

# MEMORIA TÉCNICA

**PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LA ESPERANZA, CANTON BALSAS, PROV. DE EL ORO**

## 1. ANTECEDENTES

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda a través de la Dirección Provincial de El Oro, considerando prioritaria la atención con servicios básicos a las comunidades urbanas y rurales de su provincia, que demanda cada vez mejoras en dichos servicios y en cumplimiento de sus objetivos de creación, tiene como una de sus principales metas, la ejecución de proyectos de infraestructura sanitaria tanto en la zona urbana como rural, para lo cual firmó un contrato de consultoría para la ejecución de los estudios y diseños finales para dotar de un sistema de agua potable a la comunidad rural de: **La Esperanza**, perteneciente al Cantón Balsas, Provincia de El Oro.

La construcción de sistemas de infraestructura sanitaria es una de las prioridades de la Dirección Provincial del MIDUVI – El Oro, que es una de sus responsabilidades como Entidad de desarrollo Provincial, de ahí que, sus principales personeros preocupados por elevar el nivel de vida de los habitantes de la zona, ha previsto atender a la **comunidad de La Esperanza** con un sistema de agua potable, cuyo financiamiento lo realiza en su totalidad el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Los estudios definitivos para el sistema de agua potable para la comunidad de La Esperanza, que contempla la Consultoría en mención, comprende tres áreas como son: **TECNICA, SOCIAL Y ECONOMICA**, que serán

debidamente analizadas para obtener los resultados propuestos por el consultor-contratista.

## **2. INTRODUCCION**

La Dirección Provincial del MIDUVI – El Oro, con el afán de atender con los servicios básicos de saneamiento a las comunidades rurales, en la programación presupuestaria del presente año, ha incluido la realización de los **ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA DOTAR DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LA ESPERANZA**, perteneciente al Cantón Balsas, Provincia de El Oro.

De esta forma diagnosticar y encaminar para mejorar el nivel de vida de sus pobladores y ante todo, conociendo las deficientes condiciones de abastecimiento de agua de sus habitantes. Actualmente, el 100 % de la población de La Esperanza, cuentan con un sistema de abastecimiento de agua entubada, la misma que es consumida sin ningún tipo de tratamiento.

El procedimiento metodológico seguido en la ejecución de la mencionada consultoría, cuya finalidad es la de dotar de un sistema de agua potable a la comunidad de La Esperanza, arranca a partir del enfoque general y específico planteado en la propuesta y documentación de estudios existentes, de acuerdo con las Normas de Diseño utilizados por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SSA) para este tipo de estudios.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo del Estudio**

La elaboración del estudio y diseño definitivo para dotar de un sistema de agua potable a la comunidad de La Esperanza, posibilitará a la Dirección Provincial del MIDUVI – El Oro y Comunidad, tomar la decisión de buscar el financiamiento respectivo para la construcción del proyecto y sobre todo

poder contar con la documentación técnica, social y económica necesaria para que la entidad proceda a licitar la ejecución de las obras.

El objetivo de este estudio, es la realización de los estudios y diseños definitivos, que responda de la mejor manera a su situación física y de infraestructura existente, a la realidad socio-económica de los beneficiados y por ende que produzca además el menor daño posible al medio ambiente.

### **3.2 Objetivos del Proyecto**

Los objetivos básicos que se han trazado para la ejecución del sistema de Agua Potable para la comunidad de La Esperanza son las siguientes:

- Realizar el planteamiento y estudio de alternativas desde el punto de vista técnico, social, económico y ambiental, que permita seleccionar al consultor y la comunidad la mejor alternativa.

Además del objetivo general, establecidos anteriormente, pueden definirse los siguientes:

Económicos:

- Mejoría de la productividad
  - Conservación de los recursos naturales
  - Valorización de tierras
  - Confort
  - Mejorar las condiciones de vida
- Diseñar las obras de protección del área de tratamiento y demás componentes.

## 4. ALCANCE

### 4.1. ESTUDIOS PRELIMINARES

#### 4.1.1 Generalidades

La Comunidad de La Esperanza, pertenece al Cantón Balsas, localizadas al Este de la Costa Ecuatoriana y al noroeste de la Cabecera Cantonal, y, de acuerdo a la carta topográfica CT-NVI-E1 MARCABELI, del Instituto Geográfico Militar (I.G.M), se encuentran ubicadas en las siguientes coordenadas:

**Cuadro No.1**  
**Ubicación geográfica**

COMUNIDAD	COORDENADAS GEOGRAFICAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
	LATITUD (N)	LONGITUD (E)	
LA ESPERANZA	9,584.483	627.641	675,00

**Fuente:** Estudios Topográficos de Comunidad  
**Elaboro:** Consultor

La comunidad de La Esperanza se enlaza por medio de una carretera de quinto orden con la comunidad de Bella María en una longitud aproximada de 3 Km., para luego mediante una vía de tercer orden debidamente asfaltada enlazarse con la vía principal del Cantón Balsas a una distancia de 8.50 Km.; mientras que con el Cantón Marcabelí se enlaza con una vía de tercer orden a nivel de asfalto, en una distancia de 21.50 km., a partir de este punto y mediante una vía de tercer orden (a nivel de asfalto) se enlaza con la ciudad de Piñas y Santa Rosa en una distancia de 50.00 y 45.00 Km. respectivamente.

La topografía del área donde esta ubicada la población de la comunidad de La Esperanza es ondulada - montañosa, debido a que se encuentra ubicada en las estribaciones de la cordillera, con cotas que varían entre los 570 y los 760 m.s.n.m.

El clima de la zona es templado - húmedo, con estaciones claramente marcadas; el invierno o época lluviosa, que se extiende desde diciembre hasta mayo de cada año, y el verano en los meses restantes.

### **Salud Pública.-**

Existe en las comunidades un alto grado de insalubridad producida por enfermedades de tipo hídrico como: diarreas, parasitosis, enfermedades vírales y palúdicas; algunas de estas enfermedades son ocasionadas por la mala disposición de excretas, desechos sólidos y la mala calidad del agua que consumen actualmente (entubada).

En la comunidad de La Esperanza, no existe servicio de salud alguno, por lo que las familias tienen que salir a ser atendidas en los centros médicos de Balsas y en el Hospital de Piñas y , cuando las enfermedades son mas críticas sus habitantes viajan a la Ciudad de Machala y Cuenca.

### **ASPECTO SOCIO – ECONOMICO**

La comunidad de La Esperanza, es considerada zona netamente **Avícola**, porcina y ganadera, en ella se encuentran grandes fincas dedicadas exclusivamente a la avicultura y porcicultura y en muy pocas familias dedicadas a las faenas agrícolas y ganaderas, cuyos productos como los pollos y chanchos faenados y en pie son transportados a la ciudad de Balsas y Cantones aledaños (normalmente todos los días del año) para su comercialización.

Se puede decir que la mayoría de sus pobladores es gente de escasos recursos económicos, cuya principal ocupación es la de cuidar de las haciendas avícolas, porcinas y ganaderas, cuyos dueños viven en su mayoría en la ciudad de Balsas y Marcabelí, mientras que muy pocas familias que viven en el lugar tienen terrenos propios.

## **SERVICIOS PUBLICOS**

La comunidad en estudio carecen de los servicios básicos sanitarios como son el agua potable y el alcantarillado sanitario, no poseen servicio de telefonía, no hay un ordenamiento urbano, por consiguiente no cuentan con bordillos, aceras, calles, etc.

Igualmente no tienen parques de recreación, casa comunal, áreas deportivas, centro de salud, etc.

El servicio de energía eléctrica es del interconectado nacional y abastece el consumo doméstico que se produce en el sector.

La comunidad de La esperanza está localizada estratégicamente a un lado de la Quebrada La Esperanza en su mayor parte, mientras que en un número menor se encuentra siguiendo la vía La Esperanza – Bella María y, al otro lado de la Quebrada.

El servicio de transporte es pésimo, debido a que no existen turnos de camionetas por el pésimo estado de la vía de acceso, la misma que fue abierta por el Gobierno Municipal de Balsas el año 1992 en una longitud de 7 Km., mientras que el resto del camino tan solo es un camino veranero o de herradura, encontrándose actualmente al nivel de terreno natural; en resumen se puede decir que para poder salir de la comunidad, sus habitantes lo hacen caminando hasta la parroquia Bella Maria (a unos 5 Km. de la comunidad), para luego transportarse en camionetas que llegan hasta el lugar por pedido de la población de La Esperanza, especialmente los fines de semana; mientras que los días ordinarios lo hacen caminando hasta Bella María, a partir de este sitio se transportan hasta la Ciudad de Balsas y Marcabellí en las unidades de la Coop. Ciudad de Piñas que tienen varios turnos hasta los dos cantones.

## **Hidrología, Climatología y Lluvias**

El clima de la zona es templado húmedo, con temperaturas medias de 22 °C y humedad relativa del 70%. La época seca corresponde al Verano el cual tiene precipitaciones de 20 mm; la época lluviosa corresponde al Invierno con precipitaciones de hasta 600 mm, en la zona llueve un promedio de 150 días anuales.

El cuadro siguiente extraído por las estaciones meteorológicas del INAHMI, nos muestra las precipitaciones promedio mensuales y máximas diarias:

**Cuadro No. 2**  
**Datos meteorológicos**

<b>SECTOR</b>	<b>VERANO</b>	<b>INVIERNO</b>	<b>ANUAL</b>
BALSAS	22.10	620.20	2554.20

Fuente: Inar- El Oro  
Elaboro: Área Técnica MR

Existe regularidad de las precipitaciones durante el año, por lo que la agricultura es estable durante todo el año.

## **5. ESTUDIOS DE LOS SISTEMAS EXISTENTES**

Para el desarrollo de la presente consultoría, no se dispone de estudio alguno realizado por la Dirección Provincial del MIDUVI – EL ORO y/o alguna Institución del Estado ( llámese Municipio, Consejo provincial, etc.), referente a la dotación de saneamiento básico a la comunidad de La Esperanza.

### **5.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO**

La fuente de abastecimiento actual del sistema de Agua Entubada de la comunidad de La Esperanza, lo constituye la Quebrada La Esperanza, afluente del Río Balsas.

## **5.2 CAPTACIÓN**

Actualmente no existe captación alguna para el abastecimiento a la población cada poblador a implementado su propia toma y lo han entubado para abastecer sus necesidades desde cualquier vertiente cercana o afluentes de la quebrada la Esperanza.

La captación u obra de toma del actual sistema en estudio para entubar, está localizada aproximadamente a 1.0 Km. Desde la zona más cercana a la vía aguas arriba de la quebrada la Esperanza y se ha comprobado su caudal en época de estiaje y en época de máxima crecida y se puede observar que los caudales se mantienen permanentes para lo cual se realizo varios aforos.

