

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**DISEÑO DE PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL PROYECTO  
REGIONAL DE AGUA POTABLE DE LA PROVINCIA DE  
ORELLANA COCA-LORETO-SACHA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**ENVER LUIS ZÚÑIGA MALDONADO**

enverluis\_2207@hotmail.com

**DIRECTOR: ING MILTON SILVA.**

milton.silva@epn.edu.ec

**Quito, julio 2010**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Enver Luis Zúñiga Maldonado, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**ENVER LUIS ZÚÑIGA MALDONADO**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Enver Luis Zúñiga Maldonado, bajo mi supervisión.

---

**Ing. MILTON SILVA.**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco de manera especial a la Escuela Politécnica Nacional, por haberme dado los conocimientos técnicos, éticos y una formación académica de excelencia.

A los catedráticos de la Facultad de Ingeniería Civil, por brindar e impartir sus conocimientos en beneficio de los profesionales del futuro, en especial en mi formación académica a lo largo de mi paso por la Facultad.

Al personal administrativo por la atención y ayuda brindada en todo momento de mi carrera.

Al Ingeniero Milton Silva, por haber asesorado este proyecto y ayudado con su experiencia y responsabilidad.

Al Gobierno Municipal de Orellana, por brindarme la oportunidad y confianza de realizar un proyecto tan importante para ellos, como es tener agua digna para su Provincia.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su dedicación, tenacidad, ayuda y sobre todo por su amor en todas las etapas y circunstancias de mi vida;

A mis hermanos, porque siempre me apoyaron y confiaron en mí;

A mis abuelitos, tíos y familiares, por su constante preocupación por mi futuro y su ayuda incondicional en todo momento de mi vida;

A mi hijo porque es y será el motor de mis actos y el pilar que sostiene mi vida;

A mi esposa por su ayuda y apoyo incondicional; y

A mis amigos, que siempre supieron estar en el momento que más se los necesitaba.

***Enver Zúñiga Maldonado***

## CONTENIDO

<b>DECLARACIÓN</b> .....	II
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	III
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	IV
<b>DEDICATORIA</b> .....	V
<b>CONTENIDO</b> .....	VI
<b>LISTADO DE TABLAS</b> .....	XI
<b>DEFINICIONES Y SIGLAS</b> .....	XII
<b>RESUMEN</b> .....	XIII
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	XV
<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	1
<b>2. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO</b> .....	3
<b>3 DEFICIT DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE</b> .....	4
<b>4. INFORMACION GENERAL DEL AREA DEL PROYECTO</b>	
4.1 Ubicación Y Límites Del Área Del Proyecto.....	5
4.2 Características De La Zona Del Proyecto.....	5
4.3 Población Y Viviendas Actuales.....	6
4.4 Usos Del Suelo En El Área Del Proyecto.....	6

4.5	Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable.....	6
4.7	Red Vial De La Zona Del Proyecto.....	7
4.8	Condiciones Socio – Económicas.....	7
4.9	Servicios Públicos En El Área Del Proyecto.....	8
4.9.1	Centros de educación.....	8
4.9.2	Salud Pública.....	8
4.9.3	Medios de transporte y terminal terrestre.....	8
4.9.4	Energía eléctrica y telefonía.....	8
4.9.5	Medios de comunicación.....	9
4.9.6	Otros servicios públicos.....	9

## **5. BASES Y PARAMETROS DE DISEÑO (INFORMACION PROPORCIONADA POR EL ILUSTRE MUNICIPIO DE ORELLANA)....**

5.1	Horizonte Del Proyecto.....	10
5.2	Etapas De Diseño.....	10
5.3	Estudio Demográfico.....	10
5.4	Proyección De La Demanda De Agua Potable.....	11
5.4.1	Dotaciones básicas.....	11
5.4.2	Proyección de la demanda.....	11
5.4.3	Cuadro de las demandas.....	12

5.5 Caudales De Diseño.....	12
5.6 Volúmenes De Almacenamiento.....	13
5.7 Topografía Y Nivelación.....	14
5.8 Identificación De Áreas En El Proyecto.....	15
5.9 Esquema General de Proyecto.....	16
<b>6. DISEÑO DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN LORETO Y RESERVAS</b>	
6.1 Caudales De Diseño (Información Proporcionada Por El Ilustre Municipio de Orellana).....	17
6.2 Calidad Del Agua Del Río Suno(Información Proporcionada Por El Ilustre Municipio de Orellana).....	17
6.3 Dimensionamiento De Las Diferentes Unidades Que Serán Parte Del Diseño De La Planta De Potabilización.....	20
6.3. a Esquema Planta de Potabilización Loreto .....	21
6.3.1 Diseño de tanque repartidor de caudales.....	22
6.3.2 Diseño de bomba del tanque repartidor de caudales.....	23
6.3.3 Diseño Aerador de bandejas .....	27
6.3.4 Filtros Lentos de Arena.....	31
6.3.5 Desinfección.....	46
<b>7. RESERVA FRANCISCO DE ORELLANA – COCA.....</b>	<b>51</b>



<b>8. RESERVA LA JOYA DE LOS SACHAS (TRS).....</b>	<b>54</b>
<b>9. DISEÑO ESTRUCTURAL PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
9.1 Estudio De Suelos (Información Proporcionada Por El Ilustre Municipio De Orellana).....	57
9.2 Consideraciones de diseño de elementos. ....	58
9.3 Diseño estructural del tanque repartidor de caudales. ....	62
9.4 Diseño estructural del filtro lento.....	63
<b>10. PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO REGIONAL.....</b>	
10.1 Antecedentes.....	64
10.2 Presupuesto General.....	64
10.3 Análisis De Precios Unitarios.....	65
10.4 Materiales (A).....	65
10.5 Maquinarias Y Herramientas (B).....	65
10.6 Mano De Obra (C).....	65
10.7 Transporte (D).....	66
10.8 Costos Directos (A+B+C+D).....	66
10.9 Costos Indirectos.....	66
10.10 Precio Unitario Total.....	66
10.11 Presupuesto: Costos Totales De Construcción.....	66

<b>11. ESPECIFICACIONES TECNICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>12. PLANOS DEFINITIVOS.....</b>	<b>88</b>
<b>13. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....</b>	<b>89</b>
<b>14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>99</b>
<b>15. ANEXOS</b>	
15.1 Características De Los Sistemas De Agua Existentes.....	102
15.2 Recopilación De La Información Existente.....	102
<b>REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>105</b>

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.1 Cobertura de Agua Potable y Saneamiento en Ecuador.....	1
Tabla 5.1 Proyección de población por Quinquenios.....	10
Tabla 5.2 Dotaciones Medias Futuras Adoptadas en el diseño.....	11
Tabla 5.3 Proyección De La Demanda Del Sistema De Agua Potable.....	12
Tabla 5.4 Caudal Máximo Diario Y Horario Para Población De Loreto.....	13
Tabla 5.5 Caudal De Diseño De Planta De Potabilización De Loreto.....	13
Tabla 5.6 Volúmenes De Almacenamiento Población Loreto.....	14
Tabla 5.7 Áreas Urbanas Y Periféricas Del Proyecto.....	15
Tabla 6.1 Calidad De Agua Del Rio Suno.....	18
Tabla 6.2 Clasificación de la Aguas Crudas con Fines de Potabilización.....	19
Tabla 6.3 Número y Tamaño óptimo de filtros Lentos.....	32
Tabla 6.4 Parámetros de diseño para drenajes por tuberías.....	34
Tabla 6.5 Parámetro diseño de laterales.....	34
Tabla 6.6 Parámetros diseño lecho filtrante.....	40
Tabla 6.7 Tamaño Grava.....	40
Tabla 6.8 Factores de esfericidad forma.....	41

Tabla 7.1 Caudal máximo diario y horario para población Fco de Orellana.....	51
Tabla 7.2 Volumen de incendio.....	52
Tabla 8.1 Caudal máximo diario u horario para población Joya de los sachas.....	54

### DEFINICIONES Y SIGLAS

**OMS:** Organización Mundial de la Salud.

**GMO:** Gobierno Municipal de Orellana.

**ETAP:** Etapas de Tratamiento de Agua Potable.

**INEC:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

**CNT:** Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

**SAPSB:** Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento Ambiental.

**C.E.C.:** Código Ecuatoriano de la construcción.

## RESUMEN

Esta investigación se realizó con el propósito de encontrar la manera más óptima de brindar agua apta para el consumo de la población de Loreto en la Amazonía Ecuatoriana, a su vez de que los sistemas de las ciudades como son Coca y la Joya de los Sachas que ya cuentan con su planta de potabilización, tengan un mejor sistema de almacenamiento que sea óptimo y pueda tener abastecimiento de agua a la población en un 100% de cobertura.

El trabajo desarrollado en esta tesis consiste en:

En el capítulo 4 se presenta el estudio demográfico facilitado por el gobierno Municipal de Orellana el mismo que sirvió de base para estimar la población futura de cada Cantón de la Provincia de Orellana, a su vez obtener los caudales de diseño para la Planta de Potabilización de Loreto, volúmenes de almacenamiento para Coca y Joya de los Sachas.

En el capítulo 6 se detalla todo el diseño hidráulico de cada unidad del sistema de Potabilización de la ciudad de Loreto.

Los volúmenes de almacenamiento actuales en la población de Coca y Joya de los Sachas no son óptimos, en el capítulo 7 y 8 se calculan los volúmenes de almacenamientos futuros requeridos para que dichas poblaciones tengan un abastecimiento.

En el capítulo 9 se puede encontrar todo el diseño estructural de cada una de las unidades que son parte del sistema de Potabilización de la ciudad de Loreto.

Debido a que es un diseño para una población existente, en el capítulo 10 se hace el análisis económico del sistema de agua con su respectivo presupuesto, cantidades y análisis de precios unitarios de cada unidad.

Una vez realizado todos los diseños en el capítulo 12 podemos encontrar los planos de cada unidad con sus respectivos detalles constructivos tanto hidráulicos como estructurales con los cuales el constructor podrá saber cómo estuvo diseñado y el propósito por el cual se realizó el presente diseño.

Para que no exista problemas en los detalles constructivos de cada rubro, en el capítulo 11 podemos encontrar un las especificaciones técnicas para el presente proyecto

Pensando en que un sistema de agua potable debe durar los años que se estimó en el diseño y debe dar un buen servicio a la población, en el capítulo 14 podemos encontrar el manual de operaciones y mantenimiento con lo cual la población junto con los operadores del sistema mantendrán la planta potabilización de agua en Loreto funcionando todos los días, brindando buen servicio y agua de calidad para toda la población de la ciudad de Loreto y sus periferias.

A continuación podemos encontrar el temario aprobado que sirvió de base para el desarrollo del proyecto de tesis.

## **1. ANTECEDENTES**

## **2. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO**

## **3. INFORMACION GENERAL DEL AREA DEL PROYECTO**

### **3.1 UBICACIÓN Y LÍMITES DEL AREA DEL PROYECTO**

3.2 *CARACTERISTICAS DE LA ZONA DEL PROYECTO*

3.3 *POBLACION Y VIVIENDAS ACTUALES*

3.4 *USOS DEL SUELO EN EL AREA DEL PROYECTO*

3.5 *SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE*

3.7 *RED VIAL DE LA ZONA DEL PROYECTO*

3.8 *CONDICIONES SOCIO - ECONOMICAS*

3.9 *SERVICIOS PUBLICOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO*

3.9.1 Centros de educación

3.9.2 Salud Pública

3.9.3 Medios de transporte y terminal terrestre

3.9.4 Energía eléctrica y telefonía

3.9.5 Medios de comunicación

3.9.6 Otros servicios públicos

**4. BASES Y PARÁMETROS DE DISEÑO (INFORMACION PROPORCIONADA POR EL ILUSTRE MUNICIPIO DE ORELLANA)**

4.1 *HORIZONTE DEL PROYECTO*

4.2 *ETAPAS DE DISEÑO*

4.3 *ESTUDIO DEMOGRAFICO*

#### 4.4 *PROYECCION DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE*

4.4.1 Dotaciones básicas

4.4.2 Proyección de la demanda

4.4.3 Cuadro de las demandas

#### 4.5 *CAUDALES DE DISEÑO*

#### 4.6 *VOLUMENES DE ALMACENAMIENTO*

#### 4.7 *TOPOGRAFIA Y NIVELACION*

#### 4.8 *IDENTIFICACION DE AREAS EN EL PROYECTO*

### **5. DEFICIT DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE (PROPORCIONADO POR EL ILUSTRE MUNICIPIO DE ORELLANA)**

### **6. DISEÑO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION LORETO Y RESERVAS**

6.1 CAUDALES DE DISEÑO (INFORMACION PROPORCIONADA POR EL ILUSTRE MUNICIPIO DE ORELLANA)

6.2 CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SUNO

6.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS DIFERENTES UNIDADES QUE SERAN PARTE DEL DISEÑO DE LA PLANTA DE POTABILIZACION

### **7. RESERVA FRANCISCO DE ORELLANA – COCA**

### **8. RESERVA LA JOYA DE LOS SACHAS (TRS)**

### **9. DISEÑO ESTRUCTURAL PLANTA DE TRATAMIENTO.**



*9.1 ESTUDIO DE SUELOS (INFORMACION PROPORCIONADA POR EL  
ILUSTRE MUNICIPIO DE ORELLANA)*

*9.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS DIFERENTES UNIDADES QUE SERAN  
PARTE DE LA PLANTA DE POTABILIZACION.*

## **10. PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO REGIONAL**

*10.1 ANTECEDENTES*

*10.2 PRESUPUESTO GENERAL*

*10.3 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS*

*10.4 MATERIALES (A)*

*10.5 MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS (B)*

*10.6 MANO DE OBRA (C)*

*10.7 TRANSPORTE (D)*

*10.8 COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)*

*10.9 COSTOS INDIRECTOS*

*10.10 ..... PRECIO UNITARIO TOTAL*

*10.11 ..... PRESUPUESTO: COSTOS TOTALES DE CONSTRUCCION*

## **11. ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**12. PLANOS DEFINITIVOS**

**13. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

## **14. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES**

## **15 ANEXOS**

### *15.1 CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS DE AGUA EXISTENTES*

### *15.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACION EXISTENTE*

## **PRESENTACIÓN**

La necesidad de agua potable es indispensable para toda comunidad, pueblo ciudad, país, etc., más aún cuando un recurso tan importante como el agua se ha visto degradado y amenazado por las situaciones climáticas y por la falta de cuidado del ser humano.

En la presente investigación se expone información sobre el estudio realizado en una población de la Amazonía Ecuatoriana, para que puedan tener agua apta para consumo humano, para lo cual se realizó el estudio de la calidad de agua existente y disponible para dicho propósito.

El estudio comprende: Con datos del Gobierno Municipal de Orellana de la proyección de la población para el año 2032 con un periodo de diseño de 23 años se obtuvo los caudales de diseño para la planta de potabilización.

Además se realizó el diseño hidráulico y estructural de las unidades que son parte del sistema.

Por ser un proyecto el cual está destinado para servir a una población existente y real se realizó el estudio económico del sistema, el cual incluye presupuesto de la planta de potabilización con su respectivo análisis de precios unitarios de cada unidad que va a intervenir en la construcción.

Por la misma razón indicada anteriormente se realizó los planos de cada unidad así como sus detalles constructivos, para que exista una correcta y adecuada ejecución constructiva.

Para que no exista problemas futuros con el diseño de las unidades del sistema de agua potable se realizó un manual de operaciones y mantenimiento con el cual la población de Loreto debe mantener el sistema en permanente uso y con las condiciones de abastecimiento y servicio a la comunidad óptimas.

## CAPÍTULO 1

### ANTECEDENTES

La cobertura de agua potable y saneamiento en Ecuador aumentó considerablemente en los últimos años. Sin embargo, se caracteriza por bajos niveles de cobertura, especialmente en áreas rurales.

Además, existe una superposición de responsabilidades, tanto dentro del gobierno nacional como entre los distintos niveles gubernamentales.

**TABLA 1.1**  
**Cobertura De Agua Potable Y Saneamiento En Ecuador**

		Urbano (62% de la población)	Rural (38% de la población)	Total
Agua	Definición amplia	97%	89%	94%
	Conexiones domiciliarias	82%	45%	68%

**FUENTE:** Programa De Monitoreo Conjunto OMS/UNICEF(JMP/2006). Datos De Agua Y Saneamiento Basados En Ecuador CEPAR/ENDEMAIN (1999) Y "Desigualdades En El Acceso, Uso Y Gasto Con El Agua Potable En American Latina Y El Caribe" Ecuador (PAHO, Febrero De 2001, Basado En El ECV 1998).

En el año 2004, el porcentaje de la cobertura del abastecimiento de agua (conexiones domésticas) era de 82% en las zonas urbanas y 45% en las rurales. La cobertura de los servicios de agua tiende a ser menor en la Costa y en el Oriente que en la Sierra.

El servicio de agua es intermitente en la mitad de los centros urbanos. La presión de agua está muy por debajo de la norma, especialmente en barrios marginales. En un 30% de los centros urbanos falta un tratamiento de agua "potable" de aguas superficiales.

En las zonas rurales del Ecuador, según un estudio de sostenibilidad realizado en 2004, 38% de los sistemas han colapsados y 20% son con deterioro grave. 29% tienen deterioro leve y solamente 13% son considerados sostenibles.<sup>1</sup>

Tomando en cuenta los bajos niveles de cobertura y más que todo una pobre calidad y eficiencia del servicio de agua potable en el Ecuador, y con mayor razón en la provincia de Orellana, los Gobiernos Municipales de Loreto, Orellana y La Joya de los Sachas, se encuentran interesados en solucionar el grave déficit de agua potable que tienen las poblaciones de la provincia, han previsto la ejecución del “Proyecto Regional de Agua Potable Loreto – Francisco de Orellana (Coca) – La Joya de los Sachas”, proyecto regional que solucionará el déficit en las cabeceras cantonales de Loreto, Orellana y La Joya de los Sachas.

El presente proyecto surge como una respuesta a la falta creciente de agua apta para consumo humano, en las tres cabeceras cantonales de la provincia. Las poblaciones que se encuentran en el área de proyecto y que se servirán del sistema propuesto son las siguientes: Loreto, Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas

---

<sup>1</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Agua\\_potable\\_y\\_saneamiento\\_en\\_Ecuador](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_potable_y_saneamiento_en_Ecuador)

## **CAPÍTULO 2**

### **OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO**

#### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo principal de este trabajo es realizar los diseños definitivos de la Planta de Potabilización Sistema Regional de Agua Potable Loreto - Francisco de Orellana – La Joya de los Sachas, que demuestren la viabilidad técnica, económica, financiera del proyecto, de manera que permita llevar a la práctica su construcción.

#### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Dimensionamiento del proyecto a base de un estudio detallado de la demanda actual del servicio y de la proyección de la demanda dentro del periodo de diseño.
- b) Preparación del diseño definitivo incluyendo la documentación técnica respectiva del proyecto.

## CAPÍTULO 3

### DÉFICIT DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

Abordando el tema en forma general, el país cuenta con abundantes recursos hídricos. La gran mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua potable (65,2% en el área urbana) captan aguas superficiales para su tratamiento. La inexistencia de sistemas de tratamiento de las aguas residuales genera problemas de contaminación de los recursos hídricos, siendo indispensable tomar acciones directas y concretas para preservarlos.

Sin embargo estos recursos no son aprovechados como se deberían debido a que no se tiene infraestructura apta para aprovechar estos recursos.

Si nos enfocamos en lo que es la Provincia de Orellana, no es la excepción debido a que se vive la misma realidad del país.

Si se considera que actualmente (2010), en los sistemas de agua existentes (urbanos y periféricos) de las ciudades de: Loreto, Fco. de Orellana y La Joya de los Sachas; el servicio no es continuo, que existe falta en cantidad y calidad de agua cruda y de agua tratada y deficiencia (en calidad y cantidad) en los procesos de potabilización, se puede concluir que, el déficit de agua potable es del 100% para la ciudad de Loreto.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> FUENTE: MUNICIPIO DE ORELLANA

## CAPÍTULO 4

### INFORMACIÓN GENERAL DEL AREA DEL PROYECTO

#### 4.1 UBICACIÓN Y LÍMITES DEL ÁREA DEL PROYECTO

El área de estudio comprende las zonas aledañas al Parque Nacional Sumaco (río Suno) y las áreas circundantes a las carreteras que unen los cantones y las ciudades de Loreto, Orellana y La Joya de los Sachas.

#### 4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DEL PROYECTO

“Las principales características de la zona del proyecto:

Provincia	: Orellana
Cantones	: Loreto, Orellana, La Joya de Los Sachas
Características de la red vial	: Asfaltada en su totalidad.
Tipo de clima	: Cálido húmedo
Temperatura media anual	: 26.00 °C Muy húmedo tropical.
Precipitación media multianual	: 2800 a 4500 mm, siendo mayo y junio los meses con mayor pluviosidad y los meses menos lluviosos agosto, septiembre y octubre.” <sup>3</sup>
“Período de la estación de invierno	: noviembre – abril
Período de la estación de verano	: mayo – octubre
Características topográficas de la zona	: Plano – ondulado
Nivel máximo y mínimo de Loreto	: 457.00 / 386.00 msnm.
Nivel máx. y mín. de Fco. de Orellana	: 275.00 / 250.00 msnm.
Nivel máx. y mín. de Joya de los Sachas	: 270.00 / 269.00 msnm. <sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> [http://www.hcpo.gov.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4:francisco-de-orellana&catid=12:cantones&Itemid=21](http://www.hcpo.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=4:francisco-de-orellana&catid=12:cantones&Itemid=21)

<sup>4</sup> [http://www.hcpo.gov.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5:joya-de-los-sachas&catid=12:cantones&Itemid=22](http://www.hcpo.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=5:joya-de-los-sachas&catid=12:cantones&Itemid=22)



### **4.3 POBLACIÓN Y VIVIENDAS ACTUALES**

La superficie urbana del proyecto es de 2427.00 Ha, con una población total al final del período de diseño de 152018 habitantes (densidad futura promedio distribuida de 62.64 habitantes / hectárea). El número de viviendas estimado para el área urbana del proyecto es de 30404 viviendas, considerando un promedio de 5 habitantes / vivienda.

La superficie de la periferia del proyecto es de 9299.00 Ha, con una población total al final del periodo de diseño de 25822 habitantes (densidad futura promedio distribuida de 2.78 habitantes / hectárea). El número de viviendas estimado para el área periférica del proyecto es de 5164 viviendas, considerando un promedio de 5 habitantes / vivienda.<sup>5</sup>

### **4.4 USOS DEL SUELO EN EL ÁREA DEL PROYECTO**

De acuerdo, a la clasificación general del uso del suelo, en el área del proyecto, se determina que las áreas urbanas de las poblaciones de Loreto, Francisco de Orellana y San Sebastián del Coca, se encuentran dentro de la clasificación de área residencial y su periferia como una zona agrícola – ganadera. En las poblaciones urbanas y periféricas de La Joya de los Sachas y San Carlos, se encuentran dentro de la clasificación de área residencial y de explotación petrolera.<sup>6</sup>

### **4.5 SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

Actualmente (2009), la zonas urbanas y periféricas del proyecto cuentan con sistemas de abastecimiento de agua potable. Los sistemas se encuentra en funcionamiento y con limitaciones (tanto en calidad como en cantidad) como son: el racionamiento de agua, la calidad del agua de la fuente, la falta de un sistema de tratamiento adecuado, fugas en la red de distribución y la falta de cobertura de las redes de distribución.

---

<sup>5</sup> Anexo 1

<sup>6</sup> [www.sica.gov.ec/censo/docs/nacionales](http://www.sica.gov.ec/censo/docs/nacionales)

#### **4.7 RED VIAL DE LA ZONA DEL PROYECTO**

En la provincia de Orellana contamos con dos vías de acceso terrestre que son la vía Hollín - Loreto - Coca y la vía Lago Agrio-Coca en aproximadamente 8 horas de viaje.

El área del proyecto, cuenta con la “Vía interoceánica”, eje vial principal que une las ciudades de Loreto, Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas, actualmente se encuentra completamente asfaltada. La longitud entre Loreto y Fco. de Orellana es de 55 Km, y la longitud entre Fco. de Orellana y La Joya de los Sachas es de 31 Km. <sup>7</sup>

#### **4.8 CONDICIONES SOCIO ECONÓMICAS**

Las actividades económicas más importantes son la agricultura, el petróleo y la ganadería. La provincia de Orellana, además cuenta con hermosos lugares atractivos al turista, como son los ríos, lagunas, la selva y el paisaje en general.

Uno de los aspectos sociales que más ha perjudicado en este ámbito, es la pobreza de los campesinos e indígenas que habitan esta región. La pobreza de ciertos estratos de la población amazónica no es siempre causada por la falta de capacidad de la región en generar recursos y beneficios, sino por patrones del colonialismo interno y por los sistemas de producción ajenos a la realidad.

#### **4.9 SERVICIOS PÚBLICOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO**

##### **4.9.1 CENTROS DE EDUCACIÓN**

La provincia de Orellana consta de varios centros de educación, en lo que se refiere a la población urbana se encuentran las principales escuelas y colegios, y universidades a distancia y presenciales.

Lo que se refiere al área rural existen escuelas, aulas escolares en cada comunidad que han sido construidas por municipios locales, por Consejo Provincial, lo cuales solo están destinadas para la educación primaria.

---

<sup>7</sup> [http://www.orellanaturistica.gov.ec/index.php?option=com\\_content&task=view&id=19&Itemid=49](http://www.orellanaturistica.gov.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=19&Itemid=49)

#### **4.9.2 SALUD PÚBLICA**

Las principales enfermedades registradas en los centros urbanos de las ciudades de Loreto, Fco. de Orellana y La Joya de Los Sachas, son similares, las principales enfermedades registradas y en orden de importancia son las siguientes: Infecciones respiratorias agudas, infecciones diarreicas agudas, salmonelosis, anemia, enfermedades tropicales (paludismo, dengue), enfermedades del aparato urinario, enfermedades de la piel, enfermedades gastrointestinales, hipertensión arterial, enfermedades de transmisión sexual, enfermedades osmio – musculares, enfermedades infecciosas vírales, enfermedades ginecológicas, poliparasitosis y accidentes.

#### **4.9.3 MEDIOS DE TRANSPORTE Y TERMINAL TERRESTRE**

En la provincia existen los medios de transporte necesarios para una población como es la ciudad de Fco Orellana, Joya de los Sachas y Loreto.

Cada una de las respectivas ciudades tienen terminal terrestre, y en la ciudad de Fco de Orellana existe un aeropuerto.

#### **4.9.4 ENERGÍA ELÉCTRICA Y TELEFONÍA**

Las ciudades de Loreto, Fco. de Orellana y La Joya de los Sachas cuentan con el servicio de energía eléctrica a través de la Empresa Eléctrica Regional Sucumbíos, conectada al Sistema Nacional Interconectado.

