son el resultado de la ingeniería de proyecto.

## **CAPITULO I**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1.-ANTECEDENTES**

El Proyecto de Saneamiento UNIPAMPA SECTOR-9 se encuentra ubicado entre el Km. 158 y el Km. 159 de la Carretera Panamericana Sur, Provincia de Cañete, Distrito de Lima. El lugar es de topografía plana ondulada con una pendiente promedio de 2.5%, el terreno predominante es arenoso, donde en la actualidad se puede denominar como zona eriaza aun no habitada.

En el cuadro N° 1.1 se puede apreciar las características de la población de la ciudad de San Vicente de Cañete:

Cuadro N° 1.1

Características de la Población del Distrito San Vicente de Cañete  
Censo de 1993

Población total	32,548
Población urbana	22,244
Población rural	10,304
Población total de hombres	15,984
Población total de mujeres	16,564
Tasa de crecimiento inter censal (1981-1993)	2.7
Población de 15 años y mas	20,383
Porcentaje de la población 15 años y mas	62.62
Tasa de analfabetismo de la población de 15 y mas años	7.6
Porcentaje de la población de 15 o mas años, total con primaria completa o menos	79.1

Fuente: <http://desa.inei.gob.pe/mapas/bid/>

Cuadro N° 1.2  
 Indicadores de Trabajo y Empleo del Distrito San Vicente de Cañete  
 Censo 1993

Población económicamente activa(PEA) de 6 y mas años-Total	10,403
Población económicamente activa(PEA) de 6 y mas años-mujeres	7,168
Población económicamente activa(PEA) de 6 y mas años-hombres	3,235
Tasa de actividad económica de la PEA de 15 y mas años	50
% de la población ocupada de 15 y mas años-en la agricultura	35.7
% de la población ocupada de 15 y mas años en los servicios	52.4
% de la población ocupada de 15 y mas años asalariados	57.5

Fuente: <http://desa.inei.gob.pe/mapas/bid/seleccion.asp>

El comportamiento de la población está asociada al desarrollo de actividades de producción, principalmente agrícola intensiva (produce Aji amarillo, ajos, Algodón, Arveja, Camote amarillo, Camote morado, Cebolla, Fresa, Frijol, Haba, Maíz morado, Pallar, Pepino, Tomate, Vainita, Yuca, Zapallo, Hortalizas), agroindustrial e industriales. en esta medida la provincia de Cañete alcanzan una alta tasa de población dedicado a la agricultura (Ver cuadro N° 1.2) debido principalmente a la infraestructura económica existente, caso de la Carretera Panamericana y algunas carreteras de penetración (Cañete Yauyos), así como los sistemas de comunicación y la instalación de instituciones gubernamentales (Ministerio de Agricultura) y el afán de desarrollo de sus pobladores

## 1.2.-OBJETIVO DEL PROYECTO

El presente proyecto contempla la creación de una ciudad piloto denominada UNIPAMPA ZONA-9 en un área de extensión de 1Km<sup>2</sup> formulando la ocupación progresiva por etapas (1ra Etapa, 2da Etapa, 3ra Etapa, 4ta Etapa). Se analizara al detalle la ocupación de la 1ª Etapa (412 lotes de vivienda de 160m<sup>2</sup> como mínimo) y dentro de los próximos 15 años llegar a tener un dominio total de las 3 etapas restantes mas la incorporación progresiva de áreas verdes en un sector destinado para ello

La idea principal es ampliar la frontera agrícola de las Ciudades de Cañete, Imperial y Nuevo Imperial que se encuentran asentados en la cuenca del Rio Cañete hacia el lado Sur para mejorar la economía del lugar

Se propone dejar disponible tierras de cultivo a PYMES y personas naturales.

#### 1.4.-FORMULACION DEL PROYECTO

El presente Plan de Suficiencia consiste en realizar lo siguiente:

- i) El diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Cruda para abastecer de agua potable a la 1ra Etapa, estando previsto realizar futuras ampliaciones y así aumentar la capacidad de producción para cubrir las 4 etapas, dentro de los parámetros y exigencias que solicita el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Titulo II-Capitulo III) para; de esta forma; cubrir la demanda de la población.
- ii) El diseño de la línea de conducción desde la planta de tratamiento de agua cruda hasta la cisterna y/o reservorio.

Se hace mención que el canal que abastecerá de agua a la planta desde la bocatoma, el cual llegara a una cámara, ubicada dentro de la planta, de donde se repartirá al principio un caudal inicial (1º etapa) para su tratamiento, para posteriormente según las etapas de desarrollo del proyecto, incrementar los módulos de procesamiento, de acuerdo al caudal de demanda (Ver figura N° 1.1).

La planta de tratamiento estará ubicada a una altitud de 215 msnm. , y entre las siguientes coordenadas :

N	E
8544801	355368
8544801	355282
8544764	355279
8544756	355567

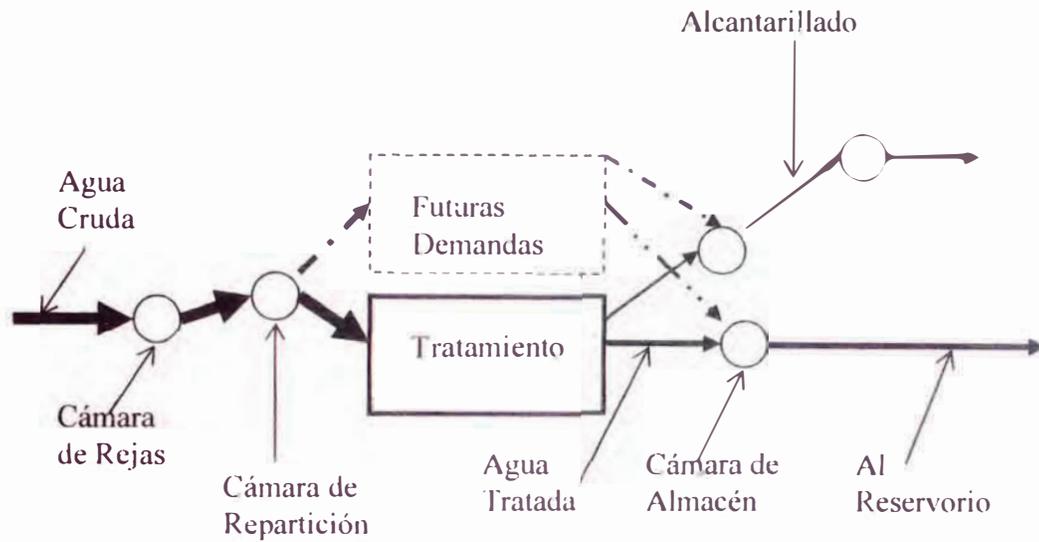
Se contempla la ejecución de una trocha carrozable de 3 m de ancho con pendiente de 1.5 %, que va desde la planta de tratamiento de agua cruda hasta las vías de acceso de la futura habilitación urbana (Ver figura N° 1.2).

La planta de tratamiento va a constar de la siguiente infraestructura:

- Cerco perimétrico.
- Oficinas, almacenes, talleres, servicios higiénicos, etc.
- Módulos que garanticen los procesos de tratamiento.

Figura N° 1.1

Esquema de Funcionamiento de la Planta de Tratamiento de agua Cruda



- ➔** Conducción de agua cruda (Etapa Inicial)
- ➔** Conducción de Agua Tratada (Etapa Inicial)
- ➔** Red de Alcantarillado (Etapa Inicial)
- · ➔** Conducción de agua cruda para futuras demandas
- · · ➔** Eliminación de lodos provenientes de futuras demandas
- · · ➔** Conducción de agua tratada para futuras demandas

Figura N° 1.2  
Vía de Acceso

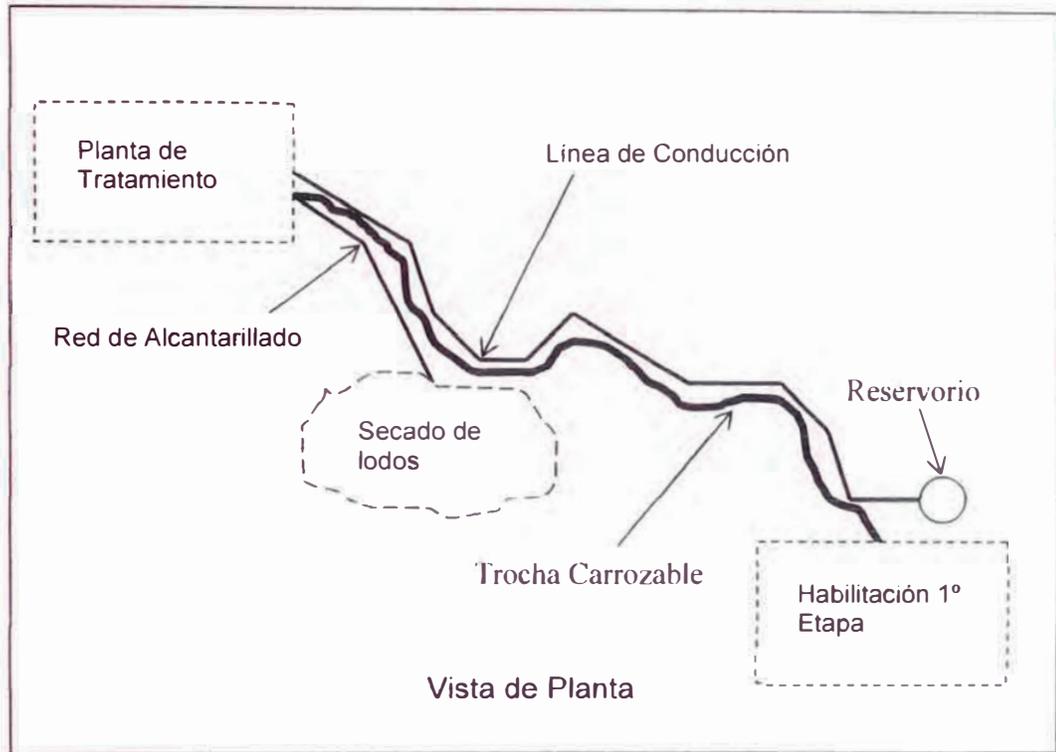
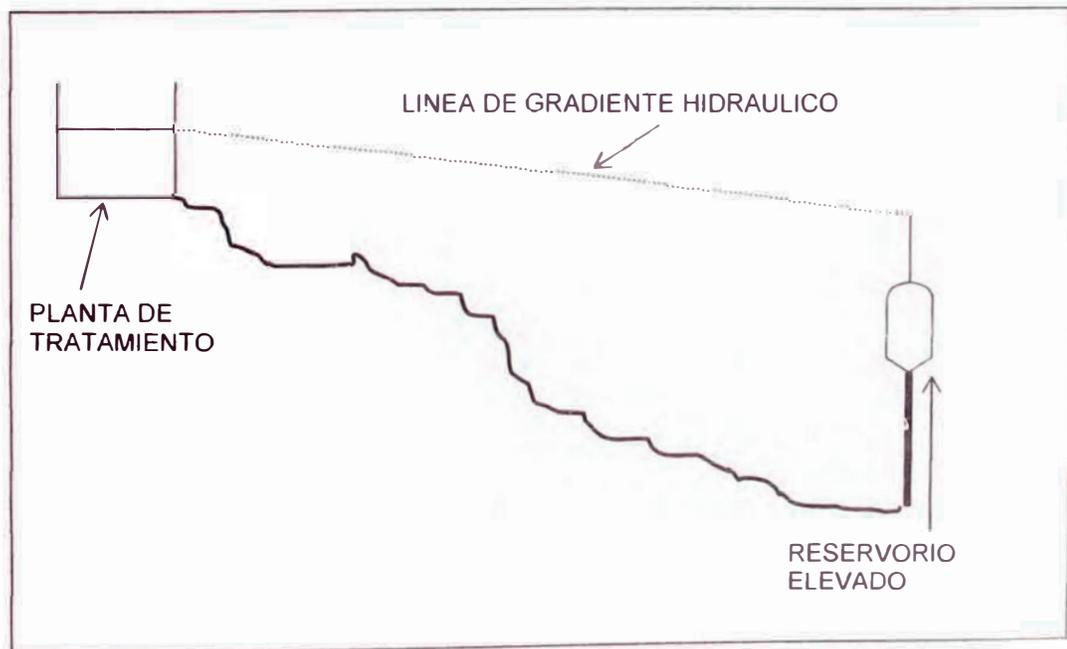


Figura N° 1.3  
Perfil Hidráulico



## **CAPITULO II**

### **INGENIERIA BASICA DEL PROYECTO**

#### **2.1 TOPOGRAFIA DE LA ZONA**

##### **2.1.1 Ubicación del proyecto**

La planta de tratamiento estará ubicada en las Coordenadas N 8544792.69 E 355318.25 y a una altitud de 217 msnm. Se contempla la ejecución de una trocha carrozable de 3.00 m de ancho con pendiente promedio de 0.5 % (Ver Anexo IV Plano TC-01) que va desde la planta de tratamiento de agua cruda hasta las vías de acceso de la futura habilitación urbana.

Esta planta estará proyectada para abastecer la zona UNIPAMPA donde se desarrollara la habilitación urbana en un área de 120,000 m<sup>2</sup> equivalente a 12 hectáreas de donde se obtuvieron las siguientes coordenadas geográficas:

Cuadro N° 2.1

Coordenadas Geográficas del Proyecto

DESCRIPCION	COORDENADAS	
	Latitud	Longitud
Pto "A"	13° 11' 1.82" S	76° 21' 21.12" W
Pto "B"	13° 10' 42.94" S	76° 20' 54.09" W
Pto "C"	13° 11' 9.41" S	76° 20' 34.80" W
Pto "D"	13° 11' 28.27" S	76° 21' 01.42" W

- A. Colindancia de perímetro de trabajo.**- El Proyecto de Saneamiento UNIPAMPA SECTOR-9 se encuentra ubicado entre el Km. 158 y el Km. 159 de la Carretera Panamericana Sur, Provincia de Cañete, Distrito de Lima.

- Por el Norte Colinda Ribera del sur no cañete en línea recta con 300m
- Por el Sur Ribera de norte quebrada Topara en línea recta con 300 m
- Por el Este Carretera Panamericana en línea recta con 400m.
- Por el Oeste Terreno enazo en línea recta con 400 m

### GRAFICO 2.1

#### MUESTRA LA UBICACIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO



FUENTE: [http //google.earth](http://google.earth)

**2.2.2 Descripción del terreno.**-El lugar es de topografía plana ondulada con una pendiente promedio de 2.5% el terreno predominante de un antiguo cono aluvial arenoso, sobre una terraza de aproximadamente de 160m sobre el nivel del mar donde en la actualidad se puede denominar como zona enaza aun no habitada

**2.2.3 Área que encierra el perímetro.**-De acuerdo a las coordenadas geográficas el área donde se desarrollara el proyecto es de 12 hectáreas con un perímetro de 1400 metro

### 2.2 ESTUDIOS DE SUELOS

Para el presente Informe de Suficiencia y por las limitaciones propias del proyecto no pudieron efectuarse 2 calcatas en la zona (adyacente a la Panamericana Sur) las cuales son insuficientes. Debido a que no se cuenta con un estudio completo de suelos en la zona, se ha optado por considerar el Estudio de Mecánica de Suelos con fines de

### 2.2.1 GEOLOGIA

El área de terreno donde esta ubicado la zona en estudio pertenece a la zona costera del Perú, su rasgo morfológico, corresponde a la de una planicie, cuya forma topográfica del relieve del suelo es ligeramente ondulada, con poca pendiente.

La columna estratigráfica comprende una secuencia de depósitos aluviales, perteneciente al cuaternario reciente.

La evaluación del suelo, subsuelo y alrededores cercanos del área de estudio, no detecta la presencia de estructuras geológicas importantes, como fallas geológicas, fracturas de gran potencia, grietas y fisuras de gran espesor en superficie.

En el área en estudio, no se detecto la presencia del nivel freático hasta la profundidad explorada.

### 2.2.2 GEODINAMICA EXTERNA

La característica geodinámica externa del área en estudio, no presenta peligro de consideración por efecto de fenómenos naturales como deslizamientos de masas de tierra, huaycos, aluviones, caída de roca suelta, inundaciones, etc., que afectaría la integridad física de la Planta de Potabilización.

### 2.2.3 SISMICIDAD

Dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo al mayor o menor presencia de sismos. Según el mapa de Zonificación Sísmica-Reglamento Nacional de Construcciones 2003, Pampa Clarita se encuentra comprendida en la zona sísmica 3, correspondiéndole una alta sismicidad y un factor de zona  $Z = 4$ . Este factor es equivalente a la aceleración máxima esperada en un periodo de exposición sísmica de 50 años, con una probabilidad de excedencia de 10%.

De acuerdo a las normas de diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Construcciones, al suelo de cimentación del mencionado estudio, le corresponde un perfil de suelo tipo  $S_2$ , con un periodo predominante de  $T_p = 0.6$  seg. Y un factor de suelo  $S = 1.2$ .

La fuerza horizontal o cortante total en la base, debido a la acción sísmica se determinará mediante la siguiente expresión:

$$H = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} P$$

Donde:

Z: factor de zona

U: Factor de uso

S: Factor de suelo

C: Coeficiente sísmico

R: factor de ductilidad.

P: Peso de la edificación

#### 2.2.4 INVESTIGACIONES DE CAMPO

A pesar de las limitaciones propias del proyecto, se hacen mención las pruebas realizadas el 15 de Enero.

**1º) Trabajos de campo.-** Los trabajos de campo se iniciaron el 15 de Enero y se culminaron el 17 de Enero; los cuales consistieron en un reconocimiento de la zona, así como la ubicación y excavación de 02 calicatas, denominadas C-1, C-2 de 3.00 m., de profundidad máxima.

**2º) Calicatas.-** con el objeto de determinar las características de resistencia de los materiales del suelo de fundación, para el diseño de las estructuras de cimentación, se realizó un programa de exploración del suelo que consistió en la ejecución de calicatas. En el Plano N° 1, se indica la ubicación de las calicatas.

El cuadro N° 2.2, muestra la denominación, ubicación, profundidad excavada, nivel freático y el número de muestras extraídas de las calicatas ejecutadas.

Cuadro N° 2.2

Calicata	Ubicación	Profundidad Excavada (m)	Nivel Freático (m)	Números de Muestras Extraídas
C-1	Pampa Clarita	3.00	N.A	1
C-2	Pampa Clarita	3.00	N.A	1

N.A. : No fue detectado el nivel freático en la profundidad excavada

C-X: Calicata número X

**3º) Muestreo.-** de las 02 calicatas, se tomaron muestras alteradas representativas de los estratos **atravesados**, las cuales fueron enviados a laboratorio, para realizar los ensayos de identificación, clasificación del tipo de suelo y espesor del estrato.

#### 2.2.5 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Debido a que no se cuenta con un estudio en la zona, donde se ubicara la Planta de tratamiento, se adoptara los valores tomados de la fuente secundaria mencionada inicialmente (INFES.).

$$q_{adm} = 2.10 \text{ kg/cm}^2$$

## 2.3 ESTUDIOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA

### 2.3.1 CARACTERISTICA DEL AGUA

La presencia de sustancias químicas disueltas e insolubles en el agua (que puede ser de origen natural o antropogénico) define su composición física y química.

El agua contiene en suspensión y en solución una gran cantidad y variedad de sustancias y compuestos que son lo que le dan sus características peculiares y los que determinan el tratamiento de acuerdo al uso que se le desee dar.

1) **Características Físicas.**- las características físicas mas importantes son:

- a) **Contenidos de Sólidos.**- son todos los compuestos que están disueltos en el agua, suspendidos o flotando
- b) **Turbiedad.**- es el aspecto que presenta el agua debido a partículas en suspensión.
- c) **Color.**- es debido a compuestos orgánicos en estado coloidal muy fino y compuestos inorgánicos en solución.
- d) **Temperatura.**- es una de las características que mas influye en la aceptación de los consumidores.
- e) **Olor y Sabor.**- los olores y sabores en el agua provienen generalmente de algas, descomposición de materia orgánica, compuestos químicos inorgánicos, etc.

2) **Características químicas.**- las características químicas del agua le son comunicadas por compuestos orgánicos e inorgánicos.

- a) **Materia Orgánica.**- proceden de la descomposición de tejidos de animales y vegetales y de la industria química relacionada con la síntesis de compuestos orgánicos.
- b) **Materia Inorgánica.**- El control de la calidad de agua para consumo humano, se hace con base en la medición de parámetros de materia inorgánica; principalmente:
  - i) PH
  - ii) Cloruros y Sulfatos
  - iii) Alcalinidad
  - iv) Dureza

### 2.3.2 CRITERIOS FISICOS-QUIMICOS

Existen principalmente dos grandes grupos de contaminantes físico-químicos que se detallan a continuación:

- 1) **Contaminantes Inorgánicos.**- es el grupo que mas dificultades puede presentar, ya que los métodos convencionales de tratamiento no son efectivos en todos los casos. Cuando se identifique contaminantes inorgánicos muy tóxicos en concentraciones altas o estos sean de difícil remoción, como factor de

seguridad, debería considerarse la búsqueda de otras fuentes alternas que no los contenga.

- 2) **Contaminantes Orgánicos.**- este grupo son biodegradables, son de fácil remoción y no constituye problema durante el tratamiento siempre y cuando se encuentren en concentraciones no excesivas. En este último caso, la precloración puede constituir una alternativa que debe ser cuidadosamente controlada para evitar la formación de contaminantes aún mas peligrosos.

### **2.3.3 CRITERIOS DE LA CALIDAD PARA LA SELECCIÓN DE UNA FUENTE DE AGUA CRUDA**

Teniendo en cuenta los aspectos físicos-químicos del agua, para la adecuada selección de una fuente de agua cruda con fines de potabilización, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El origen de la fuente de agua cruda y la identificación de los principales afluentes y/o probables aportes de contaminación.
- La calidad del agua cruda, teniendo en cuenta todos los parámetros que puedan influir en la salud de los consumidores.
- El comportamiento de los constituyentes del agua, teniendo en cuenta los factores ambientales que puedan influir en él.
- La eficiencia del tratamiento empleado en la remoción de los tóxicos identificados.
- Los límites máximos de cada parámetro establecidos por las normas de calidad para el agua de consumo humano.

Al evaluar un cuerpo hídrico superficial (río Cañete) como fuente de agua cruda para el consumo humano después del tratamiento, es necesario realizar inicialmente toda la gama de análisis físicos-químicos con la finalidad de caracterizarla. Este proceso no debe consistir en un muestreo puntual, sino en todo un programa de monitoreo que considere las condiciones climáticas, geológicas y ambientales del lugar.

### **2.3.4 CRITERIOS DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**Agua potable.**-se conoce con este nombre al agua que ha sido tratada con el objetivo de hacerla apta para el consumo humano.

Los programas de control y vigilancia del agua potable, requieren normas adecuadas que regulen la calidad del agua de consumo humano, que permitan seleccionar fuentes adecuadas de agua cruda y los procesos de tratamiento y distribución.

Las guías de calidad para aguas de consumo humano de la O.M.S. (Cuadro N° 2.3) constituyen una herramienta válida referida a la calidad físico-químico del agua destinada al consumo humano. A partir de ellas se puede establecer normas, teniendo en cuenta los siguientes criterios básicos:

- ❖ Los valores establecidos para cada parámetro, deben asegurar la aceptabilidad estética del agua y no representar riesgos para la salud del consumidor.
- ❖ La calidad del agua debe ser adecuada para el consumo humano y tomar en cuenta todos los usos domésticos.
- ❖ Los valores establecidos sirven como señal, para que cuando se supere este valor:
  - Se investigue la causa.
  - Se consulte con las autoridades responsables de la salud pública.

En resumen el agua para ser utilizada como fuente de suministro público, debe reunir condiciones físicas, químicas y microbiológicas.

La Organización Mundial de la Salud da normas internacionales que establecen lo siguiente:

Cuadro N° 2.3

Sustancia	Concentración máxima aceptable	Concentración máxima tolerable
Sólidos Totales	500 mg/lit	1500 mg/lit
Color	5 unidades*	50 unidades*
Turbiedad	5 unidades**	25 unidades**
Sabor	No rechazable	-----
Olor	No rechazable	-----
Hierro	0.3 mg/lit	1.0 mg/lit
Manganeso	0.1 mg/lit	0.5 mg/lit
Cobre	1.0 mg/lit	1.5 mg/lit
Zinc	5.0 mg/lit	15 mg/lit
Calcio	75 mg/lit	200 mg/lit
Magnesio	50 mg/lit	150 mg/lit
Sulfato	200 mg/lit	400 mg/lit
Cloruros	200 mg/lit	600 mg/lit
PH	7.0-8.5	6.5-9.2
Sulfato de Sodio (ECC)	500 mg/lit	1000 mg/lit
Compuestos Fenólicos	0.001 mg/lit	0.002 mg/lit
Contaminantes Orgánicos	0.2 mg/lit	0.5 mg/lit
Sustancias Activas al Azul de metileno	0.2 mg/lit	0.5 mg/lit

\* Escala platino cobalto

\*\* Unidades de turbiedad

Fuente: Plantas de Filtración Lenta para Poblaciones Rurales-CEPIS

### 2.3.5 ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA

Para un proyecto de Planta de Tratamiento de agua cruda se necesita realizar un muestreo completo durante un año para saber los valores máximos y mínimos de turbidez, coliformes, sulfatos, etc. del afluente.

En nuestro Plan de Suficiencia, debido a las limitaciones del proyecto solo se tomaron muestras en la bocatoma del río Cañete y en la planta de tratamiento para agua potable existente. Las muestras de agua fueron llevadas al Laboratorio de Química de la UNI para sus respectivos análisis físicos químicos obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro N° 2.4

Muestra Agua	Sulfatos ppm	Cloruros ppm	Sales Solubles totales ppm
Bocatoma	134	29	178
Según el OMS	<200	<200	<500

En el cuadro N° 2.1 se observa que al comparar los resultados obtenidos con los valores dados por el OMS, están dentro de los valores permisibles, siendo apto como fuente de suministro publico.

Referente a las características físicas y microbiológicas del agua no se menciona en los resultados, esto es debido a las limitaciones del proyecto, por lo cual se asumirá una turbidez y coliformes aceptables para ser eliminadas por tratamiento (se observo que la bocatoma en mención deriva un canal que va hacia una planta de tratamiento en el cual se aplica sustancias químicas para eliminar la turbidez).

