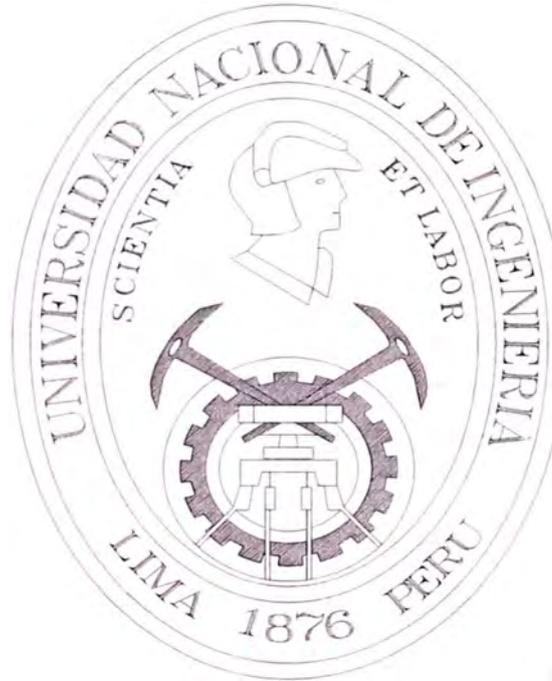


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE
SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 10
"POTABILIZACION Y LINEA DE CONDUCCION AL
RESERVORIO"**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ORLANDO ALEGRE GIRALDO

Lima-Perú

2007

RESUMEN

El presente informe, presenta una alternativa de solución, ante la disyuntiva de abastecer de agua potable, a una población rural ubicada en la zona denominada Unipampa Zona 10, en la Provincia de Cañete.

El primer paso será determinar si el Río Cañete, que abastecerá de agua a la zona denominada Unipampa Zona 10, tiene características físico químicas que se encuentran dentro de los límites mínimos que exigen las normas peruanas para considerar una fuente de agua potable o si requiere de algún tratamiento.

Se plantea la necesidad de construir una planta de potabilización de filtros lentos, para ello se describe los elementos que componen el sistema, el diseño hidráulico, el procedimiento constructivo, el costo y el tiempo de ejecución de la obra.

La planta de tratamiento de filtros lentos a través de mecanismos físicos y biológicos, destruye los microorganismos existentes en el afluente, lo que constituye una tecnología limpia a través de la cual es posible purificar el agua, sin crear una fuente adicional de contaminación para el ambiente, y además los procesos constructivos que la componen son sencillos y conocidos, siendo también de fácil operación y mantenimiento.

También es materia de este informe el diseño hidráulico de la línea de conducción desde la planta de potabilización hasta el reservorio, la cual será a través de una tubería de polivinilo de cloruro (PVC) de Clase 7.5, por ser la más económica, flexible, durable, anticorrosiva, de poco peso y de fácil transporte e instalación.

INTRODUCCION

La filtración lenta en arena, es el sistema de tratamiento de agua más antiguo utilizado por la humanidad. Es muy sencillo y efectivo porque simula exactamente el proceso de purificación que se da en la naturaleza, al atravesar el agua de lluvia los estratos de la corteza terrestre hasta encontrar los acuíferos o ríos subterráneos.

Las nuevas técnicas calificaron de obsoleto al filtro lento debido a que, como es más simple que cualquiera de las innovaciones más recientes, se suponía que esta debía ser necesariamente inferior. Por lo que resulta extraño que pese a ser el proceso más antiguo, es uno de los menos comprendidos y del que menos investigaciones se han realizado respecto a su comportamiento y eficiencia.

Si bien el proceso que se desarrolla en los filtros lentos de arena es en forma natural, sin la aplicación de ninguna sustancia química, la clorificación del agua se produce una vez salida de la planta de tratamiento, si requiere un buen diseño así como de una apropiada operación y cuidadoso mantenimiento para no reducir su eficiencia.

En la zona de estudio denominada Unipampa Zona 10, en la Provincia de Cañete, se proyecta lotizar un área destinada a formar una comunidad rural, la cual se provisionara de productos agrícolas provenientes de la cosechas, que ellos mismos trabajaran en áreas cercanas a sus viviendas, lo cual les servirá para su supervivencia y será una fuente de trabajo para ellos, por lo que, el sistema de abastecimiento de agua debe estar conformado por estructuras que tengan un procedimiento simple, y que utilicen recursos de bajo costo, dado que la población estará compuesta por personas de escasos recursos económicos.

Es así que el proyecto presenta una alternativa de solución a la carencia de agua en la zona de estudio, por lo que, se abre una posibilidad de desarrollo en un terreno por ahora árido y seco.

	Páginas
Resumen	2
Introducción	3
CAPITULO 1- Características de las Aguas Superficiales del Río Cañete	6
1.1 . Ubicación	7
1.2. Características del agua	7
1.2.1. Funciones biológicas del agua	7
1.2.2. Contaminantes del agua	8
1.2.3. Causas de la contaminación del agua	9
1.2.4. Efectos de la contaminación del agua	9
1.2.5. Requisitos para que el agua sea potable	10
1.3. Requisitos de calidad	10
CAPITULO 11- Potabilización del agua	15
2.1. Definición	16
2.2. Clasificación de las aguas	16
2.3. Disposición de las unidades de tratamiento	17
CAPITULO 111- Diseño Hidráulico de la Planta de Tratamiento	22
3.1. Definición,	23
3.2. Caudal de diseño	23
3.3. Selección de la Planta de Tratamiento de agua	27
3.4. Filtros Lentos	29
3.4.1. Partes de un filtro lento	29
3.5. Diseño Hidráulico de una planta de filtro lento modificado	31
CAPITULO IV.- Diseño Hidráulico de la línea de conducción al reservorio	44
4.1. Definiciones	45
4.2. Criterio de diseño	45
4.2.1. Carga disponible	46
4.2.2. Selección de la tubería	46
4.3. Resistencia mecánica del material	50
4.3.1. Diámetros	50
4.4. Estructuras Complementarias	51

4.5. Línea de Gradiente Hidráulico (LGH)	53
4.6. Pérdida de Carga	53
4.6.1. Pérdida de Carga por tramo	53
4.6.2. Presión y Cota Piezométrica	54
4.7. Diseño Hidráulico de la Línea de Conducción	54
CAPITULO V.- Construcción de la Planta de filtros lentos	57
5.1. Procedimientos constructivos de las operaciones de construcción más significativas	58
5.2. Costos y Presupuestos de la Obra	61
5.3. Programación de la Obra	63
Conclusiones	64
Recomendaciones	65
Bibliografía	66
Anexos	67

CAPITULO 1

CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL RIO CAÑETE

1.1 Ubicación

El terreno materia de este estudio se encuentra ubicado en Pampa Cinco Cruces, en el Departamento de Lima, Provincia de Cañete, Distrito de San Vicente de Cañete. El acceso a la zona es por la Carretera Panamericana Sur, situada a la altura del Km. 159 de la Panamericana Sur.

Para abastecer de agua potable a la población ubicada en la zona de estudio antes indicada, se proyecta la captación de las aguas superficiales del Río Cañete, aguas arriba de la actual bocatoma que abastece al distrito de Nuevo Imperial.

La bocatoma está diseñada para captar un caudal de $1\text{m}^3/\text{s}$, siendo destinado un caudal de 10 l/s , para el diseño de la planta de tratamiento de potabilización del proyecto de Saneamiento Unipampa Zona 10, el resto se destinará para el riego de plantaciones cercanas a la zona.

1.2 Características del agua¹

1.2.1 Funciones biológicas del agua

El agua es esencial para todos los tipos de vida. Pueden resumirse en cinco las principales funciones biológicas del agua:

1. Es un excelente disolvente, especialmente de las sustancias iónicas y de los compuestos polares. Incluso muchas moléculas orgánicas no solubles - como los lípidos o un buen número de proteínas/ forman, en el agua, dispersiones coloidales, con importantes propiedades biológicas.
2. Participa por sí misma, como agente químico reactivo, en las reacciones de hidratación, hidrólisis y oxidación/reducción, facilitando otras muchas.
3. Permite el movimiento en su seno de las partículas disueltas (difusión) y constituye el principal agente de transporte de muchas sustancias nutritivas, reguladoras o de excreción.
4. Gracias a sus notables características térmicas (elevados calor específico y calor de evaporación) constituye un excelente termorregulador, una propiedad que permite el mantenimiento de la vida de los organismos en una amplia gama de ambientes térmicos.

¹ Perez Carrion Jase, Canepa de Vargas Lidia; Filtración Lenta, Manual 1; Anexo 1; Pag.1

5. Interviene, en especial en las plantas, en el mantenimiento de la estructura y la forma de las células y de los organismos.

1.2.2. Contaminantes del agua

Debe considerarse el agua contaminada cuando una sustancia o condición altere su composición o estado, de tal modo que ya no reúna las condiciones a la que se les hubiera destinado en su estado normal. Existen diferentes agentes que pueden producir la contaminación del agua, entre los que se pueden mencionar:

Agentes patógenos: Bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran al agua provenientes de desechos orgánicos.

Desechos que requieren oxígeno: Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.

Sustancias químicas inorgánicas: Ácidos, compuestos de metales tóxicos (Mercurio, Plomo), envenenan el agua.

Sustancias químicas orgánicas: Petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes que amenazan la vida.

Sedimentos o materia suspendida: Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.

Sustancias radiactivas: estas pueden causar defectos congénitos y cáncer.

Calor: Ingresos de agua caliente que disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables.

1.2.3 Causas de la contaminación del agua

1. Aguas residuales urbanas (aguas negras), las cuales contienen los residuos colectivos de la vida diaria.
2. Aguas de origen industrial (petroquímicas, de carbón y otras).
3. Contaminación de origen agrícola (plaguicidas y abonos de estiércol).
4. Los detergentes. Estos son desechados con las aguas residuales, tanto domésticas como industriales.
5. Los plaguicidas. Contaminan los ríos y el mar al ser arrastrados o lavados de los campos de cultivo por la acción de las lluvias.
6. Petróleo. Averías de buques petroleros, derrames de yacimientos submarinos, la extracción del producto frente a las costas.
7. Organismos vivos (virus, bacterias, protozoarios) que provienen de las aguas del alcantarillado (aguas negras o residuales).
8. Sustancias químicas (nitratos, mercurio, cianuro, el plomo arrastrado de la tierra por las aguas pluviales, plaguicidas y otros).
9. Elementos nutritivos (los fosfatos procedentes de los detergentes y los desechos humanos que se encuentran en las aguas negras).

1.2.4 Efectos de la contaminación del agua

1. Enfermedades infecciosas, causadas por las aguas negras.
2. Enfermedades ocasionadas por la presencia en el agua de tóxicos químicos.
3. Enfermedades cuando el agente infeccioso se encuentra en el seno de otros organismos que viven en el agua (larvas de mosquitos, biliarzia).
4. Muerte de la vida acuática.
5. Se contaminan los alimentos.

6. Las algas crecen en exceso (causado por las aguas negras).
7. Enfermedades que engloban trastornos nerviosos, digestivos y renales (causado por el plomo).

1.2.5 Requisitos para que el agua sea potable

1. **Color:** Debe ser incolora, el color proviene de la materia orgánica en suspensión.
2. **Olor:** Debe ser completamente inodora, aún después de haber estado almacenada durante varios días.
3. **Sabor:** Debe ser de gusto agradable, éste está dado por las sales que contiene.
4. **Turbiedad:** Debe ser límpida, la turbiedad depende del material orgánico e inorgánico. Las aguas superficiales son turbias.
5. **Requisitos microbiológicos:** Debe estar exenta de gérmenes patógenos.
6. **Requisitos químicos:** Debe carecer de elementos químicos tóxicos en proporciones que superen los límites considerados como admisibles. Además, debe tener pocas sales minerales disueltas, pues su exceso la haría agua pesada.

1.3 Requisitos de calidad

Legislación Vigente

- a) Respecto de la calidad del agua, la Ley General de Aguas aprobada mediante Decreto Supremo N° 007-83-SA y modificada mediante Decreto Supremo N° 003-2003-SA publicada el 29/01/2003 en el Diario Oficial el Peruano, establece que:
Corresponde al Ministerio de Salud
 - Vigilar el cumplimiento de las normas sobre vertimientos, pudiendo detectar las medidas necesarias para tal efecto.
 - Calificar los cursos de agua, de acuerdo al uso al que se les habrá de destinar y revisar periódicamente esta clasificación.

- Establecer los límites de concentración permisible de sustancias nocivas que pueden contener las aguas, según el uso que se destinen. (Estándares de calidad ambiental vigentes).

Además en el capítulo IV de dicha Ley, se determina la clasificación de los cursos de agua y de las zonas costeras del país, así el artículo 81° dice:

Art. 81°.- "La calidad de los cuerpos de agua se clasificarán de la siguiente manera:"

I. Agua de Abastecimiento doméstico como simple desinfección.

II. Agua de Abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración, aprobados por el Ministerio de Salud.

III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.

IV. Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares).

V. Aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos.

VI. Aguas de zona de preservación de Fauna Acuática y Pesca Recreativa o Comercial.

1- Tabla 1. LIMITES BACTERIOLOGICOS (VALORES EN N.P./100 MIL)*
USOS

	I	II	III	IV	V	VI
Coliformes Totales	8.8	20,000	5,000	5,000	1,000	20,000
Coniformes fecales	0	4,000	1,000	1,000	200	4,000

* Entendidos como valor máximo en 80% de 5 ó mas muestras mensuales

Fuente : Ley General de Aguas. Decreto Supremo N° 007-83-SA

11- Tabla 2. LIMITES DE DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO) 5 DIAS,
 20° C Y DE OXIGENO DISUELTO (O.D.) VALORES.EM MG/L

USOS

	I	II	III	IV	V	VI
D.B.O. 5	5	15	10	10	10	
O.O.	3	3	3	3	5	4

Fuente : Ley General de Aguas. Decreto Supremo N° 007-83-SA

111- Tabla 3. LIMITES DE SUSTANCIAS POTENCIALMENTE PELIGROSAS
 VALORES EN MG/M3
 USO (2)

PARAMETROS	I	II	III	V	VI
Selenio	10	10	50	5	10
Mercurio	2	2	10	0.1	0.2
PCB	1	1	1+	2	2
Esteres Estalatos	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cadmio	10	10	50	0.2	4
Cromo	50	50	1,000	50	50
Níquel	2	2	1+	2	••
Cobre	1,000	1,000	500	10	•
Plomo	50	50	100	10	30
Zinc	5,000	5,000	25,000	20	••
Cianuros (CN)	200	200	1+	5	5(•)
Fenoles	0.5	0.5	1+	1	100
Sulfuros	1	1	1+	2	2
Arsénico	100	100	200	10	50
Nitratos (N)	10	10	100	N.A.	N.A.

NOTAS:

*.- Pruebas de 96 horas LC50 multiplicadas por 0.1

**.- Pruebas de 96 horas multiplicadas por 0.02

LC50.- Dosis letal para provocar 50% de muertes o inmovilización de la especie del B10 ENSAYO

1+.- Valores a se determinados. En caso de sospechar su presencia se aplicará los valores de la columna V provisionalmente.

(2).- Para el uso de aguas IV no es aplicable

N.A.- Valor no aplicable.

Fuente : Ley General de Aguas. Decreto Supremo N° 007-83-SA

b) Mediante Resolución Suprema del 17 de Dic. de 1946 se aprobó el Reglamento de los Requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables, e indica en su Capítulo IV, Artículo N° 4, lo siguiente:

b.1 . Características Físicas : La turbidez no debe exceder de 10 p.p.m. (10 MG./l., 10 UNT).

b.2. El color no deberá exceder de 20 en la escala standard de cobalto entendiéndose que el agua debe ser filtrada antes de proceder a la determinación del color para que no haya recubrimiento debido a la turbidez en la escala de color; la unidad es el producido en 1 MG. de platino en un litro de agua.

b.3. El agua no debe tener olores ni sabores desagradables.

b.4. El agua no debe contener exceso de mineral soluble ni exceso de las sustancias químicas que se emplean para tratarlas.

b.4.1. La presencia de plomo en exceso de 1 p.p.m., de fluor en exceso de 2 p.p.m., de arsénico en exceso de 0.1 p.p.m., de selenio en exceso de 0.05 p.p.m., constituye razón para rechazar el agua.

b.4.2. Las siguientes sustancias químicas será preferible que no se encuentren en el agua en cantidad mayor que la que se señala.

Cobre (Cu) no mas de 3.00 p.p.m. (mg/l)

Fierro y Manganeso juntos no mas de 0.5 p.p.m.

Magnesio (Mg) no mas de 125 p.p.m.

Zinc (Zn) no mas de 15 p.p.m.

Cloruros (Cl) no mas de 250 p.p.m.

Sulfatos (So₄) no mas de 250 p.p.m.

Sólidos totales hasta 1,000 p.p.m. preferiblemente 500 p.p.m.

En aguas tratadas el pH no debe ser mayor de 10.6 y la alcalinidad debida a carbonatos no excederá de 120 p.p.m.

Comparación entre las aguas a tratar en el Proyecto y las normas vigentes

Tenemos que para el Proyecto de Saneamiento UNIPAMPA ZONA 10 de acuerdo al uso de la población del presente Proyecto, las aguas deben cumplir con los requisitos bacteriológicos y físico químicos estipulados para el **Tipo 11**, es decir, para Aguas de Abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de filtración y cloración, aprobados por el Ministerio de Salud.

Por lo que, para determinar las características de las aguas superficiales del Río Cañete, captadas por la bocatoma, recurrimos a los resultados de los análisis físico químicos de muestras de agua de río en el Distrito el Nuevo Imperial en Cañete, cercano al punto de captación, tomadas en el campo y al informe dado

por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) para la empresa DEEPA/GTCI - Proyecto Camisea. (Ver anexos).

Tabla 4. COMPARACION DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL RIO CAÑETE PARA EL PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 10 Y LAS NORMAS VIGENTES.

	ph a 20°C	Turbidez (UNT)	Sólidos Totales Suspendidos (p.p.m.)	Oxígeno Disuelto (p.p.m.)	DBO (p.p.m.)	Plomo (MG PB/L)
Muestra del Río Cañete	7.85	34	418	9.73	<LDM=2	<LDM=0.025
Límites para considerar el agua potable	10.6	10	500	3	5	1

	Cobre (MG Cu/L)	Fierro (MG Fe/L)	Zinc (MG Zn/L)	Sulfatos (p.p.m.)	Cloruros (p.p.m.)
Muestra de Río Cañete	0.021	0.189	0.083	223	34
Límites para considerar el agua potable	3	0.5	15	250	250

Fuente : Informe de Ensayo N° 0526 efectuado por DIGESA para DEEPA / GTCI Proyecto Camisea y Análisis del Laboratorio Químico de la FIC-UNI para el Proyecto de Saneamiento Unipampa Zona X.

Realizando la comparación entre las características físico químicas y bacteriológicas estipulados por la normatividad vigente para las Aguas Tipo 11, de acuerdo a las Tablas 1, 2 y 3, y el resultado de los análisis de las aguas superficiales del río Cañete, ver Tabla 5, tenemos que el parámetro de cantidad de Oxígeno Disuelto es aquel que debe tratarse para estar dentro del límite permitido que es 3 ppm. Además según la Resolución Suprema del 17 de Diciembre de 1946 tenemos que se debe disminuir el índice de turbidez a 10 UNT.

CAPITULO 11

POTABILIZACION DEL AGUA

2.1 Definición

La potabilización es un conjunto de procesos que tornan el agua cruda en agua apta para el consumo humano.

El agua potable no es una agua pura sino aquella que es incapaz de dañar la salud.

El agua para beber debe cumplir con una serie de requisitos de calidad física, química y biológica.

Desde el punto de vista físico el agua debe ser translúcida, con una turbiedad y color mínimo, inodoro e insípido.

2.2 Clasificación de las Aguas

El R.N.E. reconoce los siguientes tipos de aguas naturales para abastecimiento público: 1, 11A A y 11B.

TIPOS DE AGUAS NATURALES PARA ABASTECIMIENTO PÚBLICO

TIPO	DESCRIPCIÓN
Tipo 1	Aguas subterráneas o superficies provenientes de cuencas con características básicas definidas en el CUADRO 1 y demás características que satisfagan los patrones de potabilidad.
Tipo 11-A	Aguas subterráneas o superficies provenientes de cuencas con características básicas definidas en el CUADRO 1 y que cumplen los patrones de potabilidad mediante un proceso de tratamiento que no exija coagulación.
Tipo 11- B	Aguas superficiales provenientes de cuencas con características básicas definidas en el CUADRO 1 y que exijan coagulación para poder cumplir con los patrones de potabilidad.

CUADRO 1

PARAMETRO	Tipo 1	Tipo 11-A	Tipo 11- B
DBO media (mg/L)	0 - 1.5	1.5-2.5	2.5-5
DBO máxima (mg/L)	3	4	5
* Coliformes totales	< 8,8	< 3000	< 20000
* Coliformes termoresistentes (+)	0	< 500	< 4000

* En el 80% de un número mínimo de 5 muestras mensuales.

(+) Anteriormente denominados coliformes fecales.

- * En el 80% de un número mínimo de 5 muestras mensuales.
- (+) Anteriormente denominados coliformes fecales.

TRATAMIENTO MÍNIMO PARA CADA TIPO DE AGUA

TIPO	TRATAMIENTO
Tipo 1	Desinfección
Tipo 11-A	Desinfección y además: <ul style="list-style-type: none"> a. Desinfección simple para aguas que contienen sólidos sedimentables, cuando por medio de este proceso sus características cumplen los patrones de potabilidad, o b. Filtración, precedida o no de decantación para aguas cuya turbiedad natural, medida a la entrada de filtro lento es siempre inferior a 40 unidades nefelométricas de turbiedad (UNT) siempre que sea de origen coloidal, y el color permanente siempre sea inferior a 40 unidades de color verdadero referidas al patrón de platino - cobalto.
Tipo 11- B	Coagulación seguida o no de decantación, filtración en filtros rápidos y desinfección.