## **5.3 CONDUCCION**

Mediante tubería de polietileno de 2", la comunidad procede a instalar las tuberías mencionadas anteriormente, sin previo estudio, razón por la cual no prosperan ni da resultado esta acción, por lo que actualmente, tan solo un 20% de los habitantes se benefician parcialmente del servicio de agua entubada desde la quebrada la Esperanza, no así el restante 80%, que se abastece mediante tuberías colocadas en forma empírica desde cualquier vertiente hasta sus casas, especialmente las viviendas que se encuentran ubicadas en la parte mas alta de la población.

## **5.4 PLANTA DE TRATAMIENTO**

El sistema de agua entubada que abastece actualmente a un 20% de la población de La Esperanza, no contempla ningún tipo de tratamiento, sirviéndose actualmente la población de agua cruda en forma directa desde la tubería hacia algunos reservorios construidos en forma particular por cada usuario para su abastecimiento y otros en forma directa desde las tuberías.



## **5.5 ORGANISMO A CARGO DE LOS SERVICIOS**

Los moradores de La Esperanza que se sirven actualmente del sistema de agua entubada (cruda), se han agrupado voluntariamente y periódicamente recorren la conducción de agua desde la toma en la Quebrada La Esperanza, hasta su población con el objeto de dar mantenimiento, garantizando con ello el suministro de agua entubada que les llega en poca cantidad debido a instalaciones deficientes realizadas con tuberías inadecuadas, y en otros casos lo hacen en forma rustica.

## **6.- ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS**

### **6.1 BASES Y PARAMETROS DE DISEÑO**

En este numeral se describen en términos generales los principales factores que intervienen en el diseño definitivo del sistema de agua potable para la comunidad de La Esperanza, la forma en que estos han sido establecidos y su incidencia en el cálculo hidráulico – sanitario, ya que de estas determinaciones dependerá el normal funcionamiento del sistema.

Entre los factores considerados se puede anotar:

- Período de diseño
- Índice de crecimiento
- Area a servir
- Población Actual
- Población futura
- Caudales de diseño
- Volúmenes de almacenamiento

## **6.2 PERIODO DE DISEÑO**

Un sistema de agua potable, como toda obra de ingeniería, se proyecta de tal manera que permita satisfacer las necesidades de la población en estudio, durante varios años en el futuro.

El período de diseño, constituye uno de los parámetros fundamentales para el dimensionamiento de toda obra de infraestructura sanitaria, dentro del cual se espera que las estructuras e instalaciones del proyecto funcionen eficientemente, brindando un servicio adecuado a todos sus usuarios actuales y futuros, por lo tanto el período de diseño puede ser definido como el lapso de tiempo para el cual el sistema y sus partes funcionen eficientemente, cien por cien para satisfacer las necesidades actuales y futuras, sin que se requieran ampliaciones, ni inversiones iniciales que signifiquen un esfuerzo desproporcionado con la realidad de las comunidades.

Para la fijación del período de diseño se consideró, a más de los factores indicados, las normas vigentes en el País.

En base a lo expuesto anteriormente, y por las condiciones socioeconómicas de las poblaciones, se plantea el horizonte de diseño del proyecto en **20 AÑOS**.

## **6.3 POBLACIÓN ACTUAL Y FUTURA**

El Dimensionamiento, es decir el tamaño y la capacidad de las obras futuras, de un proyecto de agua potable, esta íntimamente ligado al número de pobladores que se desea servir, por consiguiente la determinación de la población futura es un parámetro de suma importancia para el desarrollo e Implementación de este tipo de proyectos por lo que se hace necesario realizar una proyección lógica de la población y su distribución, mediante

un análisis previo de las tendencias de crecimiento y la aplicación de métodos que se ajusten precisamente a las tendencias citadas.

## CALCULO DE LA POBLACION FUTURA

$$Pf = Pa (1+i)^n$$

**En donde:**

- Pa = Población actual  
 Pf = Población futura  
 i = Tasa de crecimiento  
 n = Período de diseño considerado

En el siguiente cuadro detallamos la situación actual y futura respecto a la población en la comunidad de la Esperanza.

**Cuadro No.3**

### Resumen de población, tasa de crecimiento y periodo de diseño

POBLACION	RESULTADOS Y/O PARAMETROS
Población según encuesta (Enero del 2011)	<b>399 Hab.</b>
Población Estudiantil (se considera un 15 % PE)	<b>38*0.15 = 60 Hab.</b>
Población actual	<b>405 Hab.</b>
Tasa de crecimiento	<b>1.5 %</b>
Período de diseño	<b>20 Años</b>
Población Futura	<b>545 Hab.</b>

**Fuente:** Encuesta realizada por el Area Social de Consultor Normas de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Area Rural (Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, 1995).

## 6.4 DETERMINACION DE LA DEMANDA FUTURA

En este literal, se presenta un análisis sobre los consumos y dotaciones por categorías de usuarios, la demanda proyectada, los requerimientos de caudales y el déficit del servicio en base de la comparación entre la oferta y demanda de agua potable.

En general la determinación de la demanda de agua depende primordialmente de la población y su crecimiento de los usos de agua, de

los hábitos de consumo, en función del clima y educación, de la disponibilidad de agua y su costo, de la disponibilidad de un sistema de alcantarillado, del ámbito físico del proyecto y su alcance, de la calidad de los servicios que se quiera proporcionar.

De igual forma son los obtenidos del estudio objeto de la actual consultoría, que fueron utilizados para el diseño hasta el año 2030, donde la demanda diaria es de 1.25 l/s. Parámetro utilizado para calcular las unidades de captación, conducción, planta de tratamiento, reserva y distribución.

Sus coeficientes quedan establecidos de la siguiente manera:

**Cuadro No.4**  
**Caudales requeridos**

<b>CAUDALES</b>	<b>COMUNIDAD</b>
	<b>LA ESPERANZA</b>
Captación (qmd+20%)	1.36
Conducción (QMD+10%)	1.25
Planta de Tratamiento (QMD+10%)	1.25
Red de Distribución (QMH)	2.72

Elaboro: Consultor

## **6.5.- TRABAJOS TOPOGRÁFICOS**

### **6.5.1.- Objetivo**

El objetivo del levantamiento topográfico es la definición de las dimensiones y cotas del eje principal longitudinal y el área de influencia por donde se va a instalar la tubería de conducción y los componentes que conforman el sistema de agua potable de la comunidad de La Esperanza, luego del diseño por la obra requerida.

### **6.5.2 Alcance de los Trabajos**

Con la ayuda de los datos que nos proporciona la topografía, se podrá seleccionar el diseño hidráulico que mas convenga, teniendo en cuenta aspectos: técnicos, sociales, económicos y ambientales.

Los datos de campo, se encuentran formando parte de la documentación del proyecto, en una libreta de campo.

## 6.6.- MECÁNICA DE SUELOS

A fin de garantizar la estabilidad de las obras que se ejecutaran en la construcción del sistema de agua potable para la comunidad de La esperanza, se llevo a cabo el correspondiente estudio de suelos, cuyo trabajo consistió en la ejecución de calicatas en el sector donde se implementará las obras de tratamiento y reserva. Se realizaron dos calicatas de 1 metro de profundidad en el área proyectada para la construcción del componente mencionado.

Con la información obtenida, basándose en los trabajos de campo, de laboratorio y oficina, llevados a cabo por el Ing. de Suelos, se han determinado los parámetros básicos que permitieron dar las recomendaciones necesarias para el diseño de las diferentes estructuras que se requieran en el proyecto.

Hay que destacar que estas calicatas se realizaron en el sitio estratégicamente localizados por el Consultor, lugar donde efectivamente se construirán los componentes más importantes del sistema como son: Planta de Tratamiento y Reserva.

Se obtuvieron **muestras alteradas** que nos permitieron determinar la clasificación de suelos, Límites de Consistencia, Humedad Natural, Granulometrias, Pesos Unitarios y Ensayos de Compactación Proctor.

De las **muestras inalteradas** obtenidas en el tubo de pared delgada (shellby) se realizaron ensayos de Compresión Simple, Permeabilidad y Ensayos Triaxiales rápido tipo UU para determinar los parámetros de resistencia, a partir de los cuales se obtuvieron los valores respectivos de cohesión y ángulo de fricción interna.

Luego de realizados los ensayos de laboratorio, trabajos a cargo del Ing. Luis Chaguay Carrión, éste emite su informe respectivo (el mismo que se anexo al presente estudio), realizando las respectivas recomendaciones y conclusiones que el Consultor incorpora al Diseño Definitivo del sistema de Agua Potable para la Comunidad de La Esperanza.

## **7. ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS**

### **7.1. OBJETIVO**

El objetivo del análisis de Alternativas es encontrar desde el punto de vista técnico, social, económico y ambiental, la opción técnica óptima para dotar de un sistema de agua potable, acorde con los requerimientos y posibilidades de los habitantes de la comunidad de La Esperanza.

### **7.2. SELECCION DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA**

Previo a la selección de la alternativa optima por los futuros usuarios del sistema de agua potable y consultor-contratista, el consultor con su equipo técnico – social expone a los presentes sobre las ventajas y desventajas de tal o cual alternativa; así mismo se hace conocer a los presentes de dicha reunión los factores mas importantes que inciden en cada una de ellas, para que estas a su vez sean analizadas por los asistentes; a continuación se expone ciertos factores dados a conocer a los futuros usuarios del sistema de agua potable para La Esperanza.

#### **FACTOR TECNICO:**

Que, la fuente donde se captará (Quebrada La Esperanza) es la única fuente, la cual cumple con los siguientes requisitos exigidos por la Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento Básico (SAPSB) y, que deben ser conocidas por los futuros usuarios del sistema de agua potable, las mismas que a continuación mencionamos:

- a) Que, la fuente dispone de suficiente caudal, en la actualidad dicho río transporta aproximadamente 80 lts./seg., de los cuales 0.31 lts./seg. se destinaran para consumo humano de La Esperanza.
- b) Que, no existe impacto ambiental negativos que puedan producirse, por la construcción del mismo.
- c) Que, no producirán conflictos sociales durante la construcción del sistema, puesto que las áreas donde se implementaran los diferentes componentes del proyecto, cuentan con el permiso correspondiente por parte de los dueños de terrenos, los cuales se mostraron complacidos por la posibilidad de poder usar los reboses de agua de dichas obras. Así mismo se hace conocer que la apertura de zanjas para la instalación de la tubería PVC-P, se lo realizará casi en su totalidad por el camino de acceso existente.
- d) Que, para la elaboración de los costos de la alternativa óptima, el Consultor ha procedido a la investigación de precios locales tanto de construcción como pétreos, determinándose que todos los materiales pétreos como de construcción tienen que ser traídas desde el Cantón Pasaje. Además para efectos de diseño preliminar se ha utilizado todos los planos tipo SAPSB, que el Consultor mantiene en sus archivos.