## 2.5 ESTUDIOS SOBRE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA

### 2.5.1 OBJETIVOS

El objetivo del tratamiento es reducir las sustancias químicas y/o físicas del agua a los límites establecidos en las normas de calidad de agua para consumo humano, usando métodos adecuados.

### 2.5.2 CAPACIDAD DE LA PLANTA

La planta de tratamiento debe ser proyectada en la forma más simple posible, utilizando soluciones constructivas compatibles con los recursos, materiales y humanos existentes en la región.

La capacidad de la planta, debe ser tal que abastezca a las necesidades de agua del día de máximo consumo al finalizar el periodo de diseño, esto es:

$$Qd = \frac{P \times D \times C}{86400} \text{ l/s}$$

Siendo Coeficiente de día máximo:  $C = 1.5$

Dotación:  $D = 250 \text{ l/hab/día}$

Numero de lotes 1º Etapa: 412

Según RNE (Titulo II Capitulo III OS -0.30)

(6 hab/lote)  $P = 412 \times 6 = 2472 \text{ hab}$

$$Qmd = \frac{2472 \times 250 \times 1.5}{86400} \Rightarrow Qmd = 10.73 \text{ l/s}$$

Según RNE (Titulo II Capitulo III OS – 0.20)

Para Planta de Agua Potable  $Q_a = 1.05Qmd \Rightarrow Q_a = 11.26 \text{ l/s}$

**Tabla Nº 2.5**

**Criterios para Seleccionar el grado de tratamiento de acuerdo a la calidad de la fuente**

Alternativas	90% del tiempo	80% del tiempo	Esporádicamente
Filtración rápida completa: mezcla rápida, floculación, sedimentación y filtración rápida	$T_0 < 1000 \text{ UNT}$ $C_0 < 150 \text{ UC}$ $C.F. < 600/100 \text{ ml}$	$T_0 < 300 \text{ UNT}$ $C_0 < 70 \text{ UC}$	Si $T_0 \text{ max} > 15000 \text{ UNT}$ Añadir Pr esidementador Si $C.F. > 600/100 \text{ ml}$ Añadir Pr ecloración
Filtración directa descendente: mezcla rápida y filtración descendente	$T_0 < 30 \text{ UNT}$ $C_0 < 40 \text{ UC}$ $Algas < 100 \text{ mg/m}^3$ $C.F. < 500/100 \text{ ml}$	$T_0 < 20 \text{ UNT}$	$T_0 \text{ max} < 50 \text{ UNT}$
Filtración directa ascendente: mezcla rápida y filtración ascendente	$T_0 < 100 \text{ UNT}$ $C_0 < 60 \text{ UC}$	$T_0 < 50 \text{ UNT}$	$T_0 \text{ max} < 200 \text{ UNT}$ $C_0 \text{ max} < 100 \text{ UC}$
Filtración directa ascendente-descendente	$T_0 < 250 \text{ UNT}$ $C_0 < 60 \text{ UC}$	$T_0 < 150 \text{ UNT}$	$T_0 < 1000 \text{ UNT}$ $C_0 < 150 \text{ UC}$ $C.F. < 600/100 \text{ ml}$

$T_0$  = turbiedad del agua cruda;  $C_0$  = Color en el agua cruda; C.F. = Coliformes fecales

El proceso de pos-cloración esta sobreentendido en todos los casos.

Fuente: Planta de Filtración Rápida-Luisa Canepa de Vargas

### 2.5.3 SELECCIÓN DE PROCESOS

La selección de los procesos dependerá de la calidad del agua, así como de la experiencia en estudios de tratabilidad, realizados en el laboratorio o con plantas pilotos. Cuando la mayor parte de las partículas que se encuentran en el agua son de tipo coloidal o se encuentra en solución, se requiere de un tratamiento mediante filtración rápida para su remoción.

Las plantas de este tipo, están básicamente constituidas por las unidades de mezcla rápida, floculadotes, sedimentadotes y filtros. Dependiendo de las máximas turbiedades que se puedan alcanzar, podría ser necesario también un presedimentador y de acuerdo a la concentración máxima de coniformes fecales, también precloración.

En la medida en que el agua presente más parámetros problema, se añadirán los procesos necesarios para purificarla.

En el cuadro N° 2.5, se indica las recomendaciones a seguir en cuanto al número de procesos involucrados, de acuerdo a la calidad de la fuente.

### 2.5.4 CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO

El objetivo básico del diseño de una planta de tratamiento de agua cruda es el de integrar, de la manera mas económica, los procesos y operaciones de tratamiento para que, cuando sea operadamente adecuadamente, pueda proveer sin interrupción el caudal de diseño y satisfacer los requerimientos de calidad de agua potable.

El tipo de tratamiento depende de la calidad de la fuente de suministro (rió cañete) y de la calidad deseada en el agua producida. Por lo tanto, una información adecuada sobre la fuente es prerrequisito del diseño.

En caso de no existir información suficiente sobre la calidad de la fuente, debe recogerse información proveniente de plantas en operación de fuentes semejantes en el área.

En la selección del periodo de diseño de los componentes de la planta, se debe tener en cuenta la vida útil de las estructuras y equipo, la facilidad de expansión, la tasa de crecimiento del área de servicio, etc.

La capacidad nominal de diseño de una planta es generalmente mayor que la demanda máxima diaria proyectada para el periodo de diseño.

Las especificaciones respectivas deben garantizar una construcción económica pero durable, teniendo en cuenta que las plantas son usadas por muchos más años que los de su periodo de diseño.

Para la localización de la planta se debe tener en cuenta los siguientes aspectos: área futura de servicio, costo bajo del terreno, ubicación con

respecto a la fuente de distribución, topografía, disponibilidad de energía eléctrica, facilidades de acceso, facilidad de disposición de residuos, etc.

En conclusión, se puede decir, que para el diseño y funcionamiento de una planta de tratamiento de agua cruda se debe tener en cuenta:

- Determinación de la calidad de agua de la fuente de suministro.
- Ubicación, acceso y tamaño de la planta
- Determinación de los procesos de tratamiento a realizar para que el agua sea apto para el consumo humano
- Planificar la eliminación de lodos, generados durante los procesos de tratamiento.
- Ver las condiciones de operación y mantenimiento

### 2.5.5 CONSIDERACIONES AMBIENTALES

En plantas de Potabilización de agua se remueven sólidos suspendidos, coloidales y disueltos del agua para hacerla potable. Los sólidos removidos del agua cruda constituyen el residuo de la planta industrial de agua; el agua potable es el producto final. La fuente de los diferentes residuos de una planta de tratamiento, así como sus características y cantidades, es función del tipo de tratamiento aplicado, de la composición del agua cruda y de la calidad del producto.

- 1) La descarga de lodos de plantas de tratamiento de agua cruda sobre ríos y lagos, conduce a la formación de depósitos o bancos de lodos en las zonas de baja velocidad de flujo. Dichos depósitos cubren a los organismos bénticos y alteran la cadena alimenticia de los peces.
- 2) Los lodos reducen la calidad estética de la fuente receptora al aumentar la turbiedad del agua. El aumento de la turbiedad puede disminuir la actividad fotosintética. El incremento de sólidos suspendidos y de turbiedad hacen perder el valor recreacional del agua y su uso para esparcimiento.
- 3) La descarga de aguas de lavado de filtros, conlleva al riesgo de contaminación bacteriana patogénica y de aumento en el crecimiento microbiano del agua.
- 4) La descarga de aguas con carbón activado, conduce a la creación de colores oscuros negros en el agua y a la pérdida de su valor estético y recreacional.
- 5) Los lodos de alumbre pueden tener efectos tóxicos, por exceso de aluminio sobre algunos organismos acuáticos.

## **CAPITULO III**

### **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA**

#### **3.1 PROCESOS DE POTABILIZACION**

El objetivo de los procesos de Potabilización, es reducir las sustancias halladas en los análisis de agua cruda a los límites establecidos en las normas de calidad de agua aptos para consumo humano.

La selección de estos procesos depende de la calidad de agua, los riesgos sanitarios involucrados y la capacidad de la población.

Para nuestro caso de acuerdo al análisis de las muestras de agua cruda, se va a considerar los siguientes procesos:

##### **3.1.1 MEZCLA RAPIDA**

Es la operación empleada en el tratamiento del agua con el fin de dispersar rápida y uniformemente el coagulante (alumbre) a través de todo el flujo de agua.

La coagulación comienza en el mismo instante en que se agregan los coagulantes al agua y dura solamente fracciones de segundo. Básicamente consiste en una serie de reacciones físicas y químicas, entre los coagulantes, la superficie de las partículas, la alcalinidad del agua y el agua misma. Dicho proceso se usa para la remoción de turbiedad orgánica o inorgánica que no puede sedimentar rápidamente.

Existen diversos tipos de coagulantes a utilizar, los más comunes, son los metálicos como:

- **Las Sales de Aluminio.-** las sales de aluminio forman un floculo (aglutinación de partículas en pequeñas masas con peso específico superior al del agua) ligeramente pesado, las mas conocidas de estas son el sulfato de aluminio, el sulfato de aluminio amoniacal y el aluminato de sodio,
- **Las Sales de Hierro.-** las sales de hierro forman un floculo mas pesado y pueden trabajar con un PH mucho más amplio que las sales de aluminio. Los más conocidos son: el cloruro férrico, el sulfato férrico y el sulfato ferroso.

Cuando la alcalinidad del agua no es suficiente para reaccionar con los coagulantes, se aplica una base conjuntamente con ellos. Los compuestos mas comunes son: el carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) y la cal viva ( $\text{CaO}$ ) o apagada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

Nuestra mezcla rápida se va a efectuar mediante turbulencia provocado por medios hidráulicos. Existe varios tipos de mezcladores hidráulicos: canaleta parshall, rampas, vertederos.

En nuestro caso seleccionaremos un vertedero rectangular, por ser apropiadas para unidades pequeñas.

En la mezcla rápida, los vertederos son adecuados para plantas pequeñas.

**Descripción:**

La unidad va a constar de una caja de entrada y un muro recortado en el que esta ubicada una placa metálica con el vertedero rectangular.

**Ventajas:**

El vertedero rectangular tiene la ventaja de cumplir una doble función, de medidor de caudal y mezclador

**Criterios Básicos:**

Este tipo de mezclador es especialmente recomendable para aguas que coagulan por el mecanismo de absorción, dado que produce gradientes de velocidad altos y tiempos de retención muy cortos del orden de 1 segundo.

**Criterios de Diseño:**

- 1) Diseño de la geometría de la unidad
- 2) Comprobar que se obtiene un número de froude de 4.5 a 9.0 para obtener un resalto estable.
- 3) Comprobar que el resalto produce un gradiente de velocidad mayor de  $700 \text{ s}^{-1}$  y menor de  $1200 \text{ s}^{-1}$

### **3.1.2 FLOCULACION**

Se refiere a la aglomeración de partículas coaguladas en partículas floculentas. Una vez introducido y mezclado el coagulante, las partículas diminutas coaguladas son puestas en contacto una con otra y con las demás partículas presentes mediante agitación lenta prolongada, durante la cual las partículas se aglomeran, incrementan su tamaño y adquieren mayor densidad.

Nuestra floculación se va a efectuar de manera hidráulica mediante floculadores hidráulicos de flujo horizontal. Esta solución es recomendable para plantas pequeñas y medianas ya que la operación es muy confiable y económica al no requerir energía eléctrica.

Los floculadores hidráulicos de flujo horizontal son convenientes para caudales menores a 50 l/s.

**Descripción:**

Nuestro floculador consistirá en un tanque de concreto dividido en tres tramos con diferentes anchos de canales, donde el agua va a circular horizontalmente.

Los canales van a estar conformados por tabiques de madera machihembrada.

El fondo va a tener una pendiente de acuerdo a la pérdida de carga en cada tramo, para que la altura de agua sea uniforme y por lo tanto la velocidad y el gradiente de velocidad también.

Las placas deben de estar sujetas de tal manera que no se muevan al paso del agua y mantenga su paralelismo.

**Ventajas:**

- 1) Es una unidad muy simple de construir y operar.
- 2) Su operación es muy confiable y económica al no requerir energía eléctrica.

**Criterios Básicos:**

Se deberá determinar a nivel de laboratorio, mediante pruebas de jarras, los parámetros que optimizan los gradientes de velocidad y los tiempos de retención.

Deberán considerarse por lo menos tres tramos o canales con gradientes de velocidad considerados en orden decreciente.

El ancho de los pasos de un canal a otro debe ser una vez y medio el espaciamiento entre pantallas.

**Criterios de Diseño:**

- 1) El rango de tiempo de retención que optimiza el proceso es de 10 a 30 minutos.
- 2) El rango de gradientes de velocidad para optimizar el proceso se encuentra entre  $70 \text{ s}^{-1}$  y  $20 \text{ s}^{-1}$ .

### **3.1.3 SEDIMENTACION**

Es la operación por el cual se remueven las partículas salidas de una suspensión, mediante la fuerza de gravedad.

Después de la adición del coagulante y la floculación se remueve los sólidos sedimentables (remoción de color y turbiedad) que han sido producidos por el tratamiento químico, para proseguir con la filtración.

La característica principal de un sedimentador con placas paralelas es su poca profundidad y tiempo de retención muchos menores a los de un sedimentador convencional.

**Descripción:**

- 1) Se procederá a realizar un sedimentador de placas paralelas
- 2) La zona de sedimentación esta constituida por un modulo de placas espaciadas entre 10 a 15 cm., en el plano horizontal e inclinadas a  $60^\circ$ , instaladas de tal modo que tengan por encima una altura de agua de 1 m., y el agua floculada ingrese como mínimo 0.50 m., por debajo de las placas.

- 3) Las placas pueden ser de asbesto cemento, plásticos o lonas de vinilo reforzadas con hilos de poliéster.
- 4) La recolección del agua sedimentada se va a efectuar por medios de vertederos perimétricos.
- 5) La zona de almacenamiento de lodos tendrá una pendiente mínima de 3%
- 6) Para el sistema de extracción hidráulica de los lodos se va a considerar un canal de drenaje en la zona de sedimentación de lodos, colocándose una válvula al final del canal.

**Criterios Básicos:**

Para seleccionar la velocidad de sedimentación, deberá simularse el proceso en laboratorio mediante columnas de sedimentación, aplicando los parámetros de dosificación y floculación óptimos, obtenidos en las pruebas anteriores.

**Criterios de Diseño:**

- 1) El rango de velocidad de sedimentación de las partículas o tasa de sedimentación es de 10 a 60 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d
- 2) La tasa de producción de lodos para determinar el volumen de la tolva, debe determinarse en laboratorio.
- 3) La tolva debe tener capacidad de almacenar por lo menos el lodo producido por un día, de la máxima turbiedad durante la época de creciente.

La característica principal de un sedimentador de placas paralelas, es su poca profundidad comparado con los sedimentadores convencionales.

**3.1.4 FILTRACION**

Es el proceso de purificación del agua que consiste en hacerla pasar a través del lecho poroso de un medio filtrante removiendo el material suspendido (microorganismos, flóculos, etc.).

Se va a considerar filtros rápidos por gravedad con lecho dual (arena, antracita), ya que sus tasas de filtración son muchos mayores a los filtros rápidos convencionales (lecho de arena).

**Descripción:**

- 1) Se va a considerar el filtro rápido por gravedad por ser el más usado en tratamientos de agua. La operación de estos filtros supone 2 etapas: filtración y lavado.
- 2) El filtro tendrá un número determinado de cajas, comenzando del fondo se encuentra: el falso fondo, drenaje, lecho filtrante, y canaletas de lavado. El drenaje que utilizaremos serán tuberías de PVC.
- 3) El lecho filtrante va a ser de arena con antracita apoyada en grava.
- 4) Se colocaran canales de desagües, interconexión y aislamiento.
- 5) Vertederos que controlan la hidráulica de lavado.
- 6) Aliviadero que fija el nivel máximo de operación.

- 7) Compuerta de aislamiento, válvula de drenaje de agua de lavado y de drenajes de fondo.

**Criterios Básicos:**

La selección de la granulometría del medio filtrante y la correspondiente velocidad de lavado así como la tasa de filtración que produzcan mejores longitudes de carrera, deben ser hechas a través de un estudio de filtros pilotos.

**Criterios de Diseño:**

- 1) Los filtros deben ser un mínimo de 2.
- 2) La sección de cada filtro es la resultante del caudal de diseño entre la velocidad de lavado.
- 3) El numero de filtros que se requiera, debe seleccionarse, relacionando el área total de filtración necesaria con el área de un filtro.
- 4) La velocidad de lavado seleccionada, debe ser aquella que contrarreste el peso de los granos de arena, produciendo una expansión de alrededor del 30 %.
- 5) Las tasas de filtración para filtros de arena sola, varía entre 120 y 200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d, dependiendo de la granulometría de la arena.
- 6) La sección del falso fondo y la de los orificios de drenaje, deben relacionarse de tal modo que se de una distribución uniforme del agua de lavado en toda el área filtrante.

### 3.1.5 CLORACION

Constituye el ultimo proceso cronológico en una planta de tratamiento, y por medio del cual, se asegura la calidad microbiológica del agua, haciéndola idónea para el consumo humano.

**Descripción:**

La dosificación del cloro gaseoso se inicia donde el cilindro se conecta al clorador. En nuestro caso por ser una planta pequeña el clorador será una unidad simple, de montaje directo sobre el cilindro. El sistema de dosificación termina en el punto en que la solución de cloro se mezcla con el agua que va a ser desinfectada.

Los componentes básicos del sistema son:

- Bascula
- Válvulas y tuberías
- Clorador
- Inyector o eyector y difusor

**Ventajas:**

- Es la forma más sencilla de disolver cloro en agua
- El Cloro es fácil de manejar en solución
- La operación es más segura
- El sistema puede interrumpirse fácilmente

## 3.2 TRATAMIENTO DE LODOS

### 3.2.1 ORIGEN

Los residuos de nuestra planta de purificación de agua provienen de las operaciones y procesos que se describen a continuación:

#### Coagulación Química

Los residuos de la coagulación química, están constituidos básicamente por el lodo de los sedimentadotes. El lodo esta compuesto por los precipitados de aluminio o de hierro, provenientes del uso de alumbres o de sales de hierro como coagulantes, así como por el material orgánico e inorgánico removido. Generalmente los lodos de los sedimentadotes de agua coagulada son estables, no se descomponen rápido ni causa problemas de septicidad.

#### Lavado de Filtros

La operación de lavado de filtro produce un lodo o agua residual de concentración baja de sólidos. La cantidad puede ser del orden del 2% a 6% del agua filtrada y los sólidos son los retenidos en el filtro durante la carrera de filtración.

### 3.2.2 CARACTERISTICAS

#### Lodos de Sales de Aluminio

El lodo de alumbre es viscoso y coloidal, difícil de manejar y de secar. Algunas características de los lodos de sales de aluminio se incluyen en el siguiente cuadro:

#### Características de lodos de sales de aluminio

PH	6-8
DBO	30-300mg/L
DQO	30-5000mg/L
Sólidos	1%-2%
Color	Gris a carmelita
Olor	Inodoro
Volumen	20-50 L/m <sup>3</sup>
Conteo Bacterial	Alto
Sedimentabilidad	50% en 8 hr
Secado	2 días sobre lechos de arena para 10% de sólidos

Fuente: Potabilización del Agua – Jairo

### Agua de lavados de filtros

Características típicas de aguas de lavado de filtros se presentan en el siguiente cuadro

#### Características aguas de lavado de filtros

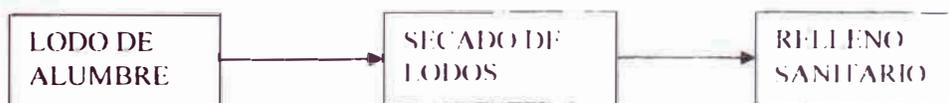
PH	6.9-7.8
DBO	2-10 mg/L
DDO	28-160 mg/L
Sólidos suspendidos	0.01%-0.1%
Color	Gris-carmelita-negra
Olor	Inodoro
Conteo Bacterial	Alto
Sedimentabilidad	80% en 2 a 24 horas
Secado	Requiere coagulación y sedimentación

Fuente: Potabilización del Agua – Jairo

### 3.2.3 METODO DE TRATAMIENTO

Primeramente la evacuación de lodos se va a realizar mediante una red de alcantarillado que estará ubicada en la trocha que comunica la planta con la ciudad. Esta red estará constituida por 12 buzones con 900 m de tubería, la cual, descargara en un área determinada según el plano N° 5

#### PROCESO DE TRATAMIENTO Y DISPOSICION DE LODOS



### 3.3 DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA

#### 3.3.1 DISEÑO HIDRAULICO DE LAS CAMARAS DE TRATAMIENTO

##### A. MEZCLA RAPIDA (Ver Figura N° 3.1)

##### Determinación de los parámetros básicos de diseño:

Ancho:  $B = 0.50 \text{ m}$

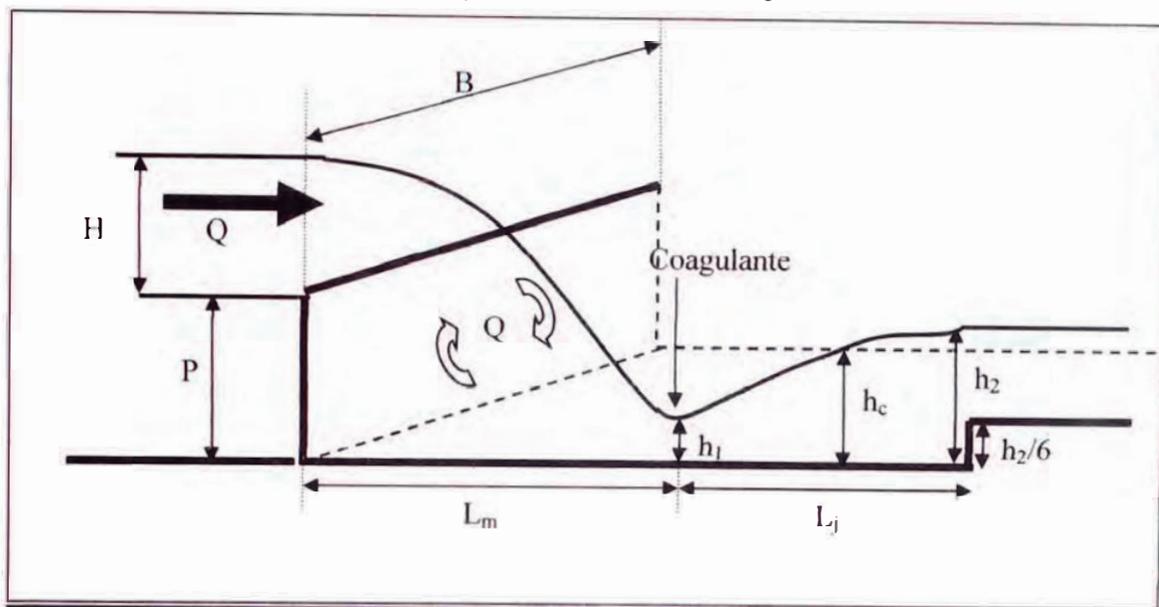
Altura:  $P = 0.25 \text{ m}$

Caudal:  $Q = 11.26 \text{ l/s}$

Viscosidad cinemática del agua a 12 °C:  $\nu = 1.235 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Figura N° 3.1

Mezcla Rápida en Vertedero Rectangular



**Caudal por unidad de ancho**

$$q = Q/B \Rightarrow q = 0.023 \text{ m}^2/\text{s}$$

**Profundidad Crítica**

$$h_c = \sqrt[3]{q^2/g} \text{ donde } g = 9.81 \text{ m/s}^2 \Rightarrow h_c = 0.037 \text{ m}$$

**Vertedero para ser considerado como aforador**

$$P/h_c \geq 3 \Rightarrow P/h_c = 6.711 > 3$$

**Profundidades Conjugadas**

$$h_1 = \frac{\sqrt{2}h_c}{1.06 + \sqrt{(P/h_c) + 1.5}} \Rightarrow h_1 = 0.013 \text{ m}$$

$$v_1 = q/h_1 \Rightarrow v_1 = 1.678 \text{ m/s}$$

$$\text{Numero de Froude: } F = \frac{v_1}{\sqrt{gh_1}} \Rightarrow F = 4.6$$

Como:  $4.5 \leq F \leq 9 \Rightarrow$  Hay resalto estable y mezcla eficiente

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \left( \sqrt{1 + 8F^2} - 1 \right) \Rightarrow h_2 = 0.081 \text{ m}$$

$$v_2 = q/h_2 \Rightarrow v_2 = 0.277 \text{ m/s}$$

**Perdida de Energia**

$$h = \frac{(h_2 - h_1)^3}{4h_1h_2} \Rightarrow h = 0.072 \text{ m}$$

**Longitud de Resalto**

$$L_j = 6(h_2 - h_1) \Rightarrow L_j = 0.407 \text{ m}$$

**Velocidad Media**

$$V_m = \left( \frac{v_1 + v_2}{2} \right) \Rightarrow V_m = 0.977 \text{ m/s}$$

**Tiempo de Mezcla**

$$T = \frac{L_j}{V_m} \Rightarrow T = 0.417 \text{ s.}$$

Se observa que  $T < 1 \text{ seg} \Rightarrow$  Hay adsorción-desestabilización

**Gradiente de Velocidad**

$$G = \sqrt{\frac{gh}{\nu T}} \Rightarrow G = 1169.01 \text{ s}^{-1}$$

Según Reglamento RNE:  $700 \leq G \leq 1200$

**B. FLOCULADOR HIDRAULICO DE FLUJO HORIZONTAL(Ver figura N° 3.2)**

**Determinación de los parámetros básicos de diseño:**

**TRAMO I:**

Asumiendo una longitud de recorrido  $L_r = 40 \text{ m}$

**Separación de baffles (canal de recorrido en cada tramo)**

Asumiendo un espaciamiento:  $s = 0.08 \text{ m}$

**Profundidad del Agua**

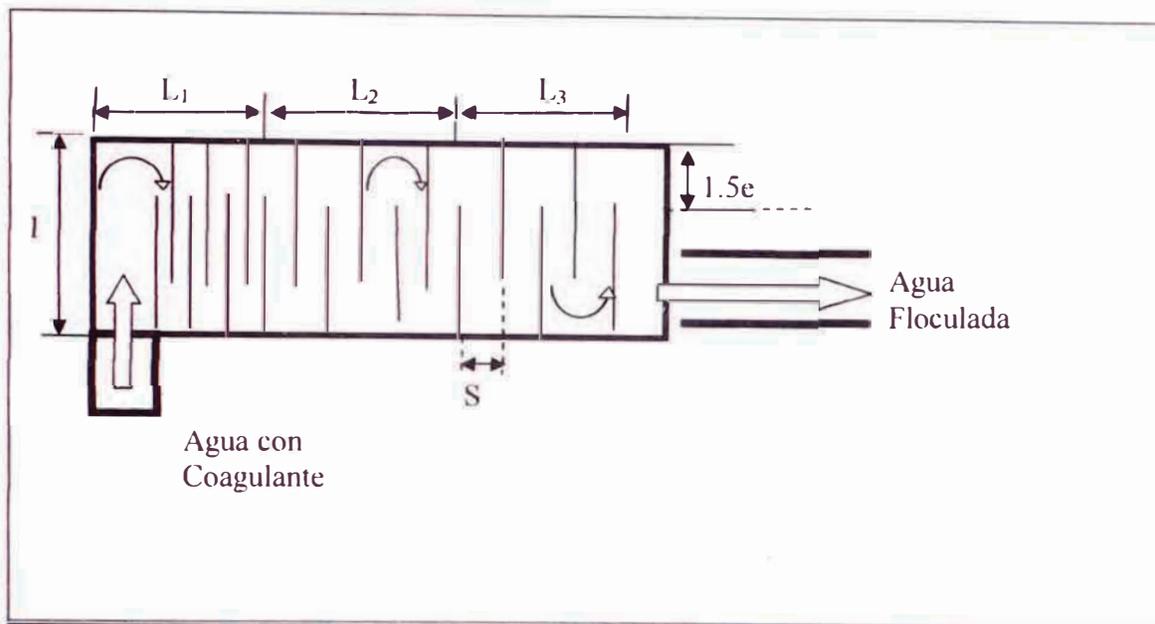
Por RNE se tiene:  $1 \text{ m} < \text{tirante de agua} < 3 \text{ m}$

