

# **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Estudio y diseño de una planta de potabilización para la parroquia de Piedra Grande en el cantón Echeandía, Provincia de Bolívar

## **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención de título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Christian Alexander Flores Beltrán

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2022

## DEDICATORIA

Agradezco en primer lugar a mi familia por acompañarme durante todo este viaje, brindándome apoyo incondicional y celebrando mis logros. Y en segundo lugar a todas las personas que me han dado de su tiempo y espacio para alcanzar mis metas y logros ahora plasmados en mi conocimiento.

## DECLARACION EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Christian Alexander Flores Beltrán y doy de mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

---

CHRISTIAN ALEXANDER

FLORES BELTRAN

FIRMA DE LOS EVALUADORES

---

**MSc. Christian Salas Vázquez**

TUTOR DE TESIS

---

**PhD. Ángel Chávez Moncayo**

PROFESOR DE LA MATERIA INTEGRADORA

## RESUMEN

El eje principal en el que el ser humano contempla sus ciclos vitales es el agua, siendo de esta manera el agua el recurso más importante para la vida de los seres humanos, debe gozar de una excelente calidad para poder satisfacer y mejorar la vida de las personas, en este proyecto se desarrolló la planta de tratamiento de agua potable para las personas pertenecientes de la parroquia Piedra Grande ubicada en Echeandía, las cuales no gozan de agua de calidad, la planta de tratamiento tendrá efectos económico – sociales beneficiosos, teniendo en cuenta los parámetros más importantes como son los sólidos totales, sólidos disueltos, DBO y organismos que deben ser controlados y en algunos casos removidos para generar un agua de calidad. De esta manera se contemplan los principales procesos necesarios en la planta de tratamiento como son los diferentes tipos de sedimentadores, filtros y desinfecciones.

## INDICE

CAPITULO 1 .....	14
Antecedentes.....	14
Información básica .....	14
Situación actual.....	15
Problemática .....	16
Objetivo general .....	16
Objetivos específicos.....	17
Marco teórico.....	17
Contaminantes físicos .....	17
Contaminadores químicos.....	22
Contaminadores biológicos.....	24
Tipos de plantas de potabilización.....	24
Desinfección .....	25
Coagulación-Floculación .....	26
Sedimentación.....	26
Filtración.....	27

CAPITULO 2 .....	28
Metodología.....	28
Población y caudal.....	28
Dotación.....	34
Gastos .....	34
Ensayos de agua.....	35
Temperatura .....	35
Solidos suspendidos totales.....	36
pH.....	36
Conductividad eléctrica .....	37
Turbiedad .....	37
Oxígeno disuelto .....	38
Cloro .....	38
Coliformes totales .....	39
Ensayo de DBO.....	40
Ensayo de Jarras.....	40
Solidos totales .....	42
Análisis de los resultados por proceso.....	44

Cribado.....	44
Floculación – Sedimentación.....	45
Filtración.....	46
Desinfección .....	47
Alternativas propuestas.....	50
Alternativa 1.....	50
Componente Técnico .....	50
Componente Social.....	51
Componente ambiental .....	51
Componente económico.....	52
Alternativa 2.....	53
Componente Técnico .....	53
Componente Social.....	54
Componente ambiental .....	55
Componente económico.....	55
Alternativa 3.....	56
Componente técnico.....	56
Componente Social.....	57



Componente ambiental .....	57
Componente económico.....	58
Análisis de las alternativas.....	58
CAPITULO 3 .....	64
Cálculo de la población .....	64
Cálculo de la dotación .....	66
Cálculo del gasto .....	67
Cálculo del proceso de cribado.....	69
Calculo del proceso de desarenador .....	74
Calculo del proceso de filtrado.....	76
Cálculo del proceso de desinfección .....	84
Calculo del reservorio.....	88
Resultados del tren de tratamiento.....	90
CRIBADO.....	90
DESARENADOR.....	90
FILTRACION.....	91
DESINFECCION.....	92
Análisis de resultados del tren de tratamiento .....	96

Fase de cribado .....	96
Desarenado.....	96
Cloración.....	96
CAPITULO 4.....	97
Estudio de impacto ambiental .....	97
Objetivos.....	97
Objetivo general del estudio de Impacto Ambiental.....	97
Objetivos específicos del estudio del Impacto Ambiental.....	97
Alcance .....	98
Áreas de influencia .....	98
Evaluación de Impactos Ambientales y Riesgos .....	98
Marco legal aplicable.....	99
Descripción del proyecto .....	100
Ubicación del área de estudio .....	100
Características generales del proyecto .....	101
Fases del proyecto .....	101
Fase de construcción.....	101
Fase de cierre .....	102

Área de influencia.....	102
Área de influencia directa .....	103
Área de influencia indirecta .....	103
Evaluación de impactos ambientales .....	103
Metodología de evaluación .....	103
Identificación de Actividades y Factores del proyecto .....	104
Actividades del proyecto.....	104
Factores ambientales para evaluar .....	107
Calificación y cuantificación de Impactos ambientales .....	110
Categorización de Impactos Ambientales.....	113
Calificación y cuantificación de los impactos ambientales .....	113
Categorización de impactos ambientales.....	114
Fase de construcción .....	114
Fase de operación.....	115
Fase de cierre .....	116
Conclusión .....	118
CAPITULO 5 .....	118
Presupuesto.....	118

Análisis de los costos unitarios.....	120
CAPITULO 6.....	120
Conclusiones.....	120
Recomendaciones.....	121
Bibliografía.....	121

Ilustración 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección. ....	48
Ilustración 2 zona de captación de la parroquia .....	124
Ilustración 3 toma de muestras 1 .....	124
Ilustración 4 Toma de muestras 2 .....	125
Ilustración 5 Toma de muestras 3 .....	125
Ilustración 6 Toma de muestras punto luego del puente .....	126
Ilustración 7 Toma de datos paramétricos en campo .....	127
Ilustración 8 Ensayo de cloro en campo.....	127
Ilustración 9 Insertando reactivo de cloro .....	128
Ilustración 10 Muestras en laboratorio.....	129
Ilustración 11 Ensayo de DBO.....	129
Ilustración 12 Ensayo de coliformes totales.....	130
Ilustración 13 Ensayo de test de jarras 1 .....	130
Ilustración 14 Ensayo de test de jarras 2 .....	131
Ilustración 15 Horno con ensaayo de solidos totales .....	131
Ilustración 16 Realizando ensayo.....	132

# CAPITULO 1

## Antecedentes

En el Ecuador la falta de agua de calidad ha sido un problema recurrente, y el mismo ha causado innumerables enfermedades a lo largo de los años, además de retrasos en el desarrollo de ciertas poblaciones. Esto se ha convertido en un reto para los gobiernos nacionales de turno que deben velar por el bienestar de sus ciudadanos.

Según Molina, Pozo y Serrano (2018), aproximadamente el 20.7% del país no cuenta con acceso a agua de calidad. Lo cual según el artículo 12 de la carta magna es un derecho humano fundamental e irrenunciable. La gran mayoría de estas personas deben recurrir a comprar el agua mediante tanqueros o en los peores casos consumen agua que no es recomendada para el consumo humano.

## Información básica

La provincia de Bolívar, donde se encuentra el cantón Echeandía, posee una extensión aproximada de 3300 km<sup>2</sup> y una población de 210000 habitantes de los cuales una tercera parte se encuentran en áreas rurales. En esta provincia 87% de los sistemas de captación de aguas son de fuentes superficiales y el resto subterráneas.

El cantón Echeandía está en vías de desarrollo para poder definir cada uno de sus servicios básicos, de esta forma las principales zonas rurales del sector encuentran las formas para

poder tener esos servicios. El recinto de Piedra grande no cuenta con los servicios básicos de:

- Servicio de agua potable
- Servicio de aguas sanitarias
- Servicios de aguas lluvias

Es necesario e imperativo generar estudios que puedan determinar estos servicios y a su vez la construcción de los mismos servicios.

### Situación actual

En la actualidad, la captación del agua se lo realiza mediante un fluente natural el cual cuenta con una estructura de hormigón, hasta entonces los ciudadanos del recinto, receptan agua cruda del fluente y a esta le dan el uso de agua doméstica, esta agua puede contener varios tipos de contaminantes que no se pueden determinar a simple vista, por lo tanto, es necesario realizar un estudio de las aguas y un estudio de potabilización para la ciudadanía.

Se diseñará mediante un estudio la planta de tratamiento de agua potable de Piedra grande mediante los métodos convencionales dependientemente de los parámetros en el agua del efluente.

Los principales motivos del estudio de esta planta de tratamiento son los sólidos suspendidos que rara vez pueden encontrar dentro del agua doméstica que este recinto utiliza en su día a día. Es necesario determinar los tipos de parámetros y actuar mediante estos parámetros para garantizar la calidad del agua.

El recinto de Piedra Grande cuenta con 380 habitantes dentro del censo 2010 registrado por la República del Ecuador.

### Problemática

La parroquia de Piedra Grande ubicada en el cantón de Echeandía, provincia de Bolívar no cuenta con agua potable de calidad, esta parroquia carece de procesos de potabilización, de tal manera que, la población de Piedra Grande está expuesta a diferentes tipos de contaminantes físico – químicos en el agua.

### Objetivo general

Generar un estudio para brindar el servicio de agua potable de calidad, realizando el diseño de una planta de tratamiento mediante las ingenierías básicas y determinando las condiciones necesarias para el sector y realizar un estudio en condiciones para que ellos puedan construir y gozar de una planta de agua potable.



## Objetivos específicos

Determinar mediante un muestreo la calidad del agua que existe en la captación de la parroquia de Piedra Grande.

Realizar mediante métodos estadísticos el consumo y caudal de consumo necesarios para la planta de tratamiento de agua potable.

Analizar diferentes de alternativas para los procesos que consten en la potabilización de agua mediante la necesidad de los procesos debido a la calidad del agua.

Diseñar mediante ingeniería básica la mejor alternativa elegida, dando paso al diseño de la planta de tratamiento de agua potable para la parroquia de Piedra Grande.

## Marco teórico

### Contaminantes físicos

Los contaminantes físicos son aquellos que se pueden encontrar en el agua en estado natural, los contaminantes físicos tienen como característica principal que no reaccionan con el agua, sin embargo, son un peligro para la vida en el ecosistema.

Las características de las que se pueden hablar cuando se trata de contaminante físico son:

- **Sólidos en suspensión**

Los contaminantes sólidos, son elementos que están presentes en el agua de forma que no se altera su composición, permanecen ahí durante un largo periodo de tiempo, además estos contaminantes son muy destructivos para el ecosistema en el que están atentando contra la vida de los diferentes tipos de animales que se encuentran en el ecosistema. Estos contaminantes provienen del desperdicio humano y son generados en su mayoría por el uso constante de envases. (Bilotta & Brazier, 2008)

Además, existe una clasificación por tamaño de los sólidos suspendidos en el agua:

- a) **Materia suspendida:** la cual es la materia con tamaño más grande que va desde los 100 a 1 micrómetros.
- b) **Material coloidal:** este material son partículas suspendidas pero que tienen muchas características de material disuelto por su tamaño. Estas partículas van desde la unidad hasta el  $10^{-3}$  micrómetros.
- c) **Materia disuelta:** Son generalmente moléculas o iones que están sostenidos por la estructura del agua de manera molecular. Esta materia tiene de tamaño desde los  $10^{-3}$  hasta los  $10^{-5}$  micrómetros.