Que, uno de los aspectos mas importantes para ser considerada una fuente dentro de una alternativa, es la relacionada con la adjudicación por parte de la Agencia de Aguas en El Oro (SENAGUA), para el uso de la fuente; para el efecto el Consultor hace conocer a los pobladores, que el trámite del mismo lo realizará la Dirección Provincial del MIDUVI – EL ORO; por lo que ha decir de la mayoría de la población el lugar donde se prevé realizar la obra de

toma nadie de la comunidad ha tramitado ningún tipo de adjudicación para uso particular o privado.

#### **FACTOR ECONOMICO:**

- Del análisis económico realizado por el consultor se determina que la alternativa escogida con la ayuda de varios pobladores de la comunidad y conocedores de la zona en cuanto a vertientes existentes se determina que es la mas económica, pudiéndose haber efectuado la toma de otras vertientes existentes pero a un costo mucho mayor por su ubicación e inaccesibilidad.

#### **FACTOR AMBIENTAL:**

- Del informe de impactos ambientales se puede determinar que para este tipo de obras, realmente no existen impactos significativos, lo que existen son impactos mínimos, los cuales se los puede considerar como impactos negativos de pequeña magnitud.

En nuestro proyecto dichos impactos, pueden producirse en los siguientes componentes.

**Captación:** No se producirá ningún daño al ecosistema, debido a que en la actualidad la obra de toma se lo realizará del lugar donde capta actualmente el sistema de agua entubada la comunidad de La Esperanza; siendo además las obras de infraestructura muy pequeñas.

**Tratamiento:** El lugar donde se ha previsto implantar las diferentes obras que corresponden a la planta de tratamiento, se encuentra totalmente deforestada (zona ganadera), por



lo que no es posible generar algún daño al hábitat natural.

**Reservas:** Al igual que el lugar donde se implantará el tratamiento, las obras de infraestructura referente a las reservas, se encuentran totalmente deforestadas; además se hace conocer que los trabajos de excavaciones en estos componentes (ferrocemento) son pequeñas debido a que son construidas a nivel de superficie (desbanques mínimos), es mas se puede decir que se genera impactos positivos por el uso del rebose y desagüe, por parte de los dueños de los terrenos.

**Conducción:** Los pasos por donde va a pasar la tubería para la línea de conducción se encuentran totalmente deforestados sin cultivo alguno, por lo que no se causará daño alguno al ecosistema; lo que si se prevé que en la etapa de excavaciones estas deberán ser inmediatamente rellenadas, una vez que se instalen las tuberías correspondientes.

**Red de distrib.:** Los trabajos referente a este ítems se los realizará casi en su mayoría por las fincas de ganado, por lo que los daños al ecosistema son cero, lo que se ha previsto en la ejecución de este rubro, una vez que el contratista realice las excavaciones de las zanjas, éste deberá inmediatamente proceder a la instalación de las tuberías y por ende el relleno para proteger las tuberías y evitar algún accidente producto de dejar las zanjas abiertas.

De lo expuesto en el informe (que se anexa al presente) referente a impactos ambientales, se hacen las recomendaciones necesarias para evitar que los trabajos de las obras civiles puedan ocasionar algún tipo de acción negativa.

**De lo expuesto anteriormente los futuros usuarios del sistema de agua potable llegaron a la siguiente decisión:**

Que luego de analizar las posibles alternativas propuestas por el consultor, se abrió diálogo abierto sobre la opción técnica propuesta, inclinándose unánimemente por la mas viable a sus intereses económicos y expectativas sociales (servicio ha recibir).

#### **7.2.1. NIVEL DE SERVICIO ELEGIDO**

Conjuntamente a la presentación de la opción técnica y dando cumplimiento a los documentos de base, se procede a poner ha consideración de los futuros usuarios del sistema, los niveles de servicio al cual pueden tener acceso; para el efecto el equipo social del consultor, presenta las ventajas y desventajas de los niveles de servicio hechos ha conocer, y, una vez analizadas cada una de ellas, los futuros usuarios presentes en dicha reunión, por unanimidad optaron por el **nivel de servicio de conexiones domiciliarias**.

#### **7.2.2. DEFINICION DE LA TARIFA PRELIMINAR (ESTIMATIVA)**

El consultor, considera que el presupuesto del costo de operación y mantenimiento que se necesitaría para la sostenibilidad del sistema de agua potable y, valiendose de la guía preparada para el efecto por el equipo técnico y social del consultor.

Además se hizo conocer que la tarifa a definir, corresponde al consumo básico de agua potable de 12 m<sup>3</sup>.

El cuadro preparado por el consultor, contiene todos los rubros que fueron analizados, basados en las experiencias de trabajos similares desarrollados por el equipo del consultor tanto técnico como social previo a la determinación de la tarifa preliminar estimativa, la cual quedó establecida de la siguiente manera:

**CUADRO No.5  
Tarifa preliminar**

Actividad	Desglose	Cant.	Costo USD
Personal	Oficinista	1	240.00
	Operador	1	360.00
Químicos	Cloro (kg.) (\$ 3,25 c/kg.)	4.20	13.65
Materiales	Oficina	1	50.00
	OO.MM	1	50.00
<b>Subtotal</b>			<b>713.65</b>
Fondo de Capitalización	20 % de Subtotal		142.73
<b>Total de Gastos Mes</b>			<b>856.38</b>
No. de Usuarios			399
Costo de Tarifa Mensual			2.15
<b>Costo de Tarifa Redondeada</b>			<b>2.50</b>
<b>COSTO MENSUAL BASE POR 12 M3. = 2.50 DOLARES</b>			

Elaboro: Area Técnica y Social de Consultor

## 8. ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA Y TRATABILIDAD

El acondicionamiento de una agua para que sea apta para el consumo humano, por más sencillo que sea, implica el conocimiento y cuantificación de los parámetros asociados con la calidad del agua antes de ser utilizada.

### 8.1. Análisis Físico, Químico y Bacteriológico de las Fuentes de Abastecimiento.

Con el objeto de conocer las características físico, químicas y bacteriológicas de la fuente de abastecimiento ( Quebrada La Esperanza) del Proyecto para dotar de agua potable para la comunidad de La

Esperanza, se realizó la colección de muestras de agua a fin de efectuar los respectivos análisis y poder establecer el tipo de tratamiento adecuado.

Los resultados obtenidos de los análisis respectivos, en el laboratorio permiten definir lo siguiente:

- El análisis físico mide y registra las propiedades que pueden ser observadas por los sentidos como son: el color, olor y turbiedad.
- El análisis químico determina las cantidades de material mineral y orgánico que existe en el agua, alterando de esta manera su composición.
- Mediante el análisis bacteriológico, se determina la presencia de bacteria que son características de la contaminación de las aguas y con exámenes microbiológicos y microscópicos, podemos determinar la proliferación de algas que son las productoras del olor en las aguas.

## **8.2 Calidad del Agua:**

A pesar de que en el país existen muchas dificultades en los sistemas de agua potable actualmente en servicio, para cumplir con los requisitos en cuanto a la calidad del agua de consumo humano, es conveniente que se determinen y cumplan los límites para sustancias nocivas, a fin de garantizar la calidad físico-química y bacteriológica del agua.

Este aspecto es de fundamental importancia para el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua y que puede primar en la utilización de una determinada fuente de abastecimiento.

Generalmente el tratamiento se centra en satisfacer Normas de Calidad del Agua dadas por la O.M.S., la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, etc., que para condiciones óptimas obligan a un tratamiento completo. Aunque

aquello es lo deseable, no siempre está justificado el mismo, sobre todo cuando no se dispone del personal local suficientemente entrenado, ni se cuentan con los recursos económicos suficientes, para su operación y mantenimiento.

Por ello, más que tratar de cumplir con las Normas de Calidad del Agua, se debe cumplir con ciertos rangos de valores límite, para ajustar los diseños a condiciones reales, que permitan desarrollar programas de abastecimiento satisfactorios desde el punto de vista hidráulico sanitario, económico y social, que tiendan a satisfacer las necesidades de agua de una colectividad para propiciar su desarrollo, sin estimar aspectos cualitativos para satisfacer condiciones industriales, de confort, recreacionales y ornamentales que adicionalmente en el medio urbano, se derivan de los abastecimientos de agua.

Se debe puntualizar en base de las experiencias en sistemas construidos en el Ecuador, que la cantidad de agua suministrada, es factor determinante bajo el punto de vista de salud pública, independiente de su calidad. En efecto, no se logra una reducción de índices de morbi-mortalidad de origen hídrico, con el suministro de agua de calidad óptima, si existen privaciones en su uso, por escasez o limitación en la oportunidad de obtenerlo. De modo que sería inútil construir sistemas de abastecimiento de agua potable que no satisfaga las cantidades normales de consumo de una población, aún cuando su calidad sea óptima. Por ello, es solo mediante el servicio intradomiciliario y constante como se puede concebir un abastecimiento de agua capaz de lograr mejorías en los niveles de salud de su población.

Entonces, sobre la base de un servicio de agua continuo que satisfaga en cantidad las necesidades de una población, se deben establecer ciertas normas flexibles de calidad, sin atentar contra la salud de sus consumidores.

### **8.3 Normas de Calidad de las Aguas**

Las Normas de Calidad no son sino leyes representadas por cifras o valores que deben imponerse para preservar en primer lugar la salud humana. Estas Normas nos indican los niveles que determinados elementos no deben sobrepasar, se los determina mediante pruebas de tolerancia del organismo humano, acuático y para fines propuestos en las diferentes industrias.

Las Normas que verdaderamente importan, son aquellas que se aplican al agua de bebida, debiéndose cumplir éstas antes y después de la potabilización. Por lo tanto, las Normas correctivas del agua de calidad potable, se generalizan en tres factores que son: calidad física, química y bacteriológica del agua.

#### **Requisitos de Calidad.**

Cabe señalar que es importante distinguir la existencia de normas que debe cumplir el agua de una fuente que se esta examinando y las normas que debe cumplir una agua para entregarse al consumo de la población.

#### **a) Calidad del Agua Cruda (Fuente)**

Basados en las Normas de Diseño de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental se han definido los requisitos de calidad siguientes:

#### **b) Calidad Física**

El valor máximo de color se fija en límites tolerable de 5 - 15 mg/l, expresado en U.Pt - Co, una cifra menor señala una calidad aceptable para el tratamiento, si se sobrepasa dicha cifra puede ser

necesario un tratamiento especial para que el agua satisfaga las normas de agua potable.

Se fija límite para la turbiedad de 5 mg/l , expresado en U.N.T. pues este problema y su tratamiento se decidirán especialmente en cada caso por el Consultor, Fiscalizador y los Usuarios.