Asumiendo un tirante de agua:  $d = 1.00 \text{ m}$

**Área transversal de un Canal entre baffles**

$$a = s.d \Rightarrow a = 0.08 \text{ m}^2$$

Figura N° 3.2  
Floculador Hidráulico de Flujo Horizontal



**Periodo de mezcla**

$$t = Vol / Q \Rightarrow t = 4.74 \text{ min.}$$

**Velocidad de flujo**

$$v = Q / a \Rightarrow v = 0.14 \text{ m/s}$$

**Borde libre**

Asumiendo  $bl = 0.30 \text{ m}$

**Altura total del floculador**

$$H = d + bl \Rightarrow H = 1.30 \text{ m.}$$

**Espacio libre entre tabique y pared**

$$e = 1.5s \Rightarrow e = 0.12 \text{ m}$$

**Ancho útil de la cámara de floculación**

Adoptando un ancho total de la cámara:  $l = 1.50 \text{ m}$ .

$$l_c = l - e \Rightarrow l_c = 1.38 \text{ m.}$$

**Espesor de tabique**

$$e = 3 \text{ cm.}$$

**Numero requerido de canales**

$$N = L_r / l_c \Rightarrow N = 28.99 \Rightarrow N \approx 29$$

**Longitud total interior de la cámara de floculación**

$$L = ns + (n-1)e \Rightarrow L = 3.16 \text{ m.}$$

**Pérdida por Manning**

$$h_f = \frac{(nv)^2}{R_H^{4/3}} L \quad \text{donde } n = 0.03 \Rightarrow h_f = 0.055 m.$$

**Pérdida Adicional en las vueltas**

$$h = \frac{k(N-1)v^2}{2g} \quad \text{donde } k = 2 \Rightarrow h = 0.057 m.$$

**Pérdida Total**

$$h_t = h_f + h \Rightarrow h_t = 0.112 m.$$

**Gradiente de velocidad**

$$G = \sqrt{\frac{gH}{\nu T}} \quad \text{donde } H = h_t ; T = t \Rightarrow G = 55.83 s^{-1}$$

Según Reglamento RNE:  $20 \leq G \leq 70$

**TRAMO II:**

Asumiendo una longitud de recorrido  $L_r = 50 m$

**Separación de baffles (canal de recorrido en cada tramo)**

Asumiendo un espaciamento:  $s = 0.10 m$

**Profundidad del Agua**

Por RNE se tiene:  $1 m < \text{tirante de agua} < 3 m$

Asumiendo un tirante de agua:  $d = 1.00 m$

**Área transversal de un Canal entre baffles**

$$a = s \cdot d \Rightarrow a = 0.10 m^2$$

**Volumen de agua a mezclar**

$$Vol = a \cdot L_r \Rightarrow Vol = 5.00 m^3$$

**Periodo de mezcla**

$$t = Vol / Q \Rightarrow t = 7.40 \text{ min.}$$

**Velocidad de flujo**

$$v = Q / a \Rightarrow v = 0.11 m / s$$

**Borde libre**

Asumiendo  $bl = 0.30 m$

**Altura total del floculador**

$$H = d + bl \Rightarrow H = 1.30 m.$$

**Espacio libre entre tabique y pared**

$$e = 1.5 s \Rightarrow e = 0.15 m$$

**Ancho útil de la cámara de floculación**

Adoptando un ancho total de la cámara:  $l = 1.50 \text{ m}$ .

$$l_e = l - e \Rightarrow l_e = 1.35 \text{ m}$$

**Espesor de tabique**

$$e = 3 \text{ cm}$$

**Numero requerido de canales**

$$N = L_r / l_e \Rightarrow N = 37.04 \Rightarrow N \approx 38$$

**Longitud total interior de la cámara de floculación**

$$L = ns + (n-1)e \Rightarrow L = 4.91 \text{ m}$$

**Pérdida por Manning**

$$h_f = \frac{(nv)^2}{R_H^{4/3}} L \quad \text{donde } n = 0.03 \Rightarrow h_f = 0.034 \text{ m}$$

**Perdida Adicional en las vueltas**

$$h = \frac{k(N-1)v^2}{2g} \quad \text{donde } k = 2 \Rightarrow h = 0.048 \text{ m}$$

**Pérdida Total**

$$h_t = h_f + h \Rightarrow h_t = 0.082 \text{ m}$$

**Gradiente de velocidad**

$$G = \sqrt{\frac{gH}{\nu T}} \quad \text{donde } H = h_t ; T = t \Rightarrow G = 32.84 \text{ s}^{-1}$$

Según Reglamento RNE:  $20 \leq G \leq 70$

**TRAMO III:**

Asumiendo una longitud de recorrido  $L_r = 35 \text{ m}$

**Separación de baffles (canal de recorrido en cada tramo)**

Asumiendo un espaciamiento:  $s = 0.13 \text{ m}$

**Profundidad del Agua**

Por RNE se tiene:  $1 \text{ m} < \text{tirante de agua} < 3 \text{ m}$

Asumiendo un tirante de agua:  $d = 1.00 \text{ m}$

**Área transversal de un Canal entre baffles**

$$a = s.d \Rightarrow a = 0.13 \text{ m}^2$$

**Volumen de agua a mezclar**

$$Vol = a.L_r \Rightarrow Vol = 4.55 \text{ m}^3$$

**Periodo de mezcla**

$$t = Vol / Q \Rightarrow t = 6.73 \text{ min.}$$

**Velocidad de flujo**

$$v = Q / a \Rightarrow v = 0.09 \text{ m/s}$$

**Borde libre**

Asumiendo  $bl = 0.30 \text{ m}$

**Altura total del floculador**

$$H = d + bl \Rightarrow H = 1.30 \text{ m.}$$

**Espacio libre entre tabique y pared**

$$e = 1.5 s \Rightarrow e = 0.20 \text{ m}$$

**Ancho útil de la cámara de floculación**

Adoptando un ancho total de la cámara:  $l = 1.50 \text{ m.}$

$$l_e = l - e \Rightarrow l_e = 1.30 \text{ m.}$$

**Espesor de tabique**

$$e = 3 \text{ cm.}$$

**Numero requerido de canales**

$$N = L_r / l_e \Rightarrow N = 26.92 \Rightarrow N \approx 27$$

**Longitud total interior de la cámara de floculación**

$$L = ns + (n-1)e \Rightarrow L = 4.29 \text{ m.}$$

**Perdida por Manning**

$$h_f = \frac{(nv)^2}{R_H^{4/3}} L \quad \text{donde } n = 0.03 \Rightarrow h_f = 0.009 \text{ m.}$$

**Pérdida Adicional en las vueltas**

$$h = \frac{k(N-1)v^2}{2g} \quad \text{donde } k = 2 \Rightarrow h = 0.019 \text{ m.}$$

**Pérdida Total**

$$h_t = h_f + h \Rightarrow h_t = 0.030 \text{ m.}$$

**Gradiente de velocidad**

$$G = \sqrt{\frac{gH}{v.T}} \quad \text{donde } H = h_t ; T = t ; \Rightarrow G = 24.18 \text{ s}^{-1}$$

Según Reglamento RNE:  $20 \leq G \leq 70$

**LONGITUD TOTAL DE RECORRIDO (3 TRAMOS)**

$$L = L_1 + L_2 + L_3 \Rightarrow L = 12.36 \text{ m.}$$

**TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO (3 TRAMOS)**

$$t = t_1 + t_2 + t_3 \Rightarrow t = 18.87 \text{ min.}$$

Según RNE el tiempo promedio es:  $t_{prom} = 20 \text{ min.}$

**C. SEDIMENTADOR CON PLACAS PARALELAS**

Para el diseño se esta considerando:

**Determinación de los parámetros básicos de diseño:**

Caudal :  $Q = 11.26 \text{ l/s}$

Ancho Sedimentador :  $B = 2.40 \text{ m.}$

Largo Sedimentador :  $L_s = 5.90 \text{ m.}$

Altura Total :  $H = 2.80 \text{ m.}$

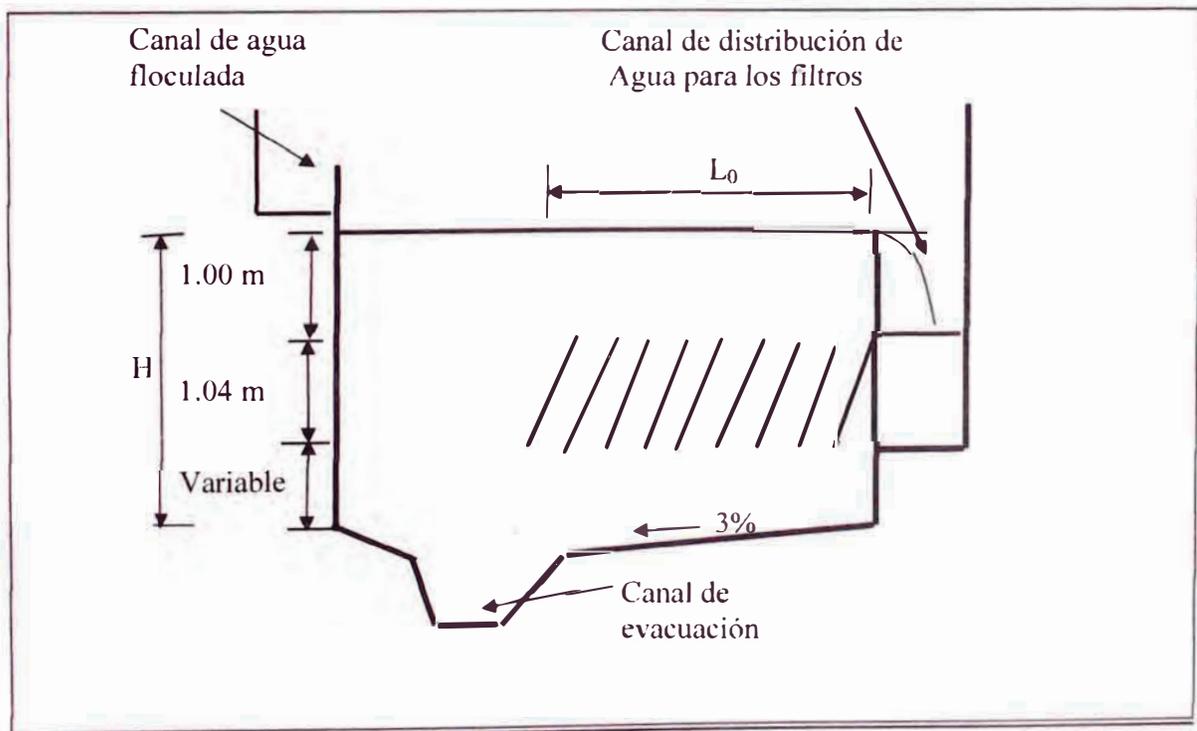
Ancho Placa :  $b = 1.20 \text{ m.}$

Largo Placa :  $l = 2.40 \text{ m.}$

Angulo Inclinacion Placa :  $\theta = 60^\circ$

Figura N° 3.3

Sedimentador Laminar de Placas Paralelas



**Carga Superficial de Sedimentación**

$$CS = Q/A \quad \text{donde} \quad A = B \times L_0 \Rightarrow CS = 68.71 \text{ m/d}$$

**Velocidad Promedio del fluido**

$$v_0 = \frac{Q}{A \cdot \text{Sen}\theta} \Rightarrow v_0 = 70.46 \text{ m/d} \Leftrightarrow v_0 = 0.09 \text{ cm/s}$$

Se Cumple :  $v_0 \leq 1.00 \text{ cm/s}$

**Separación entre Placas**

Asumiendo una separación:  $d = 15 \text{ cm}$

**Longitud Relativa de Sedimentación**

$$L = l/d \Rightarrow L = 8$$

$$L' = \frac{0.013v_0 d}{v} \Rightarrow L' = 1.45$$

Si  $L' \leq L \Rightarrow L_c = L - L' \Leftrightarrow L_c = 6.55$

**Velocidad Crítica de Asentamiento**

$$v_c = \frac{S_c v_0}{\text{Sen}\theta + L_c \text{Cos}\theta} \quad \text{donde} \quad S_c = 1 \Rightarrow v_c = 19.16 \text{ m/d}$$

Para el floculo de alumbre debe cumplir:  $14 \text{ m/d} \leq v_c \leq 22 \text{ m/d}$

**Número de Reynolds**

$$N_{RE} = \frac{v_0 \cdot d}{\nu} \Rightarrow N_{RE} = 111.52$$

Para garantizar flujo laminar según Arboleda:  $N_{RE} \leq 250$

**Tiempo de Retención en las Placas**

$$t = l/v_0 \Rightarrow t = 21.78 \text{ min.}$$

**Tiempo de sedimentación en el tanque**

$$T = \text{Vol}/Q \quad \text{donde} \quad \text{Vol} = B \times L_c \times H \Rightarrow T = 58.68 \text{ min}$$

**Número de Placas Paralelas**

$$N = \frac{L_c \text{sen}\theta + d}{d + e} \quad \text{donde} \quad e = 1.00 \text{ cm} \Rightarrow N = 32.87 \Leftrightarrow N \approx 33$$

**Adoptando una sección A2 para canal de limpieza**

$$\text{Ancho} = 0.30 \text{ m, Altura} = 0.40 \text{ m. } A_2 = 0.20 \times 0.10 = 0.02 \text{ m}^2$$

**Tiempo de Vaceado**

$$T_1 = \frac{60 A_1 \cdot H}{4850 A_2} \quad \text{donde} \quad A_1 = 2.40 \times 5.90 = 14.16 \text{ m}^2, T_1 = 14.65 \text{ min.}$$

**Descarga de Desagüe**

$$Q_1 = \frac{1000LBH}{60T_1} \Rightarrow Q_1 = 45.09 \text{ l/s}$$

**D. FILTRO RAPIDO**

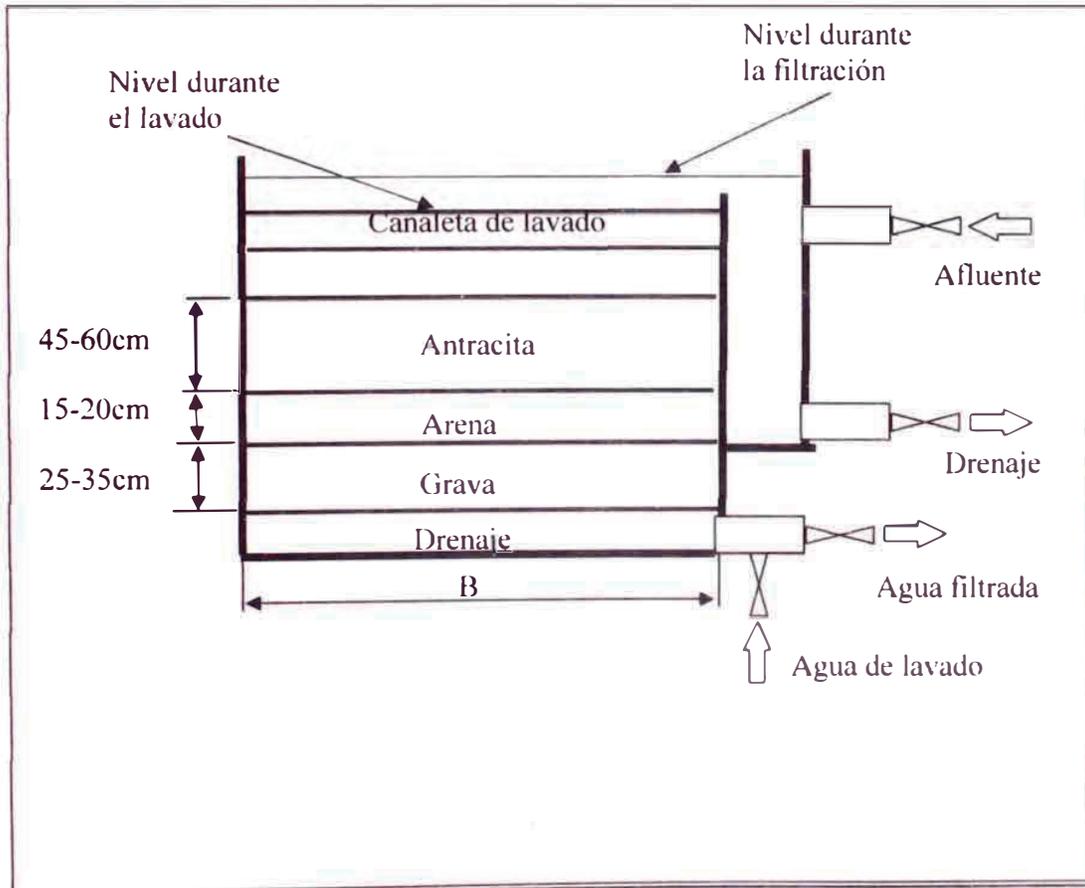
**Determinación de los parámetros básicos de diseño:**

Caudal de Diseño :  $Q = 11.26 \text{ l/s}$

Tasa de Lavado :  $V_L = 10.00 \text{ mm/s}$

Tasa de Filtración :  $V_F = 180.00 \text{ m/d}$

Figura N° 3.4  
Filtro Rápido Convencional



**Sección de cada filtro**

$$A_F = Q V_L \Rightarrow A_F = 1.13 \text{ m}^2$$

**Sección total de filtros**

$$A_S = Q V_F \Rightarrow A_S = 5.40 \text{ m}^2$$

### Numero de filtros

$$N = A_s / A_f \Rightarrow N = 4.80 \text{ m}^2 \Leftrightarrow N \approx 5$$

Considerar una unidad de filtro adicional, ya que al realizar el mantenimiento de un filtro, se inhabilita su funcionamiento temporalmente

$$N^* = N + 1 \Rightarrow N^* = 6$$

### 3.3.2 DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Si se observa el Plano PH-1, la cota de salida de la cámara de desagüe es de 211.05 m. y para empalmar al buzón N° 1, se procederá a calcular el diámetro de la tubería de acuerdo a:

- Longitud de la cámara de desagüe al buzón N° 1 :  $L = 12 \text{ m}$
- Pendiente del tendido de tubería :  $S = 1.5\%$
- Cota de fondo de la cámara de desagüe :  $CF = 211.05 \text{ m}$
- Caudal de desagüe :  $q = 45.09 \text{ l/s}$

#### Calculo de cota de fondo del Buzón N° 1

$$\text{Cota de fondo} = CF - L \times S$$

$$\text{Cota de fondo} = 211.05 - 12 \times 0.015$$

$$\text{Cota de fondo} = 210.87 \text{ m}$$

#### Dimensionamiento de la tubería

Se va a considerar para la conducción de caudal máximo una altura de flujo de 75 % del diámetro de la tubería.

Según los ábacos de albañales circulares (Ver Anexo N° II), se tiene:

$$d/D = 0.75 ; \Rightarrow q/Q_0 = 0.925$$

$$\text{Como } q = 45.09 \text{ l/s} \Rightarrow Q_0 = 48.74 \text{ l/s}$$

$$\text{Aplicando la formula de Manning: } Q = \frac{1}{n} (R^{2/3} S^{1/2}) \cdot A$$

$$\text{Donde } n = 0.010; R = \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3}; A = \frac{\pi}{4} (D^2); Q = Q_0; S = 0.015$$

Despejando  $D$  y reemplazando valores, se tiene:

$$D = 0.19 \text{ m} = 7.67 \text{ pulg} \Rightarrow D \approx 8 \text{ pulg}$$

Calculando del Caudal y la velocidad a Sección llena, según Manning:

$$Q = \frac{1}{n} (R^{2/3} S^{1/2}) \cdot A ; \text{ donde } D = 8 \text{ pulg} \Rightarrow A = 0.032 \text{ m}^2$$

$$\text{Se tendrá: } Q = Q_0 = 54.47 \text{ l/s} \Rightarrow V_0 = \frac{Q_0}{A} \Rightarrow V_0 = 1.67 \text{ m/s}$$

**Verificando la velocidad y tirante real**

De los ábacos (Anexo N° II) para  $q/Q_0 = 0.827$  :

Se tendrá:  $d/D = 0.69 \Rightarrow v/V_0 = 1.03$

Donde:

$$v = 1.03V_0 \Rightarrow v = 1.73 \text{ m/s}$$

$$d = 0.69D \Rightarrow d = 0.14 \text{ m}$$

Por lo tanto el tendido de la tubería de la cámara de desagüe al buzón N° 1 será:

PVC Ø 8".

**Red de alcantarillado**

La red colectora que evacua los lodos, esta planificada para evacuar un caudal de:

$$q^* = 5q \Rightarrow q^* = 5 \times 45.09 \therefore q^* = 225.43 \text{ l/s}$$

Esta red de alcantarillado, estará conformada por 12 buzones con tubería PVC Ø 16", tal como se contempla en el Anexo IV plano N° LD-1.

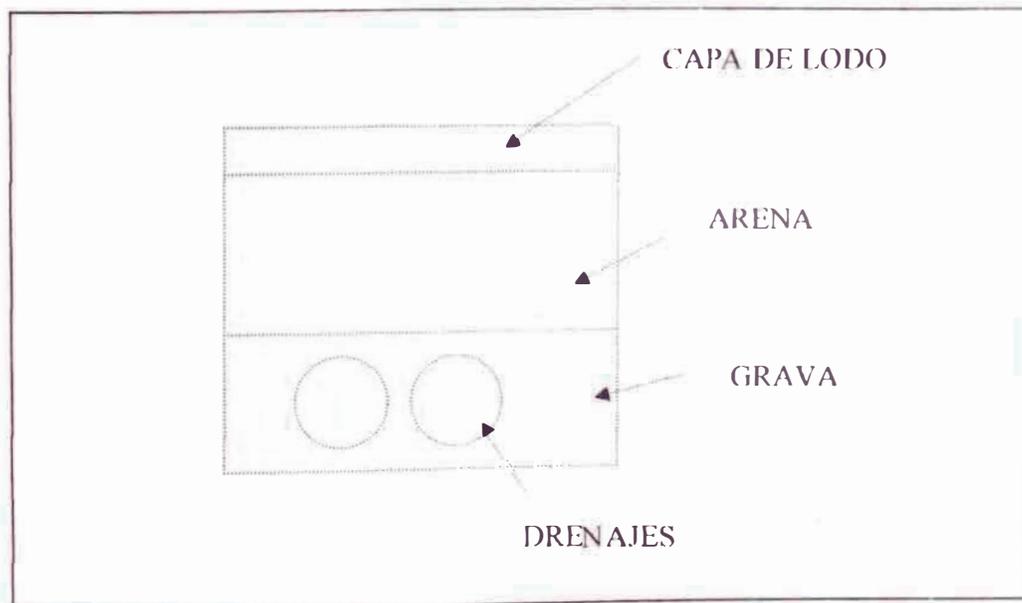
El diseño de esta red se puede ver en el Anexo N° II

Para los cálculos hidráulicos, se aplicaron la formula de Manning y los ábacos de albañales circulares (Anexo II).

Esta red de alcantarillado desembocara en un área (ver Anexo IV Plano N° LD-1) que estará equipado con bases de arena, grava y con tubería de drenaje (ver figura N° 3.5).

Figura N° 3.5

Corte de un lecho de secado de lodos



El lodo es retenido en la superficie, mientras que el agua drenada a través de la tubería, podrá ser rehusado en el riego de áreas aledañas. El lodo seco podrá removerse fácilmente a mano o con un cargador frontal y ser transportado a un sitio de disposición (relleno sanitario).

### 3.4 CONSIDERACIONES GENERALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Toda planta de tratamiento de agua debe estar diseñada para que con una operación adecuada, pueda producir continuamente el caudal de diseño y satisfacer la norma de calidad de agua establecidas.