Respecto al servicio de telefonía, las ciudades están servidas a través de la empresa C.N.T S.A. Adicionalmente, prestan su servicio de telefonía celular empresas privadas como son: Alegro, Movistar y Porta.

La Provincia de Orellana dispone de servicio eléctrico en un 58,1 % de la población el 41.9 % restante de la población no tiene energía eléctrica por lo que buscan otras fuentes de energía como plantas de energía, velas, etc.

En lo que respecta a telefonía el 12.8 % de la población tiene servicio de teléfono.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> CNT Orellana, Empresa Eléctrica Regional Sucumbíos

#### **4.9.5 MEDIOS DE COMUNICACIÓN**

En las ciudades de Loreto, Fco. de Orellana y La Joya de Los Sachas, a más de los servicios de telefonía a través de C.N.T. S.A. y la Empresa Nacional de Correos, la comunicación social se complementa con estaciones de radio locales: Loreto (Radio Sono-oriente), Fco de Orellana (Cumandá, La Jungla, Alegría, Musical, Sucumbios). Se integran al concierto nacional a través de canales de televisión (Gamavisión, Teleamazonas, Ecuavisa y las redes privadas por cable) y por radios de alcance provincial y nacional, así como por medio de la prensa escrita local, provincial y nacional (El Universo, El Comercio, El Extra).

#### **4.9.6 OTROS SERVICIOS PÚBLICOS**

La Provincia de Orellana consta de otros servicios como es el aeropuerto de Francisco de Orellana el mismo que se encuentra ubicado en el casco urbano del cantón Francisco de Orellana. El aeropuerto está destinado para tránsito aéreo nacional y tiene vuelos y rutas diarias de tres aerolíneas como son Tame, Icaro y V.I.P

A continuación, se describen las características de algunos servicios de las ciudades de Loreto, Fco. De Orellana y La Joya de Los Sachas.

## CAPÍTULO 5

### BASES Y PARÁMETROS DE DISEÑO

#### 5.1 HORIZONTE DEL PROYECTO

El período de diseño del Sistema Regional de Agua Potable, será de 23 años<sup>9</sup> (2009-2032), se ha tomado esta opción, porque la vida útil de la mayoría de los elementos que conforman el sistema está entre 20 y 30 años.

En el horizonte del proyecto 23 años (2009-2032), está incluido un período de 2 años (2009-2011) requerido para realizar los procesos de licitación necesarios para la construcción, esto quiere decir, que el período de diseño real es de 21 años; se inicia en el año de 2011 y termina en el año 2032.

#### 5.2 ETAPAS DE DISEÑO

Las etapas de diseño de la planta de potabilización de Loreto de diseñaran para 23 años:

#### 5.3 ESTUDIO DEMOGRÁFICO

La determinación del crecimiento poblacional para el Sistema Regional de Agua Potable, se fundamenta en la información de los censos de población y vivienda realizados por el INEC.

**TABLA 5.1**  
**Proyección De La Población Por Quinquenios**

AÑO	LORETO <sup>10</sup> Urbano	LORETO Periferia	ORELLANA Urbano	ORELLANA Periferia	SACHA Urbano	SACHA Periferia
<b>2009</b>	3009	836	39428	3841	10311	3748
2012	3398	967	47012	4446	12411	4338
2017	3990	1234	58914	5671	16253	5534
2022	4584	1574	70732	7235	20013	7059
2027	5223	2008	84135	9229	24121	9006
<b>2032</b>	<b>5935</b>	<b>2561</b>	<b>99629</b>	<b>11773</b>	<b>29102</b>	<b>11488</b>

FUENTE: Municipio de Orellana - Anexo 1

<sup>9</sup> Periodo determinado por el Municipio de Orellana

<sup>10</sup> Población para la cual se realiza el estudio.

## 5.4 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE

### 5.4.1 Dotaciones básicas

En base a la información de la operación de los sistemas de abastecimiento de agua de las ciudades de Loreto, Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas, se determinó una dotación media actual alrededor de los 160 l/hab/día.

### 5.4.2 Proyección de la demanda

La dotación media futura para realizar la proyección del consumo, estará de acuerdo a las normas de la SAPSB, para poblaciones de clima cálido, esto es, se considera una dotación inicial en el año 2009, la misma que se incrementará anualmente 1.0 l/habxdía, de acuerdo al detalle que se presenta a continuación:

**TABLA 5.2**  
**Dotaciones Medias Futuras Adoptadas En El Diseño**

Área de influencia	Población proyectada (año 2032) habitantes	Dotación inicial (año 2009) (l/habxdía)	Dotación final (año 2032) (l/habxdía)
Loreto urbana <sup>10</sup>	5935	208	231
Loreto periferia	2561	203	226
Fco. Orellana urbana	99629	208	231
Fco. Orellana periferia	11773	203	226
J. Sachas urbana	29102	208	231
J. Sachas periferia	11488	203	226

**FUENTE:** Gobierno Municipal De Orellana

Se considera una dotación inicial en el año 2009 de: 203 l/habxdía para el área periférica de Loreto, Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas, 208 l/habxdía, para las áreas urbanas de Loreto, Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas; la misma que, se incrementará anualmente 1.0 l/habxdía hasta llegar a 200, 226 y 231 l/habxdía en el año 2032.

### 5.4.3 Cuadro de las demandas

A continuación se presentan las demandas para las diferentes áreas del proyecto y por etapas de diseño (ver anexo 2):

**TABLA 5.3**  
**Proyección De La Demanda Del Sistema De Agua Potable**

AREA	Año	POBLACIÓN hab	Qmd (l/s)	QMD (l/s)	Kd <sup>11</sup>
LORETO Urbano	2009	3009	7.24	10.14	1.4
	2032	5935	15.87	22.21	
LORETO Periferia	2009	836	1.96	2.75	1.4
	2032	2561	6.70	9.38	

FUENTE: Gobierno Municipal De Orellana Cuadro De Demanda – Anexo 2.

### 5.5 CAUDALES DE DISEÑO

El caudal de diseño para la planta de Potabilización de Loreto para una población Urbana proyectada para el año 2032 de 5935 habitantes y para una población periférica de 2561 habitantes es:

#### CAUDAL MEDIO DIARIO LORETO URBANO

$$Q_{md} = \frac{P_f * D_f}{86400} \quad (F-5.1)$$

Donde:

Población futura : Pf = 5935 hab  
 Dotación final : Df = 231 l/hab x día

Reemplazando datos en (F-5.1)  $Q_{md} = 15.87 \frac{l}{s}$

#### CAUDAL MEDIO DIARIO LORETO PERIFERIA

$$Q_{md} = \frac{P_f * D_f}{86400} \quad (F-5.1b)$$

Donde:

Población futura : Pf = 2561 hab  
 Dotación final : Df = 226 l/hab x día

<sup>11</sup> Kd=1.4 Ex.-IEOS. Coeficiente para cálculo del cauda máximo diario

Reemplazando datos en (F-5.1b)  $Q_{md} = 6.70 \text{ l/s}$

### CAUDAL MÁXIMO DIARIO

(F-5.2)

$$Q_{\max d} = K_d^{11} * Q_{md}$$

**TABLA 5.4**  
**Caudal Máximo Diario Para Población Loreto**

	Qmd (l/s)	$K_d^{11}$	Q máx.d
<b>Loreto Urbano</b>	15.87	1.4	22.21
<b>Loreto Periferia</b>	6.70	1.4	9.38
		<b>TOTAL</b>	<b>31.59</b>

ELABORADO: ENVER ZUÑIGA M.

**TABLA 5.5**  
**Caudal De Diseño Planta De Potabilización Loreto (PPL)**

ELEMENTO DEL SISTEMA	CAUDALES DE DISEÑO ( lit./s )		
	Q maxd(l/s)	0% <sup>12</sup>	2032
Planta de Potabilización Loreto PPL	31.59	0	31.59

ELABORADO: ENVER ZUÑIGA M.

El caudal de diseño de la planta de potabilización de Loreto es de 31.59 l/s adoptándose un valor de diseño de la planta de potabilización de Loreto de 32 l/s.

## 5.6 VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO

En el proyecto se tomaron en consideración los siguientes volúmenes de almacenamiento: volumen de regulación y protección contra incendios.

---

<sup>12</sup> No se adopta porcentaje adicional debido a que no se necesita agua de lavado en filtros lentos



**TABLA 5.6**  
**VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO POBLACIÓN DE LORETO**

AREA	VOLUMENES DE RESERVA	CRITERIO	VOLUMEN AÑO 2032 (m3)
LORETO Urbano	Regulación	$Vr=C^{13} \times Qmd$	342.79
	Incendio	$^{14}Vi=90 \text{ m}^3$	90.00
	Total	$Vt=Vr + Vi$	<b>432.79</b>
LORETO Periferia	Regulación	$Vr=CxQmd$	144.72
	Incendio	$Vi = 0$	0.00
	Total	$Vt=Vr + Vi$	<b>144.72</b>

**ELABORADO:** ENVER ZUÑIGA M.

La reserva total necesaria es de 577 m<sup>3</sup> para lo cual se adopta un volumen de 600 m<sup>3</sup> para la población de Loreto.

En la ciudad de Loreto existe un tanque de reserva de 600 m<sup>3</sup> en buen estado, por lo tanto no tenemos un volumen de reserva remanente. Por lo tanto no es necesario construir reserva.

## 5.7 TOPOGRAFÍA Y NIVELACIÓN

Para la realización de los estudios del Sistema Regional de Agua Potable, la base topográfica será la ejecutada por el Municipio de Orellana (ver Anexos 3).

### Metodología del levantamiento

“Con la finalidad de destacar los trabajos realizados, se detallan a continuación las principales actividades.

- Previo a ejecución de los trabajos de topografía, se realizó un recorrido general del proyecto, en donde se identificaron los siguientes elementos del

<sup>13</sup> C= Coeficiente de regulación entre 0.20 – 0.25, adoptando 0.25

<sup>14</sup> Volumen de incendio tomado de la tabla 7.2 para una población de 5935 hab

sistema: captación, plantas y conducciones, con esta información general se distribuyó el trabajo.

- Para el levantamiento topográfico del proyecto se estableció un polígono y se realizó un enlace a cotas reales dados por el IGM ubicados en San Sebastián del Coca, La Armenia y en Loreto.
- Para los polígonos base, auxiliares y el levantamiento se utilizaron estaciones totales con precisión de +/- 0.5 cm para distancias y +/- 3 segundos para ángulos horizontal y vertical.
- Los datos fueron capturados en libretas electrónicas y transferidos a equipos de computación para ser procesados mediante los programas de topografía Autocad Land y Micro estación, luego se obtuvieron los planos respectivos dibujados con el programa Autocad.”<sup>15</sup>

## 5.8 IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS EN EL PROYECTO

En el diseño del Sistema Regional de Agua Potable se han determinado las siguientes áreas de influencia (urbanas y periféricas), éstas se presentan en la tabla 5.7

**TABLA 5.7**  
**ÁREAS URBANAS Y PERIFÉRICAS DEL PROYECTO**

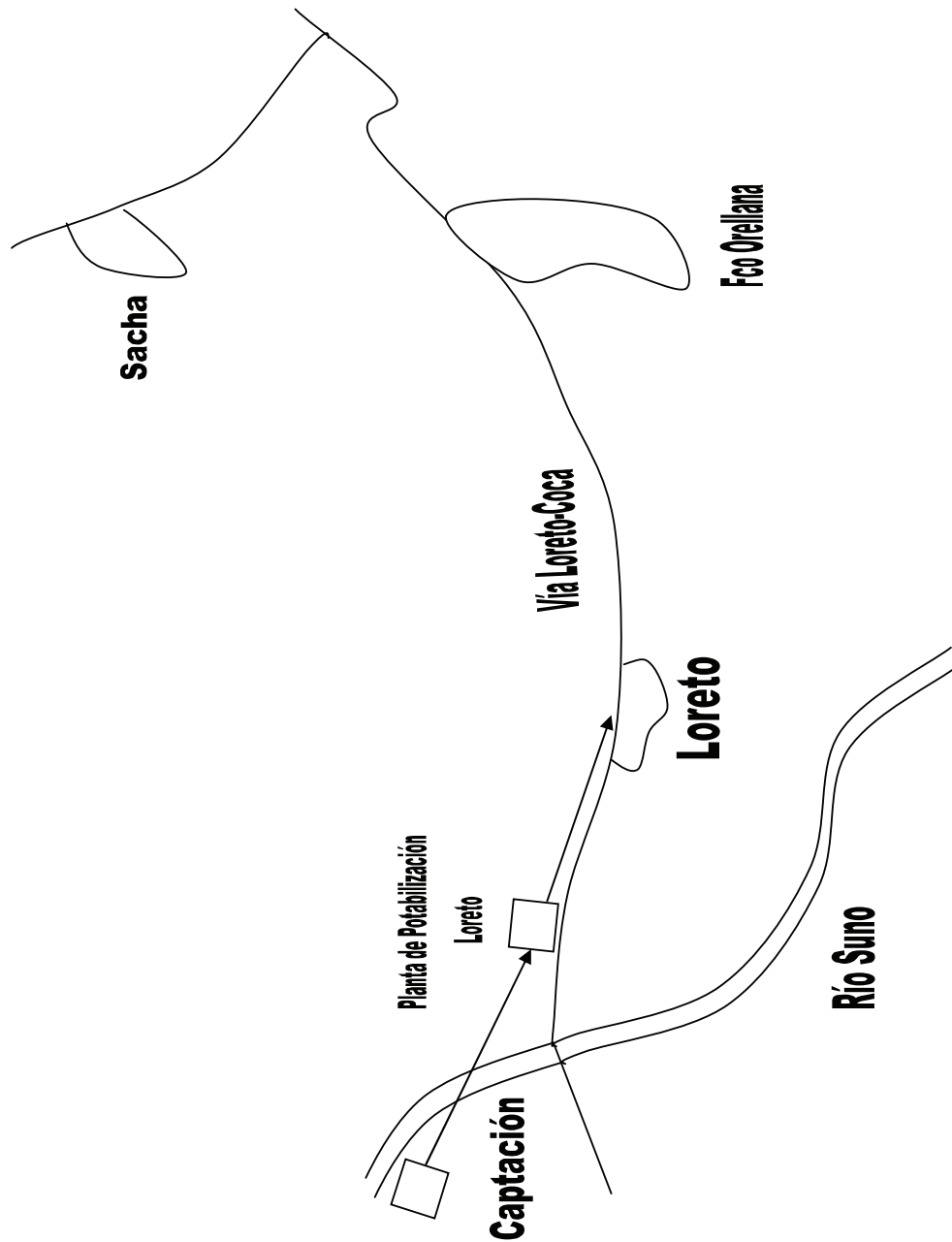
DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS	ÁREA en (Ha)
Área urbana Loreto	316.00
Área urbana Francisco de Orellana	1271.00
Área urbana de La Joya de los Sachas	360.00
Área periférica de Loreto	1042.00
Área periférica de Francisco de Orellana	3787.00
Área periférica de La Joya de los Sachas	4470.00

**FUENTE:** Gobierno Municipal De Orellana

<sup>15</sup> Fuente: Municipio de Orellana

De acuerdo a los términos de referencia (Gobierno Municipal de Orellana.), las áreas de influencia corresponden a las zonas urbanas de las ciudades de Loreto, Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas.

### 5.9 ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO



## **CAPITULO 6**

### **DISEÑO DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN LORETO Y RESERVAS**

#### **6.1 CAUDALES DE DISEÑO**

El caudal de diseño considerado para la planta de potabilización Loreto es de 32 l/s para el año 2032. (Ver tabla 5.5).

#### **6.2 CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SUNO**

“El término calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas.

Como tal, es un término neutral que no puede ser clasificado como bueno o malo sin hacer referencia al uso para el cual el agua es destinada.

De acuerdo con lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.<sup>16</sup>

Con la finalidad de determinar la calidad de agua del río Suno, se tomaron tres muestras de agua el 23 de julio del 2009, el 28 de agosto del 2009 y el 4 de octubre del 2009 en días que presentaron fuertes lluvias, y por lo tanto condiciones críticas de calidad del agua.<sup>17</sup>

Además se realizó nuevas pruebas el 11 de mayo del 2010 para comprobar las condiciones actuales del agua en el sitio de la captación que son las que se presentan en la tabla 6.1

---

<sup>16</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad\\_del\\_agua](http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_del_agua)

<sup>17</sup> Ver anexo 4

TABLA 6.1

Calidad Del Agua Del Río Suno<sup>18</sup>

<b>FUENTE :</b>		RIO SUNO		
<b>FECHA DE RECOLECCIÓN :</b>		11/05/2010		
<b>ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>LIMITE MAX PERMISIBLE</b>	<b>FECHA ANALISIS</b>
Alcalinidad Total(CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	81		13/05/2010
Amoniaco	mg/l	0.05	1.0	12/05/2010
Cloruros	mg/l	3.9	250	12/05/2010
Coliformes fecales	NMP/100ml	23	600	13/05/2010
Coliformes Totales	NMP/100ml	930	3000	11/05/2010
Color verdadero	uc. Pt-Co	12	100	18/05/2010
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	20	500	12/05/2010
Fosfatos	mg/l	0.14		12/05/2010
Hierro soluble	mg/l	0.01		13/05/2010
Hierro Total	mg/l	0.14	1.0	13/05/2010
Manganeso	mg/l	0.3	0.1	13/05/2010
Nitratos	mg/l	1.4	10.0	13/05/2010
Nitritos	mg/l	<0.06	1.0	17/05/2010
** p H		7.35	6 a 9	13/05/2010
Sólidos totales disueltos	mg/l	43.1	1000	14/05/2010
Sulfatos	mg/l	12	400	12/05/2010
Turbiedad	NTU	5.23	100	13/05/2010

Fuente: CICAM

<sup>18</sup> Documentos originales en anexo 4

Analizando los resultados del análisis de laboratorio de las muestras tomadas en el río Suno, señalado como fuente de abastecimiento para este proyecto, y basándonos en la Tabla 6.2 establecen que en general la calidad del agua es excelente para propósitos de uso humano luego de ser sometida a tratamiento de potabilización.

**TABLA 6.2****Clasificación De Las Aguas Crudas Con Fines De Potabilización**

CONTAMINANTES O CARACTERISTICAS	UNIDAD	EXCELENTE	BUENA	DEFICIENTE
DBO5 Promedio Mensual Máximo/ día	mg/l	0.75-1.5	1.5-2.5	22
COLIFORMES	NMP/100 ml	50-100	100-5000	25000
OXIGENO DISUELTO Promedio Saturación	mg/l	4.0 – 7.5 75% o mayor	4.0 – 6.5 60% o mayor	<4
PH Promedio		6.0 – 8.5	5.0 – 9.0	3.8 – 10.5
CLORUROS Máximo	mg/l	50	50 - 250	>250
FLUORUROS	mg/l	1.5	1.5 – 3.0	>3
COMPUESTOS FENOLICOS Máximo	mg/l	0	0.005	>0.005
COLOR	Unidades	0 - 20	20 – 150	>150
TURBIEDAD	Unidades	0 – 10	10 - 250	>250

FUENTE: "Potabilización" – Ing. Milton Silva – Capítulo 2 – Cuadro N° 1

Los parámetros físico-químicos y bacteriológicos a ser ajustados hacia valores guía, son: coliformes totales y coliformes fecales.

Para corroborar los datos obtenidos en años anteriores se realizo nuevas pruebas de jarras y caracterización del agua(ver anexo 4) donde al analizar los datos obtenidos podemos observar que la calidad del agua del río Suno ha variado, además debido a que el agua fue obtenida en época de verano.

Sin embargo, se corroboro que la calidad del agua del río Suno es buena para el consumo humano después de un tratamiento convencional.

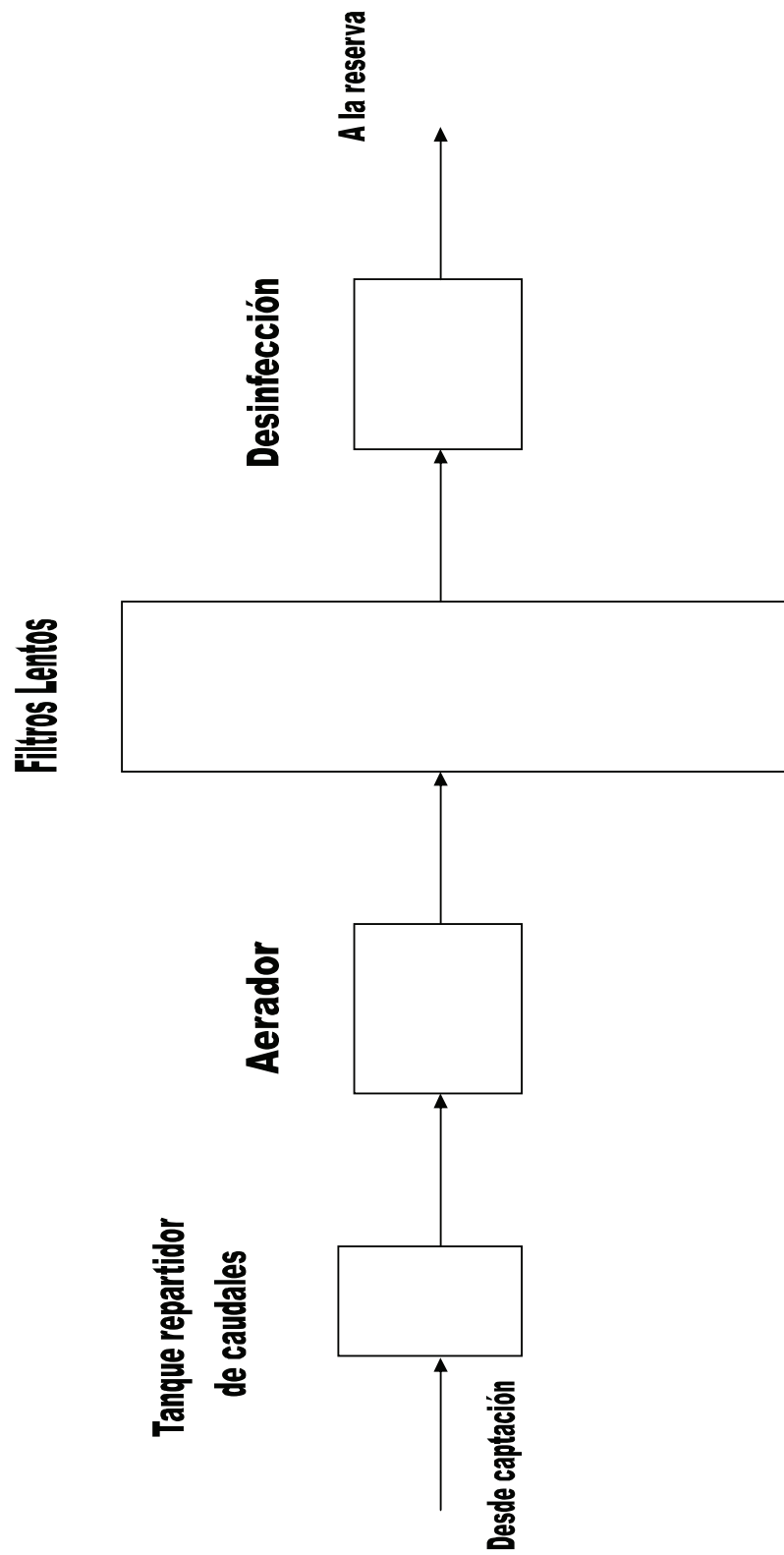
### **6.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS DIFERENTES UNIDADES QUE SERÁN PARTE DEL DISEÑO DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN**

Basándose en los análisis físico-químico y bacteriológico del agua se determina que el tratamiento necesario para que el agua sea apta para el consumo humano es un tratamiento convencional de una planta de potabilización que será capaz de remover: hierro, coliformes fecales, coliformes totales, turbiedad, bacterias, entes patógenos.

Por lo cual se adopta:

- Aerador de bandejas : Esta unidad está destinada para la remoción de hierro a través de la aeración, se hizo necesario disponer de esta unidad debido a que en exámenes de agua anteriores (Ver anexo 4 ), se pudo observar que en épocas de invierno el agua tiene un contenido de hierro fuera del límite permisible.
- Filtros lentos: Esta unidad está destinada para la remoción de color y turbiedad del agua, su principal función será reducir los valores de coliformes fecales y totales para que estos sean lo más pequeños posibles y brinde una calidad de agua excelente.
- Desinfección: Esta unidad está destinada para la remoción de entes patógenos y bacterias para lograr que el agua no sea dañina para la salud de los habitantes de la población de Loreto y sus alrededores.

## 6.3. a ESQUEMA PLANTA POTABILIZACIÓN DE LORETO





### 6.3.1 DISEÑO TANQUE REPARTIDOR DE CAUDALES

El tanque será diseñado para un caudal de 32 l/s, el mismo que será utilizado para almacenar el agua necesaria para ingresar a la planta de potabilización debido a que el terreno donde se va a construir la planta es de topografía plana, se colocará una bomba sumergible que tiene la función de hacer llegar el agua al aereador para que este cumpla su función.

El agua será impulsada por la bomba y a su vez repartida a todas las unidades de aeración.

$$V_{\text{tanque}} = Q * tr \quad (\text{F-6.1})$$

Donde:

Caudal de diseño :  $Q = 0.032 \text{ m}^3/\text{s}$

Tiempo de retención :  $tr = 10 \text{ min}^{19}$

Volumen del tanque :  $V_{\text{tanque}}$

Reemplazando datos en (F-6.1)  $V_{\text{tanque}} = 19.2 \text{ m}^3$

Asumimos una base cuadrada de  $9\text{m}^2$

$$ht = \frac{V_{\text{tanque}}}{3 * 3}$$

$ht = 2.13$  tomamos  $ht = 2.5 \text{ m}$

ht = altura del tanque

Los 37 cm tomamos como superficie libre.

---

<sup>19</sup> Se adopta  $tr = 10 \text{ min}$  para que el volumen calculado sea capaz de abastecer y mantener la planta funcionando si se requiere realizar alguna reparación en la conducción.

### 6.3.2 DISEÑO BOMBA DEL TANQUE REPARTIDOR DE CAUDALES

$Q_i = 32 \text{ l/s}$

Tubería de impulsión:

Velocidad se encuentra entre 0.6 – 2 m/s<sup>20</sup> Se toma velocidad de 2m/s.