2.3 Disposición de las unidades de tratamiento

- Las unidades deben ser dispuestas de modo que permitan el flujo de agua por gravedad, desde el lugar de llegada del agua cruda a la planta hasta el punto de salida del agua tratada.

- De existir unidades en paralelo deben tener flexibilidad de aislamiento para la operación y mantenimiento. No se permiten diseños con una sola unidad por proceso. Se exceptúan los procesos de mezcla rápida y floculación.

Un filtro lento consta de una caja o tanque que contiene una capa sobrenadante de agua que se va a desinfectar, un lecho filtrante de arena, drenajes y un juego de dispositivos de regulación y control.

La filtración lenta es un proceso que se desarrolla en forma natural, sin la aplicación de ninguna sustancia química, pero requiere un buen diseño, así

como una apropiada operación y cuidadoso mantenimiento para no afectar el mecanismo biológico del filtro ni reducir la eficiencia de remoción microbiológica.

Huisman & Word describieron en 1974 el método de desinfección por medio de la filtración lenta, como la circulación del agua cruda a baja velocidad a través de un manto poroso de arena. Durante el proceso, las impurezas entran en contacto con la superficie de las partículas del medio filtrante y son retenidas, desarrollándose adicionalmente procesos de degradación química y biológica que reducen la materia retenida a formas más simples, las cuales son llevadas en solución o permanecen como material inerte hasta un subsecuente retiro o limpieza.

El agua cruda que ingresa a la unidad permanece sobre el medio filtrante tres a doce horas, dependiendo de las velocidades de filtración adoptadas. En este tiempo, las partículas más pesadas que se encuentran en suspensión se sedimentan y las partículas más ligeras se pueden aglutinar, lo que facilita su remoción posterior. Durante el día, bajo la influencia de la luz solar, se produce el crecimiento de las algas, las cuales absorben bióxido de carbono, nitratos, fosfatos y otros nutrientes del agua para formar material celular y oxígeno. El oxígeno así formado se disuelve en el agua, entra en reacción química con las impurezas orgánicas y hace que estas sean más asimilables por los microorganismos.

En la superficie del medio filtrante se forma una capa constituida por material de origen orgánico, conocida con el nombre de "piel de filtro", a través de la cual tiene que pasar el agua antes de llegar al propio medio filtrante. Esta piel de filtro o capa biológica está formada principalmente por algas y otras numerosas formas de vida, como plancton, diatomeas, protozoarios, rotíferas y bacterias. La acción intensiva de estos microorganismos atrapa, digiere y degrada la materia orgánica contenida en el agua. Las algas muertas, así como las bacterias vivas del agua cruda son también consumidas en este proceso. Al mismo tiempo que se degradan los compuestos nitrogenados se oxigena el nitrógeno. también se remueve algo de color y una considerable proporción de partículas inertes en suspensión es retenida por cernido.

Una vez que el agua pasa a través de la piel de filtro, entra al lecho filtrante y es forzada a atravesarlo en un proceso que normalmente toma varias horas y en el

que se desarrollan diversos procesos físicos y biológicos que constituyen el proceso final de purificación.

Mecanismos de la desinfección mediante filtración lenta

En el proceso de filtración lenta actúan varios fenómenos o mecanismos físicos previos al mecanismo biológico que desinfecta al agua. Estos mecanismos son muy importantes, dado que permiten la concentración y adherencia de las partículas orgánicas al lecho biológico para su biodegradación.

Mecanismo de transporte

Esta etapa de remoción bastante hidráulica ilustra los mecanismos mediante los cuales ocurre la colisión entre las partículas y los granos de arena. Estos mecanismos son: cernido, intercepción, sedimentación, difusión y flujo intersticial.

Cernido : En este mecanismo, las partículas de mayor tamaño que los intersticios del material filtrante son atrapadas y retenidas en la superficie del medio filtrante.

Intercepción : Mediante este mecanismo las partículas pueden colisionar con los granos de arena.

Sedimentación : Este mecanismo permite que las partículas sean atraídas por la fuerza de gravedad hacia los granos de arena, lo que provoca su colisión. Este fenómeno se incrementa apreciablemente por la acción de fuerzas electrostáticas y de atracción de masas.

Difusión : Se produce cuando la trayectoria de la partícula es modificada por micro variaciones de energía térmica en el agua y los gases disueltos en ella, lo cual puede provocar su colisión con un grano de arena.

Flujo intersticial : Este mecanismo se refiere a las colisiones entre partículas debido a la unión y bifurcación de líneas de flujo que devienen de la tortuosidad de los intersticios del medio filtrante. Este cambio continuo de dirección de flujo crea mayor oportunidad de colisión.

Mecanismo de adherencia

Este mecanismo es el que permite remover las partículas que, mediante los mecanismos antes descritos, han colisionado con los granos de arena del medio filtrante. La propiedad adherente de los granos de arena es proporcionada por la

acción de las fuerzas eléctricas, acciones químicas y atracción de masas así como por película biológica que crece sobre ellos, y en la que se produce la depredación de los microorganismos patógenos por organismos de mayor tamaño tales como los protozoarios y rotíferas.

Mecanismo biológico de la desinfección

La remoción total de las partículas en este proceso se debe al efecto conjunto del mecanismo de adherencia y el mecanismo biológico. Es necesario que para que el filtro opere como un verdadero "sistema de desinfección" se haya producido la formación de la piel de filtro vigorosa y en cantidad suficiente. Solo cuando se ha llegado a este punto, el filtro lento podrá operar correctamente. Entonces se dice que el filtro (o el manto) "esta maduro".

Al iniciarse el proceso, las bacterias depredadoras o benéficas transportadas por el agua utilizan como fuente de alimentación el depósito de materia orgánica y pueden multiplicarse en forma selectiva, lo que contribuye a la formación de la película biológica del filtro. Estas bacterias oxidan la materia orgánica para obtener la energía que necesitan para su metabolismo (desasimilación) y convierten parte de esta en material necesario para su crecimiento (asimilación). Así las sustancias y materia orgánica muerta se convierten en materia viva. Los productos de la desasimilación son llevados por el agua a profundidades mayores y son utilizados por otros organismos.

El contenido bacteriológico está limitado por el contenido de materia orgánica en el agua cruda y es acompañado de un fenómeno de mortalidad concomitante, durante el cual se libera materia orgánica para ser utilizada por las bacterias de las capas más profundas y así sucesivamente. De este modo, la materia orgánica degradable presente en el agua cruda se descompone gradualmente en agua, dióxido de carbono y sales relativamente inocuas, como sulfatos, nitratos y fosfatos (proceso de mineralización), los cuales son descargados en el efluente de los filtros.

La actividad bacteriológica descrita es más pronunciada en la parte superior del lecho filtrante y decrece gradualmente con la profundidad y la disponibilidad de alimento. Cuando se limpian las capas superiores del filtro se remueven las bacterias, siendo necesario un nuevo periodo de maduración del filtro hasta que se logre desarrollar la actividad bacteriológica necesaria. A partir de 0.30 m a 0.50 m de profundidad, la actividad bacteriológica disminuye o se anula

(dependiendo de la velocidad de filtración); en cambio, se producen reacciones bioquímicas que convierten a los productos de degradación microbiológica (como aminoácidos) en amoníaco y a los nitritos en nitratos (nitritificación).

Como el rendimiento del filtro lento depende principalmente del proceso biológico, mientras la capa biológica esta desarrollándose, la eficiencia es baja y no debe considerarse al filtro lento como un eliminador de materia orgánica, sino como un mejorador de la calidad del agua, sobretodo de la turbiedad.

La maduración de un filtro lento puede demorar de dos a cuatro semanas.

Subproductos de la desinfección mediante filtración lenta

Los subproductos del proceso de filtración lenta son sustancias naturales de degradación biológica sin ningún riesgo para la salud, ya que el proceso no requiere sustancias químicas que reaccionen con la materia disuelta en el agua. En tal sentido, los subproductos de la filtración lenta son dióxido de carbono y sales relativamente inocuas, como sulfatos, nitratos y fosfatos, además de un contenido bajo de oxígeno disuelto. Estas condiciones pueden ser revertidas con un proceso de aireación.

CAPITULO 11

DISEÑO HIDRÁULICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

3.1 Definición

Una planta de tratamiento de filtros lentos, es aquella estructura en la cual se desarrolla una secuencia de operaciones o procesos unitarios, convenientemente seleccionados con el fin de remover totalmente los contaminantes microbiológicos presentes en el agua cruda y parcialmente los físicos y químicos, hasta llevarlos a los límites aceptables estipulados por las normas.

3.2 Caudal de Diseño

La capacidad de la planta de tratamiento de filtros lentos debe satisfacer :

El caudal de diseño: $QD = Q_{md} = k_1 * Q_m$

Donde k_1 es el coeficiente de variación de consumo diario.

Según el RNE : k_1 debe variar de 1.2 a 1.5. En este caso emplearemos un valor de 1.3.

Para el cálculo del caudal de diseño de la población del Proyecto de Saneamiento UNIPAMPA Zona 10, utilizaremos el Método Analítico.

Método Analítico

Presupone que el cálculo de la población para una región dada es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo en que estos se han medido.

Dentro de los métodos analíticos tenemos el aritmético, geométrico, de la curva normal, logístico, de la ecuación de segundo grado, el exponencial, de los incrementos y de los mínimos cuadrados. Emplearemos la fórmula del Método de Interés Simple.

Método de Interés Simple:

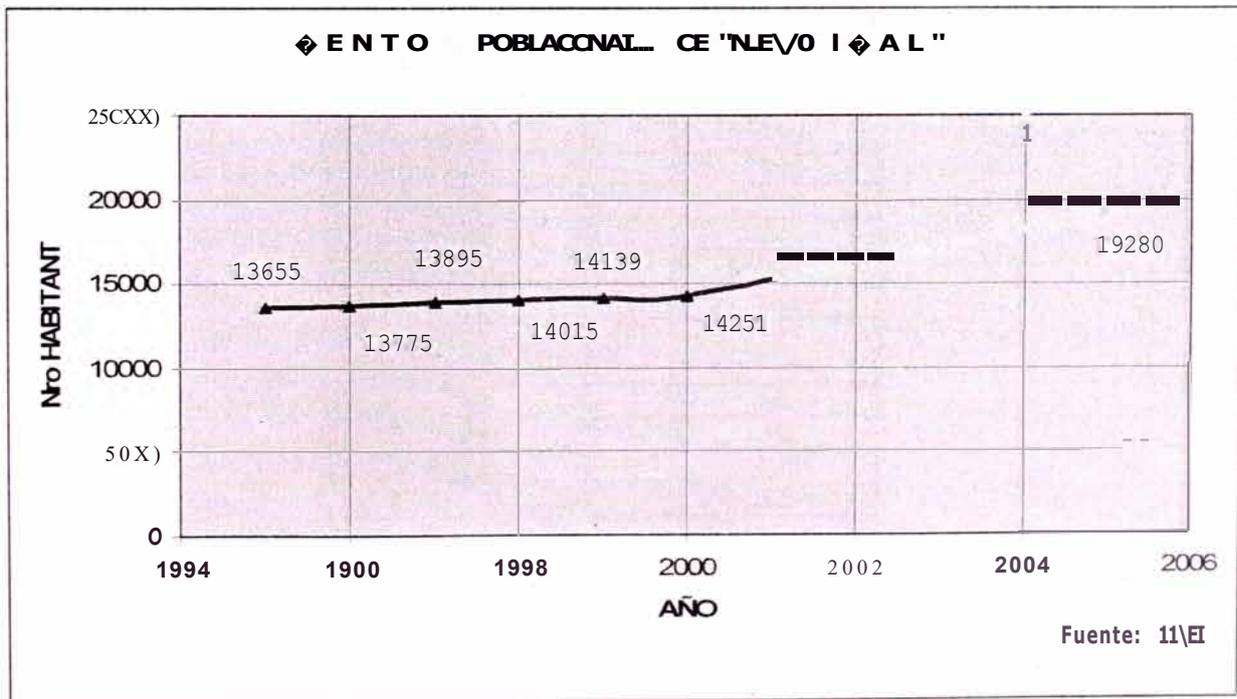
$$r = \left(\frac{P_{i+1} - P_i}{P_i(t_{i+1} - t_i)} \right), \quad P_f = P_a(1 + r(t - t_0))$$

r: tasa de crecimiento

Cálculo de la tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento se calcula tomando como referencia una localidad cercana a la zona del proyecto como es "Nueva Imperial".

AÑO	Pa (hab.)	t años	P Pf-Pa	Paxt	r P/Paxt	rx
1995	13655	-	-	-	-	-
1996	13775	1	120	13775	0.0087	0.009
1997	13895	1	120	13895	0.0086	0.009
1998	14015	1	120	14015	0.0086	0.009
1999	14139	1	124	14139	0.0088	0.009
2000	14251	1	112	14251	0.0079	0.008
2005	19280	5	5029	96400	0.0522	0.261
TOTAL		10				0.303



$$r = \frac{\text{Total rx}}{\text{Total t}}$$

Así tenemos una tasa de crecimiento :

$$r = 0.0303$$

Cálculo de la población de diseño

El cálculo de la población futura se hará en base a índices adoptados del histórico del crecimiento poblacional intercensal de la provincia a la que pertenece la localidad, como resultado del mismo análisis se adoptará el siguiente método de cálculo:

$$Pf = Pa \times \left(1 + \frac{n \times t}{1000} \right)$$

Pf = Población futura

Pa = Población actual

n = %o tasa de crecimiento

t = período en años (20 años)

POBLACION ACTUAL

MANZANA	VIVIENDAS	HABITANTES
MZ A	28	196
MZ B	33	231
MZ C	36	252
MZ D	30	210
MZ E	24	168
MZ F	20	140
MZ G	30	210
MZ H	20	140
MZ I	18	126
MZ J	19	133
MZ K	20	140
MZ L	26	182
MZ M	10	70
MZ O	18	126
TOTAL	332	2324

n = r% = 30.3 por cada 1000 habitantes (30.3%o)

Con el valor de "r" y reemplazando en la ecuación se determina la población futura como se indica a continuación:

$$Pf = 2324 \times \left(1 + \frac{30.3 \times 20}{1000} \right)$$

Pf = 3733 hab.

Dotaciones:

Considerando los factores que determinan la variación de la demanda de consumo de agua en las diferentes localidades rurales; se asignan las dotaciones en base al numero de habitantes y a las diferentes regiones del país.

Dotación por número de habitantes

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

POBLACION (habitantes)	DOTACION (l/hab./dia)
hasta 500	60
500-1000	60-80
1000-2000	80-100

Dotación por región

Fuente: Ministerio de Salud (1984)

REGION	DOTACION (l/hab./dia)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Dotación por tamaño de la población y clima

Fuente: R.N. C.

POBLACION (habitantes)	CLIMA	
	Frio	Templado y calido
2,000-10,000	120 l/h/d	150 l/h/d
10,000-50,000	150 l/h/d	200 l/h/d
MAS DE 50,000	200 l/h/d	250 l/h/d

Consumo promedio diario anual (Qm)

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de diseño, expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Q_m = \frac{\text{Dot (litro/hab/día)} \times \text{Poblacion(hab)}}{86400} \quad (\text{litro/s})$$

Q_m = Consumo promedio diario (l/s)

P_f = población futura (hab)

Entonces calculando tenemos:

$P_f = 3\,733$ hab.

Dotación = 150 l/h/d

Reemplazando en la fórmula tenemos:

$Q_m = 6.48$ l/s

Entonces para el diseño de las estructuras el Caudal máximo diario es :

$Q_{md} = k_1 * Q_m = 1.3 * 6.48 = 8.42$ l/s

3.3 Selección de la Planta de Tratamiento de Agua

Para determinar la elección de la Planta de Tratamiento del Proyecto Unipampa Zona 10, esto depende de las características físicas, químicas y microbiológicas establecidas por la calidad del río Cañete. Se debe evaluar el costo por m³ de agua tratada y su impacto en la tarifa del agua.

Los factores a tomar en cuenta para decidir el proceso de tratamiento de agua son los siguientes :

- a) La remoción de contaminantes.
- b) La calidad del agua en la fuente de origen.

a) Remoción de contaminantes

En la siguiente tabla se presentan las eficiencias cualitativas en los procesos de tratamiento de agua para la remoción de impurezas, tales como el dióxido de carbono, turbiedad, color, olor, sabor, remoción de hierro y manganeso, remoción de materia orgánica y bacterias.

Tabla 6. Selección del tipo de planta de Tratamiento para el Proyecto Unipampa Zona 10, según los parámetros de calidad existentes en la fuente de agua.

Parámetro de Calidad	Tratamiento						
	Aireación	Presedimen- tación	Sedimen- tación	Filtración			Desinfección (Cloración)
				Prefiltración	Rápida	Lenta	
Contenido de Oxígeno Disuelto (O2)	Sí	No	No	No	No	No	Sí
Remoción de Dióxido de Carbono (CO2)	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Reducción de Turbiedad	No	Sí	Si	Si	Si	Si	No
Reducción del color	No	Si	Sí	Sí	Sí	Sí	Si
remoción de olor y sabor	No	Si	Sí	Sí	Si	Si	No
Remoción de Materia Orgánica	Sí	Sí	Si	Sí	Sí	Sí	Si

Fuente : BID; Guía técnica de diseño de proyectos de agua potable para poblaciones menores a 10,000 habitantes; Cap. 10, Pag. 99

b) Calidad del agua en la fuente de origen

En la siguiente tabla se presentan las alternativas de tratamiento para el mejoramiento de la calidad de las aguas.

Tabla 7. Selección del tipo de planta de Tratamiento para el Proyecto Unipampa Zona 10, de acuerdo al índice de Turbiedad existente en la fuente de agua.

Parámetro de Calidad	Tratamiento						
	Presedimen- tación	Sedimentación		Prefiltración	Filtración		Desinfección (Cloración)
		Convencional	Alta Tasa		Rápida	Lenta	
Turbiedad							
Coliformes Termoresistentes							
0-5 UNT NMP / 100 ml: <2	No	No	No	No	No	No	Si
0-20 UNT NMP / 100 ml: 2-500	No	No	No	No	No	Si	Si
20-30 UNT NMP / 100 ml: 2-500	No	Si	No	Si	No	Si	Si
30-150 UNT NMP / 100 ml: 500-5000	No	Sí	No	Si	No	Si	Sí
30-150 UNT NMP / 100 ml: > 5000	No	Si	Si	Si	No	Si	Si
> 150 UNT NMP / 100 ml: < 1500	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Fuente : BID; Guía técnica de diseño de proyectos de agua potable para poblaciones menores a 10,000 habitantes; Cap. 10, Pag. 100.

Conclusión

Como resultado de los análisis de las características de las aguas superficiales se determinó en el Capítulo 1, que los parámetros del contenido de Oxígeno Disuelto y el Índice de turbidez, eran aquellos que debían de tratarse para disminuirlos y que estén contenidos dentro de los límites bacteriológicos y físico-químicos estipulados por las Normas Peruanas de Salubridad, por lo que de acuerdo a la Tablas 6 y 7, es el tratamiento por Filtración Lenta y la desinfección por cloración los métodos de potabilización del agua a emplear durante el Proyecto de Saneamiento Unipampa Zona 10.

3.4 Filtros Lentos³

- La filtración lenta es un proceso de purificación del agua que consiste en hacerla pasar a través de un lecho poroso de un medio filtrante.

- Durante este recorrido, la calidad del agua se mejora considerablemente por reducción del número de microorganismos (bacterias, virus, quistes), eliminación de materias en suspensión y de materia coloidal.

- En la superficie de un lecho ya maduro se forma una película biológica, que consta de una gran variedad de microorganismos muy activos, que descomponen la materia orgánica, mientras que gran parte de la materia inorgánica en suspensión queda retenida por acción física.

3.4.1. Partes de un filtro lento⁴

En principio, la sustancia porosa del lecho filtrante puede ser cualquier material estable, pero en el campo de abastecimiento de agua potable la práctica normal es usar lechos de material granular; en particular, se usa arena por ser barata, inerte, ampliamente disponible y por dar excelentes resultados.

³ Pérez Carrión José, Cenepa de Vargas Lidia; Filtración Lenta, Manual 11; Cap. 4; Pag.62

⁴ Pérez Carrión José, Cenepa de Vargas Lidia; Filtración Lenta, Manual 11; Cap. 4; Pag.67

Básicamente, una unidad de filtración lenta consta de un tanque que contiene:

- Una capa sobrenadante de agua cruda
- Lecho de arena filtrante
- Sistema de drenaje
- Juego de dispositivos de regulación y control de filtro.

- Capa sobrenadante de agua cruda

Tiene dos propósitos: primero, proporcionar una carga de agua suficiente para hacer que el agua cruda pase a través del lecho filtrante; segundo, origina un tiempo de retención de varias horas del agua cruda a ser tratada, período durante el cual las partículas pueden sedimentar.

La altura de agua sobrenadante es de un metro. Es práctica normal mantener el nivel del agua sobrenadante a una altura constante. Las paredes del reservorio de agua sobrenadante deben tener una altura suficiente como para dejar libre 0.2 a 0.3 m sobre el nivel del agua.

Para la remoción del material sobrenadante el filtro puede estar dotado de un dispositivo (manual). El filtro debe contar, así mismo, con un vertedero de derrame o rebose que drene el exceso de agua.

- Lecho de arena filtrante

El medio filtrante debe estar compuesto por material granular, inerte y durable. Normalmente se usa arena exenta de arcilla y de preferencia libre de materia orgánica.

- Sistema de drenaje

Este sirve para dos propósitos: permite un paso libre para la recolección del agua tratada, y de soporte al medio filtrante, de modo que se asegure una velocidad de filtración uniforme sobre todo el área del filtro.

El sistema de drenaje puede tener diversas configuraciones: drenes principales y laterales construidos de tuberías perforadas o separadas, bloques o ladrillos de concreto, etc. El sistema de drenes está cubierto por capas de grava.

