

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil



**FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE
SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 9
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
SERVIDAS**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

BETZABÉ JACQUELINE ALVINO DE LA SOTA

Lima-Perú

2007

Resumen

El presente Informe de Suficiencia: Planta de Tratamiento de aguas Servidas, contempla dotar de agua potable y para riego a las zonas eriazas de UNIPAMPA zona 9. Se debe aclarar que para efectos de diseño se han asumido parámetros secundarios, tales como análisis de aguas residuales, análisis geotécnicos de zonas cercanas al proyecto.

La planta de Tratamiento para UNIPAMPA zona 9, consistirá de un sistema de depuración biológica de aguas residuales domésticas por medio de Lagunas de Estabilización. Es un expediente técnico preliminar, obteniéndose costos estimados, programación de obra y procesos constructivos.

El objetivo principal del proyecto es reducir la carga orgánica ($D80_5$), los sólidos suspendidos totales, la eliminación de la materia flotante del efluente previo a su vertido en los cauces receptores, y el reuso de esta agua en la agricultura.

En la primera parte veremos como a pesar de que el Perú esta dotado hídricamente existe la preocupación del país por la creciente escasez de agua potable para consumo humano y para las actividades agrícolas, debido a la falta de infraestructura y unida al evidente peligro que representa la descarga de los efluentes urbanos a ríos y mares, sin ningún tipo de tratamiento contaminando nuestro ecosistema, con esto justificamos la implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas para la ciudad piloto UNIPAMPA zona 9.

En la segunda parte veremos las características del agua residual, la contaminación de los cuerpos receptores, la evaluación de los procesos de tratamiento y el diseño de la planta de tratamiento adecuada para la ciudad UNIPAMPA, presentando los fundamentos del sistema de tratamiento biológico natural mediante Lagunas de estabilización.

En la tercera parte, se diseña la geometría de las unidades de tratamiento, seleccionadas de acuerdo a la caracterización del efluente, se debe indicar que para

el estudio definitivo de dichas lagunas, se debe efectuar estudios geotécnicos más rigurosos, pues se usaron parámetros secundarios.

Las unidades incluidas serán: laguna anaerobia, laguna facultativa y 2 lagunas de maduración aerobias, buscando que el sistema presente una reducción del 94.73% de D_{80_5} , 96.57% de coliformes fecales, 96% de sólidos disueltos y la eliminación total de la materia flotante.

El presente informe de Suficiencia también contempla tal como se dijo anteriormente los criterios de construcción y procedimientos constructivos para la Planta de Tratamiento de UNIPAMPA zona 9.

Al final se hace un análisis económico del proyecto, que asciende a la suma de S/.890,403.39 nuevos soles, incluyendo los costos de operación y mantenimiento. Se considera una vida útil mínima de 15 años.

INDICE

RESUMEN	.....	2
INTRODUCCION	.....	4

CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES

1.1	Antecedentes	5
1.2	Localización	5
1.3	Objetivos	6
1.4	Clima	6
1.5	Los vientos	7
1.6	Temperatura	7
1.7	Aspectos Sociales, económicos y del Medio Ambiente Salud	7
	1.7.1 Servicio de Agua Potable	8
	1.7.2 Servicio eléctrico	9
	1.7.3 Telefonía	9
1.8	Estudios Básicos de Ingeniería	
	1.8.1 Hidrología	9
	1.8.2 Topografía	12
	1.8.3 Mecánica de Suelos	12
	1.8.4 Geotecnia	13
1.9	Etapas de La Ejecución de La PTAR	14

CAPITULO 11: PLANTA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS SERVIDAS

2.1	Tipos de Plantas de Tratamiento de A.R.	17
2.2	Caracterización de las Aguas Residuales	18
	2.2.1 Tipos de Desechos	18
2.3	Etapas del Proceso de Tratamiento del Agua Residual	21

2.3.1	Tratamiento Primario	21
2.3.2	Tratamiento Secundario	21
2.3.3	Tratamiento Terciario	22
2.3.4	Tratamiento de Lodos	22
2.4	Planta de Tratamiento para Unipampa zona 9	22
2.4.1	Lagunas de Estabilización	22
2.4.2	Clasificación de las Lagunas de Estabilización	24
2.4.3	Factores que influyen en las reacciones Biológicas no controlables por el hombre.	26
2.4.4	Factores que influyen en las reacciones Biológicas controlables por el hombre.	27
2.5	Datos Básicos del Diseño	
2.5.1	Población	27
2.5.2	Dotación	27
2.5.3	Captación	28
2.6	Tratamientos Preliminares	
2.6.1	Cámara de Rejas	28
2.6.2	Desarenador	29
2.6.3	Canaleta Parshall	30
2.7	Diseño de la Laguna de Estabilización	
2.7.1	CASO 1: Para bajar el grado de contaminación y ser revertido al mar	31
2.7.2	CASO 11: Tratamiento con fines de Reuso	37
2.8	Aspectos Físicos y Constructivos	
2.8.1	Introducción	43
2.8.2	Selección del Terreno	44
2.8.3	Estructuras Hidráulicas	
2.9	Especificaciones para la construcción de las Lagunas de Estabilización	
2.9.1	Generalidades	52
2.9.2	Obras Preliminares	54
2.9.3	Excavación	55
2.9.4	Terraplenes (Diques) y Fondos de Laguna	57
2.9.5	Acabados	

2.9.6	Cerco y sembrío de gras	66
2.9.7	Operación y Mantenimiento	67

CAPITULO 11: COSTOS Y PRESUPUESTOS

3.1	Presupuesto Base UNIPAMPA zona 9	68
-----	----------------------------------	----

CAPITULO IV: PROGRAMACIÓN DE OBRA

4.1	Programación de Obra	71
-----	----------------------	----

	CONCLUSIONES	74
--	--------------	----

	RECOMENDACIONES	77
--	-----------------	----

	BIBLIOGRAFÍA	79
--	--------------	----

ANEXOS

PLANOS

INDICE DE CUADROS:

Cuadro 1.1 : Establecimientos de Salud de Zonas aledañas a UNIPAMPA	8
Cuadro 1.2 : Caudales de Diseño	10
Cuadro 1.3 : Interpretación de valores de Impermeabilidad	11
Cuadro 1.5 : Normas Recomendadas para el diseño físico y constructivo	15
Cuadro 2.1 : Eficiencia en la Remoción de parámetros convencionales por varios procesos	21
Cuadro 2.2 : Cantidad de lodos producidos por varios procesos	22
Cuadro 2.3 : Valores de Kf en función de la Temperatura	33
Cuadro 2.4 : Resultados de Dimensiones para el caso 1	36
Cuadro 2.5 : Cuadro de la temperatura Media de Aguas Residuales	38
Cuadro 2.6 : Comparación de áreas de terreno para Ambos casos	42
Cuadro 2.7 : Dimensionamiento del Sistema de Lagunas: Caso 11	42

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 2.1 : Composición de las Aguas Residuales Domésticas	20
Gráfico 2.2 : Laguna Anaeróbica	24
Gráfico 2.3 : Laguna Facultativa	25
Gráfico 2.4 : Cámara de Rejas	28
Gráfico 2.5 : Sistema de Tratamiento Preliminar primario	29
Gráfico 2.6 : Componentes del tratamiento preliminar prefabricados	30
Gráfico 2.7 : Medidor Parshall al extremo de un desarenador	31
Gráfico 2.8 : Compuerta de Fondo y vertedero rectangular	49
Gráfico 2.9 : Problemas con la descarga del efluente	52

INDICE DE FOTOS

Foto 1.1 : Medición del nivel freático	13
Foto 2.1 : Ejemplo de Lagunas bien Diseñadas	43
Foto 2.2 : Nivel del Agua en el centro del Revestimiento	44
Foto 2.3 : Talud erosionado PTAR UNI	45
Foto 2.4: Socavación de taludes	45
Foto 2.5 : Ejemplos de Dispositivos de Distribución PTAR Honduras	48
Foto 2.6 : Talud revestido de Mampostería de piedra PTAR Moche	54
Foto 2.7 : Replanteo y Nivelación PTAR Junín	55
Foto 2.8 : Buldózer	56
Foto 2.9: Formación de taludes con material de préstamo	58
Foto 2.10: Humedecimiento del fondo de laguna para compactación	58
Foto 2.11: Cargador frontal para el Movimiento de Tierras	59
Foto 2.12: Compactación de la corona del terraplén	60
Foto 2.13: Compactación de taludes PTAR Junín	61
Foto 2.14 : Equipos de Compactación	61

Foto 2.15 : Relleno de terraplenes con afirmado	63
Foto 2.16 : Motoniveladora	64
Foto 2.17: Acabado de Talud	64
Foto 2.18: Talud interior revestido con mampostería de piedra	65
Foto 2.19 : Impermeabilización de Lagunas con arcilla	66
Foto 2.20: Cerco alrededor de la PTAR Junín	67
Foto 2.21 : Caseta de Operación y Mantenimiento	67

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 : Reglamento nacional de Edificaciones Norma SO - 090
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

ANEXO 2: Análisis de Mecánica de Suelos para UNIPAMPA

ANEXO 3: Manual de Operación y Mantenimiento.

ANEXO 4: PLANOS

INTRODUCCION

Desde la mitad del siglo pasado el tema de cuidar nuestro medio ambiente ha saltado a un primer plano de las empresas públicas y privadas, debido a diversos factores entre los que están el agotamiento de los recursos naturales por el mal manejo del ecosistema y "el efecto bumerang"¹ de la contaminación de nuestro medio ambiente.

Dentro de este contexto, la creciente escasez de agua para consumo humano y actividades agrícolas adquiere especial importancia en nuestro proyecto de ciudad piloto UNIPAMPA, zona 9, proyecto que pretende prevenir el evidente peligro que representa la descarga de los efluentes urbanos a ríos y mares, pretendiendo de ese modo mitigar el grado de contaminación.

El tratamiento de aguas servidas es en cierto sentido mas interesante que el tratamiento de aguas crudas. La presencia de efluentes industriales puede hacerlo aún mas difícil. Hoy en nuestro país las plantas de tratamiento de desagües va en número creciente debido a que las nuevas normas y reglamentos obligan a proteger nuestro medio ambiente (Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma SO - 090: PLANTAS DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES y el CEPIS).

El crecimiento poblacional y el desarrollo industrial han dado lugar a que aparezcan desechos mas complejos, difícil de tratarlos y controlarlos.

La protección del medio Ambiente es una tarea para la sociedad actual. Nuestro reto es entonces, detener el deterioro progresivo, producto de la explotación incontrolable de los recursos naturales y la contaminación, uno de los medios es la reutilización de las aguas servidas tratadas para usarlas en la agricultura y acuicultura.

Para evitar la contaminación es necesario el tratamiento de las aguas negras, con adecuada calidad.

¹ Metcalf & Eddy ,ver Ref. NoS

CAPITULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1 Antecedentes

La disponibilidad hídrica del río Cañete nos permite desarrollar diferentes proyectos de desarrollo agroindustrial y urbano fuera de la cuenca de Cañete, es decir, convertir arenasles en tierras de producción agrícola. Pero, para que sea habitable, agradable y llamativo a la inversión a largo plazo, se tiene que dotar a esta Ciudad Piloto de servicios básicos de Agua Potable y Servicios de Desagüe, incluyéndose Planta de tratamiento, para que el agua tratada se reutilice en el riego de las zonas eriazas; en consecuencia se generará un impacto social positivo que viene a ser el desarrollo de proyectos de habilitación urbana y su posterior ocupación, generando empresas PYMES dentro la nueva habilitación, para que esto sea posible se debe implementar proyectos de abastecimiento de agua y de saneamiento básico correspondiente que garanticen una mejor calidad de vida para los nuevos pobladores.

El problema de Transporte es factible de solución, gracias a su cercanía a la Carretera Panamericana Sur, por donde pasan distintas líneas de camionetas rurales con dirección a San Vicente de Cañete y Chincha.

1.2 Localización:

La Ciudad Piloto de "UNIPAMPA" se encuentra ubicada en lo que actualmente se conoce como Pampas de Cañete, Entre el Km 158 y Km 159 de la Carretera Panamericana Sur, Zona 9, provincia de Cañete, Departamento de Lima. El área de extensión es de 17.5 Has.

La Planta de Tratamiento de aguas servidas se ubicará a la altura del Km.159.5 de la Panamericana Sur, en el margen superior derecho de la ciudad piloto UNIPAMPA zona 9, con coordenadas del eje de lagunas:

Superior: E 354072.47

N 8541462.6

Cota =165.61 msnm

Inferior: E353835.55

N8541186.133

Cota = 158 msnm

1.3 Objetivos:

Disminuir los riesgos sanitarios que pudieran hacer peligrar la salud de la población de la ciudad piloto **UNIPAMPA** Zona 9, mediante un adecuado sistema de tratamiento para las aguas residuales, reutilización de aguas residuales en riego y otros; mitigar la contaminación del mar.

Objetivos específicos:

- Evitar la contaminación de playas en nuestro litoral.
- Disminuir la tasa de morbilidad y mortalidad infantil de esta zona
- Disminuir la incidencia de enfermedades gastro- intestinales de origen hídrico en la zona.
- Construir la planta de Tratamiento para aguas residuales, para la ciudad piloto **UNIPAMPA**, zona 9.
- Reuso de las aguas residuales tratadas para riego de las zonas eriazas para la agricultura, áreas verdes de la zona, como consecuencia de la insuficiencia del recurso agua.

1.4 Clima:

La climatología de la zona de **UNIPAMPA**, corresponde al de la zona de costa, siendo este templado cálido, con escasas lluvias que eventualmente se presentan en los meses de verano. La humedad relativa varía considerablemente, siendo de 20 a 30% en verano y de 60 a 95% en invierno.

1.5 Los vientos:

Los vientos son relativamente suaves en esta zona, y van de O a E, es decir del mar hacia el continente según se comprobó en el taller de campo realizado en UNIPAMPA Cañete en el mes de Enero.

"La dirección predominante del viento en la estación Cañete es sur y el mayor valor se presenta en el mes de junio con 2.3 m/s. Los vientos de dirección oeste alcanzan su mayor velocidad en enero y los vientos con dirección sureste presentan los mayores valores en los meses de agosto a diciembre con velocidades de 2.37 m/s."¹ Por lo tanto, los vientos representativos para el proyecto de la ciudad de UNIPAMPA zona 9, ubicada en este sector de la costa, los vientos son calmados denominados brisas ligeras o leves a vientos de brisa moderada.

1.6 Temperatura:

La temperatura media anual es de 20 °C. La mínima media mensual se presenta en invierno con 14°C. La máxima media mensual se presenta en verano con 30 °C.

Humedad relativa de 82.07%, evaporación de 3.36 mm/día y precipitación escasa de 0.056 mm/día durante los meses de invierno.

1.7 Aspectos Sociales y Económicos :

1.7.1 Salud:

En zonas cercanas a UNIPAMPA tales como Imperial y Nuevo Imperial, las enfermedades mas comunes son las infecciones respiratorias agudas, infecciones estomacales, infecciones a la piel, enfermedades parasitarias, enfermedades articulares, etc.

El número de establecimientos de salud existente en el ámbito de estudio es significativo y el acceso a los mismos no implica mayores dificultades debido a que la mayoría de las poblaciones se ubican cerca a la carretera Panamericana motivo por el cual pueden acceder fácilmente a los centros de salud de San Vicente (capital de provincia) o Cerro Azul.

¹ EIA Gaseoducto Camisea, Lima. Vol. II Walsh

Distrito	Tipo de Establecimiento	Nombre del Establecimiento
San Vicente	Centro de Salud	San Vicente
	Puesto de Salud	Heriberto Ballesteros
		Alfonso Torres
San Luis	Centro de Salud	San Luis
	Puesto de Salud	Leónidas
		La Oculista
Cerro Azul	Centro de Salud	Cerro Azul

Fuente: Dirección Provincial del Ministerio de Salud de Cajamarca - 2002

Cuadro 1-1 :Establecimientos de Salud en zonas aledañas a UNIPAMPA.

Los puestos de salud en los centros poblados afectados cuentan con un doctor en medicina general encargado, enfermera profesional y técnico permanente y además cuentan por una vez a la semana con el apoyo de una obstetra y odontólogo. En cambio el puesto de ESSALUD cuenta con profesionales, técnicos y promotores de salud, que se encuentran realizando sus SERUMS o prácticas profesionales.

"Todos los profesionales de salud están especializados en Primeros Auxilios así como en la atención de Enfermedades diarreicas Agudas (EDA) e Infecciones Respiratorias Agudas (IRA). Estos realizan visitas mensuales a los distintos centros poblados del distrito. Además, también atienden partos pero sin proveer hospitalización"²

1.7.2 Servicio de Agua Potable y desagüe:

En la actualidad las zonas urbanas mas cercanas a UNIPAMPA cuentan con un sistema de abastecimiento de agua que presenta regular situación en su funcionamiento y tendido de tubería, por su precaria operación y mantenimiento y por no contar con un personal altamente calificado. El agua consumida por los pobladores se encuentra potabilizada solo en San Vicente de Cañete y Imperial, en el caso de Nuevo Imperial esta potabilizada de forma empírica, que no garantiza la calidad del servicio, por lo que resulta un problema muy grave para la salud de la población.

² EIA Gaseoducto Camisea, Lima. Vol. II; Walsh

Las localidades aledañas cuentan con instalaciones internas de agua o piletas públicas provenientes de pozos locales. Ninguna de las localidades de Imperial y Nuevo Imperial, cuenta con sistema de desagüe, y los desechos tanto sólidos como líquidos son vertidos directamente a las acequias.

1.7.3 Servicio eléctrico:

La factibilidad del servicio eléctrico para UNIPAMPA zona 9, será solicitado a EDELSUR, para lo cual se ha de efectuar un anteproyecto de las Instalaciones eléctricas para Unipampa zona 9.

Todos los caseríos o anexos del área de estudio tienen alumbrado público y conexiones para el servicio de electricidad domiciliaria. Sin embargo, no en todas las localidades se cuenta con instalaciones domiciliarias. Las viviendas situadas fuera de los núcleos poblados carecen de servicio eléctrico.

1.7.4 Telefonía:

El servicio telefónico en el área de estudio solo se encuentra en los CPM de Laura Caller y La Quebrada, en ambos casos se trata de servicio comunitario de uso público instalado recientemente. Sin embargo, la población del ámbito de estudio puede acceder al servicio telefónico en los distritos de Imperial y Nuevo Imperial y en las capitales de distrito como Cerro Azul, San Luis y San Vicente, fácilmente accesibles mediante la carretera Panamericana Sur.

1.8 ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA:

1.8.1 Hidrología

El caudal de descarga de las aguas servidas de UNIPAMPA zona 9 será de:

$$Q_m = \text{Población} \times \text{dotación} / 86400$$

$$Q_{mh} = 2.5 \times Q_m$$

$$Q_{md} = 1.5 \times Q_m$$

$$Q_p = 0.8 \times Q_{mh}$$

Usando estas fórmulas obtenemos el siguiente cuadro:

Datos	1era Etapa del Proyecto	4ta Etapa (15-20 años)
Población	2472 hab	9888
Dotación (hab. Nuevas)	250IUs	
Caudal medio	7.151/s	28.601/s
Caudal máx. horario	17.8751/s	71.5 1/s
Caudal máx. diario	10.725 IUs	42.91/s
Caudal de desague	14.30 1/s	57.201/s

Cuadro 1-2: Caudales de Diseño.

Para el diseño de la PTAR emplearemos el caudal de desague = $Q_p = 14.30 \text{ lt/s}$, el que llegará hasta los tratamientos preliminares.

Para el diseño de las lagunas se trabajará con el $Q_m = 7.15 \text{ lt/s}$

Para los otros datos concernientes a aguas residuales: Demanda Bioquímica de Oxígeno (0805), Coliformes fecales (CF), carga de diseño (Cd), sólidos en suspensión (SS), etc se tomará en cuenta los valores que fija el Reglamento Nacional de Edificaciones. En otros casos tomaremos valores secundarios *de* la zona costera aledañas a **UNIPAMPA** zona 9.

o Balance Hídrico

Para que un sistema de lagunas mantenga el nivel de líquido óptimo para una adecuada operación, es necesario que se cumpla el siguiente balance hídrico (Mara, et *al.*, 1992):

$$Q_{med} > 0.001 \cdot A_T [(P - E) + I] \dots \dots \dots (2-1)$$

Donde

Q_{med} = el caudal promedio del afluente al sistema, $m^3/día = 1236 \text{ m}^3/s$

A_T = el área total del de las lagunas, m^2

P = la precipitación media mensual convertida en media diaria, $mm/día$

$P = 11.4 \text{ mm/día}$ Senamhi (en invierno)

E = la evaporación media mensual convertida en media diaria, $mm/día$

$E = 2.19 \text{ mm/día Senamhi}$

$I =$ la tasa de infiltración, mm/día = 0.001 a 0.0001 mm/d (promedio en la costa)

Si no se cumple el balance hídrico, se puede tener problemas muy serios en la operación y mantenimiento de la laguna como se presentan en las Fotos 6-4. Los datos de evaporación y precipitación media mensuales de las estaciones meteorológicas principales son muy importantes utilizar en el balance hídrico. Se calcula la precipitación y evaporación media diaria para cada mes del año para determinar el mes crítico del uso de la Ecuación 2-1.

Se calcula la infiltración de la medición de la permeabilidad mencionada anteriormente. Se determina la permeabilidad máxima permisible de la Ley de Darcy (Mara, *et al.*, 1992):

$$k = \frac{Q}{86400 \cdot A_b} \left(\frac{d_i}{dW} \right) = \frac{(Q_{max} - 0.001 \cdot A_1 [(P - E) + I])}{86400 \cdot A_b} \left(\frac{d_i}{dh} \right) \quad \dots (2-2)$$

donde k = la permeabilidad máxima permisible, m/s

A_1 = infiltración máxima permisible ($\text{m}^3/\text{día}$)

A_b = el área de la base de la laguna, m^2

d_i = la profundidad de la capa debajo de la laguna al estrato más permeable, m

dh = la carga hidráulica (la profundidad de agua, m)

Como una recomendación general, se puede consultar la información en el

Cuadro 1-3: Interpretaciones Generales de Valores de Permeabilidad, k , Medidos *In Situ*

Valor de k medido,	Significado
$> 10^{-1} \text{ m/s}$	El suelo es demasiado permeable para poder llenar una laguna
$> 10^{-2}$	Ocurre infiltración pero no suficiente para prohibir el llenado de laguna.
$< 10^{-3}$	Ocurre infiltración mínima.
$< 10^{-4}$	No hay mucho riesgo de contaminar agua subterránea.
$< 10^{-5}$	Se requiere estudios hidrogeológicos si se utiliza el agua subterránea.

Adaptado de Mara y Pearson. *Env. H.*

Si la permeabilidad medida es mayor que la máxima permisible, las lagunas necesitarán una impermeabilización para sellar bien el fondo. Mientras la impermeabilización puede ser de arcilla, solado de concreto, membranas geosintéticas o mampostería de piedra, los más recomendables y más

Si la permeabilidad medida es mayor que la máxima permisible, las lagunas necesitarán una impermeabilización para sellar bien el fondo. Mientras la impermeabilización puede ser de arcilla, concreto, membranas sintéticas o mampostería de piedra, los más recomendables y más apropiados serían los de arcilla como se ve en las Fotos 6-5 o mampostería de piedra, para el caso de UNIPAMPA.

1.8.2 Topografía:

La topografía del terreno en estudio es plana ondulada con una pendiente promedio de 2.5%, y presenta ondulaciones típicas de formaciones arenosas.

La zonificación del terreno se puede declarar como eriazo, por lo tanto plantearemos una zonificación de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones.

1.8.3 Estudios de Suelos

DESCRIPCION DEL SUELO, ZONIFICACION

El Suelo en el cual se realiza el Proyecto UNIPAMPA SECTOR-9: PLANTA DE TRATAMIENTO está comprendido en parte del área aluvial del valle del río cañete (Zona aluvial) y la zona eriaza con influencia eólica, denominada Pampa Clarita (zona arenosa), mediante exploraciones de calicatas se comprueba que la capa de arena; producto del arrastre eólico; forma un espesor de 3mts a mas, hasta llegar al conglomerado con incrustaciones intermedias de caliche en capas delgadas.

Resultados del Estudios de Suelos para el proyecto de Saneamiento UNIPAMPA (ver anexos):

- **CLASIFICACIÓN SUCS:** SP-SM
Arena pobremente graduada con bajos contenidos de limos.
- Límite Líquido = Límite Plástico= índice de plasticidad= NP
- **Densidades:**
Densidad Máxima = 1.65 gr/cm^3
Densidad Mínima = 1.37 gr/cm^3

1.8.4 Investigaciones Geotécnicas

El estudio de suelos no especifica valores de permeabilidad ni infiltración por lo que se deberá hacer un estudio más exhaustivo para determinar estos valores. Sabemos que el suelo al ser arena es bastante permeable y se deberá hacer nuevos ensayos para determinar su valor. Según los análisis tomaremos en cuenta lo siguiente:

Los objetivos principales de una investigación geotécnica son los siguientes:

1. Asegurar el diseño adecuado del terraplén, incluyendo la inclinación de los taludes.
2. Determinar la permeabilidad del suelo para poder calcular la infiltración del agua de las lagunas.



Fig. 1-1 medición del nivel freático

En una investigación geotécnica, se mide primero el nivel freático del agua subterránea (fig.1-1). Después, se saca muestras del suelo, por lo menos 4 muestras por hectárea, hasta una profundidad de un metro más que la profundidad de la laguna; estas representan el perfil del suelo. Las muestras están analizadas para los siguientes parámetros del suelo (Mara, *et al.*, 1992):

1. La clasificación por tamaños de partículas.
2. El ensayo de Proctor modificado (la densidad máxima seca y la humedad óptima).

3. Los límites de Atterberg.
4. El contenido de materia orgánica.
5. El coeficiente de permeabilidad.

Se utilizan los datos de la investigación geotécnica para diseñar el terraplén y los taludes, y para determinar si la permeabilidad del suelo es adecuada para tener una tasa de infiltración aceptable al fondo de la laguna.

El suelo utilizado para la construcción del terraplén deberá estar compactado en capas de 150 a 250 mm hasta llegar a un 90% de la densidad máxima seca (determinado por el ensayo de Proctor) (Mara, *et al.*, 1992). Después de la compactación, el suelo debe tener un coeficiente de permeabilidad determinado *in situ* de menos de 10^{-7} m/s (véase la discusión abajo). Se diseñan los taludes interiores del terraplén para que tengan una relación de 3 a 1 (horizontal a vertical). El diseño de los taludes exteriores está basado en un análisis de la mecánica de suelos usando los resultados de los ensayos de los suelos; dependiendo de los resultados, se puede variar de 1.5 a 1 de 2 a 1 (horizontal a vertical).

La determinación de la permeabilidad *in situ* del suelo de la base de la laguna es fundamental en calcular la infiltración, hacer un balance hídrico del sistema de lagunas, y determinar si el sistema necesitará una impermeabilización o no. Se utilizan los métodos del análisis de suelos para medir la permeabilidad y calcular la infiltración del sistema de lagunas (Cubillos, 1994).

1.9 Etapas del Proyecto

La Formulación y Diseño del Proyecto UNIPAMPA zona-9 PLANTA DE TRATAMIENTO contempla la ejecución de 04 Sistemas de Lagunas de Estabilización o la ampliación futura de estas, en función de la habilitación de los sectores definidos en el Abastecimiento de Agua Potable, de forma independiente y progresiva, a su vez, el tratamiento de las aguas residuales. estará garantizada con la implementación por etapas de infraestructura para el almacenamiento de las aguas residuales.

Con el tratamiento de las aguas servidas se beneficiaran la comunidad agrícola ya arborización y forestación de las zonas eriazas.

Cuadro 1.4 : Normas Recomendadas de Diseño físico y de Construcción

Parámetros	Norma Recomendada
Selección del terreno	
Topografía	Terreno plano donde se permita el escurrimiento del agua pluvial y las inundaciones, y donde se pueda aprovechar flujo por gravedad, no se debe utilizar bombeo. : 200m y preferible a 500m.
Distancia de Población	22Km.
Distancia de un Aeropuerto	A favor de la dirección predominante para olores y ubicada para minimizar cortos circuitos hidráulicos causados por el viento.
Orientación al viento	
Investigaciones Geotécnicas	
Diseño de Taludes y terraplén	Generalmente 3/1 (horizontal/vertical) para taludes interiores. y de 1.5/1 a 2/1 para taludes exteriores. dependiendo de los resultados del estudio de mecánica de suelos. Se utiliza capas de arcilla, preferiblemente con $k < 10^{-8}$ mis medida in situ, y cubierta con una capa final de suelo para proteger la arcilla.
Impermeabilización del fondo	
Balance Hídrico	$0 < \dots < 20.001. Ar[(P - E) + ()$
Pretratamiento	
Rejillas	Hechas de acero inoxidable o galvanizado.
Desarenador	Dos cámaras en paralelo. cada una con drenaje y compuertas que sellan bien.
Flujo Hidráulico	
Entradas y salidas	Lagunas facultativas: dispositivos múltiples de entrada y salida. Lagunas de maduración: Una sola entrada y salida con mamparas desviadoras con UA : 50/1 para aproximar flujo de tipo pistón.
Medidor de Caudales	Una canaleta Parshall prefabricada después del desarenador, se le utiliza para medir caudales y controlar la velocidad horizontal en los canales de rejilla y desarenador.
Estructuras Hidráulicas	
Dispositivos de repartición para baterías de lagunas en paralelo	Canal con tabique divisado, disuididor circular universal con compuerta divisoria. vertederos ajustables, preferiblemente con compuertas ajustables. y o vertederos o canaletas Parshall para medir cada división de caudal.
Dispositivos de Repartición para entradas múltiples de Lagunas	Cajas divisorias con compuertas ajustables.
Entradas	Canales abiertos de concreto
Salidas	Canales abiertos de concreto abiertos con compuertas de fondo. ajustables para controlar la profundidad de descargay vertedero rectangular ajustable para controlar el nivel de agua en la superficie.
Descarga final	Tubería abajo del nivel de agua para evitar la producción de espuma.
Dispositivo de Drenaje para lagunas Primarias	Compuertas sencillas de abrir para el drenaje de lagunas facultativas o anaeróbicas para la remoción de lodos.
Vertedero de Demasías	Compuerta sencilla de abrir. cerrar y ajustar.
Canales de Desvío y escurrimiento	Canales abiertos. si es posible, el mismo canal podría servir para el desvío de caudales altos y el escurrimiento de agua pluvial.
Terraplén y Taludes	
Taludes Interiores	Revestimiento de Concreto.
Corona de terraplén	Suficiente ancho para acceso de maquinaria y camiones.
Rampas de Acceso	Pavimentadas con concreto en todas las lagunas primarias para acceso de equipo en la limpieza de lodos.
Cercos	Hechos de alambre de púas.
Caseta de Operación	Almacenaje de herramientas, fuente de agua limpia, baño y ducha, laboratorio rudimentable. Deseable tener electricidad y teléfono.