- **Temperatura**

La temperatura del agua es una propiedad física de la cual dependen muchas especies en el ecosistema. Además de tener muchas propiedades vinculadas con el clima del sector,

es necesario que el agua tenga una temperatura constante, ya sea por las especies y también por los diferentes tipos de organismos que pueden habitar en esas temperaturas.

- **Densidad**

Densidad del agua es comúnmente uno de los parámetros más importantes para poder entender y comprender el flujo de agua en distintos medios, la densidad puede ser afectada por el material del que viene cargada, si la densidad del agua cambia puede afectar varias especies las cuales dependen de esta densidad para poder existir.

- **Conductividad**

La conductividad del agua es la capacidad del agua para poder conducir las corrientes eléctricas, esta corriente atraviesa los iones disueltos en el agua, haciendo que este medio sea perfecto para poder conducir electricidad, sin embargo, según Light, Licht, Bevilacqua y Morash (2004) los distintos tipos de iones pueden afectar esta propiedad ya sea aumentando la capacidad que tiene el agua de conducir electricidad o disminuyéndola, de una u otra forma es malo para el ecosistema que el agua cambie de su estado natural.

- **Radioactividad**

El agua generalmente no presenta radioactividad, cuando presenta radioactividad es una señal de emergencia ya que el ecosistema en el que se encuentra está en inminente peligro, desperdicios radioactivos pueden ser muy nocivos para la vida, y más cuando el agua el cual es el líquido vital para cada ser vivo en el ecosistema está contaminada.

- **Turbiedad**

En el agua existe una propiedad llamada turbiedad la cual permite medir la dispersión de la luz que existe, esta distorsión o también denominada absorción de la luz es generada por las partículas del material suspendido en el agua, este parámetro es importante dentro del ámbito de análisis de agua ya que con él podemos realizar una inmersión en la potabilización del agua. Esta medida la cual se presenta normada en la NTE INEN 1108 nos dice que el agua debe presentar un máximo de 5 unidades nefelométricas (NTU).

Las principales fuentes de generación de turbiedad las podemos encontrar en erosión de material coloidal, fibras vegetales y un porcentaje de ellas en los microorganismos presentes en el agua. Los mayores impactos que se pueden tener en este parámetro son las sustancias químicas que pueden llegar a absorber los coloides, según Letterman, Johnson y Viswanathan (2004) estas sustancias pueden causar diferentes tipos de olores y sabores en el agua, además pueden llegar a poseer microorganismos patógenos. Para la potabilización la turbidez es uno de los parámetros físicos más importantes, ya que la

desinfección en aguas que tengan una turbidez muy alta debe tener así mismo un proceso muy difícil.

- **Color**

Dentro del ámbito de los contaminantes físicos el color es una prueba irrefutable de la existencia de contaminantes, el agua al no tener color se puede detectar mediante ensayos colores por sustancias extrañas, este color aparente es debido, parcialmente a materia suspendida, está normado mediante la NTE INEN 1108 la cual nos dice que el agua debe presentar un color aparente de 15 unidades en la escala platino-cobalto.

Las principales fuentes físicas que pueden hacer que el color del agua cambie hacia un tono amarillento son los contactos con materia orgánica como pueden ser las hojas, madera, y también sucede cuando existe un contacto con el ácido húmico. Para un cambio de color rojizo el contacto debe ser con óxidos de hierro, y para un color marrón es necesario el contacto con óxidos de magnesio.

- **Olor y sabor**

Las propiedades del olor y sabor dentro del agua son especialmente una propiedad indeseable para el ser humano, de esta manera el agua debe ser inolora e inodora, los contaminantes pueden llegar a cambiar estos parámetros en el agua y pueden ser de dos tipos:

El primer tipo de contaminante cambia el olor del agua y a su vez cambia el sabor del agua, este contaminante puede ser identificado antes de hacer un consumo del agua, de esta manera los seres vivos podemos evitar ingerir agua contaminada, la segunda clase de contaminantes cambian el sabor del agua, sin embargo, no necesariamente cambian el olor del agua, estos contaminantes son más peligrosos ya que no pueden ser identificados hasta haber consumido el agua.

Los contaminantes que cambian los parámetros en cuestión pueden ser desde los principales como son los minerales, sales del suelo, sustancias inorgánicas, productos de reacciones biológicas en el agua (sistemas de agua residual) hasta los menos probables que pueden ser sales metálicas, sustancias químicas orgánicas (productos del petróleo), descomposición orgánica o aceites dentro del agua.

### Contaminadores químicos

Los contaminadores químicos son los contaminantes más perjudiciales para el ecosistema, estos contaminantes cambian la composición del agua ya que reaccionan con las moléculas de agua. Los contaminantes pueden llegar a cambiar parámetros que pueden llegar a ser imperativos para el desarrollo de la vida como son: pH, Materia orgánica, DBO5, DQO, Nutrientes, Nitratos, Fosfatos, Aceites y grasas, Hidrocarburos, Detergentes, Cloruros, Fluoruros, Sulfatos, Fenoles, Cianuros, Haloformas, Metales y Pesticidas. Los siguientes ensayos se consideran los más importantes para la determinación de los contaminantes químicos presentes en el agua.

- **pH**

El agua es conocida por tener el pH neutro (7), mediante contaminantes químicos pueden llegar a alterar este pH haciéndolo más ácido o más básico, de esta manera el agua puede pasar a un nivel ácido o básico el cual empieza a ser dañino para el ser humano. Por lo tanto, es imperativo preservar el pH del agua neutro. (Guptaa, Sunita, & Saharan, 2009)

- **Sólidos disueltos totales**

Los SDT son aquellos que permanecen después de evaporar una muestra de agua que haya sido filtrada. Se eleva la temperatura de este residuo hasta los 180°C y el resultado se lo reporta en mg por cada litro.

- **Dureza**

Este ensayo mide el contenido total de iones alcalinotérreos presentes en la muestra de agua. Normalmente se mide la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ .

- **Fluoruros**

El consumo de agua potable con un nivel elevado de flúor conduce a una enfermedad crónica, que se manifiesta como fluorosis dental y esquelética. Sobre la base de estimaciones de riesgos para la salud, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha

establecido un valor de referencia de 1,5 mg/l para el fluoruro en el agua potable (Ozsvath, 2009)

### Contaminadores biológicos

Los contaminantes biológicos, también son conocidos como contaminantes microbiológicos, del agua son organismos vivos que pueden producir enfermedades tales como parásitos, bacterias, protozoarios o virus. Dependiendo el tipo de organismo vivo se pueden producir distintas enfermedades como, por ejemplo:

- **Virus:** Infecciones oculares, poliomielitis, miocarditis, gastroenteritis, diarrea.
- **Bacterias:** Fiebre tifoidea, disentería bacilar, colera, diarrea.
- **Protozoarios:** disentería amebiana, diarrea.

### Tipos de plantas de potabilización

Una ETAP (estación de tratamiento de agua potable) es una estructura cuyo objetivo es tratar el agua para que esta sea apta para el consumo humano. Según los tipos de contaminantes presentes existen distintos tipos de ETAP. (Vieira, Alegre, Rosa, & Lucas, 2008)

- **Plantas de ciclo completo:** contiene todos los procesos como sedimentación, filtración, coagulación y cloración.
- **Plantas de filtración en múltiples etapas:** reciben este nombre aquellas plantas donde hay filtración lenta en algunas etapas. (Clarke, y otros, 2004)



- **Plantas de filtración directa:** el proceso de transporte a los filtros es directo para continuar con la cloración.
- **Planta de filtración en línea:** se realizan los procesos de filtración, coagulación y cloración.
- **Planta compacta:** son plantas que cuentan con un módulo prefabricado donde se efectúan todos los procesos.

### Desinfección

La desinfección primaria ocurre temprano en el proceso de tratamiento del agua y proporciona la primera barrera química contra los patógenos microbianos a lo largo del proceso de tratamiento en las plantas de tratamiento de agua potable. La cloración del agua mediante cloro gaseoso o hipoclorito de sodio ha sido la técnica de desinfección más utilizada por su gran eficacia y persistencia en el sistema de agua. El control de esta operación a menudo se ve afectado por la formación de subproductos de la desinfección (DBP), que han llamado la atención de las normas de calidad del agua potable durante las últimas décadas. Diferentes desinfectantes conducen a diferentes DBP, y esto debe tenerse en cuenta para la operación de la ETAP. Los trihalometanos son uno de los grupos más comunes de DBP que se encuentran en el agua potable y se utilizan como indicadores de DBP en la mayoría de las pautas y regulaciones del agua potable debido a su fácil detección. (Godo-Pla, y otros, 2020)

## Coagulación-Floculación

La coagulación-floculación ha jugado y seguirá jugando un papel importante, directa o indirectamente, en el control de partículas, microorganismos, materia orgánica natural (NOM), carbón orgánico sintético, precursores de subproductos de desinfección (DBP) y algunos iones inorgánicos y metales, en última instancia, en el control de la calidad del agua potable. En este proceso, se agregan al agua coagulantes, como alumbre o cloruro de poli aluminio, y un ion metálico como  $Al^{3+}$  sufre reacciones de hidrólisis para formar otras especies de Al disueltas y precipitados de hidróxido de Al. Estas especies de hidrólisis de aluminio ayudan a agregar varias partículas acuáticas en flóculos más grandes y luego estos flóculos se sedimentan, filtran y eliminan del agua a granel en procesos posteriores. La turbidez y NOM del agua son las sustancias objetivo a eliminar durante el tratamiento de coagulación-floculación. (Trinh & Kang, 2011)

## Sedimentación

La coagulación y la sedimentación ocurren en todos los ambientes acuáticos naturales y tecnológicos y tienen efectos importantes en la mayoría de ellos. Cuando se extrae agua de una zona de captación para proporcionar agua potable, el agua tratada ha estado sujeta a dos sistemas de coagulación y sedimentación en serie, uno por procesos puede ser de forma natural y el otro si debe ser de forma mejorada, tanto físico como químico, en la planta de tratamiento de agua. (Q'Melia, 1998)

En el diseño de una planta de tratamiento de agua, el diseñador del sistema de tratamiento fija la carga hidráulica por área (tasa de desbordamiento) y el tiempo de detención de los estanques de sedimentación con miras a lograr una eliminación eficaz de las partículas (turbiedad). La estabilidad coloidal de las partículas está controlada por coagulantes químicos seleccionados en el diseño y operación de la planta de tratamiento para proporcionar una agregación eficaz y, por lo tanto, mejorar la sedimentación. Los parámetros físicos y químicos que se establecen naturalmente en los lagos se diseñan en las plantas de tratamiento de agua.