La grava se tiende en capas, comenzando con los granos mayores en fondo y reduciendo progresivamente su diámetro hacia arriba. La grava impide que el material granular del lecho del filtro sea acarreado hacia el sistema de drenaje.

3.5 Diseño Hidráulico de una planta de filtro lento modificado⁵

- Requerimientos para la instalación

Para la instalación de la planta deben considerarse los siguientes aspectos :

Ubicación

Debe estar en una zona accesible, con vías de comunicación que faciliten su posterior construcción, operación y mantenimiento.

El agua subterránea debe estar ausente o muy profunda.

La zona debe ser segura y no estar expuesta a riesgos naturales o humanos.

De preferencia, la topografía de la zona seleccionada debe reunir los desniveles necesarios para que el sistema pueda operar totalmente por gravedad.

- Aspectos relacionados con la comunidad

Efectuar estudios sociológicos para determinar las costumbres y creencias que puedan afectar la aceptación del sistema.

Comprobar la información demográfica disponible.

Determinar los recursos humanos y materiales disponibles para adecuar el diseño del sistema.

Estudiar la incidencia de enfermedades de origen hídrico y presencia de vectores.

- Concepción del sistema

Para que la operación del sistema sea confiable, debe evitarse el uso de dispositivos para elevar el nivel del agua (bombas). De esta manera, la operación del sistema no dependerá del suministro de energía eléctrica ni de repuestos sofisticados que normalmente no están disponibles localmente y que incrementan el costo de mantenimiento del sistema.

⁵ Pérez Carrión José, Cenepa de Vargas Lidia; Filtración Lenta, Manual 1; Cap. 4; Pag.62

Si tuviera que elevarse el nivel del agua por razones topográficas, se debería efectuar una sola etapa de bombeo que eleve el agua cruda hasta un nivel, desde el cual pueda distribuirse por gravedad al reservorio.

Preferentemente, el filtro lento debe operar en forma continua, esto permite unidades más pequeñas y abastecimiento continuo de nutrientes y oxígeno necesarios para mantener la capa biológica. Para garantizar esta situación, cuando se tiene una etapa de bombeo, es recomendable construir un tanque de almacenamiento de agua cruda para abastecer por gravedad la planta durante las 24 horas del día.

- Condiciones del agua cruda

Las condiciones del agua cruda que más afectan la eficiencia del filtro, son la temperatura, la concentración de nutrientes y de sustancias tóxicas y los afluentes con turbiedad y color altos. A continuación se describe brevemente

Temperatura : Dado que en el filtro se desarrolla un proceso biológico, se ve afectado por las variaciones de temperatura y puede reducir 50% de su eficiencia cuando se opera a menos de 5° C.

Concentración de nutrientes : La velocidad de desarrollo de la formación biológica en el filtro depende de la concentración de nutrientes en el agua, debido a que esta es la fuente de alimentación de los microorganismos.

Concentración de algas : Las algas son importantes en la formación de la piel de filtro. Pero su crecimiento excesivo debido a la elevada disponibilidad de luz y nutrientes, como presencia de fosfatos y nitratos en el agua, puede crear serios problemas de operación y en la calidad de agua tratada. El control de la formación de algas es difícil, pero puede solucionarse mediante el control de nutrientes en la fuente y del efecto de la luz que cubre los reservorios de agua cruda.

Concentraciones de alta turbiedad : La capacidad de los filtros lentos para reducir la turbiedad cuando esta es muy elevada es limitada. Ello se debe a que una alta turbiedad causa enlodamiento de la superficie del filtro, disminuye la capacidad de la formación de la capa biológica y reduce drásticamente la

duración de la carrera de filtración, lo cual además de afectar la calidad del agua producida, incrementa los costos de operación y mantenimiento.

- Medio Filtrante

- (1) Debe estar compuesto por granos de arena dura y redondeada, de preferencia, libres de arcilla y materia orgánica.
- (2) La arena debe lavarse, procedimiento con el que también se eliminan los granos más finos disminuyendo el coeficiente de uniformidad y elevando el diámetro promedio de los granos de arena.
- (3) No debe contener más de 2% de carbonato de calcio y magnesio para evitar que se produzcan cavitaciones en el medio filtrante al ser atacados estos elementos por aguas con alto contenido de dióxido de carbono (CO₂)-
- (4) Idealmente, el diámetro efectivo de la arena (d_{10}) debe ser lo suficientemente pequeño para asegurara un efluente de buena calidad y para prevenir que la materia orgánica penetre a tal profundidad que no sea posible retirarla mediante el raspado de la superficie. Experimentalmente se ha encontrado que este diámetro efectivo es del orden de 0.15 - 0.35 mm.
- (5) Se recomienda un diámetro efectivo mínimo de 0.10 mm para tratar aguas claras con alto contenido bacteriológico. Para aguas muy turbias, en cambio, se recomienda un diámetro efectivo de 0.40 mm.
- (6) El espesor del lecho filtrante ideal debe determinarse experimentalmente en cada caso. Sin embargo, existe un espesor mínimo para garantizar su funcionamiento que es del orden de 0.70 m y teniendo en cuenta que en 5 años de funcionamiento se retiren 0.50 m de arena mediante los raspados sucesivos, se recomienda una altura de diseño de 0.80 a 1.00 m.

- (7) Se recomienda un coeficiente de uniformidad (CU) menor de 3, para que los poros sean lo bastante regulares que aseguren una buena porosidad. Lo ideal es diseñar en un rango de 1.8 a 2.0, normalmente 1.5, por problemas económicos.
- (8) Se pueden usar otros tipos de materiales para el lecho filtrante, como ser: fibra de coco y cáscara de arroz quemado, etc. Las investigaciones realizadas al respecto recomiendan un tamaño efectivo de 0.56 mm y un coeficiente de uniformidad de 1.55 para el uso de la cáscara de arroz quemada. Con este material se pueden obtener carreras de filtración, un 60% más largas que con la arena.

-Capa Soporte

- (1) Constituida por grava graduada con especificaciones similares a las aplicadas al medio filtrante. Las piedras deben ser duras y redondeadas, con un peso específico de por lo menos 2.5, libre de arena, limo y materia orgánica. De ser posible, debe lavarse para asegurar su limpieza. No se debe perder más del 5% de su peso al sumergirla por 24 horas en ácido clorhídrico.
- (2) Su función es evitar que se pierda el material a través del drenaje y asegurar así abstracción uniforme del agua filtrante, sobre todo cuando se ha previsto un número muy limitado de drenes.
- (3) La capa de grava debe diseñarse teniendo en cuenta dos valores límites: el tamaño de los granos de arena en contacto con ésta para decidir el diámetro de la grava más fina, y las características del drenaje para seleccionar el tamaño de la grava más gruesa.
- (4) Teniendo en cuenta los criterios recomendados por Huisman se ha realizado un estudio de los diámetros y alturas de las capas de grava para un rango de arena cuyos diámetros efectivos (d_{10}) varían entre 0.10 y 0.40 mm, que los límites máximos empleados en un filtro lento. El cuadro muestra los resultados de este estudio indicando para cada capa

un rango mínimo para arenas finas y un rango máximo para arenas gruesas.

Cuadro 1.- GRANULOMETRÍA DE LA CAPA SOPORTE

CAPAS	DIAMETROS (mm)		ALTURAS (cm)
	Mínimos	Máximos	
1	0.5 - 2.0	1.5 - 4.0	5
2	2.0 - 2.5	4.0 - 15.0	5
3	5.0 - 20.0	10.0 - 40.0	10

Fuente : Pérez Carrión José, Cánepa de Vargas Lidia; Filtración Lenta, Manual 11; Cap. 4; Pag.77.

- Drenaje

- (1) La recolección del agua filtrada se efectúan mediante el sistema de drenaje, el cual puede estar conformado por drenes, o por ladrillos de construcción.
- (2) Los tubos de drenaje están compuestos de un dren principal y de ramificaciones o drenes laterales a partir de la salida del agua filtrada.
- (3) Los drenes laterales se unirán al principal mediante tees o cruces, y podrán ser de concreto, de cerámica o de pvc.

- Caja de filtro

- (1) Se deberán diseñar por lo menos dos unidades (N) funcionando en paralelo, cuando la población sea menor de 2,500 habitantes. Sin embargo, esto realmente está supeditado a la velocidad de filtración con la que se van a operar los filtros, y el área máxima factible de darle mantenimiento por métodos manuales en menos de 24 horas (= 50 m²). Este factor también depende de la velocidad de diseño. Con velocidades

bajas, del orden 0.1 O m/h, se podrán considerar dos unidades, y tres cuando ésta sea igual o mayor a 0.30 m/h.

- (2) La superficie de cada unidad está en función de la velocidad de filtración (Vp), del caudal (Q), del número de horas de funcionamiento continuo de la unidad (turnos), y el número de unidades (N).

$$A_s = \frac{C_1 Q}{N V_F}$$

Donde C₁ es un coeficiente que depende del número de turnos (8 horas c/u) al día en que se vaya a operar la unidad.

VALORES DE C₁

TURNOS	C ₁
1	3
2	1.5
3	1

Fuente : Pérez Carrión José, Cenepa de Vargas Lidia; Filtración Lenta, Manual 11; Cap. 4; Pag.79.

- (3) Las dimensiones del filtro, (B) y ancho (A), se seleccionarán de acuerdo al siguiente criterio:

$$A = \sqrt{B} i$$

$$B = \sqrt{A_s K}$$

Donde (K) es la relación de mínimo costo que depende del número de unidades (N), según la relación:

$$K = \frac{2N}{N+1}$$

Siendo:

A = ancho del filtro (m)

- As** = área de la filtración (m²)
B = longitud del filtro (m)
C1 = Coeficiente dependiente de los períodos operacionales del filtro
Q = Caudal de diseño (m³/h)
N = número de filtros
VF = velocidad de filtración (m/h)

- (4) La velocidad de filtración a ser adoptada se determina mediante ensayos de filtro pilotos, durante un período superior al necesario, a fin de que se den todas las variaciones de calidad de agua esperadas. Cuando no sea posible determinar la velocidad correspondiente, la velocidad máxima de filtración deberá ser de 0.10 m/h.
- (5) Se podrán considerar velocidades mayores a medida en que se vayan considerando procesos preliminares al filtro.

VELOCIDADES DE FILTRACIÓN

PROCESOS	VF (m/h)
Filtración lenta	0.10 - 0.20
Sedimentación o pre-filtración + filtración lenta	0.15 - 0.30
Sedimentación + prefiltración + filtración lenta	0.30 - 0.50

Fuente : Pérez Carrión José, Cenepa de Vargas Lidia; Filtración Lenta, Manual 11; Cap. 4; Pag.80.

- (7) La altura del agua sobre el lecho filtrante podrá variar entre 1.00 y 1.50 m, siendo la altura máxima admisible de 2.00 m.

- (8) Se deberá considerar un ingreso adicional por el fondo de la unidad, para efectuar el llenado del filtro. Este ingreso se conecta con la cámara de agua filtrada.
- (9) Las paredes interiores de la caja, en el tramo ocupado por el lecho filtrante, deberán presentar un acabado rugoso que impida la producción de cortocircuitos.
- (10) La altura total de la caja del filtro no debe exceder a 4.00 m porque se encarece notablemente el costo del sistema.

Proyecto Unipampa Zona 10

Descripción

Durante la operación normal del filtrado el agua ingresa por la parte superior del filtro a la capa de agua sobrenadante. La tubería de ingreso tiene dos orificios que permiten purgar las posibles acumulaciones de aire en la parte alta de la tubería de ingreso. El agua en la capa sobrenadante permanecerá durante varias horas, periodo durante el cual las partículas suspendidas en el agua pueden sedimentar.

Cada cierto tiempo el nivel de la capa de agua sobrenadante se va elevando con la obstrucción del filtro hasta llegar al rebose, momento en el cual es necesario lavar el lecho de arena. Por encima del rebose se deja una altura libre de 20 cm. El agua atraviesa el lecho filtrante de arena y es recogida por el sistema de drenaje en el fondo, el cual, está constituido por tuberías perforadas que lo conducen a la siguiente unidad. Sobre las tuberías perforadas del fondo se encuentran las capas de grava que cumplen la función de soporte de la arena.

Los tubos de drenaje están compuestos por un dren principal y ramificaciones o drenes laterales con orificios de 12.7 mm de diámetro y a 50 mm de distancia entre sí en la parte superior (ver plano E-02), por donde ingresará el agua tratada. La separación entre los drenes laterales debe tener 1/16 de la longitud total de los drenes laterales, y con respecto a la pared, una separación de 1/32 de su longitud.

El dimensionamiento de los tubos de drenaje se efectuará con el criterio de que la velocidad límite en cualquier punto de estos no sobrepase 0.30 m/s. La

relación de velocidades entre el dren principal y los drenes secundarios debe ser menor o igual a 0.462 para obtener una buena circulación.

Diseño

Así tenemos un caudal de diseño = 8.42 l/s

Para tratar un caudal de 8.42 l/s (30.31 m³/h). Los análisis de calidad de agua efectuados proporcionan los siguientes resultados:

D Turbiedad promedio en épocas de lluvias : **44 UT**

D El análisis granulométrico del banco de arena más cercano arrojó los siguientes resultados:

D Tamaño efectivo : 0.35 mm

D Coeficiente de uniformidad : 2.00

D Solución

D Adoptando tres turnos de operación diario C1:

$$e_1 = \frac{24}{24} = 1$$

D Por regulaciones, el-número de unidades N : N=2

D La superficie de filtración (**As**) necesaria

D en este caso de :

$$As = \frac{C_1 Q}{N V_F}$$

D Reemplazando los datos:

$$As = 1/2 * 30.31/0.10 = 151.55 \text{ m}^2$$

[2] Dimensiones de la sección:

Si N = 2, K será igual a:

$$K = \frac{1}{N+1} = \frac{2}{2+1} = 1.33$$

El largo (B) de la unidad es igual:

$$B = \sqrt{JAsK}$$

$$B = \sqrt{151.55 * 1.33} = 14.20m$$

El ancho (A) es igual a:

$$A = \sqrt{\frac{As}{K}}$$

$$A = \sqrt{\frac{151.55}{1.33}} = 10.70m$$

Especificaciones de diseño para la planta de tratamiento de filtros lentos

PARAMÉTROS	VALORES	SÍMBOLOS
Velocidad de filtración (m/h)	0.15	VF
Área máxima de cada unidad (m ²)	151.55	OC1NF
Número mínimo de unidades	2	N
Borde libre (m)	0.20	H1
Capa de agua (m)	1.00	H2
Altura del lecho filtrante (m)	1.00	H3
Granulometría del lecho	0.35 mm	D10
	2.0	CU
Altura de la capa soporte (m)	0.20	H4
Altura del drenaje (m)	0.15	Hs

Desinfección de la Planta de Tratamiento de Filtros Lentos por cloración⁶

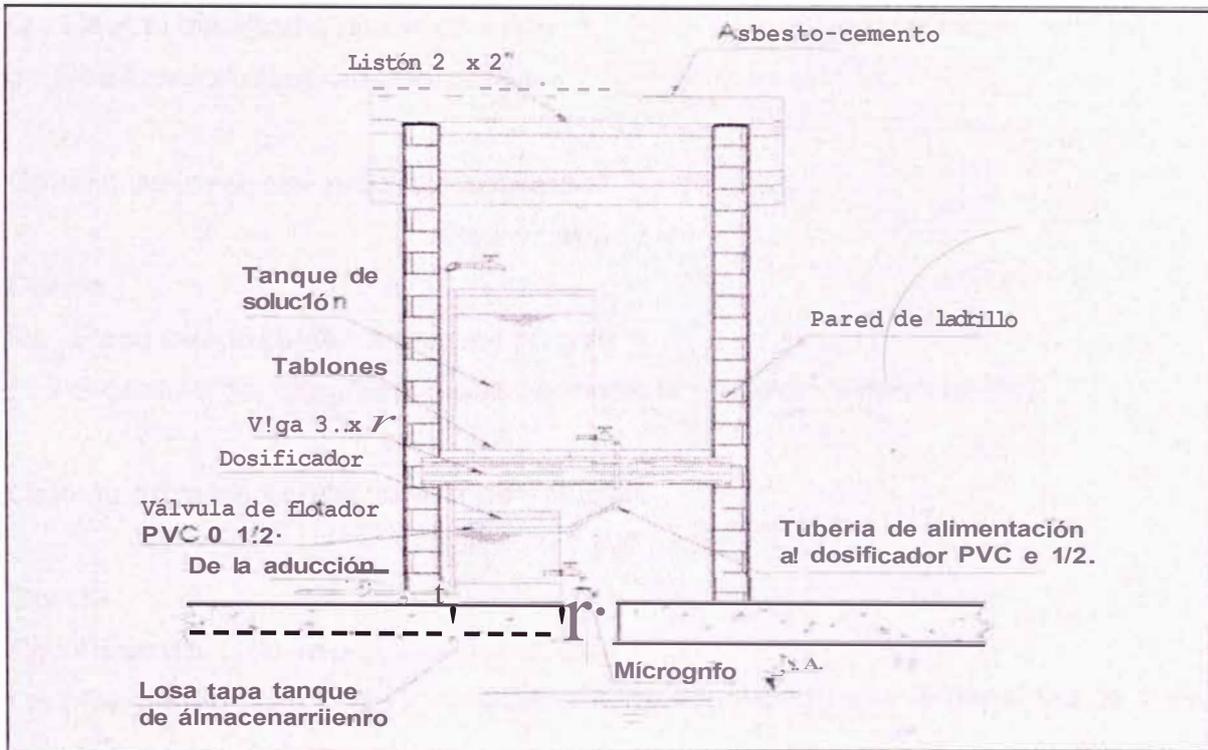
La desinfección es el proceso mediante el cual se adicionan sustancias químicas al agua para inactivar los microorganismos de tal forma de que el agua logre ser apta para el consumo humano.

Desinfección del agua para el consumo humano

Para el Proyecto UNIPAMPA Zona 10, se empleará el siguiente equipo dosificador:

⁶ Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente; Guía Técnica de diseños de Proyectos de agua potable para poblaciones menores de 10,000 habitantes; Cap. 11; Pag.164.

Dosificador de trujo y carga constante Tipo 11: consiste de dos recipientes, el primero o superior para cargar la solución y el segundo o inferior, para dosificar la solución con carga constante. Ver figura.



Fuente : Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente; Guía Técnica de diseños de Proyectos de agua potable para poblaciones menores de 10,000 habitantes; Cap. 11; Pag.169.

La desinfección puede ser realizada empleando diferentes sustancias químicas oxidantes; sin embargo, las más corrientes para poblaciones menores a 10,000 habitantes son : Hipoclorito de sodio e hipoclorito de calcio.

El rendimiento de la desinfección depende del valor del pH. Debe estar entre 6.5 y 8.5 Con estos valores se garantiza mayor formación de ácido hipocloroso y mayor eficiencia en el proceso de desinfección.

Consideramos para el Proyecto el uso de concentraciones de hipoclorito de calcio la cual será calculada de la siguiente manera :

Cálculo del peso de hipoclorito de calcio.

$$p = Q * d$$

Donde:

P : peso de cloro en gr/h

Q : Caudal de agua a tratar en m³/h

d : Dosificación adoptada en gr/m³.

Calculo del peso del producto comercial.

$$P_e = P * 100 / r$$

Donde:

P_e : Peso del producto comercial en gr/h

r : Porcentaje del cloro activo que contiene el producto comercial(%).

Calculo de la demanda horaria de solución

$$Q_s = P_e * 100 / e$$

Donde:

P_e : Peso del producto comercial en gr/h

Q_s : Demanda horaria de la solución en l/h, asumiendo que la densidad de 1 litro de solución pesa 1 kg.

e : Concentración de la solución (%)

Calculo del volumen de la solución.

$$V_s = Q_s * t$$

Donde:

V_s : Volumen de la solución en litros (correspondiente al volumen útil de los recipientes de preparación)

t : tiempo de uso de los recipientes de solución en horas h.

Se debe especificar el tiempo t en ciclos de operación de 6 horas (4 ciclos), 8 horas (3 ciclos) y 12 horas (2 ciclos) correspondientes al vaciado de los recipientes y carga de nuevo volumen de solución.

Así tenemos que para el Proyecto UNIPAMPA ZONA 10, la concentración de hipoclorito de calcio a emplear será :

Datos:

$d = 2 \text{ mg/l} = 2 \text{ gr/m}^3 = 0.2 \%$ (concentración deseada en el agua)

$Q = 8.42 \text{ l/s} = 30.31 \text{ m}^3/\text{h}$

$r = 70 \%$ (porcentaje de cloro activo en el hipoclorito de calcio comercial).

$e = 10 \%$ (concentración de la solución líquida de hipoclorito de calcio).

Paso 1 : Determinación del peso de hipoclorito necesario

$P = Q * d = 30.31 * 2 = 60.62 \text{ gr/h}$ (requerimiento de cloro activo por hora)

Paso 2 : Determinación del peso de hipoclorito comercial

$P_e = P * 100 / r = (60.62 * 100) / 75 = 80.83 \text{ gr/h}$ (cantidad de hipoclorito comercial por hora)

Paso 3 : Calculo de la demanda horaria de solución líquida (considerando que la solución de hipoclorito tiene una densidad de 1 gr/l)

$Q_s = P_e * 100 / e = (80.83 * 100) / 10 = 808.3 \text{ l/h}$

Por tanto : Se requieren 809 litros de solución de hipoclorito de calcio por hora para desinfectar el agua con una dosis de 2 mg/l . La solución preparada fue al 10% .

CAPITULO IV

DISEÑO HIDRAULICO DE LA LINEA DE CONDUCCION AL RESERVORIO

4.1 Definiciones

Línea de conducción

Se denominan obras de conducción a las estructuras que transportan el agua desde la captación hasta la planta de tratamiento o a un reservorio.