### c) Calidad Química

Los compuestos químicos presentes en el agua se dividen en cuatro grupos; expresados en las siguientes tablas:

**CUADRO No. 6**

#### **Compuestos que Afectan la Potabilidad**

<b>SUBSTANCIAS</b>	<b>CONCENTRACIÓN MÁXIMA ACEPTABLE (mg/l)</b>
Sólidos totales	500 – 1000
Hierro	0.3
Manganeso	0.1
Cobre	---
Zinc	---
Magnesio + sulfato de sodio	250
Sulfato de alquilbencilo	---

Fuente: Normas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental - Agosto 1993  
Elaboro: Area Técnica de Consultor

**CUADRO No.7**

#### **Compuestos Peligrosos para la Salud**

<b>SUBSTANCIAS</b>	<b>CONCENTRACIÓN MÁXIMA ACEPTABLE (mg/l)</b>
Nitratos	5.0
Fluoruros	0.3

Fuente: Normas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental - Agosto 1993  
Elaboro: Area Técnica de Consultor

**NOTA.** Compuestos tóxicos cuya presencia en concentraciones sobre el máximo establecido, pueden ser base suficiente para el rechazo de la fuente, por inapropiada para el consumo público.

**CUADRO No. 8**  
**Compuestos Tóxicos Indeseables**

SUBSTANCIAS	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ACEPTABLE (mg/l)
Compuestos fenólicos	0,002
Arsénico	0,05
Cadmio	0,01
Cromo hexavalente	0,05
Cianuro	0,2
Plomo	0,05
Selenio	0,01
Radionúclidos (actividad beta total)	1 Bq/l

Fuente: Normas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental - Agosto 1993  
Elaboro: Area Técnica de Consultor

**d) Calidad Bacteriológica**

**CUADRO No.9**  
**Calidad Bacteriológica**

CLASIFICACION		NMP/100 DE BACTERIAS COLIFORMES (*)
a	Exige sólo tratamiento de desinfección	0 – 50
b	Exige métodos convencionales de tratamiento	50 - 5.000
c	Contaminación intensa Obliga a tratamiento más activo	5.000 – 50.000
d	Contaminación muy intensa. Hace inaceptable el agua, a menos que recurra a tratamientos especiales, la fuente se utiliza en casos extremos.	Más de 50.000

Fuente: Normas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental - Agosto 1993  
Elaboro: Area Técnica de Consultor

(\*) Cuando se observe que más del 40% de bacteria coliformes representadas por el índice NMP pertenecen al grupo coliformes fecal, habrá que incluir la fuente de agua en la categoría próxima superior respecto al tratamiento necesario.

**e) Calidad Biológica**

La fuente de agua no debe contener organismos patógenos tales como:



**Protozoarios:** Entamoeba histolítica, Giardia, Balantidium coli.

**Helmintos:** Ascaris lumbricoide, Trichuris trichuria, Strongloides stercoralis, Ancylostoma duodenale, Dracunculus medinensis, Shistosoma mansoni.

#### f) Calidad Radiológica

Se establecen los mismos límites que se juzgan aceptables para el caso del agua potable.

### 8.4. Normas de Calidad Física, Química, Radiológica y Bacteriológica del Agua Potable

Las normas de calidad física, química, bacteriológica y radiológica del agua potable establecidas, han sido tomadas de las Normas de Diseño de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y son los que se detallan a continuación:

**CUADRO No.10**  
**Componente Inorgánicos del Agua Potable**

COMPONENTE	LIMITE RECOMENDABLE (mg/l)	LIMITE PERMISIBLE (mg/l)
Arsénico	--	0,05
Bario	--	1
Cadmio	--	0,005
Cianuro	--	0,1
Cromo	--	0,05
Dureza (CaCo <sub>3</sub> )	150	500
Fluoruros	Ver tabla IV.7	
Mercurio	--	0,001
Níquel	--	0,05
N-Nitratos (N)	--	10
N-Nitritos (N)	--	0,1
Plata	--	0,05
Plomo	--	0,05
Selenio	--	0,01
Sodio	20	115

Fuente: Normas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental - Agosto 1993  
Elaboro: Area Técnica de Consultor

Los parámetros (características) **físicos** para el agua potable son: Color, turbiedad, olor, sabor y temperatura.

Los parámetros (características) **químicos** para el agua potable son: Ph, Sólidos disueltos totales, Dureza, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Aluminio, Sulfatos, Cloruros, Nitratos, Nitrito, Amoníaco, Sílice, Arsénico, Bario, Cadmio, Cianuros, Cromo, Flúor, Mercurio, Cobre, Níquel, Plomo, Selenio, Plata, Zinc, compuestos orgánicos como plaguicidas, hervicidas y otros.

Los parámetros (características) **radiológicos** para agua potable son: radiactividad global y radiactividad beta global.

Los parámetros (características) **bacteriológicos** para agua potable son: Coliformes totales y coliformes fecales. Las normas de calidad de componentes inorgánicos del agua potable que influyen sobre la salud son las siguientes:

### CUADRO No.11

#### Límites Recomendables para Fluoruros

PROMEDIO ANUAL TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	LIMITE DESABLE ( F mg/l)	MAXIMO PERMISIBLE (F mg/l)
10,0 - 12,0	1,27 – 1,17	1,7
12,1 - 14,6	1,17 – 1,06	1,5
14,7 - 17,6	1,06 – 0,96	1,3
17,7 - 21,4	0,96 – 0,86	1,2
21,5 - 26,2	0,86 – 0,76	0,8
26,3 - 32,6	0,76 – 0, 65	0,8

Fuente: Normas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental - Agosto 1993  
Elaboro: Area Técnica de Consultor

Las normas de calidad de componentes orgánicos del agua potable que afectan a la salud son las siguientes:

## CUADRO No.12

### Componentes Orgánicos del Agua Potable

COMPONENTE	LIMITE RECOMENDABLE (mg/l)	LIMITE PERMISIBLE (mg/l)
Aldrín	--	0,03
Dieldrín	--	0,03
Clordano	--	0,03
DDT	--	1
Endrín	--	0,2
Heptaclorepóxido	--	0,1
Lindano	--	3
Metoxicloro	--	30
Toxafeno	--	5
Clorofenoxy 2,4, D	--	100
2,4,5 – TP	--	10
2,4,5 – T	--	2
Carbaril	--	100
Diazinón	--	10
Metil Parathión	--	7
Parathión	--	35
Trihalometanos	--	30

Fuente: Normas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental - Agosto 1993  
 Elabore: Area Técnica de Consultor

La suma total de plaguicidas en agua potable no podrá ser mayor a 0,1 mg/l.

Las normas de calidad organoléptica del agua potable son las siguientes:

## CUADRO No.13

### Calidad Organoléptica:

COMPONENTE O CARACTERISTICAS	UNIDAD	LIMITE RECOMENDABLE	LIMITE PERMISIBLE
Acido Sulfhídrico (SH <sub>2</sub> )	Mg/l	0	0,05
Aluminio (Al)	Mg/l	0,2	0,3
Cloruros (Cl)	Mg/l	--	250
Clorofenoles	Mg/l	--	0,002
Cobre (Cu)	Mg/l	--	1
Color	UCV Pt-Co	5	15
Detergente expresado SSAM	Mg/l	--	0,5
Dureza	Mg/l (CaCO <sub>3</sub> )	150	500
Hierro (Fe)	Mg/l	0,3	0,5
Manganeso (Mn)	Mg/l	0,05	0,1

Oxígeno disuelto	Mg/l	6	80 % Saturac.
PH		7 - 8,5	6,5 - 8,5
Sabor y Olor		No objetable	No objetable
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Mg/l	250	400
Temperatura	°C	--	No Exceda 5°C de temperatura ambiente
Total Sólidos en disolución	Mg/l	250	1.000
Turbiedad	UNT	1	10
Zinc	Mg/l	1,5	5

**Fuente:** Normas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental - Agosto 1993  
**Elaboro:** Area Técnica de Consultor

Las normas de calidad radiológica del agua potable son las siguientes:

**CUADRO No.14**  
**Calidad Radiológica**

COMPONENTE RADIATIVO	LIMITE RECOMENDABLE (Bq/l)	LIMITE PERMISIBLE (Bq/l)
Radiactividad $\alpha$ Global	--	0,1
Radiactividad $\beta$ Global	--	1

**Fuente:** Normas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental - Agosto 1993  
**Elaboro:** Area Técnica de OITS

### 8.5. Calidad de las Aguas de la Quebrada La Esperanza

De los análisis físico químico y bacteriológico, **emitidos por El Laboratorio "NEMALAB" de la Ciudad de Machala, el 18 de febrero del 2011**, se han tomado en cuenta única y exclusivamente los resultados que merecen un tratamiento especial para que el producto sea consumido sin preocupaciones. Para que las aguas sean de consumo humano, debe cumplir con ciertos acondicionamientos como son físicos químicos y bacteriológicos.

#### Físicas

Las características físicas más importantes en el agua son: su contenido de sólidos, color, olor y temperatura, si revisamos cada una de estas características, el color tiene un valor de 9 UTC, la turbidez de 2 NTU que

comparado con los límites tolerables dados por SAPSB, nos damos cuenta que el valor del color se encuentra por debajo de los límites tolerables 15 UTC, mientras que el valor de la turbidez también se encuentra por debajo de esos límites 5 NTU, por lo que se considerara un tratamiento convencional.

### **Químicas**

Son compuestos orgánicos que se encuentran en el agua que dentro de los compuestos orgánicos son los que contienen carbono en su estructura molecular, y los inorgánicos están controlados por el pH, que analizando los resultados el agua está escenta de carbono y el pH está en 7.2 que son valores aceptables.

### **Bacteriológico**

Revisando las características bacteriológicas de la Quebrada La Esperanza, se presenta resultados con valores de coliformes totales y fecales, los mismos que se encuentran dentro del rango de valores tolerables; Por lo que de acuerdo a los valores dados en el cuadro No. 9, referente a la calidad bacteriológica y a su clasificación, nos encontramos dentro del rango de 50-5000 NMP/100 de bacterias coliformes, por lo que se exige métodos convencionales de tratamiento, en nuestro caso 52 NMP/100.

Los resultados se encuentran anexados al presente informe.

- **Turbidez:** Las aguas al ser de tipo superficial a lo largo de su recorrido, presentan valores de turbiedad, que se halla muy por debajo de las recomendaciones dadas por las Normas vigentes 5 NTU. Cuando las lluvias producen arrastre en una cuenca sin vegetación, se produce valores altos de

turbiedad; en cambio cuando existe una intensa vegetación puede darse altos índices de color, en nuestro caso 2 NTU.