### Filtración

Una vez que los flóculos se han asentado en el fondo del agua, el agua clara de la parte superior se filtra para separar los sólidos adicionales del agua. Durante la filtración, el agua limpia pasa a través de filtros que tienen diferentes tamaños de poros y están hechos de diferentes materiales (como arena, grava y carbón). Estos filtros eliminan partículas y gérmenes disueltos, como polvo, productos químicos, parásitos, bacterias y virus. Los filtros de carbón activado también eliminan los malos olores.

Las plantas de tratamiento de agua pueden usar un proceso llamado ultrafiltración en lugar de la filtración tradicional. Durante la ultrafiltración, el agua atraviesa una membrana filtrante con poros muy pequeños. Este filtro solo deja pasar agua y otras moléculas pequeñas (como sales y moléculas diminutas cargadas).

## CAPITULO 2

### Metodología

Se realizaron visitas de campo las cuales nos ayudaron a establecer las actividades propuestas para determinar los distintos tipos de procesos que vayan a tener lugar en el tren de tratamiento o planta de agua potable. En primer lugar, se realizaron toma de muestras en la captación de la futura planta de tratamiento.

Teniendo en cuenta los caudales y volúmenes que vamos a necesitar para poder calcular los diferentes procesos llevaremos a cabo una proyección de la población, de esta manera se establecerá la población objetivo. Dentro de este segmento se detallarán los diferentes tipos de análisis a utilizar.

Se realizo un análisis exhaustivo de los parámetros iniciales con las normativas aplicadas en el proyecto para poder determinar los diferentes tipos de procesos a utilizar, de esta manera se descarta y aprueba los procesos necesarios para la potabilización del agua, por lo tanto, es necesario realizar alternativas con su respectivo análisis para poder determinar el mejor diseño final a considerar en el estudio propuesto.

### Población y caudal

Dentro de los antecedentes definimos la población de la siguiente manera:

DATOS			
AÑO	POBLACIÓN MA	POBLACION MG	POBLACION EX
1990	315	315	315
1991	318	318	318
1992	321	321	321
1993	324	324	324
1994	327	327	327
1995	330	330	330
1996	333	333	333
1997	336	336	336
1998	339	339	339
1999	342	342	342
2000	345	345	345
2001	348	348	348
2002	351	351	351
2003	354	354	354
2004	357	357	357
2005	360	360	360
2006	364	364	364
2007	368	368	368
2008	372	372	372
2009	376	376	376
2010	380	380	380
2011	399	399	399
2012	418	418	418
2013	438	438	438
2014	460	460	460
2015	482	482	482
2016	506	506	506
2017	530	530	530
2018	556	556	556
2019	583	583	583
2020	612	612	612
2021	642	642	642
2022	673	673	673

Con la población de Echeandía realizaremos diferentes aproximaciones de población con respecto al año 2010, de esta manera la aproximación que tenga una mayor cercanía será usada dentro del recinto Piedra grande que es una parroquia de Echeandía.

Primero debemos determinar los años del periodo de diseño de una planta de tratamiento, lo cual definimos mediante el siguiente cuadro de CPE INEN POBLACIONES MENORES A 5000 HAB

**TABLA 2. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable**

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

Donde determinamos que usaremos un periodo de diseño de 25 años.

- Método aritmético

Este método determina que el crecimiento poblacional dentro de los años es lineal y constante por lo tanto tenemos que:

- $P_f = P_3 + \Delta P_{prom} \cdot (T_d)$

Donde la podemos observar en la primera tabla de población donde el P3 o población inicial está dada por los 673 habitantes medidos por censo en Piedra Grande.

- método geométrico

Dentro del método geométrico nos dice que el incremento de la población es constante durante algunos lapsos de tiempo, por lo tanto, nos regiremos a los lapsos de tiempo que tenemos los datos:

$$P_f = P_3(1 + K_{prom})^{Td}$$

El método geométrico está basado en las diferencias geométricas que ocurren en los años estudiados, de esta forma estas diferencias nos darán el trayecto de la curva que recorre esta población, así podemos encontrar la población final dentro del año de estudio (25 años), así mismo es necesario mencionar que este método es el más utilizado en comunidades pequeñas las cuales no tengan un censo periódico de población.

- método de mínimos cuadrados

El método de mínimos cuadrados trata de ajustar las poblaciones futuras a los cambios que han sufrido los censos anteriores, de esta manera intenta acercarse lo más posible a las variaciones pasadas y ajustarlo a una variación futura, este método es el más usado dentro de la población futura en sistema de redes o plantas de tratamiento por su estimación más cercana.

$$P = a + bt$$

$$a = \frac{\sum P_i - b \sum t_i}{N}$$

$$b = \frac{N \sum t_i P_i - \sum t_i \sum P_i}{N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}$$

Las diferentes variables que maneja este método son las posibles respuestas que ha tenido el cambio de población anualmente, este método es usado y puesto en consideración para las poblaciones que tienen un número de habitantes mayor a 5000, lo cual no es el caso, de esta forma se realizara la gráfica para el método, pero no se lo considerara para los cálculos siguientes.

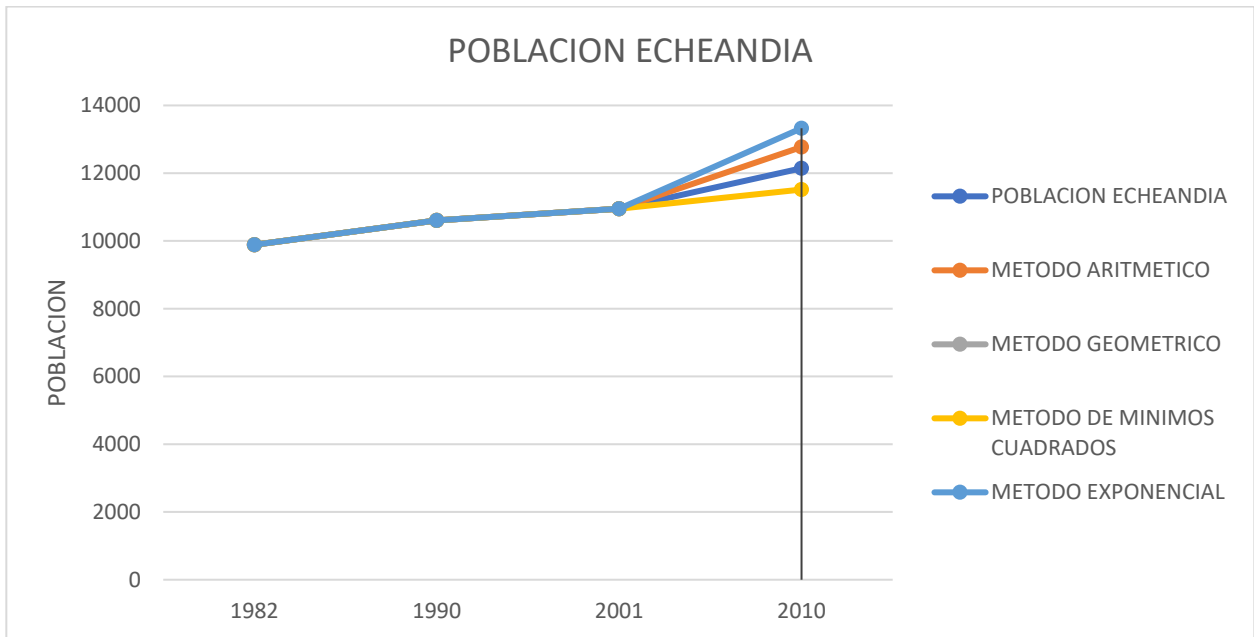
- método exponencial

El método exponencial como su nombre lo indica lo realiza mediante una curva exponencial, de esta manera asegura tener un cálculo similar, además este cálculo tiene una variable la cual realiza un promedio de todas las diferencias de los censos anteriores, para poder aproximar de esta forma el cálculo de la población futura.

$$P(t) = Ae^{kt}$$



De esta manera vamos a poner todos estos resultados con las gráficas de censos, de esta manera podemos observar el desfase de cada uno de los métodos indicados anteriormente.



Como podemos ver la gráfica más cercana a la población de Echeandía en el 2010 es el método de geométrico, donde podemos decir que existe una mayor aproximación a los datos reales, de esta manera procederemos a calcular el porcentaje de crecimiento de Echeandía para poder determinar el porcentaje de crecimiento de Piedra grande.

De esta manera con el porcentaje ya estimado en Echeandía podemos obtener una población futura para Piedra Grande, desde el 2010 Piedra grande cuenta con 380 habitantes, sin embargo, es necesario agregar 250 habitantes más por el dimensionamiento de una

urbanización que se implementara en el presente año con 50 viviendas y 5 habitantes en cada una de las viviendas.

## Dotación

La dotación de piedra grande la calcularemos mediante la norma CPE INEN menor a 5000 habitantes la cual no dice que:

**TABLA 3. Dotaciones recomendadas**

<b>POBLACIÓN (habitantes)</b>	<b>CLIMA</b>	<b>DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)</b>
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Sin embargo, en la misma CPE INEN 5 nos dice que si son poblaciones menores a 5000 habitantes se debe tomar la dotación mínima fijada que nos da 117.77 l/Hab/día. Entonces:

## Gastos

Para poder determinar los gastos debemos saber cuál es el gasto que va a ser dependiente nuestra planta de tratamiento, por lo tanto, la CPE INEN nos dice que:

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20 %
Captación de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10 %
Conducción de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Red de distribución	Máximo horario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10 %

Por lo tanto, necesitamos encontrar el gasto máximo diario más un 10 por ciento extra según la normativa. Además, es necesario tener en cuenta que el gasto que se necesita para realizar la planta de tratamiento según la INEN será el gasto diario máximo.

## Ensayos de agua

### Temperatura

La temperatura está dada por el cuerpo de agua y la región donde se encuentra, como este sector está dentro de la costa ecuatoriana, pero limitando con la sierra, se debe considerar una temperatura de alrededor de 20 a 25 grados centígrados para el agua.

RESULTADOS FISICOS DE ENSAYOS EN CAMPO			
ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
TEMPERATURA	23.9	22.6	23.7

Las tres muestras tienen temperaturas similares entre los 20 a 25 grados centígrados.

### Sólidos suspendidos totales

Los sólidos disueltos son un parámetro físico el cual genera la información necesaria para poder realizar diferentes tipos de procesos en la potabilización del agua, este parámetro se mide en cantidad de mg/litro.

RESULTADOS FISICOS DE ENSAYOS EN CAMPO			
ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Sólidos disueltos	19.81	19.89	19.88

Las muestras como podemos observar están en un intervalo de 19.81 a 19.88 mg/litro, lo cual para este parámetro es un resultado bajo de contenido de sólidos disueltos.