Cuatro factores principales determinan que una planta posea las condiciones requeridas para una operación y un mantenimiento óptimos. Estos factores son:

- 1) **Confiability.**- es el factor más importante, puesto que debe satisfacer en todo momento los requerimientos de calidad estipulados. Para ello todos los equipos y unidades de la planta deben operar satisfactoriamente con caudales mínimos o máximos, así como bajo condiciones extremas de calidad del agua. Por lo tanto los operadores deben estar en capacidad de responder adecuadamente a los cambios de caudal de agua cruda y a las modificaciones de la calidad de la misma.
- 2) **Flexibilidad.**- la planta debe estar en capacidad de operar continuamente aunque haya uno o más equipos o unidades fuera de servicio por mantenimiento o reparación. Los operadores deben asegurarse de que toda pieza de equipo esencial: bombas, motores, dosificadores de sustancias químicas, válvulas, etc., tengan una unidad de reserva disponible.
- 3) **Mano de Obra.**- es esencial en todo programa de operación y mantenimiento. En toda planta de tratamiento de agua es necesario que el personal de operación tenga capacidad técnica para operar el equipo y las unidades de la planta, así como para adecuar la dosificación de sustancias químicas y el grado de tratamiento a las variaciones de calidad de agua cruda.
- 4) **Automatización y Control.**- debe ser tal que provea máxima confiabilidad en la operación de la planta. Por lo tanto, equipos y controles automáticos de difícil operación manual no son recomendables, pues pueden causar más problemas que beneficios en la operación general de la planta.

#### 3.4.1 PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento es esencial para una operación óptima de la planta de tratamiento de agua. El mantenimiento puede considerarse de 2 tipos:

- 1) **Mantenimiento Preventivo.**- conjunto de actividades, recursos y ayudas programados para identificar o prevenir defectos, reemplazar rutinariamente elementos fungibles, registrar e informar daños mayores en la planta de tratamiento y para conservarla, por lo menos, durante su vida económicamente útil.

- 2) **Mantenimiento Correctivo.**- conjunto de actividades, recursos y ayudas destinados a reparar defectos y daños mayores para restablecer la producción normal de la planta de tratamiento.

Entre los principales factores por considerar para un mantenimiento satisfactorio, se tienen los siguientes:

- La responsabilidad del mantenimiento debe estar claramente definida y asignada a personal competente.
- Los recursos financieros deben estar claramente definidos y asegurada su disponibilidad oportuna.
- Se debe contar con el tipo y la cantidad de herramientas, repuestos y equipos apropiados para proveer el mantenimiento.
- Todas las actividades de mantenimiento preventivo deben ser planeadas y programadas.
- Debe existir un sistema de control y registro apropiado de las labores de mantenimiento.

### 3.4.2 OBJETIVOS DE LA OPERACIÓN

El objeto de máximo interés, son los materiales presentes en el agua. Dichos materiales determinan la potabilidad del agua y, por lo tanto, la magnitud del tratamiento requerido. Por ello, los objetivos de la operación, son básicamente:

- **Proteger la salud de la comunidad.**- implica proveer agua segura, carente de organismos patógenos y libres de sustancias tóxicas en concentraciones que puedan constituir riesgos de salud para los consumidores.
- **Suministrar un producto estéticamente deseable.**- supone un agua con un contenido tan bajo como sea posible de color, turbiedad, sólidos suspendidos, libre de olores y sabores y con una temperatura tan fría, como las condiciones ambientales lo permitan.
- **Proteger la propiedad del usuario.**- se refiere, en el caso de plantas municipales, a la necesidad de suministrar un agua no corrosiva, ni incrustante y con un grado de calidad, tal que permita a los industriales su uso, o tratamiento adicional, con un costo mínimo.

### 3.4.3 CONSIDERACIONES BASICAS DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

**3.3.3.1 Cribado.**- Los problemas más comunes asociados con el cribado son el taponamiento y la corrosión de las rejillas.

Para prevenir estos problemas se requiere limpieza e inspección rutinaria. Las rejillas deben limpiarse tan frecuentemente como sea necesario. La frecuencia será mayor en invierno, cuando las aguas superficiales transportan una cantidad mayor de material suspendido.

Las condiciones variables de humedad y secado del material de la rejilla promueven su corrosión; por lo tanto, las rejillas deben inspeccionarse por lo menos cada mes para detectar signos de corrosión.

Cualquier elemento de la rejilla desgastado o corroído, debe reemplazarse rutinariamente, según la conveniencia del operador, sin esperar la falla del elemento.

**3.3.3.2 Aforo.-** aunque no es un proceso de tratamiento, el operador de una planta de tratamiento debe hacer aforos para:

- Controlar el caudal de cada proceso de tratamiento.
- Ajustar las dosificaciones de sustancias químicas.
- Determinar la eficiencia de los equipos de bombeo y los requerimientos de potencia
- Calcular tiempos de retención.
- Controlar el caudal de agua tratada y suministrada.
- Calcular el costo unitario de tratamiento.

Se considera que los registros de caudal deben tener un error menor del 2% para prevenir costos adicionales innecesarios de tratamiento. Cualquiera sea el tipo de medidor usado, el operador deberá asegurar la adecuada calibración y exactitud de los aparatos de medida.

**3.3.3.3 Coagulación, floculación.-** En la operación de los procesos de coagulación y floculación, existen 3 componentes esenciales:

- 1) Selección de los coagulantes
- 2) Aplicación de los coagulantes
- 3) Control de la efectividad de los procesos.

La selección de los coagulantes es un programa continuo de evaluación con base, generalmente, en el ensayo de jarras. El operador, con base en las características de temperatura, PH, alcalinidad, turbiedad y color del agua cruda, evalúa mediante el ensayo de jarras el tipo de coagulantes por usar y la dosis óptima. La aplicación se efectúa mediante el ajuste manual o automático del sistema de dosificación a la tasa óptima. Finalmente ejecuta el control de la efectividad de los procesos de coagulación y floculación, principalmente a través de la evaluación de: características formadas del floculo, turbiedad del agua sedimentada, frecuencia de lavado de los filtros, filtrabilidad del agua coagulada y floculada.

El operador deberá mantener los registros de la calidad del agua cruda, de los coagulantes, y de las dosis óptimas, así como de las observaciones pertinentes a los procesos de coagulación y floculación. El ajuste, la calibración y el control regular de los dosificadores son esenciales para asegurar la dosis óptima de los coagulantes. En general, una vez establecida la operación permanente de la planta, se deben comparar

las dosis aplicadas con las del ensayo de jarras y ajustarlas a la producción de una calidad optima de agua.

Cuando se dosifica cal, para ajuste de PH, se produce precipitado de carbonato de Calcio que puede adherirse a las paredes de la tubería o del canal y obstruir el flujo; por lo tanto, debe hacerse, una inspección rutinaria y la limpieza necesaria.

**3.3.3.4 Sedimentación.-** la función principal de la sedimentación es producir agua clarificada con turbiedad mínima, para una filtración posterior efectiva. Como el proceso de sedimentación depende de la realización adecuada de la coagulación y floculación, el operador debe asegurar la obtención del mejor floculo posible antes del sedimentador. En general, en los sedimentadotes se debe asegurar una adecuada distribución del caudal, minimizar los cambios bruscos de flujo, asegurar una carga de rebose apropiada sobre los vertederos efluentes y controlar las cargas superficiales y los tiempos de retención.

Un floculo pobre y problemas de cortocircuito son las dificultades mas comunes de la operación de sedimentadotes. En mayor o menor magnitud, todo sedimentador esta sujeto a problemas de cortocircuito (salida de agua en un tiempo menor que el normal de retención), con el consecuente incremento de carga de turbiedad sobre los filtros. La causa principal del cortocircuito es un sistema de entrada deficiente.

El crecimiento de algas y películas biológicas sobre las paredes del sedimentador también pueden ser un problema en el proceso de sedimentación. Estos crecimientos pueden causar olores y sabores así como taponamiento en los filtros. Dichos crecimientos se pueden controlar mediante la aplicación de una mezcla de 10 gr., de sulfato de cobre y 10 gr., de cal por litro de agua sobre las paredes, con cepillo, cuando los tanques están vacíos. Los tanques de sedimentación, en general, no deben requerir más de 2 a 4 limpiezas por año.

El ensayo mas usado, para indicar la calidad de sedimentación, es el ensayo de turbiedad (por debajo de 10 UNT).

Los registros de control deben incluir:

- Cargas superficiales
- Cargas de rebose sobre los vertederos
- Turbiedad del agua afluente y efluente de cada tanque de sedimentación
- Cantidad de lodo extraído de cada tanque
- Tipos de problemas de operación encontrados
- Medidas correctivas adoptadas

**3.3.3.5 Filtración.-** En filtros rápidos nuevos el medio (antracita, arena) debe lavarse, para remover el exceso de finos, antes de ponerlo en operación. Para descartar los finos se procede a un lavado ascensional a la tasa máxima de lavado durante 10 a 15

minutos. Luego se drena el filtro hasta un punto en que se pueda caminar sobre el medio y se remueve manualmente el material fino raspando los primeros 1.50-2.50 cm de la superficie del medio. El lavado y raspado se repiten 2 o 3 veces hasta que no se observen cantidades significativas de finos al final de lavado.

En filtros rápidos la necesidad de lavado la determinan los siguientes factores:

- Pérdida de carga máxima disponible
- Fuga de turbiedad a través del filtro
- Carrera de filtración mayor de 36 a 40 horas

Por otra parte, un filtro con agua cruda de muy baja turbiedad, puede operar por periodos muy prolongados, hasta 100 horas o mas, pero esto, tampoco es deseable, pues se puede presentar un aumento gradual de material orgánico y de bacterias dentro del lecho filtrante, con generación de sabores y olores en el agua tratada y crecimientos de algas y películas biológicas sobre las paredes de los filtros.

En general se considera aceptable una carrera de filtración mayor de 15 horas y menor de 36 a 40 horas con un consumo de agua de lavado del 6% en filtros de lecho dual.

El operador debe tener especial cuidado con la operación de lavado de los filtros con el fin de obtener una limpieza efectiva del medio y evitar los problemas de formación de bolas de barro, consolidación del lecho filtrante, desplazamiento de la grava de soporte y pérdidas del medio filtrante. El problema de formación de pelotas de barro, esta asociado con la aglomeración de floculo y material no removido durante el lavado. Este material adherido a los granos del medio filtrante, hacen que se formen bolas de barro cada vez mas grandes. A medida que aumentan de peso, se profundizan mas adentro del filtro, durante el lavado, taponando las áreas donde se sedimentan y causando tasas de filtración y lavado desiguales sobre el área filtrante. Cuando el problema es grave, se observan grietas en la superficie del lecho, separación del medio cerca de las paredes del filtro y presencia de bolas de barro sobre la superficie. El operador debe verificar la presencia de bolas de barro periódicamente.

La consolidación del lecho es otro de los problemas resultantes de un lavado poco efectivo. Los granos sucios del medio se separan unos de otros por acción de las capas de material suave filtrado. A medida que la pérdida de carga aumenta, el lecho se comprime y agrieta causando además la separación del medio de las paredes del tanque. El agua pasa rápidamente a través de las grietas y recibe poca o ninguna filtración. Generalmente, todo filtro pierde medio filtrante durante el lavado, especialmente cuando se usa lavado superficial; sin embargo, dicha pérdida debe ser mínima, o de lo contrario debe revisarse el procedimiento y la tasa de lavado.

La observación visual del proceso de lavado y de la superficie del filtro es muy importante. Un lecho en buen estado, con una distribución uniforme de agua de lavado, debe aparecer muy uniforme con el medio moviéndose lateralmente sobre la superficie.

Los registros de control de operación de filtros deben incluir la siguiente información:

- Caudal Filtrado
- Pérdida de carga
- Duración de la carrera
- Tasa de lavado
- Volumen de agua de lavado usada
- Volumen de agua filtrada
- Duración del lavado ascensional
- Duración del lavado superficial
- Turbiedad del agua afluyente
- Turbiedad del agua filtrada

**3.3.3.6 Desinfección.-** la operación exitosa del proceso de cloración requiere básicamente:

- Suministro adecuado y permanente del agente desinfectante.
- Control eficiente, continuo y exacto de la dosificación.
- Manejo seguro en todo momento del compuesto y de los equipos utilizados para su aplicación.
- Mezcla completa y continua del cloro con toda el agua a tratar.

El manejo y mantenimiento de la instalación de cloración dependerá del equipo utilizado y deberá hacerse de conformidad con los manuales de operación y mantenimiento de cada fabricante.

La selección del punto de aplicación del cloro, debe hacerse con base en:

- Presión moderada en el punto de cloración.
- Variación mínima de caudales
- Mezcla rápida y homogénea del cloro en el agua.
- Facilidad de acceso al equipo de cloración para inspección.
- Riesgo mínimo de perjuicio por los residuos de cloro.
- Disponibilidad de agua y espacio para almacenamiento de cilindros.
- Disponibilidad de energía eléctrica.

En la instalación son importantes estos factores:

- El clorador debe instalarse cerca del punto de aplicación.
- El clorador debe instalarse en un cuarto independiente, sobre el nivel del terreno.
- Debe proveerse espacio amplio para trabajo alrededor del clorador, así como espacio para almacenamiento de repuestos.
- El clorador debe permanecer a temperaturas mayores de 10°C para evitar taponamiento por hielo de cloro. Los cilindros deben permanecer a temperatura normal y menor que las de las tuberías y el clorador, para prevenir condensación del gas en líquido. La temperatura máxima de almacenamiento de los cilindros es de 60°C.

- Debe existir iluminación apropiada.
- Debe existir adecuada ventilación para remover fugas eventuales de cloro gaseoso.
- Debe existir facilidad de manejo de cilindros, sin riesgo para los operadores.
- Se requiere báscula y facilidades para control de la dosificación de cloro.
- La cloración para desinfección debe ser continua y la instalación debe reunir todos los requerimientos apropiados para asegurar el suministro y la dosificación sin interrupción.

Los registros de control de procesos de cloración deben incluir la siguiente información:

- Tipo de compuesto de cloro usado.
- Dosis en mg/lit
- Dosificación diaria en kg/d
- Resultados de los ensayos de cloro residual
- Resultados de los ensayos de conformes
- Temperatura del agua
- PH del agua.
- Explicación diaria de cualquier condición particular o problema ocurrido.

#### **3.4.4 REGISTRO E INFORMES DE OPERACIÓN**

El mantenimiento de un registro de la operación de una planta de tratamiento, hace parte de las funciones del operador y constituye una ayuda de gran utilidad, pues satisface, entre otros, los siguientes objetivos:

- Cumplimiento de requisitos legales
- Ayuda al operador a resolver problemas de tratamiento
- Permite evaluar cambios en la calidad del agua cruda
- Permite demostrar la calidad del agua tratada
- Proporciona soporte para responder las quejas y reclamos de los consumidores
- Ayuda a establecer los programas de mantenimiento preventivo
- Permite evaluar los costos de tratamiento
- Provee parámetros de diseño para futuras plantas de tratamiento
- Permite determinar la eficiencia de los diferentes procesos y operaciones de tratamiento
- Permite formular y establecer programas y requerimientos de optimización de la operación

#### **3.5 INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA**

Toda planta de tratamiento de agua cruda debe tener una infraestructura segura y cómoda para el personal que labora.

Esta infraestructura comprende:

1. **Un cerco perimétrico.-** que brinde seguridad a toda la planta, este cerco debe ser de material noble.
2. **Almacén y laboratorio.-** puede ser un ambiente de 1 o 2 niveles que sirva para el almacenaje de sustancias químicas, así como para las pruebas del laboratorista
3. **Oficina y Servicios higiénicos.-** infraestructura necesaria para el personal. Los servicios higiénicos podrán ser diseñados mediante tanques sépticos y/o pozos de precolación ubicados fuera de la planta.

El personal mínimo a laborar son:

1. **Un operador y su ayudante.-** personal que debe estar controlando los ingresos y salidas de caudal de de cada modulo de procesamiento, así como su mantenimiento.
2. **Un laboratorista -** técnico encargado de realizar las pruebas de ensayo de la dosificación del coagulante, análisis in situ de la turbidez, alcalinidad, etc.

Debido a que nuestra planta esta ubicada en un lugar sin acceso vehicular, se tendrá que realizar una trocha carrozable de 3 m. de ancho con una pendiente de 1.5% que comunicara a la planta con la habilitación urbana en mención.

## **CAPITULO IV:**

### **LINEA DE CONDUCCION**

#### **4.1.-INTRODUCCION:**

De acuerdo a la ubicación y naturaleza de nuestra Planta de Tratamiento de Agua Cruda, así como de la topografía de la región, la línea de conducción a considerar puede ser de 2 tipos:

- Por Gravedad
- Por bombeo

#### **4.2.-COMPONENTES:**

La línea de conducción esta constituida por las tuberías que conduce agua desde la Planta de Tratamiento hasta el Reservorio, así como de las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ella.

Para lograr el mejor funcionamiento del sistema a lo largo de una línea de conducción, pueden requerirse válvulas reductoras de presión, válvulas de purga de aire, anclajes, etc., Cada uno de estos elementos precisa de un diseño acorde a las características y condiciones particulares.

#### **4.3.-CRITERIOS PARA EL DISEÑO:**

Partiendo de la base de que todo diseño debe estar sustentado sobre criterios técnicos y económicos, una línea de aducción por gravedad debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, lo cual en la mayoría de los casos nos conducirá a la selección del diámetro mínimo que satisfaciendo razones técnicas (capacidad), permita presiones iguales o menores que las que la resistencia física del material soportaría.

Para el diseño de una línea de conducción por gravedad, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- 1º) Carga disponible o diferencia de elevación.

- 2°) Capacidad para transportar el caudal máximo diario.
- 3°) La clase de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
- 4°) La clase de tubería en función del material que la naturaleza del terreno exige.
- 5°) Diámetros.
- 6°) Estructuras complementarias que se precisen para el buen funcionamiento tales como caja rompe presión, etc.

#### 4.4.-DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION:

En el Anexo IV Plano PH-2 se muestra el perfil de la línea de conducción por gravedad que nos permite valorar los criterios antes indicados.

**Carga Disponible.**-la carga disponible viene representada por la diferencia de elevación entre la planta de tratamiento (nivel mínimo de agua) y el reservorio (nivel máximo de agua).

En nuestro caso, se dispone de una carga de  $215.00 - 206.09 = 8.91 \text{ m}$ . en una longitud de 4,065.00 m.

Un diseño ajustado a esta diferencia de carga, lograría aprovechar la energía con una combinación de diámetros, cuya suma de pérdidas de carga fuese equivalente a 8.91 m., lográndose así el diseño mas económico.

La existencia de un punto alto (E), el cuál puede considerarse como punto crítico de este diseño, obliga a verificar analíticamente o mediante el trazado de la línea piezometrica las presiones en estos puntos críticos del diseño.

**Caudal de Diseño.**-Se estima el gasto medio futuro de la población para el periodo de diseño seleccionado y se toma el factor  $K_1$  del día de máximo consumo. Siendo el caudal de diseño el correspondiente al  $Q_{md} = K_1 \times Q_m$ .

#### Clases de tuberías.-:

**a)Clases de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.**-las clases de tubería a seleccionar estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea (Ver figura N° 4.1), lo cual estará representado por la línea de carga estática. Siendo los costos función del espesor, se procura utilizar la clase de tubería ajustada a los rangos de servicio que las condiciones de presión hidrostática le impongan. De acuerdo a las clases de tubería en función de presión Normas ISSO, podremos utilizar tuberías de clase 5 hasta clase 10. La mejor solución consistirá en determinar las longitudes correspondientes a cada clase de forma de aprovechar al máximo la de menor costo hasta su límite de aceptación. Considerando que la más económica es la tubería clase 5, buscamos su límite de aplicación:

$$\text{Tubería Clase 5 : } 215.00 - 50.00 = 165.00 \text{ m.}$$

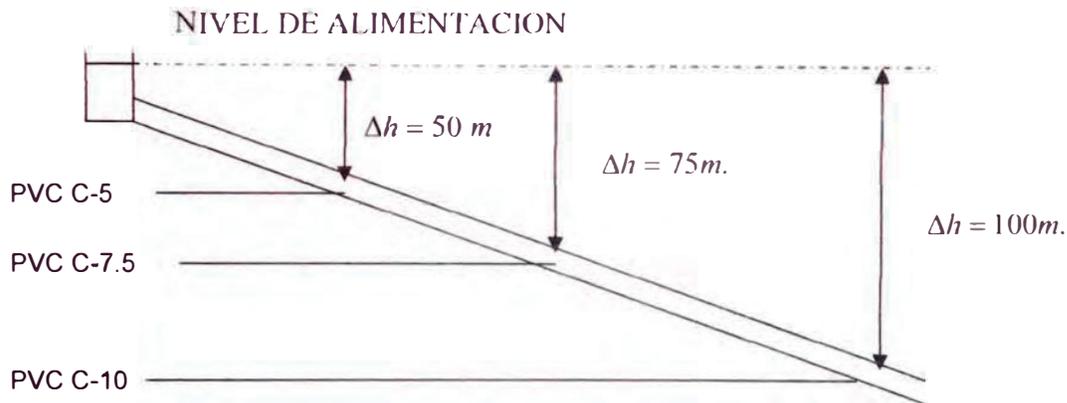
Se usara tubería Clase 5 en todos los tramos con cota inferior a 215.00 m. y superior a 165.00 m(Ver Anexo IV plano PH-2).

*Tubería Clase 7.5* : 215.00 – 75 = 140.00 m

Se usara tubería Clase 7.5 en todos los tramos con cota inferior a 165.00 m., y superior a 140.00 m. (Ver Anexo IV plano PH-2).

FIG. N° 4.1

Presión Hidrostáticas que soportan las tuberías de PVC



Fuente: Catalogo de Politubo-Grupo Durman Esquivel

**b) Clase de tubería en función del material requerido por la naturaleza del terreno.-**

Como resultado de los estudios de campo, levantamiento topográfico e inspección del sitio se dispondrá de los planos de planta y de perfil del trazado. También la información adicional acerca de la naturaleza del terreno nos permite determinar la clase de tubería (PVC).

**Diámetros.**-definidas las clases de tubería y sus límites de utilización por razones de presiones estáticas, para la determinación de los diámetros se aplicara la ecuación de Hazen y Williams:

$$Q = 0.0004264CD^{2.65}S^{0.54}$$

donde :  $C = 140 \sqrt{\text{pie}/s}$ ,  $D = \text{Diámetro}(pulg)$ ,  $S = \text{pendiente}(m\ km)$ ,  $Q = \text{Caudal}(l\ s)$

Hallando "S" entre la Planta de tratamiento y el reservorio

$$S = \frac{\Delta h}{L} \Rightarrow S = \frac{215.00 - 163.00}{4.065} \Rightarrow S = 12.79\ m\ km$$

Calculo del diámetro considerando Caudal inicial  $Q=11.00\ l/s$

$$Q = 0.0004264CD^{2.65}S^{0.54} \Rightarrow D = 4.15\ pulg \Leftrightarrow D \approx 6\ pulg$$

Calculo de la perdida de carga con D=6pulg

$$Q = 0.0004264CD^{2.65}S^{0.54} \Leftrightarrow S = \frac{hf}{L} \Rightarrow hf = 8.51 \text{ m}$$

$$V = Q/A \Leftrightarrow A = \frac{\pi}{4}D^2 \Rightarrow V = 0.60 \text{ m/s}$$

Calculo del diámetro considerando Caudal final Q=50.00 l/s

$$Q = 0.0004264CD^{2.65}S^{0.54} \Rightarrow D = 7.54 \text{ pulg} \Leftrightarrow D \approx 8 \text{ pulg}$$

Calculo de la perdida de carga con D=8pulg

$$Q = 0.0004264CD^{2.65}S^{0.54} \Leftrightarrow S = \frac{hf}{L} \Rightarrow hf = 38.92 \text{ m}$$

Se observa que hay demasiada perdida a través la línea de conducción

Calculo de la perdida de carga con D=12pulg

$$Q = 0.0004264CD^{2.65}S^{0.54} \Leftrightarrow S = \frac{hf}{L} \Rightarrow hf = 5.32 \text{ m}$$

Para la primera etapa inicial con un diámetro de 12 pulg y caudal de 10.00 l/s, se tendrá:

$$Q = 0.0004264CD^{2.65}S^{0.54} \Leftrightarrow S = \frac{hf}{L} \Rightarrow hf = 0.27 \text{ m}$$

#### 4.4.5 Estructuras Complementarias

1º) **Válvulas de expulsión de aire o ventosas.**-las líneas por gravedad tienen la tendencia a acumular aire en los puntos altos. La acumulación de aire en los puntos altos provoca una reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce un aumento de las pérdidas y una disminución del caudal. A fin de prevenir este fenómeno, deben utilizarse válvulas automáticas que ubicadas en todos los puntos altos permitan la expulsión del aire acumulado y la circulación del caudal deseado. La colocación de estas válvulas en tales puntos constituirá un factor de seguridad que garantizara la sección útil para la circulación del caudal deseado (Ver Tabla N° 4.1).

2º) **Válvulas de purga.**-en nuestra línea de conducción, existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos, por lo cual resulta conveniente colocar estos dispositivos que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías. La limpieza consiste en una derivación de la tubería provista de llave de paso (Ver Tabla N° 4.2).

Tabla N° 4.1

Diámetro de Ventosas en función de diámetro de tubería

$\Phi$ tubería	$\Phi$ Ventosa	$\Phi$ Ventosa Automática
12"	4"	3/4"
14"	4"	3/4"
16"	6"	1"
18"	6"	1"
20"	6"	2"
24"	8"	2"
30"	8"	2"

Para diámetros menores de 12" pueden usarse ventosas automáticas de 1/2"

Fuente: Información extraída del libro "Abastecimiento de agua" por Simón Arocha

Tabla N° 4.2

Diámetros de limpieza en función del diámetro de tubería

$\Phi$ tubería	$\Phi$ Limpieza
2"	2"
2 1/2"	2"
3"	2"
4"	2"
6"	4"
8"	4 o 6"
10"	6"

Fuente: Información extraída del libro "Abastecimiento de agua" por Simón Arocha

## **CAPITULO V**

### **METRADOS Y COSTOS DE OBRA**

#### **5.1.- INTRODUCCION**

En los proyectos de ingeniería para el abastecimiento de agua, al igual que en otros proyectos, uno de los aspectos mas importantes es el relativo al costo de la obra.

Su importancia es tal que en algunos casos el estimado del costo puede significar la suspensión definitiva de un estudio en el nivel correspondiente por la inviabilidad económica del proyecto y en otros casos es factor determinante para escoger la alternativa técnica mas conveniente.