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q_i}{v * \pi}} \quad (\text{F-6.2})$$

Donde:

Caudal de diseño :  $Q_i = 0.032 \text{ m}^3/\text{s}$

Velocidad en la tubería de impulsión :  $v \leq 2 \text{ m/s}$

Diámetro tubería de impulsión : D

Reemplazando datos en (F-6.2) :  $D = 0.143 \text{ m}$

Se adopta un D com= 160 mm

$$v_{real} = \frac{4 * Q_i}{\pi * D_{com}^2} \quad (\text{F-6.2b})$$

Donde:

Caudal de diseño :  $Q_i = 0.032 \text{ m}^3/\text{s}$

Diámetro comercial tubería :  $D_{com} = 160 \text{ mm}$

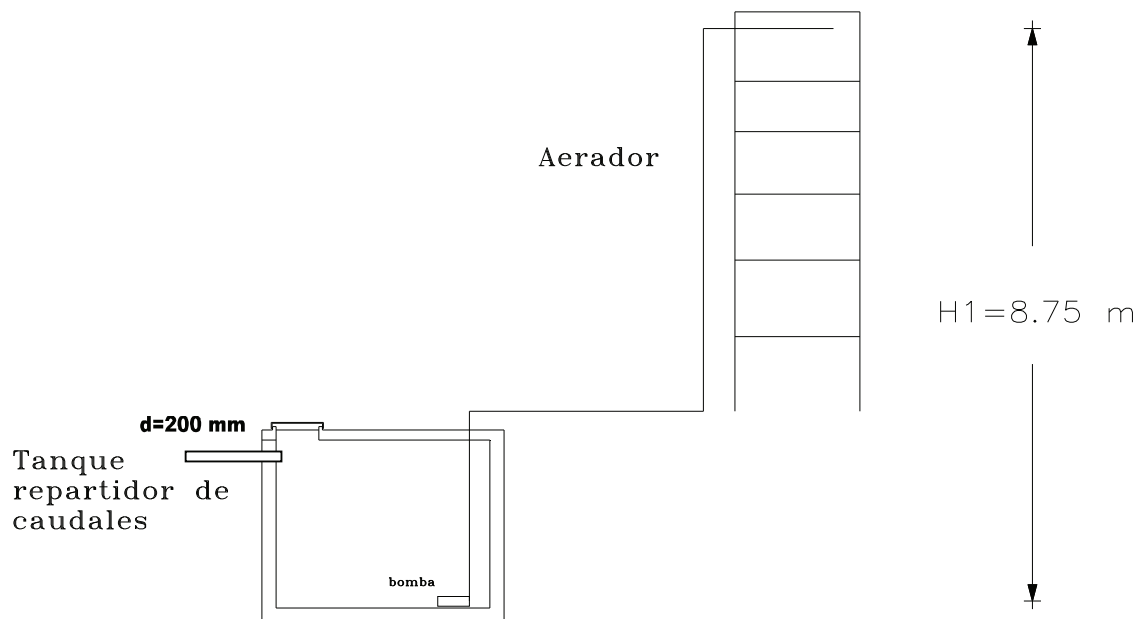
Velocidad real en tubería :  $v_{real}$

Reemplazando datos en (F-6.2b) :  $v_{real} = 1.59 \text{ m/s}$

Se encuentra entre 0.6 – 2 m/s se encuentra dentro de norma

---

<sup>20</sup> [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/Ingenie/Choy\\_B\\_V/cap5.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/Ingenie/Choy_B_V/cap5.htm)



### Altura Estática de Bombeo $H_1$

h dentro del tanque: 2.75 m

Altura del Aerador: 6 m

$$H_1 = 8.75 \text{ m}$$

### Perdida por fricción $H_2$ en tubería de impulsión

$$H_2 = 10.674 * \left( \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right) * L \quad 21 \quad (\text{F-6.3})$$

Donde:

Caudal de diseño :  $Q = 0.032 \text{ m}^3/\text{s}$

Coefficiente de Hazen Williams :  $C = 150$

Diámetro tubería impulsión :  $D = 0.16 \text{ m}$

Longitud tubería impulsión :  $L = 51.41 \text{ m}$

Reemplazando datos en (F-6.3):  $H_2 = 0.66 \text{ m}$

<sup>21</sup> Formula de Hazen Williams, <http://www.afthap.com/descargas/perdidas%20carga.pdf>

### Perdida por accesorios $H_3$

ACCESORIOS	CANT	LONG. EQ.		DIAMETRO	LONG. T. E
		EN #	DIAM.	mm.	m.
Codo 90°	7		5.4	160	37.80
Válvula compuerta bronce .	5		1.2	160	6.00
Válvula check bronce	2		13.9	160	27.80
Unión adaptador HG-PVC	1		2.6	160	2.60
Universal	7		2.6	160	18.20
<b>TOTAL LONGITUD EQUIVALENTE</b>					<b>92.40</b>

$$H_3 = 10.674 * \left( \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right) * L \quad (\text{F-6.3b})$$

Donde:

Caudal de diseño	: Q = 0.034 m <sup>3</sup> /s
Coefficiente de Hazen Williams	: C = 150
Diámetro tubería impulsión	: D = 0.16 m
Longitud tubería impulsión	: L = 92.40 m

Reemplazando datos en (F-6.3b):  $H_3 = 1.18 \text{ m}$

$$ADT = H_1 + H_2 + H_3 \quad (\text{F-6.4})$$

Donde:

Altura dinámica de bombeo	: ADT
Altura estática de bombeo	: $H_1 = 8.75 \text{ m}$
Perdidas por fricción	: $H_2 = 0.66 \text{ m}$
Perdidas por accesorios	: $H_3 = 1.18 \text{ m}$

Reemplazando datos en (F-6.4):  $ADT = 10.59 \text{ m}$

$$P = \frac{Q * ADT}{75 * E} \quad (\text{F-6.5})$$

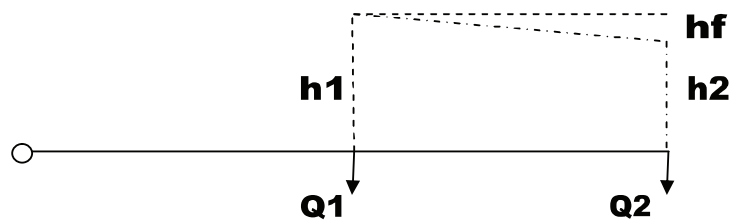
Donde:

Caudal de diseño	: Q = 32 l/s
Altura total de bombeo	: ADT = 10.59 m
Eficiencia	: E = 60 %
Potencia Bomba	: P

Reemplazando datos en (F-6.5):  $P = 7.5 \text{ Hp}$

Se adopta una bomba de 8 hp con una eficiencia teórica del 60 %.

Cálculo del caudal destinado para cada unidad de aeración



$$\frac{Q_2}{Q_1} = 0.97 \approx 1$$

$$\frac{Q_2 = Cd * A * \sqrt{2 * g * h_2}}{Q_1 = Cd * A * \sqrt{2 * g * h_1}} \quad (F - 6.6)$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} = 0.97$$

$$\frac{h_2}{h_1} = 0.97^2$$

$$h_2 = 0.97^2 * h_1$$

$$\Delta h = h_1 - h_2 = h_1(1 - 0.97^2)$$

$$\Delta h = 10.674 \left[ \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right] * L \quad (\text{F-6.7})$$

$$h_1(1 - 0.97^2) = 10.674 \left[ \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right] * L$$

Donde:

Caudal de diseño	: Q = 0.016 m <sup>3</sup> /s
Carga para Q <sub>1</sub>	: h <sub>1</sub> = 10.59 m
Coefficiente de Hazen Williams	: C = 150
Longitud de tubería	: L = 20.3 m <sup>22</sup>
Diámetro tubería	: D

Reemplazando datos en (F-6.7): D = 0.153 m = 152.78 mm

El diámetro de la tubería que se adopta para que el caudal que ingresa hacia los aeradores sea aproximadamente iguales es de 160 mm.

### 6.3.3 DISEÑO AERADOR DE BANDEJAS

La aeración es el proceso de tratamiento mediante el cual se incrementa el área de contacto del agua con el aire para facilitar el intercambio de gases y sustancias volátiles y a su vez remover sustancias como el hierro.

El Aerador será diseñado para un caudal del 32 l/s, el mismo que será utilizado para incorporar oxígeno al agua para oxidar los compuestos ferrosos.

#### CARGA HIDRÁULICA

“La carga hidráulica del Aerador T.A. es de 6 l/s\*m<sup>2</sup>, valor recomendado para remover hierro con una eficiencia del 70 al 80 % y con una efectividad del 80 al 90 %.”<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> Longitud de tubería más altura del aerador

$$T.A. = 6 \frac{l}{s * m^2} * \frac{m^3}{1000 l} * \frac{86400 s}{día} = 518.40 \frac{m^3}{m^2 * día}$$

$$A = \frac{Q}{T.A.} = \frac{32 \frac{l}{s} * \frac{86400}{día} * \frac{m^3}{1000 l}}{518.40 \frac{m^3}{m^2 * día}} \quad (F-6.7)$$

$$At = 5.33 \text{ m}^2$$

Donde:

Área total de aeración: At

#### ALTURA TOTAL

La altura total recomendada para remoción de hierro se encuentra entre 2-2.5 m, recomendando para una eficiencia del 90 % que se adopte una altura de 2m.<sup>24</sup>

#### NÚMERO DE BANDEJAS Y SEPARACIÓN ENTRE BANDEJAS

El número de bandejas recomendado es de 6 unidades a una separación entre bandejas de 40 cm.<sup>25</sup>

#### TIEMPO DE EXPOSICIÓN (t)

$$t = \sqrt{\frac{2 * H * n}{g}} \quad (F-6.8)$$

<sup>23</sup> Tomado tesis TES019P del Ing. Jorge Montero Oxidación de hierro por medio de aeradores a gravedad de bandejas múltiples capítulo 5.2.2

<sup>24</sup> Tomado tesis TES019P del Ing. Jorge Montero Oxidación de hierro por medio de aeradores a gravedad de bandejas múltiples capítulo 5.2.1

<sup>25</sup> Tomado tesis TES019P del Ing. Jorge Montero Oxidación de hierro por medio de aeradores a gravedad de bandejas múltiples capítulo 5.2.3

Donde:

Altura total de aeración :  $H = 2 \text{ m}$

Número de bandejas :  $n = 6$

Gravedad :  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

Reemplazando datos en (F-6.8) :  $t = 1.56 \text{ seg}$

### ÁREA DE AERACIÓN

Asumiendo bandejas cuadrados de aeración de 1.20 m de lado

$$A_i = 1.2 * 1.2 = 1.44 \text{ m}^2$$

### NÚMERO DE UNIDADES DE AERACIÓN REQUERIDA ( N )

$$N = \frac{At}{A_i} \quad (\text{F-6.9})$$

Donde:

Área total de filtración :  $At = 5.33 \text{ m}^2$

Área de cada unidad de filtración :  $A_i = 1.44 \text{ m}^2$

Reemplazando datos en (F-6.9) :  $N = 4$

### MEDIO DE CONTACTO

El medio de contacto más favorable y efectivo para remoción de hierro es el que tenga una superficie áspera como es el carbón de coque sin embargo este material es difícil de conseguir y tiene un costo elevado en relación a materiales que existe en nuestro medio que incluso tienen mejor eficiencia que dicho material como son la lava volcánica y la piedra caliza.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> Tomado tesis TES019P del Ing. Jorge Montero Oxidación de hierro por medio de aeradores a gravedad de bandejas múltiples capítulo 5.2.4



Analizando la disponibilidad de estos materiales en nuestro medio se escoge piedra caliza además en un medio de contacto de alta eficiencia recomendado para la remoción de hierro.

### RESUMEN

Tipo: Aerador de bandejas

Carga Hidráulica:  $6 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$

Efectividad: 80 al 90%

Área de filtración:  $5.67 \text{ m}^2$

Altura Total de aeración: 2 m

Número de bandejas: 6

Separación entre bandejas: 40 cm

Tiempo de exposición: 1.56 s

Área de bandejas:  $1.44 \text{ m}^2$

Número de unidades de aeración requerida: 4

Medio de contacto: Piedra caliza

### 6.3.4 FILTROS LENTOS DE ARENA

La filtración del agua consiste en hacerla pasar por sustancias porosas que puedan retener o remover algunas de sus impurezas. Por lo general, se utiliza como medio poroso la arena soportada por capas de piedras, debajo de las cuales existe un sistema de drenaje.

Con el paso del agua a través de un lecho de arena se produce lo siguiente:

- La remoción de materiales en suspensión y sustancias coloidales;
- La reducción de las bacterias presentes;
- La alteración de las características del agua, inclusive de sus características químicas.

Los filtros lentos de arena serán diseñados para un caudal del 32 l/s, el mismo que será utilizado para filtrar el agua que ingresa después de salir del Aerador.

Se ha elegido una carga superficial para el diseño de los filtros lentos de 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día tomado de Criterios y Bases de diseño de Potabilización del Ing. Milton Silva en donde establece que la Tasa de Filtración para este tipos de filtros se encuentra entre 2 – 8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*día

Superficie filtrante:

$$\text{Área filtro} = \frac{Q}{\text{Tasa de filtración}} \quad (\text{F-6.10})$$

$$\text{Área filtro} = \frac{2764.80 \text{ m}^3/\text{día}}{5 \text{ m}^3/\text{m}^2 * \text{día}}$$

$$\text{Área filtro} = 552.96 \text{ m}^2$$

NÚMERO DE FILTROS:

El número de filtros lentos se escoge en base a la tabla 6.3, dependiendo del Área de filtración calculada.

**TABLA 6.3**  
**NÚMERO (N) Y TAMAÑO ÓPTIMO DE FILTROS LENTOS**

Área m <sup>2</sup>	Número De filtros	Dimensiones m	
		Longitud	Ancho
300	3	12.24	8.10
400	3	14.14	9.34
500	3	15.88	10.43
552.96	3	15.82	11.65
600	3	17.31	11.43
700	3	18.70	12.34
800	3	20.00	13.20
900	3	21.21	14
1000	3	22.36	14.75

**FUENTE:** Libro "Purificación Del Agua" - Jairo Alberto Romero Rojas-Primera Edición –Pág. 245

Teniendo un área de filtración de 604 m<sup>2</sup>

$$\text{Área por filtro} = \frac{552.96}{3}$$

$$\text{Área por filtro} = 184.32 \text{ m}^2$$

ANCHO Y LARGO DEL FILTRO:

Se adopta:

Ancho=11.65 m

$$\text{largo} = \frac{A}{\text{ancho}}$$

$$\text{ancho} = \frac{184.32}{11.65}$$

$$\text{ancho} = 15.82 \text{ m}$$

## TUBERÍA DE ENTRADA AL FILTRO

Velocidad se encuentra entre 0.6 – 2 m/s<sup>27</sup> Se toma velocidad de 2m/s.

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q_i}{v * \pi}} \quad (F-6.11)$$

Donde:

Caudal de diseño :  $Q_i = 0.032/3 = 0.011 \text{ m}^3/\text{s}$

Velocidad en la tubería de impulsión :  $v \leq 2 \text{ m/s}$

Diámetro de la tubería : D

Reemplazando datos en (F-6.11) : D= 0.083 m

Se adopta un D com= 90 mm

### Canal de entrada a los filtros

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}} \quad (F - 6.13)$$

Donde:

Caudal de entrada al canal :  $Q = 0.032 \text{ m}^3/\text{s}$

Coefficiente de manning :  $n = 0.013$

Área del canal :  $A = a * y = 0.04 \text{ m}^2$

---

<sup>27</sup> [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/Ingenie/Choy\\_B\\_V/cap5.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/Ingenie/Choy_B_V/cap5.htm)

Altura de agua en el canal :  $y = 0.20 \text{ m}$   
 Ancho de canal :  $a = 0.20 \text{ m}$   
 Pendiente del canal :  $I$   
 Reemplazando datos en (F-6.13)  $I = 0.40 \%$

#### SISTEMA DE DRENAJE

El sistema de drenaje sirve para dar soporte al medio filtrante y evitar que este sea acarreado con el agua filtrada y asegurar una tasa de filtración uniforme sobre toda el área filtrante.

Para el diseño de drenajes cuando se utilizan tubos perforados se utilizan los parámetros de la tabla 6.4 Y 6.5

**TABLA 6.4**  
**PARÁMETROS DE DISEÑO PARA DRENAJES POR TUBERÍAS**

Velocidad máxima en el distribuidor	0.3 m/s
Velocidad máxima en los laterales	0.3 m/s
<u>Área total de orificio</u> Área del lecho	$(1.5 \text{ a } 5) * 10^{-3}$
<u>Área del principal</u> Área del lateral	1.5 a 3
<u>Área del lateral</u> Área de orificios servida por el lateral	2 a 4

FUENTE: "Potabilización" – Ing. Milton Silva – Capítulo 6.5.2

**TABLA 6.5**  
**PARAMETROS DE DISEÑO LATERALES**

Espaciamiento de los laterales	1-2 m
Diámetro de los orificios de los laterales	6.5mm – 15.8 mm
Espaciamiento de los orificios de los laterales	7.5cm – 25 cm
Altura entre tubo y fondo del filtro	3.5 cm
Velocidad en orificio	3 – 5 m/s

FUENTE: "Teoría y práctica de la Purificación del Agua" – Ing. Jorge Arboleda Valencia – Pág. 480

Diámetro de orificios en laterales

Se asume un diámetro de 10 mm y velocidad en orificio de 3 m/s de la tabla 6.4

$$A_o = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (F-6.14)$$

Donde:

Diámetro asumido de orificio : D = 0.01 m

Área de cada orificio : A<sub>o</sub>

Reemplazando datos en (F-6.14) A<sub>o</sub>=0.000078 m<sup>2</sup> = 0.785 cm<sup>2</sup>

$$Q_o = A_o * v_o \quad (F-6.15)$$

Donde:

Velocidad en orificio : v = 3 m/s (Ver tabla 6.5)

Área de cada orificio : A<sub>o</sub> = 0.0000785 m<sup>2</sup>

Caudal que ingresa a cada orificio : Q<sub>o</sub>

Reemplazando datos en (F-6.15) Q<sub>o</sub>=0.0002356 m<sup>3</sup>/s

Tomando una separación de 1m entre laterales tomado de la tabla 6.5 tenemos:

$$\#lat = n * \frac{L}{el} \quad (F-6.16)$$

Donde:

Longitud total del filtro : L = 15.82 m

Separación entre laterales : el = 1 m

Número de laterales : #lat

Número de laterales por lado : n = 2

Reemplazando datos en (F-6.16) #lat = 32

Tomando una separación entre orificios de 8 cm tomado de los rangos de la tabla 6.5 tenemos:

$$\#orif / lateral = 2 * \frac{Ll}{e} \quad (F-6.17)$$

Donde:

Longitud de cada lateral :  $Ll = 563 \text{ cm}$

Separación entre orificios :  $e = 8 \text{ cm}$

Número de laterales :  $\#lat$

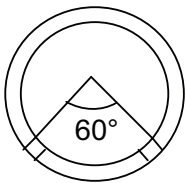
Número de orificios por lateral :  $\#orif/lateral$

Reemplazando datos en (F-6.17)  $\#orif/lateral = 141$

Nota: Se multiplica por 2 debido a que se realiza dos orificios en la misma vertical formando  $60^\circ$  entre sí como consta en la grafica 6.1

### GRAFICA 6.1

#### DETALLES DE PERFORACIONES EN LATERALES



**FUENTE:** "Teoría y práctica de la Purificación del Agua" – Ing. Jorge Arboleda Valencia – Pág. 480

$$\#Total \ orif = \#lat * \#orif / lateral \quad (F-6.18)$$

Donde:

Número de laterales :  $\#lat = 32$

Número de orificios por lateral :  $\#orif/lateral = 141$

Número total de orificios :  $\#Total \ orif$

Reemplazando datos en (F-6.18)  $Total \ orif = 4512$

$$Ato = Ao * \#Total \ orif \quad (F-6.19)$$

Donde:

Área total de orificios :  $Ato$

Área de cada orificio :  $Ao = 0.0000785 \text{ m}^2$

Número total de orificios : #Total orif = 4512

Reemplazando datos en (F-6.19)  $A_{to} = 0.354 \text{ m}^2$

$$\frac{\text{Área total de orificios}}{\text{Área total de filtración}} = \frac{0.354 \text{ m}^2}{184.30 \text{ m}^2}$$

$$\frac{\text{Área total de orificios}}{\text{Área total de filtración}} = 0.0019 \text{ ok}$$

Se encuentra dentro de los parámetros (0.0015 a 0.005) de la tabla 6.4

### Diámetro del lateral

$$A_{tol} = A_o * \#orif / lateral \quad (F-6.20)$$

Donde:

Área total de orificios en un lateral :  $A_{tol}$

Área de cada orificio :  $A_o = 0.000078 \text{ m}^2$

Número de orificios por lateral :  $\#orif/lateral = 141$

Reemplazando datos en (F-6.20)  $A_{tol} = 0.01105 \text{ m}^2$

$$\frac{A_{\text{tubo lateral}}}{A_{orif / lateral}} = 2 - 4 \text{ Ver tabla 6.4}$$

$A_{\text{sumimos}} = 2$

$$A_{\text{tubo lateral}} = 2 * A_{tol} \quad (F-6.21)$$

$$A_{\text{tubo lateral}} = 2 * 0.01105 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{tubo lateral}} = 0.022 \text{ m}^2$$



$$\phi_{\text{int}} = \sqrt{\frac{4 * A_{\text{tubo lateral}}}{\pi}} * 1000 \quad (\text{F-6.22})$$

Donde:

Área del lateral :  $A_{\text{tubo lateral}} = 0.022 \text{ m}^2$

Diámetro interno del lateral :  $\Phi_{\text{int}}$

Reemplazando datos en (F-6.22)  $\Phi_{\text{int}} = 167.78 \text{ mm}$

Tomamos una tubería de diámetro nominal de 200 mm y un diámetro interno de 187.6 mm para una presión de trabaja de 0.80 Mpa.

$$A_{\text{tubo lateral real}} = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A_{\text{tubo lateral real}} = \frac{\pi * \left(\frac{187.6}{2}\right)^2}{4}$$

$$A_{\text{tubo lateral real}} = 0.0276 \text{ m}^2$$

$$\frac{A_{\text{tubo lateral}}}{A_{\text{tol}}} = \frac{0.0276}{0.0111}$$

$$\frac{A_{\text{tubo lateral}}}{A_{\text{tol}}} = 2.5 \text{ ok}$$

Se encuentra dentro de la norma de 2- 4 (ver tabla 6.4)

#### Diámetro del colector principal

Tomamos dos laterales por ramal para el colector por lo tanto:

$$A_{\text{lateral}} = 2 * A_{\text{tubo lateral}}$$

$$A_{\text{lateral}} = 2 * 0.0276$$

$$A_{\text{lateral}} = 0.0553 \text{ m}^2$$

$$\frac{A \text{ tubo colector}}{A \text{ lateral}} = 1.5-3 \text{ ver tabla 6.4}$$

$$A \text{sumimos} = 2$$

$$A \text{ tubo colector} = 2 * A \text{ lateral}$$

$$A \text{ tubo colector} = 2 * 0.0553 \text{ m}^2$$

$$A \text{ tubo colector} = 0.111 \text{ m}^2$$

$$\phi \text{ int} = \sqrt{\frac{4 * A \text{ tubo colector}}{\pi}} * 1000$$

$$\phi \text{ int} = 375.20 \text{ mm}$$

Tomamos una tubería de diámetro nominal de 400 mm y un diámetro interno de 375.20 mm para una presión de trabajo de 0.80 Mpa.

$$A \text{ tubo colector} = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A \text{ tubo colector} = \frac{\pi * \left(\frac{375.20}{2}\right)^2}{4}$$

$$A \text{ tubo colector} = 0.1106 \text{ m}^2$$

$$\frac{A \text{ tubo colector}}{A \text{ lateral}} = \frac{0.1106}{0.0553}$$

$$\frac{A \text{ tubo lateral}}{A \text{ orif / lateral}} = 2 \text{ ok}$$

Se encuentra dentro de la norma de 1.5- 3

#### Composición del lecho filtrante:

El lecho filtrante estará compuesto de 1.4 m de arena con un TE entre 0.15 a 0.35 mm y un CU=2-3 tomado de la tabla 6.6, en lo que respecta a la capa de grava este será de 35 cm, tomado de la tabla 6.7 para cuatro camadas.