### pH

Durante el proceso de muestreo se realiza el ensayo de pH para poder determinar la alcalinidad y la acidez del agua, mediante el pH podemos definir qué tipo de contaminantes pueden estar cambiando el pH del agua el agua es neutro.

RESULTADOS FISICOS DE ENSAYOS EN CAMPO			
ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
pH	7.05	7.24	7.35

Como se puede observar el pH del agua en cuestión se encuentra en el intervalo de 7 lo cual muestra un pH neutro en el agua.

## Conductividad eléctrica

La Conductividad eléctrica también es un parámetro necesario para determinar la contaminación del agua mediante sólidos disueltos o sólidos suspendidos, lo cual genera una mayor o menor conductividad del agua, mediante este parámetro también podemos determinar si existe la necesidad técnica mediante diferentes tipos de normas la necesidad de una desinfección o filtración ya sea el caso con otros parámetros.

RESULTADOS FISICOS DE ENSAYOS EN CAMPO			
ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
CE	41.2	41.2	41.2

El ensayo de conductividad eléctrica arroja una conductividad normal para el agua, donde tenemos un parámetro normal dentro de los estándares del agua.

## Turbiedad

Dentro de los parámetros importantes descritos para poder tener una viabilidad técnica en una sedimentación o filtración es necesario conocer la turbidez de la fuente, es necesario comprobar mediante este parámetro en las normas y poder conocer el estado del efluente, este ensayo se mide mediante un turbidímetro, las unidades correspondientes son NTU lo cual son unidades nefelométricas.

RESULTADOS FISICOS DE ENSAYOS EN CAMPO			
ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Tur	1.71	1.21	1.21

Como se puede apreciar los resultados son realmente bajos, este efluente no tiene turbidez, dentro de los parámetros a medir la turbidez debe haber un máximo de 5 NTU para las normas aplicantes, sin embargo, este parámetro es menor al indicado en la norma.

### Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto marca la cantidad de bacterias vegetales que pueden existir en el medio acuático, sin embargo, hay que tener en cuenta que varias de estas bacterias se nutren de este oxígeno, el oxígeno disuelto está en unidades de mg/litro de agua.

RESULTADOS FISICOS DE ENSAYOS EN CAMPO			
ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Oxigeno Disuelto	8.38	8.31	8.32

Como se puede observar los tres ensayos realizados presentar un oxígeno disuelto dentro de los parámetros normales del agua en estado natural o puro, de esta manera podemos decir que los resultados nos muestran poca presencia de bacterias.

### Cloro

El ensayo de cloro se lo realiza mediante un colorímetro el cual debe ser utilizado con guantes y cuidado, este ensayo necesita una un reactivo de cloro el cual genere una coloración en ciertas cantidades de cloro para poder tomar el resultado. Los resultados de este ensayo fueron:

RESULTADOS FISICOS DE ENSAYOS EN CAMPO			
ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Cloro	0.06	0	0.03

Los resultados del ensayo de cloro arrojaron como se puede observar estimaciones de cloro bajas, casi no existe la presencia de cloro en el agua, por lo que podemos decir que este efluente se trata de una captación de agua cruda.

### Coliformes totales

El ensayo de coliformes totales se lo realizo mediante una lámina de cultivo, con 100 ml de muestra como se lo establece mediante la norma TUSLA, dentro de esta norma también centraremos los parámetros mínimos y máximos para consumo humano de las coliformes totales. Los pasos seguidos y la evidencia fotográfica se encuentran en ANEXOS. Los Resultados en laboratorio son:

RESULTADOS ENSAYO DE LABORATORIO			
ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
COLIFORMES TOTALES	57	53	52

Como las muestras se tomaron de puntos similares, con una mínima diferencia entre puntos se realizará un promedio entre las tres muestras, de esta manera estableciendo una medida media entre estas y teniendo en cuenta cada uno de los sectores de la captación siendo:

$$Coli. \text{ totales} = \frac{57 + 53 + 52}{3}$$

$$\text{Coli. totales} = 54 \text{ nmp}/100\text{ml}$$

### Ensayo de DBO

El ensayo de DBO (demanda bioquímica de oxígeno) se realiza para poder determinar la cantidad de oxígeno disuelto que los microorganismos consumen de forma que podamos medir la cantidad de microorganismos que habitan en este cuerpo de agua. El ensayo se mide por las unidades mg/litro

RESULTADOS ENSAYO DE LABORATORIO			
ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Dbo	4.3	4	5.6

La demanda bioquímica de oxígeno de estas muestras se encuentra bajo, no existe una gran cantidad de microorganismos, sin embargo, es necesario comparar con los parámetros de las normas pertinentes.

### Ensayo de Jarras

El análisis del ensayo de jarras se lo realiza para determinar la necesidad de una sedimentación dentro de los parámetros de estudio del agua, es necesario determinar mediante este ensayo la cantidad necesaria para una buena sedimentación en el caso de ser necesario y, además, determinar el porcentaje de sedimentación de las muestras. Los resultados de estos ensayos son:



Muestra 1:

MUESTRA 1				
INICIAL EN CAMPO	PH	CE	TDS	TUR
	7.05	41.2	19.81	1.71
INICIAL EN LABORATORIO	PH	CE	TDS	TUR
	7.16	40.04	20.01	1
FINAL	PH	CE	TDS	TUR
10	7.18	42	20.98	1.24
20	6.28	42.8	21.36	1.11
30	6.64	44.7	22.3	1.84
40	6.38	45.6	22.7	2.08

Muestra 2:

MUESTRA 2				
INICIAL EN CAMPO	PH	CE	TDS	TUR
	7.24	41.2	19.89	1.21
INICIAL EN LABORATORIO	PH	CE	TDS	TUR
	7.2	40.03	19.96	1.11
FINAL	PH	CE	TDS	TUR
10	7.14	51.6	25.8	1.1
20	6.92	43.3	21.51	1.01
30	6.69	43.1	21.84	1.05
40	6.45	45.5	22.4	2.04

Muestra 3:

MUESTRA 3				
INICIAL EN CAMPO	PH	CE	TDS	TUR
	7.35	41.4	19.88	1.48
INICIAL EN LABORATORIO	PH	CE	TDS	TUR
	7.26	40	20.07	1.25
FINAL	PH	CE	TDS	TUR
10	6.95	43.5	20.97	1.15
20	6.75	45.5	26.1	1
30	6.51	45.8	21.9	1.41
40	6.33	57.3	22.6	2.07

Mediante este ensayo podemos determinar que la cantidad de sulfato de aluminio necesaria para la coagulación efectiva del cuerpo de agua debe ser de 20 mg/litro de agua.

El porcentaje de remoción es:

$$\%Remocion = \frac{Tur.inicial - Tur.final}{Tur.inicial} * 100 = 12\%$$

Mediante el porcentaje de remoción podemos determinar que los porcentajes son muy bajos para poder destinar un proceso de sedimentación.

### Solidos totales

El ensayo de solidos totales nos demuestra cuantos solidos tenemos dentro del cuerpo de agua, para este ensayo es necesario realizar con sumo cuidado la filtración del medio de agua, este filtro llevarlo al horno y de esta manera pesar los sólidos totales necesarios. Los resultados son los siguientes.

RESULTADOS ENSAYO DE LABORATORIO			
SOLIDOS TOTALES	INICIAL	FINAL	TOTAL
MUESTRA 1	30193.7	30194.4	7
MUESTRA 2	27039.7	27040.1	4
MUESTRA 3	32114.2	32114.5	3
TOTAL	4.7		

Los resultados que tenemos de 4.7 mg/litro de agua son bajos para poder determinar mediante este ensayo un proceso.

## Análisis de los resultados por proceso

### Cribado

La filtración se la realiza con el fin de poder tener una remoción de los elementos sólidos suspendidos que se encuentren dentro del cuerpo de agua, independientemente del tipo de cribado que se tenga es necesario tener en cuenta las distintas formas de cribado y cuales se pueden implementar técnicamente.

Para la presente planta de tratamiento se cuenta con la información del sitio de captación para poder determinar los mejores métodos de cribado. La fuente de captación está siendo ya tratada mediante un sistema de reboce, después de este proceso el fluente continúa para luego entrar en la captación hacia la futura planta de tratamiento, sin embargo, durante este breve camino desde el reboce hasta la captación existe un contacto a la intemperie, donde existen árboles y diferentes tipos de vegetación que pueden llegar a contaminar el fluente con sólidos grandes, además se encuentra debajo de un puente lo cual genera también una preocupación de contaminación con sólidos grandes. En suelo de este tramo pertenece a una arena, la cual con el movimiento del agua puede llegar a tener residuos de esta área.

Por lo tanto, es necesario instalar dentro del sistema de cribado un sistema de rejillas que puedan ayudar a deshacerse de los sólidos grandes y pequeños dentro del diámetro de 6 a 0.2 cm que es el diámetro de las rejillas, además de esto la existencia de arena en la parte anterior a la captación genera una condición necesaria para poder realizar el diseño de una desarenador, de esta manera conteniendo en el transcurso de la captación hacia la planta de

tratamiento todas las arenas que traiga consigo el fluente, asegurando que la desinfección tenga lugar sin una turbidez alta.

- Cribado mediante rejillas de 6 a 0.2 cm
- Desarenador

### Floculación – Sedimentación

Dentro de las pruebas de jarras realizadas en laboratorio podemos ver como la disminución de la turbidez mediante coagulación es un 12 por ciento y la disminución se da desde los 1.25 NTU hasta las 1.01 NTU, hay que mencionar que en primer lugar los parámetros se encuentran dentro de la norma INEN menor a 5000 personas y también dentro de la TULSMA, estas normas nos dicen que es necesario tener un mínimo de 5 NTU para realizar un proceso de coagulación, como no existen esos valores en los ensayos si no menores a 2, entonces se puede concluir que no es necesario una coagulación dentro del ámbito técnico.

Además, es necesario mencionar que las pruebas de jarras como ya se mencionó demuestran que los distintos tipos de tratamientos no tienen una base sustentable por la poca remoción que presentan.

Dentro de lo que respecta la sedimentación no existen motivos para realizar una sedimentación por tener una presencia tan baja de sólidos totales, una baja presencia de

turbidez, una baja presencia de conductividad eléctrica y del hecho de no necesitar una coagulación. Por lo tanto, es técnicamente inadmisibles realizar un proceso de sedimentación.

## Filtración

Para poder realizar una filtración es necesario tener sólidos suspendidos y sólidos disueltos en cantidades moderadas, de esta manera la filtración eliminará estos sólidos para poder tener un agua lista para el proceso de desinfección, mediante la TULSMA podemos encontrar que la DBO en una presencia superior se necesita realizar una desinfección, sin embargo, para que esta desinfección pueda tener lugar correctamente los sólidos disueltos y las mismas partículas de DBO deben encontrarse en una cantidad mínima, por lo tanto, es necesario una filtración antes de la desinfección mencionada, a continuación se muestra la tabla donde podemos encontrar el mínimo de DBO.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Limite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Color	color real	Unidades de color	20
<b>Coliformes Totales</b>	<b>nmp/100 ml</b>		<b>501</b>
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>6+</sup>	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>6+</sup>	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2,0
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			<b>Ausencia</b>
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			<b>Ausencia</b>
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de

Como podemos observar las diferencias entre los mínimos de DBO permitidos es 2 mg/l y los ensayos de laboratorio marcan entre 4 a 5 mg/litro.