Estas se pueden realizar por:

Conducción por gravedad

En estos casos :

- La velocidad no debe ocasionar depósitos ni erosiones.
- Los canales deben ser revestidos y techados.
- La velocidad mínima se adoptará de acuerdo al material en suspensión pero en ningún caso será menor a 0.60m/s.
- La velocidad máxima admisible será:

Tubos de concreto	3m/s
Tubos de asbesto-cemento, acero, PVC	5m/s

- Cuando la tubería trabaja como canal se recomiendan los siguientes valores de n de R. Manning:

Asbesto-cemento, PVC	0.010
Fierro fundido y concreto	0.015

4.2 Criterio de diseño

En un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, la línea de conducción está constituido por un conjunto de válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte para el transporte del agua desde la planta de potabilización al reservorio.

Estas tuberías normalmente siguen el perfil del terreno y en ocasiones se acondicionan acueductos, sifones, túneles, etc, para la elección del tipo de material de la línea de conducción es un factor importante el valor económico.

La línea de conducción se diseña utilizando el máximo de la energía disponible para conducir el caudal deseado, seleccionando el menor diámetro que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería puede soportar.

4.2.1 Carga disponible

Es la diferencia de elevación entre la planta de potabilización y el reservorio.

Caudal de diseño

Se dimensiona para conducir el Caudal Máximo Diario (O_{md}):

$$O_{md} = k10m$$

Donde:

$$O_m = \text{Población} * \text{Dotación}$$

4.2.2 Selección de la tubería

Se realiza de acuerdo a diversos criterios:

- a. TIPO DEL MATERIAL DE LA TUBERÍA
 - FIBROCEMENTO
 - FUNDICIÓN
 - HORMIGÓN
 - PLASTICO
 - Termoplástico
 - PVC
 - Polietileno de alta y baja densidad
 - Termoestables
 - Poliéster
 - Poliéster revestido con fibra de vidrio
- b. CALIDAD DE AGUA
 - ACIDA pH < 7 aguas corrosivas
 - NEUTRA 6 < pH < 8 aguas potable
 - BASICA O ALCALINA pH < 7 agua difícil de tratar
- c. RESISTENCIA MECÁNICA DEL MATERIAL

MATERIAL	DIÁMETROS COMERCIALES	CARACTERÍSTICAS
Acero	Desde 50 mm (2") a pedido	<ul style="list-style-type: none"> • Relativamente liviana • Alta resistencia a la tracción • Adaptable a zonas donde puede haber asentamiento • Resiste presiones altas • Baja resistencia a la corrosión • Dúctil y maleable • Esta sujeta a electrolisis • Baja resistencia a la corrosión externa en suelos ácidos o alcalinos • En diámetro grandes su resistencia a carga exterior es baja • Presenta tuberculosos cuando no tiene revestimiento interno • Poca estabilidad estructural bajo presión negativa • Diseño estructural acorde con la presión requerida.
Asbesto Cemento (AC)	50 a 700 mm (2" a 28")	<ul style="list-style-type: none"> • No sujeta a corrosión electrolítica • Se acartona en suelos con alto contenido de CO₂ • Buena estabilidad estructural. • Frágil • Relativamente liviana • En suelos ácidos (pH<4) necesita revestimiento epóxico externo.

MATERIAL	DIÁMETROS COMERCIALES.	CARACTERÍSTICAS
Concreto reforzado Con cilindro de acero (CCP) O sin cilindro	250 a 1500mm (10" a 60")	<ul style="list-style-type: none"> • En suelos ácidos (pH<4) necesita revestimiento epóxico externo. • Muy resistente a cargas externas a presión interna y a golpe de ariete. • Pesada • Buena estabilidad estructural. • Diseño estructural acorde con la presión requerida

Fuente : R.N.E., Norma de Saneamiento V; S.010 Captación y Conducción de Agua

MATERIAL	DIÁMETROS COMERCIALES	CARACTERÍSTICAS
Hierro dúctil HD	100 a 600 mm (4" a 24") Ó mas a pedido	<ul style="list-style-type: none"> • Muy buena resistencia a la corrosión. • Buena resistencia a carga exterior. • Medianamente liviana • Medianamente dúctil. • Facilidad de montaje. • Poca elasticidad (pero mayor que el HF) • Sujeta a corrosión electrolítica cuando no está revestida externamente. • Sujeta a tuberculización cuando no está revestida internamente.

MATERIAL	DIÁMETROS COMERCIALES	CARACTERÍSTICAS
HF	(4" a 24") ó mas a pedido	<ul style="list-style-type: none"> • Buena resistencia a la corrosión. • Frágil • Pesada • Poca elasticidad • Sujeta a tuberculosos cuando no está revestida internamente.
Polivinilo de cloruro (PVC)	12.5 a 900mm (0.5" a 36")	<ul style="list-style-type: none"> • Inerte a la corrosión • Liviana y de fácil manejo • Buena resistencia a cargas externas • Temperatura máxima de trabajo 50°C • Buena resistencia a la flexión • Fácil de perforar para incorporar acometidas. • Se degrada cuando esta expuesta a los rayos solares.
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP)	300 a 2400mm	<ul style="list-style-type: none"> • Inerte a la corrosión • Liviana y de fácil manejo • Buena resistencia a cargas externas
Poliétileno de alta densidad (PE)	20 a 1200mm	<ul style="list-style-type: none"> • Inerte a la corrosión • Liviana y de fácil manejo • Buena resistencia a cargas externas

Fuente : R.N.E., Norma de Saneamiento V; S.01 O Captación y Conducción de Agua

4.3 Resistencia mecánica del material

- La resistencia de la tubería a la presión del fluido se denomina clase de la tubería.
- Las distintas clases de tuberías a seleccionar para la línea de conducción son función de la máxima presión que puede sentarse en la línea de carga, eventualmente se generan sobre presiones inducidas por el fenómeno de golpe de ariete.
- Máxima no ocurre en condiciones sino cuando se presenta la carga estática al la válvula de control de la tubería. Un cierre o apertura abrupta de la válvula induce ondas de sobre presión que deben evaluarse.
- Las tuberías de PVC son cada vez mas usadas; en poblaciones rurales. Estas tuberías tienen la ventaja con respecto a otras en que el material es mas económico, flexible, durable, anticorrosivo, de poco peso y fácil transporte e instalación, además se fabrican en diámetros menores de 2 disponibles en el mercado.
- En la tabla siguiente se presentan los tipos de clase de una tubería.

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA TUBERIA PARA PRESION NTP-IS0-4422

CLASE	PRESION MÁXIMA DE PRUEBA(m)	PRESION MÁXIMA DE TRABAJO(m)A 20° c	FACTOR DE SEGURIDAD
5	50	35 (3.5 bar)	1.4
7.5	75	50 (5 bar)	1.5
10	105	70 (7 bar)	1.5
15	150	100 (10 bar)	1.5

Fuente : R.N.E., Norma de Saneamiento.V; S.010 Captación y Conducción de Agua.

4.3.1 Diámetros

En la determinación del diámetro comercial se consideran diferentes soluciones y se evalúan diversas alternativas desde el punto de vista económico. Considerando el máximo desnivel en toda la longitud del tramo, seleccionado deberá tener la capacidad de transportar el caudal de diseño con velocidades

entre 0.6 a 3.0m/s (ver tabla de RICHTER) y las pérdidas de carga por tramo calculado deberán ser menores o iguales a la carga disponible.

SOCIEDAD MEDIA MAS ECONOMICA EN TUBERÍAS (m/s)	
Según RICHTER	
Tuberías de succión en bombas centrífugas, de acuerdo con la carga de succión, longitud, temperatura del (de 70° C)	0.5 a 1.0
Tuberías de descarga en bombas	1.5 a 2.0
Redes de distribución para agua potable e industrial:	
Tuberías principales	
Tuberías laterales	1.0 a 2.0
Tuberías muy largas	0.5 a 0.7 1.5 a 3.0
Tuberías en instalaciones hidroeléctricas con tuberías:	
Con inclinación y diámetro pequeño	2.0 a 4.0
diámetro grande	3.6 a 8.0
Horizonte y gran longitud	1.0 a 3.0

Fuente : R.N.E., Norma de Saneamiento V; S.010 Captación y Conducción de Agua

4.4 Estructuras Complementarias

Válvulas de aire o ventosa

Estas válvulas tienen como función:

- Expeler el aire de dentro de la tubería durante su llenado, pulsar el aire que tiende a acumularse en los puntos altos. Aire en el caso de operación de una válvula de purga, pueda crear presiones negativas en la tubería.
- Aire en los puntos altos se causa la reducción del, produciendo un aumento de la pérdida de carga y del caudal. La válvula de aire se instala para acumulación, pudiendo ser manual o automática, íntima muy costosa por lo que se suele emplear una compuerta.
- Como criterio general, el diámetro de la ventosa es 1.5 veces el diámetro o de la tubería principal o en todo caso de 1/2".

Según la NORMA DE SANEAMIENTO V S.010 CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA:

Se colocarán válvulas las extractoras de aire en cada punto alto de la línea de conducción cuando la topografía no sea accidentada, se colocaran cada 2.5 km. como máximo y en los puntos más altos.

Válvulas de purga

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza por tramos de la tubería.

TUBERIA PRINCIPAL (plg)	DIÁMETRO DE VÁLVULA DE PURGA (plg)
3 - 10	2

Fuente : R.N.E., Norma de Saneamiento V; S.010 Captación y Conducción de Agua

Se colocarán válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua conducida y modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro la tubería.

Cámaras rompe -presión

Si se presenta bastante desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción se pueden generar presiones superiores a la presión máxima que puede soportar la tubería. Para minimizar este efecto se colocan válvulas reductoras de presión o se construye una cámara rompe-presión.

La selección obedece a criterios económicos.

La construcción de una cámara de rompe-presión disipa la Energía y reduce la presión relativa a cero (presión atmosférica) evitando los daños en la tubería.

Cuando se disminuye la presión se requieren tuberías de uia menor clase y se reduce el costo.

4.5 Línea de Gradiente Hidráulico (LGH)

- La LGH indica la presión del agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación.
- Trazar la LGH para un caudal que descarga a la atmósfera (como dentro de un reservorio) puede resultar en una presión residual conjunto de descarga que puede ser positiva o negativa.

4.6 Perdida de Carga

- Es la energía necesaria para transportar una caudal de un punto a otro y que disipa el fluido por fricción.
- Las tuberías pueden clasificarse en largas y cortas criterio UD y 10% de perdidas por fricción).
- Perdidas por fricción pueden ser lineales o locales.

4.6.1 Pérdida de Carga por tramo (h_t)

Hazen & Williams:

$$h_f = 1.72 \times 10^{-2} \frac{LQ^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

- Darcy & Wesibach:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = \frac{8fL}{\pi^2 D^5} Q^2$$

COEFICIENTES DE FRICCIÓN "C" EN LA FORMULA DE HAZEN Y WILLIAMS

TIPO DE TUBERÍA	C
Cuero sin costura	120
Peso soldado en espiral	100
Cable sin costura	150
Concreto	110
Vidrio	150
Fundido	100
con revestimiento	140
Fierro galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

4.6.2 Presión y Cota Piezométrica

- De la ecuación de la energía entre 1 y 2:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_L$$

$$e_{P_1} = z_1 + \frac{P_1}{\gamma} \quad e_{P_2} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma}$$

4.7 Diseño hidráulico de la línea de conducción

Aplicando la formula :

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_L$$

donde:

$$\sum h_L = 0$$

$$\frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g}$$

$$z_1 = 202.00 \text{ m.}$$

$$z_2 = 185.00 \text{ m.}$$

$$h_L = 202.00 - 185.00 \text{ m} = 17.00 \text{ m.}$$

Entonces: Resolviendo la ecuación por medio de la formula de Darcy:

Para $f = 0.0205$, $L = 1560.00 \text{ m.}$ y $Q = 8.42 \text{ l/s}$

$D = 0.064 \text{ m.} = 2.5''$ entonces el diámetro comercial a emplear es de 4".

$V = 1.1 \text{ m/s}$

Para el proyecto utilizar tubo de polivinilo de cloruro (PVC) Clase 7.5

Presupuesto de la Línea de Conduccion

Obra: Línea de Conducción

Ubicación : Cañete

Fecha : Abril 2007

Descripción	Und	Metrado	P.U.	Parcial
Trazo y replanteo	mi	1560,00	0,88	1368,12
Excavación	m3	2194,50	25,52	56003,64
Relleno v Comoactación	m3	1730,40	7,64	13220,26
Suministro v tendido de tub.	mi	1560,00	23,62	36847,20
Prueba Hidráulica	mi	1560,00	1,52	2371,20
Total Costo Directo				
				S/, 109810,42
20% GG				S/, 21962,08
Total				S/, 131,772,50

Calculo del costo anual del proyecto para el periodo de diseño proyectado.

Marco Teorico

Costo Actualizado Unitario (CAU)

Este indicador se recomienda en los casos en los que se requiera obtener costos por unidad de requerimiento atendido, siempre y cuando las vidas útiles de los proyectos alternativos sea la misma. Se calcula de la siguiente manera:

$$CAU = \frac{I_0 - \frac{VR_n}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}{R_0}$$

Donde:

VR_n = Valor residual en el período n.

C_t = Costos generados en los proyectos (en términos reales) en cada período t.

r = Tasa de actualización en términos reales.

n = Vida útil del proyecto.

I₀ = Inversión en el momento "0".

R₀ = Volumen de requerimiento atendido por la inversión.

Reemplazando :

$VR_n = S/. 26,354.50$ (Aprox. 20% de la Inversión)

$C_t = S/. 17,017.99$ por año (Operación y Mantenimiento)

$r = 12 \%$

$n = 15$ años

$I_0 = S/. 131,772.50$

$R_0 = 1,560.00$ mi. de tubería.

Tenemos:

CAU = S/. 155.68 /mi de tubería de conducción.

CAPITULO V

CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE FILTROS LENTOS

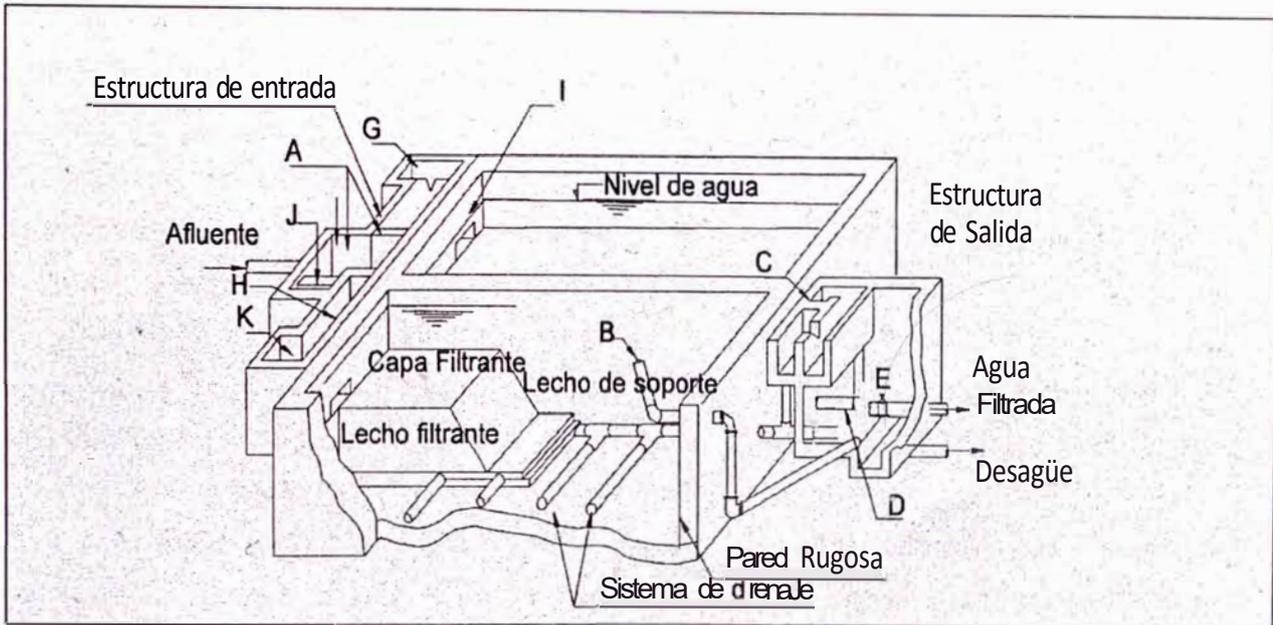
5.1 Procedimientos constructivos de las operaciones de construcción más significativas.

La construcción de filtros lentos se hace de acuerdo con los principios corrientes de construcción. Esto significa que ciertas operaciones pueden ser realizadas solo cuando otras ya han sido terminadas, es decir, hay una secuencia de operaciones que esta determinada por el proceso de construcción y las características físicas de los materiales usados. Aquí resumiremos las secuencias de operaciones que tienen lugar en la construcción de filtros lentos de arena:

- 1) Limpieza del terreno.
- 2) Replanteo y trazado.
- 3) Excavación. Se realizará la excavación del terreno a mano hasta 2.00 m. de profundidad dado el tipo de suelo arenoso en la zona.
- 4) A esta profundidad se usará material de relleno compactado mecánicamente a 95% con material del sitio.
- 5) Trabajos de Concreto Armado en la cimentación.
- 6) Encofrado de la losa de fondo. La losa será vaciada sobre un solado de 5 cm., los bordes de la losa se alinean por medio de estacas y tablas. Las estacas deben clavarse firmemente en el terreno con el fin de poder resistir las deformaciones. La losa se prolonga unos 10 a 20 cm. con la finalidad de dejar espacio suficiente para el encofrado del muro.
- 7) Se colocan los fierros de refuerzo en la losa de fondo.
- 8) Se prepara el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. impermeabilizado para la losa de fondo.
- 9) Se procede al vaciado de concreto.
- 10) Se deja curar durante 7 días.
- 11) Se procede al desencofrado.
- 12) Trabajos de Concreto Armado en los muros del filtro. Análogos a los trabajos en la losa de cimentación.
- 13) Instalación de tuberías y pasos.
- 14) Tarrajeo de las obras de concreto armado.
- 15) Colocación de los sistemas de drenaje.
- 16) Colocación de las capas de grava.
- 17) Colocación de la capa filtrante de arena.
- 18) Terminación de las obras accesorias.

19) Finalmente, se coloca la capa sobrenadante de agua la cual tendrá una altura de un metro.

En la figura vemos un corte de sección de la planta de tratamiento.



Fuente : Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente; Filtración Lenta en Arena para Abastecimiento Publico de Agua en Países de Desarrollo, Manual de Diseño y construcción; Cap. 7; Pag.135.

- Operación y mantenimiento

Las tareas rutinarias de operación comprenden los ajustes y medición del caudal; monitoreo de la calidad del agua producida; limpieza de las superficies de la arena, que se efectúa por "raspado" de la porción superior del filtro (aproximadamente 5 cm. de arena); lavado y almacenamiento de la arena y la posterior reconstrucción del lecho filtrante. Este período entre limpiezas, llamado "carrera", es variable. A veces puede ser necesario realizarla cada tres o cuatro semanas y en otras circunstancias, pasados muchos meses.

La adecuada operación y mantenimiento determinan la eficiencia del filtro, principalmente en la etapa de puesta en marcha o inicio de la operación del filtro nuevo. Durante la operación normal, es importante el estado de maduración de la capa biológica, la frecuencia de los raspados, el período de duración de cada operación de limpieza y la forma en que se efectúe el rearenado del filtro.

Con relación a la puesta en marcha, es necesario tener presente que la arena nueva no reduce la contaminación bacteriológica y que es necesario desechar el efluente inicial hasta comprobar que se está obteniendo un grado de eficiencia

aceptable. Sin embargo, este proceso puede acelerarse sembrando el filtro con arena madura proveniente de otros filtros en operación.

El raspado del lecho filtrante debe iniciarse cuando el nivel del agua en la caja del filtro llega al máximo y el agua empieza a rebosar por el aliviadero.

Para disminuir el impacto sobre la eficiencia del tratamiento durante la operación de raspado del filtro, es necesario que esta operación se ejecute en un solo día para evitar la mortandad de los microorganismos benéficos en la capa de arena que permanecerá en el filtro y acortar el período de remaduración. En la operación de rearenado, esto es, cuando la altura del lecho ha llegado al mínimo aceptable (0.30 m.) y hay que restituir a la arena el espesor de diseño, es importante aplicar el método de trinchera. Para ello, la arena del fondo que esta semicolmatada se colocara en la superficie del filtro, sobre la arena nueva, a fin de acelerar el período de maduración del lecho de arena.

Por lo menos cada cinco años se realizara el lavado completo del filtro de la siguiente manera: se retira con mucho cuidado la arena y la grava para no mezclarlas; se lava la arena; se cepillan las paredes de la caja del filtro; se reacomoda el drenaje, y se vuelve a colocar el lecho de arena y la grava. Si ha habido pérdida de arena y grava, será necesario reponerla. Si hay grietas en las paredes o en el fondo, deberán resanarse antes de colocar el lecho filtrante.

Cuando los sistemas están bien diseñados, operados y mantenidos, el efluente de las plantas de filtración lenta requiere de dosis muy bajas de cloro como ultima barrera; solamente para asegurar que el agua conserve su calidad bacteriológica hasta ser consumida. Es un agua con muy bajo riesgo sanitario.

- Criterios para el monitoreo y evaluación

La turbiedad y la contaminación bacteriológica del agua son los principales parámetros para la caracterización de las aguas superficial en las áreas rurales. Cuando el tratamiento se combina con un prefiltro o sedimentador, el objetivo específico de estas unidades es reducir la turbiedad, mientras que el del filtro lento es reducir la contaminación. Cuando sólo se cuenta con un filtro lento, éste debe cumplir los dos objetivos.

Un programa de monitoreo mínimo para controlar una planta de filtros lentos debería considerar la toma de muestra de agua cruda y tratada para constatar la calidad de la materia prima que esta ingresando al sistema y la del producto final obtenido.

Las mediciones de turbiedad son simples y pueden ser efectuadas por un operador capacitado. Las mediciones diarias durante la época de lluvias permiten:

Evaluar la calidad del agua cruda.