Fuente: CEPIS/ Stewart M Ockley P. D Consultor Ing. Sanitaria y Ambiental

Para el diseño de las lagunas se tomo algunas consideraciones del cuadro 1.4 del Manual de Operaciones del Programa (MOP) del MTC, pero principalmente del Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma OS - 090 PLANTAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES (ver anexos).

Etapas del Proyecto:

- o Primera Etapa:

Sistema de Lagunas para UNIPAMPA zona 9 Sector 1:

Cada sistema esta diseñado para la reutilización del agua en agricultura y piscicultura, comprende una laguna primaria anaeróbica, una laguna Facultativa y dos lagunas de maduración, y aGemás una laguna primaria para remoción de lodos; este por ser el primer sistema, será un sistema piloto para el resto de las etapas.

El cronograma de ejecución de esta etapa comprende 240 días hábiles a partir del mes de Mayo del 2007 (ver Programación en el Capítulo IV).

- o Segunda Etapa: Sistema similar al primero y reutilización del Efluente en Riego y Piscicultura, venta de agua transportada en camiones cisterna.

CAPITULO 11

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

21 Tipos de Planta de Tratamiento:

El tratamiento de aguas residuales, dependiendo del origen del contaminante, se puede realizar de diversas formas. Sin embargo, es oportuno mencionar cuatro tipos de tratamiento biológico que pueden proporcionar menores inversiones con eficiencias compatibles con las necesidades requeridas.

- La alternativa de lagunas de estabilización, de un modo general, es más económica y fácil de operar.
- El tratamiento fitopedológico, consistente en la utilización de lagunas con jacintos seguidos de suelo filtrante, en donde ocurren filtración y degradación biológica.
- El filtro anaeróbico, que está constituido por una instalación filtrante estático es muy versátil y adaptable a pequeños flujos de agua residual.
- El bioreactor anaeróbico de flujo ascendente (RAFA) es sin duda la alternativa apropiada para el tratamiento en donde no se disponen de grandes áreas para las instalaciones. La alimentación es hecha por la base siendo el flujo ascendente y existiendo decantadores en la parte superior.

Por otro lado, la eficiencia de los procesos de tratamiento está en relación a la presencia de oxígeno en el medio, lo que permitirá que mediante una adecuada política de manejo de los residuos líquidos, el reciclado de agua tratada sea una alternativa viable.

En todos los casos de tratamiento biológico, es importante señalar, los microorganismos que forman una población heterogénea son los responsables de la depuración. Estos cambian continuamente en función de las variaciones de la composición de las aguas residuales y de las condiciones ambientales. Los

microorganismos presentes son bacterias unicelulares, hongos, algas, protozoos y rotíferos, de estas las bacterias son probablemente las más importantes.

2.2 Caracterización de las Aguas Residuales

Este estudio incluirá suficiente información sobre los compuestos presentes y su biodegradabilidad, su posible transformación por métodos físicos, químicos, biológicos y su potencial tóxico.

2.2.1 Tipos de Desechos

El origen de las aguas residuales es un factor determinante en las características (composición y concentración) de cada desecho, podemos distinguir 3 tipos de desechos:

- a. Desagüe Doméstico
- b. Efluente Industrial
- c. Desechos líquidos agroindustriales

2.2.1.1 Desagüe Doméstico: Se originan principalmente en áreas residenciales y comerciales. Son las aguas residuales de los centros urbano;.

La variación de los componentes de las aguas residuales domésticas se debe al nivel socio económico de cada población, el clima y otros factores de cada ciudad.

2.2.1.2 Efluente Industrial:

Son aguas desechadas de las diferentes industrias, existe gran variabilidad en este tipo de efluente debido a la multiplicidad de procesos y productos que se elaboran en las diferentes industrias.

Los compuestos que se pueden encontrar en este tipo de efluente son:

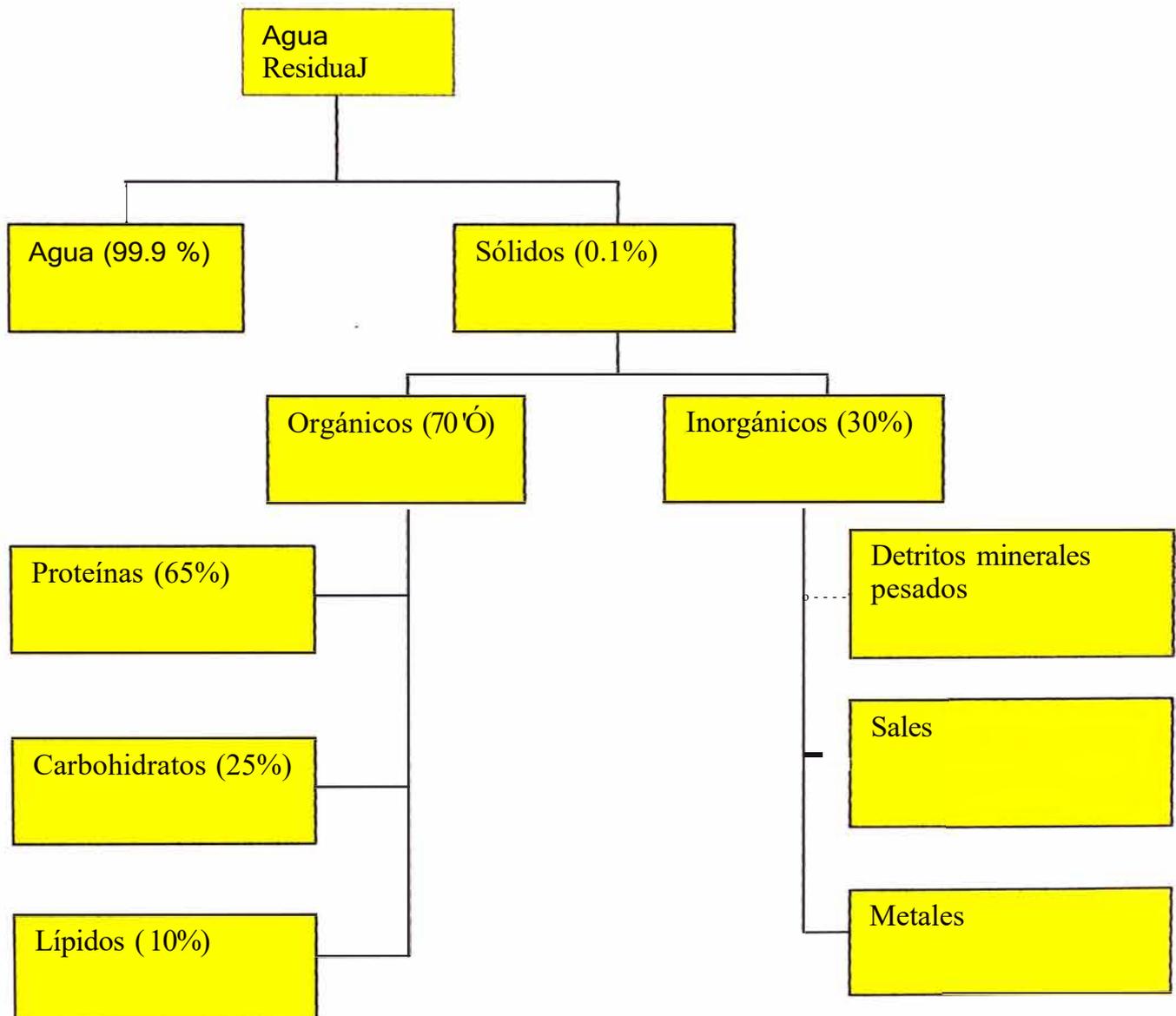
- A) Materia orgánica Biodegradable, necesita de oxígeno para la oxidación y proviene de mataderos, curtiembres, centrales azucareras, fábrica de cerveza, destilados, alimentos enlatados, pastas alimenticias, etc.

- B) **Materia en Suspensión**, se deposita en los lechos de los ríos, lagos y estuarios; altera el ecosistema y se origina en fabricas de jabones, aceites, grasas vegetales, cervezas, hilados de tejido, curtiembres y laboratorios farmacéuticos.
- C) **Compuestos orgánicos que persisten en el Ambiente**,
- D) **Sustancias toxicas y Metales pesados**
- E) **Agentes Reductores Inorgánicos**, sulfitos, sulfuros y sales terrosas, consumen oxígeno al oxidarse. Proviene de las explotaciones mineras, industrias de pulpa y papel.
- F) **Grasas, Aceites y materia Flotante**, se origina en fábricas de aceite, jabones, productos lácteos, lavados de metales y de las mecánicas.
- G) **Nitrógeno y fósforo**, son nutrientes esenciales para el crecimiento de los seres vivos. La producen las fabricas fertilizantes, productos alimenticios ricos en proteínas y operaciones pecuarias.
- H) **Color y Turbiedad**, afectan la apariencia del agua y pueden llegar a interferir en las pruebas de laboratorio. Proviene de la industria textil, de pulpa y papel, productos químicos y farmacéuticos, alimentos y limpieza de minerales.
- I) **Calor**, aumenta la temperatura del agua, afecta la vida acuática y se origina un sistema de enfriamiento. Se produce en calderas de vapor y reactores nucleares.

2.2.1.3 Desechos Líquidos Agroindustriales: Se producen en explotaciones pecuarias y procesos de material cosechado. Aportan gran cantidad de materia orgánica biodegradable, materia en suspensión, nitrógeno, fósforo. Se produce del estiércol de los animales y algunas industrias de los alimentos contribuyen con cantidades apreciables.

COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Gráfico 2.1



Fuente: Tebutt 1977

2.3 ETAPAS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL

El tratamiento del agua se ha dividido en cuatro etapas:

2.3.1 Tratamiento Primario: Consiste básicamente en una etapa preliminar como lo es la medición del caudal y posteriormente se procede a retirar materiales flotantes o pesados que comúnmente vienen en las aguas residuales y que disminuyen la eficiencia del tratamiento tales como plásticos, papeles, arenas y demás sólidos no orgánicos, que solo ocasionan daños al proceso. Los residuos que realmente interesan para el proceso son los de tipo orgánico (heces fecales, residuos de alimentos, etc). Estos son:

- a) Cámara de Rejas o Cribado
- b) Desarenador
- b) Medición de caudal (Canaleta Parshall)

2.3.2 Tratamiento Secundario: Consiste en la biodegradación de la materia orgánica a través de la combinación de procesos anaerobios y aerobios para que se generen las bacterias responsables de realizar la descomposición y asimilación de los nutrientes provenientes del agua residual y consecuentemente la reducción de la contaminación (medida como DBO y DQO). Estos son:

- a) Laguna de Estabilización (Anaeróbica o Facultativa)
- a) Tanque imhoff modificado (Proceso Anaerobio)
- b) Tanque de aireación
- c) Filtro percolador aerobio (con recirculación)

Cuadro 21

Eficiencia de Remoción de Patógenos y Parámetros Convencionales para Varios Procesos

Proceso	Remoción (%)		Remoción de Patógenos y Parámetros Convencionales			
	DUO	SS	Nitrógeno	Fósforo	Intensidad de Iluminación	Química de Oxidación
Plantación primaria	10-20	40-70	0-1	0-1	1-1	1-2
Lodo activado ¹	10-20	55-90	1-2	0-2	1-1	1-2
Filtros percoladores ¹	10-20	60-90	1-2	1-2	1-1	1-2
Desinfección con cloro	---	---	0-4	2-6	0-1	0-3
Lagunas en serie ²	70-95	55-95 ³	1-4	2-6	2-4 (Jódol)	1-4 (Código)

¹ Eficiencia de remoción de sólidos suspendidos en suspensión (SS) y de materia orgánica en suspensión (MOS) en plantas de tratamiento de aguas residuales.
² Dependiendo del número de lagunas, el tiempo de retención hidráulica y el tipo de laguna, la eficiencia de remoción de DBO y DQO puede ser del 70% al 95%.
³ La eficiencia de remoción de DBO y DQO en lagunas de estabilización depende del tiempo de retención hidráulica, del tipo de laguna y del tipo de proceso (anaeróbico o facultativo).
⁴ La eficiencia de remoción de DBO y DQO en lagunas de estabilización depende del tiempo de retención hidráulica, del tipo de laguna y del tipo de proceso (anaeróbico o facultativo).
 Fuente: Adaptado de la literatura científica y de la experiencia práctica.

2.3.3 Tratamiento Terciario: Consiste en acondicionar el agua para las condiciones ideales para que se desarrolle la vida acuática superior (peces, tortugas, ranas, etc) y pueda ser aprovechada por el hombre para sus cultivos, ganadería, recreación, aseo, alimentación y demás usos del hogar.

- a) Lagunas de Maduración
- b) Desinfección con Peróxido de Hidrógeno (H₂O₂)
- c) Aireación final (en graderías)

2.3.4 Tratamiento de lodos: Consiste en acondicionar la recepción, filtrado, secado y acondicionamiento de los lodos con el fin de evitar que éstos contaminen de nuevo el agua depurada o la fuente hídrica en forma directa o indirecta. A través de este tratamiento se hace posible el aprovechamiento de los lodos para la agricultura. Estos son:

- c) Lecho de secado
- d) Recirculación de lixiviados (al desarenador)
- e) Compostaje

Cuadro 2.2: Cantidad de lodos Producidos por varios Procesos

Proceso de Tratamiento	Lodos Producidos, en toneladas por día (1000 lts)
Sedimentación primaria	21.5
Flocculación y sedimentación	1.5
Filtración por arena	1.5
Filtración por membranas	2.0
Lixiviación y estabilización	1.5

Nota: Los datos son estimados basados en experiencias de plantas de tratamiento de aguas servidas.

2.4 Planta de Tratamiento para UNIPAMPA zona 9

El tipo de planta de tratamiento elegido es: sistema de Lagunas de Estabilización.

2.4.1 Lagunas de Estabilización.- Son sistemas en los que se desarrollan procesos biológicos que se caracterizan porque permiten el establecimiento de

un ecosistema, en un tiempo determinado capaz de convertirse en un entorno ecológico que contribuye al desarrollo de la comunidad. En el Perú, considerando las condiciones físicas, demográficas, económicas y financieras de la mayoría de comunidades, la tecnología ha demostrado que las lagunas de estabilización dan mayores beneficios en el tratamiento de contaminación.

Las lagunas de estabilización (oxidación) son estructuras simples que sirven para embalsar o recoger temporalmente el agua residual, donde la acción de procesos físicos, químicos y biológicos producen la estabilización de la materia orgánica, eliminan todos los organismos patógenos y hacen posible reutilizar el agua. Se compone de los siguientes procesos secundarios: separación de los lodos por decantación y flotación, y descomposición biológica con las bacterias que demandan oxígeno.

Ventajas:

Pueden ser de diferentes formas y se caracterizan porque tienen las siguientes ventajas:

- Construcción sencilla y de bajo costo.
- Aprovechan al máximo los recursos locales
- Operaciones más sencillas que las plantas de tratamientos convencionales.
- No requieren energía, a diferencia de las plantas convencionales.
- No demandan mano de obra calificada para su operación.
- El efluente puede ser directamente utilizado para riego y crianza de peces, por tener gran contenido de nutrientes.
- Emplea el proceso natural de tratamiento biológico para el agua residual.
- Permite modificaciones futuras, de acuerdo con las ampliaciones del servicio de alcantarillado.
- Su construcción requiere materiales, equipos y herramientas disponibles en cualquier comunidad.

Selección del lugar:

El terreno es el recurso de mayor inversión y debe reunir las siguientes condiciones:

- Ubicación fuera del área de expansión urbana.
- Debe estar localizado en un área que permita la utilización de los efluentes en actividades agropecuarias o cerca al mar para desaguar el agua tratada.
- Tener una distancia mínima razonable respecto a la población.
- Tener una pendiente moderada, casi plano.
- Tener fácil acceso.
- La dirección de los vientos no debe orientarse hacia la población.
- Las condiciones geográficas y geológicas deben facilitar la construcción de las lagunas.

2.4.2 Clasificación de las lagunas de estabilización

- **Aeróbicas:** Soportan cargas orgánicas bajas y contienen oxígeno disuelto en todo instante y en todo volumen del líquido
- **Anaeróbicas:** Se proyectan para altas cargas orgánicas y no contienen oxígeno disuelto. El proceso es semejante al de un digestor anaeróbico sin mezcla.

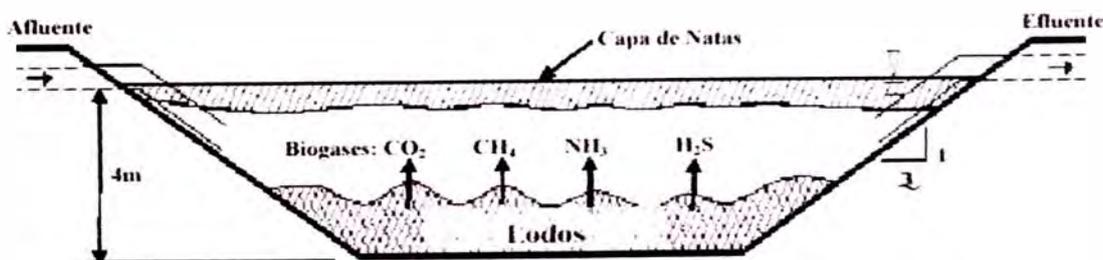


Gráfico 2-2 Laguna anaeróbica

- **Facultativas:** Operan con una carga orgánica media. En las capas superiores hay un proceso aeróbico. En las capas inferiores se tiene un proceso anaeróbico, donde se produce simultáneamente fermentación ácida y metánica.

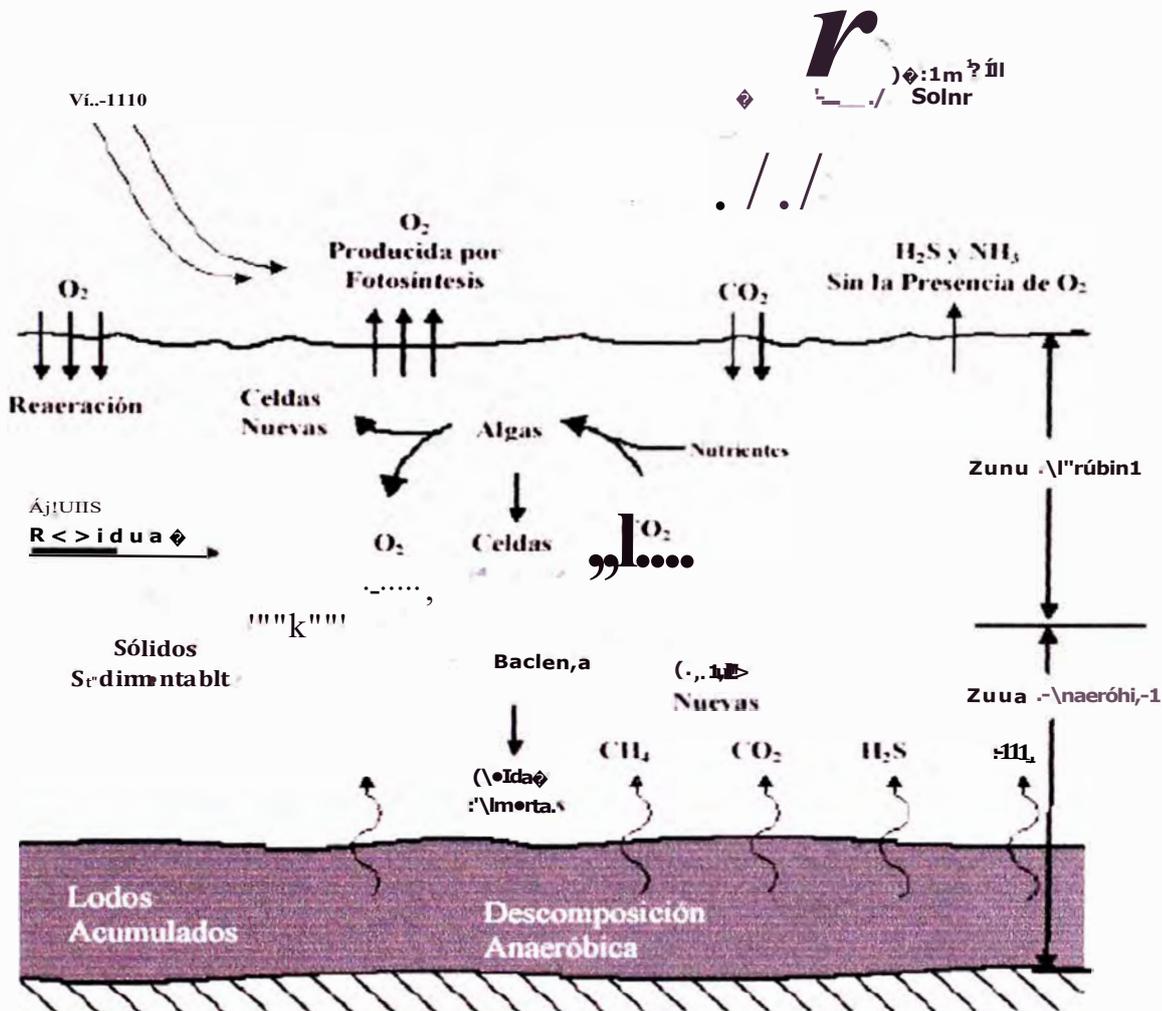


Gráfico 2 - 3 Lagunas Facultativas

• **De maduración:** Se utilizan como una segunda etapa de tratamiento a continuación de lagunas facultativas. Se diseñan para disminuir el número de organismos patógenos, ya que las bacterias y virus mueren en un tiempo razonable, mientras que los quistes y huevos de parásitos intestinales requieren más tiempo. También reducen la población de algas. Hay pequeña remoción de la DBO.

- **Aereadas facultativas:** Son una extensión de las lagunas facultativas convencionales. Tienen como función suministrar oxígeno al proceso, cuando la

actividad de las algas se reduce durante la noche. Esta acción provoca la disminución de la zona anaeróbica e incrementa la aeróbica provocando la concentración de algas en toda la masa líquida.

- **Aereadas de mezcla completa:** Tienen un nivel de potencia instalados (aeradores) suficientemente alto para suministrar todo el oxígeno requerido y además para mantener en suspensión los sólidos. Es una variante de aereación prolongada sin recirculación. Tiene mayor permanencia hidráulica.
- **Lagunas de sedimentación:** Son empleadas para clarificar el efluente de las lagunas aereadas aeróbicas. En ellas se produce el almacenamiento y digestión de los lodos sedimentados.

2.4.4 Factores que influyen en las reacciones biológicas (no controlables por el hombre).

1 Radiación solar: En las lagunas facultativas es fundamental la fotosíntesis realizada por las algas para producir el oxígeno requerido por las bacteria aeróbicas. La radiación solar que se produce durante el día interviene en forma directa en la fotosíntesis.

2 • Temperatura del agua en las lagunas: Es un factor fundamental en el diseño de la laguna. Los procesos de reducción de la materia orgánica por acción bacteriana son dependientes de la temperatura. Un aumento de 4 - 5 °C en la temperatura puede aumentar enormemente la eficiencia de la laguna.

La temperatura que usaremos para nuestras lagunas de estabilización será la temperatura del agua, en base a la temperatura promedio del mes mas frío del aire que es igual a 14° C (Senamhi).

3 • Vientos: Influyen en la aeración y homogenización de los líquidos de las lagunas, además de regular la temperatura. Los vientos además favorecen la mezcla y rotura de la estratificación térmica. Teniendo

encuentra los registros de viento disponibles, se tiene que la velocidad del viento promedio es de 2 y 5 *mis*, en tanto que la máxima velocidad puede alcanzar valores hasta de 17 *mis*. "La dirección predominante del viento en la estación Cañete es sur y el mayor valor se presenta en el mes de junio con 2.3 *mis*. Los vientos de dirección oeste alcanzan su mayor velocidad en enero y los vientos con dirección suroeste presentan los mayores valores en los meses de agosto a diciembre con velocidades de 2.37 m/s."¹ Por lo tanto, los vientos representativos para el proyecto de la ciudad de UNIPAMPA zona 9, ubicada en este sector de la costa, los vientos son calmados denominados brisas ligeras o leves a vientos de brisa moderada.

2.4.5 Factores que influyen en las reacciones biológicas (controlables por el hombre)

1. Carga orgánica superficial (kg DBO/d.hab).
2. Profundidad de la laguna (m).
3. Distribución del ingreso de la carga hidráulica.
4. Período de detención hidráulica (d).
5. Operación en serie o en paralelo.

2.5 DATOS BÁSICOS DEL DISEÑO:

2.5.1 Población:

Población Actual= 2472 habitantes (1era etapa)

Población futura= (9888) =10000 habitantes (4ta etapa)

2.5.2 Dotación:

Caudal promedio (Población futura x dotación)	Qp	= 7.15 lt/seg
Caudal máximo diario (1.5xQp)	Qmd	=10.73lt/s
Caudal máximo horario (2.SxQp)	Qmh	=17.881t/s
Caudal de contribución de desagüe (0.8xQmh)	Qd	= 14.30 lt/s
Caudal de contribución de desagüe 4ta. Etapa	Qd4	= 57.2 lt/s

¹ EIA Gaseoducto Camisea, Lima. Vol. II; Wajsh

2.5.3 Captación: Mediante colectores se trasladará el emisor de los desagües de UNIPAMPA zona 9 a la cámara de rejas.

2.6 TRATAMIENTOS PRELIMINARES

2.6.1 Cámara de Rejas

La planta contará con 2 cámaras de rejas que van a trabajar en forma alternada. Está constituido por:

Reja gruesa.- Ubicada a la entrada de la planta. Tiene por finalidad retener cuerpos extraños o sólidos gruesos que pueden alterar posteriormente el proceso de tratamiento, por ejemplo, tablas, ramas, trapos, basura, etc.

Angulo de inclinación de 60°

espesor de la barra 0.5 cm x 2"

separación entre barras de 4cm.

Velocidad de pase = 0.75 mis

Pérdida de carga = 0.050 m

Rejas finas. Esta unidad se ubica aguas abajo del sistema de rejas gruesas, junto al desarenador. El conjunto está conformado por:

. Angulo de inclinación de 60°

. Espesor de la barra de 0.5cm x 1 ½"

. Separación de 1.5cm entre ellas.

. Pérdida de carga = 0.11 m

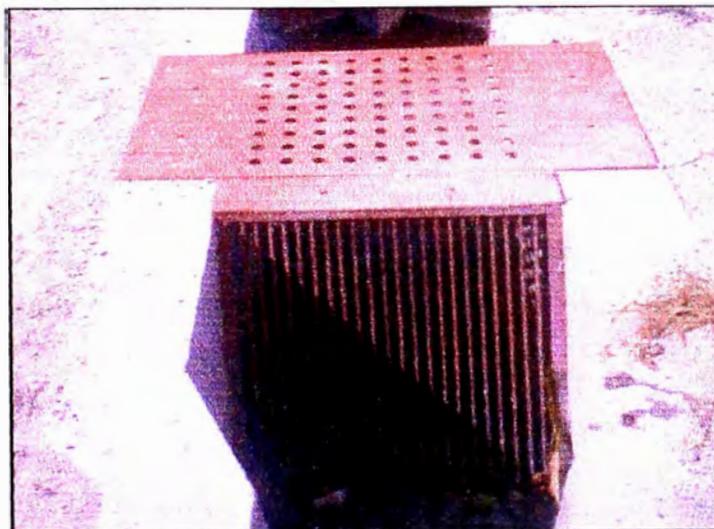


gráfico 2-4

Cámara de rejas.

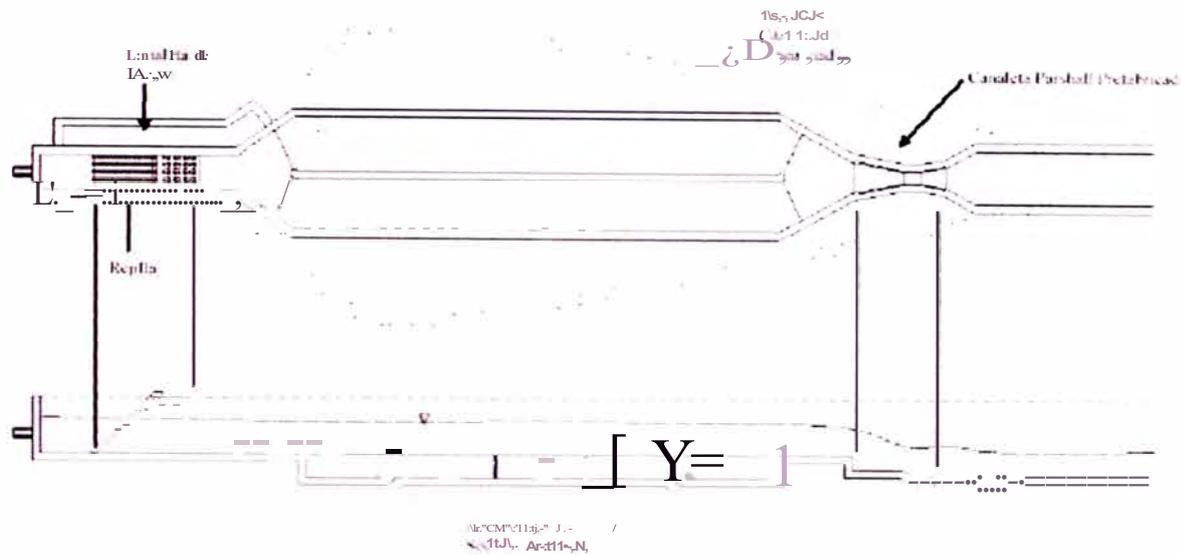


Gráfico 2- 5: Sistema de Tratamiento Preliminar Primario: Rejilla, desarenador y canaleta Parshall.

2.6.2 Desarenador

Unidad que permite retener las partículas con velocidad de sedimentación mayor o peso específico superior a los sólidos orgánicos putrescibles de las aguas residuales. Está constituido por un desarenador de flujo horizontal, de sección rectangular, con una tolva de sección trapezoidal para la acumulación de arenas. La velocidad de paso por esta estructura se controla mediante la instalación aguas abajo de una canaleta Parshall.

Los criterios de diseño son los siguientes:

$$Q_p = 14.30 \text{ l/s} \quad Q_{p4} = 57.21/\text{s (diseño)}$$

Se desea remover partículas de $y = 2.65$

Diámetro de partículas a remover = 0.2mm

Velocidad de sedimentación obtenida = 2.1cm/s

Velocidad asumida = 0.3 cm/s

Longitud de canal abierto = 7.5m

Ancho = 0.40

Pendiente= 0.00010m/m

El canal de llegada y el desarenador, estarán completamente cubiertos por losas de concreto prefabricado.