### Desinfección

Los parámetros para poder tener en cuenta una desinfección son los coliformes totales que se presentan en el agua, los resultados de estos ensayos fueron 54 nmp/100ml, dando un excedente en la norma TULSA, en la cual indica que un parámetro mínimo para poder realizar este proceso de desinfección es de 50 nmp/100ml. Se presentará a continuación la tabla de la TULSMA.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2,0
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			<b>Ausencia</b>
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			<b>Ausencia</b>
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de

*Ilustración 1 Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.*

Teniendo en cuenta los parámetros obtenidos en laboratorio es necesario la construcción de un proceso de desinfección del agua, según la norma TULSMA, teniendo en cuenta el ensayo de punto de quiebre, el cual determina la cantidad de cloro necesario para la desinfección, se procederá a diseñar un área de desinfección como uno de los procesos en la planta de tratamiento.



Dentro de la misma norma podemos encontrar otro parámetro relacionado con la desinfección, este parámetro es la DBO, en la norma podemos encontrar que el mínimo es 2 mg/litro, sin embargo, los resultados en el laboratorio podemos observar que tenemos entre 4 y 5 mg/litro. Por lo tanto, es necesario mediante este otro parámetro la desinfección del agua.

## Alternativas propuestas

### Alternativa 1

Mediante el uso del análisis de los resultados mostrados podemos ver que existen parámetros para poder determinar técnicamente el uso de:

- Cribado (extendido)
- Desinfección
- Plan de manejo ambiental de la zona

### Componente Técnico

Mediante estas técnicas podemos realizar una limpieza profunda del agua cruda, la cual se realizará el tratamiento, de acuerdo con el cribado extendido vamos a disminuir los sólidos suspendidos, materia vegetal la cual puede poseer el efluente natural, se realizará un tanque de cribado donde los sólidos suspendidos puedan sedimentar durante un breve tiempo, de esta manera aseguramos su turbidez. Para el tratamiento de desinfección podemos determinar una disminución de coliformes totales, teniendo en cuenta los ensayos de coliformes totales y DBo, se usará cloro en bajas cantidades para poder realizar la desinfección, el cloro nos ayudará a desinfectar el agua a un bajo costo y con un mínimo esfuerzo por parte del recinto Piedra Grande.

Es necesario tener un plan de manejo ambiental respecto a la contaminación del efluente mediante sedimentos, vegetación y un aumento de la turbidez debido a las lluvias del sector, por lo tanto, el terreno no consta con las propiedades necesarias para realizar una escorrentía “limpia” cuando existen precipitaciones, es necesario controlar esta escorrentía mediante el uso del suelo a nivel del tipo de vegetación, realizar una reforestación con plantas que puedan retener el suelo, creando una estabilidad del suelo y que no se genere el lavado del suelo que se está realizando en el presente momento.

## Componente Social

Dentro del ámbito social el desarrollar una planta de tratamiento y un plan de manejo ambiental para el entorno en el que realizar su captación de agua llega a ser beneficioso, es necesario y prioritario dotar de agua potable a Piedra Grande, desde el punto de vista social es una necesidad el agua potable, así mismo como las derivaciones de tener agua potable como son la salud, la dignidad, los derechos civiles y servir de una forma más completa a la vida las personas en el recinto, es necesario remarcar la importancia del agua potable en todas las actividades diarias, desde el inicio del día hasta su final.

Las personas del recinto han mencionado que en las épocas de lluvia el sistema genera una turbidez alta en el agua de la región y que están preocupado por el hecho de estar consumiendo agua no apta para el consumo humano, de esta manera el plan de manejo ambiental generara confianza a la comunidad para poder tener una solución a ese problema, sin embargo, es necesario pensar que esta reforestación tomara tiempo y también ayuda de todo el ecosistema de la zona de captación.

## Componente ambiental

Dentro de los componentes ambientales de la creación de una planta de tratamiento el componente ambiental es uno de los temas que más hay que tratar con cuidado, ya que la captación de esta agua cruda estará afectando a un cuerpo de agua natural, sin embargo, esta captación ya ha estado presente durante los últimos años ya que los residentes toman esta agua cruda del cuerpo de agua, de esta manera la construcción de la planta de tratamiento no está generando un diferencia dentro de la captación del cuerpo de agua, solamente está modificando el conducto que ya se ha estado tomando dentro de los parámetros apreciables. Además, dentro del proceso de potabilización se ha implementado una reforestación para poder afianzar la escorrentía, de esta manera los principales beneficiarios de detener el cambio de terreno por parte de las lluvias será el mismo ecosistema.

La construcción de la planta de tratamiento se la realizará mediante hormigón, sin embargo, este hormigón estará dispuesto en una zona ya antes establecida por el recinto, la cual tienen la zona apropiada para no causar ningún tipo de intervención dentro del ecosistema antes mencionado.

### Componente económico

El componente económico tiene mucho que ver con los procesos que se van a realizar dentro de la planta de tratamiento, la construcción de los reservorios y pasos de agua para poder realizar una buena circulación de agua por los procesos es necesaria, de esta manera los diferentes tipos de estructuras necesarias tendrán su respectivo coste.

Además, no será necesario una intervención de personal para poder realizar una revisión continua de la planta, es necesario poder tener el personal apropiado para realizar los distintos cambios de rejillas, limpieza y productos de desinfección dentro de los tiempos estipulados en las memorias técnicas de cada uno de los procesos.



#### Alternativa 2

Mediante el uso del análisis de los resultados mostrados podemos ver que existen parámetros para poder determinar técnicamente el uso de:

- Plan de manejo ambiental
- Cribado
- Filtración
- Desinfección

#### Componente Técnico

Como se mencionó en la anterior alternativa es necesario y prescindible la existencia de un cribado y desinfección del agua cruda, para poder tener un sistema de tratamiento apto para la existencia de una distribución del agua potable, es necesario tener claro que existe un

problema respecto a la turbiedad que puede tener el agua cruda en la época invernal, con este problema se propone igual que en la alternativa anterior un plan de manejo ambiental ayudara para que se encuentre una esorrentía con una mejor calidad.

Además, es necesario realizar una filtración para poder deshacer todas las partículas que no hayan podido quedar en el sistema de cribado y desarenador, los organismos encontrados en el DBO estarán presentes hasta después del desarenador, sin embargo, con la filtración propuesta podemos deshacernos de las partículas que dejan los anteriores procesos. Pasando de esta manera a una desinfección libre de partículas. Existen partículas dentro de la DBO que podrán soportar al cloro, sin embargo, son fácilmente tratadas con una filtración.

### Componente Social

Dentro del ámbito social el desarrollar una planta de tratamiento y un plan de manejo ambiental para el entorno en el que realizar su captación de agua llega a ser beneficioso, es necesario y prioritario dotar de agua potable a Piedra Grande, desde el punto de vista social es una necesidad el agua potable, así mismo como las derivaciones de tener agua potable como son la salud, la dignidad, los derechos civiles y servir de una forma más completa a la vida las personas en el recinto, es necesario remarcar la importancia del agua potable en todas las actividades diarias, desde el inicio del día hasta su final.

Dentro de esta alternativa tenemos una filtración lo cual garantiza una limpieza del agua respecto a turbidez ya sea en época invernal o no, de esta manera estamos adecuando una situación social extra al proyecto, asegurando a los ciudadanos agua limpia y desinfectada debidamente sin tener solidos restantes.

## Componente ambiental

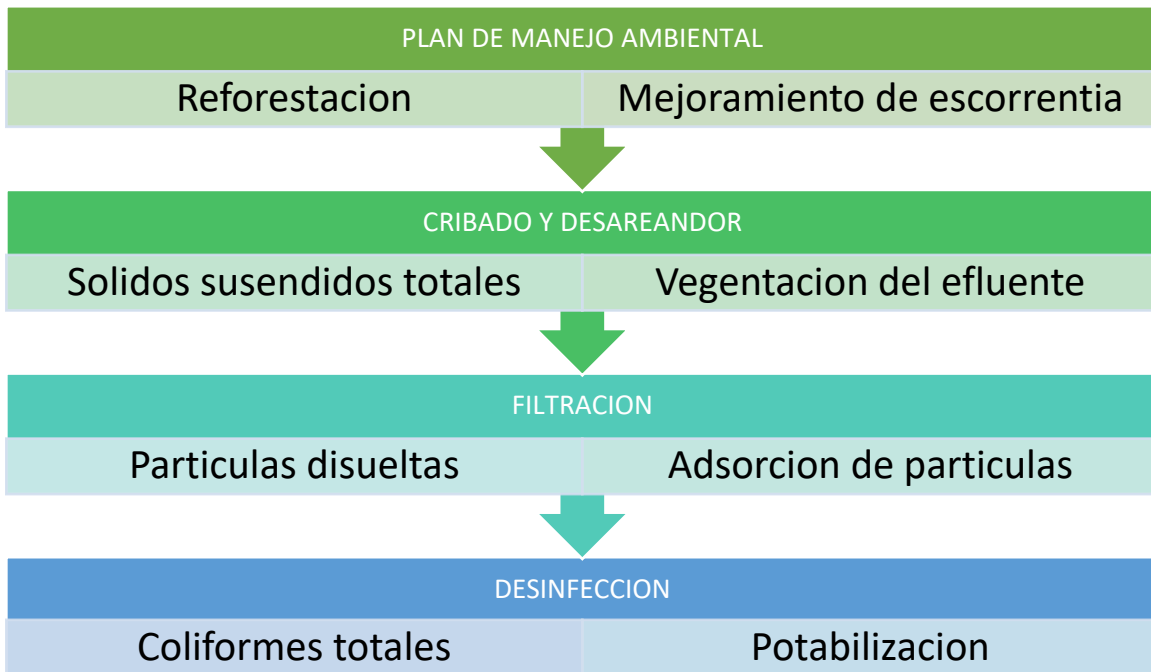
Dentro de los componentes ambientales de la creación de una planta de tratamiento el componente ambiental es uno de los temas que más hay que tratar con cuidado, ya que la captación de esta agua cruda estará afectando a un cuerpo de agua natural, sin embargo, esta captación ya ha estado presente durante los últimos años ya que los residentes toman esta agua cruda del cuerpo de agua, de esta manera la construcción de la planta de tratamiento no está generando un diferencia dentro de la captación del cuerpo de agua, solamente está modificando el conducto que ya se ha estado tomando dentro de los parámetros apreciables. Además, dentro del proceso de potabilización se ha implementado una reforestación para poder afianzar la escorrentía, de esta manera los principales beneficiarios de detener el cambio de terreno por parte de las lluvias será el mismo ecosistema.