La altura de agua sobrenadante se adopta de 1.5 m tomada de la tabla 6.6

**TABLA 6.6**  
**PARAMETROS DE DISEÑO DEL LECHO FILTRANTE**

Altura de agua sobrenadante	1 – 1.5 m
Profundidad del medio filtrante (arena)	1 – 1.4 m
Profundidad del sistema de drenaje (grava)	0.3 - 0.5 m
Granulometría del medio filtrante	$d_{10}=0.15 - 0.35$ mm
	CU=2 - 3

FUENTE: “Potabilización” – Ing. Miltón Silva – Capítulo 6.5.2

**TABLA 6.7**  
**TAMAÑO DE GRAVA**

TRES CAMADAS		CUATRO CAMADAS	
$\frac{3}{4}'' - 2''$	0.175 m	$\frac{3}{4}'' - 2''$	0.175 m
$3/8'' - \frac{3}{4}''$	0.075 m	$3/8'' - \frac{3}{4}''$	0.075 m
$3/16'' - 3/8''$	0.075 m	$3/16'' - 3/8''$	0.050 m
		$3/32'' - 3/16''$	0.050 m

FUENTE: “Potabilización” – Ing. Miltón Silva – Capítulo 6.5.2

### CÁLCULO DE PERDIDAS DE CARGA EN LECHO FILTRANTE

a) En la arena

$$Hf_{arena} = f \frac{L\lambda}{g} v \frac{(1-P_o)^2}{P_o^3} \left[ \frac{6}{C_e D_c} \right]^2 \quad (F-6.23)$$

Donde:

Coeficiente de Kozeny :  $f = 5^{28}$

<sup>28</sup> Constante experimental y adimensional igual a 5, Ref. Libro de José Arboleda CEPIS

Altura del lecho	: L = 140 cm
Gravedad	: g = 981 cm/sg <sup>2</sup>
Viscosidad cinemática	: Y = 1.054E-2 cm <sup>2</sup> /s
Porosidad	: Po = 0.355 (Ver Tabla 6.8)
Coeficiente de esfericidad	: Ce = 0.95 (Para partículas esféricas)
Diámetro de arena	: Dc= 0.022 cm (ver tabla 6.6 lecho filtrante)
Velocidad de filtración=	: v= 0.0058 cm/s

Reemplazando datos en (F-6.23)  $Hf_{arena} = 48.81$  cm

**TABLA 6.8**  
**FACTORES DE EFERICIDAD Y FORMA DE LOS MATERIALES GRANULARES Y POROSIDADES TÍPICAS.**

Item	Descripción	Esfericidad (Ce)	Factor de Forma (s)	Porosidad (Po)
1	Esféricos	0,95	6	0,355
2	Desgastados	0,94	6,1	0,375
3	Redondeados	0,82	6,4	0,400
4	Agudos	0,81	7,4	0,415
5	Angulares	0,78	7,7	0,430
6	Triturados	0,7	8,5	0,480

FUENTE: Libro de Tratamiento de aguas residuales - UNI

b) En la grava (capa inferior)

$$Hf_{grava} = f \frac{L\lambda}{g} v \frac{(1-P_o)^2}{P_o^3} \left[ \frac{6}{C_e D_c} \right]^2 \quad (F-6.24)$$

Donde:

Coeficiente de Kozeny	: f = 5 <sup>29</sup>
Altura del lecho	: L = 17.5 cm (ver tabla 6.7)
Gravedad	: g = 981 cm/sg <sup>2</sup>

<sup>29</sup> Constante experimental y adimensional igual a 5, Ref. Libro de José Arboleda CEPIS

Viscosidad cinemática :  $\gamma = 1.054E-2 \text{ cm}^2/\text{s}$   
 Porosidad :  $P_o = 0.4$  (Ver Tabla 6.8)  
 Coeficiente de esfericidad :  $C_e = 0.82$  (Para partículas esféricas)  
 Diámetro de arena :  $D_c = 3.49 \text{ cm}$  (ver tabla 6.6 lecho filtrante)  
 Velocidad de filtración= :  $v = 0.0058 \text{ cm/s}$   
 Reemplazando datos en (F-6.24)  $H_{f_{grava}} = 0.0002 \text{ cm}$

c) En la grava (capa intermedia)

$$H_{f_{grava}} = f \frac{L\lambda}{g} v \frac{(1-P_o)^2}{P_o^3} \left[ \frac{6}{C_e D_c} \right]^2 \quad (\text{F-6.24})$$

Donde:

Coeficiente de Kozeny :  $f = 5^{30}$   
 Altura del lecho :  $L = 7.5 \text{ cm}$  (ver tabla 6.7)  
 Gravedad :  $g = 981 \text{ cm/sg}^2$   
 Viscosidad cinemática :  $\gamma = 1.054E-2 \text{ cm}^2/\text{s}$   
 Porosidad :  $P_o = 0.4$  (Ver Tabla 6.8)  
 Coeficiente de esfericidad :  $C_e = 0.82$  (Para partículas esféricas)  
 Diámetro de arena :  $D_c = 2.86 \text{ cm}$  (ver tabla 6.6 lecho filtrante)  
 Velocidad de filtración= :  $v = 0.0058 \text{ cm/s}$   
 Reemplazando datos en (F-6.24)  $H_{f_{grava}} = 0.00013 \text{ cm}$

---

<sup>30</sup> Constante experimental y adimensional igual a 5, Ref. Libro de José Arboleda CEPIS

d) En la grava (capa intermedia)

$$Hf_{grava} = f \frac{L\lambda}{g} v \frac{(1-P_o)^2}{P_o^3} \left[ \frac{6}{C_e D_c} \right]^2 \quad (F-6.24)$$

Donde:

- Coeficiente de Kozeny :  $f = 5^{31}$
- Altura del lecho :  $L = 5$  cm (ver tabla 6.7)
- Gravedad :  $g = 981$  cm/sg<sup>2</sup>
- Viscosidad cinemática :  $Y = 1.054E-2$  cm<sup>2</sup>/s
- Porosidad :  $P_o = 0.4$  (Ver Tabla 6.8)
- Coeficiente de esfericidad :  $C_e = 0.82$  (Para partículas esféricas)
- Diámetro de arena :  $D_c = 0.72$  cm (ver tabla 6.6 lecho filtrante)
- Velocidad de filtración= :  $v = 0.0058$  cm/s

Reemplazando datos en (F-6.24)  $Hf_{grava} = 0.0013$  cm

e) En la grava (superior)

$$Hf_{grava} = f \frac{L\lambda}{g} v \frac{(1-P_o)^2}{P_o^3} \left[ \frac{6}{C_e D_c} \right]^2 \quad (F-6.24)$$

Donde:

- Coeficiente de Kozeny :  $f = 5^{32}$
- Altura del lecho :  $L = 5$  cm (ver tabla 6.7)
- Gravedad :  $g = 981$  cm/sg<sup>2</sup>
- Viscosidad cinemática :  $Y = 1.054E-2$  cm<sup>2</sup>/s

---

<sup>31</sup> Constante experimental y adimensional igual a 5, Ref. Libro de José Arboleda CEPIS

<sup>32</sup> Constante experimental y adimensional igual a 5, Ref. Libro de José Arboleda CEPIS

- Porosidad :  $P_o = 0.4$  (Ver Tabla 6.8)  
 Coeficiente de esfericidad :  $C_e = 0.82$  (Para partículas esféricas)  
 Diámetro de arena :  $D_c = 0.36$  cm (ver tabla 6.6 lecho filtrante)  
 Velocidad de filtración= :  $v = 0.0058$  cm/s

Reemplazando datos en (F-6.24)  $H_{f_{grava}} = 0.0053$  cm

### Pérdidas en orificios

EN LOS ORIFICIOS

FORMULA DE TORRICELLI

$$H_o = \frac{Q_o^2}{C d^2 * A_o^2 * 2 * g}$$

$$Q_o = \frac{Q_f}{\#totalorificios}$$

Donde:

Qo = Caudal de cada orificio				
Cd para orificios =			<b>0.60</b>	
Ao = Area de cada orificio =			<b>0.000079 m2</b>	
Aot = Area total de orificios = Ao x # orificios =			<b>0.375852291 m2</b>	
g = aceleración de la gravedad = 9,81			<b>9.81 m/seg2</b>	
Qf = Caudal a filtrarse o drenar =			<b>10.667 lit/seg</b>	<b>0.010666667 m3/seg</b>
# total de orificios =			<b>4785.5 ORIFICIOS</b>	

Qo =	2.22896E-06	m3/seg		
Ho =	0.000114	m	0.011403063	cm

$$H_{f_{lecho}} = H_{f_{arena}} + H_{f_{grava}} + H_o$$

$$H_{f_{lecho}} = 48.81 + (0.0002 + 0.00013 + 0.0013 + 0.0053) + 0.011$$

$$H_{f_{lecho}} = 48.80 \text{ cm}$$

**RESUMEN:**

El dimensionamiento del diseño de los filtros lentos de arena se describe a continuación:

Caudal: 32 l/s

Tasa de filtración: 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.día

Superficie filtrante: 552.90 m<sup>2</sup>

Número de filtros: 3 unidades

Ancho de cada filtro: 11.65 m

Largo de cada filtro: 15.82 m

Altura sobrenadante: 1.5 m

Composición de lecho filtrante:

Altura de arena, 1.4 m, T.E = 0.15-0.35 mm, C.U = 2-3

Altura de grava, 0.35 m

La altura de agua sobre el vertedero entrada = 2.29 cm

Número de laterales = 32 Laterales por filtro

Total laterales = 102

Longitud de cada lateral = 563 cm

Perforaciones por c/lateral = 141 Orificios

Diámetro de perforación = 10mm

Separación entre Orificios = 8 cm

Separación entre Laterales 1 m



### 6.3.5 DESINFECCIÓN

La dosificación de cloro que se utilizara para la desinfección del agua obtenida del afluente de los filtros de arena que tiene un caudal de 32 l/s .

La desinfección del agua se realizará directamente en el tanque de reserva, mediante la aplicación de hipoclorito de sodio, con una concentración de 3 mg/l<sup>33</sup>, para lo cual se dispondrá una caseta de cloración con su respectivo tanque hipoclorador, construido sobre la losa de tanque de reserva, desde donde se inyectara la solución de cloro para la reserva.

En nuestro caso, en vista de que el agua proviene de una fuente superficial, se utiliza la dosificación de 3 mg/l de hipoclorito de sodio ya que en invierno el agua puede contener mayor contenido de entes patógenos.

Peso de cloro necesario:

$$Q = 0.034 \frac{m^3}{s} * 3600 \frac{s}{h}$$

$$Q = 122.4 \frac{m^3}{h}$$

$$P = \frac{Q * D * T}{1000 * I} \quad (F-6.25)$$

Donde:

Caudal de diseño	: Q = 122.4 m <sup>3</sup> /h
Dosis de cloro necesaria	: D = 3 mg/l
Periodo de almacenamiento de la solución	: T = 24 horas
Contenido de cloro	: I = 70 %
Peso de cloro necesario	: P

Reemplazando datos en (F-6.25) P = 12.59 Kg

---

<sup>33</sup> Dosaje máximo Manual de diseño y construcción CEPIS

Volumen del hipoclorador.

$$V = \frac{P}{5 * C} \quad (\text{F-6.26})$$

Donde:

Concentración de la solución : C = 5<sup>34</sup>

Peso de cloro necesario : P= 12.59 Kg

Reemplazando datos en (F-6.26)  $V = 0.5 \text{ m}^3$

Se adopta un tanque hipoclorador con un volumen de 500 litros, con una dosificación de 3mg/l de hipoclorito de sodio, con una concentración de cloro en la solución del 5 %<sup>34</sup> y con un tiempo de duración de 24 horas.

**6.3.5.1 DISEÑO TANQUE CONTACTO PARA MEZCLA DE CLORO**

El tanque será diseñado para un caudal de 32 l/s, el mismo que será utilizado para almacenamiento de agua

$$V_{\text{tanque}} = Q * tr \quad (\text{F-6.1})$$

Donde:

Caudal de diseño : Q = 0.032 m<sup>3</sup>/s

Tiempo de retención : tr = 1.5 min<sup>35</sup>

Volumen del tanque : V<sub>tanque</sub>

Reemplazando datos en (F-6.1)  $V_{\text{tanque}} = 2.88 \text{ m}^3$

Se toma un valor de 3 m<sup>3</sup>

Asumimos una base cuadrada de 1.5 m x 1.3 m

---

<sup>34</sup> Concentración de hipoclorito de sodio similar al cloro doméstico

<sup>35</sup> Se adopta tr= 1.5 min , para obtener un volumen suficiente para el tanque de cloración.

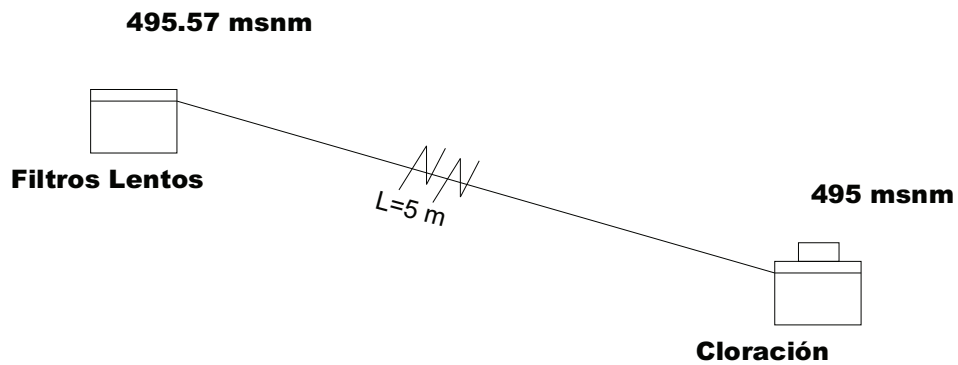
$$ht = \frac{V_{\text{tanque}}}{1.5 * 1.3}$$

$$ht = 1.54 \text{ tomamos } ht = 1.85 \text{ m}$$

ht = altura del tanque

Dejamos 31 cm de superficie libre.

### Cálculo Diámetro De La Tubería Desde Los Filtros Hasta La Cloración



$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

$$z_1 - z_2 = 10.674 \left( \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right) * L + \sum K \left( \frac{Q}{\frac{\pi}{4} * D^2} \right)^2 \frac{1}{2 * g} \quad (\text{F-6.27})$$

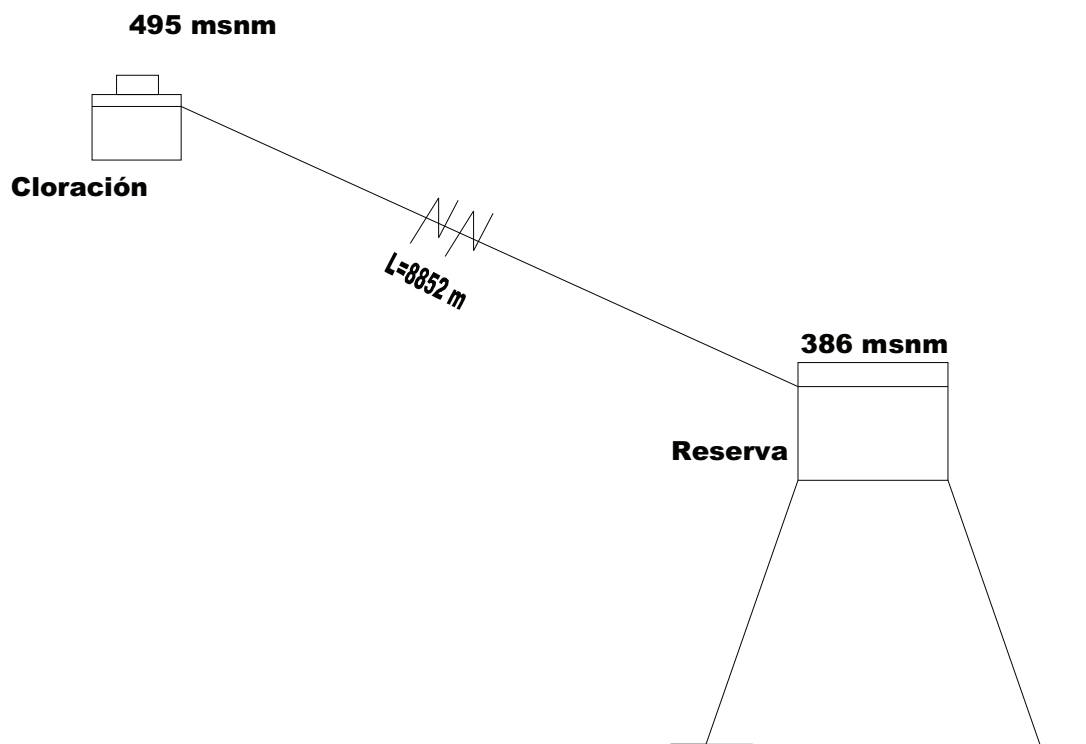
Donde:

Caudal de diseño	: Q = 0.032 m <sup>3</sup> /s
Cota tanque de cloración	: Z <sub>1</sub> = 495.57 msnm
Cota tanque de reserva	: Z <sub>2</sub> = 495.00 msnm

Coeficiente de Hazen Williams	: C = 150
Longitud de la tubería	: L = 5 m
Coeficiente de accesorio	: K = 4 <sup>36</sup>
Gravedad	: g = 9.81 m/s <sup>2</sup>
Diámetro de tubería	: D

Reemplazando datos en (F-6.27)  $D = 0.160 \text{ m} = 160 \text{ mm}$

### Cálculo Diámetro De La Tubería Desde La Cloración Hasta La Reserva




---

<sup>36</sup> K= suma de accesorios, universales, adaptador, válvula de compuerta, codos, tee

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

$$z_1 - z_2 = 10.674 \left( \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} \right) * L + \sum K \left( \frac{Q}{\frac{\pi}{4} * D^2} \right)^2 \frac{1}{2 * g} \quad (\text{F-6.27a})$$

Donde:

Caudal de diseño	: Q = 0.032 m <sup>3</sup> /s
Cota tanque de cloración	: Z <sub>1</sub> = 495 msnm
Cota tanque de reserva	: Z <sub>2</sub> = 386 msnm
Longitud de la tubería	: L = 5882 m
Coefficiente de Hazen Williams	: C = 150
Coefficiente de accesorio	: K = 2 <sup>37</sup>
Gravedad	: g = 9.81 m/s <sup>2</sup>
Diámetro de tubería	: D

Reemplazando datos en (F-6.1a)  $D = 0.160 \text{ m} = 160 \text{ mm}$

---

<sup>37</sup> K= suma de accesorios , universales, adaptador, válvula de compuerta

## CAPÍTULO 7

### RESERVA FRANCISCO DE ORELLANA-COCA

El caudal de diseño para la reserva de Fco de Orellana para una población Urbana proyectada para el año 2032 de 99629 habitantes y para una población periférica de 11773 habitantes es:

#### CAUDAL MEDIO DIARIO

$$Q_{md} = \frac{P_f * D_f}{86400} \quad (F-5.1)$$

**TABLA 7.1**

#### **CAUDAL MEDIO DIARIO PARA POBLACIÓN FCO ORELLANA**

	<b>Qmd (l/s)</b>
<b>Fco Orellana Urbano</b>	266.37
<b>Fco de Orellana Periferia</b>	30.80

ELABORADO: ENVER ZUÑIGA M.

### 7.1 VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO

En el proyecto se tomaron en consideración los siguientes volúmenes de almacenamiento: volumen de regulación y protección contra incendios.

#### 7.1.1 VOLUMEN DE REGULACIÓN (V<sub>r</sub>)

Francisco de Orellana urbano:

$$V_r = C * Q_{md} * 864 \quad (F-7.1)$$

Donde:

Coficiente de regulación : C = 0.2 – 0.25, tomando 0.25

Caudal medio diario : Q<sub>m</sub> = 266.37 l/s

Reemplazando datos en (F-7.1) V<sub>r</sub> = 5753.57 m<sup>3</sup>

Francisco de Orellana Periferia:

$$V_r = C * Q_{md} * 864 \quad (F-7.1)$$

Donde:

Coefficiente de regulación :  $C = 0.2 - 0.25$ , tomando 0.25

Caudal medio diario :  $Q_m = 30.80$  l/s

Reemplazando datos en (F-7.1)  $V_r = 665.18$  m<sup>3</sup>

### 7.1.2 VOLUMEN DE INCENDIO

Francisco de Orellana urbano:

**TABLA 7.2**  
**VOLUMEN DE INCENDIO**

Tamaño de la población (habitantes) (l/s)	Caudal de Incendio (l/s)	Duración del Incendio (horas)	Volumen del almacenamiento (m <sup>3</sup> )
5000 a 15000	8	3	90
15000 a 30000	16	3	170
30000 a 60000	24	3	260
60000 a 120000	40	4	580
120000 a 200000	48	4	690
200000 a 300000	64	4	920

Fuente: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/cos30867.pdf>

$V_i = 580$  m<sup>3</sup> Ver tabla 7.2 para población 99629 hab

Francisco de Orellana Periferia:

$V_i = 90$  m<sup>3</sup> Ver tabla 7.2 para población 11773 hab

### 7.1.3 VOLUMEN TOTAL

Francisco de Orellana urbano:

$$V_t = V_r + V_i + V_e$$

$$V_t = 5753.57 + 580$$

$V_r = 6333.57$  m<sup>3</sup> Francisco de Orellana Periferia:

$$V_t = V_r + V_i + V_e \quad (\text{F-7.2})$$

$$V_t = 665.18 + 90$$

$$V_t = 755$$
 m<sup>3</sup>

El diseño considera, la implementación de la reserva Fco. De Orellana en la ciudad de Fco. De Orellana.

La reserva total es de 6333.57 m<sup>3</sup> para lo cual se adopta un volumen de 6300 m<sup>3</sup> para la población Urbana de Fco de Orellana.

En la ciudad de Fco de Orellana existe un tanque de reserva de 2500 m<sup>3</sup> en buen estado, por lo tanto tenemos un volumen de reserva remanente de 3800 m<sup>3</sup>.

Por lo tanto la reserva a construirse tendrá un volumen de capacidad de 3800 m<sup>3</sup>.

Para la periferia de Fco de Orellana tenemos un volumen de 775 m<sup>3</sup> para el cual adoptamos un volumen de 800 m<sup>3</sup>, el mismo que será ubicado en la periferia buscando un punto de equilibrio de las distancias en donde se encuentran las comunidades para las cuales va a servir la reserva.

Se construirá un tanque de reserva enterrado de tanto en lo urbano como en la periferia que cumpla con el volumen requerido, y a su vez se recomienda construir un tanque de 100 m<sup>3</sup> para cada una de la reservas que será de tipo elevado para la distribución del agua a la comunidad.

La transición de agua desde el tanque enterrado al tanque elevado se lo hará por medio de un sistema de bombeo.



## CAPÍTULO 8

### RESERVA LA JOYA DE LOS SACHAS

El caudal de diseño para la reserva de Joya de los Sachas para una población Urbana proyectada para el año 2032 de 29102 habitantes y para una población periférica de 11488 habitantes es:

#### CAUDAL MEDIO DIARIO

$$Q_{md} = \frac{P_f * D_f}{86400} \quad (F-5.1)$$

**TABLA 8.1**  
**CAUDAL MEDIO DIARIO PARA POBLACIÓN JOYA DE LOS SACHAS**

	Qmd (l/s)
<b>Joya de los Sachas Urbano</b>	77.81
<b>Joya de los Sachas Periferia</b>	30.05

ELABORADO: ENVER ZUÑIGA M.<sup>38</sup>

#### **8.1 VOLUMENES DE ALMACENAMIENTO**

En el proyecto se tomaron en consideración los siguientes volúmenes de almacenamiento: volumen de regulación, protección contra incendio y emergencia.

##### **8.1.1 VOLUMEN DE REGULACION**

Joya de los Sachas urbano:

$$V_r = C * Q_{md} * 864 \quad (F-7.1)$$

Donde:

Coefficiente de regulación : C = 0.2 – 0.25, tomando 0.25

Caudal medio diario : Qm = 77.81 l/s

Reemplazando datos en (F-7.1)  $V_r = 1680.64 \text{ m}^3$

---

<sup>38</sup> Kd y Kh tomados de la tabla 5.4

Joya de los Sachas Periferia:

$$V_r = C * Q_{md} * 864 \quad (F-7.1)$$

Donde:

Coefficiente de regulación : C = 0.2 – 0.25, tomando 0.25

Caudal medio diario : Q<sub>m</sub> = 30.05 l/s

Reemplazando datos en (F-7.1)  $V_r = 649.08 \text{ m}^3$

### 8.1.2 VOLUMEN DE INCENDIO

Joya de los Sachas urbano:

$V_i = 170 \text{ m}^3$  Ver tabla 7.2 para población de 29102 hab

Joya de los Sachas urbano:

$V_i = 90 \text{ m}^3$  Ver tabla 7.2 para población de 11488 hab

### 8.1.3 VOLUMEN TOTAL

Joya de los Sachas urbano:

$$V_t = V_r + V_i \quad (F-7.2)$$

$$V_t = 1680.64 + 170$$

$$V_r = 1850.64 \text{ m}^3$$

Joya de los Sachas Periferia:

$$V_t = V_r + V_i \quad (F-7.2)$$

$$V_t = 649.08 + 90$$

$$V_r = 739.08 \text{ m}^3$$

El diseño considera, la implementación de la reserva de Joya de los Sachas en la ciudad de la Joya de los Sachas.

La reserva total es de 1850.64 para lo cual se adopta un volumen de 1900 m<sup>3</sup> para la población Urbana de la Joya de los Sachas la misma que será construida en la ciudad.

Debido a que en La Joya de los Sachas no existe tanque de reserva, solo existen tanques pequeños aislados para algunos barrios los mismos que no nos sirven para nuestro propósito, el volumen calculado será estimado en su totalidad para la reserva.

Para la periferia de la Joya de los Sachas tenemos un volumen de 739.08 para el cual adoptamos un volumen de 750 m<sup>3</sup>, el mismo que será ubicado en la periferia buscando un punto de equilibrio de las distancias en donde se encuentra las comunidades para las cuales va a servir la reserva.

Se construirá un tanque de reserva enterrado tanto en lo urbano como en la periferia que cumpla con el volumen requerido, y a su vez se construirá un tanque de 100 m<sup>3</sup> que será de tipo elevado para la distribución del agua a la comunidad.

La transición de agua desde el tanque enterrado al tanque elevado se lo hará por medio de un sistema de bombeo.

## **CAPITULO 9**

### **DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

#### **9.1 ESTUDIO DE SUELOS (INFORMACION PROPORCIONADA POR EL ILUSTRE MUNICIPIO DE ORELLANA)**

##### **9.1.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO**

Para el diseño estructural, se han utilizado valores de las propiedades del suelo de cimentación, proporcionados por los estudios de Mecánica de Suelos y Geotecnia del Proyecto Regional de Agua Potable Loreto – Francisco de Orellana (Coca) – La Joya de los Sachas; y específicamente los estudios realizados en la zona de la Planta de Tratamiento de Loreto, los mismos que fueron proporcionados por el Gobierno Municipal de Orellana.

Acogiendo, las recomendaciones planteadas en el estudio de suelos se han considerado una capa de sustitución de suelo de 3 m de profundidad, sobre la cual cada estructura será cimentada en forma directa.

Según la metodología constructiva de las obras, y específicamente en las estructuras enterradas, las paredes pueden estar sometidas a cargas laterales producidas por un material de relleno o por el suelo natural; debido a esto se ha considerado las propiedades de suelo que proporcionan las condiciones más desfavorables, que es cuando el suelo natural aplica las presiones a la estructura enterrada.

Los parámetros de suelo recomendados, se detallan a continuación:

Para el diseño de las cimentaciones de las estructuras a colocarse sobre el relleno, se deberá considerar como valor de capacidad de carga admisible, 15 ton/m<sup>2</sup>.

En caso de requerirse el diseño de elementos de contención, se utilizarán los siguientes valores: ángulo de fricción del material granular 35 grados, peso específico del material granular, 1.9 ton-m<sup>3</sup>

- Peso específico:  $\gamma_s = 1.90 \text{ ton /m}^3$ .
- Angulo de fricción interna:  $\phi = 35^\circ$ .
- Esfuerzo Admisible :  $q_a = 15.0 \text{ ton /m}^2$

Se deberá comprobar en obra, las características del suelo con la finalidad de ratificar o mejora el tipo de cimentación planteada y la tipología estructural utilizada.

### 9.1.2 MATERIALES UTILIZADOS

Para el diseño estructural de los diferentes elementos se realizó considerando materiales con las siguientes características:

- ✚ Hormigón de estructura con una resistencia característica:  $f_c = 210$  [Kg/cm<sup>2</sup>].
- ✚ Acero estructural corrugado en barra con límite de fluencia:  $f_y = 4200$  [Kg/cm<sup>2</sup>], destinado a refuerzo.

## 9.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE ELEMENTOS

### ESTRUCTURALES

#### 9.2.1 Consideraciones de cargas.

Dentro de las obras diseñadas, se presenta varios elementos con las mismas características morfológicas, en cuanto a la conformación de sus elementos estructurales los que son sometidos a diferentes cargas, estos elementos y cargas varían de acuerdo al tipo de estructura; para el proyecto se tiene estructuras enterradas.