Gráfico 2-6 Una rejilla y un desarenador diseñados para una laguna facultativa, seguidos por una canaleta Parshall prefabricada para controlar el nivel de agua, la velocidad horizontal en el desarenador, y medir los caudales. Arriba de la rejilla hay una plataforma de drenaje para drenar los sólidos gruesos removidos con un rastrillo antes de enterrarlos. El desarenador tiene 2 cámaras. Se desvía el caudal a una cámara y se drena la otra para sacar los sólidos arenosos. Este desarenador fue instalado porque la carga de arena fue excesiva y la laguna se estaba llenando prematuramente con lodos arenosos. Nótese las pilas de los sólidos gruesos y arenosos sacados por el operador y la carretilla utilizada para llevar los sólidos a su lugar de enterramiento.

Gráfico 2-6: Componentes del Tratamiento Preliminar prefabricados

2.6.3 Medidor Parshall

En cualquier planta de tratamiento de aguas residuales debe existir un registro de caudal de ingreso y salida de la planta las 24 horas del día. Esta información es necesaria para evaluar el comportamiento de la laguna, también sirve para saber en que etapa de vida útil se encuentra la estructura y poder planificar una ampliación.

Medidor del Caudal: En el canal de distribución de aguas crudas desarenadas se ha proyectado un medidor del tipo Parshall, nos medirá el caudal del desague que ingresa a la planta de tratamiento (laguna de estabilización).

Este dispositivo a utilizarse también va a servir como controlador de la velocidad del desarenador.

El tipo de medidor que se adecua es el que tiene garganta $W=15.2$ cm, para un caudal de 57.2 l/s.

Este será construido INSITU, y/o si se pudiera prefabricar en fibra de vidrio sería mucho mejor, la tubería para la medición de los tirantes de agua se colocará cuando se construya este medidor, evitando en lo posible picar el concreto posteriormente.

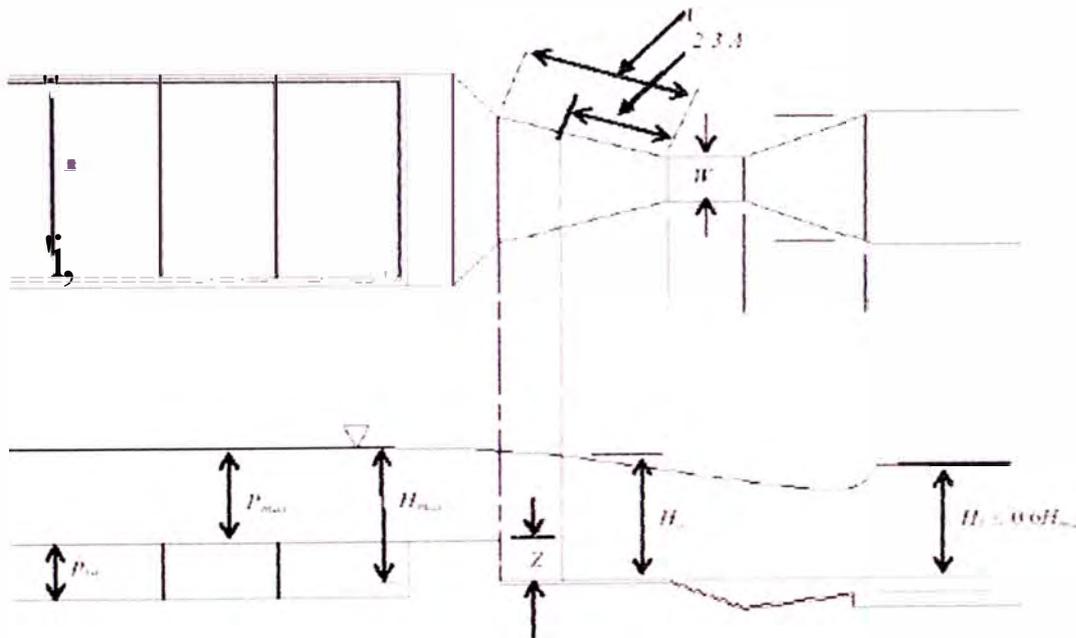


fig. 2 - 7 Medidor Parshall al extremo de un desarenador rectangular

2.7 Diseño de la Laguna de Estabilización:

2.7.1 1CASO: Diseño de Tratamiento para ser revertido en el mar.

Existen Diferentes métodos de diseño, entre ellos podemos considerar:

Medidor del Caudal: En el canal de distribución de aguas crudas desarenadas se ha proyectado un medidor del tipo Parshall, nos medirá el caudal del desague que ingresa a la planta de tratamiento (laguna de estabilización).

Este dispositivo a utilizarse también va a servir como controlador de la velocidad del desarenador.

El tipo de medidor que se adecua es el que tiene garganta $W=15.2$ cm, para un caudal de 57.2 l/s.

Este será construido INSITU, y/o si se pudiera prefabricar en fibra de vidrio sería mucho mejor, la tubería para la medición de los tirantes de agua se colocará cuando se construya este medidor, evitando en lo posible picar el concreto posteriormente.

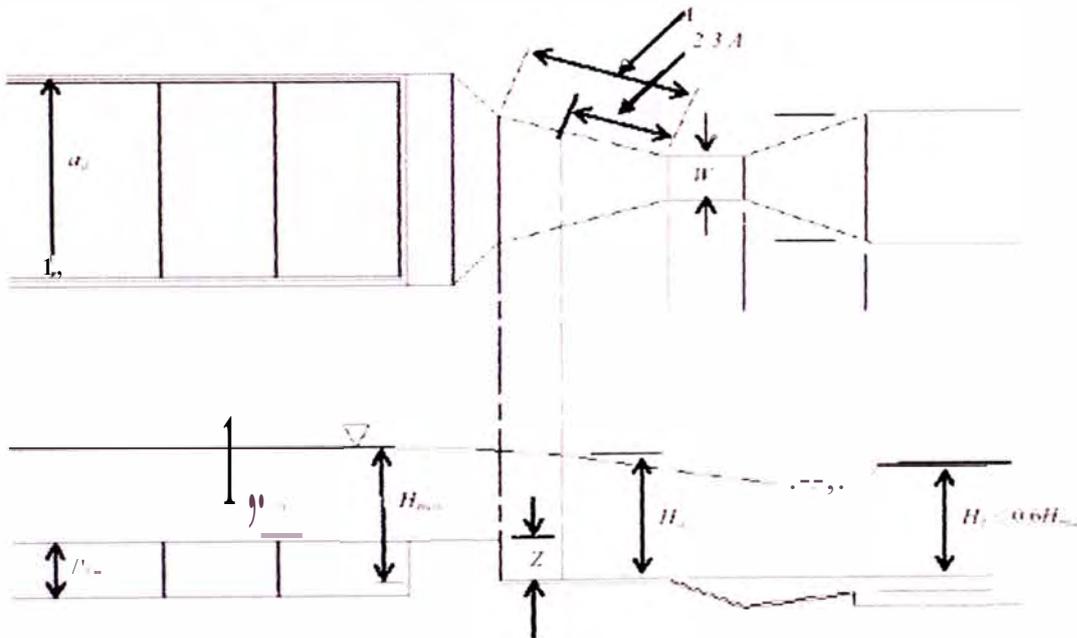


fig. 2 - 7 Medidor Parshall al extremo de un desarenador rectangular

2.6 DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN:

2.7.1 1CASO: Diseño de Tratamiento para ser revertido en el mar.

Existen Diferentes métodos de diseño, entre ellos podemos considerar:

a).- Diseño por tasa de trabajo.-Fue uno de los primeros diseños para lagunas de estabilización y aun sigue siendo utilizado por los proyectistas de lagunas; consiste en construir un sistema de lagunas experimentales o pilotos y mediante evaluación de su comportamiento, determinando una tasa de trabajo " i_c " que garantice un rendimiento aceptable.

Su ecuación es:

$$A = L_0 / i_c \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

A: Area de la laguna

i_c : tasa de trabajo de la laguna en Kg de D8O5'Há/día

L_0 : D80s/día

Para lagunas facultativas su profundidad será entre 1 y 2m, para las lagunas anaerobias entre 2 y 4m.

La tasa de trabajo i_c oscila entre 150 y 350 Kg/Há/día para lagunas facultativas.

Para lagunas anaerobias se prefiere usar la carga expresada en Kg de 080/100m³/día.

b).- Diseño basado en la cinética del proceso, también llamado método racional, es muy simple y nos permite tener buenos resultados.

Para lagunas facultativas empleamos la siguiente fórmula:

$$L_p / L_e = 1 / K_t R + 1 \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

L_p : 080 del efluente

L_e : 080 del afluente

K_t : Constante de reacción por 080 (diasr¹ en lagunas facultativas.

R Período de retención en días

La eficiencia de la laguna esta dada por:

$$\text{Eficiencia} = 100 * (L_0 - L_p) / L_0 \dots\dots\dots (3)$$

Es recomendable que la eficiencia este entre el 70 y 90%.

La constante K_f depende de la temperatura, siguiendo la relación:

$$K_p \text{ } 35^\circ \text{C} / K_f = 1.085 \text{ } (35) \dots\dots\dots (4)$$

Siendo T la temperatura a la que funciona la laguna de estabilización. Por observaciones efectuadas se ha observado que la temperatura de las lagunas residuales esta entre 4 y 6° C por encima de la del ambiente.

En base a la ecuación anterior se ha establecido la siguiente tabla de valores de Kf en función de la temperatura.

Cuadro 2 -3: Valores de Kf en función de la temperatura

Temperatura ^u C	5	10	15	20	25	30	35
Kf (días)	0.103	0.120	0.240	0.350	0.530	0.80	1.2

e).- Diseño basado en el Método de Gloyna.- Da especial importancia en su forma a los parámetros de 080, temperatura y toxicidad. El dice: La temperatura es de especial importancia en el funcionamiento de las lagunas de estabilización, porque afecta la producción fotosintética de oxígeno tanto como otras reacciones biológicas.

Su fórmula es:

$$V = C N q Lu \text{ } 9(3S-T)ff$$

Donde:

V: volúmen de la laguna m³

C: cte del agua= 3.5 * 10⁻⁵

N: número de personas servidas

q: flujo del efluente (lt/hab/día)

Lu: 0 8 0 del efluente en mg/lt

0: Coeficiente de temperatura igual a 1.085

T: temperatura promedio en oC

f: factor de toxicidad de algas =1 en el caso de aguas negras

f': efecto de los sulfuros = 1

La ecuación esta basada en una laguna individual, en caso de sistemas grandes, conviene instalar lagunas en paralelo.

b).- Diseño basado en la cinética del proceso:

Para una eficiencia del 90%

En la ecuación (3): $L_p / L_o = 0.1$

De la tabla 11 para una temperatura promedio de 20 °C en Cañete:

Tenemos un K_f de 0,35 días⁻¹

De la ecuac. (2) deducimos el período de retención:

$$R = ((L_o / L_p) - 1) / K_f = (10 - 1) / 0.35$$

$$R = 25.7 \text{ días}$$

El volumen de la laguna será:

$$V = Q \times R$$

$$V = 618 \text{ m}^3/\text{día} \times 25.7 \text{ días} = 15882.6 \text{ m}^3$$

$$\text{Si } h = 1.5 \text{ m}$$

$$A = V / h = 15882.6 / 1.5$$

$$A = 1,06 \text{ Há}$$

e).- Por el Método del Dr. Gloyna:

$$N = 2472$$

$$q = 250 \text{ lt/hab/día}$$

$$L_u = L_o / (1 - e^{-sk}), \text{ siendo } k = 0.35 \text{ días}^{-1}$$

$$L_u = (54 / 250) \times 10^3 / (1 - e^{-195})$$

$$L_u = 251.8 \text{ Kg O}_8\text{O/día}$$

Volumen:

$$V = 3.5 \times 10^{-5} \times 2472 \times 250 \times 251.8 \times 1.085^{(35-20)}$$

$$V = 18516.5 \text{ m}^3$$

Para $h = 1.5\text{m}$:

$$A = 18516 \text{ m}^3 / 1.5\text{m} = 1.23\text{há}$$

El período de Retención será

$$R = V / Q$$

$$R = 18516.5 / 618$$

$$R = 30 \text{ días}$$

Resumen de los resultados:

Método	Area (há)	h (m)	R (días)	ic Kg DBO/hab/dia
A	0.68	1.85	20	200
B	1.06	1.5	26	123
C	1.23	1.5	30	109

Cuadro 2-4: Resultados de Dimensionamiento para el Ca5o 1

Donde:

H: tirante de la laguna (m)

R: Período de retención (días)

le : tasa de trabajo de la laguna KgDBO / hab/dia

Los métodos b y e son mas conservadores, por lo tanto elegimos el área e : 1.23 há.

Este mismo diseño nos servirá para las ampliaciones de las otras 3 etapas de vivienda. Conviene tener una batería de por lo menos 2 lagunas en paralelo, e/u de ellas tendrá 0.615 há.

Tomando uno de los lados como el doble del otro:

$$A = L \times 2L$$

$$L^2 = 615012$$

$$L = 55.45 \text{ m} = 56 \text{ m}$$

$$2L = 110.9 \text{ m} = 110\text{m}$$

cada laguna tendrá las siguientes dimensiones:

superficie : 6150 m²
Largo: 110m
Ancho: 56m
Tirante: 1.5m
Borde Libre: 0.50m
Período de R: 30días

2.7.2 CASO II Con fines de REUSO: DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.

El sistema estará compuesto por: Laguna Anaerobia, facultativa y de Maduración.

El efluente de este sistema se destinará a irrigación y acuicultura de ser posible.

Los criterios exigidos para el efluente final serán:

DBOs \diamond 60 mg/l

Coliformes Fecales (CF) \diamond 50000CF/100ml = $5 \cdot 10^4$

Los datos disponibles para el diseño son

- $Q_m = 250 \text{lt/hab/día} \cdot 2472 \cdot 10 \diamond / 86400$
 $Q_m = 7,153 \text{ lt/s} = 618 \text{ m}^3/\text{día}$
 $Q_d = 14.30 \text{ lt/s} = 1236 \text{ m}^3/\text{día}$
- Concentración de DBOs de las aguas residuales crudas: $S_o = 300 \text{ mg/l}$
- Temperatura media anual de las aguas residuales



Ecuación/	Temperatura			
	Del agua			
Autor	15 ° C	20 ° C	25 ° C	30 ° C
Sianetz/Marais	1.090	2.600	6.205	14.806
IMTA	0.599	0.840	1.178	1.652
Arceivala	0.503	1.200	2.864	6.834
Yánez	0.784	1.100	1.543	2.164
Sáenz	0.512	0.623	0.758	0.922

Cuadro 2.5: Temperatura media del Agua Residual por diferentes ecuaciones

$$T_m \text{ aire} = 14 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{agua resid}} = 10.443 + 0.688 T_{\text{aire}} = 10.443 + 0.688 \cdot 14 = 20.07 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{agua resid}} = 9.336 + 0.780 T_{\text{aire}} = 9.336 + 0.780 \cdot 14 = 20.25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Reemplazando $T_{\text{agua}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$

- Coeficiente de velocidad de remoción de C.F: K_b : De la tabla:
Se sugiere adoptar la ecuación de autoría de Yánez, para la estimación del coeficiente de velocidad de remoción de coliformes fecales: K_b para $20 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$K_t = 1.100$$

- Profundidad de la laguna anaerobia: $h_{\text{ANA}} = 2.5 \text{ m}$
- Carga volumétrica adoptada para la laguna anaerobia = 4
 $= 150 \text{ gDBOs/m}^3 \cdot \text{d}$
- Eficiencia esperada de la laguna Anaerobia: $E = 50\%$
- Profundidad de la laguna facultativa: $h_{\text{FAC}} = 1.9 \text{ m}$
- Carga superficial de la laguna facultativa secundaria: $A_{\text{Fsec}} = 250 \text{ KgDBOs/há.día}$
- Coeficiente de velocidad de remoción de DBOs de la laguna facultativa secundaria: $K_{\text{Fsec}} = 0.400 \text{ día}^{-1}$
- Profundidad de cada laguna de maduración: $h_{\text{MAd}} = 1.4 \text{ m}$
- Cantidad de CF en el afluente de la primera laguna de maduración:
 $N_1 = 10^6 \text{ CF/100ml}$

- Tiempo de retención de cada laguna de maduración: $t = 4$ días

1.- Laguna Anaerobia:

Reglamento Nacional de Edificaciones inciso c:

En el dimensionamiento de lagunas anaerobias se puede usar las siguientes recomendaciones para temperaturas de 20 °C:

- carga orgánica volumétrica de 100 a 300 g D8O / (m³.d);
- período de retención nominal de 1 a 5 días;
- profundidad entre 2.5 y 5 m;
- 50% de eficiencia de remoción de D8O;
- carga superficial mayor de 1000 kg OSO/ha.día.

a) Tiempo de retención:

$$T = S_o / \mu_b = 300/150 = 2 \text{ días}$$

b) Area del nivel medio:

$$A = Q_m \cdot t / h$$

$$A = 1236 \text{ m}^3/\text{d} \cdot 212.5$$

$$A = 988.8 \text{ m}^2 < 5 \text{ há bien!}$$

c) Concentración de DBOs del afluente:

$$S_e = S_o (1 - E)$$

$$S_e = 300 \cdot (1 - 0.50)$$

$$S_e = 150 \text{ mg/l}$$

2.- Laguna facultativa Secundaria:

RNE 5.5.2.4 Lagunas Facultativas

_ Como una unidad secundaria después de lagunas anaerobias o aeradas para procesar sus efluentes a un grado mayor.

- Inciso b. Los criterios de diseño referidos a temperaturas y mortalidad de bacterias se deben determinar en forma experimental. Alternativamente y cuando no sea posible la experimentación, se podrán usar los siguientes criterios:

- La temperatura de diseño será el promedio del mes más frío (temperatura del agua), determinada a través de correlaciones de las temperaturas del aire y agua existentes.

Inciso c. La carga de diseño para lagunas facultativas se determina con la siguiente expresión:

$$C_d = 250 \times 1,05^{(T-20)}$$

En donde:

C_d es la carga superficial de diseño en $\text{kg DBO}_5 / (\text{ha} \cdot \text{d})$

T es la temperatura del agua promedio del mes más frío en $^{\circ}\text{C}$.

- $C_d = AF_{\text{sec}} = 250 \times 1,05^{(20-20)}$
- $AF_{\text{sec}} = 250$

a) Area del nivel medio:

$$A = 10 \cdot S_e \cdot Q_m / AF_{\text{sec}}$$

$$A = 10 \cdot 150 \cdot 1236 / 250$$

$$A = 7416 \text{ m}^2 < 15 \text{ há bien!}$$

b) Tiempo de Retención:

$$t = A \cdot h / Q_m$$

$$t = 7416 \cdot 2.0 / 1236$$

$$t = 12 \text{ días} > 5 \text{ días bien!}$$

c) Eficiencia:

$$E = 100 \left\{ 1 - \frac{S_e}{S_0} \right\} = 100 \left\{ 1 - \frac{S_e}{S_0} \right\}$$

$$E = 100 \cdot 0.400 \cdot 12 / (1 + 0.400 \cdot 12)$$

$$E = 82.75 \%$$

d) Concentración de DBOs del efluente:

$$S_0 = S_e \cdot (1 - E)$$

$$S_0 = 150 \cdot (1 - 0.8275)$$

$$S_0 = 25.9 \text{ mg/l} < 60 \text{ mg/l bien!}$$

3. Lagunas de Maduración:

a) Cantidad de lagunas:

$$N = \log (N_t / N_e) / \log(1 + \phi * t)$$

$$N = \log (10^6 / (5 * 10^4)) / \log (1 + 1.100 * 3)$$

$$N = 2.05 = 2$$

b) Area de cada laguna:

$$A = O m * t / h$$

$$A = 1236 * 4 / 1.4$$

$$A = 3531.43 \text{ m}^2 < 2 \text{ há bien!}$$

c) Eficiencia de cada laguna:

$$K_{mad} = 0.07 * 1.07^{1-20}$$

$$K_{mad} = 0.07 * 1.0 = 0.07$$

$$E = 100 * 0.07 * 4 / (1 + 0.07 * 4)$$

$$E = 21.875\%$$

d) Concentración de 0805, en el efluente de lagunas de maduración en serie:

$$S_e = S_o (1 - E)^t$$

$$S_e = 25.9(1 - 0.21875)^4$$

$$S_e = 15.80 \text{ mg/l} < 60 \text{ mg/l bien!}$$

e) Porcentaje de D805 en el sistema de Maduración:

$$E_{D805} = (S_o - S_e) * 100 / S_o$$

$$E_{D805} = (300 - 15.80) * 100 / 300$$

$$E_{D805} = 94.73\%$$

f) Concentración de CF en el efluente del sistema de lagunas de maduración en serie:

$$N'_e = N_e / (1 + K_b * t_m)^n$$

$$Ne' = 10^6 / (1 + 1.100 * 4)^2$$

$$Ne = 34293.55 \text{ CF}/100 \text{ ml} < 50000 \text{ CF}/100 \text{ ml} \text{ bien!}$$

g) Porcentaje de reducción de CF/100ml en el sistema:

$$EoF = 96.57\%$$

Comparación de Areas:

Tipo de Laguna Alternativa	Area (m2)	
	Casol	Caso 11
Anaerobia	-	988.8 * 2
Facultativa	6152	7416
Maduración 1	6152	3531.43
Maduración 2		3531.43
Total	12304	15467.23

Cuadro 2.6: Comparación de áreas de terreno para ambos casos

La reducción del área al considerar el sistema de lagunas disminuye un poco con respecto al primer diseño, además con la adopción de una laguna anaerobia obtenemos los requerimientos necesarios para la reutilización de esta agua residual, mientras que para el caso A, solo bajamos el nivel de contaminación para luego verterlo al mar.

Dimensionamiento de las Lagunas de estabilización:

Laguna	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad(m)	Area (m2)
Anaerobia (1)	32	32	2.5	988.8 e/u
Facultativa (1)	150	50	2.0	7500
Maduración(2)	70	50	1.4	3500

Cuadro 2.7: Dimensionamiento del Sistema de Lagunas: Caso 11

2.8 ASPECTOS FISICOS Y CONSTRUCTIVOS

2.8.1 Introducción

El diseño del proceso discutido anteriormente tiene que ser implementado a un diseño físico. El diseño físico es muy importante para el funcionamiento del sistema de lagunas de estabilización así como el diseño del proceso y puede afectar fundamentalmente la eficiencia del tratamiento de la Planta de tratamiento UNIPAMPA zona 9. El diseño físico incluye factores como la selección del terreno; las dimensiones actuales de las lagunas compatibles con la topografía; el diseño de los taludes, incluyendo el revestimiento interior y la profundidad del bordo libre; el diseño de la entrada, salida, e interconexiones de las lagunas; la construcción de la ornamentación y aislamiento de las lagunas de acceso directo; y la construcción de las facilidades para el operador y vigilante.

En el Cuadro 2-6 se presentan las normas recomendadas para el diseño físico de lagunas de estabilización. En la Foto 2-1 se presenta un ejemplo de cómo debe aparecer un sistema de lagunas bien diseñado y construido.



foto 2-1 -Ejemplos de sistemas de lagunas bien diseñadas y mantenidas. Los terraplenes están mantenidos con el corte de hierbas en la orilla. Los taludes interiores tienen un revestimiento de concreto o mortero que sirve para controlar el crecimiento de plantas acuáticas y evitar la erosión por acción de olas. La superficie del agua no tiene materiales flotantes ni natas, y el nivel del agua está mantenido en el centro del revestimiento. (Foto :Villanueva, Honduras.)



Foto 2-2 La superficie del agua no tiene materiales flotantes ni natas, y el nivel del agua está mantenido en el centro del revestimiento. (Foto: Danlí, Honduras.)

2.8.2 Selección del Terreno

El terreno seleccionado para la construcción de lagunas ha sido ubicado con respecto a la topografía en la cota 165, de la ciudad piloto UNIPAMPA zona 9, si tomamos en cuenta las viviendas proyectadas para la zona 9, tendremos que hacer uso de una cámara de bombeo. lo que elevará enormemente el costo de las lagunas de estabilización; lo más conveniente sería proyectar la ciudad en la parte más elevada de la zona para que el afluente llegu♦ por gravedad al sistema de lagunas. La dirección del viento es Sur, Oeste, y sureste dependiendo del mes del año. El sitio seleccionado tiene una topografía plana para minimizar el movimiento de tierra, y debe está arriba del nivel de inundaciones. Siempre, sea posible, debemos cambiar la proyección de la ciudad UNIPAMPA para aprovechar el flujo de gravedad y evitar el uso de bombeo, lo cual requiere mantenimiento y consumo de energía eléctrica: Existen muchas lagunas en Perú abandonadas por problemas con la estación del bombeo. También, se debe tomar en cuenta el drenaje del agua pluvial(para nuestro caso no lo consideraremos por ser escasa) y la construcción de un sistema colector de escurrimiento para proteger las lagunas de la erosión (véase las Fotos 2-3,2-4).

Siguiendo la recomendación hemos ubfcado nuestro sistema de lagunas a una distancia de 500 m de la población, y preferiblemente los siguientes sistemas para las futuras etapas serán a una distancia mayor de 500 m, proyectadas siguiendo la dirección del viento sin afectar a la población; esta norma es para

aliviar las preocupaciones del público de malos olores, y para disuadirlo de visitar las lagunas. (Mara, *et al.*, 1992).

También se plantará una pantalla protectora consistente en árboles de Eucalipto para asegurarse que los olores no lleguen a la población.

UNITRAR: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES de la UNI



foto 2-3: Podemos observar como el talud ha erosionado, por una mala impermeabilización de este o quizá por falta de mantenimiento.



Foto 2-4 Nótese que el talud ya ha sido socavado por el agua, a tal punto que no se distingue el mismo. Fotos UNITAR.

2.8.3 Estructuras Hidráulicas: "Todas las estructuras hidráulicas deben ser diseñadas y construidas en una forma simple, evitando la utilización de válvulas y otros mecanismos que se deterioran con el tiempo por corrosión y falta de uso"¹. También las estructuras como compuertas y vertederos deben ser fácilmente ajustables por el operador para poder controlar los procesos de funcionamiento en el sistema de lagunas.

Dispositivos de Repartición: La repartición de caudales es muy importante en la operación de lagunas. Una mala división de caudal puede causar una sobrecarga. También la repartición de caudal entre entradas múltiples es un factor clave para que la laguna no reciba la mayoría de la carga - hidráulica y orgánica - en solamente un lado de la laguna.

>" **Lagunas Anaeróbicas:** Comprende los siguientes dispositivos de entrada y salida:

- o **Cámara de Reunión o Distribución:** Estructura de concreto armado caravista, donde llegan los desagües provenientes de las estaciones de bombeo de UNIPAMPA zona 9, desde este punto se dirige a la cámara de distribución donde se empalmará con el desarenador y luego en el canal de medición de caudales Parshall.
- o **Medidor Parshall:** De preferencia será prefabricado in situ.
- o **Cámara de Distribución:** estructura de concreto armado caravista, donde el desagüe viene de la cámara de reunión distribución a través de una tubería CSN de 12". En este punto el desagüe se bifurca, uno en dirección hacia la primera plataforma de ingreso típico de 6" y el otro en dirección hacia la caja de ingreso de 8". El control hacia una u otra dirección se podrá realizar a través de compuertas tipo Armco metálicas revestidas con componentes anticorrosivos.
- o **Caja de Ingreso:** estructura de concreto armado caravista, donde el desagüe viene desde la cámara de distribución a través de una tubería CSN de 8" . En este punto se quiebra y las aguas servidas se orientan hacia la segunda plataforma de ingreso típico.

¹Yáñez Fabian Aurelio, 1992 Ref.14

- **Plataformas de Ingreso:** Comprende dos estructuras de concreto armado caravista, donde el desague hace su ingreso a la laguna primaria.
- **Cámaras de salida:** Comprende 2 estructuras de concreto armado caravista, donde las aguas servidas después de recibir el tratamiento primario, por rebose ingresan a la cámara a través de un vertedero rectangular, en este se ha previsto un resalto y compuertas de control tipo Armco con el fin de regular los niveles de la laguna primaria y controlar operacionalmente la presencia de larvas y bacterias en la superficie de la laguna.
- **El agua tratada en la laguna Primaria pasa a la laguna secundaria por la tubería de interconexión PVC 8".**



Foto 2-5 Ejemplos de dispositivos para la repartición de caudales entre entradas múltiples en lagunas facultativas. En la foto arriba (Masaya, Nicaragua) se utiliza un tabique divisorio ajustable, y en la foto abajo (Chinandega, Nicaragua) se utiliza una cámara de repartición que no se puede ajustar--en este caso la cámara tiene que ser construida y nivelada con precisión. Se nota que en los dos casos se utilizan canaletas Parshall prefabricadas para medir la repartición precisamente entre lagunas en paralelo. Notase también el uso de canales abiertos para facilitar mantenimiento y el control de caudales.

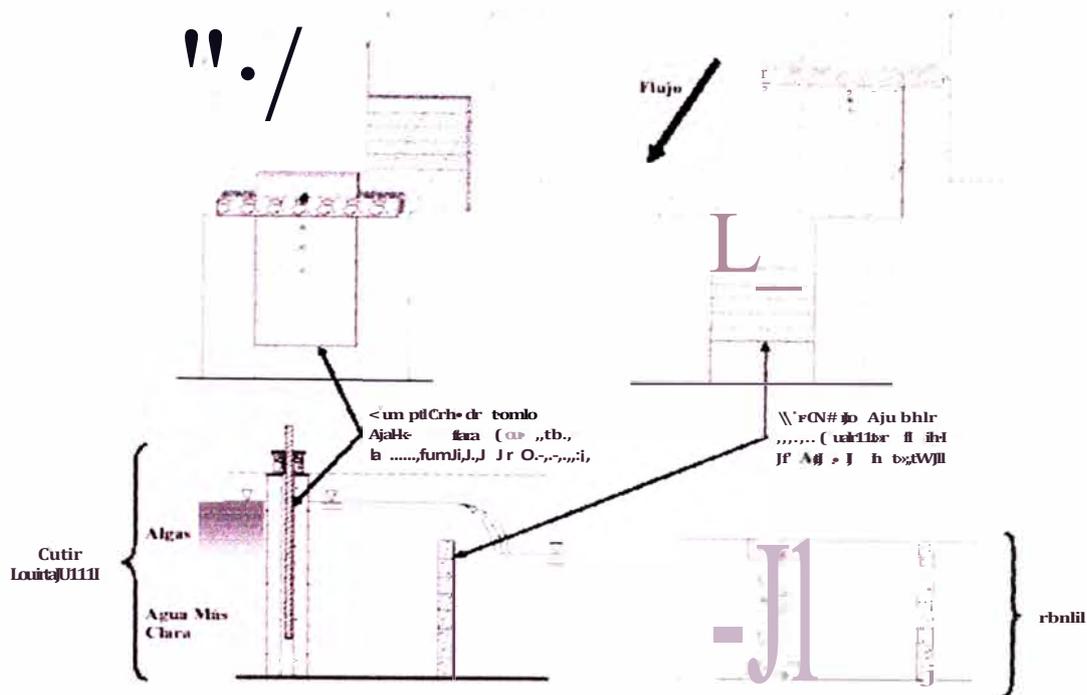


gráfico 2 - 8 : Los detalles del diseño físico de i) una compuerta de fondo ajustable para optimizar la calidad del efluente en términos de sólidos suspendidos causados por la banda de algas en la laguna; y ii) un vertedero rectangular ajustable para controlar el nivel de agua en la laguna. El vertedero ajustable utiliza una serie de compuertas de altura corta.