Si se decide continuar con los estudios y se llega a desarrollar al proyecto a nivel de ejecución de obra, se permitirá evaluar el costo de la obra acorde con el nivel de detalle del desarrollo del proyecto.

He aquí que surge la necesidad de medir, elaborar los análisis de costos y por ultimo obtener el presupuesto de la obra a ejecutar.

#### **5.2.- DEFINICIÓN DE PRESUPUESTO**

El presupuesto de una obra se prepara para determinar el costo probable de un proyecto.

Al mencionar "costo probable" estaremos indicando en el mejor de los casos una cercana aproximación al costo real, cuyo valor final se conocerá recién cuando la obra haya sido concluida.

Teniendo en cuenta esta premisa, quien elabora un presupuesto no determina el costo real de la obra, solo establece un estimado del mismo. Este estimado puede ser utilizado de varias maneras:

- a) Como elemento integrante de los estudios previos.
- b) Para conocimiento del propietario a fin de proveerse de los recursos financieros necesarios para la ejecución y luego ser utilizado en el concurso de selección del contratista de ser aplicable.

En el primer caso, al no contarse con un proyecto definitivo, el presupuesto se puede hacer en base a indicadores que por lo general se estiman de las estadísticas de costo de obras similares.

Así tenemos que para el caso de la planta de tratamiento se podría utilizar un valor estimado de la cantidad de M3. de concreto. En una línea de agua se podría utilizar un valor estimado por metro lineal, con lo cual se puede tener cifras redondas acerca del costo estimado de la obra.

En el segundo caso, al contarse con proyectos definitivos, se puede presupuestar con mayor detalle al costo de la obra. Si los recursos financieros son conseguidos en un plazo relativamente corto este valor estimado podría ser utilizado como presupuesto base para los concursos de obras.

### **5.3.- DEFINICION DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

En esta etapa que se necesitará contar con otros elementos de juicios necesarios para elaborar un presupuesto lo más cercano a la realidad, para ellos se deberán tener presente algunos aspectos básicos, a saber:

1. Secuencia de los trabajos en el campo.
2. Información referente acerca de los materiales.
3. Rendimiento de la mano de obra de los equipos de construcción.

Por tanto, el Análisis de Precios Unitarios es la determinación de costo de una unidad de obra en el que intervienen insumos como materiales, mano de obra, equipos y herramientas, con sus respectivos costos.

**PRESUPUESTO TOTAL**

<b>SUBPRESUPUESTOS</b>		<b>COSTO DIRECTO</b>
PLANTA DE TRATAMIENTO		136,079.45
LINEA DE ALCANTARILLADO		209,237.54
CERCO PERIMETRICO		40,065.87
TROCHA CARROZABLE		114,720.00
LINEA DE CONDUCCION		247,321.10
COSTO DIRECTO		747,423.96
UTILIDADES	10.00%	74742.396
GASTOS GENERALES	15.00%	112113.594
SUBTOTAL		934,279.95
IGV	19.00%	177,513.19
TOTAL PRESUPUESTO		1,111,793.14

Subpresupuesto

001 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA

Item	Descripción	Und.	Metrado
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
01.01	CAMPAMENTO, GUARDIANA.SSHH	glb	1.00
01.02	POZA PARA AGUA	glb	1.00
01.03	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	2,500.00
01.04	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	glb	1.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	297.60
02.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	m2	2,500.00
02.03	SUB-BASE E=0.20 m R = 1940 m2/dia FACTOR COMPACTACION = 1.20	m2	2,500.00
02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 km	m3	357.12
03	<b>CONCRETO ARMADO</b>		
03.01	<b>Camara de Reparticion de caudal</b>		
03.01.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	1.07
03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	10.80
03.01.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	10.65
03.02	<b>Camara de Mezcla Rapida</b>		
03.02.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	0.21
03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	1.35
03.02.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	2.85
03.03	<b>Floculador</b>		
03.03.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	13.60
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	134.64
03.03.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	278.65
03.03.04	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	109.73
03.04	<b>Sedimentador</b>		
03.04.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	49.40
03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	95.20
03.04.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,180.80
03.04.04	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	4.90
03.05	<b>Filtros</b>		
03.05.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	58.01
03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	188.00
03.05.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	830.79
03.05.04	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	190.00
03.06	<b>Camara de Desaque</b>		
03.06.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	30.60
03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	161.70
03.06.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,156.00
03.06.04	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	165.00

Subpresupuesto

**002 RED DE ALCANTARILLADO**

Item	Descripción	Und.	Metrado
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
01.01	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	glb	1.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01	EXCAVACION PARA BUZONES	m3	60.00
02.02	EXCAV. CON MAQ.EN TERRENO NORMAL PARA TUB. 16" MAYOR A 4.00 M PROFUNDIDAD	m	930.00
02.03	REFINE Y NIVELACION ZANJA PARA TERRENO NORMAL PARA TUBERIA 16"	m	930.00
02.04	RELLENO COMP.ZANJA TERR.NORMAL D=16" HASTA 3.00M PROFUNDIDAD	m	930.00
02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 km	m3	72.00
03	<b>CONCRETO ARMADO</b>		
03.01	<b>Buzones</b>		
03.01.01	CONCRETO $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	63.00
03.01.02	ENCOFRADO METALICO PARA BUZONES	glb	1.00
03.01.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	5,343.12
04	<b>TUBERIAS</b>		
04.01	TENDIDO-COLOCADO TUBERIA PVC UF S-25 D=16"	m	758.00
04.02	TENDIDO Y COLOCADO TUBERIA PVC UF S-20 D=16"	m	172.00
04.03	PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA ABIERTA Y TAPADA	glb	1.00

Subpresupuesto

003 CERCO PERIMETRICO

Item	Descripción	Und.	Metrado
01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
01.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	72.00
01.02	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO	m3	16.50
01.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE ) EN CARRETILLA (50 m	m3	69.90
02	<b>CONCRETO SIMPLE</b>		
02.01	CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	m3	48.00
02.02	SOBRECIMIENTO MEZCLA 1:6 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	m3	12.00
03	<b>CONCRETO ARMADO</b>		
03.01	<b>Columnas</b>		
03.01.01	CONCRETO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	m3	7.31
03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	117.00
03.01.03	ACERO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ GRADO 60	kg	791.75
04	<b>ALBAÑILERIA</b>		
04.01	MURO DE SOGA LADRILLO KING-KONG CON CEMENTO-CAL-ARENA	m2	488.80
04.02	PUERTA METALICA	glb	1.00

Subpresupuesto

004 TROCHA DE ACCESO VEHICULAR

Item	Descripción	Und.	Metrado
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
01.01	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	glb	1.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01	PERFILADO Y COMPACION DE SUB-RASANTE EN ZONAS-CORTE R=2860 m2/día	m2	12,000.00
02.02	SUB-BASE E=0.20 m R = 1940 m2/día FACTOR COMPACTACION = 1.20	m2	12,000.00

Subpresupuesto

005 LINEA DE CONDUCCION

Item	Descripción	Und.	Metrado
01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
01.01	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	glb	1.00
01.02	EXCAVACION CON MAQUINA EN TERRENO NORMAL TUBERIA 6" AGUA POTABLE	m	4,065.00
01.03	RELLENO COMP.ZANJA TERR.NORMAL -TUB 6" HASTA 1.00 M	m	4,065.00
01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 km	m3	323.80
02	<b>TUBERIAS</b>		
02.01	TUBERIA DIAMETRO 6" PVC UF C-5	m	3,593.00
02.02	TUBERIA DIAMETRO 6" PVC UF C-7.5	m	472.00
02.03	PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA ABIERTA Y TAPADA	glb	1.00

## CONCLUSIONES

1. Debido a que el Sector UNIPAMPA ZONA 9 es un terreno de pendiente suave, el abastecimiento de agua debe ser a través de un reservorio elevado, lo cual nos lleva a que la planta de tratamiento se ubicara a una cota de 215.00 m, para abastecer al reservorio por gravedad y así optimizar los costos de mantenimiento que se vería reflejado en las tarifas que pagaría el morador de la zona.
2. Se considera la ejecución de una trocha carrozable de 3 m de ancho con una longitud de 4 km., que comunicará la Planta de Tratamiento con la zona habilitada, siendo en esta trocha, donde se hará el tendido de la línea de conducción y red de alcantarillado.
3. Debido que para la realización del presente Informe de Suficiencia, no se tiene información suficiente de la fuente de suministro (río Cañete), se tuvo que recoger información proveniente de otra planta en operación de la zona abastecida por la misma fuente, donde se pudo apreciar los procesos que pasa el agua cruda para su potabilización, por lo tanto, en nuestra Planta de Tratamiento de Agua Cruda, va a constar con los mismos procesos que son: la mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración y cloración.
4. Para el proceso de la mezcla rápida (agua+coagulante), previamente se debe generar un salto hidráulico, mediante un vertedero rectangular, agregándose el coagulante con la dosificación adecuada en el lugar donde se origina el salto.
5. El floculador será una estructura de concreto armado tipo canal rectangular, dividido mediante paneles de madera machihembrada, originando la subdivisión en varios canales de menor sección, para que el agua que pasa a través de el, haga un recorrido lento de manera sinusoidal, originándose el proceso de la floculación, que es la aglomeración de partículas sólidas en el agua, adquiriendo un mayor tamaño para poder sedimentar.
6. El Sedimentador constará de 2 módulos (en caso de mantenimiento, uno estará en funcionamiento) que serán de concreto armado, en el cuál, se depositará el agua proveniente del floculador, donde se originará la sedimentación. Los

- sedimentos serán eliminados a través de un canal de evacuación existente en el sedimentador, que a la vez, estará interconectado a una red de alcantarillado.
7. Los filtros que constará de 6 unidades, serán de concreto armado, sección rectangular y estarán interconectados entre si. Estos filtros, tendrán en la parte inferior, 3 capas de material selecto que son la antracita, la arena y la grava, procediéndose a realizar la filtración rápida al agua proveniente del sedimentador.
  8. Para el proceso de desinfección, se considera una cámara de concreto que estará a continuación de los filtros, donde se inyectará el cloro en estado gaseoso. Es a partir de esta cámara de donde saldrá la línea de conducción.
  9. La línea de conducción que va desde la Planta de Tratamiento de Agua Cruda al Reservorio será de PVC-UF Ø 6", donde debido a la presión hidrostática, se tendrá tuberías de 2 clases:
    - Clase 5 con una longitud de 3,445.10 m., y
    - Clase 7.5 con una longitud de 619.90 m.
  10. Se colocará 2 válvulas de purga Ø 1½" y 2 válvulas de aire Ø 1" en las partes más bajas y altas de la línea de conducción, respectivamente.
  11. La red de alcantarillado tiene la finalidad de evacuar los lodos producidos durante el tratamiento de agua cruda, a una zona denominado área de secados de lodos ubicado a 942.00 m. de la planta (adyacente a la trocha).
  12. La zona de secados de lodos, estará conformado por un lecho dual que consistirá en una capa de arena (0.20 m.), sobre una capa de grava (0.15 m.). Debajo de este lecho, se colocará unas tuberías de PVC perforadas que tendrá la finalidad de conducir el agua que pasa a través del lecho a áreas de irrigación.
  13. El lodo sedimentado en la parte superior del lecho, será eliminado mediante procesos manual y/o mecánicos y transportados a un relleno sanitario.
  14. La red de alcantarillado estará constituido por 13 buzones, de los cuales, 3 de ellos, según las normas de SEDAPAL, llevarán armadura por tener alturas mayores de 3.00 m.
  15. La red de alcantarillado esta diseñado para eliminar los lodos que producirían cuando la planta opere para caudales de futuras demandas.
  16. Las tuberías de alcantarillado, serán de PVC-UF Ø 400 mm., y debido a las profundidades que serán enterradas, se tendrá 2 tipos de serie:
    - Serie 20 < profundidades de 3 m., con una longitud de 252.00 m., y
    - Serie 25 > profundidades de 3 m., con una longitud de 690.00 m.
  17. El presupuesto realizado a este anteproyecto, esta considerado para una primera etapa (Caudal de agua tratada  $Q_0=11.25$  l/s). En caso de una mayor demanda, se podrá ampliar la infraestructura civil en los procesos de tratamiento, aumentando así, su capacidad de producción ( $Q_T=50.00$  l/s).

18. El presupuesto obtenido a la fecha 03 de mayo de 2007 es de S/. 1'111,793.14 (Incluye: Gastos Generales 15%, Utilidades 10%, IGV) y haciendo comparación con los sistemas de Potabilización patentados (el mismo caudal de tratamiento tiene un costo de S/. 2'800,000.00); se observa que el tratamiento del agua por medios hidráulicos sigue siendo económico.
19. Finalmente la planta de tratamiento de agua cruda, nos permitirá mejorar la calidad de vida del poblador rural que se asentaría en dicha zona para dedicarse al cultivo.

## RECOMENDACIONES

1. El presente proyecto ha evaluado de forma preliminar el tratamiento de agua cruda, elaborándose el presupuesto de la planta misma, cerco perimétrico (para dar seguridad a la planta), trocha carrozable (que comunica la planta con la zona habilitada), red de alcantarillado de la planta (eliminación de lodos) y línea de conducción (conduce el reservorio); pero sin especificaciones técnicas, por lo que debe considerarse en un futuro, para que permitan la durabilidad de la obra sin sacrificar la calidad de la misma.
2. Un canal de conducción con la capacidad de transportar 50 l/s y longitud de 12 km., nos conducirá inicialmente un caudal de 10 l/s desde la bocatoma del río Cañete hasta la planta, por lo que se recomienda, considerar una cámara de rejillas en la entrada de la misma, para evitar que ingresen cuerpos extraños e interrumpen los procesos de tratamiento, que se dará al agua cruda.
3. Considerar una cámara de repartición después de la cámara de rejillas y antes del inicio de los procesos de tratamiento, ya que cuando se tenga un caudal mayor de demanda, esta estructura nos servirá para derivar una parte del mismo hacia las futuras ampliaciones de infraestructura que servirán para el tratamiento.
4. Una vez finalizado el tratamiento, se recomienda una cámara de almacén que servirá para captar el agua tratada. De esta estructura recién saldrá la línea de conducción hacia el reservorio. Esta cámara de almacén también captará el agua tratada proveniente de las futuras ampliaciones.
5. Para la línea de conducción y alcantarillado, se recomienda tuberías PVC- UF (unión flexible), ya que este material tiene buena duración y no se corroe interiormente. Además que su manejo e instalación es fácil.
6. Para las estructuras civiles donde se ejecutará los procesos de tratamiento, se recomienda el uso de aditivos impermeabilizantes para evitar filtraciones.
7. Para el caso de los buzones, se pide que en su construcción se cumpla todas las normas técnicas, puesto que existen buzones mayores de 3 m., de profundidad.
8. Para el estudio definitivo del presente proyecto, se recomienda un estudio más detallado en la Mecánica de Suelos, para poder determinar la capacidad portante, así como el contenido de sales y ver que tipo de cemento a utilizar.

9. Como los análisis químicos de las muestras de agua han sido insuficientes y el tipo de tratamiento depende de la calidad de la fuente de suministro, se requiere un análisis químico completo del agua (turbiedad, coliformes, etc.), porque estos parámetros definen los procesos a tratar el agua cruda.
10. El tema estructural y los procesos constructivos no han sido considerados en el presente informe, dejando una fuente para tesisistas que deseen profundizar en el tema.
11. El presente estudio del Informe de Suficiencia busca obtener el precio por m<sup>3</sup> de agua que costaría traer desde el río Cañete hasta los terrenos eriazos del Sector UNIPAMPA-ZONA 9 con fines agrícolas, recomendándose un estudio de ingeniería económica, que abarque los proyectos de bocatoma, canal de conducción, planta de agua cruda, línea de conducción, aducción, reservorio, red de agua, alcantarillado y el tratamiento de aguas negras.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CAPECO, Reglamento Nacional de Edificaciones, Ediciones CAPECO, Lima-Perú, 2005.
2. CEPIS , Guía para diseño de Plantas de Filtración Lenta para el medio Rural, Ediciones, Lima-Perú, 1984.
3. CEPIS, Planta de Tratamientos de Filtros Rápidos, Formato PDF de Lidia Canepa de Vargas, Lima-Perú, 1984.
4. CEPIS, Plantas Modulares para Tratamiento de Agua, Ediciones, Lima-Perú, 1990.
5. CEPIS, Programa Regional de Mejoramiento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, Ediciones, Lima-Perú,2002.
6. Fair Gever & Okum, Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales, Edición s/n, Lima-Perú, 1980.
7. Jairo Alberto Romero Rojas, Potabilización del Agua, Ediciones Alfaomega, México, 1999.
8. José Linares Montañéz, Proyecto de Redes de Distribución de Agua en Poblaciones, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Bogota-Colombia, 1998.
9. JM de Acevedo Neto y Guillermo Acosta Álvarez, Manual de Hidráulica, Editorial Karla, México, 1976.
10. Kraatz D., Pequeñas Obras Hidráulicas Tomo I, Estudio FAO, Editado por ONU, Roma-Italia, 1992.
11. Ministerio de Salud, Abastecimiento de Agua y Saneamiento para Poblaciones Rurales y Urbanos Marginales - Normas Técnicas, Edición s/n, Lima-Perú, 1980.
12. SEDAPAL, Normas de Saneamiento y Electromecánicas, Editorial SEDAPAL, Lima-Perú, 2004.

13. Simón Arocha Ravelo, Abastecimiento de Agua, Teoría y Diseño, Ediciones Vega SRL, Madrid-España, 1980.
14. Steel Ernesto, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Ediciones G. Gil, Barcelona-España, 1958.
15. Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales, Tarea Asociación Gráfica Educativa, Lima-Perú, 2003.
16. Vierendel, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Edición s/n, Lima-Perú, 1993.
17. W.S: Gray, Reinforced Concrete Reservoirs and Tanks, four Edition, Published by Concrete publications Limited, London, 1960.
18. Wagner E. y Lanoix J., Abastecimiento de Agua en Zonas Rurales y en Pequeñas Comunidades, Ediciones de OMS serie de monografías N° 42, Ginebra-Suiza, 1981.

# **ANEXO I**

## **ANALISIS DE LAS MUESTRAS**

**INFORME DE LABORES REALIZADAS EN EL LABORATORIO QUÍMICO  
DE LA FIC**

**De: Ing. Ricardo Terreros Lazo (Jefe del Laboratorio de Química de la FIC)**

**A: Dr. Javier Arrieta Freire ( Director de la Escuela Profesional de la FIC  
(Curso Actualizacion de Conocimientos)**

**SERVICIO DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO QUÍMICO DE LA F I C  
PARA ESCUELA PROFESIONAL-CURSO DE ACTUALIZACION DE  
CONOCIMIENTOS—TITULACION  
MUESTRAS DEL RIO CAÑETE-MALA  
ENERO-2007**

<b>FECHA</b>	<b>REGISTRO</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>ANALISIS</b>
23-01-07	LQ07-02	Agua de Río	Cl, SO4, STD
23-01-07	LQ07-02	Agua	Cl, SO4, STD
23-01-07	LQ07-02	Agua-Ultimo Filtro	Cl, SO4, STD
23-01-07	LQ07-02	Agua de Pozo	Cl, SO4, STD
23-01-07	LQ07-02	Suelo	Cl, SO4, STD
23-01-07	LQ07-03	Agua	Cl, SO4, STD
23-01-07	LQ07-03	Agua Inicio Bocatoma	Cl, SO4, STD
23-01-07	LQ07-03	Agua Río Cañete	Cl, SO4, STD
23-01-07	LQ07-03	Agua	Cl, SO4, STD
23-01-07	LQ07-03	Agua	Cl, SO4, STD



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú Telefax: (511) 481-9845

## LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC

### ANALISIS FISICO QUIMICOS

SOLICITANTE : ESCUELA PROFESIONAL FIC-UNI

REGISTRO : LQ07-02

OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-  
TITULACION-FIC

UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE

TIPO DE MUESTRA: SUELO

RECEPCION DE MUESTRA: 23 -01-07

ANALISIS DE :	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TOTALES	pH
	ppm	ppm	ppm	
MUESTRA : SUELO ALMINARES, IMPERIAL	16 723	8 325	32 676	8.6

Lima 25 de Enero del 2007



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

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú Telefax: (511) 481-9845

**LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC**

**ANALISIS FISICO QUIMICOS**

**SOLICITANTE :ALTAVISTA**

**REGISTRO : I.Q07-03**

**OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-  
TITULACION-FIC**

**UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE**

**TIPO DE MUESTRA: AGUA**

**RECEPCION DE MUESTRA: 23 -01-07**

ANALISIS DE :	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TOTALES
	ppm	ppm	ppm
MUESTRA :			
AGUA			
INICIO DE BOCATOMA	134	29	178

**Lima 25 de Enero del 2007**



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

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú Telefax: (511) 481-9845

**LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC**

**'S FISICO QUIMICOS**

**SOLICITANTE :J.C**

**REGISTRO : LQ07-03**

**OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-  
TITULACION-FIC**

**UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE**

**TIPO DE MUESTRA: AGUA RIO CAÑETE**

**RECEPCION DE MUESTRA: 23 -01-07**

ANALISIS DE :	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TOTALES
	ppm	ppm	ppm
MUESTRA :  AGUA RIO CAÑETE	186	35	253

**Lima 25 de Enero del 2007**

  
**ING. RICARDO TERREROS LAZO**  
**JEFE DEL LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC**



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

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Peru Telefax: (511) 481-9845

**LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC**

**ANALISIS FISICO QUIMICOS**

**SOLICITANTE :LOS CASTORES**

**REGISTRO : LQ07-03**

**OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-  
TITULACION-FIC**

**UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE**

**TIPO DE MUESTRA: AGUA**

**RECEPCION DE MUESTRA: 13-01-07**

ANALISIS DE :	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TOTALES
	ppm	ppm	ppm
MUESTRA : AGUA	223	36	269

**Lima 25 de Enero del 2007**



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

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Peru Teletax: (511) 481-9845

**LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC**

**ANALISIS FISICO QUIMICOS**

**SOLICITANTE :GRUPO DE TITULACION**

**REGISTRO : LQ07-02**

**OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-  
TITULACION-FIC**

**UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE**

**TIPO DE MUESTRA: AGUA**

**RECEPCION DE MUESTRA: 22 -01-07**

ANALISIS DE :	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TOTALES
	ppm	ppm	ppm
MUESTRA : AGUA BUZON DE RECIPIENTE ALMINARES,IMPERIAL	216	20	243

Lima 25 de Enero del 2007





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

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú Telefax: (511) 481-9845

**LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC**

**ANALISIS FISICO QUIMICOS**

**SOLICITANTE :GRUPO Nº 1**

**REGISTRO : LQ07-02**

**OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-  
TITULACION-FIC**

**UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE**

**TIPC DE MUESTRA: AGUA DE RIO**

**RECEPCION DE MUESTRA: 22 -01-07**

ANALISIS DE :	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TOTALES
	ppm	ppm	ppm
MUESTRA : AGUA ENTRADA A. BOCATOMA KM.25 - IMPERIAL	130	27	176

**Lima 25 de Enero del 2007**



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

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú Telefax: (511) 481-9845

**LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC**

**ANALISIS FISICO QUIMICOS**

**SOLICITANTE :GRUPO DE TITULACION**

**REGISTRO : LQ07-02**

**OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-  
TITULACION-FIC**

**UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE**

**TIPO DE MUESTRA: AGUA DE POZO**

**RECEPCION DE MUESTRA: 23 -01-07**

<b>ANALISIS DE :</b>	<b>SULFATOS</b>	<b>CLORUROS</b>	<b>SALES SOLUBLES TOTALES</b>
	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>
<b>MUESTRA : AGUA DE POZO ALMINARES, IMPERIAL</b>	<b>217</b>	<b>130</b>	<b>368</b>

**Lima 25 de Enero del 2007**



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

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú Telefax: (511) 481-9845

**LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC**

**ANALISIS FISICO QUIMICOS**

**SOLICITANTE : GRUPO DE TITULACION**

**REGISTRO : I.Q07-02**

**OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-  
TITULACION-FIC**

**UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE**

**TIPO DE MUESTRA: AGUA**

**RECEPCION DE MUESTRA: 22 -01-07**

<b>ANALISIS DE :</b>	<b>SULFATOS</b>	<b>CLORUROS</b>	<b>SALES SOLUBLES TOTALES</b>
	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>
<b>MUESTRA : AGUA ULTIMO FILTRO ALMINARES IMPERIAL</b>	<b>310</b>	<b>34</b>	<b>371</b>

**Lima 25 de Enero del 2007**



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

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú Telefax. (511) 481-9845

**LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC**

**ANALISIS FISICO QUIMICOS**

**SOLICITANTE :TIGRES**

**REGISTRO : LQ07-03**

**OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-  
TITULACION-FIC**

**UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE**

**TIPO DE MUESTRA: AGUA**

**RECEPCION DE MUESTRA: 23 -01-07**

<b>ANALISIS DE :</b>	<b>SULFATOS</b>	<b>CLORUROS</b>	<b>SALES SOLUBLES TOTALES</b>
	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>
<b>MUESTRA :</b>  <b>AGUA BOCA TOMA NUEVO IMPERIAL</b>	<b>143</b>	<b>27</b>	<b>182</b>

**Lima 25 de Enero del 2007**



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

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Peru Telefax: (511) 481-9845

**LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC**

**ANALISIS FISICO QUIMICOS**

**SOLICITANTE : COSTRUCCION**

**REGISTRO : LQ97-03**

**OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-  
TITULACION-FIC**

**UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE**

**TIPO DE MUESTRA: AGUA**

**RECEPCION DE MUESTRA: 23 -01-07**

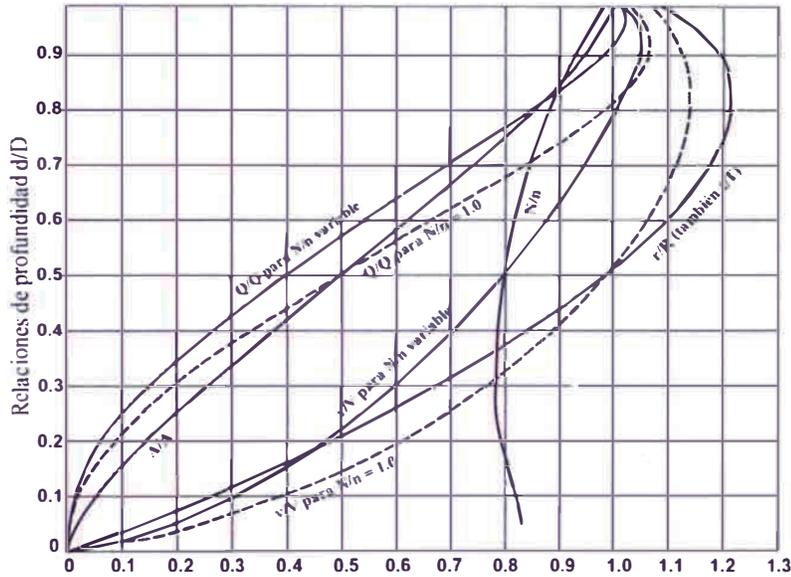
ANALISIS DE :	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TOTALES
	ppm	ppm	ppm
MUESTRA :			
AGUA	210	37	276