La construcción de la planta de tratamiento se la realizará mediante hormigón, sin embargo, este hormigón estará dispuesto en una zona ya antes establecida por el recinto, la cual tienen la zona apropiada para no causar ningún tipo de intervención dentro del ecosistema antes mencionado.

## Componente económico

El componente económico tiene mucho que ver con los procesos que se van a realizar dentro de la planta de tratamiento, la construcción de los reservorios y pasos de agua para poder realizar una buena circulación de agua por los procesos es necesaria, de esta manera los diferentes tipos de estructuras necesarias tendrán su respectivo coste.

La creación de la planta de tratamiento dependerá de las necesidades como son el caudal y volumen de los procesos.



### Alternativa 3

Mediante el uso del análisis de los resultados mostrados podemos ver que existen parámetros para poder determinar técnicamente el uso de:

- Cribado
- Filtración
- Desinfección (proceso en ultravioleta con cloro)

### Componente técnico

La desinfección con luz ultravioleta tiene un porcentaje alto de remoción cuando se trata de cantidades un paso lento del agua mediante esta luz, es necesario mencionar que esta luz causa que los organismos dejen de reproducirse, sin embargo, es necesario realizar una desinfección mínima con cloro para poder asegurarnos de que estos organismos no vuelvan a generarse dentro del cuerpo de agua.



## Componente Social

Desarrollar un plan de manejo ambiental para el entorno en el que realizar su captación de agua llega a ser beneficioso así mismo como la creación de su planta de tratamiento, es necesario y prioritario dotar de agua potable a Piedra Grande, desde el punto de vista social es una necesidad el agua potable, así mismo como las derivaciones de tener agua potable como son la salud, la dignidad, los derechos civiles y servir de una forma más completa a la vida las personas en el recinto.

## Componente ambiental

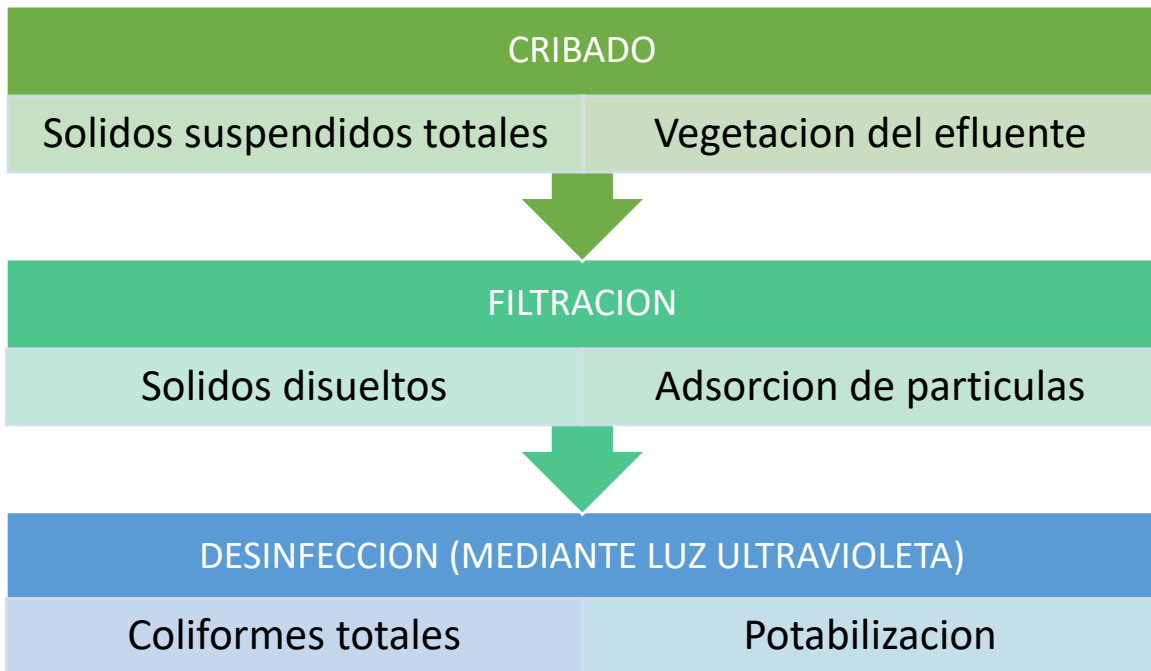
Dentro de los componentes ambientales de la creación de una planta de tratamiento el componente ambiental es uno de los temas que más hay que tratar con cuidado, ya que la captación de esta agua cruda estará afectando a un cuerpo de agua natural, sin embargo, esta captación ya ha estado presente durante los últimos años ya que los residentes toman esta agua cruda del cuerpo de agua, de esta manera la construcción de la planta de tratamiento no está generando un diferencia dentro de la captación del cuerpo de agua, solamente está modificando el conducto que ya se ha estado tomando dentro de los parámetros apreciables. Además, dentro del proceso de potabilización se ha implementado una reforestación para poder afianzar la escorrentía, de esta manera los principales beneficiarios de detener el cambio de terreno por parte de las lluvias será el mismo ecosistema.

La construcción de la planta de tratamiento se la realizará mediante hormigón, sin embargo, este hormigón estará dispuesto en una zona ya antes establecida por el recinto, la cual tienen la zona apropiada para no causar ningún tipo de intervención dentro del ecosistema antes mencionado.

## Componente económico

El componente económico tiene mucho que ver con los procesos que se van a realizar dentro de la planta de tratamiento, la construcción de los reservorios y pasos de agua para poder realizar una buena circulación de agua por los procesos es necesaria, de esta manera los diferentes tipos de estructuras necesarias tendrán su respectivo coste.

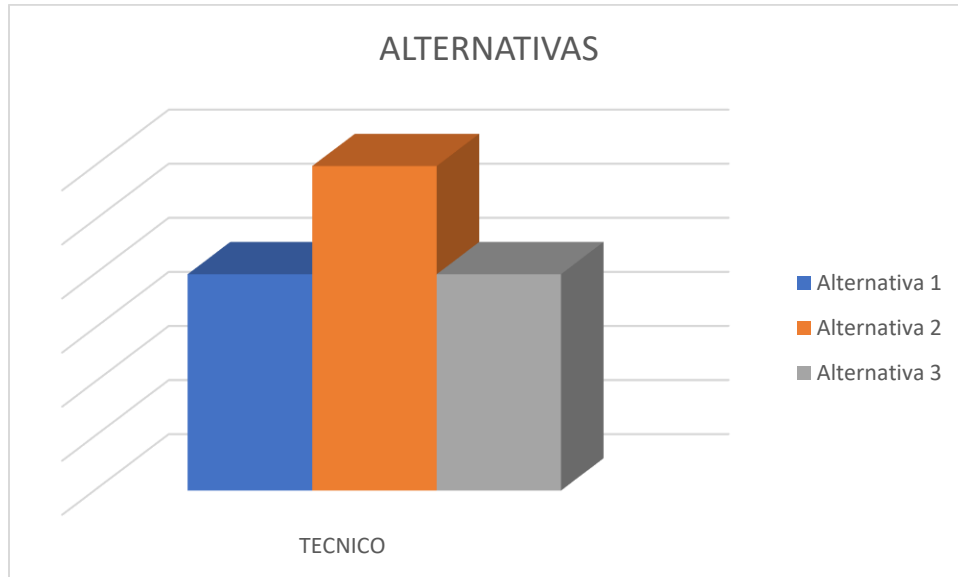
La creación de la planta de tratamiento dependerá de las necesidades como son el caudal y volumen de los procesos.



## Análisis de las alternativas

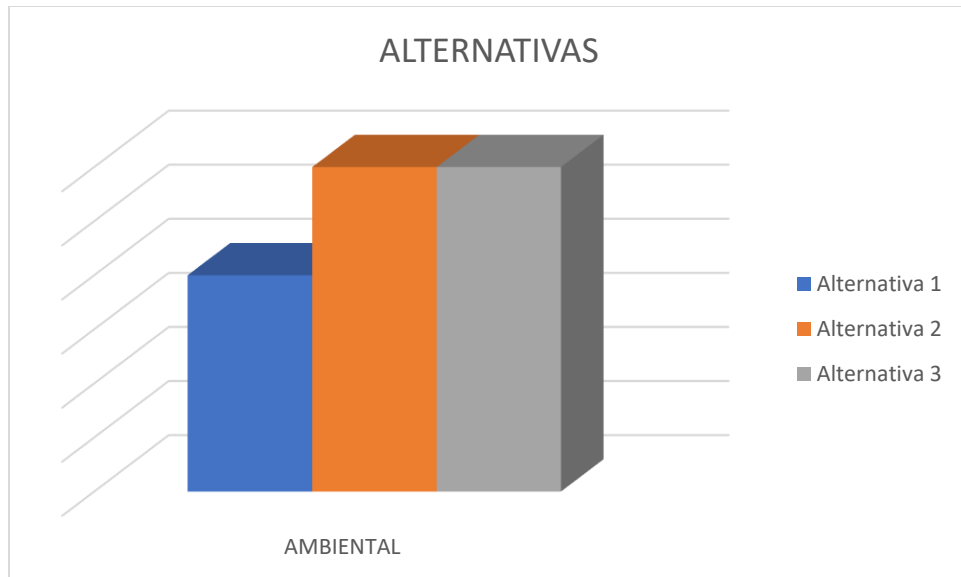
El análisis de las alternativas se las realizara mediante diagramas de barras para poder proporcionar puntos fuertes y débiles en todos los componentes como son:

- Componente técnico



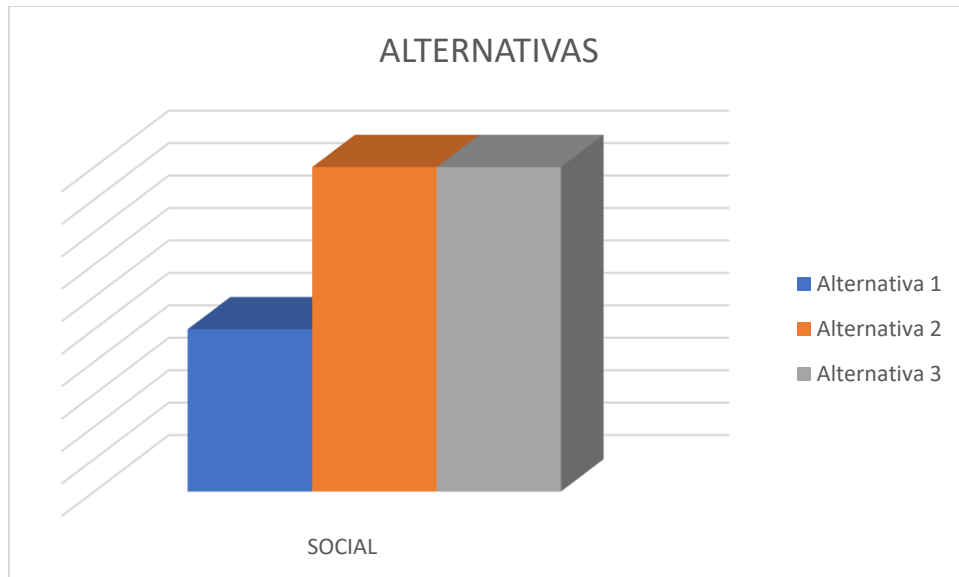
Dentro del componente técnico pondremos a la alternativa 2 como la alternativa ganadora, la alternativa 2 nos genera un nivel de confianza mayor al del resto de alternativas ya que cuenta con el plan de manejo ambiental para la eliminación de turbidez y además de eso el agua pasa por un proceso de desarenado y filtrado, de esta forma aseguramos el que el agua que se trate en la desinfección no cuente con ningún tipo de solido suspendido, disuelto o microorganismos presentes en el cuerpo de agua.