Cargas muertas de la estructura: Son cargas de peso propio de los elementos estructurales y elementos que permanecerán constantes durante la vida de la estructura.

Cargas vivas de la estructura: Son cargas debido al funcionamiento de la estructura que son aplicados a los elementos estructurales y elementos de la estructura.

#### 9.2.2 Estructuras enterradas.

Dentro de las estructuras enterradas dentro del proyecto se encuentran las siguientes:

1. Tanque Repartidor de Caudales.
2. Tanques de Filtros.

### 9.2.3 Descripción de los elementos.

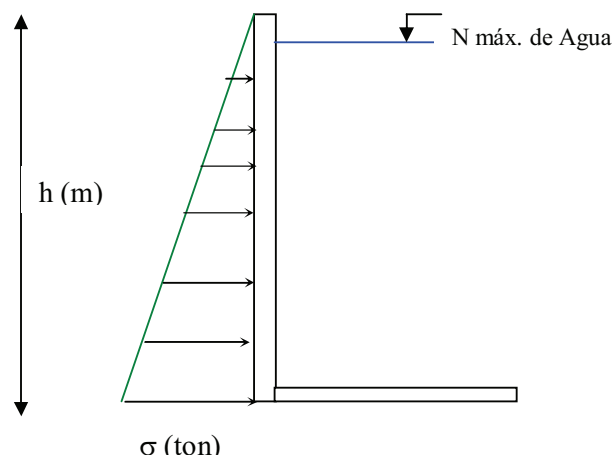
- Losa de cimentación: Sirven como elemento de transferencia de carga al suelo y adicionalmente como base de la estructura, han sido diseñadas para soportar las cargas de presión sobre la estructura y las reacciones del suelo.
- Paredes perimetrales: Sirven como elemento de confinamiento y han sido diseñadas tomando en cuenta la necesidad de rigidizarlas, para evitar fisuras en los miembros, lo cual afectaría la serviciabilidad de la estructura.
- Elementos Adicionales: Son estructuras que proveen rigidez a la estructura y además son elementos funcionales de la estructura sistema de tratamiento, tales como las paredes interiores, vertederos, paredes de división y canales.

### 9.2.4 Cargas en las estructuras.

En el análisis de estos elementos estructurales se han tomado en cuenta las siguientes acciones:

Carga de reacción del suelo: Generadas como la altura de tierra desalojada multiplicada por el peso unitario del suelo y la utilización del coeficiente de reacción del suelo (coeficiente de Balasto).

Cargas de empuje de suelo: Son los empujes del suelo sobre los muros perimetrales de la estructura. Se asume una distribución lineal de presiones, de acuerdo a la teoría de la Mecánica de Suelos, sobre los muros, según a la formula que se detalla a continuación:



(F-9.1)

$$\sigma = \gamma_s \cdot K_a \cdot H$$

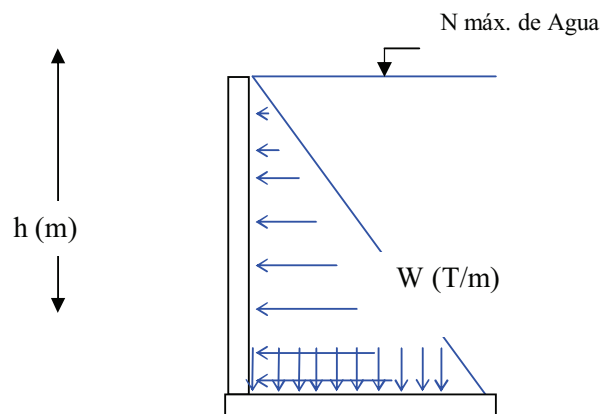
Donde:

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \text{ Coeficiente de Empuje Activo}$$

 $\gamma_s$  : Peso específico del Suelo

H : Altura de Cimentación

Cargas de empuje de agua: Son los empujes del agua sobre las losas y muros perimetrales, paredes divisorias y paredes vertedero. Se asume una distribución lineal de presiones sobre los muros y una presión uniforme en las losas.

**Donde:**

- Altura de agua:  $h(m)$
- Peso específico del agua:  $\gamma_w (\text{ton}/\text{m}^3)$
- Presión máxima:  $\sigma_w (\text{ton}/\text{m}^2)$

**Momento:**

$$\phi * M_n = \phi * R * b_w * d^2$$

$$R = \rho * f_y * \left(1 - 0.59 * \frac{\rho * f_y}{f'_c}\right)$$

$$R = \frac{\phi * M_n}{b_w * d^2}$$

$$\phi = 0.90$$

Para la aplicación de las formula se consideraron los valores mínimos y máximos de cuantía permitidos, de acuerdo a las propiedades de los elementos, los valores son:

$$f'_c = 210 \text{ [Kg/cm}^2\text{]} \text{ y } f_y = 4200 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}.$$

$$\rho_{\text{mínimo}} 0.0033 \quad \text{[ACI 318-05 10.5.1]}$$

$$\rho_{\text{máximo}} 0.0217 \quad \text{[ACI 318-05 10.3.5]}$$

Con estos valores, calculados mediante el Código ACI, se chequea el valor del requerimiento de acero de refuerzo.

Para acero de refuerzo:

✚ Elementos sujetos a flexión:

$$\text{Vertical} \quad A_{s_{\text{min.}}} = \rho * b w * d \quad \text{[ACI 318-05 10.3]}$$

$$\text{Horizontal} \quad A_{s_{\text{min.}}} = \rho * b w * d \quad \text{[ACI 318-05 10.3]}$$

✚ Muros:

Vertical

Refuerzo en barras corrugadas no mayores que 16 mm y fy no menor que 4200 Kg/cm<sup>2</sup>

$$A_{s_{\text{min.}}} = 0.0012 * b w * d \quad \text{[ACI 318-05 14.3.2 (a)]}$$

Refuerzo para otras barras corrugadas

$$A_{s_{\text{min.}}} = 0.0015 * b w * d \quad \text{[ACI 318-05 14.3.2 (b)]}$$

Horizontal

Refuerzo en barras corrugadas no mayores que 16 mm y fy no menor que 4200 Kg/cm<sup>2</sup>

$$A_{s_{\text{min.}}} = 0.0020 * b w * d \quad \text{[ACI 318-05 14.3.2 (a)]}$$



### **9.3 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TANQUE REPARTIDOR DE CAUDALES (Ver Anexo 5)**

#### **TAPA**

*se adopta 1 $\phi$ 12@20 cm en cada cara*

Esta cuantía es para los dos sentidos debido a que el coeficiente de distribución es de 0.5 para cada lado

#### **LOSA DE FONDO**

*se adopta 1 $\phi$ 12@20 cm en cada cara*

Esta cuantía es para los dos sentidos debido a que el coeficiente de distribución es de 0.5 para cada lado.

#### **PAREDES**

Refuerzo horizontal

*se adopta 1 $\phi$ 12@30 cm en ambas caras*

Debido a que las paredes del tanque son iguales se adopta el mismo acero de refuerzo horizontal para todas las paredes.

Refuerzo vertical

*se adopta 1 $\phi$ 12@10 cm*

Debido a que las paredes del tanque son iguales se adopta el mismo acero de refuerzo vertical para todas las paredes

## **9.4 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL FILTRO LENTO (Ver Anexo 5)**

### **LOSA DE FONDO**

En dirección larga:

*se adopta  $1\phi 12@20$  cm en cada cara*

En dirección corta:

*se adopta  $1\phi 12@10$  cm en cada cara*

### **PAREDES LATERALES**

Refuerzo horizontal

*se adopta  $1\phi 10@45$  cm en ambas caras*

Refuerzo vertical

*se adopta  $1\phi 12@25$  cm*

### **PAREDES FRONTALES**

Refuerzo horizontal

*se adopta  $1\phi 10@45$  cm en ambas caras*

Refuerzo vertical

*se adopta  $1\phi 12@25$  cm*

## **CAPITULO 10**

### **PRESUPUESTO GENERAL DE PLANTA DE POTABILIZACIÓN**

#### **10.1 ANTECEDENTES**

Esta capítulo tiene por objeto determinar los costos de construcción del Planta de Potabilización de Agua Potable Loreto, con ellos determinar el presupuesto total.

La importancia del presupuesto de un proyecto de construcción es muy considerable por ser el documento básico que establece el marco económico para la ejecución de las obras. De los valores conseguidos, saldrán los precios que competirán con otros licitantes y harán, ganar o perder la adjudicación y en el peor de los casos, causar pérdidas económicas en la ejecución de la obra.

Su redacción ha de ser clara, concisa y muy cuidada, con gran exactitud de las mediciones y adaptado a los precios del mercado local y actual.

Por la falta de rigurosidad del presupuesto (y del Pliego de condiciones) salen la mayor parte de los problemas que aparecen en obra.

Las diferencias entre el presupuesto de un proyecto y las ofertas económicas resultantes de la licitación de las obras deberán ser pequeñas y en caso de presentarse, provenir de variaciones en los rendimientos previstos en la ejecución de unidades de obra, en el beneficio del contratista o en los gastos generales. Evitar que las diferencias se deban a errores en las mediciones, precios mal justificados o anticuados, no adecuados al lugar y condiciones de ejecución inadecuadas.<sup>39</sup>

#### **10.2 PRESUPUESTO GENERAL (ver anexo 6)**

El presupuesto general es el valor del costo total de la obra civil, en donde consta el valor unitario de cada rubro que va a ser utilizado con su respectiva cantidad y su valor total por rubro.

---

<sup>39</sup> <http://www.presupuestodeobra.com/>

El presente proyecto tiene un valor total de 427563.39 CUATROCIENTOS VEINTE Y SIETE MIL QUINIENTOS SESENTA Y TRES, 39/100 DÓLARES

### **10.3 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (ver anexo 6)**

Al realizar la medición y valoración de una obra dentro de un presupuesto de construcción, es necesario descomponer la ejecución precedentemente en un conjunto de partes elementales llamadas unidades de obra o Ítems. En sentido estricto de la denominación una unidad de obra es cada uno de los componentes unitarios en los cuales se puede descomponer una obra, a efectos de medición y valoración.

En un sentido más general la unidad de obra o ítem es el elemento de la obra que, conceptualmente, puede separarse del resto por su localización o características.

Los criterios para definir las unidades de obra o ítem pueden ser variables porque dependen de diferentes factores como:

- A. El grado de descomposición que se desee.
- B. La fase en la ejecución de la obra.
- C. La localización dentro del conjunto general.<sup>40</sup>

### **10.4 MATERIALES (ver anexo 6)**

Es la lista de materiales utilizadas en cada unos de los rubros que van ser construidos.

### **10.5 MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS (ver anexo 6)**

Es la lista de las maquinarias y herramientas utilizadas en cada unos de los rubros que van ser construidos.

### **10.6 MANO DE OBRA (ver anexo 6)**

Es la lista del personal que va a ser utilizado para la ejecución de cada unos de los rubros que van ser construidos.

---

<sup>40</sup> <http://www.presupuestodeobra.com/>

### **10.7 TRANSPORTE (ver anexo 6)**

Es el valor económico del transporte que se deberá pagar para que los materiales sean entregados en el sitio específico de la obra.

Para nuestro proyecto el precio de los materiales ya incluye este valor.

### **10.8 COSTOS DIRECTOS (ver anexo 6)**

Es el costo real de la construcción de cada rubro.

El costo directo del rubro se determina sumando los subtotales de los componentes: materiales, maquinaria y herramientas, mano de obra y transporte.

### **10.9 COSTOS INDIRECTOS**

Los costos indirectos comprenden:

- Gastos Generales y administrativos
- Imprevistos
- Utilidades
- Fiscalización

En los rubros contratados se adoptó el 25% de costos indirectos.

### **10.10 PRECIO UNITARIO TOTAL (ver anexo 6)**

La suma del costo directo y del costo indirecto de cada rubro representa el precio unitario total del rubro en análisis.

En el anexo 7 se reporta el análisis de precios unitarios de los rubros involucrados en el proyecto y en los cuadros de presupuesto constan los precios unitarios obtenidos.

### **10.11 PRESUPUESTO: COSTOS TOTALES DE CONSTRUCCION**

Es el precio de construcción de cada una de la unidades que van a ser construidas en el proyecto.

## **CAPITULO 11**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

#### **11.1 LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO**

ITEM: 1, 18, 34, 49

##### **DEFINICIÓN**

Consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, de acuerdo con las presentes especificaciones y demás documentos, en las zonas indicadas por el fiscalizador y/o señalados en los planos. Se procederá a cortar, desenraizar y retirar de los sitios de construcción, los árboles incluidos sus raíces, arbustos, hierbas, etc. y cualquier vegetación.

##### **ESPECIFICACIONES**

Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Todo el material proveniente del desbroce y limpieza, deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción en los sitios donde señale el ingeniero Fiscalizador o los planos.

El material aprovechable proveniente del desbroce será propiedad del contratante, y deberá ser estibado en los sitios que se indique; no pudiendo ser utilizados por el Constructor sin previo consentimiento de aquel.

Todo material no aprovechable deberá ser retirado, tomándose las precauciones necesarias.

##### **FORMA DE PAGO**

El desbroce y limpieza se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales.

No se estimará para fines de pago el desbroce y limpieza que efectúe el Constructor fuera de las áreas que se indique en el proyecto, o disponga el ingeniero Fiscalizador de la obra.

## **11.2 REPLANTEO Y NIVELACION**

ITEM: 2, 19, 35, 50

### **DEFINICION**

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción

### **ESPECIFICACIONES**

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

El Municipio dará al contratista como datos de campo, el BM y referencias que constarán en los planos, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

### **FORMA DE PAGO**

El replanteo se medirá en metros lineales, con aproximación a dos decimales en el caso de zanjas y, por metro cuadrado en el caso de estructuras. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

## **11.3 EXCAVACION A MÁQUINA**

ITEM: 3, 20, 36, 51

### **DEFINICION**

Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar mamposterías, canales y drenes, elementos estructurales, alojar las tuberías y colectores; incluyendo las operaciones necesarias para: compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el

retiro del material producto de las excavaciones, y conservar las mismas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada.

#### ESPECIFICACIONES

La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Ingeniero Fiscalizador.

##### *Excavación a máquina.*

Es la excavación que se realiza mediante el empleo de equipos mecanizados, y maquinaria pesada.

#### FORMA DE PAGO

La excavación sea a mano o a máquina se medirá en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) con aproximación a la décima, determinándose los volúmenes en la obra según el proyecto y las disposiciones del Fiscalizador. No se considerarán las excavaciones hechas fuera del proyecto sin la autorización debida, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Constructor.

El pago se realizará por el volumen realmente excavado, calculado por franjas en los rangos determinados en esta especificación, más no calculado por la altura total excavada

Se tomarán en cuenta las sobre excavaciones cuando estas sean debidamente aprobadas por el Ingeniero Fiscalizado

### **11.4 DESALOJO A MAQUINA**

ITEM: 4, 21, 37, 52

#### DEFINICION

El desalojo, es el retiro de todo el material retirado de la excavación que se realizo para el mejoramiento debe ser colocado en un lugar que no afecte el ambiente y debe estar basado en los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción



### ESPECIFICACIONES

Todos los trabajos de desalojo deben ser realizados con maquinaria pesada y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar el material de desalojo en sitios destinados para el mismo, y que no afecte al medio ambiente.

### FORMA DE PAGO

El desalojo se medirá en metros cúbicos, con aproximación a dos decimales. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

## **11.5 RELLENOS**

ITEM: 5, 22, 38, 53

### DEFINICION

Se entiende por relleno el conjunto de operaciones que deben realizarse para restituir con materiales y técnicas apropiadas, las excavaciones que se hayan realizado para alojar las estructuras , hasta el nivel original del terreno o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador. Se incluye además los terraplenes que deben realizarse

### ESPECIFICACIONES

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavaciones sin antes obtener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el Constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El Ingeniero Fiscalizador debe comprobar la pendiente y alineación del tramo.

El material y el procedimiento de relleno deben tener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. El Constructor será responsable por cualquier desplazamiento de las estructuras, así como de los daños o inestabilidad de los mismos causados por el inadecuado procedimiento de relleno.

Las estructuras fundidas en sitio, no serán cubiertas de relleno, hasta que el hormigón haya adquirido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas. El material de relleno no se dejará caer directamente sobre las

tuberías o estructuras. Las operaciones de relleno en cada tramo de zanja serán terminadas sin demora y ninguna parte de los tramos de tubería se dejará parcialmente rellena por un largo período.

El relleno se hará invariablemente empleando lastre, exenta ladrillos, tejas y otros materiales duros.

#### Compactación

Para la compactación se usarán compactadores mecánicos; con el propósito de obtener una densidad cercana a la máxima, el contenido de humedad de material de relleno debe ser similar al óptimo; con ese objeto, si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad necesaria de agua; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndole en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

En el caso de material no cohesivo se utilizará el método de inundación con agua para obtener el grado deseado de compactación; en este caso se tendrá cuidado de impedir que el agua fluya sobre la parte superior del relleno. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos o chorros de agua a presión.

#### **FORMA DE PAGO.-**

El relleno y compactación que efectúe el Constructor le será medido para fines de pago en m<sup>3</sup>, con aproximación de dos decimales. Al efecto se medirán los volúmenes efectivamente colocados en las excavaciones. El material empleado en el relleno de sobre excavación o derrumbes imputables al Constructor, no será cuantificado para fines de estimación y pago.

### **11.6 HORMIGONES**

ITEM: 6, 7, 23, 39, 40

#### DEFINICION

Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante de la mezcla de: cemento Portland, agua y agregados pétreos (áridos), en proporciones adecuadas; a esta mezcla pueden agregarse aditivos con la finalidad de obtener

características especiales determinadas en los diseños o indicadas por la fiscalización.

## ESPECIFICACIONES

### GENERALIDADES

Estas especificaciones técnicas, incluyen los materiales, herramientas, equipo, fabricación, transporte, manipulación, vertido, a fin de que los hormigones producidos tengan perfectos acabados, resistencia, y estabilidad requeridos.

### CLASES DE HORMIGON

Las clases de hormigón a utilizarse en la obra serán aquellas señaladas en los planos u ordenada por el Fiscalizador, y están relacionadas con la resistencia requerida, el contenido de cemento, el tamaño máximo de agregados gruesos, contenido de aire y las exigencias de la obra para el uso del hormigón.

Se reconocen varias clases de hormigón, que se clasifican según el valor de la resistencia a la compresión a los 28 días, pudiendo ser entre otros:

TIPO DE HORMIGON	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )
HS	210
HS	280
HS	180
HS	140
H Ciclópeo	60% HS (f'c=180 K/cm <sup>2</sup> ) + 40% Piedra

Los hormigones que están destinados al uso en obras expuesta a: la acción del agua, líquidos agresivos, y a severa o moderada acción climática como congelamientos y deshielos alternados, tendrán diseños especiales determinados en los planos, especificaciones y/o más documentos técnicos.

El hormigón que se coloque bajo el agua será de la resistencia especificada con un 25 % adicional de cemento.

El hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup> está destinado al uso en secciones de estructura o estructuras sujetas a la acción directa del agua o medios agresivos, secciones masivas ligeramente reforzadas, muros de contención.

El hormigón de 180 kg/cm<sup>2</sup> se usa generalmente en secciones masivas sin armadura, bloques de anclaje, collarines de contención, replantillos, contrapisos, pavimentos, bordillos, aceras.

El hormigón de 140 kg/cm<sup>2</sup> se usará para muros, revestimientos u hormigón no estructural.

#### NORMAS

Forman parte de estas especificaciones todas las regulaciones establecidas en el Código Ecuatoriano de la Construcción.

#### CURADO DEL HORMIGÓN

El constructor, deberá contar con los medios necesarios para efectuar el control de la humedad, temperatura y curado del hormigón, especialmente durante los primeros días después de vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

De manera general, se podrá utilizar los siguientes métodos: esparcir agua sobre la superficie del hormigón ya suficientemente endurecida; utilizar mantas impermeables de papel, compuestos químicos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM - C309, también podrá utilizarse arena o aserrín en capas y con la suficiente humedad.

El curado con agua, deberá realizárselo durante un tiempo mínimo de 14 días. El curado comenzará tan pronto como el hormigón haya endurecido.

Además de los métodos antes descritos, podrá curarse al hormigón con cualquier material saturado de agua, o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método que mantenga las superficies continuamente, no periódicamente, húmedas. Los encofrados que estuvieren en contacto con el hormigón fresco también deberán ser mantenidos

húmedos, a fin de que la superficie del hormigón fresco, permanezca tan fría como sea posible.

El agua que se utilice en el curado, deberá satisfacer los requerimientos de las especificaciones para el agua utilizada en las mezclas de hormigón.

El constructor, presentará los certificados de calidad del compuesto propuesto y no podrá utilizarlo si los resultados de los ensayos de laboratorio no son los deseados.

#### DOSIFICACIÓN

Los hormigones deberán ser diseñados de acuerdo a las características de los agregados, y los requerimientos técnicos necesarios en las obras.

C = Cemento

A = Arena

R = Ripio o grava

Ag. = Agua

Los agregados deben ser de buena calidad, libre de impurezas, materia orgánica, y tener adecuada granulometría.

Agua será libre de aceites, sales, ácidos i otras impurezas.

#### **FORMA DE PAGO.-**

El hormigón será medido en metros cúbicos con 2 decimales de aproximación, determinándose directamente en la obra las cantidades correspondientes.

### **11.7 ACERO DE REFUERZO**

ITEM, 8, 25, 41

#### DEFINICION

Acero en barras:

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte, figurado y colocación de barras de acero, para el refuerzo de estructuras, muros, canales, pozos especiales, disipadores de energía, alcantarillas, descargas, etc.; de conformidad

con los diseños y detalles mostrados en los planos en cada caso y/o las ordenes del ingeniero fiscalizador.

Malla electrosoldada:

El trabajo consiste en el suministro, transporte, corte y colocación de malla electrosoldada de diferentes dimensiones que se colocará en los lugares indicados en los planos respectivos.

### ESPECIFICACIONES

Acero en barras:

El Constructor suministrará dentro de los precios unitarios consignados en su propuesta, todo el acero en varillas necesario, estos materiales deberán ser nuevos y aprobados por el Ingeniero Fiscalizador de la obra. Se usarán barras redondas corrugadas con esfuerzo de fluencia de 4200kg/cm<sup>2</sup>, grado 60, de acuerdo con los planos y cumplirán las normas ASTM-A 615 o ASTM-A 617. El acero usado o instalado por el Constructor sin la respectiva aprobación será rechazado.

Las distancias a que deben colocarse las varillas de acero que se indique en los planos, serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser las que se consignan en los planos.

Antes de precederse a su colocación, las varillas de hierro deberán limpiarse del óxido, polvo grasa u otras substancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden sumergidas en el hormigón.

Las varillas deberán ser colocadas y mantenidas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores, etc., preferiblemente metálicos, o moldes de HS, que no sufran movimientos durante el vaciado del hormigón hasta el vaciado inicial de este. Se deberá tener el cuidado necesario para utilizar de la mejor forma la longitud total de la varilla de acero de refuerzo.

A pedido del ingeniero fiscalizador, el constructor esta en la obligación de suministrar los certificados de calidad del acero de refuerzo que utilizará en el proyecto; o realizará ensayos mecánicos que garanticen su calidad.

Malla electrosoldada:

La malla electrosoldada para ser usada en obra, deberá estar libre de escamas, grasas, arcilla, oxidación, pintura o recubrimiento de cualquier materia extraña que pueda reducir o hacer desaparecer la adherencia, y cumpliendo la norma ASTM A 497.

Toda malla electrosoldada será colocada en obra en forma segura y con los elementos necesarios que garanticen su recubrimiento, espaciamiento, ligadura y anclaje. No se permitirá que contraviniendo las disposiciones establecidas en los planos o en estas especificaciones, la malla sea de diferente calidad o esté mal colocada.

Toda armadura o características de estas, serán comprobadas con lo indicado en los planos estructurales correspondientes. Para cualquier reemplazo o cambio se consultará con fiscalización.

#### **FORMA DE PAGO.-**

La medición del suministro y colocación de acero de refuerzo se medirá en kilogramos (kg) con aproximación a la décima.

Para determinar el número de kilogramos de acero de refuerzo colocados por el Constructor, se verificará el acero colocado en la obra, con la respectiva planilla de aceros del plano estructural.

### **11.8 ENLUCIDOS**

ITEM: 9, 10,11, 27,28, 42,43

#### **DEFINICION**

Será la conformación de un revestimiento vertical u horizontal interior con mortero cemento-arena-agua, en proporción 1:5, sobre mamposterías o elementos verticales y horizontales bajo losas, con una superficie final sobre la que se podrá realizar una diversidad de terminados posteriores.

El objetivo será la construcción del enlucido vertical u horizontal interior y exterior impermeable, el que será de superficie regular, uniforme, limpia y de buen

aspecto, según las ubicaciones determinadas en los planos del proyecto y las indicaciones de la dirección arquitectónica o la fiscalización.

#### PULIDO PAREDES TANQUES

Se entenderá como pulida de paredes la serie de acciones que debe desarrollar el Constructor para dar un acabado a ladrillo frotador, y se efectuará en las interiores del tanque y paredes de las estructuras que estén en contacto permanente con el agua.

#### ESPECIFICACIONES

Enlucidos verticales:

Requerimientos previos: Previo a la ejecución del rubro se verificarán los planos del proyecto, determinando los sitios en los que se ejecutará el enlucido y definiendo o ratificando la forma y dimensiones de medias cañas, filos, remates o similares y de requerirse se realizarán planos de taller. No se iniciará el rubro mientras no se concluyan todas las instalaciones (las que deberán estar probadas y verificado su funcionamiento), y otros elementos que deben quedar empotrados en la mampostería y cubiertos con en el mortero. Se cumplirán las siguientes indicaciones, previo el inicio del enlucido.

Definición del acabado de la superficie final terminada: El terminado de la superficie del enlucido será: paleteado grueso, paleteado fino, esponjeado, etc. El constructor, por requerimiento de la dirección arquitectónica o la fiscalización, realizará muestras del enlucido, en un área mínima de 10 m<sup>2</sup>, previo la definición por parte de la fiscalización del acabado de la superficie.

La máxima cantidad de preparación de mortero, será para una jornada de trabajo. El constructor realizará un detallado y concurrente control de calidad y de la granulometría del agregado fino, el proceso de medido, mezclado y transporte del mortero, para garantizar la calidad del mismo.

Verificación de la ejecución y ubicación de maestras verticales, que permitan definir niveles, alineamientos, escuadrías y verticalidad: máximo a 2.400 mm entre maestras.



Indicación y órdenes para toma de muestras y verificación de consistencia, resistencia, uso de aditivos, y las pruebas que creyera conveniente fiscalización: mínimo una diaria o cada 200 m<sup>2</sup>.