- **Ph:** Representa la concentración de iones hidrógeno en el agua. Los valores de Ph igual a 7.2 indican que el agua es ligeramente ácida, pero que se halla dentro del límite recomendable; en nuestro caso el valor de PH está dentro de las recomendaciones 6.5 – 8.5.
- **Alcalinidad:** Este parámetro se debe a la presencia en el agua de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos y con menos frecuencia a la presencia de silicatos y fosfatos. De acuerdo con los resultados del análisis de las muestras de agua cruda de las fuentes, reportan valores inferiores a los recomendables 30.5 mg./l.
- **Dureza:** Tiene su origen en la presencia de sales de calcio y magnesio y no tiene importancia alguna desde el punto de vista sanitario o para la salud de los consumidores. Es objetable para el uso doméstico del agua ya que precipita el jabón (corta el jabón) consumiendo mayor cantidad, en los recipientes forma incrustaciones de carbonatos de calcio y magnesio al elevar la temperatura del agua; además estas sales de calcio y magnesio se oponen a la cocción de legumbres. Desde el punto de vista industrial, las aguas duras dan lugar a las incrustaciones de carbonatos de calcio y magnesio en tuberías y calderos.

Los resultados de los análisis indican valores de dureza 30.1 mg./l. que están por debajo de los valores tolerables por las normas vigentes para agua de consumo humano 300 mg./l.

- **Bicarbonatos:** Este elemento no implica riesgo para el consumo humano, sin embargo conforme a los resultados de los análisis realizados las aguas presentan una concentración de carbonatos 0.0 mg./l., que se halla dentro de los parámetros recomendados. ( $\text{CO}_3^{2-}$ )

- **Cloruros:** Concentraciones altas de cloruros, transmiten a ésta un gusto salobre, haciéndola desagradable para quienes la ingieren. Los resultados de los análisis revelan los valores de 10.60 mg./l. que se hallan muy por debajo del valor recomendado por las normas vigentes en el país y OMS que establecen una concentración recomendable menor a 250 mg/l
- **Sulfatos:** Concentraciones excesivas de sulfatos pueden transferir al agua propiedades purgantes. Las normas vigentes establecen un límite recomendable de 200 ppm para agua potable. El agua de la fuente en estudio según los análisis realizados reporta valores de 3.40 mg./l. ( $\text{SO}_4^{2-}$ )
- **Hierro :** Este elemento metálico generalmente se encuentra en el agua, el hierro tiene un valor aceptable para estas muestras (0.00 mg./l.) Fe 0.3 mg./l.
- **Magnesio :** Este elemento metálico generalmente se encuentra en el agua, el contenido de magnesio en las muestras (0.03 Mg./l.) Mg. está bajo las recomendaciones dada por la Norma 30 mg./l.

***Se concluye que los resultados de laboratorio, de la fuente a utilizarse es aceptable para uso domestico, previo a tratamiento con planta clorificadora de filtros lentos y la desinfección respectiva.***

### **Aspectos Bacteriológicos**

Los aspectos bacteriológicos son los más importantes desde el punto de vista sanitario, ya que el agua potable debe estar exenta de microorganismos patógenos que puedan transmitir enfermedades y de gérmenes en general.

***Se concluye que el agua cruda, por su condición de fuente superficial están sujetos a una variabilidad de coliformes durante el año; para ser potabilizada en forma económica y técnica con el objeto de cumplir con***

***las Normas de calidad de Agua potable se recomienda tratamiento más completo para eliminar los coliformes y finalmente por desinfección con hipoclorito de calcio, mediante una concentración de desinfectante aplicado para obtener un nivel de cloro libre residual de 0.2-0.5 mg/l en todas las partes del sistema de distribución.***

## **8.6 Comentarios Sobre la Calidad del Agua**

De lo expuesto anteriormente las características que determinan las Normas de Diseño para que el agua sea apta para el consumo humano son las siguientes:

### **a) Físicas:**

- agua clara
- sabor agradable
- fresca

### **b) Químicas:**

- No tiene que ser corrosiva ni incrustante
- No debe tener sustancias tóxicas ni sustancias indeseables
- Debe tener sustancias útiles al organismo

### **c) Biológicas:**

- No debe tener microorganismos patógenos

Con el objeto de cumplir con los enunciados anteriormente se ha realizado una comparación de los reportes de los análisis efectuados a las aguas crudas disponibles en las fuentes, con las recomendaciones de las Normas de Diseño vigentes, estableciendo los siguientes:



Las características físicas definen valores muy bajos de turbiedad y de color, esto nos indica que las características físicas de las aguas de la Quebrada La Esperanza, permanecen estables en esta época del año. Las muestras consideradas en este análisis fueron recolectadas durante la época de verano (febrero del 2011), además por tratarse de fuentes superficial y de acuerdo a observaciones durante el período de estudio estos parámetros sufren variaciones durante la estación de invierno. Sin embargo será necesario diseñar desarenadores y filtros lentos, para la seguridad y terminar con la desinfección para tener un agua segura y apta para consumo humano.

Las características químicas definen que las aguas no son agresivas y corrosivas lo que incidirá en el escogimiento del material a emplearse especialmente en cuanto se refiere a las tuberías.

Los valores de alcalinidad, dureza, hierro se encuentran dentro de los límites que especifican las Normas.

En lo referente a la **calidad bacteriológica**, las aguas crudas presentan valores muy bajos de gérmenes y de microorganismos patógenos, de ahí podrían ser consideradas como poco peligrosa, sin embargo se considerará realizar la captación aguas arriba de la existente, para evitar la contaminación especialmente de coliformes.

***Para nuestro caso en particular se ha propuesto diseñar una planta de tratamiento con los siguientes componentes: FILTROS LENTOS y RESERVA con su respectiva cloración.***

## **9. DISEÑO DEFINITIVO**

Una vez definida la alternativa óptima por parte del consultor y de los futuros usuarios de la comunidad de La Esperanza, procedemos a realizar el diseño definitivo de las unidades desde la captación, desarenador, conducción,

planta de tratamiento, reserva de ferro cemento, red de distribución, conexiones domiciliarias.

## **9.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO**

La fuente de abastecimiento para consumo humano a ser utilizadas para dotar de un sistema de agua potable a la comunidad de La Esperanza, Cantón Balsas, Provincia de El Oro, son aguas superficiales provenientes de la Quebrada La Esperanza, aproximadamente a 1805,46 metros aguas arriba desde la población y, a unos 946,14 metros aguas arriba de la captación actual de agua entubada que mantiene la comunidad; la selección se han efectuado en base a la comparación técnico-económica de las posibles opciones técnicas que se pudieron haber efectuado y al análisis de los recursos hídricos del sector, además que es la única fuente situada de una manera estratégica y a una cota mayor que el de las viviendas ubicadas en la parte mas alta de la población, con caudales suficientes para el final del período de diseño y futuras ampliaciones .

Las fuentes de abastecimiento seleccionadas satisfacen las siguientes exigencias:

- Garantizan la obtención de los caudales necesarios, considerando el crecimiento de la demanda hasta el final del período de diseño.
- Garantizan el abastecimiento ininterrumpido del agua en la cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de los usuarios, y en la calidad deseada, obtenida mediante procesos de potabilización sencillos y económicos.
- Disponen de un potencial hídrico adecuado, de modo que la captación del caudal de diseño no altera el sistema ecológico.

## 9.2. CAPTACION

El proyecto de Agua Potable para la comunidad de La Esperanza, en cuanto se refiere a las obras de captación comprende tomar las aguas a través de toma tipo Caucasiona (captación con rejilla de fondo), cuya longitud de cresta del vertedero es de 5.0 metros, el ancho del azud es de 0.80 metros y una altura de 0.90 metros; dicho tipo de toma incluye la respectiva rejilla de fondo cuyas dimensiones son: 0.15x0.30 metros y se encuentra ubicada a un costado de la estructura.

El lugar seleccionado para la captación, se encuentra estratégicamente ubicado para la protección del embalse aguas arriba de la obra de toma y protegido aguas abajo para la preservación del entorno.

Este tipo de estructuras capta únicamente el caudal de diseño, impidiendo que las partículas sólidas ingresen hacia la tubería de aducción y así evitar la abrasión de las tuberías.

La operación consistirá en captar las aguas de la Quebrada La Esperanza, mediante la obra de toma mencionada anteriormente y luego conducida en una tubería de 63 mm. hasta el desarenador mediante una tubería de PVC-P cuyo diámetro es de 63 mm. a una distancia de 37,60 metros y/o el lugar que la fiscalización creyera que fuera mas conveniente en la etapa de construcción del sistema; el mismo que contendrá para el efecto todos los accesorios como son: Válvulas de control, By-Pass, rebose y desagüe y vertederos triangulares que servirán para enviar el caudal necesario hacia la planta de tratamiento.

Los cálculos hidráulicos se realizaron recogiendo información de la literatura especializada y recomendaciones de la Normas de Diseño de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental; Por tanto cada elemento diseñado recoge toma de decisiones y criterios del Consultor y Fiscalizador,

todos estos cálculos se han resumido en los respectivos anexos de cálculos hidráulicos.

La implantación de estructuras de captación se ha elegido en concordancia con las condiciones naturales del lugar, tipo de obras de conducción, condiciones de operación del sistema, regímenes hidrológicos de la cuenca de drenaje, etc.

El diseño del sistema de captación se ubica en la cota 752,221 m.s.n.m. de la Quebrada La Esperanza, considerando los niveles máximos y mínimos de agua en el río de abastecimiento y los niveles que se deben garantizar en conducción, tomando en cuenta las condiciones topográficas, hidrológicas y geológicas del lugar.

### **Recomendaciones durante el Diseño**

- Las crecientes deben ser de corta duración
- Alto transporte de sedimentos
- Impedir el ingreso de sedimentos gruesos, cuerpos flotantes, basuras, etc.
- Impedir el ingreso de peces
- Evitar que el agua entre a la conducción durante el periodo de mantenimiento.
- Garantizar que no ingrese aire a la conducción.
- Que las pérdidas de carga sean mínimas
- Lejos de los centros poblados
- Su operación deberá ser seguro y en lo posible sin mantenimiento.

## **9.3 LINEA DE CONDUCCION**

### **Generalidades**

Las obras de conducción deben diseñarse para garantizar:

- El transporte de flujo de agua desde las fuentes previstas, será en forma interrumpida a los usuarios.
- La protección contra el ingreso de aire en la conducción a presión.
- Limitar la producción de sobrepresiones durante la operación en régimen transitorio.
- Proteger a la conducción contra contaminantes, producidas por las aguas superficiales y por el aire.
- La posibilidad de operación y mantenimiento, durante los tiempos previstos, con el apoyo de válvulas de aire, desagüe y de compuerta.

La línea de conducción comprende el flujo a presión desde el cajón recolector y/o cámara de salida del desarenador, hasta la planta de tratamiento que se ubicará a unos 400,93 metros desde la captación.