**Lima 25 de Enero del 2007**

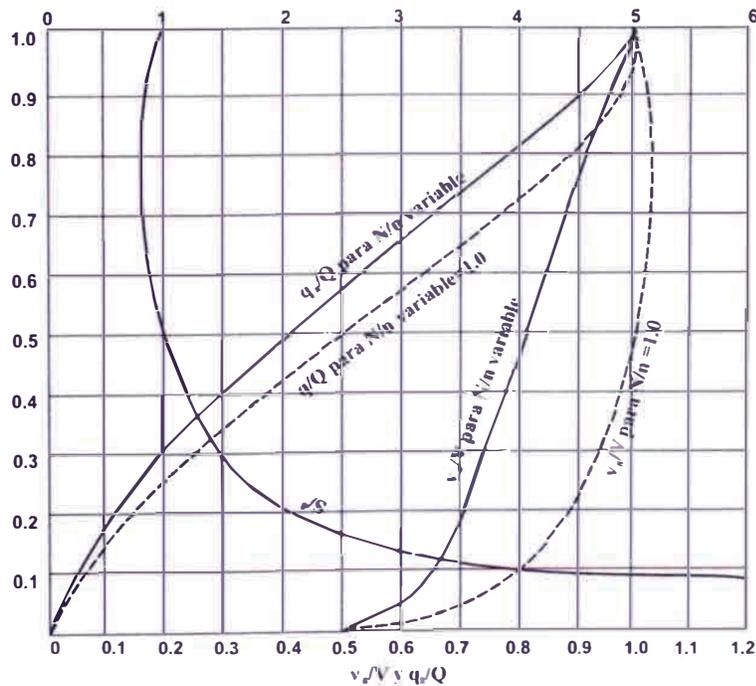
## **ANEXO II TABLAS Y ABACOS**

**ELEMENTOS HIDRAULICOS BASICOS DE ALBAÑALES CIRCULARES PARA TODOS LOS VALORES DE RUGOSIDAD Y PENDIENTE**

Fuente: Abastecimiento de Agua y Alcantarillado-Vierendel



Relaciones de los elementos hidráulicos  
 $a/A$ ,  $r/R$ ,  $v/V$ ,  $q/Q$  y  $N/n$



Elementos hidráulicos de albañales circulares con propiedades iguales de autolimpieza a todas las profundidades

ANÁLISIS DE  
**COSTOS Y CONTROL DE COSTOS**

Subpresupuesto

## 001 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>13,900.00</b>
01.01	CAMPAMENTO, GUARDIANA,SSHH	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
01.02	POZA PARA AGUA	glb	1.00	800.00	800.00
01.03	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	2,500.00	0.44	1,100.00
01.04	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>22,316.57</b>
02.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	297.60	2.84	845.18
02.02	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	m2	2,500.00	1.34	3,350.00
02.03	SUB-BASE E=0.20 m R = 1940 m2/día FACTOR COMPACTACION = 1.20	m2	2,500.00	6.98	17,450.00
02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 km	m3	357.12	1.88	671.39
03	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>99,862.88</b>
03.01	<b>CAMARA DE REPARTICION DE CAUDAL</b>				<b>1,020.29</b>
03.01.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.07	326.10	348.93
03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	10.80	36.77	397.12
03.01.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	10.65	25.75	274.24
03.02	<b>CAMARA DE MEZCLA RAPIDA</b>				<b>191.51</b>
03.02.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	0.21	326.10	68.48
03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	1.35	36.77	49.64
03.02.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	2.85	25.75	73.39
03.03	<b>FLOCULADOR</b>				<b>13,200.43</b>
03.03.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	13.60	326.10	4,434.96
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	134.64	36.77	4,950.71
03.03.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	278.65	3.55	989.21
03.03.04	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	109.73	25.75	2,825.55
03.04	<b>SEDIMENTADOR</b>				<b>23,927.86</b>
03.04.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	49.40	326.10	16,109.34
03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	95.20	36.77	3,500.50
03.04.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	1,180.80	3.55	4,191.84
03.04.04	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	4.90	25.75	126.18
03.05	<b>FILTROS</b>				<b>33,671.62</b>
03.05.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	58.01	326.10	18,917.06
03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	188.00	36.77	6,912.76
03.05.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	830.79	3.55	2,949.30
03.05.04	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	190.00	25.75	4,892.50
03.06	<b>CAMARA DE DESAGUE</b>				<b>27,851.17</b>
03.06.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	30.60	326.10	9,978.66
03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	161.70	36.92	5,969.96
03.06.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	2,156.00	3.55	7,653.80
03.06.04	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m2	165.00	25.75	4,248.75
	<b>Costo Directo</b>				<b>136,079.45</b>
	<b>GASTOS GENERALES 15%</b>				<b>20,411.02</b>
	<b>UTILIDADES 10%</b>				<b>13,607.95</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>170,099.32</b>
	<b>IMPUESTO 19%</b>				<b>32,318.87</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>202,418.19</b>

SON : DOSCIENTOS DOS MIL CUATROCIENTOS DIECIOCHO Y 19/100 NUEVOS SOLES

Fecha : 03/05/2007 05:04:54p.m

Subpresupuesto

## 002 RED DE ALCANTARILLADO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>2,000.00</b>
01.01	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>42,066.66</b>
02.01	EXCAVACION PARA BUZONES	m3	60.00	28.79	1,727.40
02.02	EXCAVACION CON INTERFERENCIA CON MAQUINA EN TERRENO NORMAL *C* PARA TUBERIA 20-24" MAYOR A 4.00 M PROFUNDIDAD	m	930.00	7.30	6,789.00
02.03	REFINE Y NIVELACION ZANJA TERRENO NORMAL *C* PARA TUBERIA 20"-24"	m	930.00	3.13	2,910.90
02.04	RELLENO COMP.ZANJA TERR.NORMAL*C*/TUB 20-24" HASTA 3.00M PR	m	930.00	32.80	30,504.00
02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 km	m3	72.00	1.88	135.36
03	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>40,312.38</b>
03.01	<b>BUZONES</b>				<b>40,312.38</b>
03.01.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	63.00	326.10	20,544.30
03.01.02	ENCOFRADO METALICO PARA BUZONES	glb	1.00	800.00	800.00
03.01.03	ACERO CORRUGADO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	5,343.12	3.55	18,968.08
04	<b>TUBERIAS</b>				<b>124,858.50</b>
04.01	TENDIDO-COLOCADO TUBERIA PVC UF S-25 D=16"	m	758.00	127.67	96,773.86
04.02	TENDIDO Y COLOCADO TUBERIA PVC UF S-20 D=16"	m	172.00	137.12	23,584.64
04.03	PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA ABIERTA Y TAPADA	glb	1.00	4,500.00	4,500.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>209,237.54</b>
	<b>GASTOS GENERALES 15%</b>				<b>31,385.63</b>
	<b>UTILIDADES 10%</b>				<b>20,923.75</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>261,546.92</b>
	<b>IMPUESTO</b>				<b>49,693.91</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>311,240.83</b>

SON : TRESCIENTOS ONCE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y 83/100 NUEVOS SOLES

Subpresupuesto

## 003 CERCO PERIMETRICO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2,921.16</b>
01.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	72.00	22.01	1,584.72
01.02	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO	m3	16.50	14.57	240.41
01.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50 m)	m3	69.90	15.68	1,096.03
02	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>11,081.88</b>
02.01	CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	m3	48.00	179.85	8,632.80
02.02	SOBRECIMIENTO MEZCLA 1:6 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	m3	12.00	204.09	2,449.08
03	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>9,496.59</b>
03.01	<b>COLUMNAS</b>				<b>9,496.59</b>
03.01.01	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	7.31	326.10	2,383.79
03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	117.00	36.77	4,302.09
03.01.03	ACERO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	791.75	3.55	2,810.71
04	<b>ALBAÑILERIA</b>				<b>16,566.24</b>
04.01	MURO DE SOGA LADRILLO KING-KONG CON CEMENTO-CAL-ARENA	m2	488.80	29.80	14,566.24
04.02	PUERTA METALICA	gib	1.00	2,000.00	2,000.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>40,065.87</b>
	<b>GASTOS GENERALES 15%</b>				<b>6,009.88</b>
	<b>UTILIDADES 10%</b>				<b>4,006.59</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>50,082.34</b>
	<b>IMPUESTO 19%</b>				<b>9,515.64</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>59,597.98</b>
	<b>SON : CINCUENTINUEVE MIL QUINIENTOS NOVENTISIETE Y 98/100 NUEVOS SOLES</b>				

Subpresupuesto

## 004 TROCHA DE ACCESO VEHICULAR

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>3,000.00</b>
01.01	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>111,720.00</b>
02.01	PERFILADO Y COMPACION DE SUB-RASANTE EN ZONAS-CORTE R=2860 m2/dia	m2	12,000.00	2.33	27,960.00
02.02	SUB-BASE E=0.20 m R = 1940 m2/dia FACTOR COMPACTACION = 1.20	m2	12,000.00	6.98	83,760.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>114,720.00</b>
	<b>GASTOS GENERALES 15%</b>				<b>17,208.00</b>
	<b>UTILIDADES 10%</b>				<b>11,472.00</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>143,400.00</b>
	<b>IMPUESTO 19%</b>				<b>27,246.00</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>170,646.00</b>

SON : CIENTO SETENTA MIL SEISCIENTOS CUARENTISEIS Y 00/100 NUEVOS SOLES

Subpresupuesto

**005 LINEA DE CONDUCCION**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>66,412.99</b>
01.01	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
01.02	EXCAVACION CON INTERFERENCIA CON MAQUINA EN TERRENO NORMAL *C* TUBERIA 4"-6" AGUA POTABLE	m	4,065.00	1.93	7,845.45
01.03	RELLENO COMP ZANJA TERR. NORMAL*C*-TUB 4"-6" HASTA 1.00 M	m	4,065.00	13.52	54,958.80
01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 km	m3	323.80	~ 1.88	608.74
02	<b>TUBERIAS</b>				<b>180,908.11</b>
02.01	TUBERIA DIAMETRO 6" PVC UF C-5	m	3,593.00	41.07	147,564.51
02.02	TUBERIA DIAMETRO 6" PVC UF C-7.5	m	472.00	60.05	28,343.60
02.03	PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA ABIERTA Y TAPADA	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>247,321.10</b>
	<b>GASTOS GENERALES 15%</b>				<b>37,098.17</b>
	<b>UTILIDADES 10%</b>				<b>24,732.11</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>309,151.38</b>
	<b>IMPUESTO 19%</b>				<b>58,738.76</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>367,890.14</b>

SON : TRESCIENTOS SESENTISIETE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y 14/100 NUEVOS SOLES

Partida	01.01		CAMPAMENTO, GUARDIANIA, SSHH			Costo unitario directo por : glb	2,000.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0198010147	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES		%PU	30.0000	2,000.00	600.00	
						<b>600.00</b>	
	<b>Materiales</b>						
0298010144	MADERA TERCIA DA PARA CARPINTERIA		%PU	70.0000	2,000.00	1,400.00	
						<b>1,400.00</b>	
Partida	01.02		POZA PARA AGUA			Costo unitario directo por : glb	800.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0198010147	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES		%PU	30.0000	800.00	240.00	
						<b>240.00</b>	
	<b>Materiales</b>						
0298010121	CEMENTO PORTLAND TIPO I		%PU	30.0000	800.00	240.00	
0298010180	LADRILLO SILICO CALCAREO		%PU	40.0000	800.00	320.00	
						<b>560.00</b>	
Partida	01.03		LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL			Costo unitario directo por : m2	0.44
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	0.1000	0.0040	11.76	0.05
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.0400	9.51	0.38
							<b>0.43</b>
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	3.0000	0.43	0.01	0.01
							<b>0.01</b>
Partida	01.04		TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA			Costo unitario directo por : glb	10,000.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0198010147	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES		%PU	50.0000	10,000.00	5,000.00	
						<b>5,000.00</b>	
	<b>Equipos</b>						
0398010149	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO		%PU	50.0000	10,000.00	5,000.00	
						<b>5,000.00</b>	

Partida		02.04		ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 km			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,800.0000	EQ. 1,800.0000	Costo unitario directo por : m3			1.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
014700023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0044	11.76	0.05	
014701001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0044	11.76	0.05	
014701004	PEON	hh	1.0000	0.0044	9.51	0.04	
014701003	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0044	10.53	0.05	
							<b>0.19</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.19	0.01	
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	3.0000	0.0133	80.00	1.06	
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	1.0000	0.0044	140.00	0.62	
							<b>1.69</b>
Partida		03.01.01		CONCRETO f'c=210 kg/cm2			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m3			326.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.7778	10.53	18.72	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1778	11.76	2.09	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
0147010004	PEON	hh	6.0000	5.3333	9.51	50.72	
							<b>91.34</b>
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	41.62	35.38	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4200	18.17	7.63	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		9.7400	17.98	175.13	
0239050000	AGUA	m3		0.1840	3.00	0.55	
							<b>218.69</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	91.34	2.74	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2 40"	hm	1.0000	0.8889	5.00	4.44	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8889	10.00	8.89	
							<b>16.07</b>

Partida		03.02.01		CONCRETO fc=210 kg/cm2			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m3			326.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.7778	10.53	18.72	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1778	11.76	2.09	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
0147010004	PEON	hh	6.0000	5.3333	9.51	50.72	
							<b>91.34</b>
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	41.62	35.38	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4200	18.17	7.63	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.7400	17.98	175.13	
0239050000	AGUA	m3		0.1840	3.00	0.55	
							<b>218.69</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	91.34	2.74	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2 40"	hm	1.0000	0.8889	5.00	4.44	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8889	10.00	8.89	
							<b>16.07</b>

Partida		03.02.02		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2			36.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	11.76	1.05	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
							<b>20.86</b>
<b>Materiales</b>							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	2.85	0.86	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3100	2.74	0.85	
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.2400	3.20	13.57	
							<b>15.28</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	20.86	0.63	
							<b>0.63</b>

Partida		03.02.03		TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			25.75
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
J147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	11.76	0.94	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	11.76	9.41	
0147010004	PEON	hh	0.7500	0.6000	9.51	5.71	
							<b>16.06</b>
<b>Materiales</b>							
J202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0300	2.74	0.08	
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0210	21.01	0.44	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.1850	17.98	3.33	
J230160036	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	gal		0.1050	35.00	3.68	
J239050000	AGUA	m3		0.0050	3.00	0.02	
J243040000	MADERA TORNILLO	p2		0.5200	3.20	1.66	
							<b>9.21</b>
<b>Equipos</b>							
J337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.06	0.48	
							<b>0.48</b>

Partida		03.03.01		CONCRETO fc=210 kg/cm2			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m3			326.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.7778	10.53	18.72	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1778	11.76	2.09	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
0147010004	PEON	hh	6.0000	5.3333	9.51	50.72	
							<b>91.34</b>
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	41.62	35.38	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4200	18.17	7.63	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		9.7400	17.98	175.13	
0239050000	AGUA	m3		0.1840	3.00	0.55	
							<b>218.69</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	91.34	2.74	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.8889	5.00	4.44	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8889	10.00	8.89	
							<b>16.07</b>

Partida		03.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2			36.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
J147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	11.76	1.05	
J147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
J147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
							<b>20.86</b>
<b>Materiales</b>							
J202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	2.85	0.86	
J202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3100	2.74	0.85	
J245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.2400	3.20	13.57	
							<b>15.28</b>
<b>Equipos</b>							
J337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	20.86	0.63	
							<b>0.63</b>

Partida		03.03.03 ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : kg			3.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
J147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0029	11.76	0.03	
J147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0286	11.76	0.34	
J147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	10.53	0.30	
							<b>0.67</b>
<b>Materiales</b>							
J202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0600	3.36	0.20	
J203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.49	2.66	
							<b>2.86</b>
<b>Equipos</b>							
J337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.67	0.02	
							<b>0.02</b>

Partida		03.03.04		TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			25.75
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	11.76	0.94	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	11.76	9.41	
0147010004	PEON	hh	0.7500	0.6000	9.51	5.71	
							<b>16.06</b>
<b>Materiales</b>							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0300	2.74	0.08	
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0210	21.01	0.44	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bts		0.1850	17.98	3.33	
0230160036	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	gal		0.1050	35.00	3.68	
0239050000	AGUA	m3		0.0050	3.00	0.02	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		0.5200	3.20	1.66	
							<b>9.21</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.06	0.48	
							<b>0.48</b>

Partida		03.04.01		CONCRETO f'c=210 kg/cm2			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m3			326.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.7778	10.53	18.72	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1778	11.76	2.09	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
0147010004	PEON	hh	6.0000	5.3333	9.51	50.72	
							<b>91.34</b>
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	41.62	35.38	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4200	18.17	7.63	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bts		9.7400	17.98	175.13	
0239050000	AGUA	m3		0.1840	3.00	0.55	
							<b>218.69</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	91.34	2.74	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2 40"	hm	1.0000	0.8889	5.00	4.44	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8889	10.00	8.89	
							<b>16.07</b>

Partida		03.04.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2			36.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	11.76	1.05	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
							<b>20.86</b>
<b>Materiales</b>							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	2.85	0.86	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3100	2.74	0.85	
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.2400	3.20	13.57	
							<b>15.28</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	20.86	0.63	
							<b>0.63</b>

Partida		03.04.03 ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : kg			3.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0029	11.76	0.03	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0286	11.76	0.34	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	10.53	0.30	
							<b>0.67</b>
<b>Materiales</b>							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0600	3.36	0.20	
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.49	2.66	
							<b>2.86</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.67	0.02	
							<b>0.02</b>

Partida	03.04.04	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			25.75
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	11.76	0.94	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	11.76	9.41	
0147010004	PEON	hh	0.7500	0.6000	9.51	5.71	
							<b>16.06</b>
<b>Materiales</b>							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0300	2.74	0.08	
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0210	21.01	0.44	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.1850	17.98	3.33	
0230160036	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	gal		0.1050	35.00	3.68	
0239050000	AGUA	m3		0.0050	3.00	0.02	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		0.5200	3.20	1.66	
							<b>9.21</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.06	0.48	
							<b>0.48</b>
Partida	03.05.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m3			326.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.7778	10.53	18.72	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1778	11.76	2.09	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
0147010004	PEON	hh	6.0000	5.3333	9.51	50.72	
							<b>91.34</b>
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	41.62	35.38	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4200	18.17	7.63	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.7400	17.98	175.13	
0239050000	AGUA	m3		0.1840	3.00	0.55	
							<b>218.69</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	91.34	2.74	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.8889	5.00	4.44	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8889	10.00	8.89	
							<b>16.07</b>

Partida		03.05.02		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2			36.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	11.76	1.05	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
							<b>20.86</b>
<b>Materiales</b>							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	2.85	0.86	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3100	2.74	0.85	
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.2400	3.20	13.57	
							<b>15.28</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	20.86	0.63	
							<b>0.63</b>
Partida		03.05.03		ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60			
Rendimiento	kg/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : kg			3.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0029	11.76	0.03	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0286	11.76	0.34	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	10.53	0.30	
							<b>0.67</b>
<b>Materiales</b>							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0600	3.36	0.20	
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.49	2.66	
							<b>2.86</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.67	0.02	
							<b>0.02</b>

Partida		03.05.04		TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			25.75
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	11.76	0.94	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	11.76	9.41	
0147010004	PEON	hh	0.7500	0.6000	9.51	5.71	
							<b>16.06</b>
<b>Materiales</b>							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0300	2.74	0.08	
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0210	21.01	0.44	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.1850	17.98	3.33	
0230160036	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	gal		0.1050	35.00	3.68	
0239050000	AGUA	m3		0.0050	3.00	0.02	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		0.5200	3.20	1.66	
							<b>9.21</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.06	0.48	
							<b>0.48</b>
Partida		03.06.01		CONCRETO f'c=210 kg/cm2			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m3			326.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.7778	10.53	18.72	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1778	11.76	2.09	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
0147010004	PEON	hh	6.0000	5.3333	9.51	50.72	
							<b>91.34</b>
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	41.62	35.38	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4200	18.17	7.63	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.7400	17.98	175.13	
0239050000	AGUA	m3		0.1840	3.00	0.55	
							<b>218.69</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	91.34	2.74	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.8889	5.00	4.44	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8889	10.00	8.89	
							<b>16.07</b>

Partida		03.06.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2			36.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	11.76	1.05	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
<b>20.86</b>							
<b>Materiales</b>							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.3000	3.36	1.01	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3100	2.74	0.85	
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.2400	3.20	13.57	
<b>15.43</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	20.86	0.63	
<b>0.63</b>							

Partida		03.06.03 ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : kg			3.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0029	11.76	0.03	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0286	11.76	0.34	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	10.53	0.30	
<b>0.67</b>							
<b>Materiales</b>							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0600	3.36	0.20	
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.49	2.66	
<b>2.86</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.67	0.02	
<b>0.02</b>							

Partida		03.06.04		TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			25.75	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	11.76	0.94		
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	11.76	9.41		
0147010004	PEON	hh	0.7500	0.6000	9.51	5.71		
							<b>16.06</b>	
<b>Materiales</b>								
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0300	2.74	0.08		
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0210	21.01	0.44		
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.1850	17.98	3.33		
0230160036	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	gal		0.1050	35.00	3.68		
0239050000	AGUA	m3		0.0050	3.00	0.02		
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		0.5200	3.20	1.66		
							<b>9.21</b>	
<b>Equipos</b>								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.06	0.48		
							<b>0.48</b>	

Partida		01.01 TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA		Costo unitario directo por glib		2,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>						
0198010147	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	%PU	50.0000	2,000.00	1,000.00	1,000.00
<b>Equipos</b>						
0398010149	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	%PU	50.0000	2,000.00	1,000.00	1,000.00

Partida		02.01 EXCAVACION PARA BUZONES		Costo unitario directo por m3		28.79	
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.5000	EQ. 3.5000	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	1.0000	2.2857	9.51	21.74	21.74
<b>Materiales</b>							
0243040000	MADERA TORNILLO	p2	2.0000	3.20	6.40	6.40	6.40
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.0000	21.74	0.65	0.65	0.65

Partida		02.02 EXCAVACION CON INTERFERENCIA CON MAQUINA EN TERRENO NORMAL "C" PARA TUBERIA 20"-24" MAYOR A 4.00 M PROFUNDIDAD		Costo unitario directo por m		7.30	
Rendimiento	m/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0400	11.76	0.47	0.47
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	10.53	0.42	0.42
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0800	9.51	0.76	1.65
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.0000	1.65	0.05	0.05	0.05
0349040023	RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-1.4 Y	hm	1.0000	0.0400	140.00	5.60	5.65

Partida		02.03 REFINE Y NIVELACION ZANJA TERRENO NORMAL "C" PARA TUBERIA 20"-24"		Costo unitario directo por m		3.13	
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.3200	9.51	3.04	3.04
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.0000	3.04	0.09	0.09	0.09

Partida		02.04 RELLENO COMP.ZANJA TERR.NORMAL "C"PTUB.20-24" HASTA 3.00M PR					
Rendimiento	m/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m			32.80
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.6667	11.76	7.84	
0147010004	PEON	hh	3.0000	2.0000	9.51	19.02	
							<b>26.86</b>
<b>Materiales</b>							
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.0700	18.17	1.27	
0239050000	AGUA	m3		0.1770	3.00	0.53	
							<b>1.80</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	26.86	0.81	
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1 0000	0.6667	5.00	3.33	
							<b>4.14</b>

Partida		02.05 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 km					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,800.0000	EQ. 1,800.0000	Costo unitario directo por : m3			1.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0044	11.76	0.05	
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0044	11.76	0.05	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0044	9.51	0.04	
0147010023	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1 0000	0.0044	10.53	0.05	
							<b>0.19</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.19	0.01	
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	3.0000	0.0133	80.00	1.06	
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	1.0000	0.0044	140.00	0.62	
							<b>1.69</b>

Partida		03.01.01		CONCRETO $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m3			326.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.7778	10.53	18.72	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1778	11.76	2.09	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
0147010004	PEON	hh	6.0000	5.3333	9.51	50.72	
						<b>91.34</b>	
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	41.62	35.38	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4200	18.17	7.63	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.7400	17.98	175.13	
0239050000	AGUA	m3		0.1840	3.00	0.55	
						<b>218.69</b>	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	91.34	2.74	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.8889	5.00	4.44	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8889	10.00	8.89	
						<b>16.07</b>	

Partida		03.01.02		ENCOFRADO METALICO PARA BUZONES			
				Costo unitario directo por : glb			800.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>							
0198010147	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	%PU	30.0000	800.00	240.00		
						<b>240.00</b>	
<b>Materiales</b>							
0298010156	PLANCHA DE ACERO LAC	%PU	70.0000	800.00	560.00		
						<b>560.00</b>	

Partida		03.01.03		ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60			
Rendimiento	kg/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : kg			3.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0029	11.76	0.03	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0286	11.76	0.34	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0286	10.53	0.30	
						<b>0.67</b>	
<b>Materiales</b>							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0600	3.36	0.20	
0203020003	ACERO CORRUGADO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg		1.0700	2.49	2.66	
						<b>2.86</b>	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.67	0.02	
						<b>0.02</b>	

Partida	04.01 TENDIDO-COLOCADO TUBERIA PVC UF S-25 D=16"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por m			127.67
<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>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	11.76	3.14	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.2667	9.51	2.54	
						<b>5.68</b>	
	<b>Materiales</b>						
0202000016	ALAMBRE NEGRO # 12	kg		0.0050	3.00	0.02	
0272000109	TUBERIA PVC UF S-25 D=16"	m		1.0500	116.00	121.80	
						<b>121.82</b>	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.68	0.17	
						<b>0.17</b>	