- o Taludes internos: Su estructura interna estará conformado por afirmado y hormigón y se aprovecharán los taludes existentes en todo el contorno previsto. Para la impermeabilización se usará una mampostería de roca >30 cm. y revestidos con mortero de 1:8. La mampostería llevará cada 10m una junta de dilatación, en esta a su vez se instalará water stop de 25cm de ancho x 1/8" de espesor a lo largo de toda la junta. El water stop irá sobre un solado con mortero 1:10 a lo largo de la junta, para alcanzar el nivel de talud final de la junta de dilatación se rellenará con asfalto en caliente.
- o Fondo de la Laguna: Contiene una base de hormigón más afirmado de 20cm de espesor cada uno, sobre esta se impermeabiliza con arcilla de 10cm de espesor según se indica en los planos.

b) Lagunas Secundarias Facultativas: Comprende los siguientes dispositivos de entrada y salida:

- Plataforma de Ingreso: Comprende 2 estructuras de concreto armado caravista, donde las aguas servidas hacen su ingreso hacia la laguna secundaria y proviene de las cámaras de salida de la laguna primaria a través de las tuberías de interconexión.
 - Cámaras de salida: Comprende dos estructuras de concreto armado caravista, donde el desagüe después de recibir el tratamiento secundario por rebose ingresa a la cámara a través de un vertedero rectangular en este se ha previsto un resalto y compuertas de control tipo Armco, con el fin de regular los niveles de la laguna secundaria y controlar operacionalmente la presencia de larvas y bacterias en la superficie de la lagunas, el agua tratada se dirige a través de una tubería de 8" CSN.
 - Cámara de Intersección: Estructura de concreto armado caravista donde el desagüe se divide en 2 puntos, la primera se va a la laguna de Maduración 1 y la segunda a la laguna de Maduración 2.
 - Taludes internos: Su estructura interna estará conformado por afirmado y hormigón y se aprovecharán los taludes existentes en todo el contorno previsto. Para la impermeabilización se usará una mampostería de roca >30 cm. y revestidos con mortero de 1:8. La mampostería llevará cada 10m una junta de dilatación, en esta a su vez se instalará water stop de 25cm de ancho x 1/8" de espesor a lo largo de toda la junta. El water stop irá sobre un solado con mortero 1:10 a lo largo de la junta, para alcanzar el nivel de talud final de la junta de dilatación se rellenará con asfalto en caliente.
 - Fondo de la Laguna: Contiene una base de hormigón más afirmado de 20cm de espesor cada uno, sobre esta se impermeabiliza con arcilla de 10cm de espesor según se indica en los planos.
- ⇒ Lagunas de Maduración: Comprende los siguientes dispositivos de entrada y salida:
- Item las anteriores.
 - Cámara de Reunión y salida: Es una estructura de concreto armado caravista, donde llegan las aguas tratadas provenientes de las 2 lagunas de maduración. En este punto los desagües tratados se orientan hacia el efluente para su disposición final

hacia las zonas de regadío, en las cámaras de distribución. Esta estructura será diseñada cuando este poblado el segundo Sector de UNIPAMPA

>" Cámara de Bombeo: Comprende los siguiente

- Equipos de Bombeo.- Se equiparan con 2 bombas sumergibles de $Q = 10.5 \text{ l/s}$, $HDT = 6\text{m}$ y potencia $=13.26 \text{ HP}$ y motor eléctrico= 30HP. Incluye los respectivos tableros de control y automatización y acoplamiento al generador diesel existente.
El contratista propondrá un adecuado Procedimiento Constructivo con el fin de no interrumpir el servicio. Los gastos que resulten deberá considerarse como un gasto global.
- Muro de Separación entre la cámara húmeda y la cámara seca: tal como se indica en los planos.
- Líneas de Impulsión: Comprende las tuberías de PVC de 8" desde la cámara de bombeo hasta el desarenador, en una longitud de 447m.
- Arborización: Se proyecta como cerco perimetral de las lagunas. el sembrío de plantas tipo "casuarinas" espaciadas de los taludes unos 10m y equidistantes unas de otras 3.0m

↳ Dispositivos de Descarga final:

Algunos detergentes y otros agentes de actividad superficial, lo que se llaman los tensoactivos, que están en las aguas residuales no son biodegradables. Como resultado, si la descarga final está arriba del cuerpo receptor, se puede formar espuma por la turbulencia de la descarga como se ve en el gráfico 2.9. Mientras la espuma no es un problema serio desde el punto de vista de contaminación, es un problema visual y estético, y el público puede pensar que la instalación no está funcionando bien y está contaminando el cuerpo receptor. Además, si se quiere utilizar el efluente para riego la producción de espuma tiene que ser controlada. La manera más apropiada de controlar la producción de espuma en descargas finales es a través de uso de dispositivos que descargan abajo el nivel de agua como se presenta en la Figura 2-5 abajo.

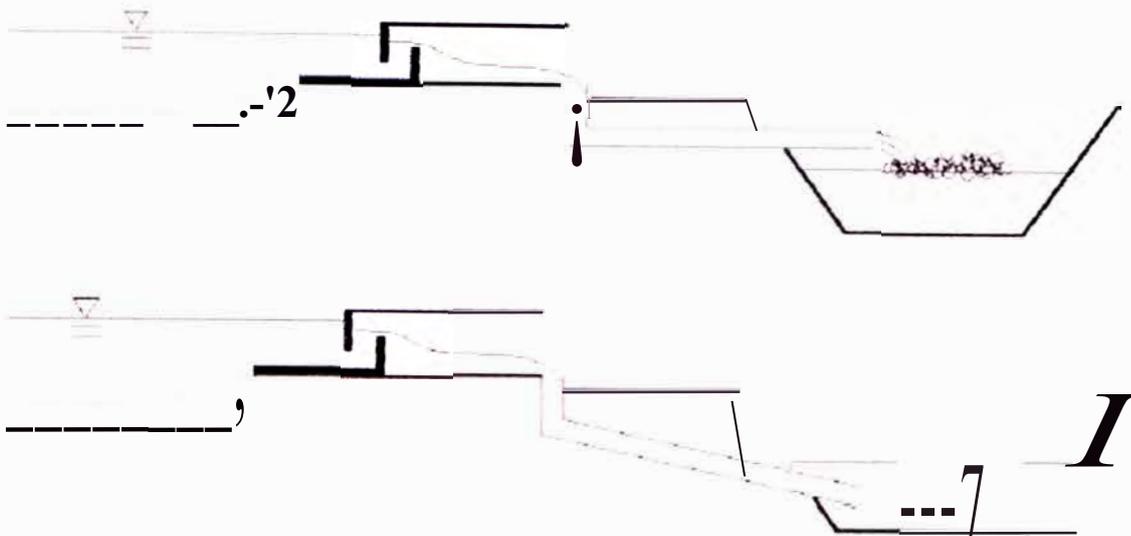


Gráfico 2 - 9 Un problema con la descarga del efluente final arriba del nivel de agua en el cuerpo receptor es la producción de espuma causada por detergentes y otros tensoactivos no biodegradables en las aguas residuales.

La manera más eficaz de controlar la espuma es el uso de dispositivos de descarga final, abajo el nivel de agua en el cuerpo receptor.

2.9 ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN:

2.9.1 GENERALIDADES

- o Las lagunas de estabilización se construyen de modo que el movimiento de tierras sea compensado, es decir que la excavación produzca el material necesario para el relleno de los diques. Se colocará estacas indicando el nivel de corte y relleno para lograr el nivel de obra terminado.
- o Se hará el despalme respectivo que consiste en retirar el material inapropiado, el cual debe ser compactado cuidadosamente.
- o Antes de ejecutarse los terraplenes se hará una escarificación del terreno que consiste en la rotura de unos 15cm de terreno, sobre el cual se va a construir (suele usarse arados, rastras de punta o de disco)
- o Una vez concluido el despalme y la escarificación, los terraplenes se construyen con el material de excavación o de préstamo ; el material se irá colocando en capas delgadas que irán compactándose con el peso del tractor o con el equipo apropiado.

- o El espesor de las capas, el % de humedad permisible, lo mismo que el grado de compactación, serán fijados en base al estudio de suelos realizados con anterioridad por el contratista.
- o En la construcción del terraplén no se deberá usar piedras mayores de 5cm de diámetro a menos que se tenga un dique de enrocamiento con núcleo de arcilla.
- o Si el material proveniente de la excavación no es el adecuado, se recurrirá al material de canteras apropiadas o bancos de préstamo.

Afinación de las secciones.- La afinación de las secciones de los terraplenes o diques se hará con motoniveladoras, es necesario hacer retoque manuales; agregando material faltante y retirando el excedente, con el propósito de obtener el perfil y las secciones proyectadas.

Preparación de Fondo.-En el acabado de fondo se puede tener una tolerancia de 10cm con respecto al perfil proyectado. Los estudios de conductibilidad hidráulica y permeabilidad del material encontrado en el fondo, nos indican que ha estos se les deberá hacer un tratamiento especial o revestirlo con algún material impermeable natural (arcilla), o artificial mediante el revestimiento con una geomembrana de polietileno HOPE, LLDPE, VLDPE d♦ 6mm de espesor que cubra fondos y taludes internos de los bordes (ver Anexos).

Debemos tomar en cuenta que las aguas residuales tienden a disminuir la conductibilidad hidráulica de los suelos . Esto es especialmente importante en el caso de las lagunas primarias.

Protección de taludes.- Algunas veces se proyecta proteger las zonas que están mas cercanas al espejo de agua, al vaivén u oleaje de ellas ocasionadas por el viento y contra el crecimiento de las plantas con raíces en las zonas donde logra penetrar la luz solar. Esto queda a criterio del proyectista y a la capacidad económica del propietario. La protección se puede hacer con piedras o baldosas de concreto, sembrando hacia arriba del espejo de agua con hierba de tipo perenne, extensiva y de bajo crecimiento, se logrará una excelente protección contra la erosión a bajo costo (foto 2-6).

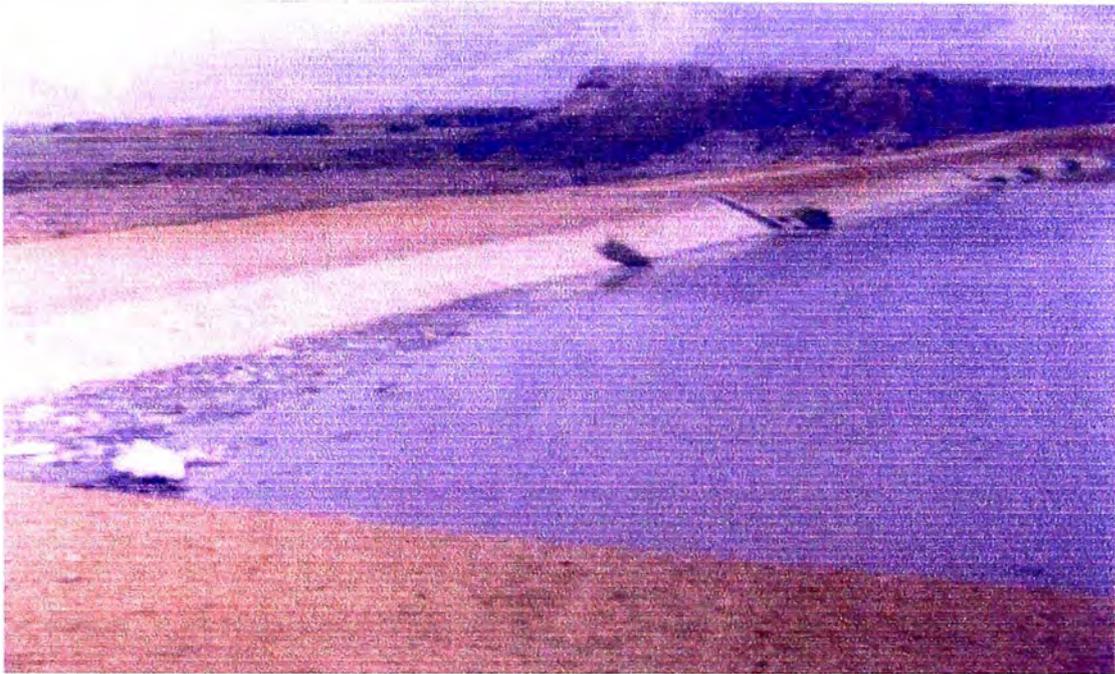


Foto 2-6: Nótese que el talud esta revestido con mamposterla de piedra, para protegerlo de la erosión. Foto Laguna de Moche. Trujillo.

Canales y Tuberías de Interconexión.- Las tuberías, canales o emisarios que acarrear aguas residuales o los efluentes se diseñan con los mismos criterios de alcantarillado para evitar sedimentación o desgaste de paredes. Las canaletas de entrada y salida de las interconexiones se hará de concreto según indiquen los planos. El sistema de limpieza deberá tener una inclinación suficiente para el desague y evacuación final.

2.9.2 OBRAS PRELIMINARES:

1.0 Trazo y Replanteo:

Previo al inicio de la obra deberá verificarse el tipo de material con análisis de suelo. Luego se procederá al replanteo de los linderos y perímetro del área destinada a las lagunas de Estabilización. Comprobado el tipo de material , los linderos y perímetros se procederá al trazo y demarcación de las estructuras planimetricamente, así como sus niveles (ver foto 2-7).



Foto 2-7 Trazo y Replanteo para Laguna de Estabilización en Junín

2.0 Limpieza: consistirá en limpiar todo el área designada eliminando obstáculos ocultos, basura y todo material inconveniente, incluye el retiro de todos los materiales inservibles que resulten de ella.

3.0 Naturaleza del suelo: Los materiales detectados (ver anexos) corresponden a un depósito sedimentario de origen eólico cuaternario., el cual esta integrado por suelos de estructura simple en su totalidad, y definido por áreas pobremente graduadas de grano fino a muy fino, a las que están por debajo de 0.70m de profundidad acompañan gravas polimicticas de formas angulosas.

El material arenoso descrito, esta compuesto de partículas arenosas y de acuerdo a su graduación es conveniente eliminar la parte mas superficial del depósito, estimada en 40cm.

De acuerdo a los fines del proyecto, luego de extraído el material muy fino (arena eólica), dicho material podrá emplearse en la conformación de los terraplenes de los bordes de dichas lagunas y fondos de las mismas, siempre y cuando se mezcle con granito o material gravoso.

2.9.3 Excavación:

1. Excavación de Explanación:

Una vez que todo el área de la laguna ha sido estacada y nivelada el contratista empezará a excavar hasta la cota del piso indicada en los planos, retirando el material muy fino, el grado de acabado en la explanación de taludes y fondo de la laguna será aquel que pueda obtenerse ordinariamente, mediante

el empleo de maquinaria convencional para movimientos de tierra (ver foto 2-8). El nivel freático se halla a 120m.

- o Debe existir secuencia constructiva de manera de garantizar, que el material de relleno para la formación de taludes con material propio de la excavación se obtenga luego de la limpieza.
- o Consistirá en la excavación y explanación de la laguna; en la excavación y retiro del material inapropiado para la formación de los terraplenes; en la excavación del material apropiado para los mismos: arcilla.
- o No se permitirá la excavación y el empleo del material contiguo a la zona estancada para la laguna, comprendida entre los 30m a partir del pie de interior del terraplén de la laguna.

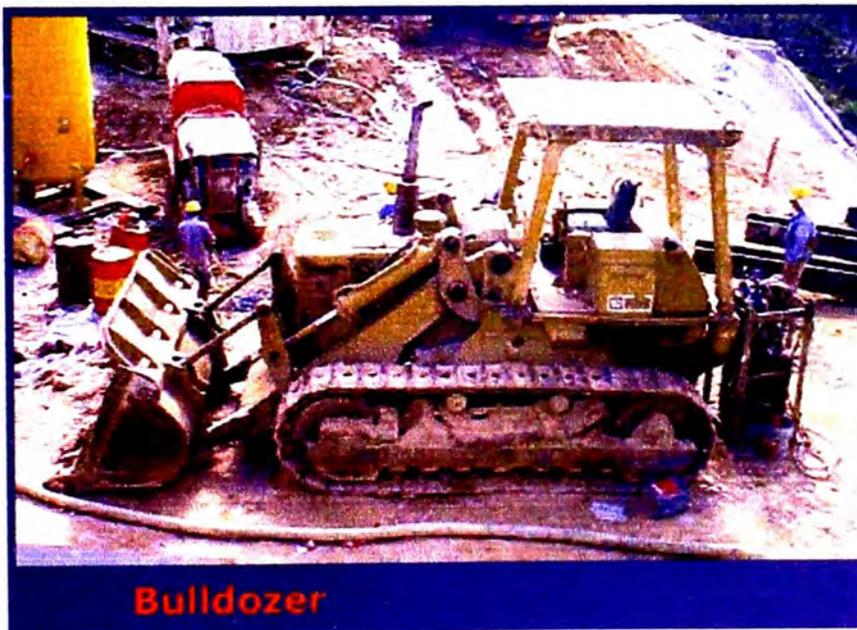


Foto 2-8: Una de las maquinarias convencionales en esta partida es el Bulldozer

El grado de acabado en la explanación de taludes y fondo de la laguna será aquel que pueda obtenerse mediante el uso de una niveladora de cuchilla o una trailla, o con palas a mano, según los casos y los determinados por el ingeniero supervisor.

2 Préstamos

- o Consistirá en la excavación y empleo del material aprobado y seleccionado por el Ingeniero supervisor de acuerdo a las especificaciones para la conformación de terraplenes y taludes o ejecución de rellenos en particular.
- o El préstamo procederá cuando no se encuentre la cantidad suficiente de material adecuado proveniente de la excavación de la laguna de acuerdo con las alineaciones, rasantes y dimensiones marcadas en los planos. Una de las canteras a usar será la Cantera GNL-2, ubicada dentro de la concesión de PERU LNG. L, siendo su lugar de acceso el hito kilométrico 168 de la carretera Panamericana Sur, en el departamento de Lima y la cantera de propiedad del Sr. Fernández en Nuevo Imperial.
- o La distancia de transporte gratuito será considerado hasta un radio de 350m de la zona de trabajo, determinado por el Ing. Supervisor.
- o La cantidad de metros cúbicos de transporte, será el producto del volumen de material de préstamo transportado más allá de los 350m de la zona de trabajo, medidos en su posición original en metros cúbicos, multiplicado por la diferencia de transporte (m.) dividido entre 100. este transporte será pagado y, en él se incluye mano de obra, equipo, herramientas, imprevistos necesarios y gastos indirectos.

2.9.4 Terraplenes (DIQUES)

1.- Rellenos:

- o Se ejecutarán con el material de sitio o área de trabajo, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con los alineamientos, rasantes, secciones transversales y dimensiones indicadas en los planos o como lo haya destacado el ingeniero inspector. Todo trabajo de limpieza y deforestación deberá ser ejecutada en el área de los terraplenes antes de que se empiece la construcción de ellos. Todo material conveniente que provenga de las excavaciones, será empleado en lo posible en la formación de terraplenes, taludes, asientos y rellenos de zanja (foto 2-9).



Foto 2-9: Formación de los taludes con material de préstamo. PTAR Junín.

- o El material obtenido en las excavaciones y considerado conveniente para terraplenes y taludes deberá estar libre de materiales orgánicos y ajustarse en lo posible a los requerimientos siguientes:

- | | |
|--|-----|
| 1. Mínimo índice de plasticidad | 15% |
| 2. Mínimo que pase por la malla No 200 | 25% |



Foto:2-10: Humedecimiento del fondo para compactación.

El material para terraplenes será arcilla u otro material impermeable aprobado por el ingeniero supervisor.



Foto 2-11: Cargador frontal para el movimiento de tierras

- o Tocio talud de tierra será acabado hasta presentar una superficie razonablemente llana y que este de acuerdo substancialmente con et plano (2: 1) pertinente, tanto en el aspecto de lineamiento como en las secciones transversales.
- o Los terraplenes y rellenos no podrán tener escombros, árboles, troncos. materiales en pie o entrelazados, raíces o basura. Antes de comenzar la construcción se eliminará de haberlo el humus u otra materia orgánica, igualmente la zona del terraplén será removida (arada) de tal manera que el material del terraplén se adhiera al terreno natural.

Todos los agujeros causados por la extracción de los tacones y la corrección de todas las irregularidades en la zona de las lagunas serán rellenados con material selecto.

2.- Compactación:

- o El material para la conformación de los terraplenes será colocado en capas horizontales de 20 a 30 cm de espesor y que abarquen todo el ancho de la sección, esparcidas suavemente con equipo esparcidor u otro equipo aplicable. Capas de espesor mayor a 30 cm no serán usadas sin la autorización del Ing. Supervisor.

Los rellenos por capas horizontales deberán ser ejecutados en una longitud donde sea factible el acarreo, mezcla, riego y compactación usados. La densidad seca del suelo compactado , no deberá ser menor del 95% de la densidad máx.def ensayo Proctor Modificado y deberán aprobados por el Ingeniero supervisor.



Foto 2-12: Compactación de la corona del terraplen.

- o Piedra o roca en terraplenes de tierra no deberán exceder de 15cm medidos en su espesor máximo
- o Cada capa del terraplén será humedecida o secada a un contenido de humedad necesario (humedad óptima) para asegurar la compactación máxima. Donde sea necesario asegurar un material uniforme, se mezclará el material usando la motoniveladora, rastra o disco de arado, cada capa será compactado mediante equipo pesado: rodillos apisonadores, rodillos de llantas neumáticas u otros aprobados por el Ing. Supervisor.

Cuando sea requerido, se aplicará el riego en los lugares (foto 2-10) en las cantidades y a las horas, incluso de noche que ordene el Ing. Supervisor. El contratista suministrará un abastecimiento adecuado de agua. El equipo de riego tendrá amplia capacidad y dispositivos de tal naturaleza que aseguren la aplicación uniforme del agua en las cantidades indicadas por el ingeniero Supervisor.



Foto 2-13: Compactación de taludes PTAR Junín, nótese que debe quedar completamente liso y uniforme.



Foto 2-14 Equipos de Compactación. Se usará Motoniveladora en los lugares que se necesite mayor uniformidad de los materiales compactados.

- o Si no está especificado de otra manera en los planos o disposiciones especiales, el terraplén será compactado para producir una densidad media de 92% (pero no menor del 90%) de la máxima determinada por el método de prueba de las "cinco capas" (estado de california); o bien se compactará al 95% de la densidad obtenida por el Método de Pruebas "Proctor Modificado".

Donde sea aplicable el ing. Supervisor hará ensayos de densidad en campo para determinar el grado de densidad obtenido.

- o El contratista construirá todos los terraplenes de tal manera que después de haberse producido la contracción y el asentamiento, y cuando haya de ejecutarse la aceptación de la obra, dichos terraplenes tengan en todo punto de la rasante, el ancho y la sección transversal requerida en los planos. El contratista será responsable de la estabilidad de todos los terraplenes construidos hasta la recepción final de la obra y correrá por su cuenta todo el gasto causado por el reemplazo de toda parte que haya sido desplazada, a consecuencia de falta de cuidado o de trabajo negligente por parte del contratista o de daño resultante por causas naturales, como son lluvias y vientos normales.

3.- Afirmado:

- o Este trabajo será ejecutado después que el terraplén este completamente terminado y todas las estructuras y tuberías hayan sido instaladas y rellenadas.
- o Todo el material blando e inestable que no es factible de compactar o que no sirvan para el propósito señalado será removido como se ordene.
- o Donde se estipule en los planos y especificaciones de metrado, el contratista deberá de colocar una capa en la parte superior y en los taludes del terraplén ya sea en corte o en relleno, empleando material de afirmado, el que deberá consistir de suelo granular de baja plasticidad. Piedras mayores de 10cm o de 2/3 del espesor de la capa que se coloque serán eliminados: terrones de arcilla ni de material orgánico serán aceptados.
- o El material de afirmado esta conformado por: partículas o fragmentos de piedras o grava dura y durables y un relleno de arena u otro material mineral finamente dividido. La porción de material retenido en la malla No 4 será llamado agregado grueso y aquella porción que pasa la malla No 4 agregado fino o relleno.



Foto 2-15: Relleno de terraplenes con afinado. Foto PTAR Junín

4.- Estabilizado:

- o Donde el material existente no tenga la resistencia adecuada o requerida por los planos o disposiciones especiales, el contratista deberá construir una capa o lecho mezclando un material estabilizador con el material natural existente de la excavación o material de préstamo.
- o Los materiales estabilizadores deben ser suelos de alto poder de sustentación como grava, tamizados de piedra, cementos, cal o cualquier otro material que a opinión del Ing. Supervisor sea apropiado para estabilizar.

En general el material que tenga apreciable cantidad de materia orgánica o que tenga alta plasticidad no es conveniente usarlo como estabilizador.

- o Los materiales para la estabilización serán colocados en capas de 15cm bien compactados y mezclados.. Los materiales se mezclaran con cuchillas, discos o arados.
- o Cuando sea necesario el contratista deberá sacar el material mojado o añadir agua al material seco para traer la mezcla estabilizada al contenido de humedad adecuado para la compactación, la que deberá ejecutarse hasta que toda la profundidad afirmada o estabilizada tenga una densidad, determinada por las pruebas hechas en cada capa, de no menos del 95% de la máxima densidad determinada por el ensayo Proctor Modificado.

TERMINADO: Todas las áreas que forman el trabajo de la laguna, excavaciones, taludes, áreas de transición serán uniformemente terminadas, tal como se indiquen en los cortes de los planos. El terminado será razonablemente alisado, compactado y libre de toda irregularidad y será el que se obtiene con motoniveladora u otro equipo similar. El terminado no variara en 3cm del indicado en el plano.



foto 2-16: Se usará Motoniveladora para evitar toda irregularidad en la compactación

2.9.5 ACABADOS:

Pavimentos de los taludes con mampostería de piedra:

- En algunos casos se podrá especificar la pavimentación de los taludes; mediante la colocación de piedra escogida o pedraplen (riprap) en el espesor que indiquen los planos. La piedra usada como riprap debe ser dura, densa y durable.



Foto 2-17: Observar como debe quedar un talud terminado. PTAR Junín.

- o El tamaño mínimo de la piedra será la que tenga un peso de 500gr y el tamaño máximo la que tenga el peso de 1Kg. El espesor y el ancho de la piedra no debe ser menor que la tercera parte de la longitud, se permitirá el uso de hasta el 15% en peso de piedras que pasen por la malla de 3" y no se permitirá más del 5% de piedras, arena o polvo de roca.
- o El pedraplen o riprap se colocará en forma estable, sin tendencia al deslizamiento y no deberá haber espacios grandes sin rellenar dentro del riprap. El mortero será de 1:5.



Foto 2-18: Talud interior revestido con mampostería de piedra (pedraplen) .PTAR Moche.

Impermeabilización

- o En los casos donde se especifique la impermeabilización de la superficie mojada de la laguna, esta se ejecutará mediante la colocación de una capa de arcilla (tipo adobe) de 10cm de espesor, según lo especifiquen los planos o el Ing. Supervisor.



Foto 2-19: Impermeabilización de lagunas con 3rcilla.

La arcilla para impermeabilización debe estar libre de materia orgánica o basura, además estará pulverizada de tal modo que este graduada en la forma siguiente:

	Porcentaje que pasa
Tamiz $\frac{1}{2}$ "	100%
Tamiz $\frac{1}{4}$ "	80%

- o También puede emplearse como impermeabilizante una capa de terracemento de 5cm de espesor, en la proporción 1:5, preparada con agua a razón de 8 galones por saco de cemento. Una vez terminada la capa será curada por un tiempo no menor de 15 días.

2.9.6.- Cerco y sembrío de Gras

- o Un cerco de cierre alrededor de los terrenos donde se construye las lagunas se ejecutará de acuerdo como especifiquen los planos.

- o Se sembrará grama en los taludes y parte de la calzada como lo indican los planos.
- o Luego de que la capa de tierra vegetal ha sido colocada, esta deberá ser compactada y nivelada con la inclinación de taludes indicados en el plano (2:1).



Foto 2-20; Se debe cercar la Planta de Tratamiento para evitar accidentes.

2.9.7.- Operación y Mantenimiento:

Ver manual en Anexos.



Foto 2-21 :Se debe construir **una caseta** para operación y mantenimiento de las lagunas.