Establecer y supervisar el rendimiento de la planta.

Desarrollar criterios para adectJar la operación de la planta.

Optimizar las características de las unidades.

5.2 Costos y Presupuestos de la obra.

Los costos de inversión de los filtros lentos están determinados, principalmente, por los costos del cemento, grava, acero de refuerzo, arena de filtro, tuberías, válvulas y demás. Los precios de estos materiales varían, dependiendo de diversas circunstancias regionales y locales.

Obra: Planta de Tratamiento de Filtros Lentos

Ubicación: Cañete

Fecha : Abril 2007

Descripción	Und	Metrado	P.U.	Parcial
TRABAJOS PRELIMINARES				
TRAZO Y REPLANTEO	M2	2500,00	0,87	2170,00
TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE 12 e= 1.50 CM	M2	1078,07	15,53	16740,68
MOVIMIENTOS DE TIERRAS				
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	750,00	20,60	15453,68
OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
CONCRETO DE LOSA DE FONDO F'c= 210KG/CM2	M3	190,25	178,72	34001,86
ACERO PARA LOSA DE CIMENTACION	KG	5509,64	2,34	12898,26
CONCRETO P/ MURO F'c= 210 KG/CM2	M3	295,60	178,72	52830,22
ENCOF /DESENCOFRADO MUROS (2 CARAS)	M2	2162,35	30,37	65666,24
ACERO PARA MUROS Fv=400 KG/CM2	KG	12372,80	2,34	28965,16
VARIOS				
SUME INST TUB ALCANT PVC 0 6,5"	ML	32,60	43,62	1422,01
FILTROS DE GRAVA 0 1" MIN	M3	650,00	41,09	26706,26
FILTROS DE GRAVA 0 1 1/2" MIN	M3	650,00	49,54	32198,76
FILTROS DE GRAVA 0 2" MIN	M3	600,00	62,93	37755,93
SUME INST VALVULA COMPUERTA F° F° 160 mm	UNO	15,00	903,313	13550,65
			Total Costo Directo S/,	340359,70
			20%GG S/,	68071,94
			SubTotal S/,	408,431,64

Los Costos de Operación y Mantenimiento (anual) = es 10% de costo directo =

5/. **34,035.97**

Calculo del costo por m3. de la Planta de Tratamiento para el periodo de diseño proyectado.

Marco Teorico

Costo Actualizado Unitario (CAU)

Este indicador se recomienda en los casos en los que se requiera obtener costos por unidad de requerimiento atendido, siempre y cuando las vidas útiles de los proyectos alternativos sea la misma. Se calcula de la siguiente manera:

$$CAU = \frac{I_0 - \frac{VR_n}{(1+r)^n} + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}{R_0}$$

Donde:

VR_n = Valor residual en el período n.

C_t = Costos generados en los proyectos (en términos reales) en cada período t.

r = Tasa de actualización en términos reales.

n = Vida útil del proyecto.

I₀ = Inversión en el momento "0".

R₀ = Volumen de requerimiento atendido por la inversión.

Reemplazando :

VR_n = S/. 81,686.33 (Aprox. 20% de la Inversión)

C_t = S/. 34,035.97 por año (Operación y Mantenimiento)

r = 12 %

n = 15 años

I₀ = S/. 340,359.70

R₀ = 265,515.60 m³ de agua tratada al año.

Tenemos:

CAU = S/. 2.11 / m³ de agua tratada.

CONCLUSIONES

En el Capítulo I se concluye que los parámetros de turbidez y límites bacteriológicos, de las aguas superficiales del río Cañete, se encuentran fuera de los límites permisibles para considerar el agua potable.

En el Capítulo II se concluye que las aguas superficiales del Río Cañete con del tipo II-A de acuerdo al R.N.E. y que se necesita de un tratamiento de filtración lenta, para reducir los parámetros que se encuentran por encima de los límites permitidos.

En el Capítulo III, se indican los parámetros de diseño de la planta de tratamiento de filtros lentos, y se concluye que para desinfectar el agua tratada se necesita 809 litros de solución de hipoclorito de calcio por hora con una dosis de 2 mg/l preparada al 10%.

Del Capítulo IV, se concluye que para la línea de conducción del proyecto se utilizará una tubería de polivinilo de cloruro (PVC) Clase 7.5, dado que resulta ser la tubería mas económica, flexible, durable, de poco peso y de fácil transporte e instalación. El costo de la línea de conducción será de S/. 131772,50 y el costo por metro lineal de tubería para un periodo de diseño de 15 años es de S/. 155.68.

Del Capítulo V, se concluye que el costo estimado de la planta de tratamiento será de S/. 340,359.70 y los costos por operación y mantenimiento al año de S/. 34,035.97. Dado estos valores el costo por m³. de agua tratada de la Planta de Tratamiento para el periodo de 15 años proyectado es de S/. 2.11.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda contar con el personal entrenado para la operación y mantenimiento de la planta de filtros lentos, siendo importante para el funcionamiento de la planta y alcanzar el periodo de diseño establecido de 15 años.
- Se recomienda realizar estudios mensuales de las características físico químicas del Río Cañete y del agua potable a la salida de la planta de tratamiento y llevar un control estricto, y comprobar que los parámetros hallados en el laboratorio se encuentren dentro de los límites permisibles por las normas.
- Se recomienda realizar una supervisión estricta durante la construcción de la planta de acuerdo al diseño elaborado, y efectuar un control a la dosificación del cloro, que son los aspectos fundamentales en la potabilización del agua.

BIBLIOGRAFIA

Tesis :

- Arancibia Samaniego Ada, "Criterios para el manejo de quebradas y su aplicación en el diseño de obras civiles", 1998.
- Arias Arroyo, Severo Zenón, "Ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable de la ciudad de La Merced - Chanchamayo", 1996.
- Chávez Paredes, Raúl; "Abastecimiento de agua para la ciudad de Jauja", 1984.
- Mansen Valderrama Alfredo, "Remodelación de la Bocatoma del Imperial, del río Cañete", 1975.

Libros :

- Arocha Ravelo, Simón; "Abastecimiento de Agua", Ediciones Vega.
- Cáceres López, Osear ; "Desinfección del Agua"; 1980.
- Domínguez, Francisco Javier; "Hidráulica"; Editorial Universitaria Santiago de Chile; 1974.
- Fair - Geyer & Okum; "Abastecimiento de Agua y Rmoción de Aguas Residuales"; John Wiley & Sons; 1970.
- Me Ghee; "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado"; Me. Graw Hill; 1970.
- Pérez Carrión José, Cánepa de Vargas Lidia; Filtración Lenta, Manuales 1, 11y 111; Lima 1,998.
- Rocha, Arturo "Hidráulica de Tuberías y Canales"; Alfaomega; 1985.
- Romero Rojas, Jairo Alberto; "Potabilización del Agua"; Alfaomega; 1985.
- Sotelo, Gilberto; "Hidráulica General"; Editorial Limosa; 1974.
- Streeter, Víctor; "Mecánica de Fluidos"; Me Graw Hill; 1975.

Normas :

- Ley General de Aguas (D.S. 261-69-AP, modificado por D.S. 007-83-SA y D.S. 003-2003-SA).
- Norma OS 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones
- Resolución Suprema del 17 /12/1946

ANEXOS

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS
FISICO QUIMICOS DEL RIO
CANETE**



MINISTERIO DE SALUD

Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"Amapolas N° 350-Lincc. Telf: 442-8353 - 442-8356
Anejo 212. E-mail: digesa@digesamrnsa.gob.pe

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO N° 0082

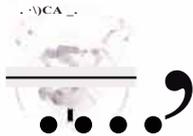
Fuente : DEEPA / GICI -PROYECTO-CAMISEA							
Muestrador : Ing. Víctor Olivares A.							
Orden de muestreo	Código campo	Origen de la Muestra	Punto de muestreo	Localidad	D,smto	Provincia	Departamento
18	M-11	Muestra superficial de agua de río.	Río Matagente, aguas abajo del cruce de la línea de gas con el río Matagente.	Río Matagente.	El Carmen.	Chincha	Ica
19	M-12	Muestra superficial de agua de río.	Río Ch.ico, aguas arriba del cruce de la línea de gas del río Ch.ico.	Río Ch.ico.	Alto Laran	Chincha.	Ica
20	M-13	Muestra superficial de agua de río.	Río Ch.ico, aguas abajo del cruce de la línea de gas del río Ch.ico.	Río Chico.	Alto Laran	Chincha	Ica
21	M-14	Muestra superficial de agua de río.	Río Callete, 100 m. aguas arriba del cruce de la línea de Gas Natural con el río Callete.	Río Callete	Callete.	Callete	Luna.
22	M-15	Muestra superficial de agua de río	Río Callete, 100 m aguas abajo del cruce de la línea de Gas Natural con el río Callete	Río Callete	Callete.	Callete.	Luna

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS

Orden de Lab.	00718	00719	00720	00721	00722	Método de detección del método	Unidad	Método de ensayo
Fecha de muestreo	09/02/06	09/02/06	09/02/06	09/02/06	09/02/06			
Fecha de llegada al Lab	09/02/06	09/02/06	09/02/06	09/02/06	09/02/06			
Inicio de análisis	09/02/06	09/02/06	09/02/06	09/02/06	09/02/06			
INDICADORES								
Temperatura 20° C	7.98	7.99	8.16	7.85	7.86	--	--	Pan 4500-H-8
Conductividad	185	214	255	241	240	17	µS/cm	Pan 25108
pH	7.07	9.63	7.46	7.32	7.14	0.00	UNT	Pan 2130B
Sólidos Totales Disueltos	122	141	168	159	158	10	mg/L	Pan 2510B
Sólidos Totales Suspendidos	2333	1612	2113	409	418	5.0	mg/L	Pan 2540D
Oxígeno Disuelto	7.28	8.27	7.68	7.80	7.90	0.1	mg O ₂ /L	Pan 4500-O-G
Cloro	<LDM	--	133	--	<LDM	2.0	mg Cl ₂ /L	Pan 5210B
Ext.En hexano	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	3.0	mg/L	EPA 1664
Metales Totales								
Cadmio	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	0.010	ng Cd/L	Pan 3111B
Cobalto	0.174	0.139	0.145	0.019	0.021	0.00	ng Co/L	Pan3111B
Cromo	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	0.050	ng Cr/L	Pan3111B
Cobalto	60.493	56.843	66.343	13.003	11.961	0.038	ng Fe/L	Pan 3111 B
Molibdeno	2.227	1.602	1.831	0.324	0.316	0.025	ng Mo/L	Pan 3111B
Plomo	0.129	0.092	0.098	<LDM	<LDM	0.025	ng Pb/L	Pan3111B
Zinc	0.309	0.278	0.315	0.084	0.083	0.038	ng Zn/L	Par 3111 B

Referencia: Manual de Biotecnología de los Métodos de Ensayo : Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales - American Public Health Association. American Water Works Association Water Pollution Control Federation. 20th Edition. 1998

Observaciones: Los parámetros de pH, Conductividad, Sólidos Totales Disueltos, Oxígeno Disuelto y DBO. se realizó IN S/TU. Muestra agotada en el análisis.



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

Calle Las Mesas N° 350-Lima., Telf: 442-8353 - 442-8356
 Anexo 212. E-mail: masters@digesa.minsa.gob.pe

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS

INFORME DE ENSAYO N° 0526

Detalle de muestreo

Muestreador: Ing. Víctor Olivares.

Código campo	Origen de la Muestra	Punto de muestreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
M-6	Agua del Río Pisco.	Estación aguas abajo del Sto. cruce, aguas arriba del 6to. cruce del gasoducto con el río Pisco.	Río Pisco.	Humay	Pisco.	Ica
M-7	Agua del Río Pisco.	Estación aguas abajo del 6to. cruce, aguas arriba del 7mo. cruce del gasoducto con el río Pisco.	Río Pisco.	Humay	Pisco.	Ica
M-8	Agua del Río Pisco.	Estación aguas abajo del 7mo. cruce del gasoducto con el río Pisco.	Río Pisco.	Humay	Pisco.	Ica
M-9	Agua del Río Pisco.	Estación aguas abajo del último cruce del gasoducto con el río Pisco.	Río Pisco.	Humay	Pisco.	Ica
M-10	Agua del Río Cañete.	Estación aguas arriba del cruce del gasoducto con el río Cañete.	Río Cañete.	Cañete.	Cañete.	Lima

RESULTADOS DE ANALISIS

Fecha de Lab.	3902	3903	3904	3905	3906	Límite de detección del método	Unidad	Método de ensayo
Fecha de muestreo	25/05/05	25/05/05	25/05/05	25/05/05	26/05/05			
Fecha de llegada al Lab	26/05/05	26/05/05	26/05/05	26/05/05	26/05/05			
Fecha de análisis	27/05/05	27/05/05	27/05/05	27/05/05	27/05/05			
pH	7.87	8.21	8.28	8.23	7.81	----	----	Pan 4500-H-8
Temperatura	20.0	20.7	21.9	23.7	20.6	----	°C	Pan 25508
Turbiedad	668	676	683	839	408	----	µmhos/cm	Pan 25108
Totales Disueltos	1.40	6.25	4.42	4.78	0.56	----	UNT	Pan 21308
Disuelto	440	440	430	509	266	----	mg/L	Pan 2540C
	72.0	74.4	74.4	100.4	17.4	2.00	ng Cl ⁻ /L	Pan 4500-Cl-C
	8.70	8.32	9.86	7.98	9.90	01	ng o ₃ /L	Pan 4500-O-G
En hexano	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	2.0	ng o ₃ /L	Pan 52108
	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	3.0	mg/L	EPA 1664
	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	0.010	ng Cd/L	Pan 31118
	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	0.005	ng Cu/L	Pan 31118
	0.394	0.708	0.268	0.426	0.189	0.038	ng Fe/L	Pan31118
	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	0.025	ng Mn/L	Pan31118
	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	0.025	ng Pb/L	Pan 31118
	<LDM	0.059	<LDM	<LDM	<LDM	0.038	ng Zn/L	Pan 31118

Bibliografía de los Métodos de Ensayo: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales American Publication, American Water Works Association Water Pollution Control Federation, 20th Edition, 1998.

Insuficiente cantidad de muestras para análisis de Sólidos Suspendedos. se requiere como mínimo 500ml.





MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
"DIGESA"

N° 350-Línc. Telf: 442-8353 - 442-8356
 ax: Anexo 212. E-mail: mastcrs@digesa.mmsa.gob.pe

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS

INFORME DE ENSAYO N° 0526

datos de muestreo

Muestreador: Ing. Víctor Olivares

Código campo	Origen de la Muestra	Punto de muestreo	Localidad	D.	Provincia	Departamento
M-11	Agua del Río Cañete.	Estación aguas abajo del cucc del gasoducto con el río Cañete.	Río Cañete.	Cañete	Cañete	Lima.
M-12	Agua del Río Mala	Estación aguas arriba del cuce del gasoducto con el río Mala	Ria Mala	Mala.	Cañete	Lima
M-13	Agua del Ria Mala	Estación aguas abajo del cuce del gasoducto con el ria Mala.	Río Mala	Mala.	Cañete	Lima.
M-14	Agua del Ria Lurin.	Estación aguas arriba del cuce del gasoducto con el río Lurin.	Río Lurin.	Lunn.	Lima	Lima
M-15	Agua del Río Lurin.	Estación aguas abajo del cuce del gasoducto con el río Lurin.	Río Lunn	Lurin.	Lima	Lima

RESULTADOS DE ANALISIS

codigo de Lab.	3907	3908	3909	3910	3911	Límite de detección del método	Unidad	Método de ensayo
Fecha de muestreo	26/05/05	26/05/05	26/05/05	26/05/05	26/05/05			
Fecha de llegada al Lab	26/05/05	26/05/05	26/05/05	26/05/05	26/05/05			
Fecha de análisis	27/05/05	27/05/05	27/05/05	27/05/05	27/05/05			
Temperatura °C	7.84	7.95	7.69	8.06	7.69	----	----	Pan 4500-H-B
pH	20.1	23.7	24.3	25.6	25.8	----	°C	Part 2550B
Conductividad	407	751	758	573	575	----	µmhos/cm	Pan 2510B
Color	0.62	0.65	0.72	0.28	0.40	----	UNT	Part 2130B
Sólidos Totales Disueltos	267	455	454	333	333	----	mg/L	Part 2540C
Sólidos Totales	18.0	108.0	107.4	72.6	68.0	200	mg/L	Pan 4500, C1-C
Díselto	9.73	9.90	9.65	11.60	11.84	0.1	mg O ₂ /L	Pan 4500(O-G)
Amonio	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	2.0	mg N/L	Pan5210B
En hexano	<LDM	5.8	<LDM	7.2	<LDM	3.0	mg/L	EPA 166'
Cadmio	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	0.010	mg Cd/L	Pan 3111B
Cobalto	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	0.005	mg Co/L	Pan 3111B
Cromo	0.084	0.175	0.180	<LDM	<LDM	0.038	mg Cr/L	Pan 3111B
Cupero	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	0.025	mg Cu/L	Pan 3111 D
Plomo	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	0.025	mg Pb/L	Pan1111B
Mercurio	<LDM	0.046	0.043	<LDM	0.045	0.038	mg Hg/L	Pan 3111 B

Bibliografía de los Métodos de Ensayo: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables - American Public Health Association, American Water Works Association, 1995. *Water Pollution Control Federation - 20th Edition, 1996*

Para suficientes cantidad de muestras para análisis de Sólidos Suspendedos, se requiere como mínimo 500ml



MEMORIAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS 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 Actualización de Conocimientos)

SERVICIO DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO QUÍMICO DE LA FIC
PARA ESCUELA PROFESIONAL-CURSO DE ACTUALIZACIÓN DE
CONOCIMIENTOS--TITULACION
MUESTRAS DEL RIO CAÑETE-MALA
ENERO-2007

FECHA	REGISTRO	MUESTRA	ANÁLISIS
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	LQ07-01	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

RICARDO TERREROS LAZO
JEFE DEL LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA FIC

FA ULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

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

LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC

ANALISIS FISICO QUIMICOS

SOLICITANTE : ESCUELA PROFESIONAL FJC-UM

REGISTRO : LQ07-02

OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-TITULACION-FIC

LUGAR DE MUESTREO: LIMA-CAÑETE-MALA

TIPO DE MUESTRA: SUELO

FECHA DE RECEPCION DE MUESTRA: 23-01-07

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

Lima 25 de Enero del 2007

RICARDO TERREROS LAZO
JEFE DEL LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC

LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC
 ANALISIS FISICO QUIMICOS

SOLICITANTE :ALTAVISTA

REGISTRO : LQ17-03

OBR\ : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMJENTOS-
 TITULACION-FIC

UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE

Tlro DE MUESTRA: AGUA

RCErCI<JN DE MUESTRA: 23 -01-07

ANALISIS OE:	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TOTALES
STHA;-	ppm	oum	VDID
1 AGUA INWIO DE BOCATOMA	134	29	178

Lima 25 de Enero del 2007

LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC
 ANALISIS FISICO QUIMJCOS

SOLICITANTE :J.C

REGISTRO : LQ07-03

OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMJENTOS-
 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	ypm	ppm
MUESTRA: AGUA FUOCAÑEH,	186	35	233

Lima 25 de Enero del 2007

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú Tele fax: (511) 431-9845

LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC

ANALISIS FISICO QUIMICOS

SOLICITANTE : LOS CASTORES

REGISTRO : LQ07-03

OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-TITULACION-FIC

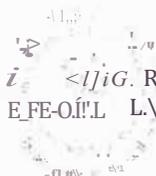
UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE

TIPO DE MUESTRA: AGUA

RECEPCION DE MUESTRA: 23 -01-07

ANALISIS 1ra:	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TOTALES
	ppm	ppm	ppm
MUESTRA: AGUA	223	36	259

Lima 25 de Enero del 2007

 RICARD ERREROS LAZO
JEFE DEL LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú Tele fax: (511) 431 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 0*,	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TOTALES- ppm
	DDm	ppm	
MUESTRA: AGUA BUZON DE RECIPFENTE ALMINARES, IMPERIAL	216	20	236

Lima 25 de Enero del 2007

 Óscar Ríos LAZO
JEFE DEL LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC

LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC
 ANALISIS FISICO QUIMICOS

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

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

Lima 25 de Enero del 2007

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

ING. ROS LAZO
 JEFE DEL LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC

SOLICITANTE :GRUPO N° 1

REGISTRO : LQ07-02

OBRA : CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-
 TITULACION-FIC

UBICACIÓN: IMPERIAL-MALA-CAÑETE

TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RIO

RECEPCION DE MUESTRA: 22 -01-07

ANALISIS DE:	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TOTALES
	ppm	ppm	ppm
MUESTRA: AGUA DE POZO ALMINARES, IMPERIAL	130	27	176

Lima 25 de Enero del 2007

E
RÍA
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

RECEPCION DE MUESTRA: 22 -01-07

ANALISIS DE:	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TO ; F,S
MUESTRA : AGUA - BOCA TOMA NUEVO IMPERIAL	310	34	371

Lima 25 de Enero del 2007

G. R RDO %R.R.EROS LAZO
JEFE DE LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ING

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú Telélú: (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: B -01-07

ANALISIS DE :	SULFATOS	CLORUROS	SALES SOLUBLES TOTALES
MUESTRA: AGUA - BOCA TOMA NUEVO IMPERIAL	143	27	182

Lima 25 de Enero del 2007

ING. RIGIRO TERREROS LAZO
JEFE DE LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC

LABORATORIO DE QUIMICA DE LA FIC
ANALISIS FISICO QUIMICOS

IDENTIFICACION: COSTRUCCION

REFERENCIA: LQ07-03

OBJETO: curso DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS-
TITULACION-FIC

UBICACION: 11 IMPERIAL-MALA-CAÑETE

TIPO DE REGISTRO: FGA

FECHA DE MUESTRA: 23-01-07

ANALISIS	SILICIOS	CLORUROS	SOLUBLE, TOTALES
11 E.H.A :	ppm	ppm	
FGA	110	37	276

Lima 25 de Enero del 2007

1
ING. RICARDO FERREROS LAZO
JEFE DEL LABORATORIO QUIMICO DE LA FIC

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

**Preparación de Análisis de Costos Unitarios : Planta
de Tratamiento de Filtros Lentos**

Partida : Trazo y Replanteo

Und.: m2

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
Clavo	Kg	0,025	2,37	0,06	
Cordel	mi	0,025	0,27	0,01	
Estaca	Ud	0,200	1,10	0,22	
Tiza blanca	Ko	0,030	1,50	0,05	0,33
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,001	11,00	0,01	
Oficial	h-h	0,010	9,00	0,09	
Peón	h-h	0,020	8,00	0,16	
Topógrafo	h-h	0,010	10,50	0,11	0,37
EQUIPOS Herramientas					
Jalón	h-m	0,020	1,00	0,02	
Mira metálica	h-m	0,010	5,00	0,05	
Teodolito	h-m	0,010	8,25	0,08	
Herramientas	%MO	0,050	0,37	0,02	0,17
Costo Unitario S/.					0,87

Partida : Tarrajeo con impermeabilizante 1,2 e= 1,50 cm.