Partida	04.02 TENDIDO Y COLOCADO TUBERIA PVC UF S-20 D=16"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por m			137.12
<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>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	11.76	3.14	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.2667	9.51	2.54	
						<b>5.68</b>	
	<b>Materiales</b>						
0202000016	ALAMBRE NEGRO # 12	kg		0.0050	3.00	0.02	
0272000108	TUBERIA PVC UF S-20 D=16"	m		1.0500	125.00	131.25	
						<b>131.27</b>	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.68	0.17	
						<b>0.17</b>	

Partida	04.03 PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA ABIERTA Y TAPADA						
				Costo unitario directo por glb			4,500.00
<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>						
0198010147	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	%PU		30.0000	4.500.00	1.350.00	
						<b>1,350.00</b>	
	<b>Equipos</b>						
0398010149	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	%PU		70.0000	4.500.00	3.150.00	
						<b>3,150.00</b>	

Partida	01.01		EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMIENTOS				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : m3			22.01
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2000	11.76	2.35	
0147010004	PEON	hh	1.0000	2.0000	9.51	19.02	
							<b>21.37</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	21.37	0.64	
							<b>0.64</b>
Partida	01.02		RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			14.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.0667	9.51	10.14	
							<b>10.14</b>
<b>Materiales</b>							
0232010004	TRANSPORTE DE AGUA	m3		0.0157	5.00	0.08	
0239050000	AGUA	m3		0.0150	3.00	0.05	
							<b>0.13</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	10.14	0.30	
0349030003	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	1.5000	0.8000	5.00	4.00	
							<b>4.30</b>
Partida	01.03		ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE EN CARRETILLA (50 m)				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3			15.68
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.6000	9.51	15.22	
							<b>15.22</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.22	0.46	
							<b>0.46</b>

Partida 02.01 CIMENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3			179.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.6667	10.53	7.02	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	11.76	0.78	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	11.76	15.68	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	10.53	7.02	
0147010004	PEON	hh	8.0000	5.3333	9.51	50.72	
							<b>81.22</b>
<b>Materiales</b>							
0205000009	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.5000	30.00	15.00	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		3.0500	17.98	54.84	
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.8700	22.00	19.14	
0239050000	AGUA	m3		0.1800	3.00	0.54	
							<b>89.52</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	81.22	2.44	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.6667	10.00	6.67	
							<b>9.11</b>

Partida 02.02 SOBRECIMIENTO MEZCLA 1:6 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3			204.09
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.8000	10.53	8.42	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	11.76	0.94	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	11.76	18.82	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	10.53	16.85	
0147010004	PEON	hh	8.0000	6.4000	9.51	60.86	
							<b>105.89</b>
<b>Materiales</b>							
0205000010	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3		0.5000	25.00	12.50	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		3.0500	17.98	54.84	
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.8700	22.00	19.14	
0239050000	AGUA	m3		0.1800	3.00	0.54	
							<b>87.02</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	105.89	3.18	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8000	10.00	8.00	
							<b>11.18</b>

Partida	03.01.01		CONCRETO f'c=210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m3			326.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.7778	10.53	18.72	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1778	11.76	2.09	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
0147010004	PEON	hh	6.0000	5.3333	9.51	50.72	
							<b>91.34</b>
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8500	41.62	35.38	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4200	18.17	7.63	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		9.7400	17.98	175.13	
0239050000	AGUA	m3		0.1840	3.00	0.55	
							<b>218.69</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	91.34	2.74	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2 40"	hm	1.0000	0.8889	5.00	4.44	
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8889	10.00	8.89	
							<b>16.07</b>
Partida	03.01.02		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2			36.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	11.76	1.05	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	11.76	10.45	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	10.53	9.36	
							<b>20.86</b>
<b>Materiales</b>							
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	2.85	0.86	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3100	2.74	0.85	
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		4.2400	3.20	13.57	
							<b>15.28</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	20.86	0.63	
							<b>0.63</b>

Partida	03.01.03		ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por			kg	3.55
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	0 1000	0 0029	11 76	0 03	
0147010002	OPERARIO		hh	1 0000	0 0286	11 76	0 34	
0147010003	OFICIAL		hh	1 0000	0 0286	10 53	0 30	
							<b>0.67</b>	
	<b>Materiales</b>							
020200007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg		0 0600	3 36	0 20	
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1 0700	2 49	2 66	
							<b>2.86</b>	
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3 0000	0 67	0 02	
							<b>0.02</b>	

Partida	04.01		MURO DE SOGA LADRILLO KING-KONG CON CEMENTO-CAL-ARENA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 9.4000	EQ. 9.4000	Costo unitario directo por			m2	29.80
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	0 1000	0 0851	11 76	1 00	
0147010002	OPERARIO		hh	1 0000	0 8511	11 76	10 01	
0147010004	PEON		hh	0 7500	0 6383	9 51	6 07	
							<b>17.08</b>	
	<b>Materiales</b>							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0 0200	2 74	0 05	
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0 0300	18 17	0 55	
0217000023	LADRILLO KING KONG DE ARCILLA 9 X 14 X 24 cm		u		39 0000	0 18	7 02	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bts		0 1000	17 98	1 80	
0229030100	CAL HIDRATADA DE 30 Kg		bts		0 1300	7 00	0 91	
0239050000	AGUA		m3		0 0070	3 00	0 02	
0243040000	MADERA TORNILLO		p2		0 5800	3 20	1 86	
							<b>12.21</b>	
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3 0000	17 08	0 51	
							<b>0.51</b>	

Partida	04.02		PUERTA METALICA					
				Costo unitario directo por			glb	2,000.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0198010147	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES		%PU		30 0000	2 000 00	600 00	
							<b>600.00</b>	
	<b>Materiales</b>							
0298010157	PLANCHA DE ACERO LAF		%PU		70 0000	2 000 00	1 400 00	
							<b>1,400.00</b>	

Partida		01.01		TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA				
				Costo unitario directo por : glb			3,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
						<b>1,500.00</b>		
						<b>1,500.00</b>		
						<b>1,500.00</b>		
						<b>1,500.00</b>		
Partida		02.01		PERFILADO Y COMPACION DE SUB-RASANTE EN ZONAS-CORTE R=2860 m2/día				
Rendimiento		m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			2.33
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
						<b>0.30</b>		
						<b>0.09</b>		
						<b>0.39</b>		
						<b>0.09</b>		
						<b>0.09</b>		
						<b>0.01</b>		
						<b>0.72</b>		
						<b>1.12</b>		
						<b>1.85</b>		
Partida		02.02		SUB-BASE E=0.20 m R = 1940 m2/día FACTOR COMPACTACION = 1.20				
Rendimiento		m2/DIA	MO. 1,940.0000	EQ. 1,940.0000	Costo unitario directo por : m2			6.98
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
						<b>0.23</b>		
						<b>0.04</b>		
						<b>0.05</b>		
						<b>0.32</b>		
						<b>5.64</b>		
						<b>0.07</b>		
						<b>5.71</b>		
						<b>0.01</b>		
						<b>0.37</b>		
						<b>0.57</b>		
						<b>0.95</b>		

Partida		01.01		TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA			
						Costo unitario directo por : g/b	3,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>							
0198010147	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	%PU	50.0000	3,000.00	1,500.00		
<b>1,500.00</b>							
<b>Equipos</b>							
0398010149	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	%PU	50.0000	3,000.00	1,500.00		
<b>1,500.00</b>							

Partida		01.02		EXCAVACION CON INTERFERENCIA CON MAQUINA EN TERRENO NORMAL "C" TUBERIA 4"-6" AGUA POTABLE			
						Costo unitario directo por : m	1.93
Rendimiento	m/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0100	11.76	0.12	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	10.53	0.11	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0200	9.51	0.19	
<b>0.42</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.42	0.01	
0349040006	CARGADOR RETROEXCAVADOR 62 HP 1 yd3	hm	1.0000	0.0100	150.00	1.50	
<b>1.51</b>							

Partida		01.03		RELLENO COMP.ZANJA TERR.NORMAL"C"-TUB 4"-6" HASTA 1.00 M			
						Costo unitario directo por : m	13.52
Rendimiento	m/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.2000	11.76	2.35	
0147010004	PEON	hh	5.0000	1.0000	9.51	9.51	
<b>11.86</b>							
<b>Materiales</b>							
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.0720	18.17	1.31	
0239050000	AGUA	m3		0.0270	3.00	0.08	
<b>1.39</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	11.86	0.24	
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	0.0320	0.0064	5.00	0.03	
<b>0.27</b>							

Partida **01.04** **ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 15 km**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **1,800.0000** EQ. **1,800.0000** Costo unitario directo por : m3 **1.88**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
014700023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0044	11.76	0.05
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0044	11.76	0.05
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0044	9.51	0.04
0147010023	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0044	10.53	0.05
<b>0.19</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.19	0.01
0348040027	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	3.0000	0.0133	80.00	1.06
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2 25 yd3	hm	1.0000	0.0044	140.00	0.62
<b>1.69</b>						

Partida **02.01** **TUBERIA DIAMETRO 6" PVC UF C-5**

Rendimiento **m/DIA** MO. **400.0000** EQ. **400.0000** Costo unitario directo por : m **41.07**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000031	TECNICO SANITARIO	hh	1.0000	0.0200	9.82	0.20
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0020	11.76	0.02
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0400	9.51	0.38
<b>0.60</b>						
<b>Materiales</b>						
0201800002	LUBRICANTE PARA TUBERIA TIPO PVC	gal		0.0005	45.00	0.02
0272000003	TUBERIA PVC UF C-5 PARA AGUA 6"X6m	m		1.0500	38.50	40.43
<b>40.45</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.60	0.02
<b>0.02</b>						

Partida **02.02** **TUBERIA DIAMETRO 6" PVC UF C-7.5**

Rendimiento **m/DIA** MO. **400.0000** EQ. **400.0000** Costo unitario directo por : m **60.05**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000031	TECNICO SANITARIO	hh	1.0000	0.0200	9.82	0.20
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0020	11.76	0.02
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0400	9.51	0.38
<b>0.60</b>						
<b>Materiales</b>						
0201800002	LUBRICANTE PARA TUBERIA TIPO PVC	gal		0.0005	45.00	0.02
0272000107	TUBERIA PVC UF C-7.5 PARA AGUA 6"X6m	m		1.0500	56.58	59.41
<b>59.43</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.60	0.02
<b>0.02</b>						

Partida		02.03 PRUEBA HIDRAULICA A ZANJA ABIERTA Y TAPADA		Costo unitario directo por : glb		5,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>					
0198010147	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	%PU	30.0000	5,000.00	1,500.00	<b>1,500.00</b>
	<b>Equipos</b>					
0398010149	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	%PU	70.0000	5,000.00	3,500.00	<b>3,500.00</b>

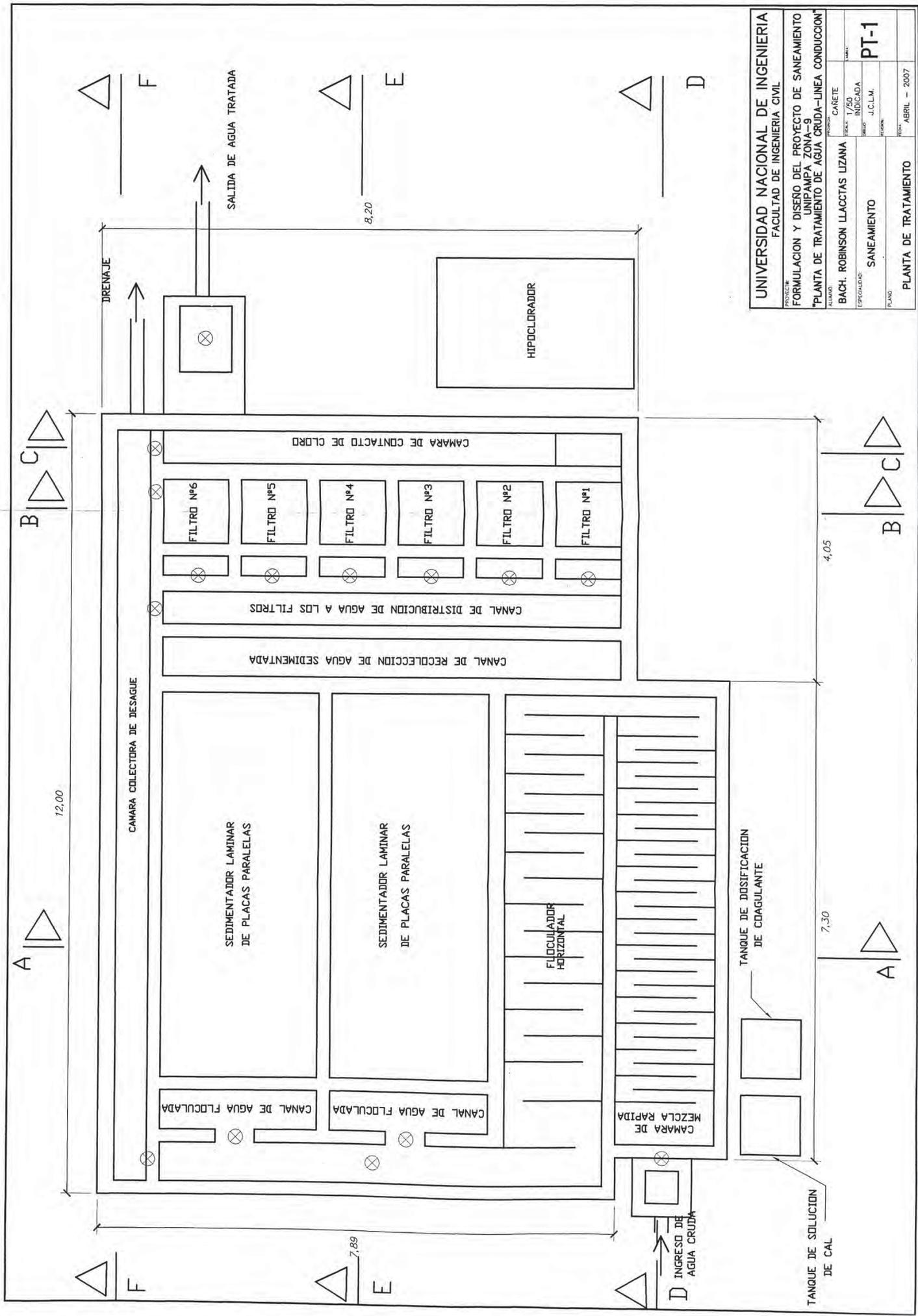
## **ANEXO IV PLANOS**

# PROYECTO DE SANEAMIENTO DEL SECTOR UNIPAMPA ZONA 9 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA Y LINEA DE CONDUCCION

Numero de obra	Comienza	Fin	Duracion	Progreso	Hito	Resumen	Resumen de proyectos	Tareas externas	Hito externo	Fecha limite
0										
1	PLANTA DE TRATAMIENTO	10/03/07	35 dias							
2	CAMPAMENTO	má 01/03/07	4 dias							
3	POZA PARA AGUA	lan 05/03/07	2 dias							
4	LIMPIEZA DE TERRENO	lan 20/03/07	13 dias							
5	TRAZO Y REPLANTEO	má 01/03/07	35 dias							
6	EXCAV. A NIVEL DE SUBRASANTE	má 01/03/07	1 dia							
7	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	lan 05/03/07	2 dias							
8	SUB-BASE E=0.15m PARA LA PLANTA	má 02/03/07	2 dias							
9	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	lan 13/03/07	2 dias							
10	CAMARA DE REPARTICION DE CAUDAL	lan 13/03/07	2 dias							
11	CAMARA DE VEZCLA RAPIDA	má 14/03/07	2 dias							
12	CAMARA DE FLOCULACION	lan 13/03/07	15 dias							
13	CAMARA DE SEDIMENTACION	lan 13/03/07	11 dias							
14	CAMARA DE FILTRACION	lan 17/03/07	21 dias							
15	CAMARA DE DESAGUE	má 24/03/07	18 dias							
16	RED DE ALCANTARILLADO	má 04/12/07	90 dias							
17	TRAZO Y REPLANTEO	má 26/03/07	20 dias							
18	EXCAVACIONES	lan 05/03/07	18 dias							
19	EXCAV. MAQUINA PIVOTANDO DE TUBERIA	lan 05/03/07	5 dias							
20	REFINIR Y NIVELACION DE ZANJA	lan 01/10/07	38 dias							
21	RELLENO COMPACTADO EN ZANJA	lan 03/12/07	78 dias							
22	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	má 28/11/07	1 dia							
23	BUZONES	lan 13/03/07	20 dias							
24	TENDIDO DE TUBERIA PVC D=400mm	lan 17/03/07	26 dias							
25	PRUEBA HIDRAULICA	má 15/03/07	25 dias							
26	CERCO PERIMETRICO	lan 12/11/07	75 dias							
27	EXCAV ZANJAS PICMIENTOS	lan 05/03/07	16 dias							
28	RELLENO Y COMPACTACION MATERIAL PROPR	má 26/03/07	2 dias							
29	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	má 21/03/07	7 dias							
30	CIQUEMIENTO CORRIDO MEZCLA 1:10 C.H + 30% F	má 25/03/07	4 dias							
31	SORRECIAMIENTO MEZCLA 1:6 C.H	má 25/03/07	2 dias							
32	COLUMNAS F=210 kg/cm2	lan 13/03/07	13 dias							
33	MURO LADRILLO KING KONG SOGA	má 04/03/07	59 dias							
34	COLOCACION DE PUERTA METALICA	lan 05/11/07	2 dias							
35	TROCHA DE ACCESO VEHICULAR	má 21/03/07	15 dias							
36	TRAZO Y REPLANTEO	má 21/03/07	15 dias							
37	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	má 21/03/07	12 dias							
38	SUB-BASE AFIRMADO E=0.20m	má 21/03/07	7 dias							
39	LINEA DE CONDUCCION	lan 27/12/07	107 dias							
40	TRAZO Y REPLANTEO	má 01/03/07	1 dia							
41	EXCAV ZANJA PIVOTANDO TUBERIA PVC D=200mm	má 14/03/07	8 dias							
42	RELLENO COMPACTADO EN ZANJA	má 03/03/07	102 dias							
43	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	lan 27/12/07	1 dia							
44	TENDIDO DE TUBERIA PVC D=400mm	má 07/03/07	11 dias							
45	PRUEBA HIDRAULICA	má 05/03/07	10 dias							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA-9	
TÍTULO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA-LÍNEA CONDUCCIÓN*	
ALUMNO:	BACH. ROBINSON LLACCTAS LIZANA
ESPECIALIDAD:	SANEAMIENTO
PLANO:	PLANTA DE TRATAMIENTO
FECHA:	1/50
INDICADA:	J.C.L.M.
REVISOR:	
FECHA:	ABRIL - 2007
<b>PT-1</b>	



12,00

7,89

7,30

4,05

8,20

DRENAJE

SEDIMENTADOR LAMINAR DE PLACAS PARALELAS

SEDIMENTADOR LAMINAR DE PLACAS PARALELAS

FLOCULADOR HORIZONTAL

CANAL DE AGUA FLOCULADA

CANAL DE AGUA FLOCULADA

CAMARA DE MEZCLA RAPIDA

TANQUE DE DOSIFICACION DE COAGULANTE

TANQUE DE SOLUCION DE CAL

CANAL DE RECOLECCION DE AGUA SEDIMENTADA

CANAL DE DISTRIBUCION DE AGUA A LOS FILTROS

FILTRO Nº6

FILTRO Nº5

FILTRO Nº4

FILTRO Nº3

FILTRO Nº2

FILTRO Nº1

CAMARA DE CONTACTO DE CLORO

HIPOCLORADOR

SALIDA DE AGUA TRATADA

B | C

A |

B | C

A |

F |

E |

D |

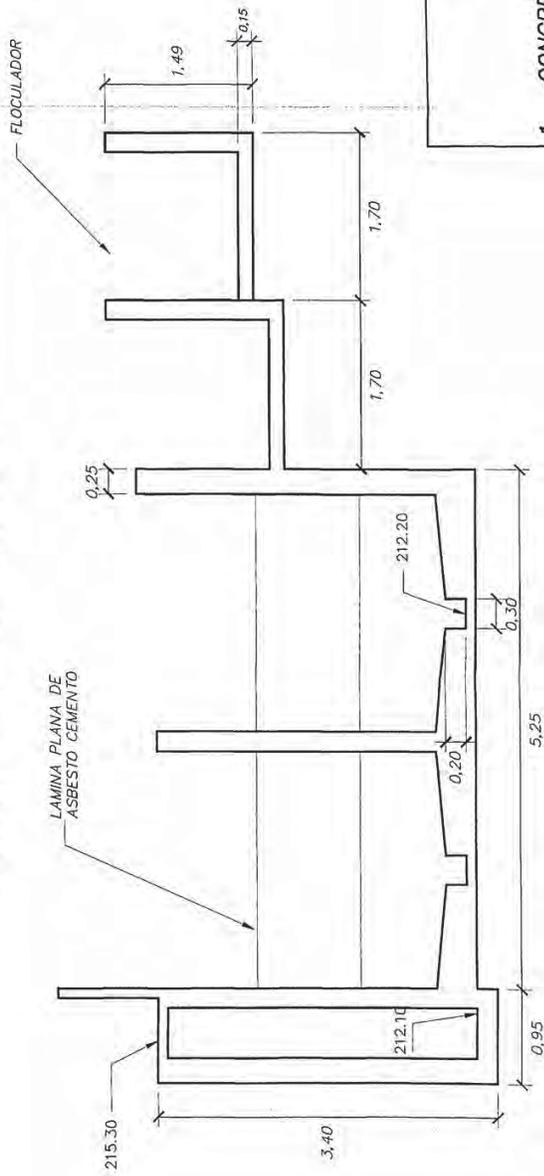
F |

E |

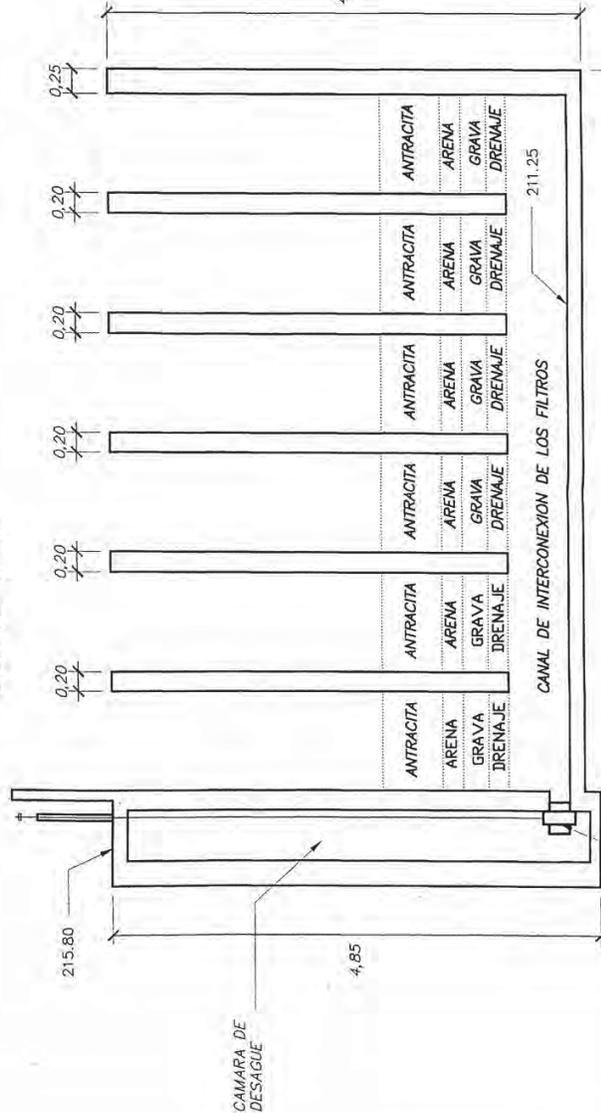
D |

D INGRESO DE AGUA CRUDA

# FLOCULADOR-SEDIMENTADOR



## CORTE A-A



## CORTE B-B

### CANAL DE INTERCONEXION DE LOS FILTROS

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

#### 1.- CONCRETO :

- Solado de Concreto.
- Concreto armado. (Diseño en obra)
- Cemento Portland.
- Máxima relación Agua/Cemento.