CAPITULO 111

COSTOS Y PRESUPUESTOS PLANTA DE TRATAMIENTO UNIPAMPA ZONA 9

PRESUPUESTO DE OBRA

ITEM	PARTIDA		P. TOTAL
1.00.00	CAMARA DE REJAS, DESARENADOR, CANAL DEPARSHALL		9,899.15
2.00.00	LAGUNAS DE ESTABILIZACION		624,201.14
	COSTO TOTAL DIRECTO	S/.	634,100.14
	GASTOS GENERALES	10%	63,410.00
	UTILIDAD	8%	50,728.01
	SUBTOTAL		748,238.15
	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS	19%	142,165.25
	PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA		890.403.39

PRESUPUESTO: PROYECTO UNIPAMPA Zona 9
 Proyecto: Planta de Tratamiento Unipampa zona 9
 LUGAR: UNIPAMPA ZONA 9 CAÑETE - LIMA
 FECHA: ABRIL DEL 2007
 PARTIDA: LAGUNAS DE ESTABILIZACION

ARTIDA	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO	P. PARCIAL	P. TOTAL
1.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.01.00	Cartel de Obra 3 X 6 m	UNO.	1	900	900	
1.02.00	Trazo y replanteo	Há	2.71	1014.21	2748.5091	
1.03.00	Traslado materiales y Equipos/e	GLOB	1	1500	1500	5148.5091
2.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
Z.01.00	Excavación masiva en arena	m3	32341.384	1.6	51746.2144	
2.02.00	Relleno con material de prestan	m3	3460	18.89	65359.4	
2.03.00	Relleno de dique compactado	m3	26600	2.21	58786	
2.04.00	Diques en corte (perfilado)	m3	1583.6	1.42	2248.712	
2.05.00	solado con mezcla 1:10	m3	2710	75.78	205363.8	
2.06.00	Mampostería de roca Diám.(6 -m2		219').64	17.32	37941.8848	
2.07.00	Eliminación de desmonte	m3	8085.34	4.29	34686.1086	
2.08.00	Mejoramiento fondo afirmado e=	m2	12166	4.8	58396.8	
2.09.00	IMPERMEABILIZACIÓN					
2.09.01	Revestimiento con arcilla e=0.1	em2	12166	3.73	45379.18	514528.92
3.00.00	OBRAS PROVISIONALES					
3.01.00	Almacén	GLB	1	920.53	920.53	
3.02.00	Caseta de Guardianía	GLB	1	165.13	165.13	
3.03.00	SS. HH.Provisionales	GBL	1	570.31	570.31	
3.04.00	Oficinas p/residente - inspecció	GLB	1	736.08	736.08	2392.05
1.00.00	GRUPOS ELECTROGENOS/BOMBAS/OTROS					
1.01.00	Cámara y equipo de Bombeo	Glb	1	50000	50000	50000
5.00.00	INSTALACION TUBOS DE IMPULSIÓN					
S.01.00	Tub. PVC Diám.300mm	mi	444	13.5	5994	
5.02.00	Instalación tuberías	mi	444	4.46	1980.24	
5.03.00	Prueba hidráulica tub. D. 300mr	mi	444	1.25	555	8529.24
3.00.00	OBRAS DE ARTE EN LAGUNAS					
3.01.00	CONCRETO f'c=175 cemento	tm3	43.5	187.34	8149.29	
3.02.00	Encofrado de Obras de Arte	m2	339	31.98	10841.22	
3.03.00	Acero de construcción	Kg	1071	2.92	3127.32	
3.04.00	Suministros de accesorios de la	Glb	1	20520	20520	
3.05.00	Arborización	und	237	4.07	964.59	43602.42
COSTO TOTAL DIRECTO						624,201.14

RESUMEN DEL CRONOGRAMA DE EJECUCION (1ERA ETAPA)

PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS SERVIDAS

LUGAR UNIPAMPA ZONA 9 CAÑETE

FECHA ABRIL del 2007

PRESUPUESTO BASE TOTAL EN LA PRIMERA ETAPA:

No	DESCRIPCION	No días	TIEMPO																											
			mes 1				mes 2				mes 3				mes 4				mes 5				mes 6				mes 7			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	PLANTA DE TRATAMIENTO UNIPAM	240 días																												
31	OBRAS PROVINCIONALES	115 días																												
51	OBRAS PRELIMINARES	110 días																												
51	LAGUNAS DE ESTABILIZACION	1240 días																												
101	CAMARA DE REJAS, DESARENADOR Y CANALETA PARSHALL																													
141	ESTRUCTURAS DE INGRESO	126 días																												
201	EMISOR	1133 días																												
261	CASETA DE GUARDIANÍA	176 días																												
351	TRANSPORTE TERRESTRE	1136 días																												

CRONOGRAMA DE EJECUCION (PRIMERA ETAPA)

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS SERVIDAS

LUGAR UNIPAMPA ZONA 9 CAÑETE

FECHA ABRIL del 2007

PRESUPUESTO BASE TOTAL EN LA PRIMERA ETAPA:

No	DESCRIPCION	No dfas	TIEMPO																											
			mes 1				mes 2				mes 3				mes 4				mes 5				mes 6				mes 7			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	PLANTA DE TRATAMIENTO UNIPAMPA ZONA 9	1240 dias																												
2	INICIO DE OBRA	10 dias																												
3	OBRAS PROVICIONALES	115 dias																												
4	Construcciones Provisionales	15 dias																												
5	OBRAS PRELIMINARES	180 dias																												
6	Limpieza del terreno	22 dias																												
7	Trazo, nivel y replanteo	1180 dias																												
8	LAGUNAS DE ESTABILIZACION	1240 dias																												
9	Lagunas de estabilización	1240 dias																												
10	CAMARA DE REJAS, DESARENADOR Y CANALETA PARSHALL																													
11	Movimiento de Tierras	128 dias																												
12	Obras de concreto Simple	38 dias																												
13	Obras de concreto Armado	60 dias																												
14	ESTRUCTURAS DE INGRESO	26 dias																												
15	Estructuras de Ingreso	26 dias																												

CONCLUSIONES:

1. Las características físico químicas y microbiológicas del agua residual doméstica de **UNIPAMPA** indican que el efluente será biodegradable por lo que se empleará el tratamiento biológico mediante Lagunas de Estabilización.
2. El sistema de Tratamiento de Aguas Residuales adecuado, para la ciudad de Unipampa zona 9 será: Lagunas de Estabilización, debido a su construcción sencilla y de bajo costo, por la simplicidad de sus operaciones sin demandar mano de obra especializada y al área extensa de la zona permitiendo ampliaciones futuras para las siguientes etapas y que el efluente de este sistema pueda ser directamente utilizado para riego y acuicultura, por tener gran contenido de nutrientes.
3. Los diques de las lagunas de Estabilización estarán formados por presas de tierra o terraplenes, conteniendo material del lugar y de préstamo. Con talud interior y exterior de 2H :1V.
4. Para la proyección de la Planta de Tratamiento UNIPAMPA zona 9 se ha tomado en cuenta parámetros secundarios, tales como las características del afluente; condiciones climáticas, dirección del viento, temperatura y datos geotécnicos para el diseño del terraplén y los taludes.
5. El proyecto integral de la Planta de Tratamiento consta de 4 etapas, las cuales se darán de acuerdo al crecimiento poblacional: La Primera etapa estará formado por el sistema de bombeo, la línea de impulsión para toda la ciudad y el sistema de lagunas diseñadas para la reutilización del agua tratada en riego de áreas verdes y en la agricultura de sembríos de tallo largo. Cada etapa deberá construir su sistema de lagunas para garantizar el buen tratamiento de sus aguas servidas y así poder generar una fuente de ingreso convirtiendo las zonas eriazas en zonas de cultivo.

6. La proyección de la ciudad piloto UNIPAMPA zona 9 debe hacerse en una cota superior a 175 msnm. Evitando así costos por bombeo, y que el sistema pueda trabajar íntegramente por gravedad.

7. El sistema de Lagunas de Estabilización, está compuesto por un Tratamiento preliminar y una batería de lagunas que consiste en : 1 laguna anaerobia de 4440 m³ y la proyección de otra similar para la remoción de lodos durante la habilitación de la 2da etapa; una laguna Facultativa de 21735 m³; y dos lagunas de maduración de 6738.1 m³ cada una, Este sistema de tratamiento hará posible la reutilización de las aguas servidas, pues reducirá la Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO) en un 94.73% y la de coliformes fecales (CF) en un 96.57%.

8. El diseño y las especificaciones de construcción del sistema de Lagunas de Estabilización de la Primera etapa se ha ceñido al Reglamento Nacional de Edificaciones de acuerdo a la Norma SO - 090 (Normas para Plantas de Tratamiento para aguas Residuales) y a los parámetros establecidos por el CEPIS.

9. Para que el sistema funcione adecuadamente se decidió impermeabilizar el fondo de la laguna con arcilla y los taludes con mampostería de piedra, evitando así, la erosión de estos debido al agua de la laguna y por su cercanía al mar. La parte superior del terraplén y los taludes serán compactados con afirmado. Las canteras para material de préstamo están ubicadas en Nuevo Imperial y la Cantera GNL-2, ubicada dentro de la concesión de PERU LNG. L, en el km 168 de la carretera Panamericana Sur.

10. La partida con mayor incidencia en el Presupuesto de Obra es: Movimiento de tierras con un 80% del presupuesto total.

11. El sistema de lagunas de estabilización son una solución natural adecuada para la protección y preservación del medio ambiente de UNIPAMPA zona 9, permitiendo darle mayor uso al agua residual tratada y de ese modo aprovechar de manera óptima uno de los recursos naturales vitales para el hombre: el agua.
12. Para que las Lagunas de Estabilización de UNIPAMPA tengan un buen funcionamiento es necesario contar con un Manual de Operación y Mantenimiento. El presente informe contempla la elaboración de una propuesta de dicho manual, el cual se puede apreciar en el anexo 3.
13. Respecto a las Plantas de Tratamiento (Lagunas de Estabilización) se puede indicar que en nuestro medio aún no existe mucha experiencia en su proyección y funcionamiento, es por ello que un gran número de lagunas construidas no operan adecuadamente, a pesar que las normas del R.N.E obliga a las instituciones encargadas el tratamiento apropiado del agua residual antes de ser vertido a ríos y mares.

RECOMENDACIONES:

- 1.0 Para que el proyecto sea viable económicamente debemos plantear la proyección de la ciudad de UNIPAMPA a una cota superior de por lo menos 175 msnm, para que todo el sistema funcione por gravedad.
- 2.0 Muchas lagunas han fracasado debido a la inexperiencia de los operadores en el manejo de equipos y al escaso mantenimiento de estos, debido a la falta de recursos económicos de los entes administrativos de dichas lagunas.
- 3.0 También podrían afectar la vida de estas lagunas un mal diseño o malas especificaciones técnicas, que en muy poco tiempo podrían ponerlas fuera de servicio. Se recomienda que para el diseño de las lagunas no debemos usar equipos muy complejos ni de tecnología que aún no haya en nuestro país.
- 4.0 Se recomienda que para el diseño del proyecto definitivo es importante realizar el estudio completo de suelos y geotecnia para determinar así los valores exactos de permeabilidad y ver la posibilidad de obtener material de préstamo de la misma zona.
- 5.0 Durante la habilitación de Unipampa zona 9, deberán realizarse diferentes análisis del agua residual una vez que se haya puesto en marcha el proyecto, dado que para el presente informe se han asumido parámetros de origen secundario y pueden diferir de los valores reales de UNIPAMPA zona 9.
- 6.0 En el país aún no se ha definido un criterio especial para el diseño de lagunas de Estabilización, por lo que hay que profundizar las investigaciones mediante plantas pilotos, en diferentes zonas del país para

lograr mejores resultados, pues muchas de estas lagunas están inhabilitadas o no cumplen las condiciones requeridas para ser vertidas al mar.

7.0 Para poder dar un buen mantenimiento a las lagunas de estabilización se debe hacer uso y aplicación del manual de operación y mantenimiento, y estos a su vez deben ser revisados y reajustados cada cierto tiempo.

8.0 Debemos tomar en cuenta que la preservación de nuestro medio ambiente es responsabilidad de todos y que como ingenieros constructores debemos respetar y construir sin dañar nuestro medio ambiente.

9.0 Se recomienda realizar una evaluación de los motivos y razones de porque no se viene empleando en su totalidad la norma SO - 090 y las causas por las cuales fracasa la gestión de alguna de estas normas.

BIBLIOGRAFIA

1. ROLIM MENDONCA, SERGIO
SISTEMAS DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN
EDITORIAL MC GRAW HILL, AÑO 2000
2. SAENZ FORERO, RODOLFO
MODERNIZACION Y AVANCES EN EL USO DE AGUAS NEGRAS
PARA LA IRRIGACIÓN.
EDITORIAL OPS/CEPIS, AÑO 1996
3. NORIEGA PISSANI, RUDY
MANUAL DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES, TOMO 1
AÑO 1995
4. OKUN, DANIEL ALEXANDER
ABASTECIMIENTO DE AGUA Y REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES
EDITORIAL CIMUSA
5. METCALF & EDDY
INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES
EDITORIAL MC GRAW HILL
6. SAENZ FORERO, RODOLFO
CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAGUNAS DE
ESTABILIZACIÓN
OPS/CEPIS AÑO 1996
7. MOSCOSO, JULIO
SISTEMAS INTEGRADOS DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN Y
ACUICULTURA
EDITORIAL OMP/CEPIS AÑO 1996

8. TCHOBANOGLIOUS, GEORGE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑAS
POBLACIONES
EDITORIAL MC GRAW HILL
9. LESUR, LUIS
MANUAL DE MANTENIMIENTO DE CISTERNAS Y FOSAS SÉPTICAS
EDITORIAL: TRILLAS
10. HERNANDEZ MUÑOZ, AURELIO
SISTEMAS DE CALIDAD DE SANEAMIENTO DE AGUA
EDITORIAL OMP/CEPIS
11. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES
12. DIRECTRICES SANITARIAS SOBRE EL USO DEL AGUA RESIDUAL
EN AGRICULTURA Y ACUICULTURA.
OMS/GINEBRA
13. REPINDEX: LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN
CEPIS
14. YAÑEZ, FABIÁN - HERNANDEZ MUÑOZ, AURELIO
LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN. TEORÍA Y DISEÑO
EDITORIAL COLUMBIA
15. MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y CONTROL DE LA ZONA
COSTERA DE LIMA METROPOLITANA.
EDITORIA PRE/PRONAP/PROMAR
16. NORMAS TECNICAS SEDAPAL, MINSA, ETC.

ANEXOS

NORMA OS - 090

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1. OBJETO.-

El objetivo principal es normar el desarrollo de proyectos de tratamientos de aguas residuales en los niveles preJiminar, básico y definitivo.

2. ALCANCES.-

2.1 La Presente norma esta relacionada con las instalaciones que requiere una planta de tratamiento de aguas residuales municipales y los procesos que deben experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor o a su reutilización.

3. Definiciones:

3.1 Adsorción.- Fenómeno fisicoquímico que consiste en la fijación de sustancias gaseosas, líquidas o moléculas libres disueltas en la superficie de un sólido.

3.2 Absorción.-fijación y concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material sólido por difusión.

3.3 Acidez.- La capacidad de una solución acuosa para reaccionar con los iones hidroxilos hasta un pH de neutralización.

3.4 Acuífero.- Formación geológica de material poroso capaz de almacenar una apreciable cantidad de agua.

3.5 Aeración.- Proceso de transferencia de oxígeno del aire al agua por medios naturales (flujo natural, cascadas, etc) o artmciales (agitación mecánica o difusión de aire comprimido).

3.6 Aeración mecánica.- Introducción de oxígeno del aire en un líquido por acción de un agitador mecánico.

- 3.7 Aeración prolongada.-** Una modificación del tratamiento con lodos activados, que facilita la mineralización del lodo en el tanque de aeración.
- 3.8 Adensador (espesador).-** Tratamiento para remover líquido de los lodos y reducir su volumen.
- 3.9 Afluente.-** Agua u otro líquido que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento.
- 3.10 Agua Residual.-** Agua que ha sido usada por una comunidad o industria que contiene material orgánico e inorgánico disuelto o en suspensión.
- 3.11 Agua Residual doméstica.-** Agua de origen doméstico, comercial e institucional de la actividad humana.
- 3.12 Agua residual Municipal.-** Son aguas residuales domésticas se puede incluir bajo esta definición a la mezcla de aguas residuales domésticas con aguas del drenaje pluvial o con aguas de origen industrial, siempre que estas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.
- 3.13 Anaerobio.-** Condición en la cual no hay presencia de aire u oxígeno libre.
- 3.14 Análisis.-** El examen de una sustancia para identificar sus componentes.
- 3.15 Aplicación en el terreno.-** Aplicación de agua residual o lodos, parcialmente tratadas bajo condiciones controladas, en el terreno.
- 3.16 Bacterias.-** grupo de organismos microscópicos unicelulares, con cromosomas bacteriano único, división binaria y que intervienen en los procesos de estabilización de la materia orgánica.

- 3.17 Bases de Diseño.- Conjunto de datos para las condiciones finales e intermedias del diseño que sirven para el dimensionamiento de los procesos de tratamiento. Los datos generalmente incluyen poblaciones, caudales, concentraciones y aportes per-cápita de las aguas residuales. Los parámetros que usualmente determinan las bases del diseño son: DBO, sólidos en suspensión, coliformes fecales y nutrientes.
- 3.18 Biodegradación.- Transformación de la materia orgánica en compuestos menos complejos, por acción de micro organismos.
- 3.19 Biopelícula.- Película biológica adherida a un medio sólido y que lleva a cabo la degradación de la materia orgánica.
- 3.20 By - Pass.- Conjunto de elementos utilizados para desviar el agua residual de un proceso o planta de tratamiento en condiciones de emergencia, de mantenimiento u operación.
- 3.21 Cámara de contacto.- Tanque alargado en el que el agua residual tratada entra en contacto con el agente desinfectante.
- 3.22 Carbón activado.- Gránulos carbonáceos que poseen una alta capacidad de remoción selectiva, de compuestos solubles por absorción.
- 3.23 Carga del diseño.- Relación entre caudal y concentración de un parámetro específico que se usa para dimensionar un proceso del tratamiento.
- 3.24 Carga Superficial.- caudal o masa de un parámetro por unidad de área que se usa para dimensionar un proceso del tratamiento.
- 3.25 Caudal pico.- Caudal máximo en un intervalo dado.
- 3.26 Caudal máximo horario.- caudal a la hora de máxima descarga.

- 3.27 Caudal Medio.- Promedio de los caudales diarios en un período determinado.
- 3.28 Certificación.- Programa de la entidad de control para acreditar la capacidad del personal de operación y mantenimiento de una planta de tratamiento.
- 3.29 Clarificación.- Proceso de sedimentación para eliminar los sólidos sedimentales del agua residual.
- 3.30 Cloración.- Aplicación de cloro o compuestos de cloro al agua residual para desinfección y en algunos casos para oxidación química o control de olores.
- 3.31 Coagulación.- Acumulación de partículas coloidales(< 0.001mm) y dispersas de (0.001 a 0.01 mm) en coágulos visibles por acción del coagulante.
- 3.32 Coagulante.- Electrolito, usualmente sal orgánica, que contiene un catión multivalente de hierro, aluminio o calcio. Se usa para desestabilizar las partículas coloidales favoreciendo su aglomeración.
- 3.33 Coliformes.- Bacterias Gram negativas no esporuladas en forma alargada, capaces de fermentar lactosa con una producción de gas a 35 +/- 0.5 oC (coliformes totales). Aquellos que tienen las mismas propiedades a 44.5 +/- 0.2 oC, en 24 horas se denominan coliformes fecales, ahora también denominados termotolerantes.
- 3.34 Compensación.- Proceso por el cual se almacena agua residual y se amortigua las variaciones extremas de descarga, homogenizándose y evitándose caudales pico.
- 3.35 Criba Gruesa.- Artefacto generalmente de barras paralelas de separación uniforme (4 a 10cm) para remover sólidos flotantes de gran tamaño.

- 3.36 Criba Media.- Estructura de barras paralelas de separación uniforme (2 a 4cm) para remover sólidos flotantes y en suspensión, generalmente se emplea en el tratamiento preliminar.
- 3.37 Criterios de Diseño.- guía de ingeniería que especifican objetivos, resultados o límites que deben cumplirse en el diseño de un proceso, estructura o componente de un sistema.
- 3.38 Cuneta de coronación - Canal abierto, generalmente revestido, que se localiza en una planta de tratamiento con el fin de recolectar y desviar las aguas pluviales.
- 3.39 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).- Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específica (generalmente 5 días y a 20°C)
- 3.40 Demanda Química de Oxígeno (DQO).- Medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio.
- 3.41 Densidad de energía.- relación de la potencia instalada de un aerador y un volumen en un tanque de aeración, laguna aerada o digestor aerobio.
- 3.42 Depuración de Aguas residuales.- Purificación o remoción de sustancias objetables de las aguas residuales, se aplica exclusivamente a procesos de tratamiento de líquidos.
- 3.43 Derrame accidental.- Descarga directa o indirecta no planificada de un líquido que contiene sustancias indeseables que causan notorios efectos adversos en la calidad del cuerpo receptor. Esta descarga puede ser el resultado de un accidente, efecto natural u operación inapropiada.

3.44 Desarenadores

Cámara diseñada para reducir la velocidad del agua residual y permitir la remoción de sólidos minerales (arena y otros), por sedimentación.

3.45 Descarga controlada

Regulación de la descarga del agua residual cruda para eliminar las variaciones extremas de caudal y calidad.

3.46 Desecho ácido

Descarga que contiene una apreciable cantidad de acidez y pH bajo.

3.47 Desecho peligroso

Desecho que tiene una o más de las siguientes características: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable o infeccioso.

3.48 Desecho industrial

Desecho originado en la manufactura de un producto específico.

3.49 Deshidratación de lodos

Proceso de remoción del agua contenida en los lodos.

3.50 Desinfección

La destrucción de microorganismos presentes en las aguas residuales mediante el uso de un agente desinfectante.

3.51 Difusor

Placa porosa, tubo u otro artefacto, a través de la cual se inyecta aire comprimido u otros gases en burbujas, a la masa líquida.

3.52 Digestión

Descomposición biológica de la materia orgánica del lodo que produce una mineralización, licuefacción y gasificación parcial.

3.53 Digestión aerobia

Descomposición biológica de la materia orgánica del lodo, en presencia de oxígeno.

3.54 Digestión anaerobia

Descomposición biológica de la materia orgánica del lodo, en ausencia de oxígeno.

3.55 Disposición final

Disposición del efluente o del lodo tratado de una planta de tratamiento.

3.56 Distribuidor rotativo

Dispositivo móvil que gira alrededor de un eje central y está compuesto por brazos horizontales con orificios que descargan el agua residual sobre un filtro biológico. La acción de descarga de los orificios produce el movimiento rotativo.

3.57 Edad del lodo

Parámetro de diseño y operación propio de los procesos de lodos activados que resulta de la relación de la masa de sólidos volátiles presentes en el tanque de aeración dividido por la masa de sólidos volátiles removidos del sistema por día. El parámetro se expresa en días.

3.58 Eficiencia del tratamiento

Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje.

3.59 Efluente

Líquido que sale de un proceso de tratamiento.

3.60 Efluente final

Líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales.

3.61 Emisario submarino

Tubería y accesorios complementarios que permiten la disposición de las aguas residuales pretratadas en el mar.

3.62 Emisor

Canal o tubería que recibe las aguas residuales de un sistema de alcantarillado hasta una planta de tratamiento o de una planta de tratamiento hasta un punto de disposición final.

3.63 Examen bacteriológico

Análisis para determinar y cuantificar el número de bacterias en las aguas residuales.

3.64 Factor de carga

Parámetro operacional y de diseño del proceso de lodos activados que resulta de dividir la masa del sustrato (kg O₂/d) que alimenta a un tanque de aeración, entre la masa de microorganismos en el sistema, representada por la masa de sólidos volátiles.

3.65 Filtro biológico

Sinónimo de "filtro percolador", "lecho bacteriano de contacto" o "biofiltro".



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORMEN° S07 - 157

SOLICITADO : DIRECCION DE ESCUELA PROFESIONAL - FAC. DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO : PROYECTO DE SANEAMIENTO - UNI PAMPA
 UAICIÓN : Km. 161 Panamericana Sur Distrito de San Vicente. Provincia d° --añe. Opto. de Lima
 FECHA : 09, Marzo del 2007

ENSAYOS ESTÁNDAR

I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM - 0422

Calicata : ***
 Muestra : Unica
 Prof. (m) : ***

Malla	(%) Acumulado que pasa
2"	
2"	100.8
1 1/2"	92.4
1"	82.2
3/4"	78.3
1/2"	72.0
3/8"	69.6
1/4"	65.9
N° 4	64.3
N° 10	56.1
N° 20	47.6
N°31)	43.3
N° 40	38.5
N° 60	19.,
N° 00	13.1
N° 200	10.2
¾ de Grava	35.7
% de Ar:1na	54.0
¾ de Finos	10.3

LIMITE LIQUIDO (%) : NP
 ASTM D4318
 LIMITE PLASTICO (%) : NP
 ASTM D4318
 INOC:CE OE PLASTICIAO (%) : NP

CLASIFICACION SUCS : SP-SM



NILTON LORENA VALVERDE.

3ACH. ING. RESPON/ BLE DE AREA

Ldb de Mecan,ca de Suelos UNI



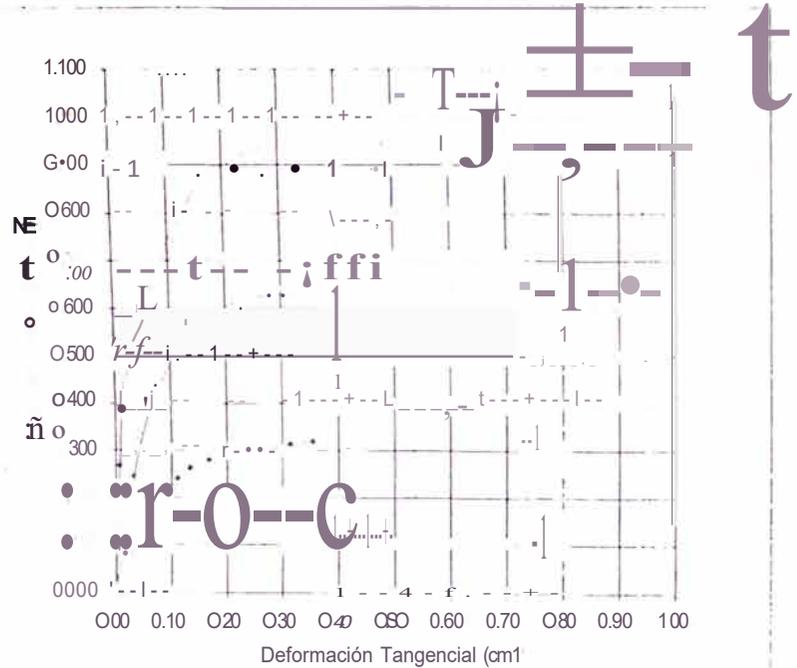
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM 03080

ESTADO : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
 MUESTRA : Unica
 CALICATA : ***
 Prof.(m) : ***

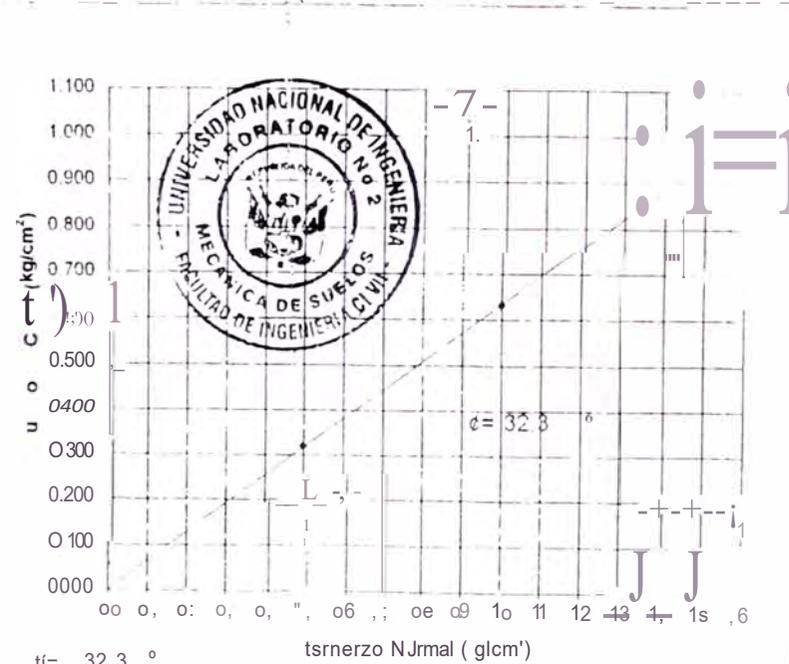
SOLICITADO : DIRECCION DE ESCUELA PROFESIONAL - FAC. DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO : PROYECTO DE SANEAMIENTO - URB. PAMPA
 UBICACIÓN : Km. 161 Panamericana Sur Distrito de San Vicente, Provincia de Cañete, Opto. de Lima
 FECHA : 09. Marzo del 20-Ji'

INFORME ° S07-157

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



t = 32.3 °

C = 0.00 kg/cm²

tsrnerzo N Jrmal (glcm')

40-

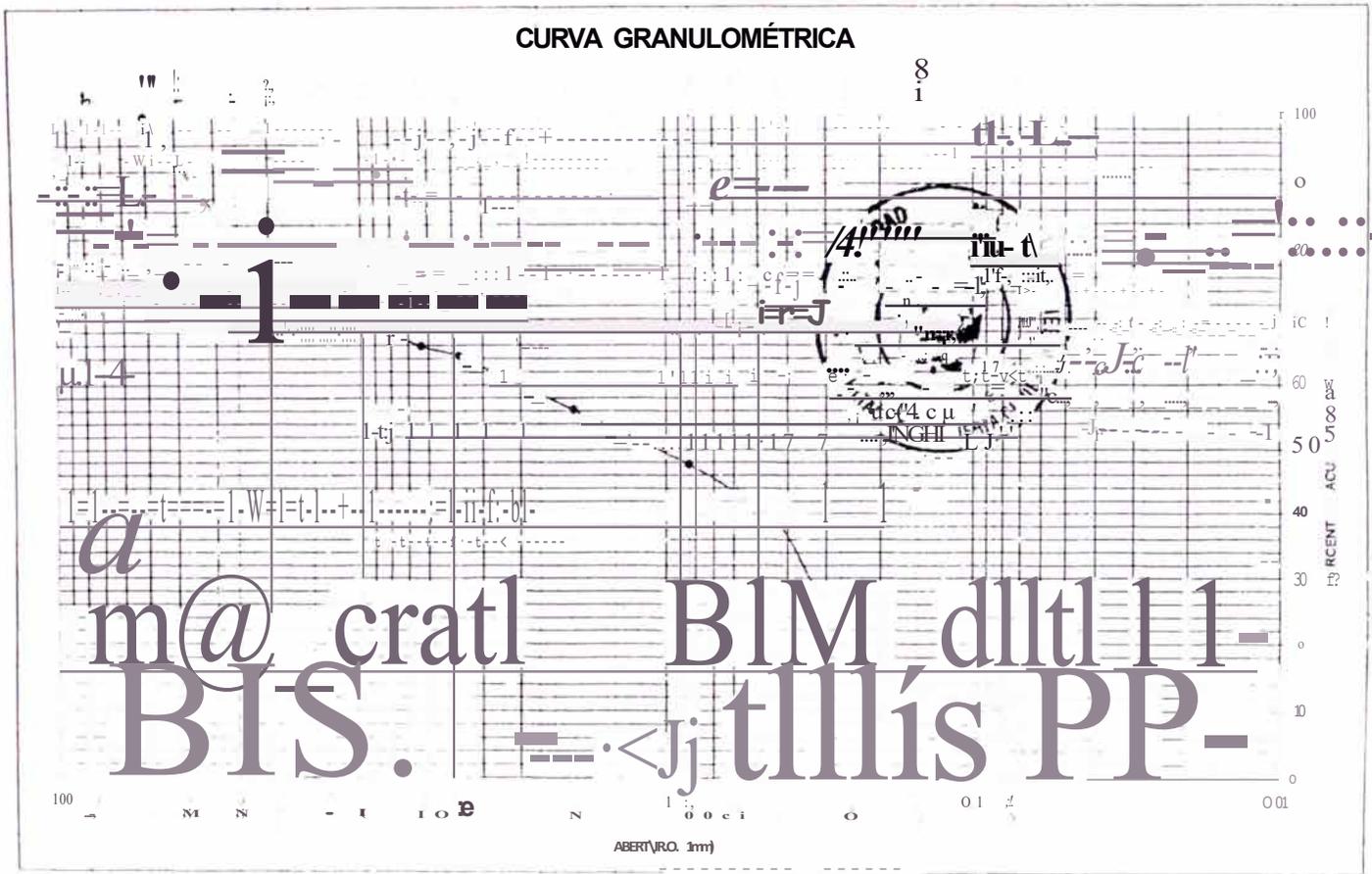


ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM 0-422	INFORME N° S07 - 157
--	-----------------------------

Calicata : ●●●
 Muestra : Unica
 Prof. (m) : ●●●

Solicitado : DIRECCION DE ESCUELA PROFESIONAL - FAC. DE INGENIERIA CIVIL
 Proyecto : PROYECTO DE SANEAMIENTO - UNI PAMPA
 Ubicación : Km. 151 Panamericano: Sr Distrito de San Vicente. Provincia de Cañete. Opto. de Lima
 Fecha : 09, Marzo del 2007

Tamiz	Abertura (mm)	1'4) acumulado quo p 1 u
3"	76.200	
2'	50.300	100.0
1 1/2"	38.100	92.4
1"	25.400	82.2
3/4"	19.050	78.3
1/2"	12.700	73.0
3/8"	9.525	69.6
1/4"	6.350	65.9
N° 4	4.760	64.3
N° 10	2.000	56.1
N° 20	0.840	47.6
N° 30	0.590	43.3
N° 40	0.426	38.5
N° 60	0.250	19.7
N° 100	0.149	13.1
N° 200	0.074	10.3



v"B°

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

4.1 Introducción:

Aunque la principal ventaja de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización es su simplicidad operativa, eso no quiere decir que su operación y mantenimiento no sean necesarios. En verdad un gran número de instalaciones de lagunas en Perú y Latinoamérica ha fracasado por fallas en las tareas de operación y mantenimiento (Yáñez, 1992; INAA, 1996).