#### Enlucidos horizontales:

Requerimientos previos: Se revisarán los planos y se determinarán las áreas en que se ejecutarán el enlucido las cuales deberán estar sin instalaciones descubiertas; se deberá determinar si se realiza antes o después de levantar mampostería ya que esto influye en la cantidad de obra. Se determinará el tipo de aditivo a utilizarse con retracción mínima al final, las pruebas requeridas por la dirección arquitectónica o fiscalización se realizarán en una área mínima de 6 m<sup>2</sup>. Toda la superficie deberá estar limpia sin salientes ni residuos de hormigón; por último se deberá comprobar la horizontalidad y se humedecerá pero conservando la absorción residual (para conseguir mejor adherencia a la losa de ser necesario se picoteará la misma).

Durante la ejecución: Se verificará las maestras, para controlar niveles y alineamientos luego de lo cual se aplicará dos capas de mortero como mínimo con un espesor máximo de 25 mm y mínimo de 15 mm; en los voladizos se realizarán un canal bota aguas; el mortero que cae al piso, si se encuentra limpio, se podrá utilizar nuevamente, previa la autorización de fiscalización. Para unir dos áreas de enlucido se deberá chafanar, y por último se deberá curar mediante asperje de agua mínimo 72 horas posteriores a la ejecución del rubro; las áreas de trabajo iniciadas se deberán terminar.

#### **PULIDO DE PAREDES TANQUES**

Luego de remover los moldes o encofrados y dentro de las 48 horas subsiguientes, las superficies serán humedecidas completamente con agua y frotada con una piedra de carborundo de grano grueso y con lechada de cemento hasta que desaparezcan las irregularidades. Se aplicará otra frotada con una piedra de carborundo de grano medio y lechada de cemento para emporar completamente la superficie. Cuando esté seca la superficie se la limpiará con arpillera, dejándola libre de polvo. No se permitirá por ningún concepto enlucir las

paredes de hormigón que estén en contacto permanente con el agua.

#### FORMA DE PAGO

La medición se la hará en metros cuadrados para los enlucidos verticales y horizontales; con aproximación de dos decimales. El pago se realizará a los precios del contrato, del área realmente ejecutada que deberá ser verificada en obra y con los detalles indicados en los planos del proyecto.

### **11.9 ACERO ESTRUCTURAL**

ITEM: 26

#### DEFINICION

El hierro estructural para ser colocado en la obra debe estar libre de escorias, grasa, arcilla, oxidación, pintura, o recubrimiento de cualquier material extraño que pueda reducir o no permitir una buena adherencia con el hormigón.

Todo el hierro estructural con las dimensiones establecidas, doblándolo en frío, colocado en obra como se especifica o se establece en los planos estructurales.

El hierro de refuerzo deberá ser perfilería y tener su límite de fluencia no menor a 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

En todas aquellas superficies de cimentación u otros miembros estructurales principales en los cuales se coloque el hormigón directamente sobre el suelo, la armadura tendrá un recubrimiento mínimo de 5 cm.

Toda armadura será comprobada con las planillas de acero estructural de los planos estructurales correspondientes. Para cualquier reemplazo o cambio se consultará con el fiscalizador.

#### MEDIDA Y PAGO

Las cantidades a pagarse por hierro estructural serán en kg. medidos en sitio, de acuerdo a lo establecido en los planos y aprobados por el fiscalizador las cantidades de hierro se pagarán a los precios unitarios que conste en los documentos del contrato este pago constituirá la compensación de mano de obra, equipo,

herramientas, materiales y otras operaciones conexas necesarias para la ejecución del rubro.

La unidad de medición es el Kilogramo.

### **11.10 RECUBRIMIENTO EPOXICO**

ITEM: 12, 44

#### **DEFINICION**

Comprende el suministro y aplicación de la pintura epóxica a las paredes del tanque, en interiores, sobre enlucido de cemento. El objetivo es tener una superficie resistente al agua, que proporcione un acabado estético y proteja la vida útil del tanque.

#### **ESPECIFICACIONES.-**

Pintura epóxica interior

Materiales mínimos: Pintura epóxica para interiores y/o exteriores, acabado texturizado, sellador de paredes interiores.

Requerimientos previos: Una vez revisados los planos del proyecto para determinar las áreas a pintar se observarán los siguientes pasos previos:

- \* Verificación de la calidad de los materiales a utilizarse.
- \* Se definirán los límites de pintura.
- \* Las superficies a pintar deben estar completamente limpias
- \* Los elementos a pintar deben estar libres de fisuras o rajaduras, caso de existir se debe resanar con masilla alcalina
- \* Las instalaciones deben estar terminadas y selladas antes de pintar
- \* Andamios con las seguridades necesarias.
- \* Protección de puertas y ventanas que pueden ser afectadas por este rubro.

Durante la ejecución:

- \* Control de la calidad de los materiales y pruebas pertinentes.
- \* Control del tiempo de aplicación entre mano y mano - Control de rajaduras y resanados
- \* Aplicación de un mínimo de tres manos antes de la entrega- recepción de la obra

- \* Se verificará que la dilución sea la especificada por los fabricantes de la pintura.
- \* Comprobar que los rodillos, brochas estén en buen estado.

Posterior a la ejecución:

Fiscalización recibirá y posteriormente aprobará el rubro una vez cumplido con las especificaciones, para lo cual se observará lo siguiente:

- \* Se controlará el acabado de la pintura en los límites fijados, verificando uniones pared - piso, pared.
- \* La superficie pintada será entregada sin rayones, burbujas, o maltratadas.
- \* Verificación de la limpieza total de los elementos involucrados en el rubro.
- \* Protección del rubro hasta la recepción- entrega de la obra
- \* Mantenimiento y lavado de la superficie pintada con agua y esponja; luego de transcurrido un mínimo de 30 días de la culminación del rubro.

#### FORMA DE PAGO

El suministro y aplicación de la pintura se medirá en metros cuadrados, con aproximación de dos decimales, de las áreas realmente ejecutadas y verificadas en los planos del proyecto y en obra. El pago se lo hará una vez aprobado y recibido por fiscalización según los precios unitarios estipulados en el contrato.

#### **11.11 HERRERIA**

ITEM: 13, 15, 31, 32, 46

#### **DEFINICION.-**

Son las estructuras construidas con elementos de acero en perfiles, varillas, tubos, láminas de acero, alambre, que pueden tener diversas funciones, de acuerdo al diseño y función en las construcciones. Comprenderá elementos constructivos, tales como puertas, cerramientos, escaleras, pasamanos, etc.

Toda obra en hierro se localizará en los sitios que determinen los planos y/o lo indicado por el Ingeniero Fiscalizador.

La forma, materiales y dimensiones de todos sus elementos, así como los mecanismos de elevación, perfiles, láminas, etc. se sujetarán a lo que se indique en los planos y/o lo indicado por el Ingeniero Fiscalizador. El Contratista podrá

poner en consideración del Ingeniero Fiscalizador los cambios que creyere convenientes en los diseños de las compuertas, rejillas y otras obras, debiendo éste aprobar o rechazar dichos cambios.

El hierro y el acero de las calidades prescritas, a usarse en las obras previstas en el proyecto, deberán ser trabajados diligentemente, con maestría, regularidad de formas, precisión de dimensiones, con especial referencia a las soldaduras, remachados y sujeción con pernos; serán rechazadas todas las piezas que presentarán indicios de imperfección.

Se entiende como APOYO DE ACERO PARA TUBERÍA, la provisión del material, fabricación, suelda, pernos e instalación de los apoyos en los sitios donde se indique en los planos o donde disponga el Fiscalizador.

#### ESPECIFICACIONES

Todos los elementos construidos con los materiales de acero indicados en la especificación correspondiente, se ceñirán a las siguientes especificaciones generales:

- a) Las varillas y perfiles serán obtenidas de laminación directa de lingotes de adecuada identificación del proceso básico (Siemens Martín) o acero de horno eléctrico (Siemens Martín ) ácido.
- b) Los diferentes elementos estructurales, se unirán con suelda eléctrica, autógena, bronce o por puntos. También los elementos podrán unirse con remaches o pernos.
- c.) Cuando se trate de soldar láminas de hierro negro con perfiles u otros elementos, se tendrá cuidado de escoger el adecuado watiage de aplicación para el electrodo, con el objeto de evitar deformaciones y ondulaciones en la lámina o elementos delgados.

#### Escaleras

Escaleras de acceso pozos de revisión o a estructuras que contienen agua u otro fluido, se construirán de tubería galvanizada 0.25 mm para los largueros de la escalera. La escalera irá empotrada en hormigón en los dos extremos. Serán

protegidas con dos manos de pintura anticorrosiva y dos manos de pintura esmalte.

#### Tapa sanitaria

La tapa sanitaria se construirá sobre un marco de perfiles de hierro tipo L de 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8". La lámina de la tapa será de acero corrugado de 5 mm de espesor. La bisagra que permite girar a la tapa estará sujeta al hormigón por medio de un perno de la tapa sanitaria, llevará un pasador para colocar un candado.

El acabado exterior de la tapa sanitaria será con pintura anticorrosiva sobre la que se colocarán las capas de pintura de caucho color negro mate.

#### FORMA DE PAGO

Las estructuras de herrería, se medirán en de la siguiente manera:

- Escaleras marineras en metros lineales

-tapa sanitaria en unidades

Todas las mediciones se realizarán con aproximación a la décima.

El pago se realizará de acuerdo con el precio unitario estipulado en el contrato.

### **11.12 CONTRAPISO CON MALLA MÉTALICA**

#### ITEM: 24

Es el hormigón simple con resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, utilizado como base de piso interior o exterior con un espesor de 7 cm.

Las superficies donde se va a colocar el contrapiso estarán totalmente limpias, niveladas y compactas. En el caso de existir pendientes en exteriores, para la evacuación de aguas lluvias, el relleno previo estará conformado de forma tal que observe estas pendientes.

Se procederá con la nivelación y compactación mecánica del suelo, a manera de subrasante, para iniciar la colocación de la piedra, asegurándola en el suelo, mediante la utilización del combo, distribuyéndolas uniformemente y juntando unas a otras, impidiendo juntas o aberturas mayores a 20 mm entre piedras. Terminada la colocación de las piedras y verificada su nivelación, procederá a distribuir el material granular hidratado, rellenando con el mismo las juntas de las

piedras, para terminar con una compactación mecánica de toda el área empedrada, logrando una superficie uniforme, nivelada, con una tolerancia de +/- 10 mm. y propicia para recibir el sistema de impermeabilización o el hormigón de contrapiso.

La base de contrapiso a cubrirse, estará, limpio de escombros, piedras y la superficie lisa y lista para recibir el polietileno.

Las cámaras de aire perimetrales, terminadas.

Sistemas de drenaje y otras instalaciones bajo suelo: terminadas.

Igualmente se verificará la colocación y sellado del sistema de impermeabilización (para interiores), la colocación y nivel del acero de refuerzo y sus separadores, así como de las juntas de dilatación, para proceder a verter el hormigón. Se realizará trazos y colocará guías que permitan una fácil determinación de los niveles y cotas que deben cumplirse, colocando una capa del espesor que determinen los planos del proyecto. La compactación, se ejecutará continuamente a medida que se vaya complementando las áreas fundidas; a la vez y con la ayuda de codales metálicos o de madera se acentuarán las pendientes y caídas indicadas en planos o por fiscalización.

### **MEDICIÓN Y PAGO**

La medición se la hará en unidad de superficie y su pago será por metro cuadrado "m<sup>2</sup>", En este rubro se incluirá el empedrado y la impermeabilización.

## **11.13 ARENA Y GRAVA PARA FILTROS**

ITEM 47,48

DESCRIPCION

Los rellenos con grava, arena o piedra triturada para la formación de drenes o filtros, tendrá la granulometría indicada en los planos. Estos materiales serán cribados y lavados si fuera necesario. Para la formación de filtros los materiales serán colocados de tal forma que las partículas de mayor diámetro se coloquen en contacto con la estructura y las de menor diámetro en contacto con el terreno natural, salvo indicaciones en contrario del proyecto.

Esta actividad se realizará de acuerdo a las condiciones del suelo donde se realizarán las cimentaciones de las estructuras del sistema de agua potable, previo acuerdo entre el constructor y la fiscalización.

#### **MEDICIÓN Y PAGO**

La formación de rellenos se medirá tomando como unidad el metro cúbico con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en la estructura el volumen de los diversos materiales colocados de acuerdo con las especificaciones respectivas y las secciones del proyecto.

No se estimará para fines de pago los rellenos hechos por el Constructor fuera de las líneas del proyecto, ni los rellenos hechos para ocupar sobre excavaciones imputables al Constructor.

### **11.14 SUMINISTRO E INST. TUBERIA Y ACCESORIOS**

ITEM: 14, 16 ,17.29, 45

#### **DEFINICION**

Se entenderá por suministro e instalación de tuberías y accesorios para agua potable el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para suministrar y colocar en los lugares que señale el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador de la Obra, las tuberías y accesorios que se requieran en la construcción de sistemas de Agua Potable.

#### **ESPECIFICACIONES.**

El suministro e instalación de tuberías y accesorios comprende las siguientes actividades: el suministro y el transporte de la tubería y accesorios hasta el lugar de su colocación o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreo locales que deba hacer el Constructor para distribuirla a lo largo de las zanjas; la operación de bajar la tubería y accesorios a la zanja, los acoples respectivos y la prueba de las tuberías y accesorios ya instalados para su aceptación por parte de la Fiscalización.



## SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS

El diámetro, presión y espesor de pared nominales de las tuberías para presión deben cumplir con lo especificado en la tabla 1 de la Norma INEN 1373.

Los coeficientes de reducción de la presión nominal en función de la temperatura del agua, entre el diámetro exterior medio y el diámetro nominal debe ser positiva de acuerdo a la Norma INEN 1370 y debe cumplir con lo especificado en la Tabla 3 de la Norma INEN 1373.

La tolerancia entre el espesor de pared en un punto cualquiera y el espesor nominal debe ser positiva y su forma de cálculo debe estar de acuerdo con la Norma INEN 1370.

La longitud mínima de acoplamiento para tubos con terminal que debe utilizarse para unión con aro de sellado elástico (unión Z), debe estar de acuerdo con la Norma INEN 1331.

Las dimensiones de la campana para unión con cementos solventes deben estar de acuerdo con la Norma INEN 1330.

En general las tuberías y accesorios de para presión deberán cumplir con lo especificado en la Norma INEN 1373.

Las tuberías y accesorios de PVC fabricados para unión roscada cumplirán con lo especificado en la Norma ASTM 1785-89.

Uniones roscadas:

La tubería de plástico con pared de espesor suficiente puede tener uniones de rosca con acople por cada tubo, según la Norma ASTM 1785-89. Antes de confeccionar la unión, las secciones roscadas del tubo y acople deberán limpiarse con solvente a fin de eliminar toda traza de grasa y suciedad.

En vez de emplear hilo y pintura como en el caso de tubería de acero roscada, se emplea el pegante suministrado con el tubo por el fabricante. Normalmente se suministra dos clases de pegante que asegura que la unión sea hermética pero no tiene acción de soldadura y la tubería puede desenroscarse con herramientas corrientes. Hay que cerciorarse de que el acople cubra toda la sección roscada de la tubería.

En caso necesario la tubería de plástico se puede cortar con segueta o serrucho, preparando luego la rosca en la misma forma que para la tubería de hierro negro o galvanizado, con las herramientas usuales. Sin embargo se deberá insertar en el tubo de plástico un taco de madera del mismo diámetro nominal del tubo, como precaución contra roturas o rajaduras, durante el proceso de preparación de la rosca.

#### FORMA DE PAGO

Los trabajos que ejecute el Constructor para el suministro, colocación e instalación de tubería para redes de distribución y líneas de conducción de agua potable serán medidos para fines de pago en metros lineales.

Los accesorios (uniones, tees, codos, cruces, tapones, reductores, etc) serán medidos para fines de pago en rubro global.

No se medirá para fines de pago las tuberías y accesorios que hayan sido colocados fuera de las líneas y niveles señalados por el proyecto y/o las señaladas por el ingeniero Fiscalizador de la obra, ni la reposición, colocación e instalación de tuberías y accesorios que deba hacer el Constructor por haber sido colocadas e instaladas en forma defectuosa o por no haber resistido las pruebas de presión hidrostáticas.

Los trabajos de instalación de las unidades ya sean estas mecánicas, roscadas, soldadas o de cualquier otra clase, y que formen parte de las líneas de tubería para redes de distribución o líneas de conducción formarán parte de la instalación de ésta.

Los trabajos de acarreo, manipuleo y de más formarán parte de la instalación de las tuberías.

## **CAPÍTULO 12**

### **PLANOS DEFINITIVOS**

Este capítulo está destinado a presentar la recopilación de los planos tanto arquitectónicos como estructurales.

En los planos arquitectónicos podemos encontrar las dimensiones de cada una de las unidades que son parte del sistema de agua que va a ser construido.

Además se pueden encontrar detalles constructivos de alguna de las partes como uniones traslapes etc.

Podemos encontrar la lista de accesorios que van a ser utilizados en las unidades de potabilización

En los planos estructurales vamos a encontrar el detalle del acero que va a ser utilizado en cada unidad.

Además se encuentra la planilla de acero con su respectiva cantidad a ser utilizada y en que va a ser utilizada.

(VER ANEXO 7)

## CAPITULO 13

### MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### 13.1 INTRODUCCION

La operación y mantenimiento de un sistema de agua potable son aspectos que conciernen al funcionamiento del sistema, es decir a su fase de uso, luego de que el sistema ha sido planeado, diseñado y construido.

#### 13.2 PRINCIPIOS DE OPERACIÓN

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

Dependiendo de las características propias de cada diseño, cuatro factores principales determinan que una planta posea las condiciones requeridas para una operación y mantenimiento óptimos. Estos cuatro factores son:

- ✚ Confiabilidad
- ✚ Flexibilidad
- ✚ Mano de Obra
- ✚ Automatización y control

La confiabilidad es el factor más importante puesto que en el caso de plantas de purificación de agua potable ésta debe satisfacer en todo momento los requerimientos de calidad estipulados.

Para ello, todos los equipos y unidades de la planta deben operar satisfactoriamente con caudales mínimos o máximos, así como bajo condiciones extremas de calidad del agua. Por lo tanto, los operadores deben estar en capacidad de responder adecuadamente a los cambios del caudal del agua cruda y a las modificaciones de calidad de la misma.

La flexibilidad asegura la producción normal de la planta; la planta debe estar en capacidad de operar continuamente aunque haya uno o más equipos o unidades fuera de servicio por mantenimiento o reparación. Los operadores deben

asegurarse de que toda pieza de equipo esencial: bombas, motores, dosificadores de sustancias químicas, válvulas, etc., tenga una unidad de reserva disponible.

La mano de obra es esencial en todo programa de operación y mantenimiento. En toda planta de purificación de agua es necesario que el personal de operación tenga capacidad técnica para operar el equipo y las unidades de la planta, así como adecuar la adecuación de sustancias químicas y el grado de tratamiento a las variaciones de calidad de agua cruda.

El grado de automatización y control debe ser tal que provea máxima confiabilidad en la operación de la planta. Por lo tanto, equipos y controles automáticos de difícil operación manual no son recomendables, pues pueden causar más problemas que beneficios en la operación general de la planta.

### **13.3 PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO**

Es el conjunto de acciones destinadas a lograr que las instalaciones o equipos conserven la capacidad para entregar las funciones o resultados debidos. El mantenimiento tiene que ver básicamente con las siguientes clases de actividades:

- ✚ Prolongación de la vida útil de los diversos elementos
- ✚ Eliminación de aquello que perjudique al buen funcionamiento de instalaciones y equipos
- ✚ Limpieza y ordenamiento en general
- ✚ Sustitución, arreglo o reposición de elementos o procesos fuera de orden.

Las tres primeras actividades integran en general lo que se conoce como mantenimiento preventivo, y la última sería el mantenimiento correctivo o reparación de daños. El objetivo fundamental del presente manual es, que el sistema de agua potable se sujete siempre a un mantenimiento preventivo, ya que se ha demostrado, que este resulta a la larga más económico; sin embargo, también hay que establecer actividades para el mantenimiento correctivo, ya que por diversas causas no dejan de ocurrir daños, que deben ser atendidos inmediatamente.

La operación y mantenimiento se hallan estrechamente ligados entre sí, a tal punto que a veces resulta difícil señalar el límite que los separa; y es muy frecuente que la operación y mantenimiento preventivo sean ejecutados por el mismo personal.

La mayor parte de los equipos, disponen de manuales de operación y mantenimiento, proporcionados por los fabricantes.

### **13.4 ASPECTOS DE ORGANIZACION**

Las labores de operación y mantenimiento de la planta de potabilización de Agua Potable de, serán confiadas a la Empresa Regional de Agua Potable Loreto, que será conformada una vez que el proyecto se encuentre listo para ser utilizado.

Para el cumplimiento cabal de estas funciones, la Empresa contará con las siguientes unidades de trabajo:

- ✚ Gerencia General
- ✚ Dirección Técnica
- ✚ Dirección Administrativa
- ✚ Dirección Financiera
- ✚ Talleres

#### **13.4.1 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA REGIONAL DE AGUA POTABLE LORETO**



#### **13.4.2 PERSONAL PARA OPERACIÓN**

- Dirección Técnica: Director
- Asistente de Gerencia
- Asistentes del Director Técnico (2)
- Promotor capacitador del sistema (1)
- Operador – Inspector de reservas (2)
- Operador – Inspector de plantas de tratamiento (1)
- Asistentes para mantenimiento de plantas de potabilización (2)
- Bodeguero (1)
- Mecánicos (1)
- Electricistas (1)
- Conserjes (1)
- Guardias de seguridad (1)

#### **13.4.3 PERSONAL PARA MANTENIMIENTO**

El personal de Jefatura y de Oficina es común para operación y mantenimiento, se debe señalar que el resto del personal indicado para operación se utilizará igualmente para tareas de mantenimiento preventivo y correctivo. Sin embargo, existe un número de empleados y trabajadores que están específicamente dedicados a labores de mantenimiento y que se lista a continuación:

- Talleres
- Asistentes para mantenimiento de plantas de potabilización (2)
- Mecánicos (1)
- Personal de plomería
- Jornaleros

Los trabajos que pueden ser realizados en la modalidad de contratos son los siguientes:

- Reparación de tanques y otras estructuras de la planta

#### 13.4.4 DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES

a) Gerencia General: Las actividades que deben realizar la Gerencia son las siguientes:

- ✚ Programación anual de los trabajos de operación y mantenimiento del sistema de agua potable.
- ✚ Elaboración de un registro detallado y los planos actualizados de todas las instalaciones de la planta de potabilización, tanques de reserva. En estos planos deberán constar los cambios, modificaciones y ampliaciones que se lleven a cabo en el sistema de agua potable, para facilitar la permanente supervisión y programación de trabajos. Se debe mantener un plano actualizado en archivo y otro para trabajos de oficina y de campo.
- ✚ Preparar proyectos de obras de ampliación del sistema.
- ✚ Llevar un registro de los trabajos efectuados, del control de las actividades de operación y mantenimiento, y de otras estadísticas que faciliten la programación y evaluación anual de los trabajos.
- ✚ Llevar los archivos de toda la información técnica, manuales y lista de todos los equipos mecánicos y eléctricos instalados en el sistema.

b) Dirección Técnica: las actividades que se deben realizar en esta sección son las siguientes:

- ✚ Operar adecuadamente y mantener siempre en óptimas condiciones de servicio la captación.
- ✚ Aplicar y evaluar los resultados en base a las normas nacionales e internacionales de potabilización y controlar permanentemente la calidad del agua producida en las plantas.
- ✚ Llevar el control de lecturas de los medidores - registradores de caudal instalados en las plantas de potabilización.



- ✚ Orientar y supervisar las acciones del laboratorio (análisis físicos, químicos, bacteriológicos, etc.) para verificar las condiciones del agua tratada y sus resultados remitir a la Dirección y al archivo del laboratorio.
  - ✚ Controlar la calidad de los productos empleados en el tratamiento del agua, así como las condiciones de almacenamiento y uso de tales productos y su oportuna reposición.
  - ✚ Evaluar y actualizar las rutinas de operación, mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, relativo a las instalaciones de desinfección.
  - ✚ Operar los tanques de almacenamiento.
  - ✚ Coordinar y ejecutar el mantenimiento de las instalaciones de almacenamiento, para evitar el desperdicio y la contaminación del agua.
  - ✚ Evaluar y actualizar las normas y rutinas de operación y mantenimiento preventivo y correctivo (reparaciones).
- a) Talleres de mecánica y electricidad: las actividades que se deben realizar son las siguientes:
- ✚ Ejecutar las reparaciones de mecánica y plomería.
  - ✚ Colaborar con su personal especializado en las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.
  - ✚ Mantener un stock completo de partes de repuestos de los medidores en servicio para garantizar la inmediata reparación.

#### **13.4.5 CARACTERÍSTICAS DEL PERSONAL**

En los numerales anteriores de este manual, se propuso una lista de empleados y trabajadores que deberán encargarse de la operación y mantenimiento del sistema, distribuyendo el personal según los componentes físicos.

Se procede ahora a señalar los requisitos básicos que debe cumplir el personal:

##### **13.4.5.1 Gerencia General**

###### ✚ Gerente General

Ingeniero Civil, con diez años de experiencia en sanitaria y Administración de Empresas.

✚ Asistente de la Gerencia

Ingeniero Sanitario o Hidráulicos, con cinco años de experiencia.

✚ Secretaria de Gerencia

Con conocimientos de programas básicos de computadora, con no menos de dos años de experiencia.

#### 13.4.5.2 Dirección Técnica

a) Director Técnico

Ingeniero Sanitario, con ocho años de experiencia.

b) Asistentes de Dirección

Ingenieros sanitarios con dos años de experiencia.

c) Operadores y Asistentes

Personal con conocimiento básicos de plomería y sanitaria

d) Mecánicos y electricistas

Personal con conocimientos básicos en mecánica y eléctrica.

e) Lectores

Personal con instrucción secundaria.

#### 13.4.5.3 Talleres

a) Jefe de Talleres

Mecánico o Eléctrico con experiencia mínima cinco años.

b) Obreros especializados

Plomero con experiencia en instalación de tubería y válvulas.

### 13.5 CARACTERISTICAS DE OPERACIÓN

La planta de potabilización de la ciudad de Loreto, es una planta conformada por varias unidades separadas en las que se realizan los procesos de potabilización.

El dimensionamiento es para un caudal total de 34.76 l/s.

El ingreso a la planta se realiza mediante bombeo, cuyo propósito principal es ingresar el agua a la unidad de aeración para poder remover el hierro que contiene el agua.