### **Línea Piezométrica**

Durante el diseño debe tomar en cuenta que la línea Piezométrica se calculó para las peores condiciones de flujo y deberá estar por lo menos 5 metros encima de la cota del terreno. Esta línea corresponde a las alturas a que el líquido subiría en piezómetros instalados a lo largo de la misma. La línea de conducción estará conformada por un solo tramo de diámetro y calidad, lo cual no repercutirá en el trazado de la línea Piezométrica.

El cálculo de las tuberías de presión se las hizo utilizando formulas generalmente aceptadas, como Darcy Weisbach y Hacen Williams, cuando se utilice la fórmula de Hacen Williams el coeficiente de Chow para tubería PVC será de 140, para Hierro Dúctil y Hierro Galvanizado de 125.

### **Posición de las Tuberías con Relación a la Línea Piezométrica**

Para garantizar el funcionamiento correcto del sistema se ubicará a los tubos bajo la línea de carga efectiva en toda su extensión, la línea de carga efectiva no es más que una línea horizontal de la cámara de aducción (Cajón Recolector / cámara de salida a la tubería). Si los diseños se efectúan con estas recomendaciones, el flujo será normal y el caudal real corresponderá al caudal calculado.

La línea de conducción comprende el flujo de caudal desde el desarenador, implantado a unos 37,60 mts. de la captación, hasta la planta de tratamiento. Está diseñada a gravedad y a presión considerando el caudal máximo diario multiplicado por 1.10, resultado un total de 1,10 lts./seg.

La conducción propiamente dicha comprende el tramo desde la abscisa 0+037,60 (infraestructura del desarenador), hasta la abscisa 0+438,53 (Planta de tratamiento). La misma que está configurado de la siguiente manera: Se inicia luego de la salida del desarenador con una tubería cuyo diámetro es de 63 mm en material de PVC-P, de 0,80 Mpa. que será mediante unión Espiga campana (E/C), con una longitud de tubería de 400,93 metros hasta llegar al punto donde se ubicará la planta de tratamiento.

Durante esta trayectoria existen un punto bajos en el cual se instalará una válvula de purga con la finalidad de realizar la limpieza de material que se sedimente en la tubería; además en este tramo no se ha previsto el suministro e instalación de válvulas de aire, por considerarse que no es necesario.

En los planos de la conducción (planta y perfil) también se indican los datos hidráulicos y las presiones de trabajo de las tuberías, con lo que se evitará los problemas de sobrepresiones y depresiones, que es la parte crítica de la conducción, a fin de vencer desniveles y permitir que el agua llegue a la planta de tratamiento (ver anexo planos).

## **Accesorios**

### **Válvula de desagüe**

En los puntos más bajos de la línea de conducción, deben ser previstas descargas con válvulas para limpieza periódica de las tuberías y también para posibilitar el vaciado cuando sea necesario. Las válvulas de desagüe se colocarán en las hondonadas y estará construido aplicando tecnología apropiada, compuesto únicamente por un té reductor de H.F. y un tapón de HF, el diámetro de la tee será  $\frac{1}{2}$ " de diámetro de la tubería de conducción.

### **Válvulas de expulsión de aire**

En los puntos más elevados deben ser instalados válvulas de expulsión de aire que posibilitan el escape del aire acumulado. Estas piezas funcionaran automáticamente, de acuerdo con reglas prácticas se recomienda, seleccionar válvulas de aire de diámetro  $\frac{1}{2}$ ".

### **Válvulas de compuerta**

Al inicio de cada tramo, es decir a la salida de la cámara, tanque recolector se instalará válvulas de compuerta, que permitan realizar labores de mantenimiento o reparación y el llenado de las tuberías por tramos.

## **ANCLAJES EN SISTEMAS DE CONDUCCION**

En la instalación de una tubería de conducción o de una red de tubería es necesario e indispensable la construcción de anclajes en los accesorios que producen cambios de dirección, ya que la presión hidrostática interna ejercida sobre las paredes interiores de la tubería y/o accesorios al incluir sobre las paredes de éstos, producen fuerzas axiales, iguales al producto de la presión hidrostática por el área de la sección transversal de la tubería.

Esta fuerza o empuje puede alcanzar varias toneladas y se presenta en los siguientes puntos:

- En los cambios de dirección (codos, tees, yees)
- En las válvulas
- Y en los terminales (tapones)

La construcción de los anclajes tiene la finalidad de evitar que, por efecto de los empujes producidos por la presión hidrostática, la línea instalada se mueva o vibre y se afecten o fallen sus accesorios.

### **Factores a Considerar**

El tamaño o tipo de anclaje a construir depende de las fuerzas que se produzcan, y ésta a su vez de los siguientes factores:

- Diámetro de la tubería
- Presión máxima en la línea de conducción
- Tipo de accesorios
- Angulo de deflexión
- Tipo de terreno

### **Como Diseñar Anclajes**

#### **EMPUJE ESTATICO**

$$F1 = P * A * 2 \text{ sen } @/2$$

**Donde:**

F1 = Empuje estático

P = Fuerza resultante de la presión hidrostática interna

A = Superficie de la sección transversal de la tubería

@ = Angulo de deflexión del cambio de dirección



## **EMPUJE DINAMICO**

$$F_2 = W * V^2 / 2g * A * 2 \text{ Sen } \alpha / 2$$

### **Donde:**

F<sub>2</sub> = Empuje dinámico

W = Peso del fluido (agua)

V = Velocidad del fluido (agua)

g = Aceleración de la gravedad.

## **EMPUJE TOTAL (F)**

$$F = F_1 + F_2$$

$$F = 2 * A * [ P + W * V^2 / 2g ] * \text{Sen } \alpha / 2$$

El empuje estático se considera generalmente en las redes de distribución construidas en las zonas aproximadamente planas

El empuje estático más el empuje dinámico se considera generalmente en las redes de distribución construidas en zonas accidentadas y en líneas de conducción y de bombeo.

El empuje o resistencia pasiva del suelo solamente se considera cuando la excavación de la zanja, para instalar tuberías, se realiza en terrenos muy cohesivos, conglomerados en transición a roca y rocosos.

No se considera dicho empuje para terrenos sin ninguna cohesión y fáciles de ser alterados por acción del agua o exceso de humedad.

En este caso, la resultante del o de los empujes actuará directamente contra los anclajes trabajando éstos de acuerdo a su forma y peso.

### CUADRO No.15

#### Resistencia Pasiva ( R ) que Opone el Terreno contra la Superficie del Anclaje

TIPO DE SUELO:	R (Kg./Cm2.)
Terreno arcilloso	0.60
Terreno rígido	1.00
Terreno semifirme (arena y grava)	2.00
Terreno duro (conglomerado)	4.00
Terreno rocoso	15.00

Elaboro: Área Técnica de Consultor

#### Recomendaciones Generales

Cuando se requiere fijar tuberías o accesorios de PVC de diámetros mayores de 250 mm, con altas presiones y en terreno de poca o ninguna cohesión o resistencia pasiva no considerada, será necesario diseñar y construir anclajes reforzados con hierro (hormigón armado).

Para nuestro caso en especial tan solo se necesitará de anclajes de Ho.So, debido al diámetro de las tuberías a instalar, que son menores a 63 mm.

#### Procedimiento de Cálculo para Anclaje de Accesorios

- 1.- Cálculo de Empuje
- 2.- Cálculo de superficie mínima de contacto del anclaje con el suelo
- 3.- Dimensionamiento del área de contacto
- 4.- Cálculo del volumen del anclaje

#### 9.4 DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

De acuerdo a lo establecido en las normas de diseño, el caudal de tratamiento se considera el obtenido de la demanda máxima diaria incrementada en un 10%, que para el presente diseño será de **1.10 lts./seg.**

#### **9.4.1. CRITERIOS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis físico-químico y bacteriológicos de las aguas de la Quebrada La Esperanza, resultados emitidos por el **Laboratorio “NEMALAB”** de la ciudad de Machala, el 18 de febrero del 2011, los cuales por haber sido las muestras tomadas en época de verano, el consultor consulto a los habitantes de La Esperanza sobre el comportamiento de dichas aguas en época de invierno, los cuales nos supieron manifestar que las mismas en esa época se vuelven un poco turbias y con gran arrastre de materiales vegetales, por lo que se considera necesario aplicar procesos previos, cuyo propósito es acondicionar la calidad física del agua cruda para que el filtro lento pueda operar adecuadamente.

##### **Estos procesos son:**

- Desarenador
- Cajón Distribuidor de caudales
- Filtro lento

La desinfección está sobreentendida en todos los casos.

## CUADRO No. 16

### CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS PROCESOS EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD DE LA FUENTE

ALTERNATIVAS	LIMITE DE CALIDAD DE AGUA CRUDA ACEPTABLES		
	90% DEL TIEMPO	80% DEL TIEMPO	ESPORÁDICAMENTE
Filtro lento (F.L) solamente	$T_0 \leq 50$ UT $C_0 \leq 50$ UC  C.F. $\leq (10)^4/100$ ml	$T_0 \leq 20$ UT $C_0 \leq 40$ UC	To Max $\leq 100$ UT
F.L. + prefiltro de grava (P.G.)	$T_0 \leq 100$ UT $C_0 \leq 60$ UC  C.F. $\leq (10)^4/100$ ml	$T_0 \leq 60$ UT $C_0 \leq 40$ UC	To Max $\leq 150$ UT
F.L. + P.G. + sedimentador (S)	$T_0 \leq 300$ UT $C_0 \leq 60$ UC  C.F. $\leq (10)^4/100$ ml	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	To Max $\leq 500$ UT
F.L. + P.G. + S + presedimentador	$T_0 \leq 500$ UT $C_0 \leq 60$ UC  C.F. $\leq (10)^4/100$ ml	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	To Max $\leq 1000$ UT

Fuente: CEPIS (Diseño de Plantas de Filtración Lenta)

Elaboro: Área Técnica de Consultor

### 9.4.2 FILTRO LENTO

#### *Descripción*

Básicamente, un filtro lento consta de un tanque que contiene una capa sobrenadante de agua cruda, lecho filtrante de arena, drenaje y un juego de dispositivos de regulación y control.

La estructura de ingreso consiste en una cámara de distribución con vertederos rectangulares para distribuir el caudal uniformemente a todas las unidades del sistema y válvula de limpieza. Si no se han considerado unidades previas para acondicionar la calidad del agua, en esta cámara se incluirá el sistema de ajuste y medición de caudal, consistente en una válvula y un vertedero triangular.

Las cajas de los filtros deberán ser, por lo menos, dos y estarán compuestas de un sistema de drenaje, una capa de grava graduada, una capa de arena, una capa de agua y el borde libre.