Und.: m2

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
Aditivo Impermeab.	G	0,200	15,75	3,15	
Gancho para albacil	Ud	1,000	0,20	0,20	
Mortero C-Arena fina 14	m3	0,017	190,95	3,15	6,50
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,0571	11,00	0,63	
Operario	h-h	0,5714	10,00	5,71	
Peón	h-h	0,286	8,00	2,29	8,63
EQUIPOS Herramientas					
Regla de albañil	h-m	0,571	0,70	0,40	0,40
Costo Unitario S/.					15,53

Partida : Eliminación de material excedente

Und.: m3

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,004	11,00	0,05	
Peón	h-h	0,622	8,00	4,98	5,02
EQUIPOS Herramientas					
Camión Volquete 15 m3	h-m	0,133	115,00	15,33	
Herramientas	%MO	0,050	5,02	0,25	15,58
Costo Unitario S/.					20,60

Partida: Concreto Fc=21 0 kQ/cm2**Und.: m3**

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
Aagua	m3	0,185	8,00	1,48	
Arena Gruesa	m3	0,500	17,00	8,50	
Cemento Portland tipo 1	B	7,000	14,50	101,50	
Piedra chancada 1/2"	m3	0,850	40,00	34,00	145,48
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,040	11,00	0,44	
Oficial	h-h	0,400	9,00	3,60	
Operario	h-h	0,400	10,00	4,00	
Peón	h-h	2,000	8,00	16,00	24,04
Eauinos Herramientas					
Mezcladora 11 o3 23HP	h-m	0,400	20,00	8,00	
Herramientas	%MO	0,050	24,04	1,20	9,20
Costo Unitario S/.					178,72

Partida: Acero de refuerzo Fy=4200 kQcm2**Und.: KQ**

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
Acero corrugado promedio	Kg	1,020	1,40	1,43	
Habilitación de acero	Kg	1,020	0,52	0,53	
Alambre nearo 16	Kg	0,030	2,37	0,07	2,03
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,003	11,00	0,03	
Operario	h-h	0,027	10,00	0,27	0,30
Eauinos Herramientas					
Herramientas	%MO	0,050	0,30	0,01	0,01
					2,34

Partida : Encofrado v desencofrado**Und.: m2**

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
Madera para encofrado	P2	5,500	2,40	13,20	
Habilitación de madera	P2	5,500	0,63	3,47	
Desencofrado	P2	5,500	0,20	1,10	
Clavo promedio	Kg	0,200	2,37	0,47	
Alambre negro 08	Kg	0,200	2,37	0,47	18,71
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,100	11,00	1,10	
Operario	h-h	1,000	10,00	10,00	11,10
Eauinos Herramientas					
Herramientas	%MO	0,050	11,10	0,56	0,56
					30,37

partida: Suministro y tendido de tubería PVC**Und.: m**

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
tubería de 6,5" PVC	m	1,000	40,00	40,00	40,00
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,008	11,00	0,09	
Operario	h-h	0,080	10,00	0,80	
Peón	h-h	0,320	8,00	2,56	3,45
EQUIPOS Herramientas					
Herramientas	%MO	0,050	3,45	0,17	0,17
				Costo Unitario S/.	43,62

Partida: Filtro de arena 0 1 " MN**Und.: m³**

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
Grava de 0 1" MIN	m ³	1,300	30,00	39,00	
AQUA	m ³	0,010	8,00	0,08	39,08
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,001	11,00	0,01	
Oficial	h-h	0,100	9,00	0,90	
Operario	h-h	0,100	10,00	1,00	1,91
EQUIPOS Herramientas					
Herramientas	%MO	0,050	1,91	0,10	0,10
					41,09

partida: Filtro de grava 0 1 1/2" MIN**Und.: m³**

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
Grava de 0 1 1/2" MIN	m ³	1,300	36,50	47,45	
AQUA	m ³	0,010	8,00	0,08	47,53
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,001	11,00	0,01	
Oficial	h-h	0,100	9,00	0,90	
Operario	h-h	0,100	10,00	1,00	1,91
EQUIPOS Herramientas					
Herramientas	%MO	0,050	1,91	0,10	0,10
					49,54

Partida : Filtro de arava 0 2' MIN**Und.: m3**

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
Grava de 0 2' MIN	m3	1,300	46,80	60,84	
Agua	m3	0,010	8,00	0,08	60,92
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,001	11,00	0,01	
Oficial	h-h	0,100	9,00	0,90	
Operario	h-h	0,100	10,00	1,00	1,91
Eauioos Herramientas					
Herramientas	%MO	0,050	1,91	0,10	0,10
					62,93

Partida : SUM E INST VALVULA COMPUERTA F° F° 160 mm**Und.: UND**

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
Válvula compuerta F° F° 160 mm	UNO	1,000	900,00	900,00	900,00
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,016	11,00	0,18	
Oficial	h-h	0,160	9,00	1,44	
Operario	h-h	0,160	10,00	1,60	3,22
Eauinos Herramientas					
Herramientas	%MO	0,050	3,22	0,16	0,16
					903,38

Preparación de Análisis de Costos Unitarios :
Línea de Conducción

Partida : Trazo y Replanteo

Und.: m

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
Clavo	Kg	0,025	2,37	0,06	
Cordel	mi	0,025	0,27	0,01	
Estaca	Ud	0,200	1,10	0,22	
Tiza blanca	Ka	0,030	1,50	0,05	0,34
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,001	11,00	0,01	
Oficial	h-h	0,010	9,00	0,09	
Peón	h-h	0,020	8,00	0,16	
Tooóarafo	h-h	0,010	10,50	0,11	0,37
Enuinos Herramientas					
Jalón	h-m	0,020	1,00	0,02	
Mira metálica	h-m	0,010	5,00	0,05	
Teodolito	h-m	0,010	8,25	0,08	
Herramientas	%MO	0,050	0,37	0,02	0,17
Costo Unitario S/.					0,88

Partida : Excavación

Und.: m3

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Mano de Obra					
Caoataz	h-h	0,267	11,00	2,94	
Peón	h-h	2,670	8,00	21,36	24,30
Eauinos Herramientas					
Herramientas	%MO	0,050	24,30	1,22	1,22
Costo Unitario S/.					25,52

Partida : Relleno y Compactación

Und: m3

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Mano de Obra					
Caoataz	h-h	0,080	11,00	0,88	
Peón	h-h	0,800	8,00	6,40	7,28
Enuioos Herramientas					
Herramientas	%MO	0,050	7,28	0,36	0,36
Costo Unitario S/.					7,64

Partida : Suministro y tendido de tubera pVE **Und.: m**

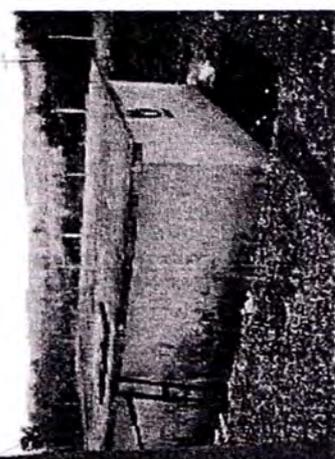
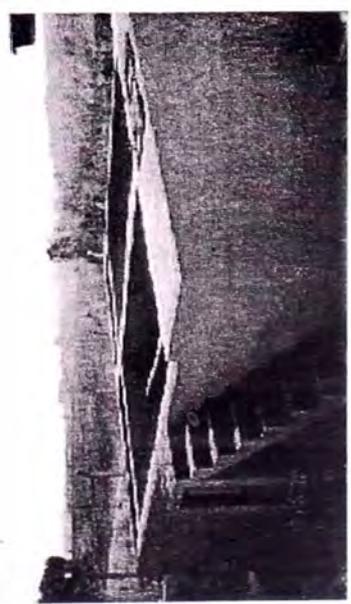
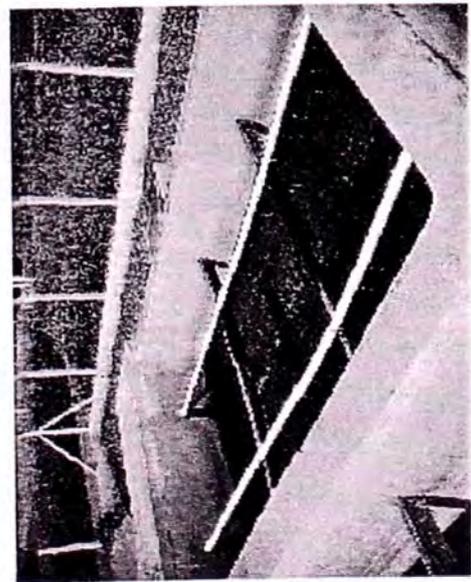
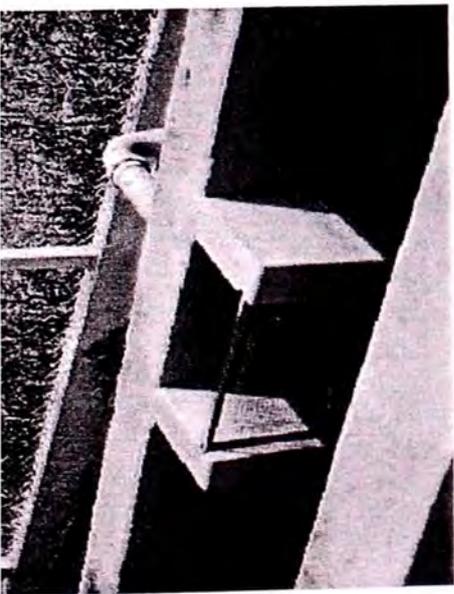
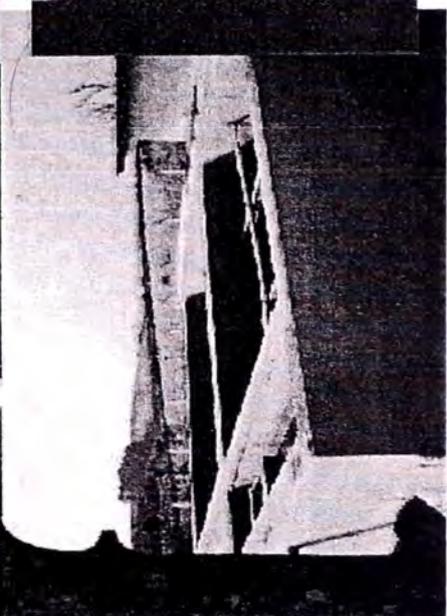
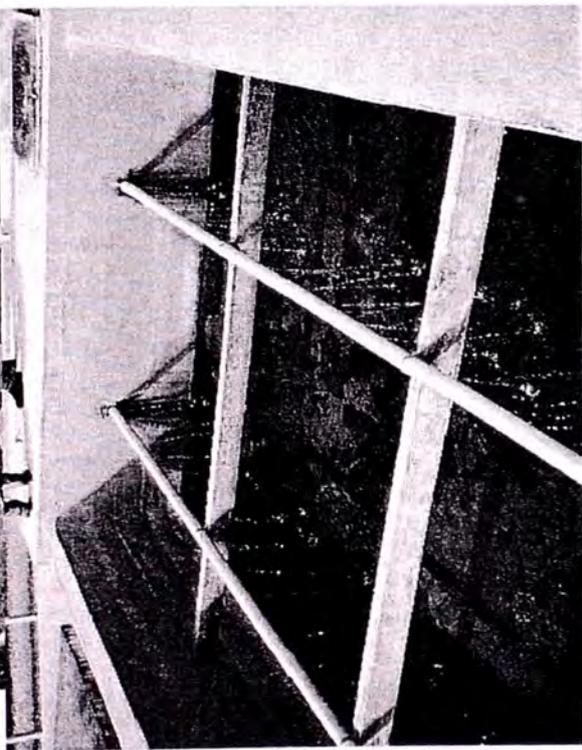
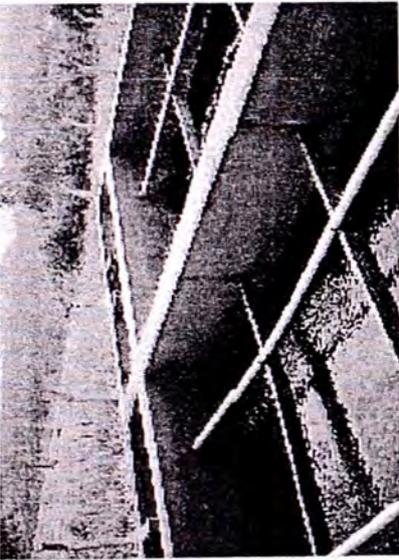
Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
tubería de 2,5" PVC	m	1,000	20,00	20,00	20,00
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,008	11,00	0,09	
Operario	h-h	0,080	10,00	0,80	
Peón	h-h	0,320	8,00	2,56	3,45
EQUIPOS Herramientas					
Herramientas	%MO	0,050	3,45	0,17	0,17
				Costo Unitario S/.	23,62

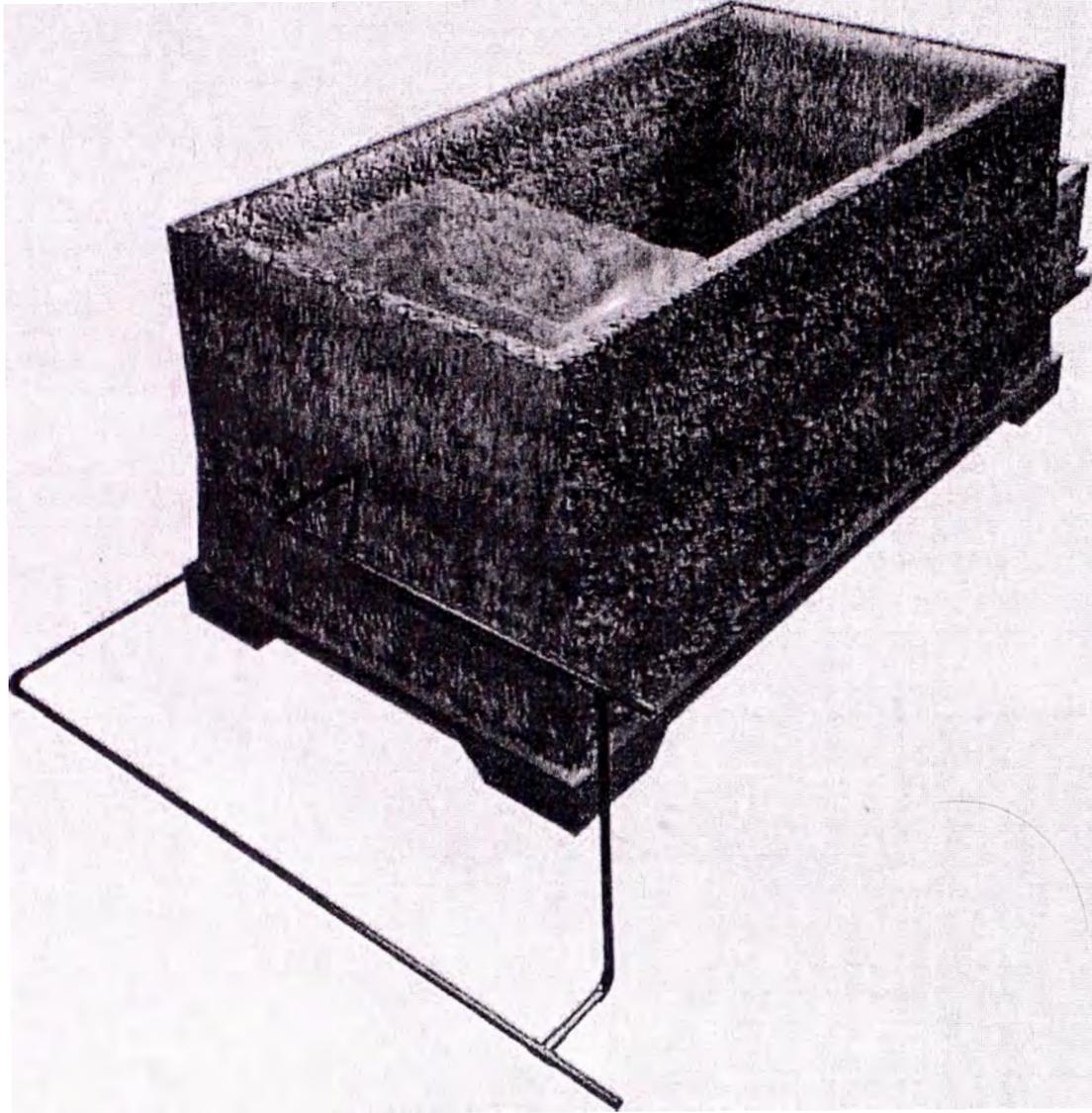
Partida : Prueba Hidráulica **Und.: m**

Concepto	Unidad	Insumo	Precio	Parcial	Sub Total
Materiales					
AQua	m3	0,049	8,00	0,39	0,39
Mano de Obra					
Capataz	h-h	0,004	11,00	0,04	
Operario	h-h	0,040	10,00	0,40	
Peón	h-h	0,080	8,00	0,64	1,08
EQUIPOS Herramientas					
Herramientas	%MO	0,050	1,08	0,05	0,05
					1,52