Luego el agua pasa a un sedimentador, para la sedimentación se utilizan tres tanques, en cuyo interior se instalan placas inclinadas a 60 grados, para permitir

cargas hidráulicas grandes (sedimentación de alta tasa). Cada uno de los sedimentadores se divide en dos cámaras, que facilitan la instalación de las placas y a su vez permiten un rápido desalojo del lodo removido del agua tratada. Luego de la unidad de sedimentación se han concebido filtros lentos de arena, de manera que al salir de operación uno de ellos, por actividades de mantenimiento (lavado), la carga sobre los demás no se incremente notablemente y se mantenga la eficiencia del tratamiento. En total, la planta de potabilización tendrá 3 filtros para el tratamiento de 35 l/s.

La desinfección con la aplicación de cloro, se ejecutará en un tanque de contacto junto a la planta, antes de que el agua pase a los tanques de reserva.

## **13.6 CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE CADA UNIDAD**

### **13.6.1 Aerador**

La unidad de aeración deberá ser operada de manera de que su función sea óptima en la remoción de hierro, esto quiere decir que la función del operador es mantener la piedra caliza limpia para que pueda absorber el hierro, debe limpiarla semanalmente o dependiendo del grado de concentración de hierro que exista en la piedra.

Cuando la piedra caliza se encuentra con mucha concentración de hierro aún después de ser lavada esta deberá ser cambiada en su totalidad.

Otra función del operador es que debe mantener los orificios de la bandejas y del dispersor limpios.

Las bandejas deben ser pintadas constantemente con pintura anticorrosiva debido a que este Aerador está destinado para la remoción de hierro y este metal produce corrosión en el material del cual está hecho el Aerador y si no se le pinta se destruirá y su vida útil será muy poca.

### **13.6.2 Filtración**

Las tareas rutinarias de operación comprenden los ajustes y medición del caudal; monitoreo de la calidad del agua producida; limpieza de la superficie de la arena, que se efectúa por "rascado" de la porción superior del filtro; lavado y almacenamiento de la arena, y la posterior reconstrucción del lecho filtrante. Este periodo entre limpiezas, llamado "carrera", es variable.

A veces puede ser necesario realizarla cada tres o cuatro semanas y en otras circunstancias, pasados muchos meses.

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

Con relación a la puesta en marcha, es necesario tener presente que la arena nueva no reduce la contaminación bacteriológica y que es necesario desechar el efluente inicial hasta comprobar que se está obteniendo un grado de eficiencia aceptable. Sin embargo, este proceso puede acelerarse sembrando el filtro con arena madura proveniente de otros filtros en operación. El raspado del lecho filtrante debe iniciarse cuando el nivel del agua en la caja del filtro llega al máximo y el agua empieza a rebosar por el aliviadero.

Para disminuir el impacto sobre la eficiencia del tratamiento durante la operación de raspado del filtro, es necesario que esta operación se ejecute en un solo día para evitar la mortandad de los microorganismos benéficos en la capa de arena que permanecerá en el filtro y acortar el período de remaduración.

En la operación de rearenado, esto es, cuando la altura del lecho ha llegado al mínimo aceptable (0,30 m) y hay que restituir a la arena el espesor de diseño, es importante aplicar el método de trinchera. Para ello, la arena del fondo que está semicolmatada se colocará en la superficie del filtro, sobre la arena nueva, a fin de acelerar el período de maduración del lecho de arena.

Por lo menos cada cinco años se realizará el lavado completo del filtro de la siguiente manera:

Se retira con mucho cuidado la arena y la grava para no mezclarlas; se lava la arena.

Se cepillan las paredes de la caja del filtro; se reacomoda el drenaje, y se vuelve a colocar el lecho de arena y la grava. Si ha habido pérdida de arena y grava,

será necesario reponerla. Si hay grietas en las paredes o en el fondo, deberán resanarse antes de colocar el lecho filtrante.

Cuando los sistemas están bien diseñados, operados y mantenidos, el efluente de las plantas de filtración lenta requiere de dosis muy baja de cloro como última barrera; prácticamente sólo para asegurar que el agua conserve su calidad bacteriológica hasta ser consumida.

Es un agua con muy bajo riesgo sanitario.<sup>41</sup>

### **13.9 REGISTROS Y DOCUMENTOS TECNICOS DE MANTENIMIENTO**

Los documentos técnicos de mantenimiento son los siguientes:

- ✚ Las normas de mantenimiento preventivo de este manual
- ✚ Los manuales y catálogos de mantenimiento de los fabricantes de equipos e instrumentos
- ✚ Memoria técnica y planos del sistema de agua potable.
- ✚ El catastro de válvulas de la red de distribución
- ✚ Otros documentos técnicos pertinentes

Los documentos referidos deberán permanecer en el archivo especial para ser consultados permanentemente con el personal encargado del mantenimiento preventivo y correctivo.

El calendario de mantenimiento preventivo, en el que va quedando constancia de la realización de las diversas actividades, avaladas por la firma de responsabilidad de la persona o grupo que la realizó.

- ✚ El formulario para mantenimiento correctivo.

Los formularios se llenarán con esferográfico, utilizando letras y números claros.

Se los archivará en carpetas de cartulina, identificando cada carpeta con la siguiente leyenda: nombre general del formulario, período del tiempo al que pertenece la carpeta, cualquier otra información que sea del caso.

---

<sup>41</sup> <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacg/fulltext/desinfeccion/capitulo5.pdf>

## CAPITULO 14

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✚ Podemos concluir que el agua que está destinada para realizar el proceso de potabilización y que será distribuida a la población es de buena calidad y que es tratable y que va a servir de buena manera a la población de la ciudad de Loreto.
- ✚ Notamos que el agua en un determinado tiempo cambia debido a las condiciones climáticas y a las estaciones del año.
- ✚ Se puede recalcar que en medios de contacto para aeradores es posible utilizar material de nuestro medio y así no incurrir en gastos innecesarios.
- ✚ Podemos utilizar y en nuestro medio, es posible utilizar filtro lento, no solo en Europa, a pesar de que tienen un alto costo de construcción inicial su mantenimiento requiere de poca inversión, lo cual compensa el precio inicial. recomendable que las personas cuiden el lugar de la captación para lo cual deben realizar un mantenimiento periódico y conservar la calidad del agua.
- ✚ Los filtros lento son más eficientes y más fáciles de mantener que los filtros rápidos sin embargo tiene limitaciones como son la turbiedad no puede ser tan alta ,pero debido a que la turbiedad del agua de la captación que esta destinada para la potabilización de agua para la ciudad e Loreto , es permisible el uso de este tipo de filtros
- ✚ La mejor forma de optimizar recursos es buscar el diseño más óptimo para los requerimientos de potabilización del agua.

- ✚ En un sistema es muy importante el mantenimiento preventivo, y así podemos evitar daños económicos grandes y a su vez no interrumpir la dotación de agua a la población beneficiada
  
- ✚ Se debe llevar un registro de la calidad del agua para que en futuro crecimiento poblacional se pueda readecuar la planta de potabilización actual o a su vez, que estos datos sirvan para la construcción de una nueva.
  
- ✚ El diseño estructural está basado en un ensayo de suelos el mismo que especifica un cambio de suelo total, el contratista y la parte de fiscalización deberá cumplir con dichas especificaciones para así no tener problemas en el futuro.
  
- ✚ Las condiciones del agua en Loreto son cambiantes sin embargo a datos obtenidos anteriormente se decide tener una unidad de aeración para eventuales presencia de hierro en el agua.
  
- ✚ Para un buen mantenimiento y duración de la unidades se debe lo mas pronto posible conformar el equipo técnico y administrativo que va a estar cargo del sistema.
  
- ✚ La elaboración de tablas y gráficas donde se indican tiempos de duración, iniciación y terminación de las actividades es un método efectivo para la programación del proyecto.
  
- ✚ Se debe realizar aforos y llevar un registro de los mismos para tener una idea clara del caudal con el cual está trabajando cada unidad, y a su vez hacerlas trabajar para el caudal necesario y para el cual fueron diseñadas.

- ✚ Se debe realizar el mantenimiento como indica en el capítulo 13 de este proyecto para evitar daños permanentes en la planta.
- ✚ Se deberá construir una caseta de bombeo y se deberá poner una persona responsable por los elementos que conforman dicho sistema, ya que los accesorios y la bomba utilizada son de alto costo y corre el riesgo de ser sustraída.
- ✚ Es recomendable para reducir costos, poner un laboratorio propio donde se puedan obtener los resultados cada vez que uno necesite hacerlos.
- ✚ El modelado y colocación del acero de refuerzo deberá ser colocado como lo especifica los planos en el capítulo 12.
- ✚ Se debe hacer un plan de concientización de la ciudadanía para enseñarle a usar de forma óptima el agua y así poder cuidar nuestro recurso natural más valorado que es el agua.



## **CAPITULO 15**

### **ANEXOS**

#### **15.1 CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS DE AGUA EXISTENTES**

La población de Loreto no tiene ningún sistema de agua existente, el agua que consumen es enviada directamente de la captación de pozos hacia la población, por lo que el agua que consumen no es apta para el consumo humano.

#### **15.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE**

La información existente es la misma información que nos fu proporcionada en el Gobierno Municipal de Orellana, como son Proyección de Población, Ensayo de suelos, datos demográficos etc., tos esta información está presente en el desarrollo del presente proyecto, como Fuente del Gobierno Municipal de Orellana

#### **15.3 DOCUMENTOS ANEXOS AL PROYECTO**

(Ver anexos)

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

\* POTABILIZACIÓN” – ING. MILTÓN SILVA

\* LIBRO “PURIFICACIÓN DEL AGUA” - JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS-  
PRIMERA EDICIÓN

\* “TEORIA Y PRACTICA DE LA PURIFICACIÓN DEL AGUA “ JORGE ARBOLEDA  
VALENCIA TOMO 1

\* “TEORIA Y PRACTICA DE LA PURIFICACIÓN DEL AGUA “ JORGE ARBOLEDA  
VALENCIA TOMO 2

\*TESIS TES019P DEL ING. JORGE MONTERO OXIDACIÓN DE HIERRO POR  
MEDIO DE AERADORES A GRAVEDAD DE BANDEJAS MÚLTIPLES CAPITULO  
5.2.2

\*“ESTRUCTURA DE CONCRETO” ARTUR NILSON

\*INEC INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS

\*CEC CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN

\*[HTTP://ES.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN ECU  
ADOR](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_potable_y_saneamiento_en_Ecuador)

\*[HTTP://ES.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/AGUA POTABLE](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_potable)

\*[HTTP://WWW.HCPO.GOV.EC/INDEX.PHP?OPTION=COM\\_CONTENT&VIEW=AR  
TICLE&ID=4:FRANCISCO-DE ORELLANA&CATID=12:CANTONES&ITEMID=21](http://www.hcpo.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=4:francisco-de_orellana&catid=12:cantones&itemid=21)

\*[HTTP://WWW.HCPO.GOV.EC/INDEX.PHP?OPTION=COM\\_CONTENT&VIEW=ARTICLE&ID=5:JO  
YA-DE-LOS-SACHAS&CATID=12:CANTONES&ITEMID=22](http://www.hcpo.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=5:jo_ya-de-los-sachas&catid=12:cantones&itemid=22)

\*[WWW.SICA.GOV.EC/CENSO/DOCS/NACIONALES](http://www.sica.gov.ec/censo/docs/nacionales)

\*[HTTP://WWW.ORELLANATURISTICA.GOV.EC/INDEX.PHP?OPTION=COM\\_CONTENT&TASK=VI  
EW&ID=19&ITEMID=49](http://www.orellanaturistica.gov.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=19&itemid=49)

\*HTTP://WWW.CEPIS.OPS-  
OMS.ORG/BVSATR/FULLTEXT/OPERACION/CAP9.PDF

\*HTTP://SISBIB.UNMSM.EDU.PE/BIBVIRTUAL/TESIS/INGENIE/CHOY\_B\_V/CAP5.  
HTM

\*OPERACIÓN Y MANTENIMIENTOS DE CEPIS

\*[HTTP://WWW.PRESUPUESTODEOBRA.COM/](http://WWW.PRESUPUESTODEOBRA.COM/)

[WWW.PLASTIGAMA.COM](http://WWW.PLASTIGAMA.COM)

**ANEXOS**

**ANEXO 1**

**PROYECCION DE LA POBLACION URBANA Y PERIFERIA DE: LORETO,  
FRANCISCO DE ORELLANA, LA JOYA DE LOS SACHAS, SAN CARLOS Y SAN  
SEBASTIAN DEL COCA / (2001 - 2036)**

SISTEMA REGIONAL DE AGUA POTABLE: LORETO - FCO. DE ORELLANA - LA JOYA DE LOS SACHAS											
PROYECCION DE LA POBLACION URBANA Y PERIFERIA DE: LORETO, FRANCISCO DE ORELLANA, LA JOYA DE LOS SACHAS, SAN CARLOS Y SAN SEBASTIAN DEL COCA/ (2001 - 2036)											
FECHAS	PROYECCION POBLACION PERIFERIA DE LORETO	PROYECCION POBLACION PERIFERIA DE ORELLANA	PROYECCION POBLACION PERIFERIA DE JOYA SACHAS	PROYECCION POBLACION SAN CARLOS	PROYECCION POBLACION SAN SEBASTIAN	PROYECCION POBLACION URBANA ORELLANA	PROYECCION POBLACION URBANA LORETO	PROYECCION POBLACION URBANA JOYA SACHAS	PROYECCION POBLACION TOTAL	TASA CREC ANUAL DEMPROJ	TASA CREC QUINQUENAL DEMPROJ
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	= a+b+c+d+e+f+g+h	(j)	(k)
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	4.99%										
25-nov-01	566	2,602	2,539	2,823	1,012	18,298	1,245	5,822	34,907		
25-nov-02	594	2,732	2,666	2,964	1,062	20,933	1,997	6,289	39,237	0.124	
25-nov-03	624	2,868	2,799	3,112	1,116	23,592	2,149	6,785	43,044	0.097	
25-nov-04	655	3,011	2,938	3,267	1,171	26,260	2,298	7,309	46,910	0.090	
25-nov-05	688	3,162	3,085	3,430	1,230	28,922	2,446	7,859	50,821	0.083	9.86%
25-nov-06	722	3,319	3,239	3,601	1,291	31,562	2,591	8,433	54,759	0.077	
25-nov-07	758	3,485	3,401	3,781	1,355	34,190	2,734	9,033	58,736	0.073	
25-nov-08	796	3,659	3,570	3,970	1,423	36,818	2,873	9,659	62,767	0.069	
25-nov-09	836	3,841	3,748	4,168	1,494	39,428	3,009	10,311	66,835	0.065	
25-nov-10	877	4,033	3,935	4,376	1,569	42,007	3,142	10,985	70,924	0.061	6.89%
25-nov-11	921	4,234	4,132	4,594	1,647	44,538	3,272	11,682	75,020	0.058	
25-nov-12	967	4,446	4,338	4,823	1,729	47,012	3,398	12,411	79,124	0.055	
25-nov-13	1,015	4,667	4,554	5,064	1,815	49,440	3,519	13,173	83,249	0.052	
25-nov-14	1,066	4,900	4,782	5,317	1,906	51,835	3,638	13,953	87,396	0.050	
25-nov-15	1,119	5,145	5,020	5,582	2,001	54,211	3,755	14,735	91,568	0.048	5.24%
25-nov-16	1,175	5,402	5,271	5,860	2,101	56,580	3,873	15,504	95,766	0.046	
25-nov-17	1,234	5,671	5,534	6,153	2,206	58,914	3,990	16,253	99,954	0.044	
25-nov-18	1,295	5,954	5,810	6,460	2,316	61,206	4,107	16,995	104,143	0.042	
25-nov-19	1,360	6,251	6,100	6,782	2,431	63,496	4,224	17,735	108,380	0.041	
25-nov-20	1,428	6,563	6,404	7,121	2,553	65,827	4,341	18,483	112,719	0.040	4.24%
25-nov-21	1,499	6,891	6,724	7,476	2,680	68,242	4,461	19,245	117,217	0.040	
25-nov-22	1,574	7,235	7,059	7,849	2,814	70,732	4,584	20,013	121,859	0.040	
25-nov-23	1,652	7,596	7,412	8,241	2,954	73,267	4,706	20,781	126,609	0.039	
25-nov-24	1,735	7,975	7,782	8,652	3,102	75,862	4,831	21,563	131,500	0.039	
25-nov-25	1,821	8,373	8,170	9,084	3,256	78,533	4,958	22,373	136,568	0.039	3.89%
25-nov-26	1,912	8,790	8,578	9,537	3,419	81,293	5,088	23,226	141,843	0.039	
25-nov-27	2,008	9,229	9,006	10,013	3,589	84,135	5,223	24,121	147,323	0.039	
25-nov-28	2,108	9,690	9,455	10,512	3,769	87,051	5,361	25,049	152,994	0.038	
25-nov-29	2,213	10,173	9,927	11,037	3,957	90,050	5,501	26,009	158,866	0.038	
25-nov-30	2,323	10,681	10,422	11,588	4,154	93,142	5,643	27,005	164,958	0.038	3.85%
25-nov-31	2,439	11,214	10,942	12,166	4,361	96,337	5,788	28,036	171,284	0.038	
25-nov-32	2,561	11,773	11,488	12,773	4,579	99,629	5,935	29,102	177,840	0.038	
25-nov-33	2,689	12,361	12,061	13,410	4,807	103,011	6,084	30,202	184,626	0.038	
25-nov-34	2,823	12,977	12,663	14,080	5,047	106,492	6,235	31,338	191,656	0.038	
25-nov-35	2,964	13,625	13,295	14,782	5,299	110,083	6,388	32,510	198,946	0.038	3.82%
25-nov-36	3,112	14,305	13,959	15,520	5,564	113,795	6,542	33,720	206,515	0.038	4.66%
TASA PROMEDIO METODO DEMPROJ											

FUENTE: Municipio De Orellana

**ANEXO 2**

**PROYECCION DE LA DEMANDA TOTAL DEL SISTEMA - DISEÑOS DEFINITIVOS**

SISTEMA REGIONAL DE AGUA POTABLE: LORETO - FCO. DE ORELLANA - LA JOYA DE LOS SACHAS							
PROYECCION DE LA DEMANDA TOTAL DEL SISTEMA							
POBLACION Y DOTACION			CAUDALES CARACTERISTICOS				
AÑO PERIODO DE DISEÑO	POBLACION TOTAL PROYECTADA [hab]	DOTACION [l/hab. X día]	CAUDAL MEDIO DIARIO [Qm d] [L/s]	COEFICIENTE Km áx diario 1.3 a 1.5 [Kd]	CAUDAL MAXIMO DIARIO [QMD=Qmd x Kd] [L/s]	COEFICIENTE Km áx horario 2.0 a 2.3 [Kh]	CAUDAL MAXIMO HORARIO [QMH=QMD x Kh] [L/s]
1	2	4	5	6	7	8	9
2006	54,759	VARIABLE	128.83	1.40	180.37	2.30	296.32
2007	58,736	VARIABLE	138.90	1.40	194.45	2.30	319.46
2008	62,767	VARIABLE	149.18	1.40	208.85	2.30	343.10
2009	66,835	VARIABLE	159.63	1.40	223.49	2.30	367.16
2010	70,924	VARIABLE	170.24	1.40	238.33	2.30	391.54
2011	75,020	VARIABLE	180.95	1.40	253.33	2.30	416.18
2012	79,124	VARIABLE	191.77	1.40	268.47	2.30	441.07
2013	83,249	VARIABLE	202.73	1.40	283.82	2.30	466.28
2014	87,396	VARIABLE	213.84	1.40	299.38	2.30	491.84
2015	91,568	VARIABLE	225.11	1.40	315.15	2.30	517.75
2016	95,766	VARIABLE	236.53	1.40	331.14	2.30	544.01
2017	99,954	VARIABLE	248.02	1.40	347.23	2.30	570.44
2018	104,143	VARIABLE	259.60	1.40	363.44	2.30	597.09
2019	108,380	VARIABLE	271.40	1.40	379.96	2.30	624.22
2020	112,719	VARIABLE	283.55	1.40	396.97	2.30	652.17
2021	117,217	VARIABLE	296.20	1.40	414.68	2.30	681.26
2022	121,859	VARIABLE	309.32	1.40	433.04	2.30	711.43
2023	126,609	VARIABLE	322.81	1.40	451.94	2.30	742.47
2024	131,500	VARIABLE	336.78	1.40	471.49	2.30	774.59
2025	136,568	VARIABLE	351.31	1.40	491.83	2.30	808.01
2026	141,843	VARIABLE	366.49	1.40	513.08	2.30	842.92
2027	147,323	VARIABLE	382.32	1.40	535.25	2.30	879.34
2028	152,994	VARIABLE	398.77	1.40	558.28	2.30	917.18
2029	158,866	VARIABLE	415.88	1.40	582.23	2.30	956.53
2030	164,958	VARIABLE	433.70	1.40	607.18	2.30	997.51
2031	171,284	VARIABLE	452.27	1.40	633.18	2.30	1,040.22
2032	177,840	VARIABLE	471.60	1.40	660.24	2.30	1,084.68

FUENTE: Municipio De Orellana

**ANEXO 3**

**PLANOS TOPOGRÁFICOS PLANTA POTABILIZACIÓN LORETO PPL**



**ANEXO 4**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA DEL RÍO SUNO**

**ANEXO 5**

**CÁLCULO ESTRUCTURAL**

### 9.3 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TANQUE REPARTIDOR DE CAUDALES

Peso específico del hormigón:  $\gamma_h = 2.4 \text{ t/m}^3$

Peso específico del agua:  $\gamma_w = 1 \text{ t/m}^3$

#### TAPA

$$W_{tapa} = V_{tapa} * \gamma_h \quad (\text{F-9.2})$$

$$W_{tapa} = l * a * e * \gamma_h$$

$$W_{tapa} = 3.2m * 3.2m * 0.15 \text{ m} * 2.4 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

$$W_{tapa} = 3.69 \text{ t}$$

#### Hipótesis de carga

Peso propio de losa

Peso del recubrimiento

$$Pp / m^2 = \frac{3.69 \text{ t}}{10.24 \text{ m}^2}$$

$$Pp / m^2 = 0.36 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$Wr / m^2 = e_r * \gamma_r$$

$$Wr / m^2 = 0.02m * 2.1 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

$$Wr / m^2 = 0.042 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

Carga muerta

Carga viva

$$D = Wpp + Wr$$

$$D = 0.36 + 0.042$$

$$D = 0.402 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$L = 0.20 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$Wt = D + L$$

$$Wt = 0.402 + 0.2$$

$$Wt = 0.602 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$m = l_a / l_b = 1$$

$w_a=0.5^{42}$  dirección corta

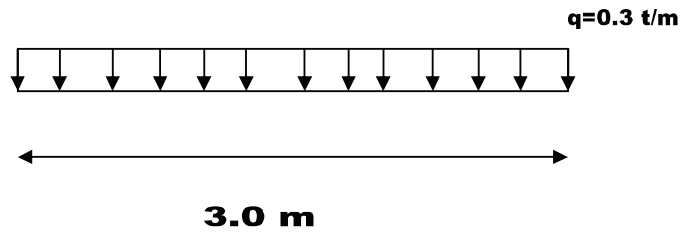
$w_b=0.5$  dirección larga

En ambas direcciones:

$$q = Wt * 1m * 0.5$$

$$q = 0.602 * 1 * 0.5$$

$$q = 0.301 \text{ t/m}$$



V(-)	4.5 t		M(+)	1.13	
V(+)	4.5 t		M(-)	2.25	

$$Mu = 1.5 * M$$

$$Mu = 1.5 * 2.25 \text{ (F-9.4)}$$

$$Mu = 3.38 \text{ t-m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} \quad \text{(F-9.5)}$$

$$Mn = \frac{3.38}{0.9}$$

$$Mn = 3.75 \text{ t-m}$$

$$\frac{Mn}{b * d^2} = \frac{3.75 * 10^5}{100 * 15^2} \text{ (F-9.6)}$$

$$\frac{Mn}{b * d^2} = 37.5$$

Para:

---

<sup>42</sup>  $w_a$  y  $w_b$  coeficientes tomados del libro de Artur Nilson pag 381

$$\frac{Mn}{b * d^2} = 37.5$$

$$\rho = 0.0101$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 0.0101 * 100 * 10$$

$$As = 10.1 \text{ cm}^2$$

$$As / cara = \frac{10.1}{2}$$

$$As / cara = 5.05 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ min} = 0.0033 * b * d \quad (\text{F-9.7})$$

$$As \text{ min} = 0.0033 * 100 * 15$$

$$As \text{ min} = 4.95 \text{ cm}^2$$

Debido a que el acero mínimo es menor el que el acero calculado se adopta el acero calculado.