Este problema no solo existe en lagunas si no también en otros tratamientos de aguas residuales. Cualquier tecnología desde la más complicada hasta la más sencilla, fracasará sin operación y mantenimiento adecuados; ya que las lagunas requieren menos esfuerzos operativos que otras tecnologías, la tarea **clave** es planificar los esfuerzos mínimos para que la instalación de la Planta de tratamiento: Laguna de Estabilización de UNIPAMPA ZONA 9 tenga éxito.

"El factor clave que puede tener un efecto decisivo en dar más énfasis a operación y mantenimiento es el desarrollo de un manual de operación y mantenimiento para cada instalación."¹

4.2 Manual de Operación y Mantenimiento

"Un manual de operación y mantenimiento debe contener información que sirva para el cumplimiento de los siguientes objetivos:

1. Uniformización de los procedimientos de operación y mantenimiento.
2. Procedimientos para la operación básica y la operación requerida para controlar el funcionamiento de la instalación.
3. Procedimientos de operación en condiciones de puesta en operación inicial y en condiciones de limpieza de lodos.
4. Procedimientos del mantenimiento rutinario.
5. Medidas higiénicas para operadores.

¹ Yáñez, Fabian Aurelio 1992; CNAA, 1996

6. El número y tipo de personal de tiempo completo y tiempo parcial, incluyendo requisitos de capacitación, requerido en la instalación.
7. Procedimientos para detectar y analizar problemas operativos en el funcionamiento de las lagunas y solucionarlos."²

En el manual se incluirán los siguientes aspectos:

4.3 Operación Básica

4.3.1 Puesta en marcha de una Laguna

El arranque de las lagunas puede presentar problemas debido a que las poblaciones de microorganismos responsables del tratamiento toman tiempo para desarrollarse. Teniendo esto en cuenta se pueden tomar algunas precauciones muy sencillas para evitar complicaciones durante la puesta en marcha de las lagunas aneróbicas, facultativas y de maduración:

- "Sí el sistema de lagunas se ha diseñado para una población superior a la actual, se debe poner en marcha únicamente una parte del mismo."³ Generalmente el proyecto establece las lagunas que han de intervenir en el tratamiento en las distintas fases.
- Si fuera posible, "las lagunas deben llenarse inicialmente con agua del cuerpo receptor o agua de otra fuente limpia. Esto con el objetivo de evitar que se generen condiciones sépticas de las aguas residuales si se llenara con agua residual doméstica, y permitir el desarrollo de las poblaciones de microorganismos debido al tiempo de llenado de una laguna facultativa. En el caso que una fuente de agua limpia no existiese, el sistema de lagunas debe llenarse con las aguas residuales una vez y dejar de cargar y descargar por 20 a 30 días (manteniendo pérdidas de agua por evaporación e infiltración con una capa de las aguas residuales); esto también con el objetivo de permitir el desarrollo de las poblaciones de microorganismos"⁴
- Las lagunas deben llenarse de agua lo mas pronto posible una vez construidas, para evitar que se agrieten debido a las lluvias o que crezcan

² Yáñez, Fabian Aurelio

³ MOP, 1991

⁴ ARTHUR, 1983; Mara, et, al; 1992

malezas en el fondo. Debe eliminarse toda la vegetación del fondo y taludes antes de empezar el llenado.

4.3.2 Medición de Caudales

La medida del caudal tiene una importancia decisiva para evaluar el funcionamiento de las lagunas. Es fundamental tener el registro de los caudales para determinar las cargas orgánicas e hidráulicas, el tiempo de retención hidráulica y como resultado la eficiencia del sistema de tratamiento y su capacidad. El operador debe registrar los caudales diariamente para tener una historia de los caudales para poder anticiparse a los problemas.

Durante época de lluvia y seca se debe realizar una medición de caudales más intensiva para obtener mejores datos del comportamiento hidráulico. La lectura del caudal se debe realizar en períodos de 2 horas durante 3 días consecutivos; luego se puede obtener el caudal promedio de ese período de muestreo. Se prefiere que esta actividad incluya los sábados y domingos para conocer los aportes los fines de semana.

Es importante comparar la diferencia entre las épocas para conocer bien la infiltración de agua pluvial que puede dañar el proceso biológico de las lagunas.

El tipo de medidor de caudal recomendado es la canaleta P.rrshall prefabricada, no solamente en la entrada sino en las particiones entre lagunas y en las salidas finales.

4.3.3 Control de Niveles del Agua

Cada sistema de lagunas está diseñado para tener un nivel fijo de agua. Es la responsabilidad del operador mantener este nivel o la laguna no funcionará como debería funcionar. Si el operador no puede mantener el nivel del agua del diseño con vertederos ajustables, la laguna tiene que ser evaluada para determinar la causa del problema.

4.3.4 Vertedero de Demasías

Para proteger el sistema de lagunas contra la introducción de sobrecargas hidráulicas por infiltración de aguas pluviales, el operador debe desviar el sistema cuando los caudales llegan al nivel de sobrecarga. Este nivel se determina a través

de investigaciones que utilizan los datos de los caudales del registro y los resultados de los análisis de laboratorio de las cargas de sólidos arenosos durante épocas de lluvia.

Cuando exista sobrecarga de caudales debido a las lluvias el operador a través del sistema de compuertas debe desviar el flujo hacia la obra de descarga de emergencia fuera del sistema. Una vez que el flujo normalice, el operador debe realizar la operación a la inversa, abriendo la entrada a las lagunas y cerrando el desvío de emergencia.

4.3.5 Ajustamiento del nivel de descarga en la compuerta de Fondo de Salidas.

Es responsabilidad del operador ajustar el nivel de descarga de cada laguna para obtener un efluente de mejor calidad. El nivel puede cambiar semanal o mensualmente, dependiendo de la producción y concentración de algas en cada laguna. El operador o técnico de laboratorio, tienen que sacar muestras con profundidad del efluente y medir la concentración de sólidos suspendidos o de algas; con estos datos podemos determinar la profundidad óptima para ajustar la compuerta de fondo.

4.3.6 Detecciones sensoriales: Olores y colores

La detección de malos olores y colores es muy importante para conocer el grado de funcionamiento de las lagunas. El operador debe estar pendiente de los colores y olores extraños a los que deben existir normalmente en las lagunas.

Las lagunas facultativas y de maduración no deben tener olores fuertes si están funcionando bien. El color del agua residual en la entrada de una laguna facultativa normalmente debe ser gris; el color de las aguas a la salida de las lagunas facultativas y de maduración es verde brillante por la concentración de algas presentes.

4.3.7 Medición de la Profundidad de Lodos

La única forma de verificar los cálculos de acumulación de lodos es efectuar mediciones en las lagunas primarias (anaeróbicas o facultativas) con una frecuencia de una vez por año. Se mide la acumulación de lodos al sumergir un palo suficientemente largo para la profundidad de la laguna. El palo debe tener un

extremo revestido con tela blanca absorbente. Se introduce este en la laguna cuidando que permanezca en posición vertical, hasta que alcance el fondo; entonces se retira y se mide la altura manchada con lodos, que queda fácilmente retenido en la tela.

4.4 Mantenimiento rutinario

El mantenimiento rutinario de la instalación debe ser el objetivo fundamental del operador. Si no se cuida de que se realice diariamente, en poco tiempo la planta se deteriorará, con consecuencias funestas para el proyecto. Por lo tanto el operador debe ser conciente de que su trabajo es muy importante para el funcionamiento adecuado del sistema.

4.4.1 Rejillas

La limpieza de rejillas debe ser diaria con el uso de rastrillos manuales. El material retirado debe ser enterrado para evitar problemas de malos olores y la atracción de vectores como insectos y animales como roedores . El material debe ser recubierto con una capa de tierra de 0.1 a 0.3m de espesor. Se aconseja excavar un lugar para enterrar dicho material poco a poco, cubriéndolo diariamente con cal o tierra.

4.4.2 Desarenador

Consiste en agitar el material sedimentado 2 veces al día, una vez en la mañana y otra en la tarde; el propósito de la agitación es liberar el material orgánico atrapado por los sólidos arenosos. Una o dos veces por semana, o con una frecuencia mayor si el volumen acumulado de sólidos arenosos lo demanda, se debe cerrar la cámara en operación y drenarla, después el material arenoso debe ser removido y enterrado sanitariamente. El material puede ser enterrado en la misma excavación utilizada para enterrar el material de la rejilla.

4.4.3 Remoción de natas y Sólidos Flotantes

Debe hacerse diariamente o cuando sea necesario para que no se extiendan demasiado sobre el área superficial de las lagunas. puede causar problemas de mal olor por su descomposición y la cría de insectos.

Por lo general, la dirección del viento hace que las natas y sólidos flotantes se acumulen en las esquinas de las lagunas (ver foto) . El operador necesitará un desnatador y una carretilla para la limpieza de natas; estos desechos deben ser enterrados en el mismo lugar que los restos de la rejilla y el desarenador. También se deben mantener las pantallas en las salidas para que las natas y sólidos flotantes no salgan de la laguna en el efluente.

4.4.4 Céspedes, vegetación y malezas

El césped no debe llegar al borde de la laguna, para evitar problemas el operador debe mantener una faja limpia de al menos 20cm por encima del borde de agua.

La maleza debe ser retirada, sacada al aire y quemada o enterrada. Se debe prestar atención al crecimiento de jacintos y otras plantas acuáticas, las que deben ser extraídas, secadas y quemadas también.

Un problema especial que puede pasar de vez en cuando es el crecimiento rápido de lemnas, los cuales pueden llegar a una laguna llevadas por el viento o traídas por las aves o animales. La tarea del operador es removerlas tan rápido como sea posible antes de que cubran toda la superficie de la laguna. Es posible utilizar patos domésticos, específicamente patos pekín que comen las lemnas, para ayudar en la limpieza.

4.4.5 Mosquitos, moscas, Roedores y otros animales

La proliferación de estos seres debe ser nula si se ha cumplido con la tarea de enterrar todo lo relacionado con el material flotante y el material orgánico. Los mosquitos u otros insectos pueden ser controlados manteniendo limpias y sin vegetación las márgenes de las lagunas. En el caso que los mosquitos depositen sus huevos en la orilla encima del revestimiento, se puede bajar el nivel del agua un poquito para que se sequen.

4.4.6 Taludes

El operador deberá inspeccionar una vez por semana el estado de los taludes para verificar si ha ocurrido algún asentamiento o erosión. Los daños deben ser reparados con material arcilloso y cubierto con el césped protector en el talud exterior, y con el revestimiento en el talud interior.

4.4.7 Cercos y caminos:

El predio de lagunas de estabilización debe estar cercado, preferiblemente con alambres de púa, para impedir la entrada de animales domésticos y de personas no autorizadas. Cuando el estado de los cercos y/o caminos estén en mal estado, el operador debe notificar a las personas encargadas de reparar estas obras tan pronto como sea posible.

4.4.5 Implementos y herramientas de Mantenimiento

El cuadro 4 -1 presenta un listado de equipo y herramientas básicas que se deben tener en caseta del operador.

4.5 Registros de Campo de la Operación Básica

En el cuadro 4 - 2 se muestra un ejemplo de registro operacional e informe de campo de la operación básica y mantenimiento rutinario que el operador debe registrar. En el cuadro 4 - 3 se muestra de manera general las actividades de operación, mantenimiento y la frecuencia con que se deben llevar a cabo.

4.6 Operación para el control del Funcionamiento: Monitoreo Analítico

Los objetivos del proceso de las lagunas anaeróbicas y facultativas son: 1) Estabilizar la materia orgánica a través de la remoción de D80; 2) La remoción de sólidos suspendidos en las aguas residuales crudas; y 3) la remoción de patógenos.

Los objetivos principales de las lagunas de maduración son: 1) Remoción de patógenos y coliformes fecales; y la continuación de remoción de D80 y hacer que al agua pueda reusarse con fines agrícolas. Para conseguir esto es necesario efectuar una serie de mediciones y determinaciones analíticas, como:

1. La concentración de DBO en el afluente del sistema y en el efluente de cada laguna.
2. La concentración de sólidos suspendidos en el afluente de cada laguna facultativa como medida del potencial de acumulación de los lodos.
3. La concentración de sólidos suspendidos en el efluente de cada laguna para determinar las concentraciones de algas.
4. La concentración de huevos de helmintos y C. F. En el afluente del sistema y en el efluente de cada laguna.

5. Medición de los caudales como fue mencionado anteriormente.

Cuadro 4 - 1: Implementos y Herramientas de Operación y Mantenimiento Requeridos para un sistema de Lagunas de Estabilización.

Artículo	Cantidad	Uso
Guantes de hule	2 pares	Protección del operador
Botas altas de hule	2 pares	Protección del operador
Capotes de hule	3	Protección del operador
Botiquín de Primeros auxilios	1	Protección del operador
Salvavidas	2	Protección del operador
Uniforme de campo	2	Protección del operador
Casco protector	2	Protección del operador
Rastrillo para Rejilla	2	Limpieza de natas
Pala	2	Entierro de natas, sólidos, etc
Pico	2	Excavación para el entierro.
Carretilla de mano	1	Transport de natas, sólidos, etc
Cortadora de césped	1	Mantenimiento de grama
Martillo	1	Mantenimiento en general
SERRUCHO	1	Mantenimiento en general
Escoba	1	Mantenimiento en general
Desnatador (3m. De largo)	2	Limpieza de natas
Lancha	1	Medición de lodos, muestreo, etc.
Manguera	1	Limpieza en general
Machete	2	Mantenimiento de césped
Destornillador	2	Mantenimiento en general
Baldes	2	Recolección de natas y sólidos
Llaves Stilson de 12"	2	Mantenimiento en general.

Adaptado del INAA, 1996

Cuadro 4 - 2 Observaciones de Campo en Lagunas de Estabilización

Instalación de Lagunas: _____
 Fecha: _____ Hora: _____ Nombre del operador: _____
 Temperatura del aire: _____ Estado del tiempo: _____
 Caudal (m³/día): _____ Estado de la Rejilla: _____
 Estado del desarenador: _____

Observación	Anaeróbica	Facultativa	Maduración	Comentarios
Color del agua				
Olores				
Espumas y natas				
Plantas en taludes				
Plantas acuáticas				
Erosión de taludes				
Insectos				
Roedores				
Aves				
Reptiles				
Lodos Acumulados				
Nivel de Agua				
Entradas				
Salidas				
Otras observaciones				

Cuadro 4- 3
Frecuencia de Actividades de Operación Básica y Mantenimiento Rutinario de Lagunas de Estabilización

Actividad	Diario	Semanal	Cuando Sea Necesario	Observaciones
Medición de Caudales	X			Se mide únicamente durante las horas de afluencia. Se mide únicamente durante las horas de afluencia.
Control de Niveles de Agua			X	Se registra los niveles.
Uso de Vertederos de Demoras			X	Durante sobrecargas hidráulicas.
Ajustamiento del Nivel de Descarga			X	Basado en las concentraciones de algas.
Detecciones Sensoriales			X	Hay que notar cambios en olores y colores.
Medición de Profundidad de Lodos			X	1, 2, 3, ..., (por año)
Mantenimiento de Matjua, rio	X			Se limpia las barras de material y enterrado.
Barridos	X	X		1. Limpieza de las barras de material y enterrado. 2. Limpieza de los canales de drenaje.
Natas y Sólidos Flotantes	X			Se recolectan y se eliminan los sólidos flotantes y las natas.
Céspedes, Vegetación, Malezas			X	Se debe eliminar la vegetación y las malezas.
Mosquitos, Moscas, Rodeadores			X	Se debe controlar la proliferación de mosquitos, moscas y rodeadores.
Calzadas, Cercos, Caminos			X	Deben revisarse por lo menos mensualmente.
Remoción de Lodos			X	Se debe remover los lodos de las lagunas de estabilización.

Con los resultados de esta serie de mediciones se pueden calcular los siguientes parámetros de control para el funcionamiento de los procesos:

1. La carga hidráulica y el tiempo de retención hidráulica.
2. La carga orgánica superficial del proceso.
3. Las eficiencias de remoción de huevos de helmintos, OB05, y coliformes fecales.
4. La carga de sólidos suspendidos a la laguna facultativa y la tasa de acumulación de lodos.

7.6. 1 Programa de Muestreo y Pruebas de Laboratorio

En el Cuadro 4-4 se presenta una lista para los parámetros de control de los procesos, la frecuencia del muestreo, y el lugar de muestreo. En el Cuadro 4-5 se presenta los requisitos del laboratorio para el análisis de cada parámetro. Para la realización del programa de muestreo y medición, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos (Yáñez, 1992):

1. El tipo de medición o análisis a efectuarse.

2. Los requisitos de preservación de las muestras.
3. El tiempo de espera hasta se llevan las muestras al laboratorio.
4. La variabilidad del parámetro y la precisión del análisis.
5. El uso práctico de la información.

La aplicación de técnicas de muestreos correctas es fundamental para obtener datos confiables.

Una gran cantidad de estudios de lagunas de estabilización han producidos resultados prácticamente inutilizables debido a que las técnicas de muestreo aplicadas han diversas fallas (MOPT, 1991). Por lo tanto, es fundamental que los operadores reciban capacitación en la técnica de muestreo (Véase las Fotos 4-13 y 7-14); la función del operador es conseguir muestras representativas y tomar las precauciones necesarias para que lleguen al laboratorio de la manera requerida para su análisis (MOPT, 1991).

También es fundamental que el ingeniero supervisor de la instalación reciba capacitación para poder seleccionar un laboratorio para analizar los parámetros e interpretar sus resultados. El laboratorio seleccionado para los análisis debe estar a cargo de un técnico especializado en el muestreo para así minimizar los errores en los muestreos. Se analiza la capacitación de personal abajo en la sección denominada Personal Requerido.

Los parámetros y su frecuencia de muestreo que se presentan en los Cuadros 4-4 y 4-5 son los mínimos para tener la información básica del funcionamiento de un sistema de lagunas. Con la información obtenida se puede evaluar el funcionamiento de la instalación y calcular la eficiencia del proceso.

7.6.2 Presentación e Interpretación de los Resultados de Programas de Monitoreo

Es muy importante que el operador y el ingeniero supervisor sepan analizar los resultados que se van obteniendo y presentarlos de forma que resulten fácil de interpretar. En el Cuadro 7-6 se presenta la forma más apropiada para presentar los resultados e interpretarlos claramente.

Cuadro 4- 4

Programa mínimo de Monitoreo y Determinaciones del Laboratorio en Lagunas de estabilización.

Parametros	Frecuencia			Lugar de Mantenimiento en el Laminado			
	Diaria	Mensual	Anual	Superficie	Perforaciones	Señales	Lineas de Referencia
Alumbrado	X			X	X	X	
Cables	X			X	X	X	
Corrosión	X			X	X	X	
Accesorios	X			X	X	X	
Caudal Intensivo			X	X	X	X	
Amortiguadores		X		X	X	X	
Revisión		X		X	X	X	
Soldados Totales, Soldados y Tipos en losodos			X				X
Alfileres		X		X	X	X	
Difusores		X				X	
Análisis		X		X	X	X	
Iluminación		X		X	X	X	
Revisión			X				X

Parametro	Tipo Material	Vida útil	Inspección	Preservación	Revisión
Temperatura	NiCl	...	...	...	Análisis mensual
pH	Plástico o Cristal	...	...	...	...
Difusores	Plástico o Cristal	...	...	...	...
Señales	Plástico o Cristal	...	...	...	...
Señales	Plástico o Cristal	...	...	...	...
Señales	Plástico o Cristal	...	...	...	...
Señales	Plástico o Cristal	...	...	...	...
Señales	Plástico o Cristal	...	...	...	...
Señales	Plástico o Cristal	...	...	...	...



Figura 7-14: Limpieza de los lodos en lagunas facultativas. Se muestra a los operarios realizando la limpieza de los lodos en las lagunas facultativas. A la izquierda se observa a los operarios midiendo la estructura de concreto de la laguna. A la derecha se observa a un operario realizando la limpieza de los lodos en la laguna.

La mayor parte de los resultados que se obtienen se pueden representar fácilmente en forma de gráficas de las que se pueden extraer conclusiones prácticas del funcionamiento de la laguna.

Sobre todo, la realización de las gráficas permite disponer de los resultados en una forma muy clara y sencilla de interpretar (MOPT, 1991).

7.7 Remoción de los Lodos en Lagunas Facultativas

La manera más económica de remover los lodos es la *limpieza* en seco, donde se vacía la laguna y se secan los lodos exponiéndolos al sol durante la época seca. Cuando los lodos tienen una humedad de alrededor del 20-30%, se puede utilizar un cargador frontal y camión volquete para removerlos.

Se recomienda que, para drenar la laguna, se desvíe el afluente a otra laguna en paralelo.

Después de vaciar la laguna, se seca los lodos por un período entre uno y dos meses. La extracción de lodos con la maquinaria debe tomar menos de una semana. Los lodos removidos deben ser almacenados en un sitio que no ofrezca peligro a la población y al medio ambiente por un período de, por lo menos, un

año para destruir los huevos viables de helmintos. Después de haberse removido los lodos, se llena la laguna vacía para recuperar la capacidad de tratamiento.

Es muy importante remover los lodos del fondo de las lagunas facultativas cuando se llega a una acumulación media de menos que 0.5 metros, y preferiblemente menos de 0.3m. Ya que se forman una capa muy dura resultado del secado por evaporación, si se llegan a una profundidad de más que 0.5 m., será casi imposible secar y remover los lodos con maquinaria. Con una profundidad menos que 0.5 m. se secan los lodos fácilmente por medio de evaporación y la formación de agrietamientos.

Las experiencias del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados con las 25 lagunas en Nicaragua muestran que las lagunas necesitarán una limpieza de lodos en promedio de cada 5 a 10 años (INAA, 1996). Por esta razón es fundamental diseñar lagunas facultativas en paralelo (para tener una laguna en operación cuando se limpia la otra) y planificar un programa de mediciones de las profundidades de lodos, remoción y tratamiento de lodos, y disposición final.

Si no desarrolle y lleve a cabo esta planificación, las lagunas fracasarán en menos de 15 años de operación por la acumulación de lodos.

7.8 Personal Requerido

En vista de la inversión significativa en la construcción de lagunas, el hecho que el tratamiento de aguas residuales por lagunas es una tecnología relativamente nueva en Honduras, y que la carrera de ingeniería sanitaria no existe en las universidades hondureñas, hay una necesidad urgente de capacitación de personal (ingenieros y operadores) en todos los aspectos de diseño, monitoreo, operación y mantenimiento. Ya que no hay otra manera de desarrollar la infraestructura para manejar esta tecnología a largo plazo. Todas las lagunas construidas fracasarán si no existe el personal capacitado para su operación y mantenimiento.

Para efectuar las labores de operación y mantenimiento de una manera eficiente, se debe contratar a un operador de tiempo completo por cada módulo de lagunas facultativas-maduración hasta un área total de 8 hectáreas (Cubillos, 1994; INAA, 1996). Cada instalación también necesitará un vigilante de tiempo completo, y un ingeniero supervisor de tiempo parcial. El ingeniero tiene que tener un presupuesto para el programa de monitoreo y las determinaciones del laboratorio. En el Cuadro

7-7 se presenta los requisitos de personal para cada módulo de lagunas facultativas-maduración en serie.

Se nota que las calificaciones de personal en el Cuadro 7-7 requieren de capacitación. Es recomendable una serie de cursos intensivos para capacitar personal involucrado en diseño, operación y mantenimiento de lagunas. Es muy importante institucionalizar los cursos en una entidad que pueda ofrecerlos anualmente. También se recomienda la formación de un centro de capacitación donde ingenieros, operadores y técnicos puedan obtener experiencia, tanto en la práctica como en la teoría.

4.9 Medidas Higiénicas para Operadores

Es fundamental capacitar a los operadores en los riesgos para la salud de su trabajo, en las medidas de seguridad que deberían tomar para prevenir accidentes e infecciones, y las medidas de primeros auxilios. Las siguientes medidas de seguridad han sido recomendadas por la Organización Mundial de la Salud para operadores de lagunas de estabilización (WHO, 1987):

1. La instalación debe contar siempre con una fuente de agua limpia, jabón y cloro. Es aconsejable utilizar toallas desechables de papel para evitar que, debido a la necesidad de transporte para la limpieza de las toallas de :era, éstas permanezcan demasiado tiempo sin lavar y pueden servir como un foco de infecciones.
2. La caseta de control debe contar con un botiquín en el que se incluya, como mínimo, tela adhesiva, algodón, alcohol, mercromina o similar, una solución detergente desinfectante, tijeras, y pinzas, y un repelente para mosquitos e insectos. También debe contar con extintores y un teléfono celular para emergencias.
3. El trabajador debe disponer de guantes y botas de hule, casco de trabajo, y al menos dos trajes de trabajo. Todas las prendas utilizadas en la instalación deben pennanecer en ella al finalizar la jornada laboral.
4. Siempre que se vaya a comer o beber, se debe lavarse las manos con agua limpia y jabón. Si se hace alguna comida en el recinto de la instalación, se debe designar un área para ese fin, y evitar en todo momento comer a la vez que se está efectuando alguna labor que ponga en contacto a la comida con algún elemento que

haya estado en contacto con desechos contaminados. Lo más recomendable es no comer cerca de desechos líquidos o sólidos depositados o almacenados.

5. Todas las herramientas de trabajo deben lavarse con agua limpia antes de ser guardadas después de haberlas usado.

Para el uso de las herramientas de trabajo, se debe tener en cuenta lo siguiente:

Procedimiento	Frecuencia	Seguridad		Mantenimiento		Observaciones
		Tiempo	Parámetros	Tiempo	Parámetros	
Operación de la máquina	1					Se debe verificar el nivel de aceite y el estado de los componentes mecánicos antes de iniciar el trabajo.
Operación de la máquina	1					Se debe verificar el nivel de aceite y el estado de los componentes mecánicos antes de iniciar el trabajo.
Operación de la máquina	1					Se debe verificar el nivel de aceite y el estado de los componentes mecánicos antes de iniciar el trabajo.
Operación de la máquina	1					Se debe verificar el nivel de aceite y el estado de los componentes mecánicos antes de iniciar el trabajo.

Para el uso de las herramientas de trabajo, se debe tener en cuenta lo siguiente:

6. Los cortes, arañazos y contusiones que pueda sufrir el trabajador deben desinfectarse inmediatamente después de que se hayan producido.

7. Si el sitio dispone de electricidad, y el trabajador debe ocuparse de mantenimiento de equipos eléctricos, debería asegurarse de que sus manos, ropas y calzado estén siempre secos.
8. La entrada del sitio debe mantenerse cerrada cuando no existen visitas autorizadas. Se deben recordar los riesgos higiénicos para los visitantes si no están suficientemente informados.
9. La instalación debe disponer de una lancha, cuerda y por lo menos dos salvavidas.
10. El trabajador debe vacunarse contra el tétanos, fiebre tifoidea y otras posibles enfermedades que indiquen las autoridades sanitarias del área. También debe someterse a un chequeo médico por lo menos una vez por año que incluye análisis para infecciones de parásitos.
11. Todos los trabajadores deben recibir capacitación periódicamente en primeros auxilios, seguridad y salud ocupacional.

Se presentan las medidas anteriores en el Cuadro 4-8.

4.10 Problemas Operativos y su Solución

Las lagunas de estabilización pueden presentar problemas operativos que se manifiestan por una serie de dificultades que el operador debe ser capaz de reconocer para tomar las medidas correspondientes para solucionar el problema.

4.10.1 Señales del Buen Funcionamiento de las Lagunas Facultativas y de Maduración

Las señales de buen funcionamiento son las siguientes:

1. El agua del efluente tiene una coloración verde brillante.
2. La superficie del agua en la laguna está libre de natas y sólidos flotantes.
3. La ausencia de plantas acuáticas en la laguna y malezas en los taludes interiores.
4. La ausencia de malos olores en la laguna.

4.10.2 Problemas del Funcionamiento en Lagunas Facultativas y de Maduración

Los problemas de funcionamiento más frecuentes en las lagunas son la acumulación de natas y

materias flotantes; aparición de malos olores; desarrollo de coloraciones café, gris/negro, amarillo/verde opaco, rosa o rojo, cual es una señal que la laguna no está funcionando bien; crecimiento de malezas; y la aparición de mosquitos y otros insectos (MOPT, 1991; WEF, 1990).