- Componente ambiental



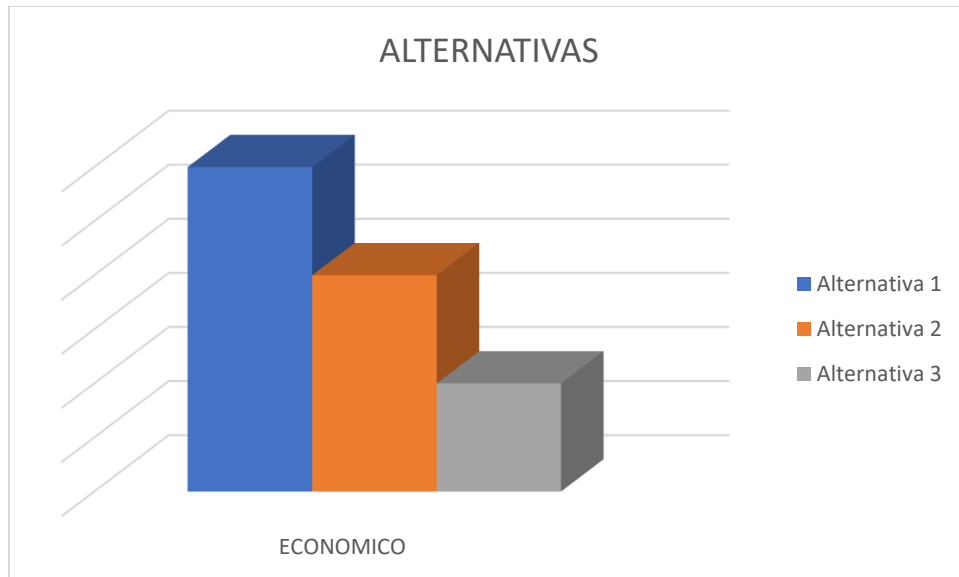
El competente ambiental tenemos dos alternativas que cuentan con la mayor puntuación respecto a la otra alternativa, estas alternativas ganadoras cuentan con un sistema de tratamiento que genera una menor contaminación del agua en los hogares de la población de Piedra grande, es necesario tomar en cuenta que la segunda alternativa cuenta con el plan ambiental de reforestación, sin embargo, la alternativa 3 cuenta con un sistema de luz ultravioleta la cual no deja residuos de ningún tipo de proceso, por lo cual el agua servida de esta agua potable será más limpia y por lo tanto un mejor tipo de agua en el momento de llevarlo a su deposito final.

- Componente social



Desde el punto de vista social el principal comportamiento para determinar mediante una calificación es el tipo de tratamiento y la calidad del agua, mediante los procesos consignados en las alternativas 2 y 3 tenemos un tratamiento que generara un desempeño superior dentro del ámbito de calidad del agua, por lo tanto, las alternativas 2 y 3 tienen una mayor incidencia dentro del área social por la calidad del agua que los residentes llegaran a tener durante todo el año.

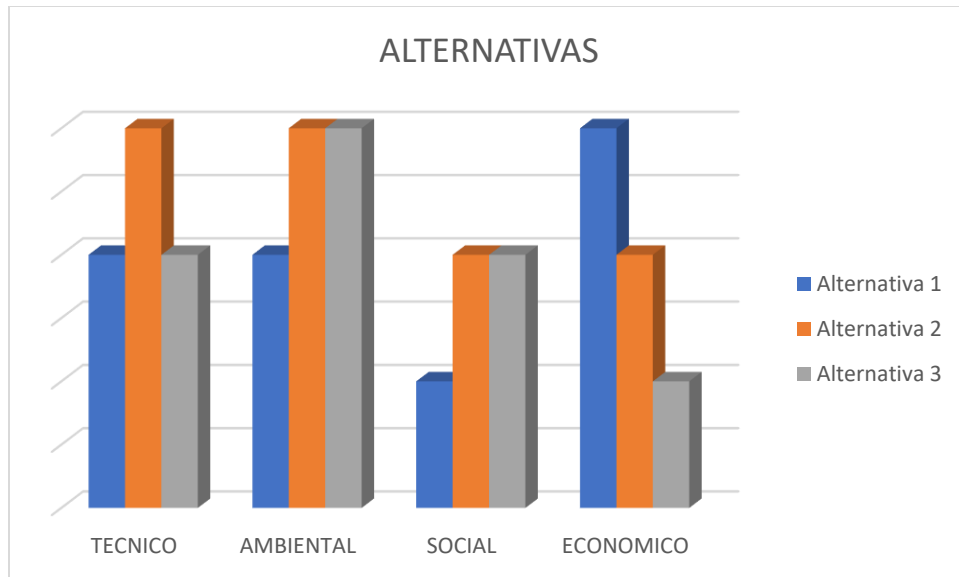
- Componente económico



Dentro del ámbito económico podemos ver como la alternativa 1 es la más beneficiada por tener menos procesos los cuales desarrollar, la alternativa 3 tiene una calificación deficiente ya que tiene procesos con luz ultravioleta los cuales pueden encarecer el proyecto, además de esto la generación del consumo eléctrico puede llevar a hacer un proyecto que no tiene una base sustentable desde el punto económico debido a la cantidad de personas en Piedra grande.

La alternativa 2 genera bastante procesos, sin embargo, la alternativa 1 tiene menos procesos y teniendo procesos iguales a la alternativa 2, por lo tanto, en este aspecto el que tiene un mejor beneficio es la alternativa 1.

A continuación se presentará todas las alternativas con los componentes.



Como podemos observar mediante la calificación presentada de los distintos tipos de componentes que tenemos para la calificación final de las alternativas la alternativa 2 tiene una mayor calificación final para su diseño final. De esta manera se selecciona la alternativa 2 para el diseño final de la planta de tratamiento, mediante componentes técnicos, ambientales, sociales y económicos.

Se concluye que se generara el diseño para una planta de potabilización con un plan de tratamiento ambiental para las zonas aledañas a la captación, el diseño de un proceso de cribado mediante redes con tamices desde los 6 a 0.2 cm, un desarenador, proceso por el cual eliminaremos todas los sedimentos y arenas suspendidas, un filtrado para asegurar un tratamiento completo respecto a partículas y solidos suspendidos y disueltos, y por ultimo una desinfección la cual tiene el objetivo de matar todos los microorganismos, y coliformes encontrados en el agua cruda para su finalidad la cual es llegar a los consumidores como agua potable.

## CAPITULO 3

### Cálculo de la población

Mediante los métodos estudiamos vamos a realizar la comparativa y a su vez los distintos resultados de las poblaciones futuras, teniendo en cuenta el incremento poblacional para poblaciones menores a 5000 habitantes como la norma lo indica se tomará un 1.12% de crecimiento anual para la población de Piedra Grande.

De esta forma vamos a realizar una reconfiguración de los datos obtenidos en campo y por medio del censo poblacional realizado en el año 2010 para poder obtener mediante la fórmula:

$$Pf = \frac{Pi}{1 + 1.12\%}$$

Por lo tanto, tenemos los siguientes datos para cada uno de los años anteriores al año de estudio y del censo tomado en el año 2022.



DATOS			
AÑO	POBLACIÓN MA	POBLACION MG	POBLACION EX
1990	315	315	315
1991	318	318	318
1992	321	321	321
1993	324	324	324
1994	327	327	327
1995	330	330	330
1996	333	333	333
1997	336	336	336
1998	339	339	339
1999	342	342	342
2000	345	345	345
2001	348	348	348
2002	351	351	351
2003	354	354	354
2004	357	357	357
2005	360	360	360
2006	364	364	364
2007	368	368	368
2008	372	372	372
2009	376	376	376
2010	380	380	380
2011	399	399	399
2012	418	418	418
2013	438	438	438
2014	460	460	460
2015	482	482	482
2016	506	506	506
2017	530	530	530
2018	556	556	556
2019	583	583	583
2020	612	612	612
2021	642	642	642
2022	673	673	673

Teniendo en cuenta que los años mostrados en la tabla de color amarillo nos servirían de referencia para poder aproximar los años siguientes como veremos a continuación:

2022	673	673	673
2023	891	896	896
2024	919	930	930
2025	946	966	966
2026	973	1004	1004
2027	1000	1044	1044
2028	1028	1086	1086
2029	1055	1129	1129
2030	1082	1175	1175
2031	1109	1223	1223
2032	1137	1274	1274
2033	1164	1326	1326
2034	1191	1382	1382
2035	1218	1440	1440
2036	1246	1501	1501
2037	1273	1565	1565
2038	1300	1632	1632
2039	1327	1702	1702
2040	1355	1776	1776
2041	1382	1854	1854
2042	1409	1935	1935
2043	1436	2020	2020
2044	1464	2109	2109
2045	1491	2203	2203
2046	1518	2301	2301
2047	1545	2404	2404

Como podemos observar el estudio poblacional se ha realizado hasta el año 2047 el cual conta de 25 años desde el 2022 del cual se realiza el presente estudio, como podemos ver en las cifras obtenidas por cada una de las diferentes metodologías del estudio poblacional seleccionaremos la alternativa del método geométrico, teniendo una población final de 2404 habitantes en Piedra Grande de Echeandía con la cual iniciaremos los cálculos básicos de dotación y gasto.

### Cálculo de la dotación

La dotación por habitante día se la puede determinar por cada uno de los insumos que tiene Piedra Grande como se puede observar a continuación en la siguiente tabla:

DETALLES	(l/hab*día)
CONSUMO DOMESTICO (CD)	85
CONSUMO PUBLICO (CP)	9.13
CONSUMO INDUSTRIAL (CI)	0
CONSUMO COMERCIAL (CC)	0
PERDIDAS (%P)	20%
<b>DOT. TOTAL</b>	<b>117.67</b>

Siendo la dotación total la suma de cada uno de los detalles de dotación con un valor de 117.67 l/Hab\*día, esta dotación por habitante día será utilizada para poder determinar el caudal o gasto final con el que la planta de tratamiento deberá trabajar.