Si  $\Phi=12$  mm

$$s = \frac{1.13}{5.05} * 100$$

$$s = 22.38 \text{ cm}$$

se adopta 1 $\phi$ 12@20 cm en cada cara Esta cuantía es para los dos sentidos debido a que el coeficiente de distribución es de 0.5 para cada lado

### LOSA DE FONDO

$$Ap = \text{Perimetro} * h \quad (\text{F-9.8})$$

$$Ap = (3 + 3 + 3 + 3) * 2.70$$

$$Ap = 32.4 \text{ m}_2$$

$$W_{pp} = A_p * e * \gamma_h \quad (\text{F-9.9})$$

$$W_{pp} = 32.4 * 0.2 * 2.4$$

$$W_{pp} = 15.55 \text{ t}$$

Presión sobre la losa de fondo:

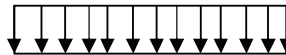


$$\text{Presión} = \frac{W_{pp}}{A_{\text{fondo}}} \quad (\text{F-9.10})$$

$$\text{Presión} = \frac{15.55 \text{ t}}{3 * 3 \text{ m}^2}$$

$$\text{Presión} = 1.72 \text{ t/m}^2$$

Presión sobre suelo:



$$V_{H20} = A_{\text{fondo}} * h \quad (\text{F-9.11})$$

$$V_{H20} = 9 \text{ m}^2 * 2.53 \text{ m}$$

$$V_{H20} = 22.77 \text{ m}^3$$

$$W_{H20} = V_{H20} * \gamma_{H20} \quad (\text{F-9.12})$$

$$W_{H20} = 22.77 \text{ m}^3 * 1 \text{ t/m}^3$$

$$W_{H20} = 22.77 \text{ t}$$

$$W_{losa} = V_{losa} * \gamma_h \quad (\text{F-9.13})$$

$$W_{losa} = A_{fondo} * e * \gamma_h \quad W_{tapa} = V_{tapa} * \gamma_h$$

$$W_{losa} = 10.24 \text{ m}^2 * 0.20 \text{ m} * 2.4 \text{ t/m}^3 \quad W_{tapa} = l * a * e * \gamma_h$$

$$W_{losa} = 4.92 \text{ t} \quad W_{tapa} = 3.2 \text{ m} * 3.2 \text{ m} * 0.15 \text{ m} * 2.4 \text{ t/m}^3$$

$$W_{tapa} = 3.69 \text{ t}$$

$$\text{Presión} = \frac{W_{losa} + W_{H20} + W_{tapa} + W_{pp}}{A_{fondo}}$$

$$\text{Presión} = \frac{4.92 + 22.77 + 3.69 + 15.55}{3.2 * 3.2}$$

$$\text{Presión} = 4.58 \text{ t/m}^2 < 15 \text{ t/m}^2 \text{ ok}$$

### Hipótesis de carga

Peso propio de losa

Peso del recubrimiento

$$Pp / \text{m}^2 = \frac{4.92 \text{ t}}{3.2 * 3.2 \text{ m}^2}$$

$$Wr / \text{m}^2 = e_r * \gamma_r$$

$$Pp / \text{m}^2 = 0.48 \text{ t/m}^2$$

$$Wr / \text{m}^2 = 0.02 \text{ m} * 2.1 \text{ t/m}^3$$

$$Wr / \text{m}^2 = 0.042 \text{ t/m}^2$$

Carga muerta

carga viva

$$D = W_{pp} + W_r$$

$$L = 0.20 \text{ t/m}^2$$

$$D = 0.48 + 0.042$$

$$D = 0.522 \text{ t/m}^2$$

$$Wt = D + L$$

$$Wt = 0.522 + 0.20$$

$$Wt = 0.722 \frac{t}{m^2}$$

$$m = l_a / l_b = 1$$

Wa=0.5 dirección corta

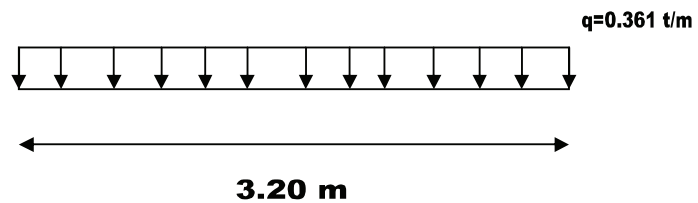
Wb=0.5 dirección larga

En ambas direcciones:

$$q = Wt * 1m * 0.5$$

$$q = 0.722 * 1 * 0.5$$

$$q = 0.361 \frac{t}{m}$$



V(-)	5.78 t		M(+)	1.54	
V(+)	5.78 t		M(-)	3.08	

$$Mu = 1.5 * M \quad (\text{F-9.4})$$

$$Mu = 1.5 * 3.08$$

$$Mu = 4.62 \text{ t} - m$$

$$Mn = \frac{Mn}{\phi} \quad (\text{F-9.5})$$

$$Mn = \frac{3.33}{0.9}$$

$$Mn = 5.13 \text{ t} - m$$



$$\frac{Mn}{b * d^2} = \frac{5.13 * 10^5}{100 * 15^2} \quad (\text{F-9.6})$$

$$\frac{Mn}{b * d^2} = 22.81$$

Para:

$$\frac{Mn}{b * d^2} = 22.81$$

$$\rho = 0.0058$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 0.0058 * 100 * 15 \quad (\text{F-9.7})$$

$$As = 8.7 \text{ cm}^2$$

$$As / cara = \frac{8.7}{2}$$

$$As / cara = 4.35 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ min} = 0.0033 * b * d$$

$$As \text{ min} = 0.0033 * 100 * 15$$

$$As \text{ min} = 4.95 \text{ cm}^2$$

Debido a que el acero mínimo es mayor el que el acero calculado de adopta el acero mínimo.

Si  $\Phi = 12 \text{ mm}$

$$s = \frac{1.13}{4.95} * 100$$

$$s = 22.83 \text{ cm}$$

*se adopta 1φ12@20 cm en cada cara*

Esta cuantía es para los dos sentidos debido a que el coeficiente de distribución es de 0.5 para cada lado.

### PAREDES

Refuerzo horizontal

Quando tanque se encuentra enterrado el diseño se hace considerando el tanque vacío.

### Hipótesis de carga

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (\text{F-9.14})$$

$$\sigma = \gamma_s \cdot K_a \cdot H$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{35}{2} \right)$$

$$\sigma = 1.9 * 0.27 * 2.70$$

$$K_a = 0.27$$

$$\sigma = 1.39 \text{ t/m}^2$$

$$m = I_a / I_b = 0.85$$

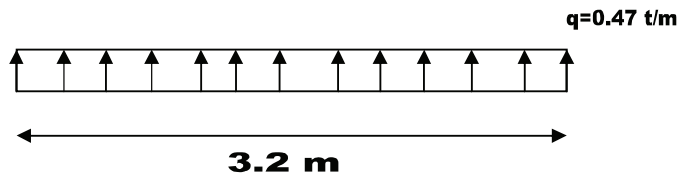
$$W_a = 0.66 \quad W_b = 0.34$$

En dirección larga:

$$q = \sigma * 1m * 0.34$$

$$q = 1.39 * 1 * 0.34$$

$$q = 0.47 \frac{t}{m}$$



V(-)	7.52 t		M(+)	4.01	
V(+)	7.52 t		M(-)	2.005	

$$Mu = 1.7 * M \quad (\text{F-9.15})$$

$$Mu = 1.7 * 4.1$$

$$Mu = 6.97 \text{ t-m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} \quad (\text{F-9.5})$$

$$Mn = \frac{6.97}{0.9}$$

$$Mn = 7.74 \text{ t-m}$$

$$As = \frac{Mn * 30}{d} \quad (\text{F-9.16})$$

$$As = \frac{1.42 * 30}{15}$$

$$As = 7.74 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ min} = 0.0020 * b * d$$

$$A_s \text{ min} = 0.0020 * 100 * 15$$

$$A_s \text{ min} = 3.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s / \text{cara} = \frac{A_s}{2}$$

Debido a ACI 318-95 14.3.4

$$A_s / \text{cara} = \frac{7.74}{2}$$

$$A_s / \text{cara} = 3.87 \text{ cm}^2$$

Debido a que el acero mínimo es menor el que el acero calculado se adopta el acero calculado.

Si  $\Phi = 10 \text{ mm}$

$$s = \frac{1.13}{3.87} * 100$$

$$s = 29.19 \text{ cm}$$

se adopta  $1\phi 12 @ 30 \text{ cm}$  en ambas caras Debido a ACI 318-95 14.3.5

Debido a que las paredes del tanque son iguales se adopta el mismo acero de refuerzo horizontal para todas las paredes.

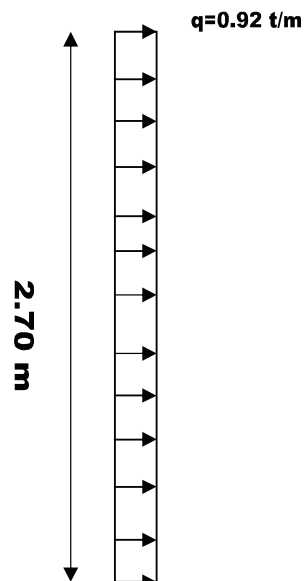
### REFUERZO VERTICAL

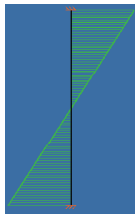
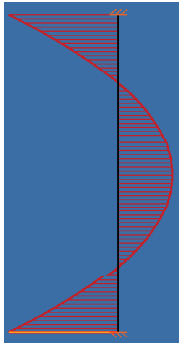
En dirección corta:

$$q = \sigma * 1m * 0.66$$

$$q = 1.39 * 1 * 0.66$$

$$q = 0.92 \text{ t/m}$$



V(-)	1.24 t		M(+)	2.79	
V(+)	1.24 t		M(-)	5.59	

$$Mu = 1.7 * M \quad (\text{F-9.15})$$

$$Mu = 1.7 * 5.59$$

$$Mu = 9.5 \text{ t} - m$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} \quad (\text{F-9.5})$$

$$Mn = \frac{9.5}{0.9}$$

$$Mn = 10.56 \text{ t} - m$$

$$As = \frac{Mn * 30}{d} \quad (\text{F-9.16})$$

$$As = \frac{10.56 * 30}{15}$$

$$As = 21.11 \text{ cm}^2$$

$$As / cara = \frac{As}{2}$$

Debido a ACI 318-95 14.3.4

Si  $\Phi = 12 \text{ mm}$

$$As / cara = \frac{21.11}{2}$$

$$As / cara = 10.55 \text{ cm}^2$$

$$s = \frac{1.13}{10.55} * 100$$

$$s = 10.71 \text{ cm}$$

se adopta  $1\phi 12@10$  cm

Debido a que las paredes del tanque son iguales se adopta el mismo acero de refuerzo vertical para todas las paredes

#### 9.4 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL FILTRO LENTO

$$\sigma_{adm \text{ suelo}} = 15 \text{ t/m}^2$$

##### LOSA DE FONDO

$$A_p = (2 * l + 2 * a) * h$$

$$A_p = (2 * 17.71 + 2 * 12.05) * 3.75$$

$$A_p = 223.20 \text{ m}^2$$

$$W_{pp} = A_p * e * \gamma_h$$

$$W_{pp} = 223.20 * 0.2 * 2.4$$

$$W_{pp} = 107.14 \text{ t}$$

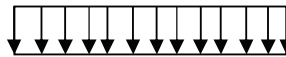
Presión sobre la losa de fondo: 

$$\text{Presión} = \frac{Ppp}{l * a}$$

$$\text{Presión} = \frac{107.14 \text{ t}}{17.71 * 12.05 \text{ m}^2}$$

$$\text{Presión} = 0.502 \text{ t/m}^2$$

Presión sobre suelo:



$$V_{H20} = a * l * h$$

$$V_{H20} = 17.71 \text{ m} * 12.05 \text{ m} * 3.75 \text{ m}$$

$$V_{H20} = 800.27 \text{ m}^3$$

$$W_{H20} = V_{H20} * \gamma_{H20}$$

$$W_{H20} = 800.27 \text{ m}^3 * 1 \text{ t/m}^3$$

$$W_{H20} = 800.27 \text{ t}$$

$$W_{losa} = V_{losa} * \gamma_h$$

$$W_{losa} = l * a * e * \gamma_h$$

$$W_{losa} = 17.71 \text{ m} * 12.05 \text{ m} * 0.20 \text{ m} * 2.4 \text{ t/m}^3$$

$$W_{losa} = 102.43 \text{ t}$$

$$\text{Pr esión} = \frac{W_{pp} + W_{H20} + W_{losa}}{l * a}$$

$$\text{Pr esión} = \frac{107.14 + 800.27 + 102.43}{17.71 * 12.05}$$

$$\text{Pr esión} = \frac{1009.84}{141.11}$$

$$\text{Pr esión} = 4.73 \frac{t}{m^2} < 15 \frac{t}{m^2} \text{ ok}$$

#### Hipótesis de carga

Peso propio de losa

Peso del recubrimiento

$$Pp / m^2 = \frac{102.43 \text{ t}}{17.71 * 12.05 \text{ m}^2}$$

$$Wr / m^2 = e_r * \gamma_r$$

$$Pp / m^2 = 0.48 \frac{t}{m^2}$$

$$Wr / m^2 = 0.02m * 2.1 \frac{t}{m^3}$$

$$Wr / m^2 = 0.042 \frac{t}{m^2}$$

Carga muerta

Carga viva

$$D = W_{pp} + W_r$$

$$L = 0.20 \frac{t}{m^2}$$

$$D = 0.48 + 0.042$$

$$D = 0.522 \frac{t}{m^2}$$



$$Wt = D + L$$

$$Wt = 0.522 + 0.20$$

$$Wt = 0.722 \frac{t}{m^2}$$

Wa=0.19 dirección larga

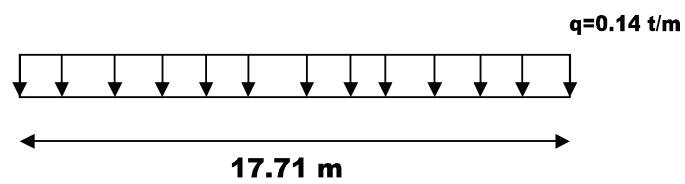
Wb=0.81 dirección corta

En dirección larga:

$$q = Wt * 1m * 0.19$$

$$q = 0.722 * 1 * 0.19$$

$$q = 0.14 \frac{t}{m}$$



V(-)	1.24 t		M(+)	1.83	
V(+)	1.24 t		M(-)	3.66	

$$Mu = 1.5 * M$$

$$Mu = 1.5 * 3.66$$

$$Mu = 5.49 \text{ t} - m$$

$$Mn = \frac{Mn}{\phi}$$

$$Mn = \frac{3.33}{0.9}$$

$$Mn = 6.1 \text{ t - m}$$

$$\frac{Mn}{b * d^2} = \frac{3.7 * 10^5}{100 * 15^2}$$

$$\frac{Mn}{b * d^2} = 27.11$$

Viendo en Tabla

Para:

$$\frac{Mn}{b * d^2} = 27.11$$

$$\rho = 0.0071$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 0.0071 * 100 * 15$$

$$As = 10.65 \text{ cm}^2$$

$$As / cara = \frac{10.65}{2}$$

$$As / cara = 5.33 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ min} = 0.0033 * b * d$$

$$A_s \text{ min} = 0.0033 * 100 * 15$$

$$A_s \text{ min} = 4.95 \text{ cm}^2$$

Debido a que el acero mínimo es menor el que el acero calculado se adopta el acero calculado.

Si  $\Phi = 12 \text{ mm}$

$$s = \frac{1.13}{5.33} * 100$$

$$s = 21.2 \text{ cm}$$

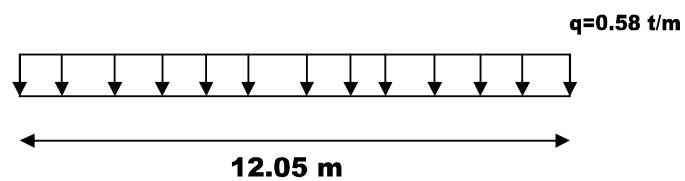
se adopta  $1\phi 12 @ 20 \text{ cm}$  en cada cara

En dirección corta:

$$q = Wt * 1m * 0.81$$

$$q = 0.722 * 1 * 0.81$$

$$q = 0.58 \text{ t/m}$$



V(-)	3.49 t		M(+)	3.51	
V(+)	3.49 t		T - m		
		M(-)	7.02		

$$Mu = 1.5 * M$$

$$Mu = 1.5 * 7.02$$

$$Mu = 10.53 \text{ t - m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi}$$

$$Mn = \frac{10.53}{0.9}$$

$$Mn = 11.7 \text{ t - m}$$

$$\frac{Mn}{b * d^2} = \frac{11.7 * 10^5}{100 * 15^2}$$

$$\frac{Mn}{b * d^2} = 52.00$$

Para:

$$\frac{Mn}{b * d^2} = 52$$

$$\rho = 0.0151$$

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 0.0151 * 100 * 15$$

$$As = 22.65 \text{ cm}^2$$

$$As / cara = \frac{22.65}{2}$$

$$As / cara = 11.33 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ min} = 0.0033 * b * d$$

$$As \text{ min} = 0.0033 * 100 * 15$$

$$As \text{ min} = 4.95 \text{ cm}^2$$

Debido a que el acero mínimo es menor el que el acero calculado se adopta el acero calculado.

Si  $\Phi=12 \text{ mm}$

$$s = \frac{1.13}{11.33} * 100$$

$$s = 9.97 \text{ cm}$$

*se adopta 1 $\phi$ 12@10 cm en cada cara*

### PAREDES LATERALES

#### REFUERZO HORIZONTAL

Cuando tanque se encuentra enterrado el diseño se hace considerando el tanque vacío.

#### Hipótesis de carga

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\sigma = \gamma_s \cdot K_a \cdot H$$

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{35}{2}\right)$$

$$\sigma = 1.9 \cdot 0.27 \cdot 3.75$$

$$K_a = 0.27$$

$$\sigma = 1.92 \frac{t}{m^2}$$

$$m=1$$

Debido a que la relación de longitudes es menor que 0.5, en teoría no necesitamos refuerzo horizontal por lo que procederemos a colocar  $A_s$  min.

En dirección larga:

$$A_s \text{ min} = 0.0020 \cdot b \cdot d$$

$$A_s \text{ min} = 0.0020 \cdot 100 \cdot 15$$

$$A_s \text{ min} = 3.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ min/ cara} = \frac{A_s \text{ min}}{2}$$

Debido a ACI 318-95 14.3.4

$$A_s \text{ min/ cara} = \frac{3}{2}$$

$$A_s \text{ min/ cara} = 1.5 \text{ cm}^2$$

Si  $\Phi=10$  mm

$$s = \frac{0.785}{1.5} \cdot 100$$

$$s = 52.33 \text{ cm}$$

se adopta 1φ10@45 cm en ambas caras Debido a ACI 318-95 14.3.5

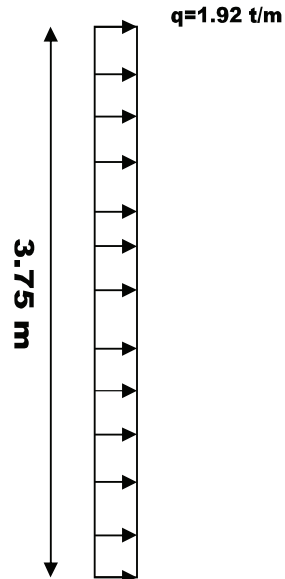
**REFUERZO VERTICAL**

En dirección corta:

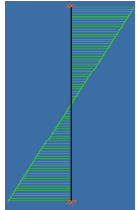
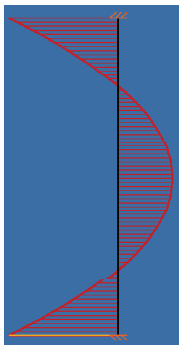
$$q = \sigma * 1m * 1$$

$$q = 1.92 * 1 * 1$$

$$q = 1.92 \frac{t}{m}$$



**TABLA  
CALCULO DE MOMENTOS**

V(-)	3.6 t		M(+)	1.13	
V(+)	3.6 t		M(-)	2.25	

Elaborado: Enver Zúñiga

$$Mu = 1.7 * M$$

$$Mu = 1.7 * 2.25$$

$$Mu = 3.83 \text{ t-m}$$

$$Mn = \frac{Mn}{\phi}$$

$$Mn = \frac{3.83}{0.9}$$

$$Mn = 4.25 \text{ t-m}$$

$$As = \frac{Mn * 30}{d}$$

$$As = \frac{4.25 * 30}{15}$$

$$As = 8.5 \text{ cm}^2$$

$$As / cara = \frac{As}{2}$$

$$As / cara = \frac{8.5}{2}$$

$$As / cara = 4.25 \text{ cm}^2$$

Debido a ACI 318-95 14.3.4

Si  $\Phi = 12 \text{ mm}$

$$s = \frac{1.13}{4.25} * 100$$

$$s = 26.6 \text{ cm}$$

se adopta  $1\phi 12 @ 25 \text{ cm}$

### PAREDES FRONTALES

#### Refuerzo horizontal

Cuando tanque se encuentra enterrado el diseño se hace considerando el tanque vacío.



Hipótesis de carga

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$\sigma = \gamma_s \cdot K_a \cdot H$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{35}{2} \right)$$

$$\sigma = 1.9 \cdot 0.27 \cdot 3.75$$

$$\sigma = 1.92 \frac{t}{m^2}$$

$$K_a = 0.27$$

$$m=1$$

Debido a que la relación de longitudes es menor que 0.5, en teoría no necesitamos refuerzo horizontal por lo que procederemos a colocar  $A_s$  min.

En dirección larga:

$$A_s \text{ min} = 0.0020 \cdot b \cdot d$$

$$A_s \text{ min} = 0.0020 \cdot 100 \cdot 15$$

$$A_s \text{ min} = 3.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ min/ cara} = \frac{A_s \text{ min}}{2}$$

Debido a ACI 318-95 14.3.4

$$A_s \text{ min/ cara} = \frac{3}{2}$$

$$A_s \text{ min/ cara} = 1.5 \text{ cm}^2$$

Si  $\Phi=10$  mm

$$s = \frac{0.785}{1.5} \cdot 100$$

$$s = 52.33 \text{ cm}$$

se adopta  $1\phi 10 @ 45$  cm en ambas caras Debido a ACI 318-95 14.3.5

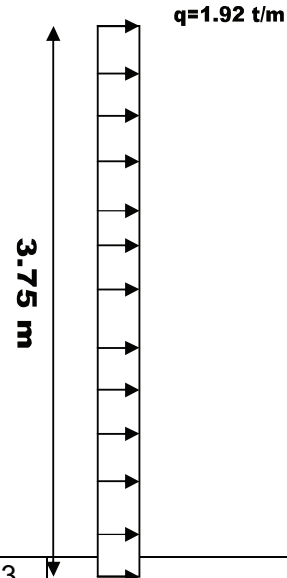
REFUERZO VERTICAL

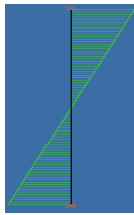
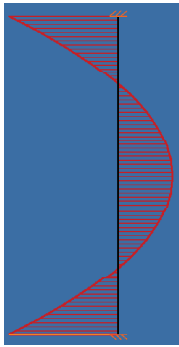
En dirección corta:

$$q = \sigma * 1m * 1$$

$$q = 1.92 * 1 * 1$$

$$q = 1.92 \frac{t}{m}$$

**TABLA  
CALCULO DE MOMENTOS**

V(-)	3.6 t		M(+)	1.13	
V(+)	3.6 t		M(-)	2.25	

Elaborado: Enver Zúñiga

$$Mu = 1.7 * M$$

$$Mu = 1.7 * 2.25$$

$$Mu = 3.83 \text{ t-m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi}$$

$$Mn = \frac{3.83}{0.9}$$

$$Mn = 4.25 \text{ t-m}$$

$$A_s = \frac{Mn * 30}{d}$$

$$A_s = \frac{4.25 * 30}{15}$$

$$A_s = 8.5 \text{ cm}^2$$

$$A_s / cara = \frac{A_s}{2}$$

$$A_s / cara = \frac{8.5}{2}$$

$$A_s / cara = 4.25 \text{ cm}^2$$

Debido a ACI 318-95 14.3.4

Si  $\Phi = 12 \text{ mm}$

$$s = \frac{1.13}{4.25} * 100$$

$$s = 26.6 \text{ cm}$$

se adopta  $1\phi 12 @ 25 \text{ cm}$

**ANEXO 6**  
**PRESUPUESTO**  
**EQUIPOS**  
**MATERIALES**  
**MANO DE OBRA**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS**

**ANEXO 7**  
**PLANOS DEFINITIVOS**

**ANEXO 8**

**REGISTROS Y DOCUMENTOS TECNICOS DE MANTENIMIENTO**

**FORMULARIO DE OPERACION****PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE LORETO****DIRECCION TÉCNICA****REGISTRO DIARIO DE ANALISIS FISICO - QUIMICO DEL AGUA**

SITIO DE TOMA DE MUESTRA: \_\_\_\_\_

FECHA MUESTREO: \_\_\_\_\_ HORA MUESTREO: \_\_\_\_\_

FECHA ANALISIS: \_\_\_\_\_ HORA ANALISIS: \_\_\_\_\_

<b>PARAMETRO</b>	<b>RESULTAD O</b>	<b>UNIDAD</b>
Temperatura		°C
Color		UC
Turbiedad		UFT
Ph		
CO <sub>2</sub>		
Alcalinidad total como (CaCO <sub>3</sub> )		mg/l
Dureza total como (CaCO <sub>3</sub> )		mg/l
Calcio como (CaCO <sub>3</sub> )		mg/l
Hierro total		mg/l
Hierro coloidal		mg/l
cloruros		mg/l
Sulfatos		mg/l
Nitratos		mg/l
Fosfatos		mg/l
SiO <sub>2</sub>		mg/l
Manganeso		mg/l
Índice de Langelier		mg/l
Cloruro residual		mg/l
Sólidos totales		mg/l
Sólidos sedimentables		
Oxígeno disuelto		
DBO <sub>5</sub>		mg/l
DQO		mg/l
Grasas y aceites		ml/l
Detergentes		mg/l
Hidrocarburos		mg/l
		mg/l
		mg/l
		mg/l
<b>OBSERVACIONES:</b>		
_____		
_____		
_____		
		<b>LABORATORISTA</b>

**PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE LORETO**  
**DIRECCION TECNICA**  
**REGISTRO DIARIO DE ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA**  
**Y CLORO RESIDUAL**

FECHA: \_\_\_\_\_ HOJA \_\_\_\_ DE \_\_\_\_

No.	PROCEDENCIA	CLORO RESIDUAL	HORA	CONTEO DE BACTERIAS EN 1 ml 24 h 37 C	NMP COLIFORMES PRUEBA PRESUNTIVA 48h 37 C		
					0.1ml	1.0ml	10ml
OBSERVACIONES:  _____  _____  _____					_____  -  LABORATORIST A		



**PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE LORETO  
DIRECCION TECNICA**

**REGISTRO DE CAUDALES**

FECHA: \_\_\_\_\_

UBICACION: \_\_\_\_\_ HOJA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

FECHA LUNES	DE LOS	ACUMULADOR	FIRMA OPERADOR	DEL
<p>NOTA: Tomar siempre las lecturas entre las 08H00- 08H30</p> <p>OBSERVACIONES:</p> <p>_____</p>				

**REGISTRO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (REPARACION DE DAÑOS)**

UNIDAD: \_\_\_\_\_

CODIGO: \_\_\_\_\_

Trabajo solicitado por: \_\_\_\_\_

Trabajo asignado a: \_\_\_\_\_

Fecha de realización (o período): \_\_\_\_\_

FE- CHA	DESCRIPCION DEL DAÑO Y SU REPARA- CION	FIRMA

Trabajo verificado y recibido por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**PROYECTO REGIONAL DE AGUA POTABLE**  
**LORETO – ORELLANA – JOYA DE LOS SACHAS**  
**DIRECCIÓN TÉCNICA**

**INFORME PRIMEROS AUXILIOS**

No. de caso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del accidentado: \_\_\_\_\_

No. ficha trabajo: \_\_\_\_\_ Dpto. o Sección: \_\_\_\_\_

Tratamiento primeros auxilios: Hora: \_\_\_\_\_ a.m. \_\_\_\_\_ p.m.

Naturaleza de la lesión:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ -

Enviado a: Hospital Casa Trabajo

Inhabilitación calculada: \_\_\_\_\_ días

Descripción breve del accidente,

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma Sello

Dpto. Médico