Cuadro 4-8:

Medidas Higiénicas y de Seguridad Recomendadas para Una Instalación de Lagunas de Estabilización

1. La instalación debe contar siempre con una fuente de agua limpia, jabón y doro. Es aconsejable utilizar toallas desechables de papel para evitar que, debido a la necesidad de transporte para la limpieza de las toallas de tela, éstas permanezcan demasiado tiempo sin lavar y pueden servir como un foco de infecciones.
2. La caseta de control debe contar con un botiquín en el que se induya, como mínimo, tela: adhesiva, algodón, alcohol, mercromina o similar, una solución detergente desinfectante, tijeras, y pinzas, y un repelente para mosquitos e insectos. También debe contar con: extintores y un teléfono celular para emergencias.
3. El trabajador debe disponer de guantes y botas de hule, casco de trabajo, y al menos dos; trajes de trabajo. Todas las prendas utilizadas en la instalación deben permanecer en ella al; finalizar la jornada laboral.
4. Siempre que se vaya a comer o beber, se debe lavarse las manos con agua limpia y jabón. Si se hace alguna comida en el recinto de la instalación, se debe designar un área para ese fin, y evitar en todo momento comer a la vez que se está efectuando alguna labor que ponga: en contacto a la comida con algún elemento que haya estado en contacto con desechos contaminados. Lo más recomendable es no comer cerca de desechos líquidos o sólidos depositados o almacenados.
5. Todas las herramientas de trabajo deben lavarse con agua limpia antes de ser guardadas: después de haberlas usado.
6. Los cortes, arañazos y contusiones que pueda sufrir el trabajador deben desinfectarse inmediatamente después de que se hayan producido.
7. Si el sitio dispone de electricidad, y el trabajador debe ocuparse del mantenimiento de equipos eléctricos, debería asegurarse de que sus manos, ropas y calzado estén siempre secos.
8. La entrada del sitio debe mantenerse cerrada cuando no existen visitas autorizadas. Se deben recordar los riesgos higiénicos para los visitantes si no están suficientemente informados.

9. La instalación debe disponer de una lancha, cuerda y por lo menos dos salvavidas.
10. El trabajador debe vacunarse contra el tétanos, fiebre tifoidea y otras posibles enfermedades que indiquen las autoridades sanitarias del área. También debe someterse a un chequeo médico por lo menos una vez por año que incluye análisis para infecciones de parásitos.
11. Todos los trabajadores deben recibir capacitación periódicamente en primeros auxilios, seguridad y salud ocupacional.

Modificado de WHO, 1987.

4.10.3 Acumulación de Natas y Materiales Flotantes

La superficie de las lagunas debe estar libre de natas y materia flotante. La presencia de natas y material flotante causa problemas al impedir la transferencia de oxígeno a la laguna por la fotosíntesis (al restringir el paso de la luz), en causar malos olores por su descomposición, y en atraer mosquitos y otros insectos (Véase las Fotos 7-3 y 7-4). La presencia puede ser causada por los siguientes factores:

1. Falta de la eliminación de sólidos gruesos por la rejilla en la entrada de la instalación.
2. La flotación de lodos en producir en burbujeo muy activo que los lleve hasta la superficie.

Esta puede ser parte del proceso normal o un señal de la sobre-acumulación de lodos al fondo si hay mucha flotación de lodos del fondo.

3. Falta de un mantenimiento adecuado.

La acumulación de natas y materia flotante se debe remover con un desnatador. Si la tasa de acumulación aumenta, se debe analizar para determinar la causa específica.

4.10.4 Malos Olores

Las razones más frecuentes de la aparición de malos olores son las siguientes:

1. Sobrecarga de O₂ que causa condiciones anaeróbicas. La sobrecarga puede ser causada por un sobre-caudal, mal diseño, períodos de retención hidráulica demasiado bajos por cortocircuitos hidráulicos (Fotos 6-6 Y 6-7) o sobre-

acumulación de lodos, y la descomposición anaeróbica de lodos demasiado profundos al fondo de la laguna.

2. Presencia de químicos tóxicos de efluentes industriales que disminuyen las actividades biológicas.

3. La descomposición anaeróbica de natas y materia flotante no removida de la superficie de la laguna (Foto 4-2).

4. Un bloqueo de árboles o estructuras que causa una reducción de transferencia de oxígeno inducida por el viento (MOPT, 1991).

4.10.5 Coloraciones Anormales

Una laguna facultativa y de maduración normalmente tiene una coloración verde brillante en la salida. La entrada de una laguna facultativa puede tener una coloración gris/café hasta el intermedio, donde debe ser verde brillante. Las siguientes coloraciones son señales de mal funcionamiento de una laguna:

Café: Reducción en actividad de fotosíntesis.

Gris/Negro: Condiciones anaeróbicas.

AmarilloVerde Opaco: Presencia de algas azules-verdes; significa baja en pH y oxígeno.

Rosa o rojo: Presencia de bacteria fotosintéticas del azufre, lo cual significa condiciones anaeróbicas.

4.10.6 Crecimiento de Malezas

El crecimiento de malezas acuáticas es causado por una profundidad de agua demasiado baja; no crecen las plantas acuáticas en lagunas con una profundidad más que 1.5 metros. Si hay crecimiento en la orilla, este es una señal de mal mantenimiento o falta de un revestimiento adecuado. El crecimiento de malezas en los taludes es causado por mal mantenimiento.

4.10.7 Mosquitos y Otros Insectos

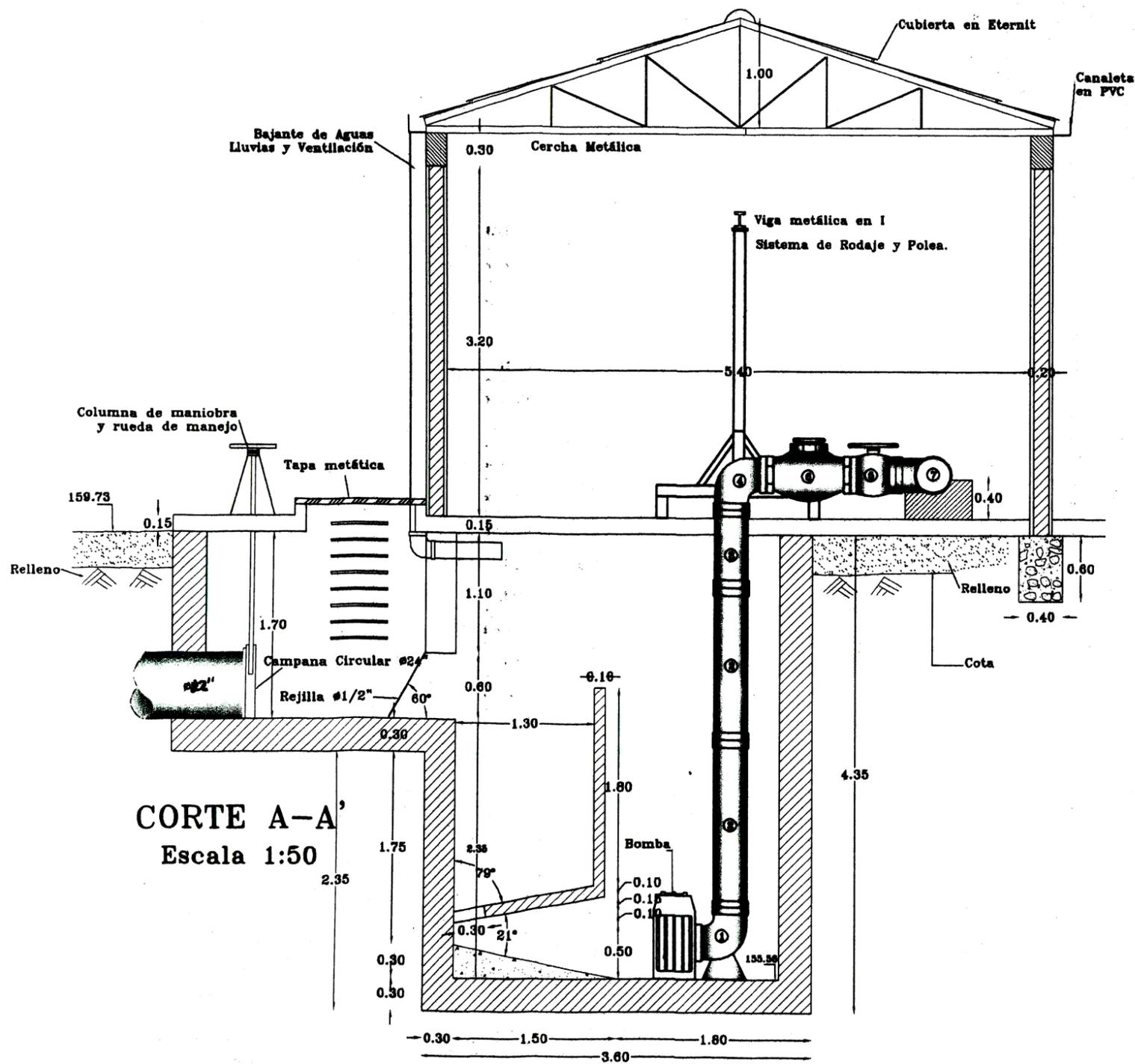
Las lagunas no presentan problemas de mosquitos u otros insectos mientras se tengan las orillas y la superficie libres de plantas acuáticas y materia flotante, las cuales sirven como focos de reproducción de insectos. La solución es mantener siempre las lagunas limpias de plantas acuáticas y material flotante.

En el Cuadro 4-9 se presenta un resumen de los problemas de funcionamiento de lagunas y su solución.

PLANOS



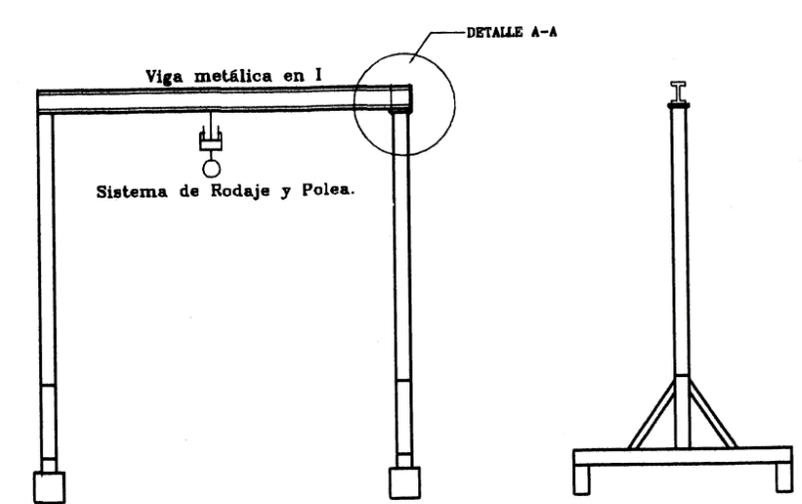
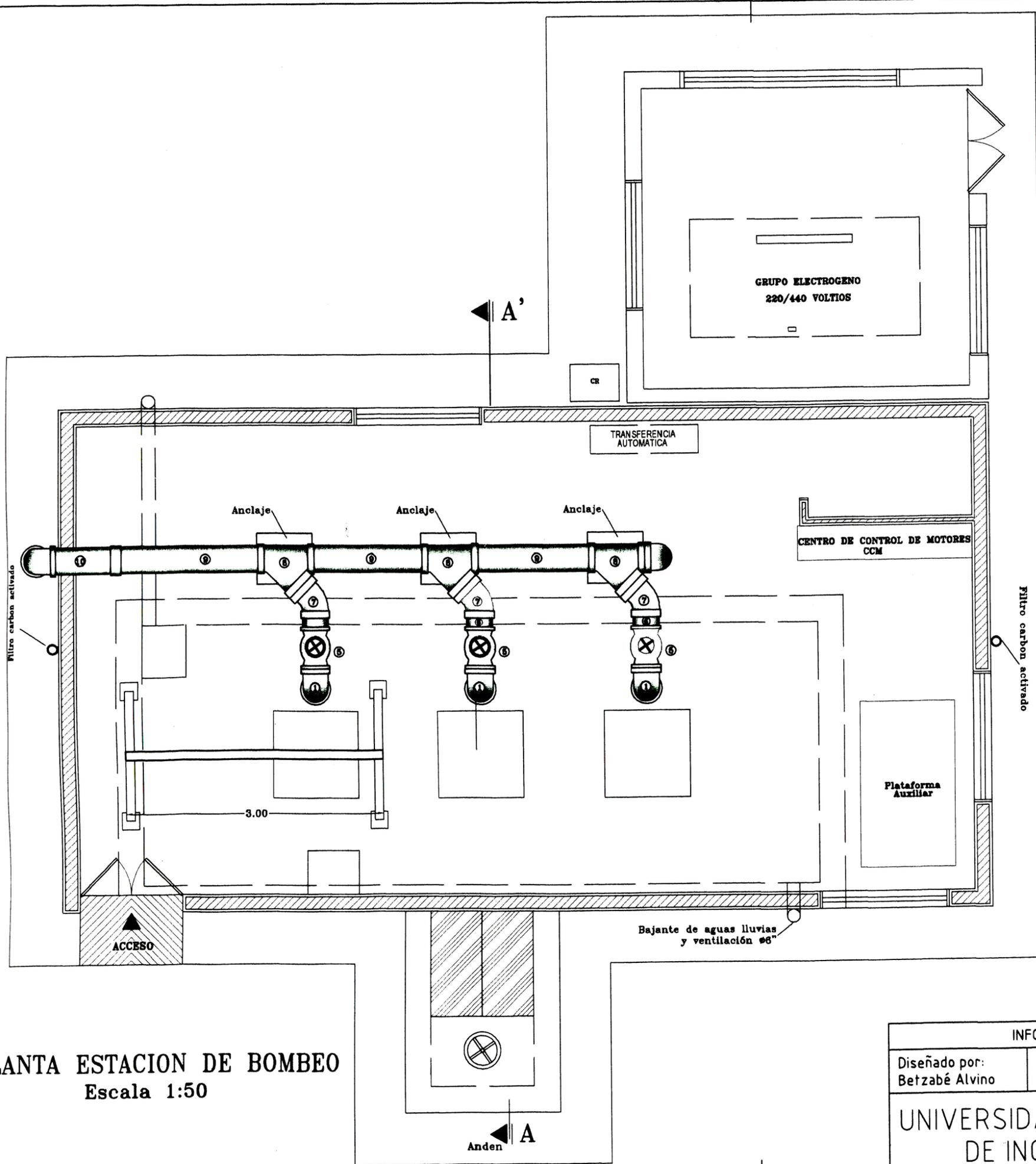
INFORME DE SUFICIENCIA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS: UNIPAMPA					
Diseñado por: Betzabe Alvino	Revisado por: Betzabe Alvino	Aprobado por: - fecha BAD - 19/04/07	Archivo PTAR	Fecha 19/04/07	Escala 1:2000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			PLANTA GENERAL		
			PL-01-19-04-07	Edicion 0	PL-01



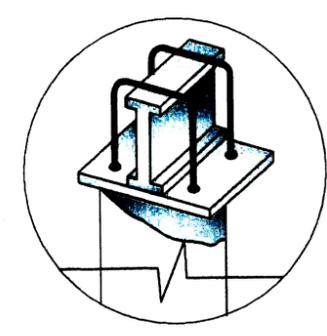
CORTE A-A'
Escala 1:50

CUADRO DE DESPIECE				
Nro	Descripción	∅	Long.	Cant.
1	Codo de pie 90° BxB, HF	6"	—	3
2	Niple BxB, HF	6"	1.80	6
3	Niple BxB, HF	6"	0.80	3
4	Codo 90° BxB H.F	6"	—	3
5	Valvula de Mariposa	6"	—	1
6	Cheque tipo Wafer resortado	6"	—	3
7	Codo 45° BxB, HF	6"	—	3
8	Yee BxB 16"x14"	—	—	3
9	Niple BxB, HF	8"	1.50	3
10	Niple BxB, HF	8"	0.80	1
11	Brida ciega, HF	8"	—	1
12	Adaptador BxEL para PVC	8"	0.30	1
13	Codo H.F ∅16"x45 BxB	8"	—	2

INFORME DE SUFICIENCIA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDADAS: UNIPAMPA					
Diseñado por: Betzabé Alvino	Revisado por: Betzabé Alvino	Aprobado por: - fecha BAD - 19/04/07	Archivo PTAR	Fecha 19/04/07	Escala 1.50
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			CASETA DE BOMBEO CORTE A-A		
			PL-01-19-04-07	Edicion 0	PL-02



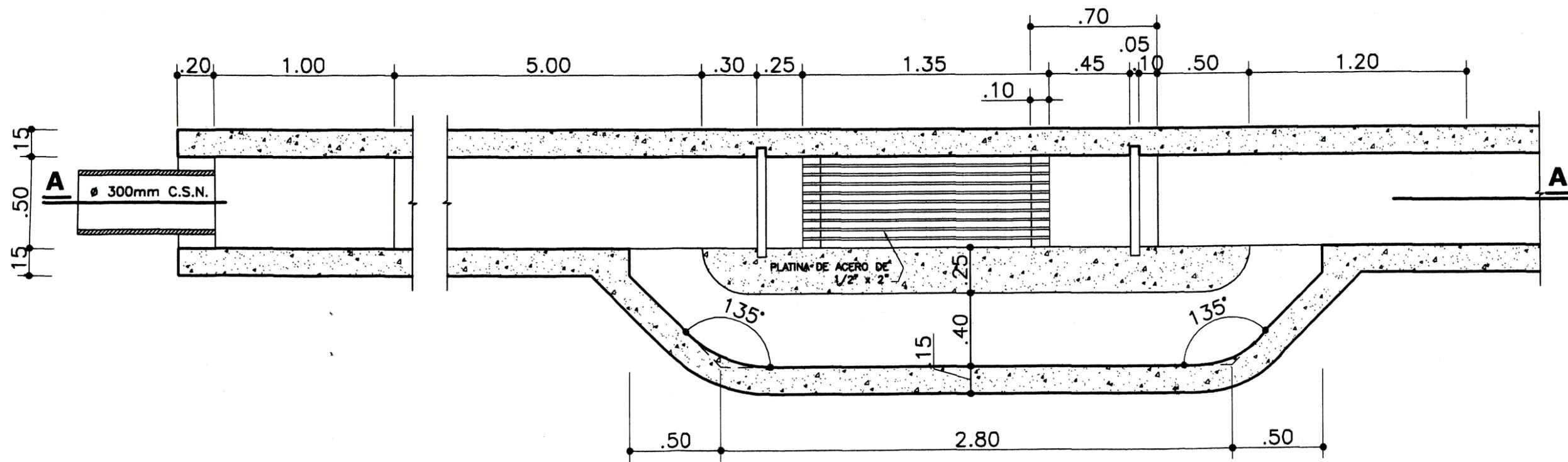
DETALLE DE TRÍPODE



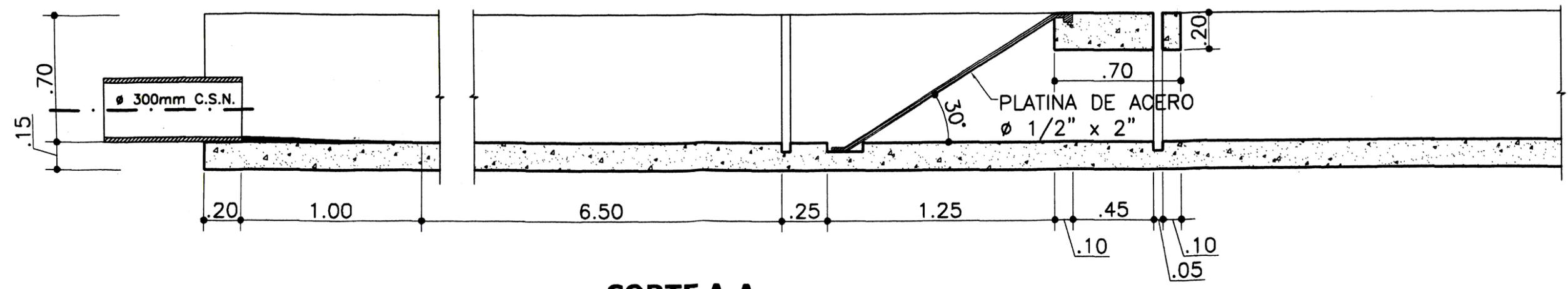
DETALLE A-A

PLANTA ESTACION DE BOMBEO
Escala 1:50

INFORME DE SUFICIENCIA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDADAS: UNIPAMPA					
Diseñado por: Betzabé Alvino	Revisado por: Betzabé Alvino	Aprobado por: - fecha BAD - 19/04/07	Archivo PTAR	Fecha 19/04/07	Escala 1:50
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			CASETA DE BOMBEO PLANTA		
			PL-01-19-04-07	Edicion 0	PL-03

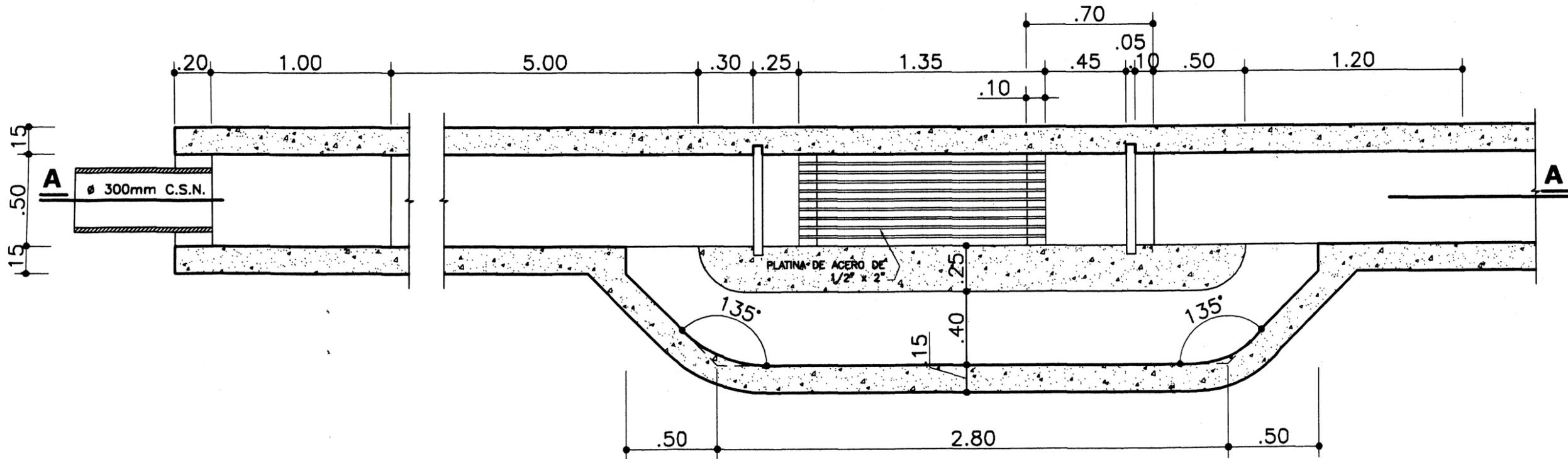


CAMARA DE REJAS
ESC. 1:25



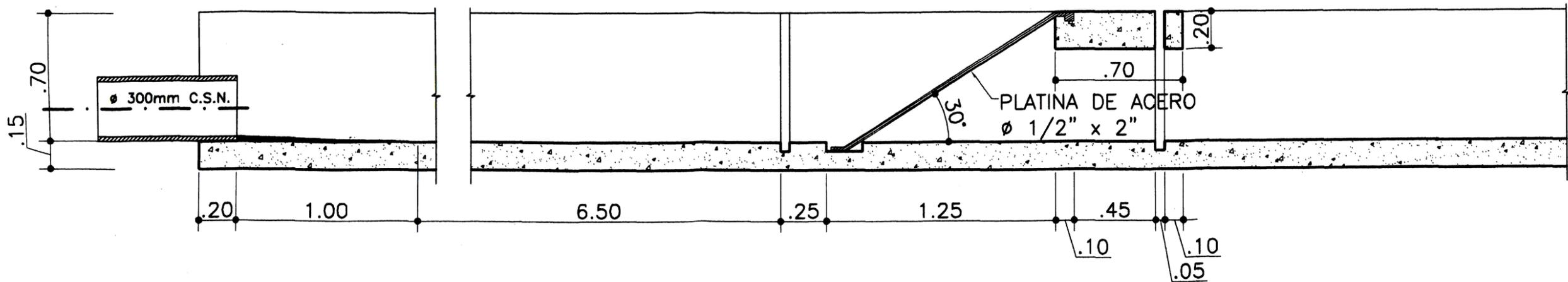
CORTE A-A

INFORME DE SUFICIENCIA: PLANTA DE TRATAMIENTO A.S. UNIPAMPA					
Diseñado por: Betzabé Alvino	Revisado por: Betzabé Alvino	Aprobado por: - fecha BAD - 19/04/07	Archivo PTAR	Fecha 19/04/07	Escala IND.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			CAMARA DE REJAS		
			PL-01-19-04-07	Edicion 0	PL-04



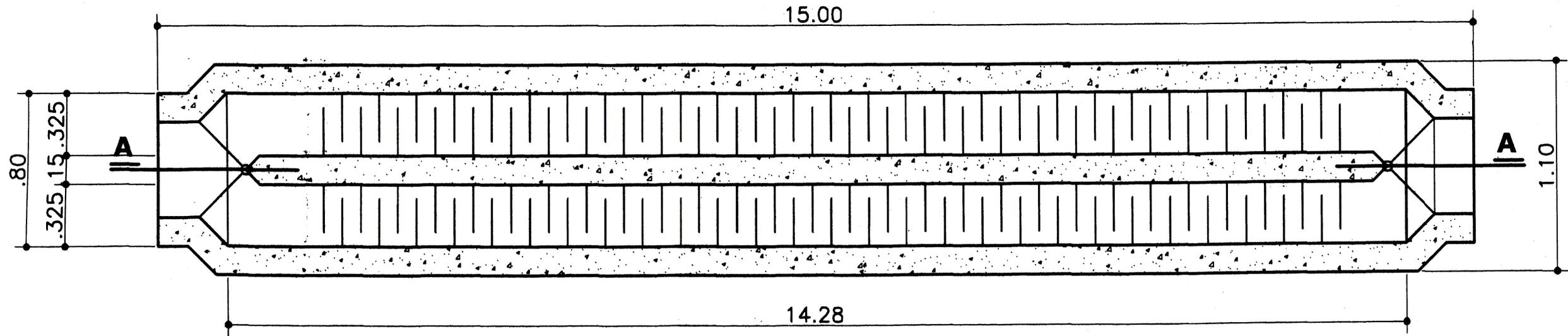
CAMARA DE REJAS

ESC. 1:25



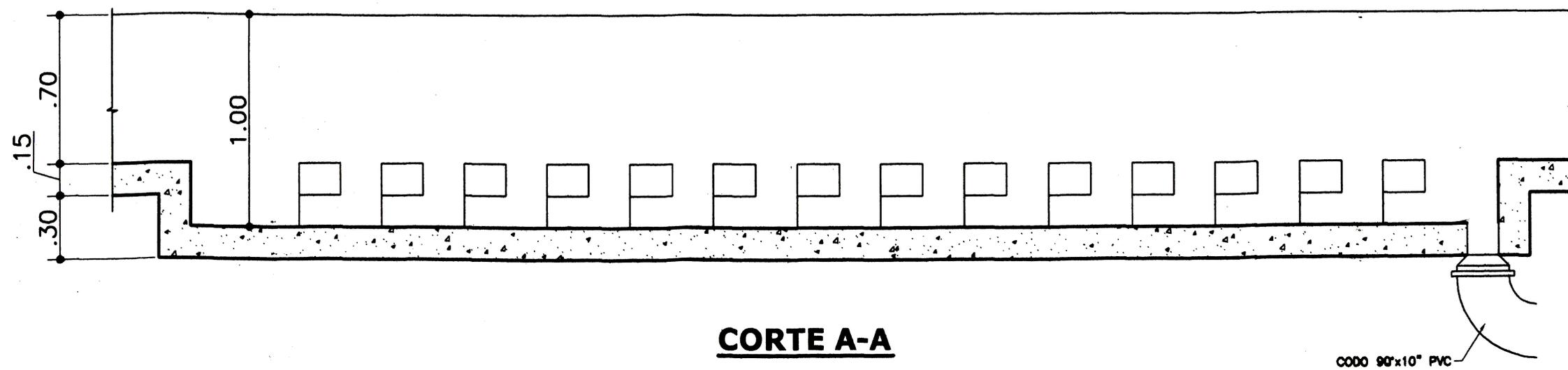
CORTE A-A

INFORME DE SUFICIENCIA: PLANTA DE TRATAMIENTO A.S. UNIPAMPA					
Diseñado por: Betzabé Alvino	Revisado por: Betzabé Alvino	Aprobado por: - fecha BAD - 19/04/07	Archivo PTAR	Fecha 19/04/07	Escala IND.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			CAMARA DE REJAS		
			PL-01-19-04-07	Edicion 0	PL-04



DESARENADOR

ESC. 1:25

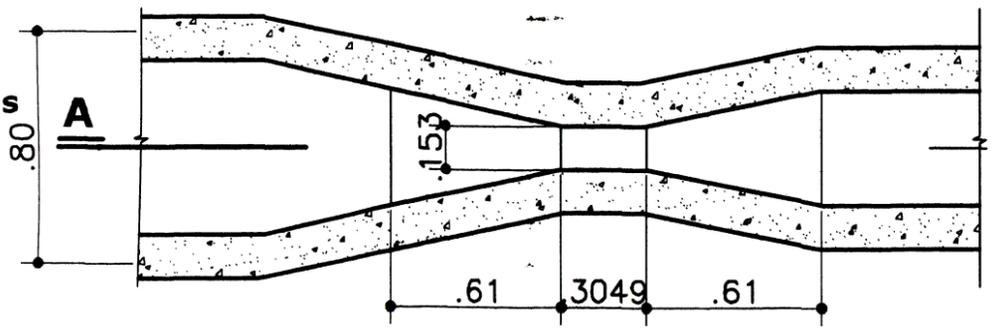


CORTE A-A

CODO 90°x10° PVC

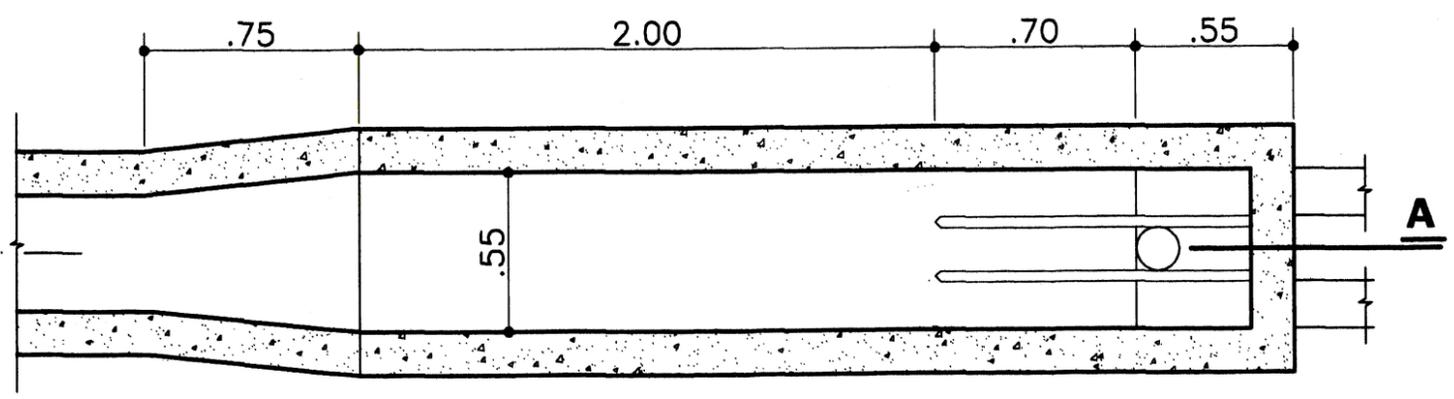
INFORME DE SUFICIENCIA: PLANTA DE TRATAMIENTO A.S. UNIPAMPA					
Diseñado por: Betzabé Alvino	Revisado por: Betzabé Alvino	Aprobado por: - fecha BAD - 19/04/07	Archivo PTAR	Fecha 19/04/07	Escala IND.
UNIVERSIDAD NACIONAL			DESARENADOR		