FOTOS

0
1-
...J
1/2
W
...J





FILTRO LENTO - VISTA 1

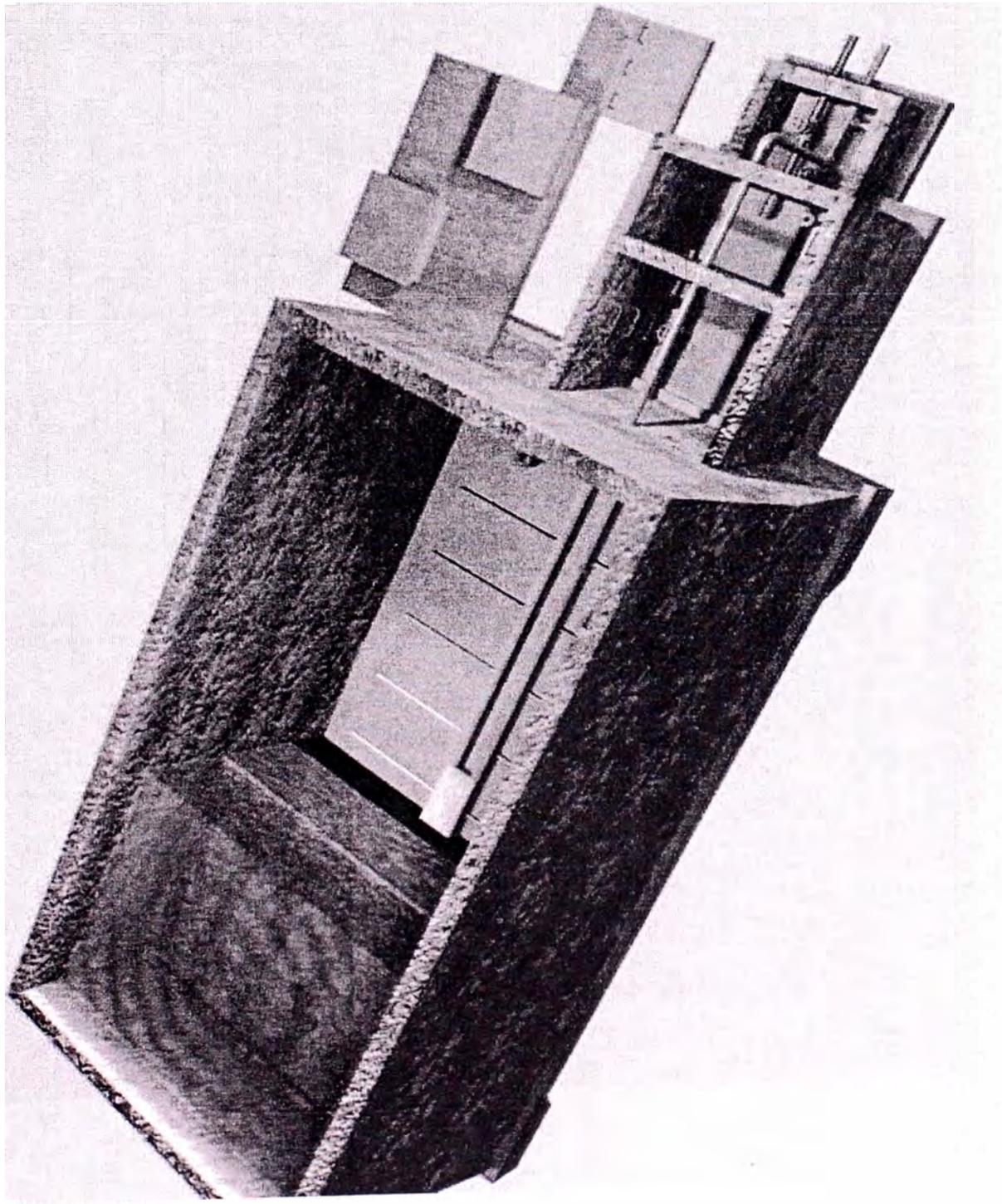
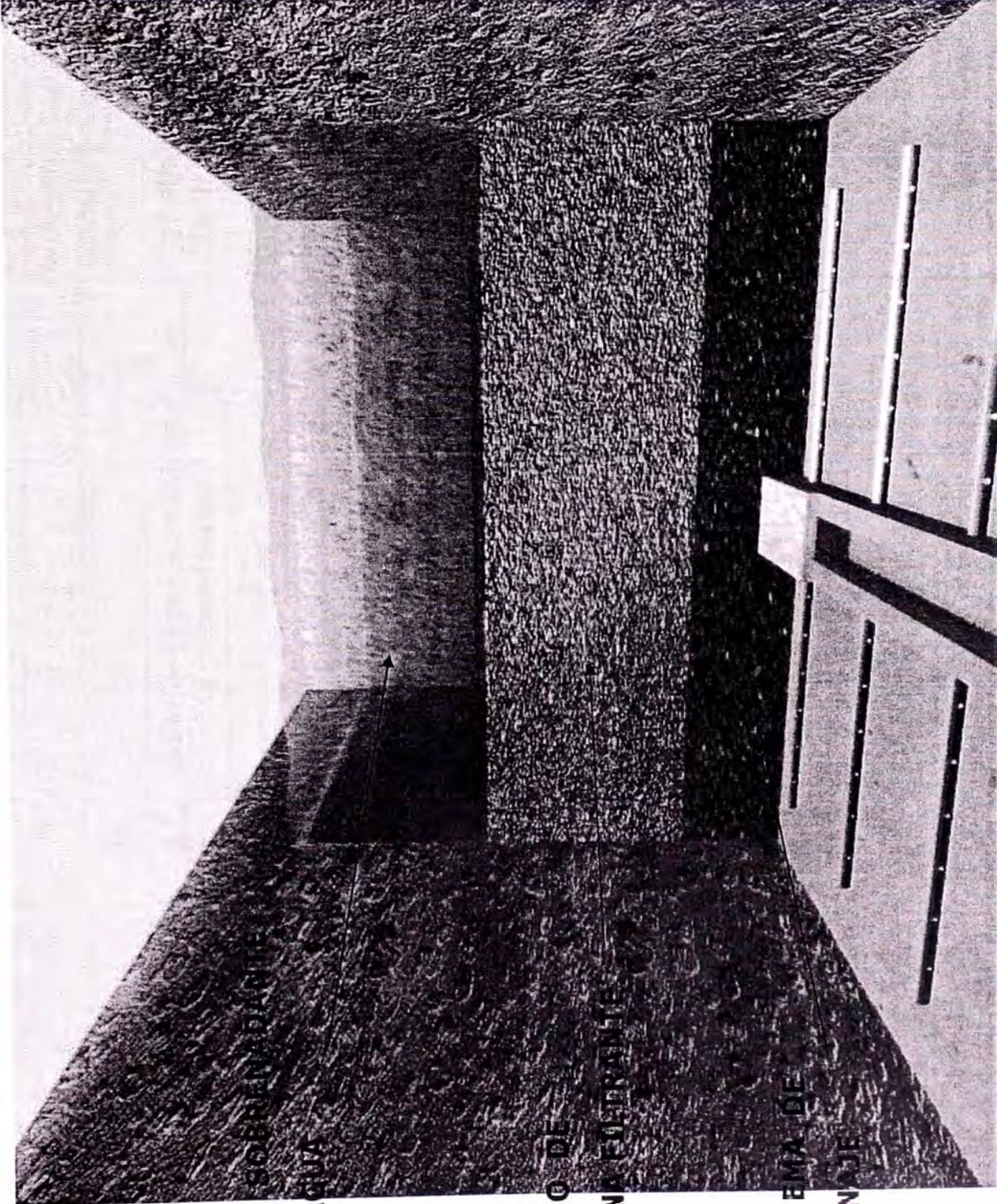


Fig: O LENTO - VISTA Z



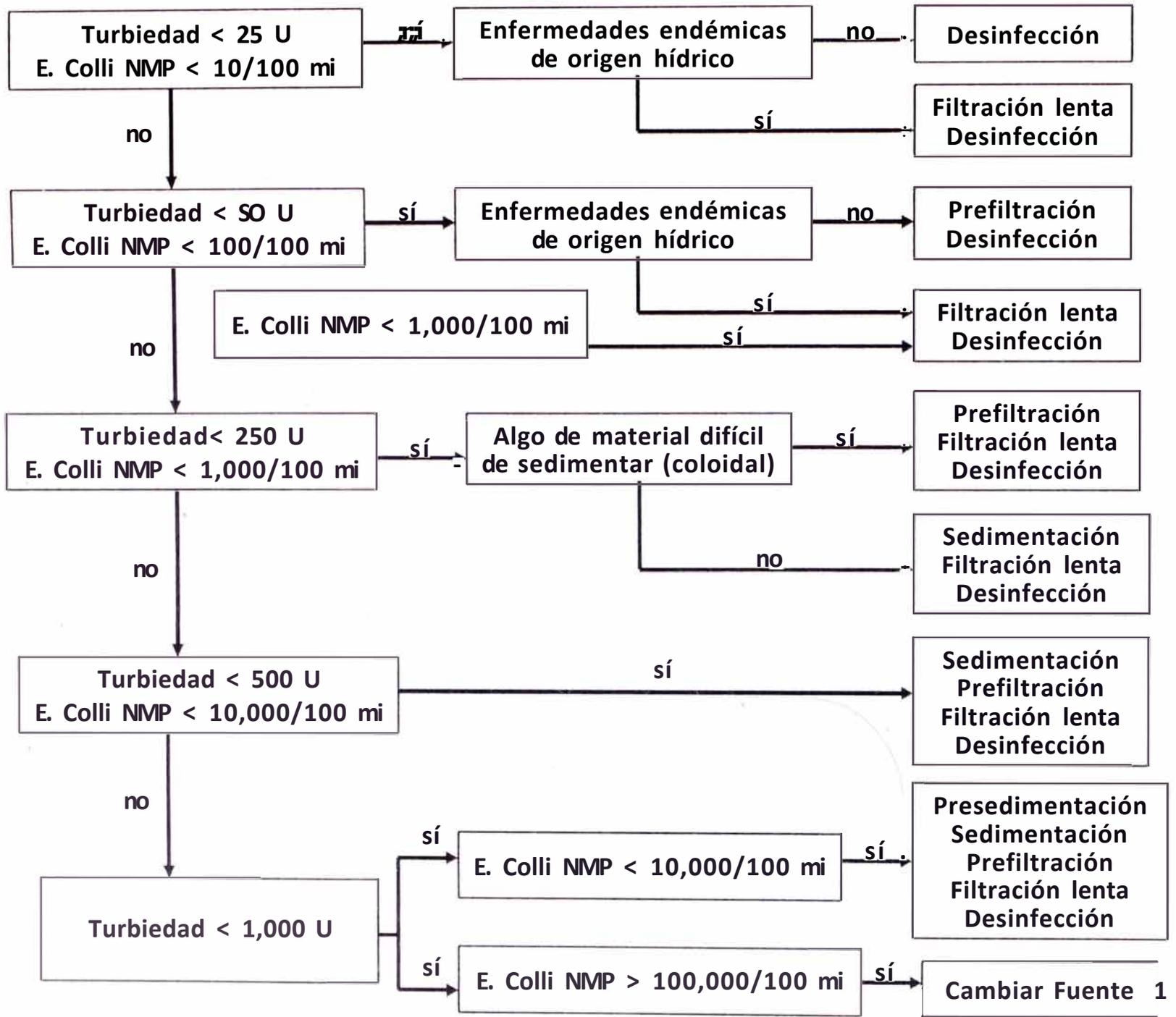
• **CAPA SUPERIOR DE
C/ AGUA**

• **N. LÍNEA DE
ARENA FILTERANTE**

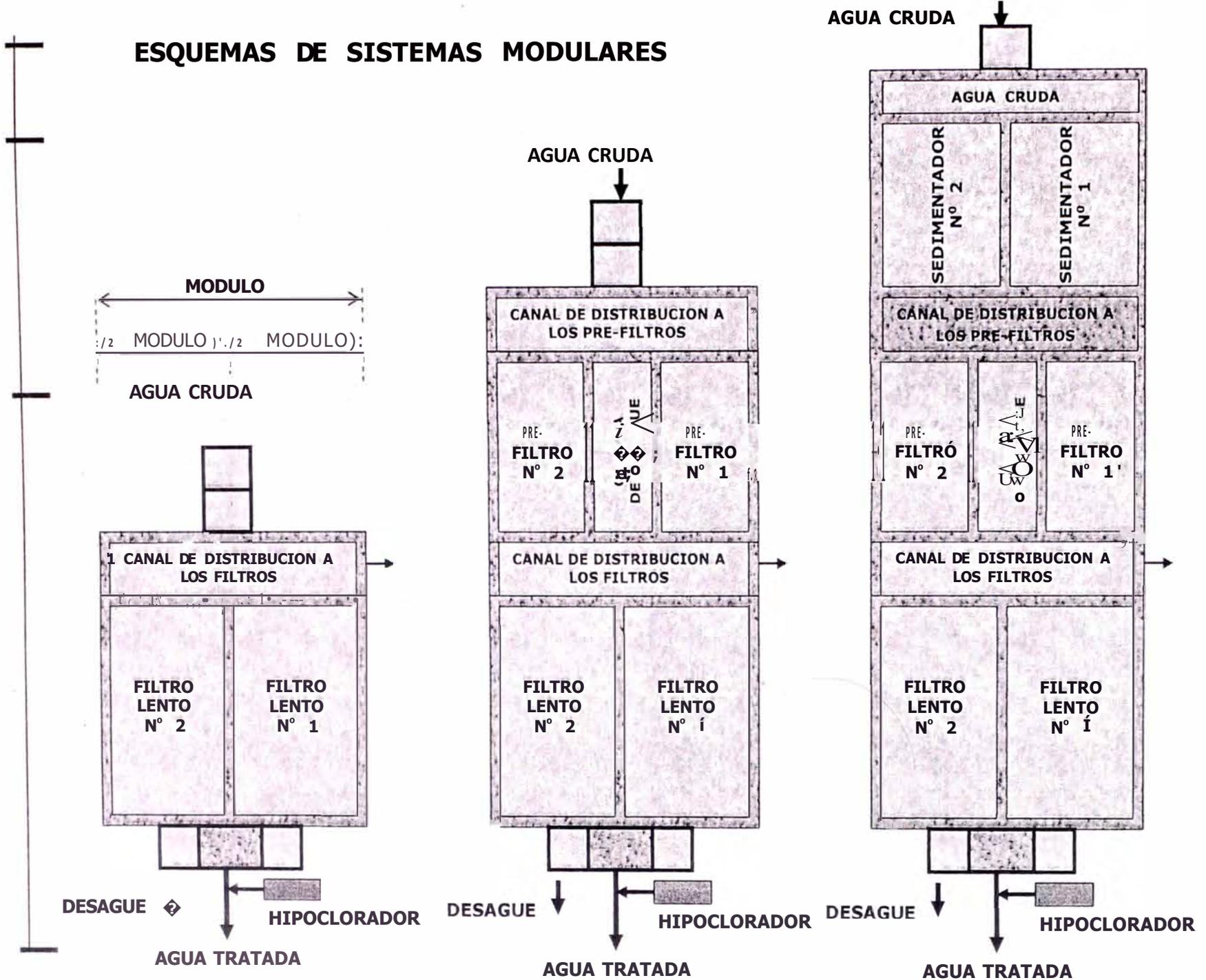
• **M. S. CANAL DE
DRENAJE**

PLANTA DE DRENAJE

<<
0. z
v1w
0..J
yWZ
UO4
u
0.
Wr-
0. J
Z u
,ow
u e
Uct
W. N
W J
v J
WC.
/<
ctZ
i4
e,



ESQUEMAS DE SISTEMAS MODULARES



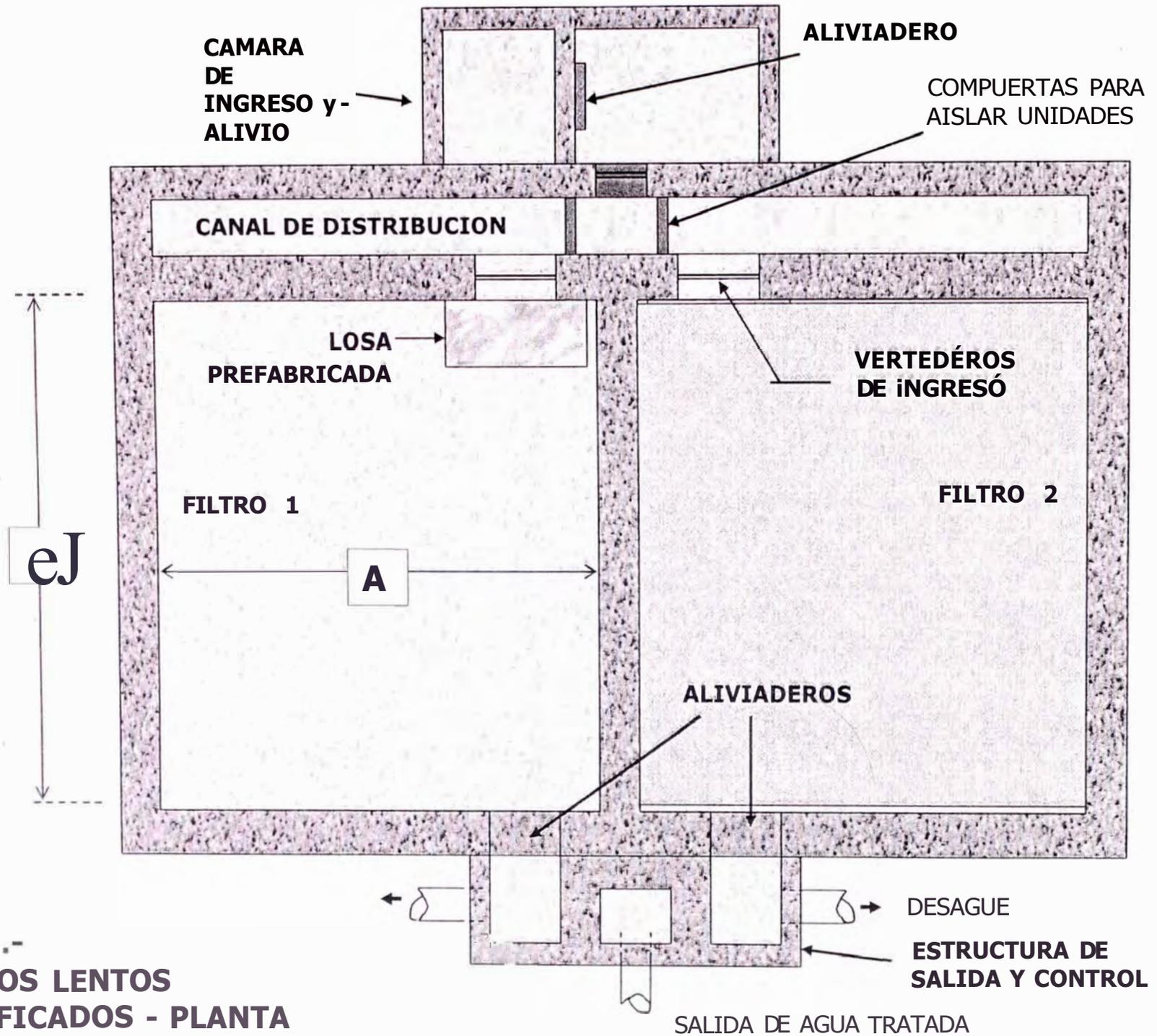
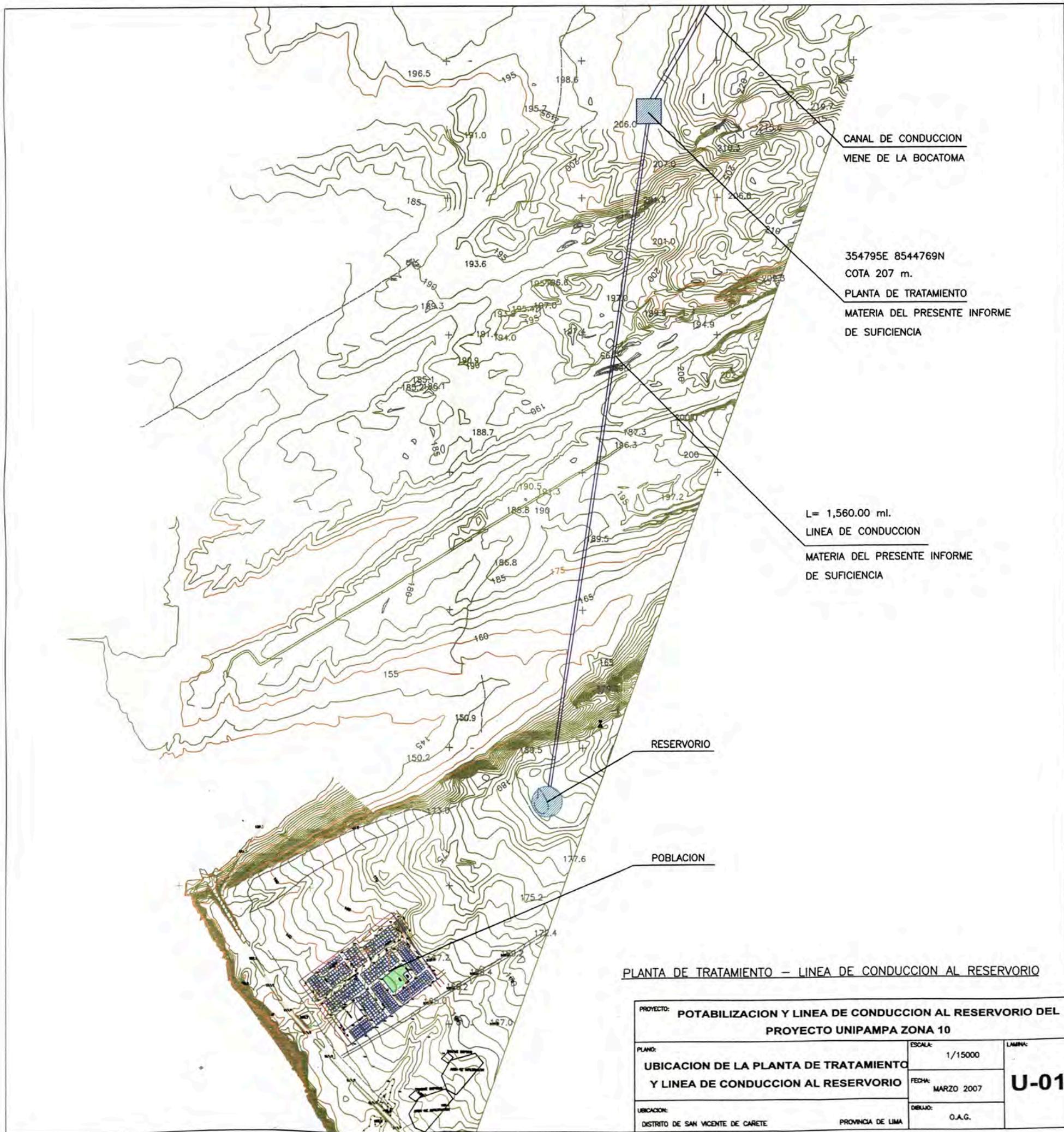


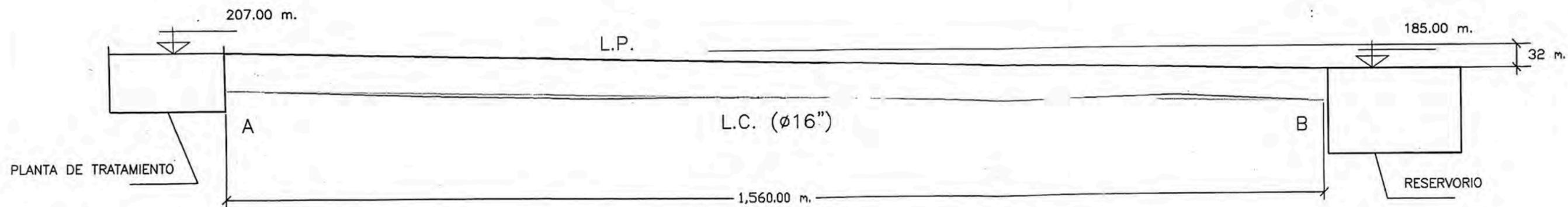
Fig. 1 .-
FILTROS LENTOS
MODIFICADOS - PLANTA

PLANOS



PLANTA DE TRATAMIENTO – LINEA DE CONDUCCION AL RESERVORIO

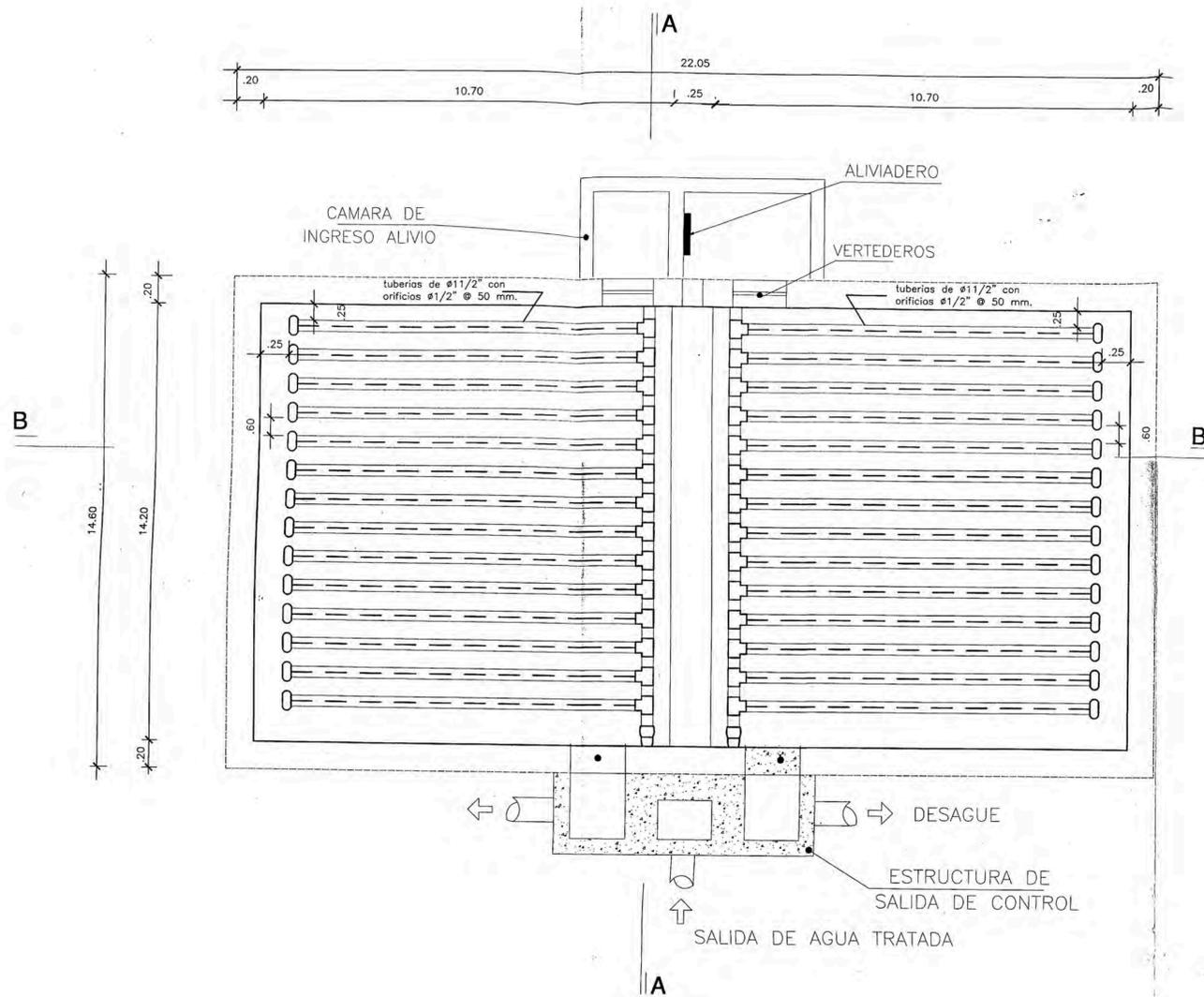
PROYECTO: POTABILIZACION Y LINEA DE CONDUCCION AL RESERVORIO DEL PROYECTO UNIPAMPA ZONA 10		
PLANO: UBICACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y LINEA DE CONDUCCION AL RESERVORIO	ESCALA: 1/15000	LAMINA: U-01
UBICACION: DISTRITO DE SAN VICENTE DE CARETE	FECHA: MARZO 2007	
	PROVINCIA DE LIMA	DIBUJO: O.A.G.