#### 2.- RECUBRIMIENTOS :

- Superficie en contacto con el terreno
- Superficies sobre solado

#### 3.- CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO:

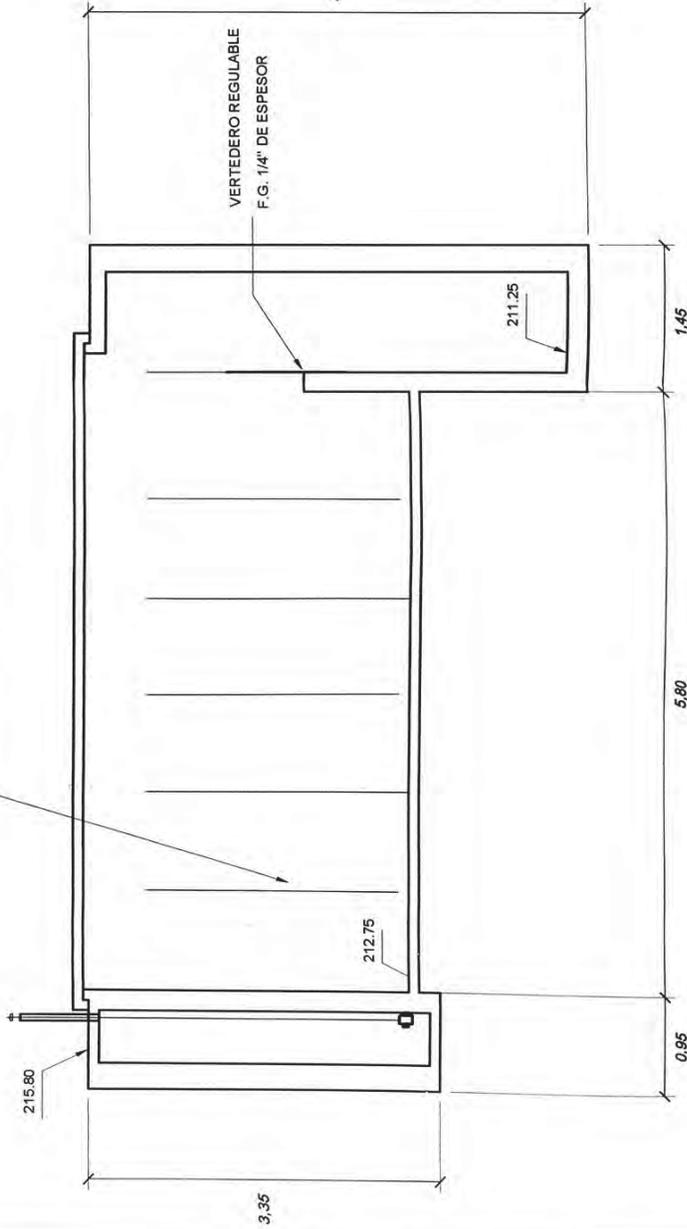
Resistencia del terreno = 2,0 kg/cm<sup>2</sup>

$f'c = 80 \text{ Kg/cm.}$   
 $f'c = 210 \text{ Kg/cm.}$   
 Tipo II  
 $a/c = 0.50$

7.5 cm.  
 5.0 cm.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA-9			
ESPECIALIDAD: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA-LINEA CONDUCCION			
NOMBRE:	BACH. ROBINSON LLACCTAS LIZANA	CARRERA:	INGENIERIA CIVIL
ESPECIALIDAD:	SANEAMIENTO	INDICADA:	PTC-1
PLANO:	CORTES	J.C.L.M.:	
	PLANTA DE TRATAMIENTO	FECHA:	ABRIL - 2007

TABIQUE DE MADERA MACHIMBRADA DE 1 1/2" DE ESPESOR



CORTE C-C

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**1.- CONCRETO :**

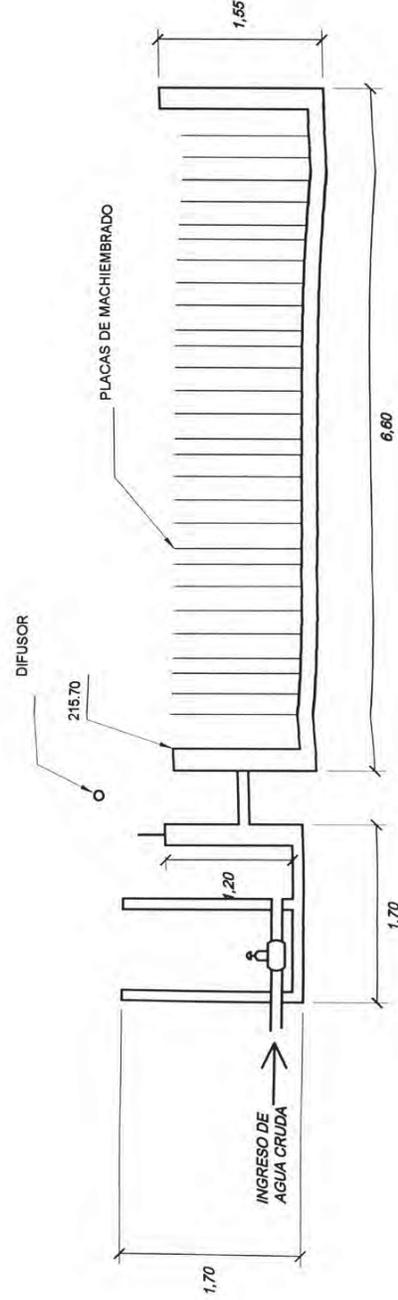
- Sotado de Concreto.
  - Concreto armado (Diseño en obra)
  - Cemento Portland.
  - Máxima relación Agua/Cemento.
- $f_c = 80 \text{ Kg/cm.}$   
 $f_c = 210 \text{ Kg/cm.}$   
 Tipo II  
 $a/c = 0.50$

**2.-RECUBRIMIENTOS :**

- Superficie en contacto con el terreno
  - Superficies sobre solado
- $7.5 \text{ cm.}$   
 $5.0 \text{ cm.}$

**3.-CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO:**

Resistencia del terreno =  $2,0 \text{ kg/cm}^2$



CORTE D-D

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO			
UNIPAMPA ZONA-9			
"ALMACENAMIENTO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE"			
BACH. ROBINSON LLACCTAS LIZANA	PROFESOR	CARETE	
	EDUCACION	1950	
	INDICADA		
SANEAMIENTO	PROFESOR	J. C. L. M.	PTC-2
CORTES	PLANTA DE TRATAMIENTO	FECHA	ABRIL-2007

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**1.- CONCRETO :**

- Solado de Concreto.
- Concreto armado, (Diseño en obra)
- Cemento Portland.
- Máxima relación Agua/Cemento.

**2.- RECUBRIMIENTOS :**

- Superficie en contacto con el terreno
- Superficies sobre solado

**3.- CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO:**

Resistencia del terreno = 2,0 kg/cm<sup>2</sup>

$f'c = 80 \text{ Kg/cm.}$

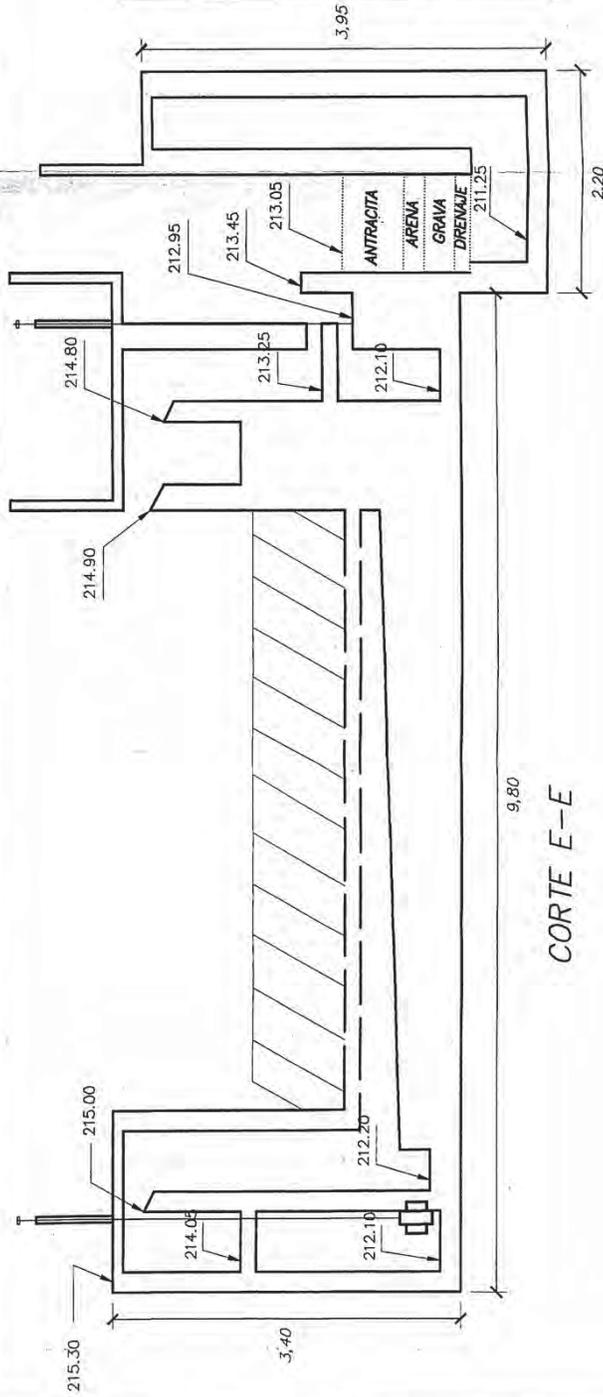
$f'c = 210 \text{ Kg/cm.}$

Tipo II

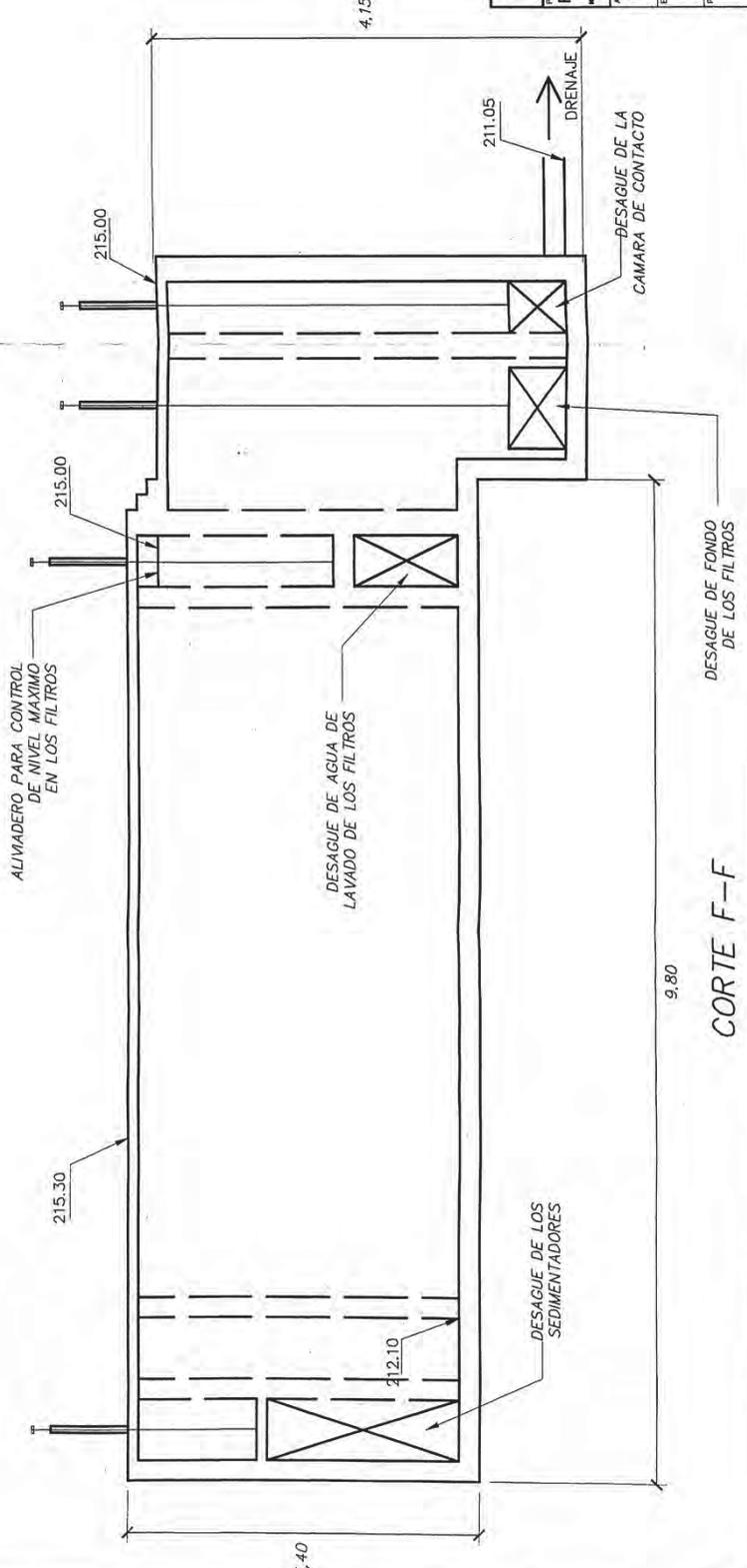
$a/c = 0,50$

7,5 cm.

5,0 cm.

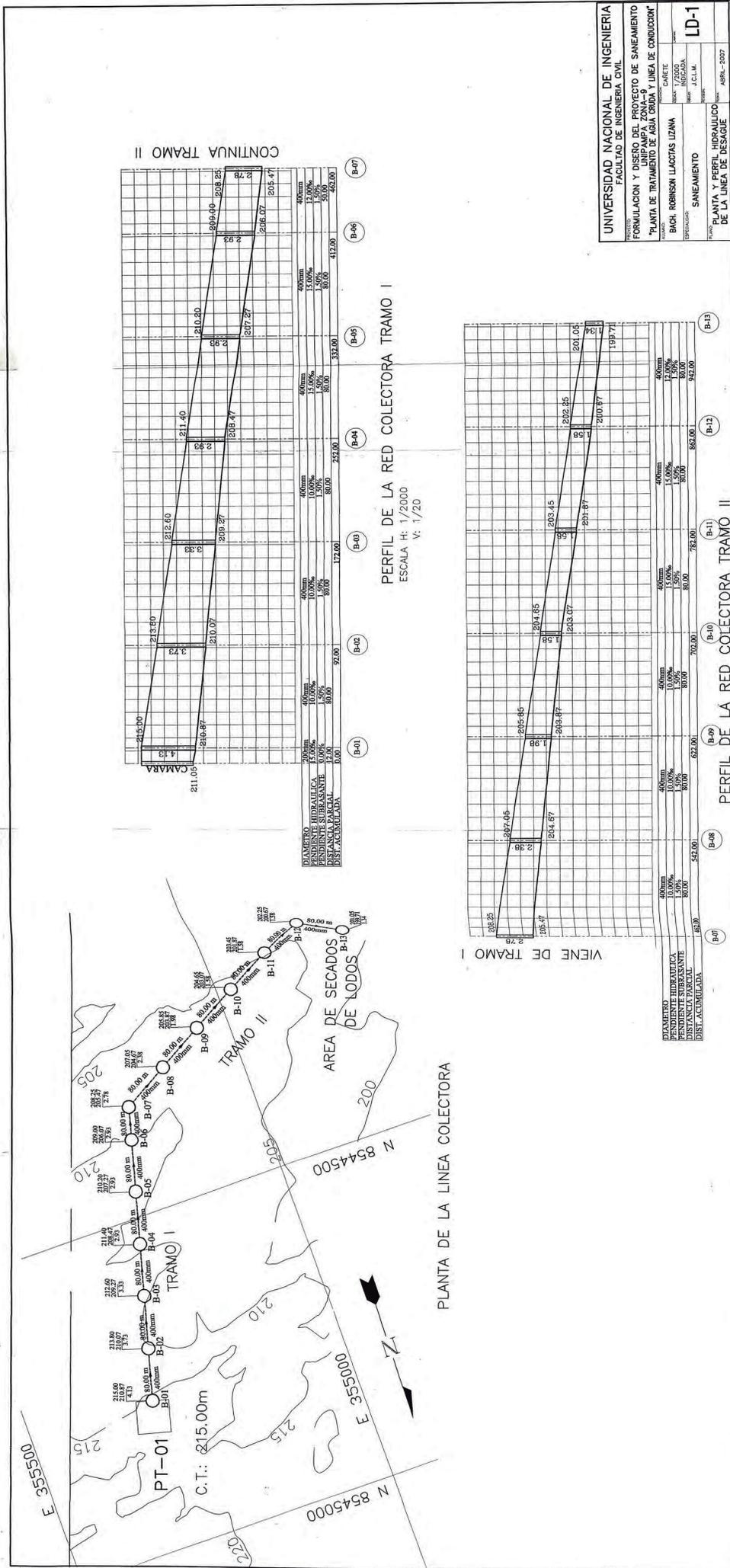


**CORTE E-E**



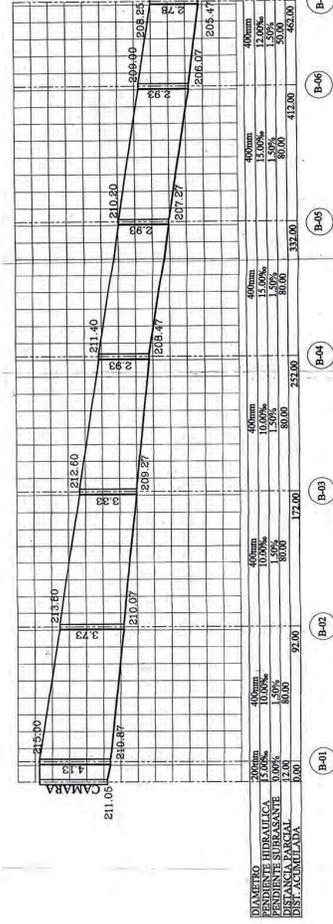
**CORTE F-F**

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA-9	
"PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA-LINEA CONDUCCION"	
ALUMNO: BACH. ROBINSON LLACHTAS LIZANA	PROFESOR: CARRETE
ESPECIALIDAD: SANEAMIENTO	ESCALA: 1/50
INDICADA: J.C.L.M.	INDICADA: J.C.L.M.
PLANO: CORTES PLANTA DE TRATAMIENTO	FECHA: ABRIL-2007
<b>PTC-3</b>	

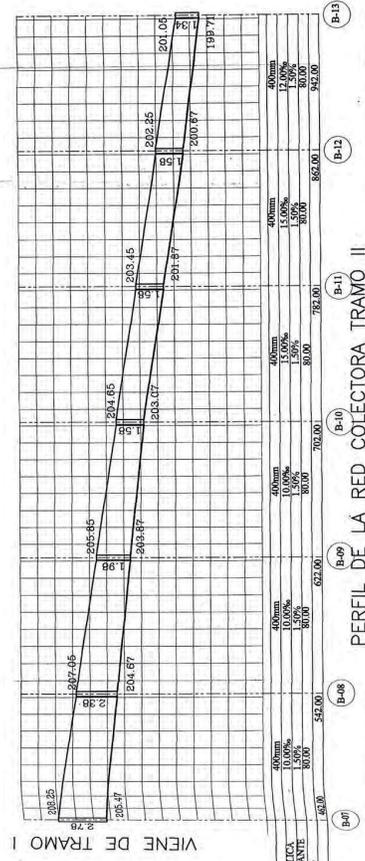


PLANTA DE LA LINEA COLECTORA

CONTINUA TRAMO II

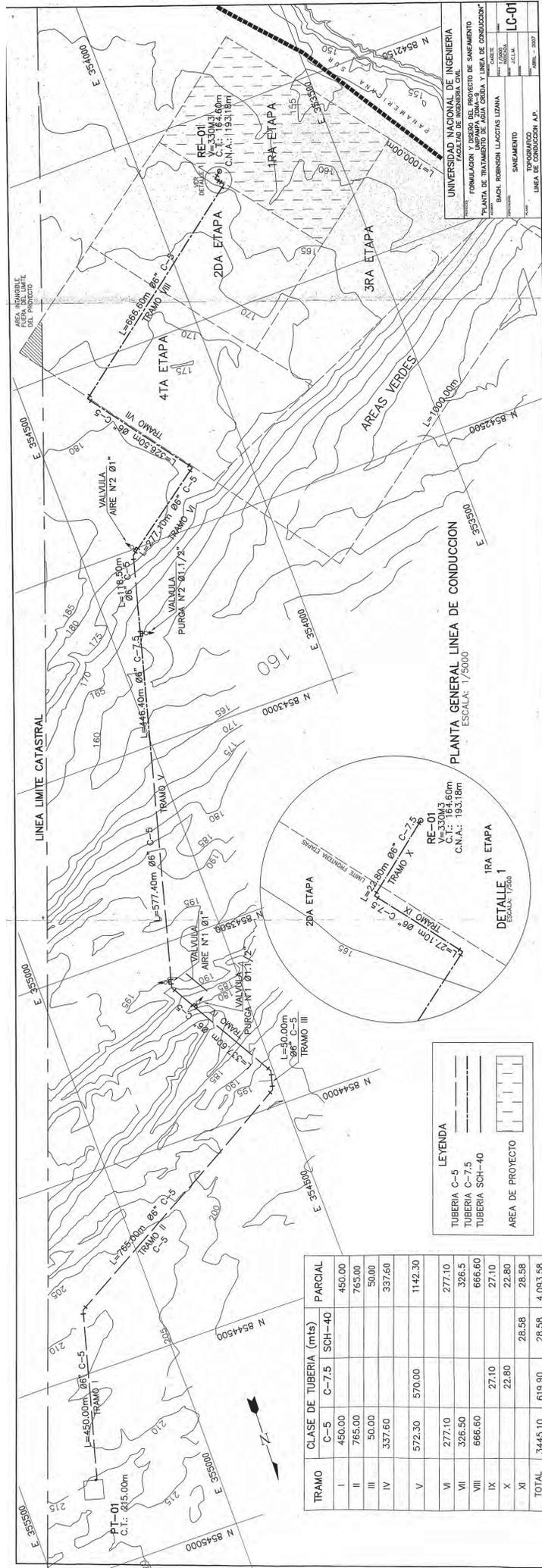


PERFIL DE LA RED COLECTORA TRAMO I  
ESCALA H: 1/2000  
V: 1/20



PERFIL DE LA RED COLECTORA TRAMO II

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO URBANO ZONA-9  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA Y LINEA DE CONDUCCION  
BACH. ROBINSON LLACCTAS LIZANA  
SANEAMIENTO  
LD-1  
PLANTA Y PERFIL HIDRAULICO DE LA LINEA DE DESAGUE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE SANITARIO  
 PLANTA GENERAL LINEA DE CONDUCCION  
 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CORDA Y LINEA DE CONDUCCION  
 BACH ROBINSON LLACTAS LIZANA  
 CARRERA: TOPOGRAFICO  
 TITULO: LINEA DE CONDUCCION A.P.  
 AÑO: 2007

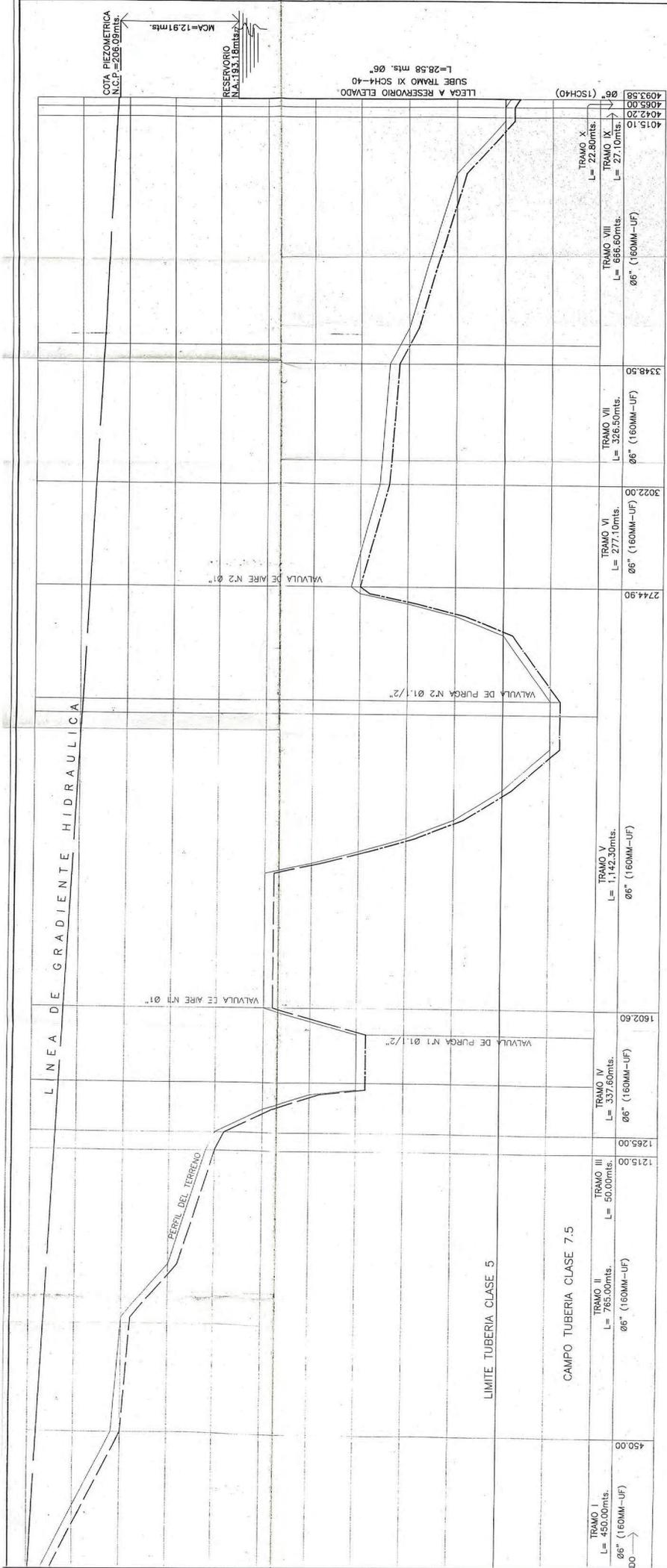
PLANTA GENERAL LINEA DE CONDUCCION  
 ESCALA: 1/5000

1RA ETAPA  
 DETALLE 1  
 ESCALA: 1/250

LEYENDA

- TUBERIA C-5
- TUBERIA C-7.5
- TUBERIA SCH-40
- AREA DE PROYECTO

TRAMO	CLASE DE TUBERIA (mts)			PARCIAL
	C-5	C-7.5	SCH-40	
I	450.00			450.00
II	765.00			765.00
III	50.00			50.00
IV	337.60			337.60
V	572.30	570.00		1142.30
VI	277.10			277.10
VII	326.50			326.50
VIII	666.60			666.60
IX	27.10			27.10
X	22.80			22.80
XI		28.58		28.58
TOTAL	3445.10	619.90	28.58	4.093.58



PERFIL HIDRAULICO LINEA DE CONDUCCION  
 ESCALA: H: 1/5000  
 V: 1/200

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO  
 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA Y LINEA DE CONDUCCION  
 TITULO: BACH. ROBINSON LACATAS UZANA  
 MATERIA: SANEAMIENTO  
 FECHA: 2007  
 PH-2

COTA PIEZOMETRICA  
 N.C.P. = 206.09mts.  
 MCA=12.91mts.  
 RESERVOIRIO  
 N.A.: 193.18mts

LLEGA A RESERVOIRIO ELEVADO  
 L=28.58 mts. Ø6"

4015.10  
 4042.20  
 4085.00  
 4093.99  
 (SCH40)

LINEA DE GRADIENTE HIDRAULICA

PERFIL DEL TERRENO

VALVULA DE AIRE N.º 01"

VALVULA DE AIRE N.º 01"

VALVULA DE PURGA N.º 01.1/2"

VALVULA DE PURGA N.º 01.1/2"

LIMITE TUBERIA CLASE 5

CAMPO TUBERIA CLASE 7.5