Q=57.2lt/s
Ø12"



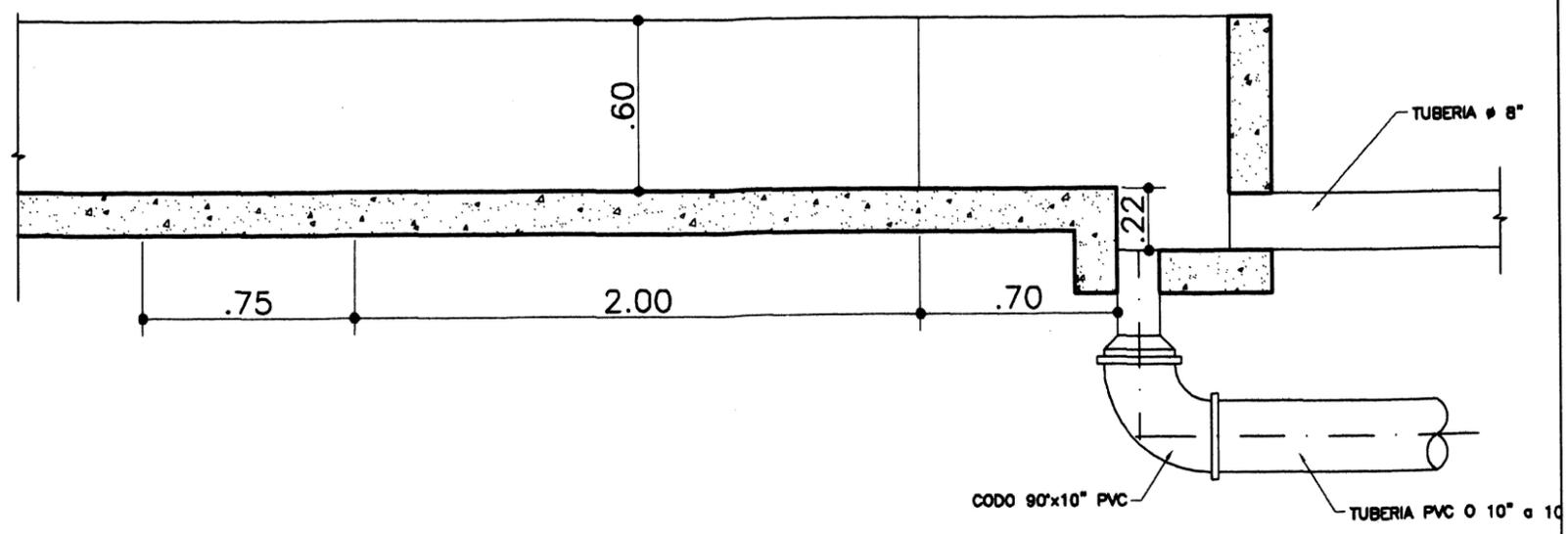
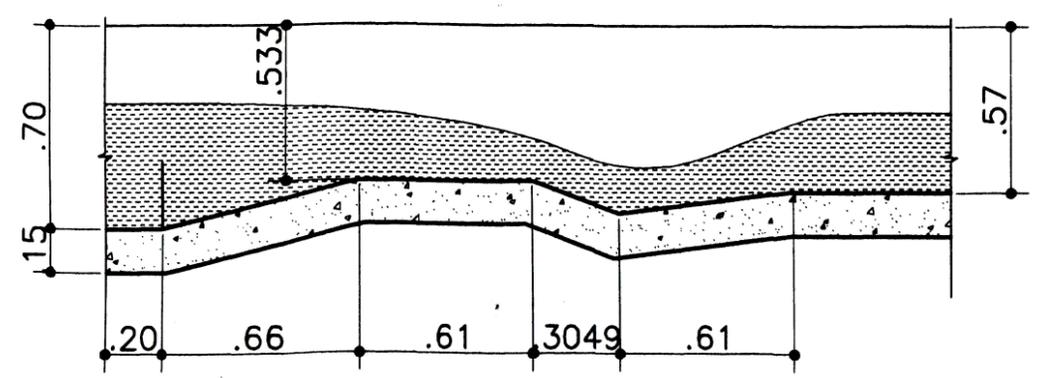
CANAL DE PARSHALL

ESC. 1:25

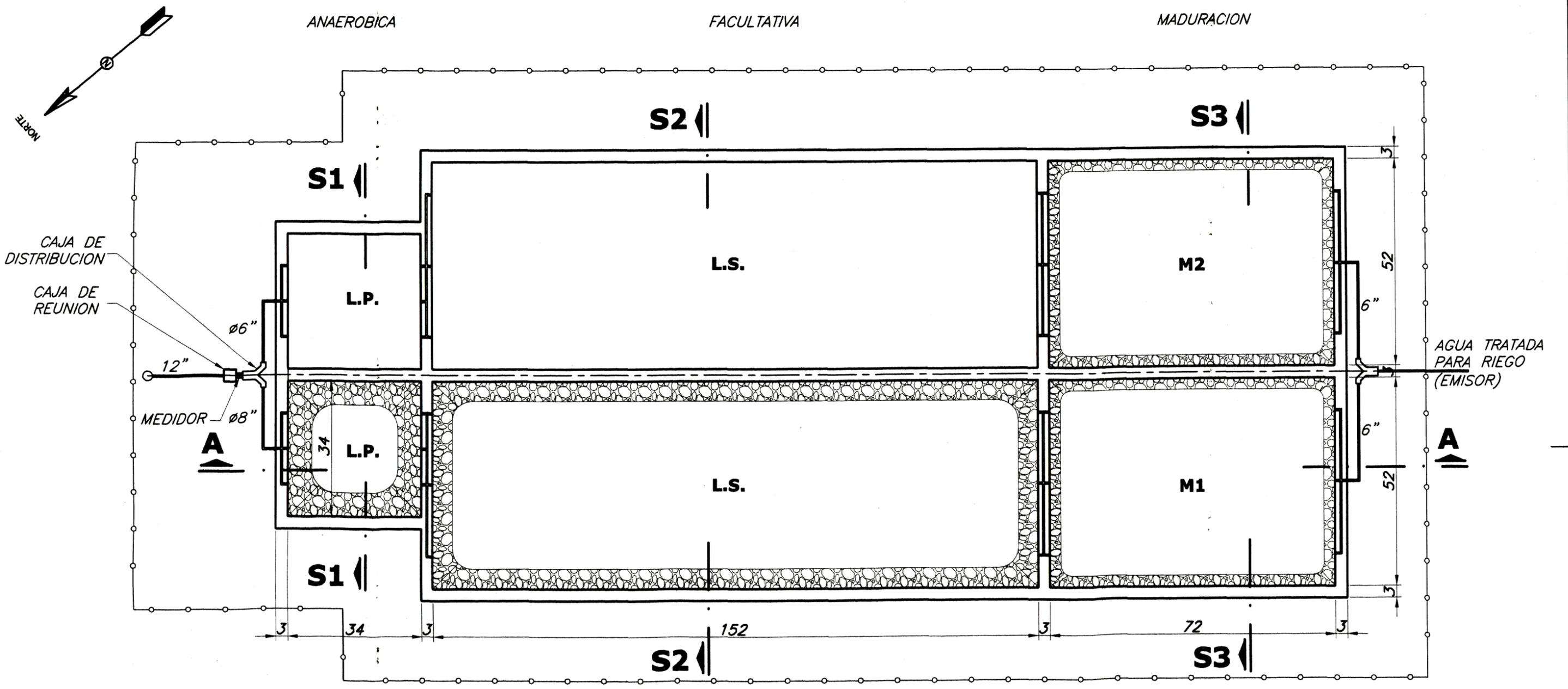


ESTRUCTURA DE REPARTO

ESC. 1:25

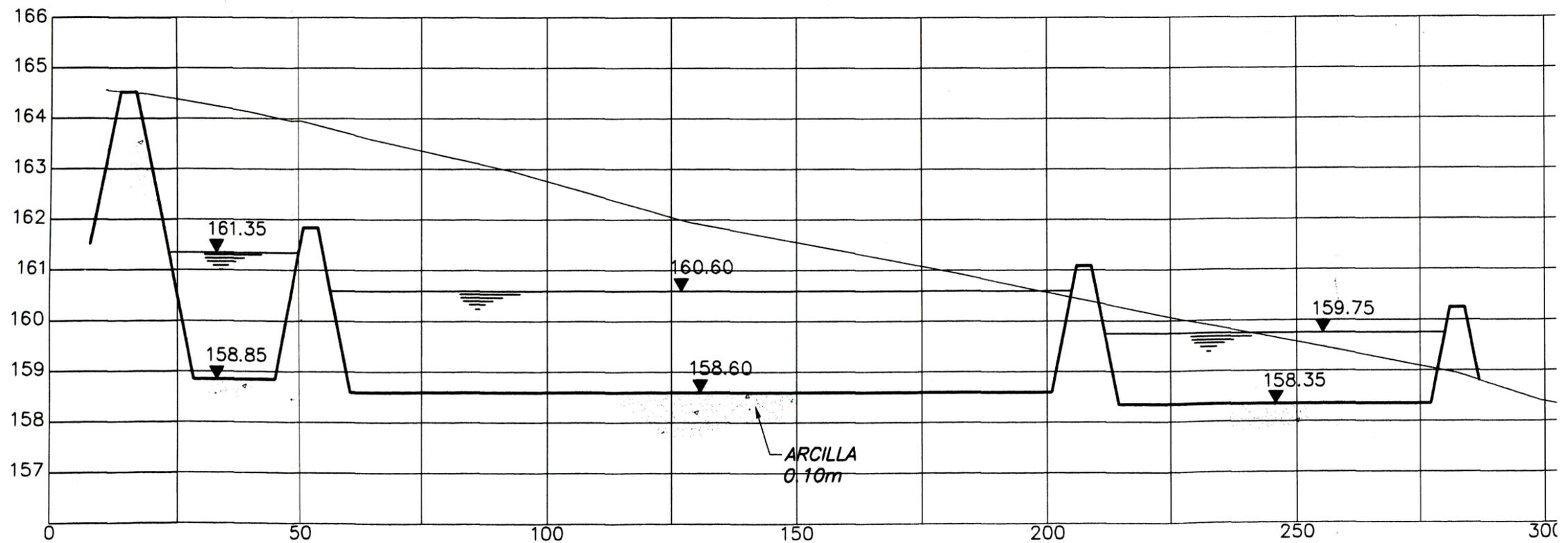


INFORME DE SUFICIENCIA: PLANTA DE TRATAMIENTO A.S. UNIPAMPA					
Diseñado por: Betzabé Alvino	Revisado por: Betzabé Alvino	Aprobado por: - fecha BAD - 19/04/07	Archivo PTAR	Fecha 19/04/07	Escala IND.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			CANAL DE PARSHALL		
			PL-01-19-04-07	Edicion 0	PL-06

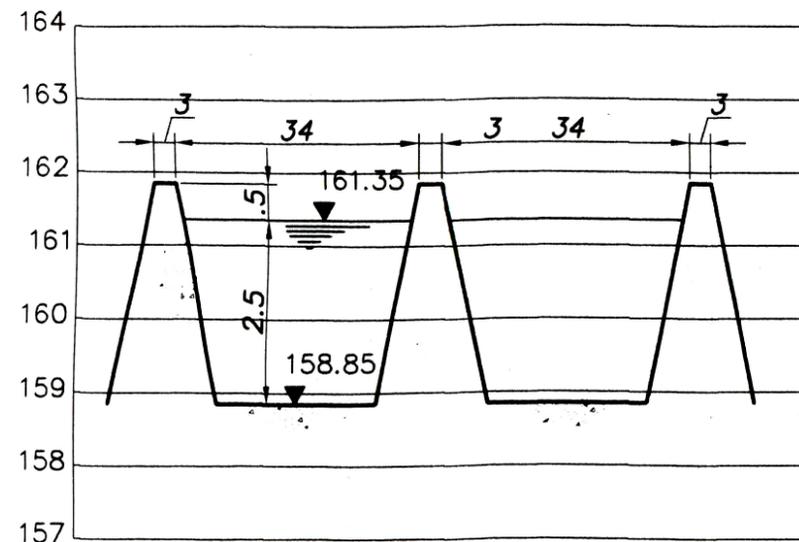


LAGUNAS DE ESTABILIZACION PLANTA

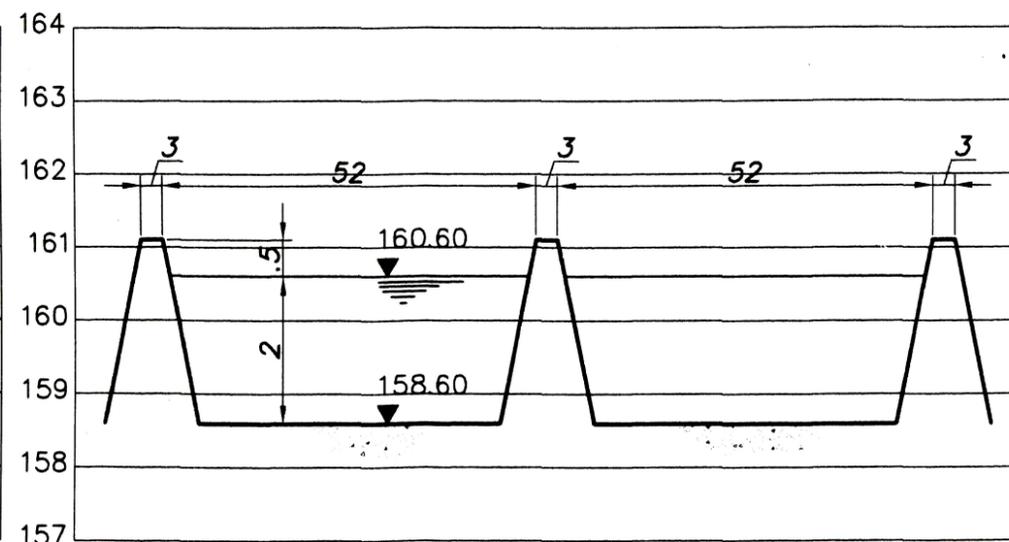
INFORME DE SUFICIENCIA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS: UNIPAMPA					
Diseñado por: Betzabé Alvino	Revisado por: Betzabé Alvino	Aprobado por: - fecha BAD - 19/04/07	Archivo PTAR	Fecha 19/04/07	Escala 1:1000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			LAGUNAS DE ESTABILIZACION		
			PL-01-19-04-07	Edicion 0	PL-07



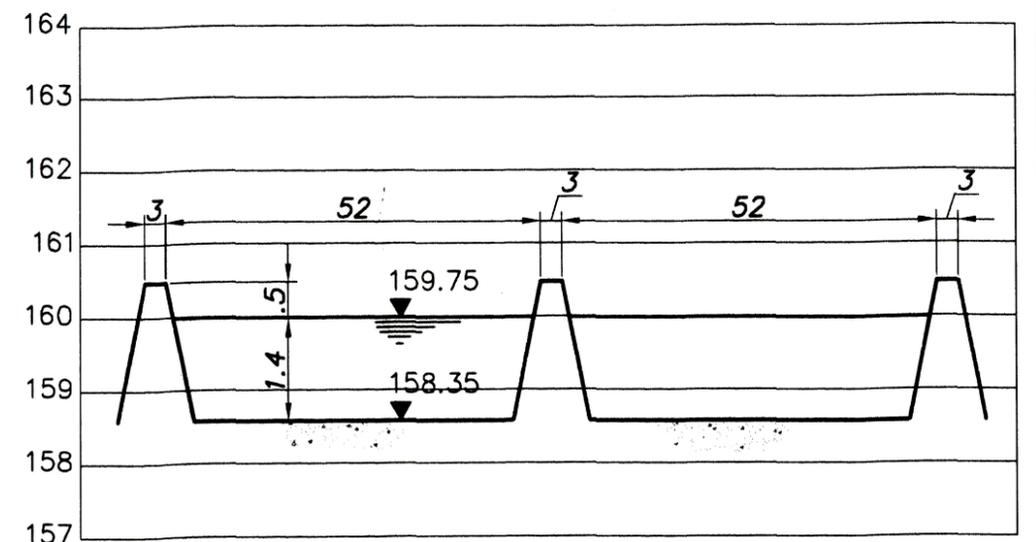
CORTE A-A
 ESCALA H. 1:1000
 V. 1:100



CORTE S1-S1
 ESCALA H. 1:1000
 V. 1:100

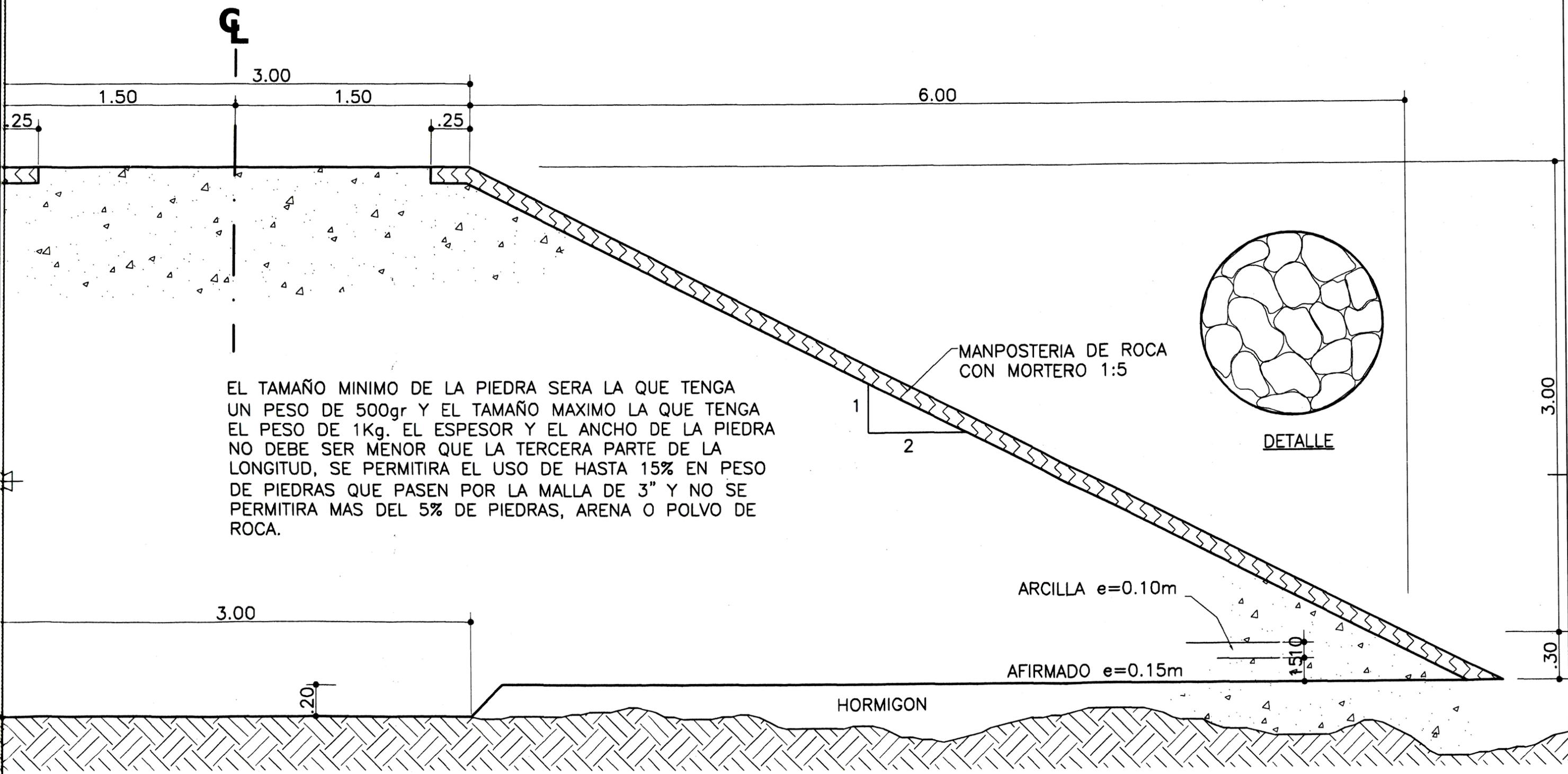


CORTE S2-S2
 ESCALA H. 1:1000
 V. 1:100



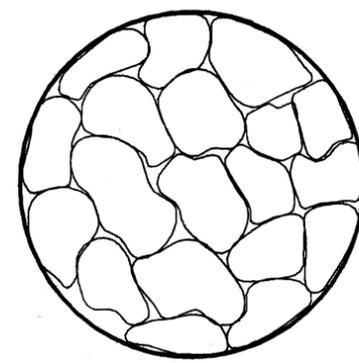
CORTE S3-S3
 ESCALA H. 1:1000
 V. 1:100

INFORME DE SUFICIENCIA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS: UNIPAMPA					
Diseñado por: Betzabé Alvino	Revisado por: Betzabé Alvino	Aprobado por: - fecha BAD - 19/04/07	Archivo PTAR	Fecha 19/04/07	Escala IND.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			SECCIONES		
			PL-01-19-04-07	Edición 0	PL-08



EL TAMAÑO MINIMO DE LA PIEDRA SERA LA QUE TENGA UN PESO DE 500gr Y EL TAMAÑO MAXIMO LA QUE TENGA EL PESO DE 1Kg. EL ESPESOR Y EL ANCHO DE LA PIEDRA NO DEBE SER MENOR QUE LA TERCERA PARTE DE LA LONGITUD, SE PERMITIRA EL USO DE HASTA 15% EN PESO DE PIEDRAS QUE PASEN POR LA MALLA DE 3" Y NO SE PERMITIRA MAS DEL 5% DE PIEDRAS, ARENA O POLVO DE ROCA.

MANPOSTERIA DE ROCA CON MORTERO 1:5



DETALLE

ARCILLA e=0.10m

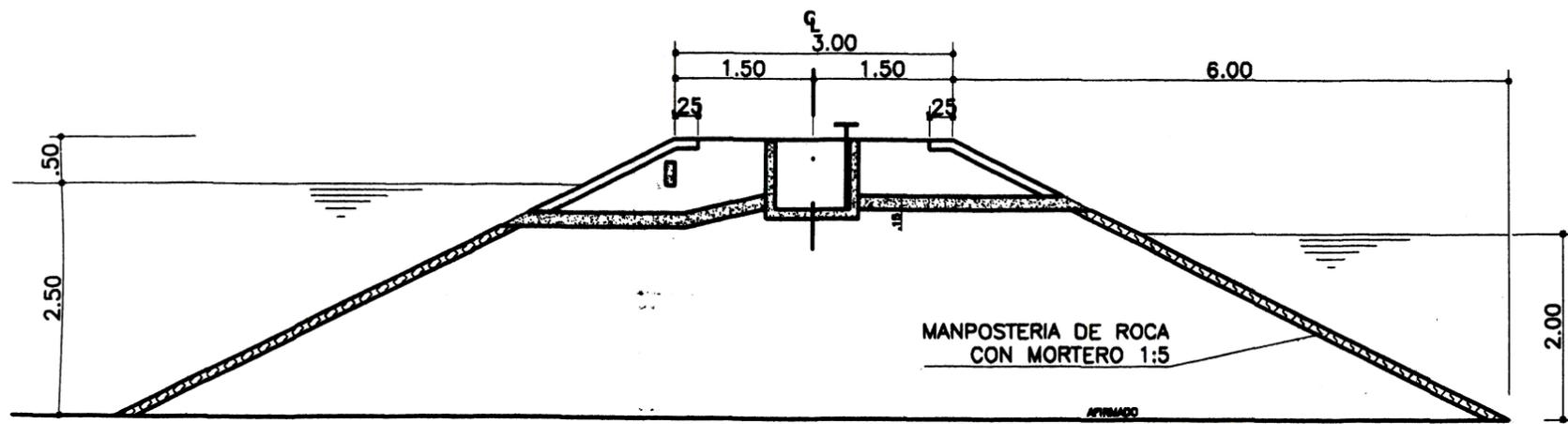
AFIRMADO e=0.15m

HORMIGON

ESTRUCTURAS DE DIQUE

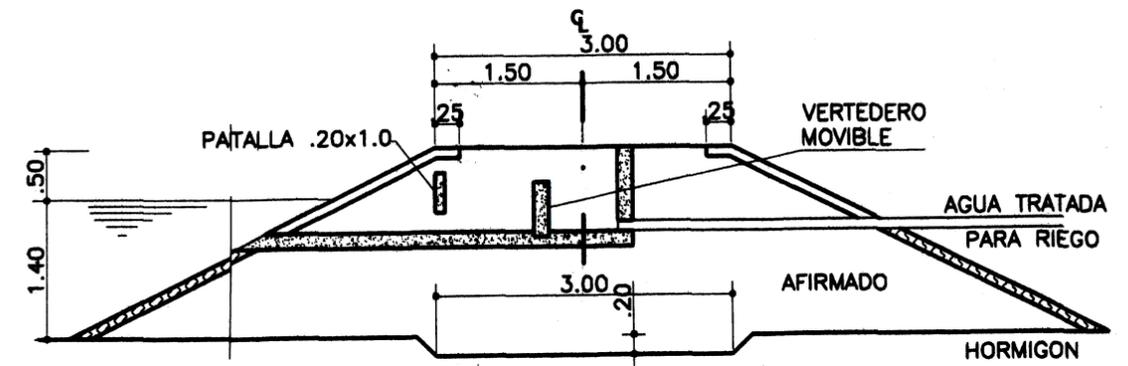
ESC. 1:25

INFORME DE SUFICIENCIA: PLANTA DE TRATAMIENTO A.S. UNIPAMPA					
Diseñado por: Betzabé Alvino	Revisado por: Betzabé Alvino	Aprobado por: - fecha BAD - 19/04/07	Archivo PTAR	Fecha 19/04/07	Escala IND.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			ESTRUCTURAS DE DIQUE		
			PL-01-19-04-07	Edicion 0	PL-09



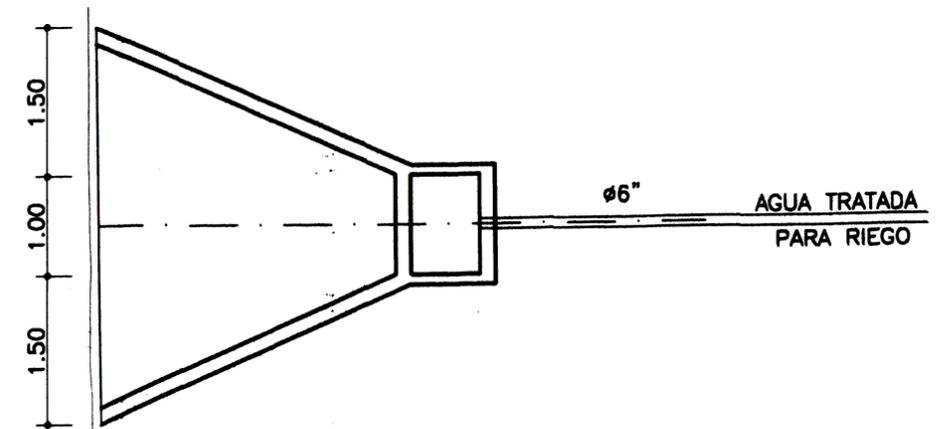
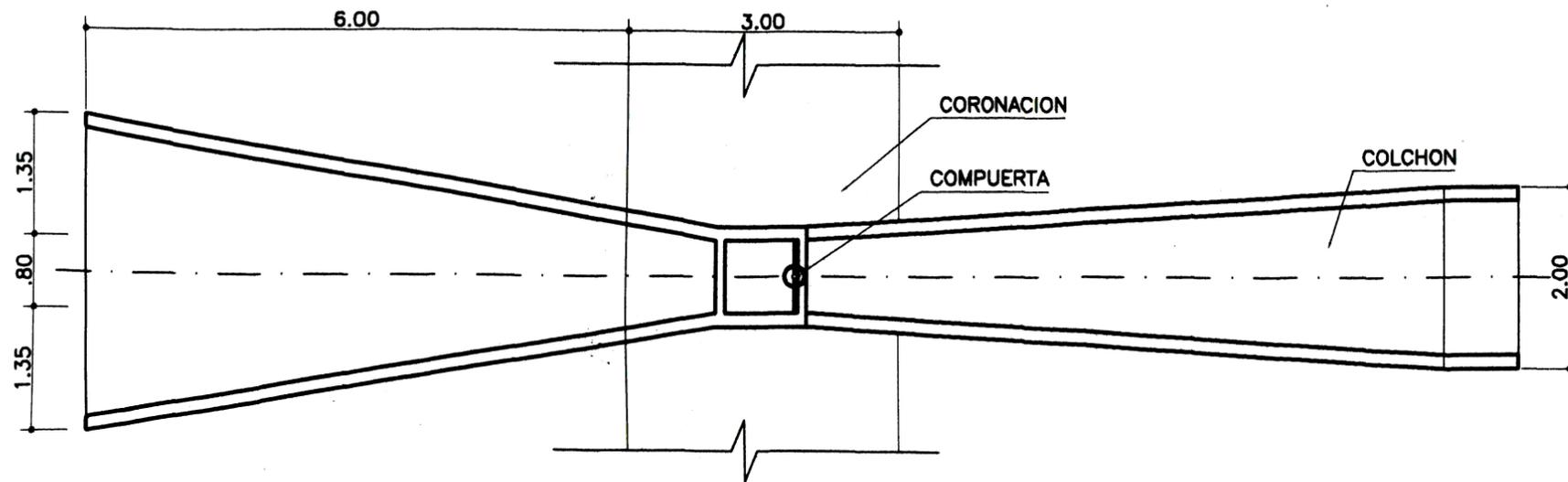
DETALLE INTERCONEXION LAGUNA PRIMARIA-SECUNDARIA

ESC. 1:75



DETALLE DE SALIDA LAGUNA SECUNDARIA

ESC. 175



INFORME DE SUFICIENCIA: PLANTA DE TRATAMIENTO A.S. UNIPAMPA					
Diseñado por: Betzabé Alvino	Revisado por: Betzabé Alvino	Aprobado por: - fecha BAD - 19/04/07	Archivo PTAR	Fecha 19/04/07	Escala IND.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			DET. INTERCONEXION Y SALIDA		
			PL-01-19-04-07	Edicion 0	PL-10