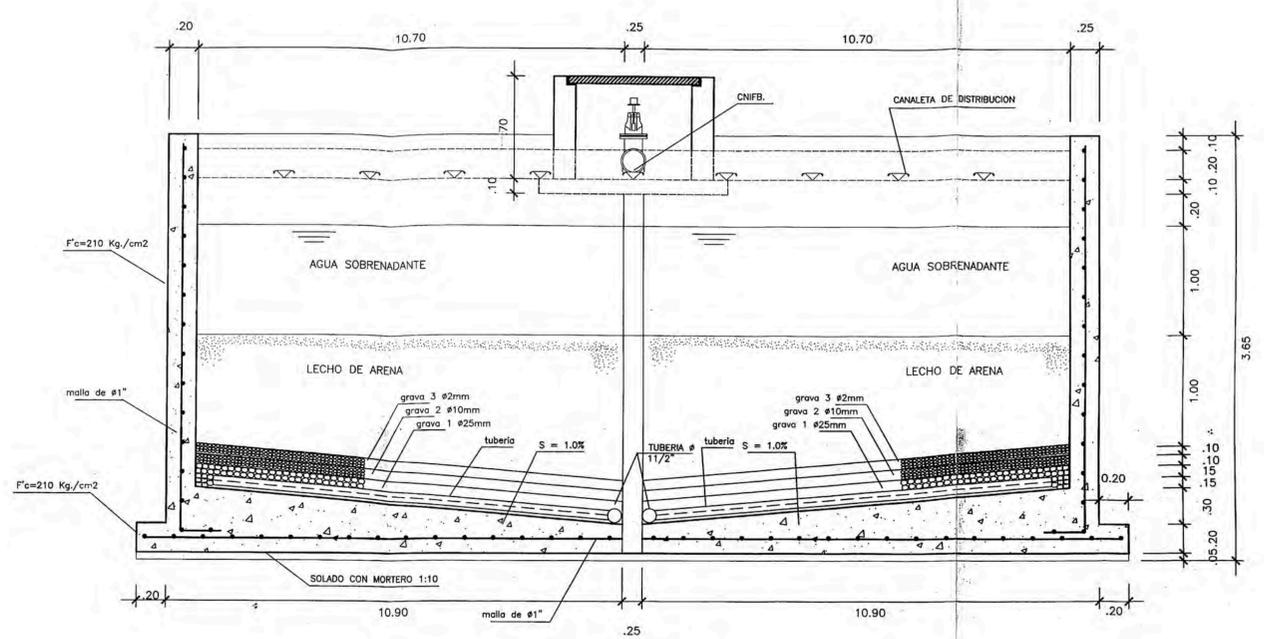
- LINEA PIEZOMETRICA
- PERFIL DEL TERRENO
- TUBERIA DE CONDUCCION

LINEA PIEZOMETRICA PARA LA LINEA DE CONDUCCION

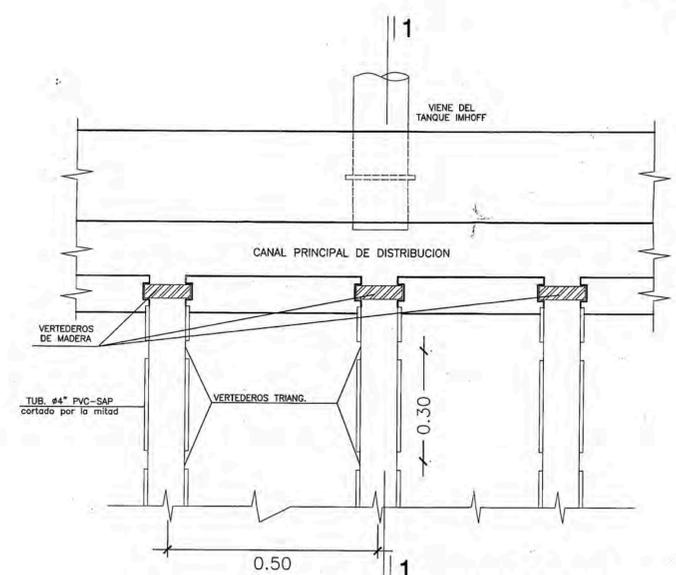
PROYECTO: POTABILIZACION Y LINEA DE CONDUCCION AL RESERVORIO DEL PROYECTO UNIPAMPA ZONA 10		
PLANO: LINEA PIEZOMETRICA PARA LA LINEA DE CONDUCCION AL RESERVORIO	ESCALA: 1/5000	LAMINA: LP-01
UBICACION: DISTRITO DE SAN VICENTE DE CAÑETE PROVINCIA DE LIMA	FECHA: FEBRERO 2007	
	DIBUJO: O.A.G.	



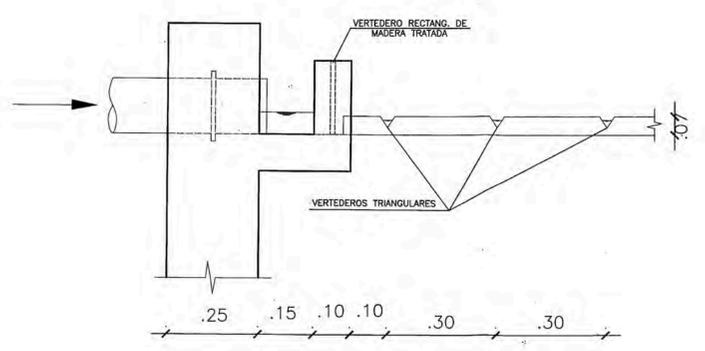
PLANTA DE TRATAMIENTO DE FILTROS LENTOS
ESCALA 1/100



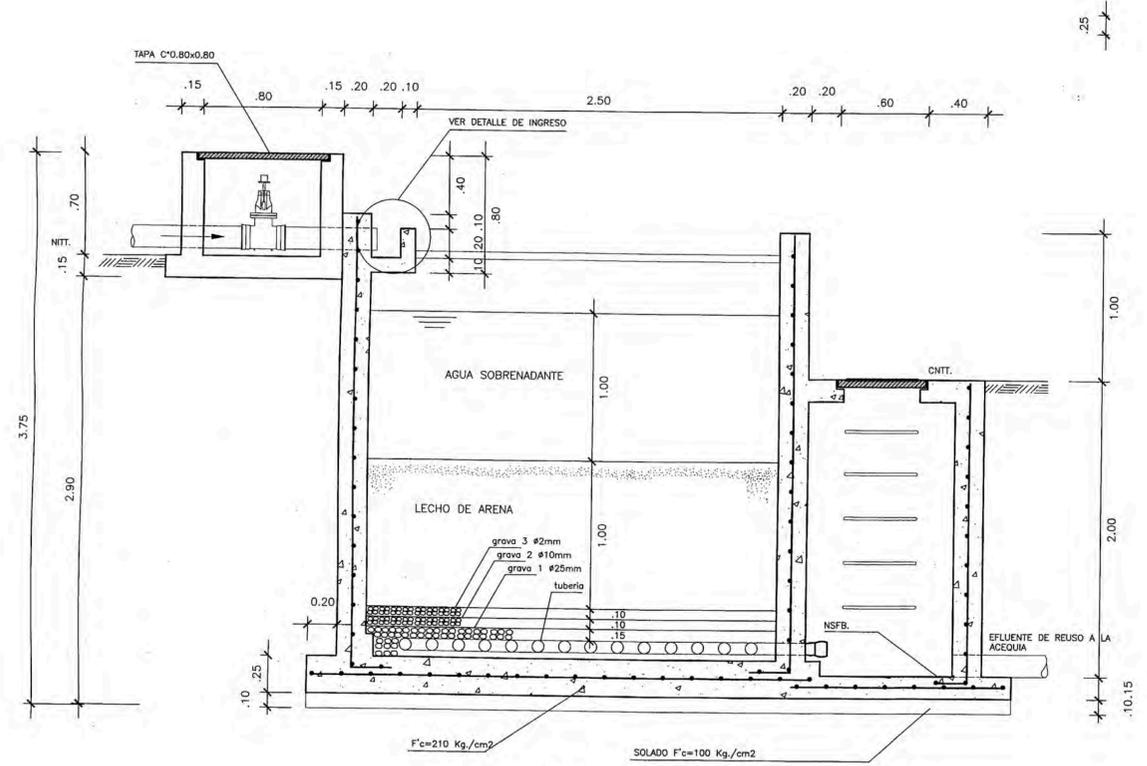
CORTE B - B
ESCALA 1/25



PLANTA (DETALLE DE INGRESO)
ESCALA 1/25



DETALLE DE INGRESO (CORTE 1-1)
ESCALA 1/25

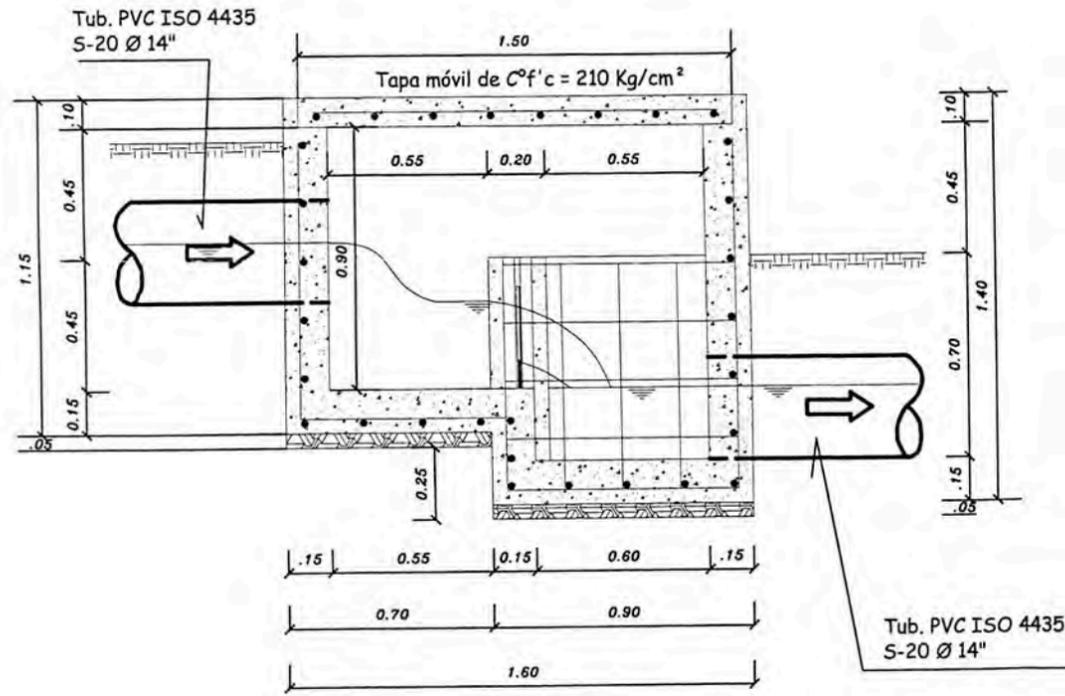


CORTE A - A
ESCALA 1/25

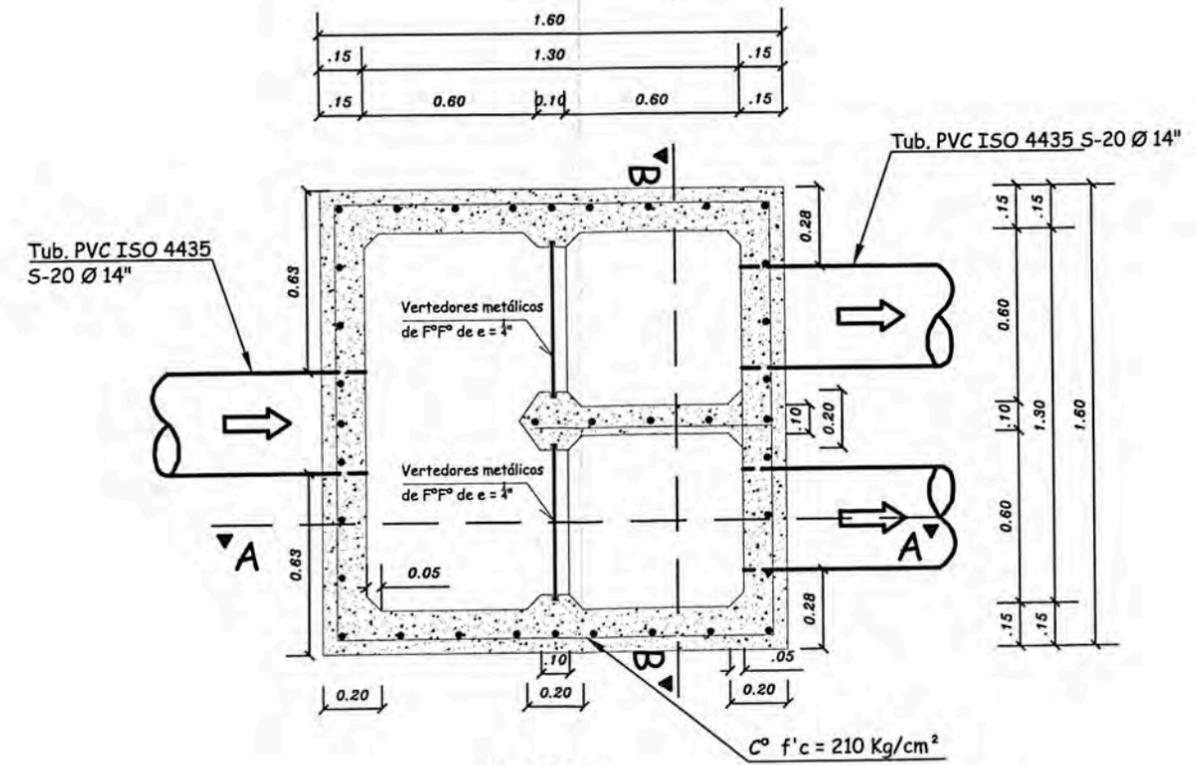
LEYENDA	
	MADERA TRATADA
	CONCRETO ARMADO f'c=210 Kg/cm2
	CONCRETO PARA SOLADO f'c=100 Kg/cm2
	TERRENO NATURAL
CNTT	COTA DE NIVEL DE TERRENO TERMINADO
CNA	COTA DE NIVEL DE AGUA
CNIFB	COTA DE NIVEL DE INGRESO A FILTRO
CNSFB	COTA DE NIVEL DE SALIDA DE FILTRO

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1.	LAS SUPERFICIES INTERIORES DE MUROS Y LOSAS DE FONDO SERAN TARRAJEADAS CON MEZCLA 1:5 CEMENTO ARENA DE 1.5cm. DE ESPESOR Y ACABADO RAYADO.
2.	PASADA LAS 4 HORAS DESPUES CON MEZCLA 1:3 DE 5mm. DE ESPESOR Y ACABADO PULIDO.
3.	EN AMBOS SE UTILIZARA ADITIVO IMPERMEABILIZANTE - SIKA 1 O SIMILAR EN PROPORCION DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.
CONCRETO : EN GENERAL f'c=210Kg/cm2 SOLADO: f'c= 100Kg/cm2	
CEMENTO : PUZOLANICO	
ACERO : Fy=4200Kg/cm2	

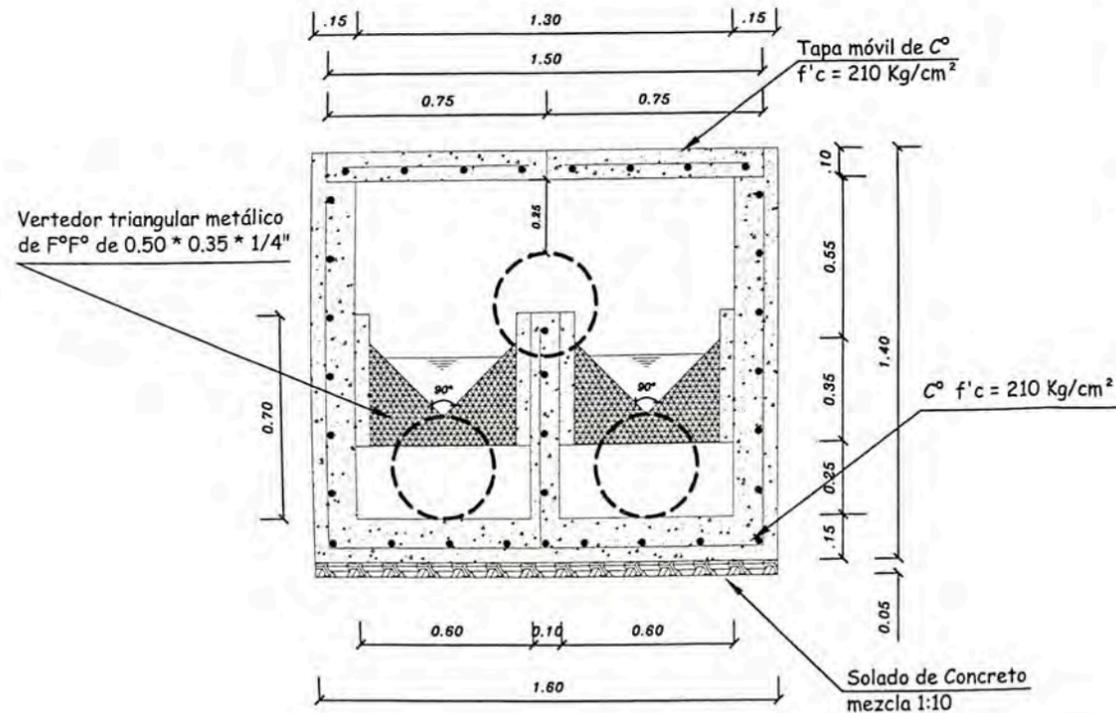
PROYECTO		
PLANTA DE TRATAMIENTO PROYECTO UNIPAMPA ZONA 10		
PLANO		
PLANTA DE TRATAMIENTO - PLANTA		
UBICACION	Provincia CAÑETE	Región LIMA
ING. BACHILLER	ORLANDO ALEGRE GIRALDO	
FECHA	ABRIL 2007	ESCALA INDICADA
		E-01



CORTE A - A
esc. 1:25



PLANTA
esc. 1:25



CORTE B - B
esc. 1:25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Qadm. = 1.00kg/cm2 (valor que debe ser verificado en campo)

Concreto $f_c = 210\text{kg/cm}^2$ (C*A*)

Acero $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$

Recubrimiento:

- Vaciado contra el suelo : 7cm
- En contacto con el suelo (costados): 4cm
- Expuesto al ambiente : 4cm
- En contacto con el agua : 4cm
- Traslape mínimo 30cm

PROYECTO		
PLANTA DE TRATAMIENTO PROYECTO UNIPAMPA ZONA 10		
PLANO		
ESTRUCTURAS DE SALIDA		
UBICACIÓN		Región
Provincia	CAÑETE	LIMA
ING. BACHILLER		LÁMINA
ORLANDO ALEGRE GIRALDO		E-02
FECHA	ESCALA	
ABRIL 2007	1 : 25	