La estructura de salida es común a dos unidades y comprende un vertedero de control de nivel máximo de operación, una caja de desagüe, dos cámaras de salida cada una con un vertedero de control de nivel mínimo, una válvula para comunicar la cámara de salida con la de desagüe, una válvula para intercomunicar las cámaras de salida, una cámara de reunión del efluente y dos válvulas para eliminar el efluente inicial

### ***Ventajas***

La mayor ventaja de esta unidad reside en su simplicidad. Este filtro sin controlador de velocidad y con controles de nivel mediante vertederos es muy sencillo y confiable de operar con los recursos disponibles en el medio rural de los países en desarrollo.

### ***Restricciones***

El filtro lento solo no debe operar con aguas con turbiedades mayores a 20 ó 30 UNT, esporádicamente se pueden aceptar picos de 50 a 100 UNT.

La eficiencia de esta unidad se reduce a temperaturas inferiores a los 4°C.

La presencia de biocidas o plaguicidas en el afluente pueden modificar o destruir el proceso microbiológico que sirve de base a la filtración lenta.

### ***Criterios de diseño***

El medio filtrante debe estar compuesto por granos de arena duros y redondeados, libres de arcilla y materia orgánica. La arena no debe contener más de 2% de carbonato de calcio y magnesio. Experimentalmente se ha encontrado que el diámetro efectivo de la arena debe ser del orden de 0.15 a 0.35 mm. La profundidad del lecho puede variar entre 0.50 y 1.00 m, pudiendo el filtro operar con

un espesor mínimo de 0.30 m (5). El coeficiente de uniformidad puede ser menor de 3.0, se recomienda un rango de 1.8 a 2.0. En última instancia, cualquier material inerte puede utilizarse como medio filtrante.

La capa soporte debe reunir características similares a las indicadas para la arena. Debe considerarse una altura mínima de 0.30 m de grava dispuesta en tres capas de diferente Granulometría. La grava más fina debe seleccionarse, teniendo en cuenta el tamaño de los granos de arena y la más gruesa de acuerdo al tamaño de los orificios del drenaje.

El drenaje puede estar conformado por drenes o por ladrillos de construcción. Los tubos de drenaje están compuestos de un dren principal y ramificaciones o drenes laterales. Los drenes laterales se unirán al principal mediante tees o cruces y podrán ser de concreto, de cerámica o de PVC. Los drenes laterales se instalarán dejando juntas abiertas de 2 cms o se perforarán orificios de 2 a 4 mm de diámetro, separados de 0.10 a 0.30 m centro a centro y dispuestos en la parte inferior de los drenes. La separación entre los drenes laterales debe ser de 1/16 de su longitud o como máximo de 2.5 m. Con respecto a la pared, se considerará una separación de 1/32 de su longitud o como máximo de 1.25 m.

El dimensionamiento de los drenes se efectuará con el criterio de que la velocidad límite en cualquier punto de estos no sobrepase de 0.30 m/s. La relación de velocidades entre el dren principal ( $V_p$ ) y los drenes secundarios ( $V_s$ ) debe ser de:  $V_p/V_s < 0 = 0.15$ , para obtener una colección uniforme del agua filtrada. La pérdida de carga producida por los drenes no debe exceder de un 10% de la pérdida de carga del medio filtrante, cuando la arena está limpia y su altura es mínima. Puede estimarse mediante la siguiente ecuación:

$$h = 0.33 l 1/dh \cdot v^2/2g$$

Siendo (l) el coeficiente de fricción de Colebrook, (dh) el diámetro hidráulico y (v) la velocidad del dren, ( $dh = 4Ad/p$ ). En los drenajes de ladrillo, los bloques que van sobre el fondo de la caja del filtro deben asentarse con mortero y los que techan los canales se colocarán dejando separaciones o aberturas de 2 cms para que pase el agua filtrada. Se deben proyectar, por lo menos, dos unidades funcionando en paralelo, para poblaciones de menos de 2,000 habitantes. En poblaciones mayores se decidirá el número de unidades, teniendo en cuenta el tamaño máximo de 50 m<sup>2</sup> para que sea factible completar el mantenimiento en 24 horas.

La velocidad de diseño también es importante al decidir el número de unidades. Con velocidades mayores de 0.30 m/h deberá considerarse un mínimo de tres unidades.

El área de cada unidad (As) es una función de la velocidad de filtración (Vf), del caudal (Q), del número de turnos de operación (C) y del número de unidades (N).  $As = Q \cdot C / N \cdot Vf$ . Con operación continua el área de la unidad será igual a  $As = Q / N \cdot Vf$ .

Cuando el filtro lento es la única unidad de tratamiento, la velocidad será de 0.10 m/h. Se podrán considerar velocidades mayores, cuando se consideren otros procesos preliminares

#### CUADRO No. 17

##### Procesos preliminares Velocidad de filtración de acuerdo al número de

Procesos	Vf (m/h)
Filtración lenta (FL)	0.10 - 0.20
Sedimentación (S) o prefiltración (PF) + FL	0.15 - 0.30
S + PF + FL	0.30 - 0.50

Fuente: CEPIS (Diseño de Plantas de Filtración Lenta)

Elaboro: Área Técnica de Consultor

La altura del agua sobre el lecho filtrante puede variar entre 1.0 y 1.50 m.

Se interconectarán las unidades a través de la cámara de salida para efectuar el llenado ascendente del filtro.

Cuando se tenga suficiente presión en el afluente al filtro, se podrá implementar la limpieza por el método de "trillado". Para esto, deberá considerarse un ingreso de agua tratada (o por lo menos prefiltrada) por el fondo de la unidad, un canal de recolección de agua de limpieza y su correspondiente válvula de evacuación.

Las paredes interiores de la caja, en el tramo ocupado por el lecho filtrante, deberán presentar acabado rugoso para impedir la producción de cortocircuitos.

El nivel mínimo del filtro se controla mediante el vertedero de salida, el cual se debe ubicar en el mismo nivel o 0.10 m. por encima de la superficie del lecho filtrante.

El control de nivel máximo dentro de la caja del filtro se efectúa mediante un vertedero de alivio ubicado sobre la cámara de desagüe.

Considerar una plataforma colindante con los filtros, para efectuar la operación de lavado y secado de la arena.

Deberá considerarse una unidad para lavar la arena y un depósito techado para guardar la arena embolsada y las herramientas.

Cercar las instalaciones de la planta para evitar el acceso a niños y animales.

### ***Crterios de operación y mantenimiento***

Las tareas rutinarias de operación se limitan a ajustes y medición del caudal, monitoreo de la calidad del agua producida, limpieza de la



superficie de la arena, lavado y almacenamiento de la arena y la reconstrucción del lecho filtrante.

La limpieza 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 la limpieza de la superficie del lecho filtrante hay dos métodos manuales disponibles, que son aplicables al medio rural: "raspado" y "trillado".

El primero es el método convencional que consiste en retirar una capa superficial de alrededor de 2 cms de espesor, cada vez que la carrera del filtro ha llegado a su fin.

El método de "trillado" normalmente se puede aplicar a cada filtro varias veces al año, en la medida en que sea necesario, cada vez que el filtro alcance su valor límite de pérdida de carga.

El procedimiento original fue desarrollado en la Planta de Tratamiento de West Hartford en filtros grandes, utilizando un tractor que jala una herramienta similar al arado o trilla utilizado en la agricultura. Este método se puede ejecutar manualmente en filtros medianos y pequeños con algunas adaptaciones. El método consta de dos etapas: trillado en húmedo y trillado en seco. Durante la etapa de trillado en húmedo se revuelven de 20 a 30 cms de profundidad de arena mediante una trilla o trinche, mientras el agua fluye sobre la superficie del filtro, llevándose la suciedad acumulada y el sedimento que ha sido desprendido y resuspendido por el trillado. En la segunda etapa se elimina la aplicación de agua, se continúa revolviendo la arena para aflojar la superficie del lecho y se prepara al filtro para entrar en servicio.

En base a experiencias efectuadas en el Alto Mayo (7), ITDG recomienda aplicar el método por separado, dependiendo de la

duración de la carrera del filtro. El método de trillado en seco se aplicará cuando la carrera de filtración previa haya sido menor de un mes. Se drena el filtro dejando el agua 15 cms por debajo de superficie de la arena, con un pico se descompacta la superficie de la arena en una profundidad de 15 cms, posteriormente se esponja con un rastrillo y se empareja para dejar la superficie uniforme en todo el filtro y se coloca nuevamente en servicio. El método de trillado en húmedo se aplicará cuando la duración de la carrera previa del filtro haya sido inferior a un mes. Haciendo ingresar el agua en contracorriente, se rastrilla el lecho en toda su profundidad (30 a 40 cms), procediendo por franjas. Se rastrillan unos 15 a 20 cms de profundidad y se retira este material y se coloca sobre la arena del costado. Se continúa rastrillando el material restante hasta llegar a la grava, luego vuelve a su sitio la arena retirada y se repite el procedimiento hasta completar todo el lecho. Esta operación ejecutada por dos personas que se relevan en el rastrillado puede durar aproximadamente dos horas. Se cierra la válvula de ingreso ascensional del agua y a continuación se aplica el método de trillado en húmedo.

Por lo menos, cada cinco años se realizará el lavado completo del filtro. Se retiran con mucho cuidado la arena y la grava para no mezclarlas y se lavan, se cepillan las paredes de la caja del filtro, se reacomoda el drenaje y se vuelve a colocar el lecho de arena y grava. Si ha habido pérdidas de arena y grava será necesario reponerla. Si hay grietas en las paredes o en el fondo, deberán reponerse antes de colocar el lecho filtrante.

### ***Crterios para monitoreo y evaluaci3n***

La turbiedad y la contaminaci3n bacteriol3gica del agua son los principales par3metros para la caracterizaci3n del agua superficial en las 3reas rurales.

Cuando el tratamiento es combinado: prefiltro o sedimentador + filtro lento, el objetivo específico de las primeras unidades es reducir turbiedad y el del filtro lento reducir contaminación. Cuando sólo hay una unidad, ésta debe cumplir los dos objetivos.

Un programa de monitoreo mínimo para controlar una PFL debería considerar la toma de muestras de agua cruda y tratada para constatar la calidad de la materia prima que está ingresando al sistema y la del producto final obtenido.

Las mediciones de turbiedad son simples y las puede efectuar un operador bien adiestrado. Las mediciones diarias durante la época de lluvias, permiten evaluar:

- a) La calidad del agua cruda.
- b) Establecer y supervisar el rendimiento de la planta.
- c) Desarrollar criterios para adecuar la operación de la planta.
- d) Optimizar las características de las unidades.

## 9.5. RESERVA

### **Propósito de almacenamiento:**

El agua se almacena con el fin de regular las variaciones de consumo, suministrar agua en casos de emergencia y obtener economía en el diseño del sistema.

En el tanque de reserva nuevo a construir, durante la etapa de diseño se consideraron las siguientes recomendaciones:

**Ubicación.-** El almacenamiento de agua para la comunidad esta ubicada lo mas cerca posible de la población y del centro de gravedad de la demanda, en lugares cuya topografía minimice el costo tanto de reserva como de la red

de distribución, y lo mas importante poder llegar hasta la vivienda que se encuentra ubicada en la parte mas alta de la población.

**Clases.-** Se diseñará únicamente tanques superficiales, de forma circular y que será construido en ferrocemento, de acuerdo a normas y diseños preestablecidos por el programa PRAGUAS y la SAPSB.

Las características principales de los tanques superficiales son:

- La entrada y salida del tanque se realizará mediante tuberías separadas, ubicándose en lados opuestos, con el objeto de permitir la continua renovación del agua.
- El tanque será provisto de una boca de visita con su respectiva tapa con cerradura y llave (tapa sanitaria).
- La tubería de rebose descargará libremente y su diámetro es igual al de la tubería de entrada.
- El diámetro de la tubería de desagüe se calculará como para vaciar el tanque en un tiempo no mayor a tres horas.
- En el fondo del tanque se ha previsto un sumidero desde el que partirán las tuberías de salida y de desagüe.
- Bajo la losa de fondo se ha considerado un sistema de drenes para eliminar el agua proveniente de infiltraciones.
- Todas las tuberías de entrada y salida del tanque, a excepción de las de rebose, estarán provistas de válvulas de compuerta.

- En el tanque se instalarán los accesorios indispensables tales como: escaleras, respiraderos, indicadores de nivel, etc.

***Sobre y/o anexo a cada tanque de reserva se instalará el hipoclorador para la desinfección del agua.***

**Clase, características y accesorios de los tanques de reservas a diseñarse**

En el desarrollo de la presente consultoría y de acuerdo a la alternativa óptima elegida por la comunidad, se ha propuesto considerar la construcción de un tanque de reserva, es decir una reserva para toda la comunidad, la misma que estará ubicada estratégicamente. El lugar establecido para la ubicación de la reserva, se debe a que es el único sitio donde se mantienen carga al tanque de reserva y así poder abastecer a los domicilios con la presión adecuada a través de las conexiones domiciliarias.

El tipo de material será en ferrocemento con losa de cimentación Ho. Ao.

**Cálculo de la reserva para la comunidad de La Esperanza:**

De acuerdo a los cálculos hidráulicos realizados para el diseño de los diferentes componentes del proyecto, obtenemos el valor correspondiente al caudal necesario para abastecer a la comunidad, los mismos que los presentamos a continuación:

**CUADRO No. 18**  
**Caudales de diseño para reserva**

COMUNIDAD	CONSUMO MEDIO DIARIO (lts/seg.)
La Esperanza	0.50

ELABORADO: Area técnica de Consultor

Según las normas de la SAPSB, para calcular las reservas para poblaciones menores a 5000 habitantes, se tomará para el volumen de regulación el 50 % del volumen consumido en un día, considerando la demanda media diaria al final del período de diseño ( $Q_m$ ).

**Por lo tanto se tiene:**

▪ **Comunidad de La Esperanza:**

$Q_m = 0.50$  l/seg.

Reserva =  $0.50 * 86.40 = 43.20$  m<sup>3</sup> de capacidad

**Valor Adoptado: 40 m<sup>3</sup>.**

## 9.6 DESINFECCION

En la desinfección que se realizará en el **SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LA ESPERANZA**, se ha previsto hipoclorito de calcio, con las siguientes ventajas:

1. Destruye organismos patógenos en el agua
2. No es tóxico, no produce malos olores ni sabores desagradables
3. Posee capacidad permanente de concentraciones residuales, evita la posible contaminación en la red.
4. Es seguro y fácil de preparar, almacenar, manejar y aplicar
5. Su costo es bajo, comparado con otros compuestos químicos.

Se recomienda el tratamiento por desinfección con hipoclorito de calcio, mediante una concentración de desinfectante aplicado para obtener un nivel de cloro libre residual de 0.2-0.5 mg/l en todas las partes del sistema de distribución.

### 9.6.1. CANTIDAD DE HIPOCLORITO:

Agua limpia superficial

1 a 2 mg / litro (UNDA OPAZO)

En este caso en vista de que el agua, proviene de una fuente desprotegida y contaminada, **se utilizará una dosificación de 2 mg/litro.**

▪ **Reserva Comunidad de La esperanza:**

Caudal a desinfectarse = 0.50 litros / segundo = 43.20 m<sup>3</sup> / día

Dosificación = 2 mg /litro = 2gm /m<sup>3</sup>

#### **Cantidad requerido en el día (Cr)**

**Cr** = 43.20 m<sup>3</sup> / día \* 2 gr / m<sup>3</sup>

**Cr** = 86.40 gramos./ día

**Cr** = 0.09 kg./día

**Cr. Adop.** = 0.1 kg./día

La concentración de cloro que contiene el hipoclorito de calcio, tiene una concentración del 70 % por lo tanto la cantidad real será:

$$Cr = \frac{0.1(kg./ día)}{0.70}$$

<b>Cr = 0.14 Kg. / día.</b>
-----------------------------

## 9.7. ZONAS DE PROTECCIÓN SANITARIA

Con el objeto de que durante el período de diseño se efectúen con toda normalidad las labores de operación y mantenimiento de las unidades de captación y conducción, se ha establecido conforme a lo que señalan las Normas de Diseño, zonas de protección sanitaria, las cuales deben ser contempladas en todos los proyectos de abastecimiento de agua potable, como las del presente caso, a fin de garantizar su seguridad sanitaria - epidemiológica.

En la planta de tratamiento, que estará conformado por las siguientes unidades: Cajón repartidor de caudales y filtros lentos, reserva de 40 m<sup>3</sup>. Desinfección - caseta de cloración.

Con la finalidad de cumplir con una verdadera protección sanitaria las unidades descritas en el párrafo anterior, deberán tener un cerramiento perimetral con alambre de púas, con la debida puerta de acceso peatonal que se ha previsto para el presente proyecto, construirlas con tubo y malla galvanizada.

Siendo la planta de tratamiento el lugar más importante del sistema de agua potable, será necesario realizar el diseño de una vía de acceso de tipo vehicular con la finalidad de realizar ya sea la transportación de material para la planta de tratamiento, químicos para la desinfección, supervisión de los operadores, entre otros; debido a que el lugar donde se prevé implantar el tratamiento no existe un camino de acceso vehicular, lo que se recomienda para el efecto a La Dirección Provincial del MIDUVI – EL ORO, y por su intermedio a la Junta Administradora de AA.PP. realizar las gestiones necesarias para la apertura de dicho acceso mediante permisos o expropiaciones que deberán ser coordinadas con las autoridades locales, mismas que no han previsto en el presupuesto referencial de las obras a construir.



Un aspecto importante que no puede pasarse por alto, es la legalización del terreno donde se van a construir los diferentes componentes del proyecto, esto es La Captación y la Planta de Tratamiento.

La planificación de la zona de protección de la fuente de abastecimiento de agua y las medidas sanitarias a tomarse deben ser discutidas y aprobadas por la Dirección Provincial del MIDUVI – EL ORO.

Las zonas de protección sanitaria de los proyectos de abastecimiento de agua potable deben contemplar la protección de las fuentes, de la obra de captación, conducción, tratamiento, reserva y distribución, incluyendo obras civiles, accesorios y tuberías.

Las zonas de protección sanitaria se clasifican en las categorías siguientes:

- a) **De protección inmediata:** se considera al cordón o franja de protección del territorio vedado a personas ajenas al servicio de operación y mantenimiento del proyecto. Dentro de este perímetro de protección inmediata está prohibido que persona alguna viva permanentemente, y por lo general debe ser cercado y protegido con un cinturón verde.
  
- b) **De protección de la zona de aproximación:** se considera al territorio que ocupa el cauce y la cuenca de drenaje de la fuente de abastecimiento, esto es la zona que influye directamente sobre la calidad del agua destinada al abastecimiento para consumo humano.

Se debe emplear perímetros de protección inmediata y de aproximación para las fuentes de abastecimiento y obras de captación y de aproximación para las conducciones.

Dentro del territorio de protección inmediata está prohibido:

- La vivienda permanente, incluyendo la de los guardianes y aguateros.
- La salida de desagües;
- La utilización de la fuente como abrevadero;
- El arrojar desechos;
- Utilizar insecticidas, pesticidas y abonos orgánicos para las plantas del cordón verde de protección.

En el territorio ocupado por el perímetro de protección inmediata se deben planificar la evacuación de las aguas lluvias fuera de los límites de la zona de protección.

Las obras de conducción ubicadas dentro del perímetro de protección inmediata, deben ser diseñadas considerando medidas que eviten que el agua para consumo humano no se ensucie a la entrada, ya sea por la embocadura de orificios, las tapas de bocas de visita.

En el territorio dentro del perímetro de protección inmediata, en la zona de captación, tratamiento, reserva, y obras especiales, se debe considerar una vigilancia permanente y la utilización de señales de prohibición del ingreso de personas y animales.

En la planificación del perímetro de protección sanitaria de la zona de aproximación de las fuentes de abastecimiento se debe considerar lo siguiente:

- Cualquier construcción ubicada dentro de este territorio debe tener el visto bueno de la Dirección Provincial del MIDUVI – EL ORO y de la Comunidad involucrada en el proyecto.
- Se debe prohibir ensuciar las estructuras, arrojar basuras, desechos industriales, insecticidas, etc.;
- Todas las medidas de protección sanitaria, que se tomen como consecuencia de daños producidos en las fuentes de abastecimiento de agua, serán pagadas directamente por el causante del daño.

En el perímetro de protección sanitaria de la zona de aproximación, que incluye la cuenca de drenaje de la fuente de abastecimiento y líneas de distribución se debe prever un patrullaje periódico por parte del operador del sistema, a fin de alertar sobre daños que puedan contaminar la fuente de abastecimiento.

La zona de protección sanitaria del territorio ocupado por la planta de tratamiento debe ser al menos de 20 m. a la redonda.

La zona de protección sanitaria para tuberías que cruzan territorios despoblados consiste en una franja de protección a cada lado del eje de la línea, de: 1,00 m.

Está prohibido la instalación de tuberías de agua potable en sitios susceptibles a deslizamientos, así como en lugares ocupados por letrinas, cementerios.

## **10. PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LAS OBRAS**

Para la ejecución de los Estudios y diseños Finales para dotar de un Sistema de Agua Potable a la Comunidad de La Esperanza, pertenecientes

al Cantón Balsas, Provincia de El Oro, se elaboró el presupuesto de la construcción de la obra de: Captación, Red de Conducción, Planta de tratamiento, Red de Distribución y Conexiones Domiciliarias para la comunidad; que constará en el **TOMO II ESTUDIO DE COSTOS** (ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, REAJUSTES DE PRECIOS, CRONOGRAMA, LISTA DE MATERIALES, EQUIPOS Y MANO DE OBRA).