### Cálculo del gasto

Mediante la dotación hallada y la población de cada uno de los años estudiados tendremos el siguiente gasto medio en litros sobre segundos:

AÑO	Población	Dotación (l/hab día)	Q medio (l/s)
2022	673	117.67	0.92
2023	891	117.67	1.21
2024	919	117.67	1.25
2025	946	117.67	1.29
2026	973	117.67	1.33
2027	1000	117.67	1.36
2028	1028	117.67	1.40
2029	1055	117.67	1.44
2030	1082	117.67	1.47
2031	1109	117.67	1.51
2032	1137	117.67	1.55
2033	1164	117.67	1.59
2034	1191	117.67	1.62
2035	1218	117.67	1.66
2036	1246	117.67	1.70
2037	1273	117.67	1.73
2038	1300	117.67	1.77
2039	1327	117.67	1.81
2040	1355	117.67	1.85
2041	1382	117.67	1.88
2042	1409	117.67	1.92
2043	1436	117.67	1.96
2044	1464	117.67	1.99
2045	1491	117.67	2.03
2046	1518	117.67	2.07
2047	1545	117.67	2.10

Mediante la INEN CTE de poblaciones menores a 5000 usaremos el caudal medio diario máximo el cual se lo determina multiplicando el caudal medio por un fator K considerado

1.4

		incremento de la dotacion=		
		k1		
		1.4		
MA				
AÑO	Población	Dotación (l/hab día)	Q medio (l/s)	Q max. diario (l/s)
2022	673	117.67	0.92	1.28
2023	891	117.67	1.21	1.70
2024	919	117.67	1.25	1.75
2025	946	117.67	1.29	1.80
2026	973	117.67	1.33	1.86
2027	1000	117.67	1.36	1.91
2028	1028	117.67	1.40	1.96
2029	1055	117.67	1.44	2.01
2030	1082	117.67	1.47	2.06
2031	1109	117.67	1.51	2.11
2032	1137	117.67	1.55	2.17
2033	1164	117.67	1.59	2.22
2034	1191	117.67	1.62	2.27
2035	1218	117.67	1.66	2.32
2036	1246	117.67	1.70	2.38
2037	1273	117.67	1.73	2.43
2038	1300	117.67	1.77	2.48
2039	1327	117.67	1.81	2.53
2040	1355	117.67	1.85	2.58
2041	1382	117.67	1.88	2.63
2042	1409	117.67	1.92	2.69
2043	1436	117.67	1.96	2.74
2044	1464	117.67	1.99	2.79
2045	1491	117.67	2.03	2.84
2046	1518	117.67	2.07	2.89
2047	1545	117.67	2.10	2.95

Además, es necesario tomar en cuenta un 10% más por tratarse de aguas superficiales y un 10% por tratarse de una planta de tratamiento, quedando de la siguiente manera los datos:

AÑO	Población	Dotación (l/hab día)	Q medio (l/s)	Q max. diario (l/s)	(Qmax diario 5%)	(Qmax diario 10%)	Q. captación	Q. PTAP
2022	673	117.67	0.92	1.28	0.05	0.13	1.33	1.41
2023	891	117.67	1.21	1.70	0.06	0.17	1.76	1.87
2024	919	117.67	1.25	1.75	0.06	0.18	1.81	1.93
2025	946	117.67	1.29	1.80	0.06	0.18	1.87	1.98
2026	973	117.67	1.33	1.86	0.07	0.19	1.92	2.04
2027	1000	117.67	1.36	1.91	0.07	0.19	1.97	2.10
2028	1028	117.67	1.40	1.96	0.07	0.20	2.03	2.16
2029	1055	117.67	1.44	2.01	0.07	0.20	2.08	2.21
2030	1082	117.67	1.47	2.06	0.07	0.21	2.14	2.27
2031	1109	117.67	1.51	2.11	0.08	0.21	2.19	2.33
2032	1137	117.67	1.55	2.17	0.08	0.22	2.25	2.38
2033	1164	117.67	1.59	2.22	0.08	0.22	2.30	2.44
2034	1191	117.67	1.62	2.27	0.08	0.23	2.35	2.50
2035	1218	117.67	1.66	2.32	0.08	0.23	2.41	2.55
2036	1246	117.67	1.70	2.38	0.08	0.24	2.46	2.61
2037	1273	117.67	1.73	2.43	0.09	0.24	2.51	2.67
2038	1300	117.67	1.77	2.48	0.09	0.25	2.57	2.73
2039	1327	117.67	1.81	2.53	0.09	0.25	2.62	2.78
2040	1355	117.67	1.85	2.58	0.09	0.26	2.68	2.84
2041	1382	117.67	1.88	2.63	0.09	0.26	2.73	2.90
2042	1409	117.67	1.92	2.69	0.10	0.27	2.78	2.96
2043	1436	117.67	1.96	2.74	0.10	0.27	2.84	3.01
2044	1464	117.67	1.99	2.79	0.10	0.28	2.89	3.07
2045	1491	117.67	2.03	2.84	0.10	0.28	2.94	3.13
2046	1518	117.67	2.07	2.89	0.10	0.29	3.00	3.18
2047	1545	117.67	2.10	2.95	0.11	0.29	3.05	3.24

Teniendo un caudal de 3.24 litros/segundos los cuales se considerarán para poder desarrollar el tren de tratamiento justificado con los parámetros antes mostrados.

### Cálculo del proceso de cribado

Como primer paso del afluente dentro de la planta de tratamiento es necesario realizar una separación de las partículas más grandes, con los siguientes datos:

Caudal de entrada a la planta de tratamiento

$$q = 3.24 \frac{l}{s}$$

Ancho máximo de la sección transversal de la rejilla de cribado

$$W = 0.5 \text{ cm}$$

Coeficiente correspondiente a barras circulares usadas en la rejilla

$$\beta = 1.79 \text{ cm}$$

Espaciamiento entre las barras verticales/longitudinales

$$B = 1.5 \text{ cm}$$

Pendiente de la rejilla de cribado

$$\theta = 45^\circ$$

Numero de Manning correspondiente al tipo de material (PVC) usado para la entrada de la planta de tratamiento

$$Manning = 0.011$$

Velocidad de la tubería llena según la norma.

$$V = 1.5 \frac{m}{s}$$

Diámetro de la tubería de entrada de la planta de tratamiento

$$Q = A * V$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$A = \frac{0.00324}{1.5}$$

$$A = 0.00216$$

$$A = \pi * R^2$$

$$\pi * R^2 = 0.00216$$

$$R = \sqrt{\frac{0.00216}{\pi}}$$

$$Dm = 52.44 \text{ mm}$$

$$Dm = 50 \text{ mm}$$

Perdida de energía en el área de cribado

$$H = \beta * \left(\frac{W}{b}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{v^2}{2g} * \text{sen } \theta$$

$$H = 1.79 * \left(\frac{0.5}{1.5}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{0.86^2}{2 * 9.81} * \text{sen } 45^\circ$$

$$H = 10.64 \text{ m}$$

Área transversal de las rejillas

$$A = \frac{q}{v}$$

$$A = \frac{2.22}{0.86} \text{ m}^2$$

$$A = 0.00257 \text{ m}^2$$

Altura de lámina de agua, altura máxima de lámina de agua y altura de seguridad.

$$h_{lam} = 0.05 \text{ m}$$

$$h_{max} = 0.052 \text{ m}$$

$$h_{seg} = 0.17 \text{ m}$$

$$h = h_{seg} + h_{max}$$

$$h = 0.17 + 0.05 \text{ m}$$



$$h = 0.22 \text{ m}$$

Longitud efectiva del panel de cribado

$$L = \frac{h}{\text{sen } 45^\circ}$$

$$L = 0.26 \text{ m}$$

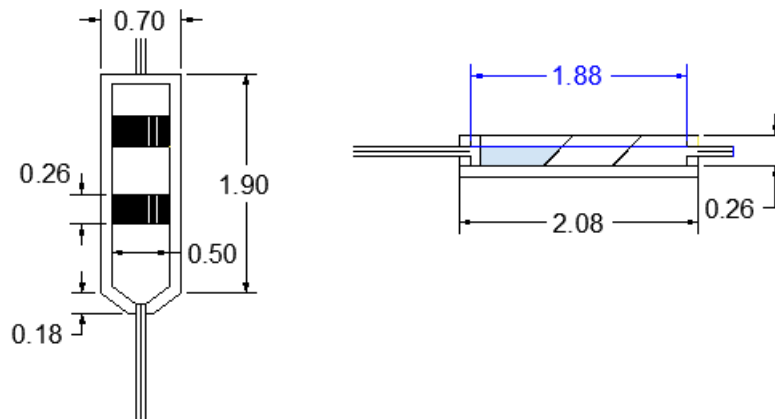
Numero de barras verticales/longitudinales de cribado

$$\#barras = \frac{\text{Ancho}}{\text{diaemtro de barra} + \text{espaciamiento barras}}$$

$$\#barras = \frac{0.5}{0.015 + 0.008}$$

$$\#barras \cong 22 \text{ barras}$$

Entonces la zona de cribado quedara de la siguiente manera:



### Calculo del proceso de desarenador

El desarenador contara con una zona de purga dentro del diseño, de esta manera podremos limpiar las arenas resultantes de este sistema, de esta manera se diseñar el tanque de desarenador con un tiempo de retención de dos horas según la metodología aplicada:

$$V = Q * TDH$$

$$V = 3.24 \frac{l}{s} * 2 \text{ horas}$$

$$V = 11.67 \text{ m}^3$$

De esta manera obtenemos con un metro de profundidad del desarenador teniendo un área de:

$$A = \frac{V}{h}$$

$$A = \frac{11.67}{1}$$

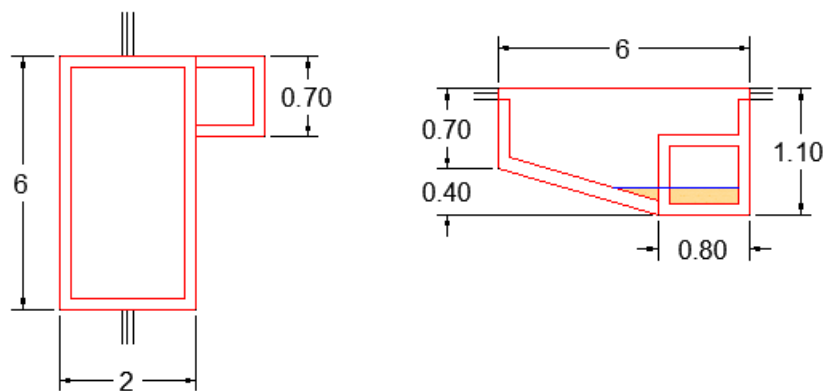
$$A = 11.67 \text{ m}^2$$

$$3 * \text{Largo} = \text{Ancho}$$

$$\text{Largo} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 2 \text{ m}$$

Tenemos el desarenador de la siguiente manera:



## Calculo del proceso de filtrado

Para los cálculos del proceso de filtrado se tienen los siguientes datos:

<b>DATOS</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Q (Caudal)	279,936	m <sup>3</sup> /d
Cs	12	m/d
Porosidad arena	0,45	
TL (tiempo de lavado)	30	min
CF (carrera de filtro)	480	h
Densidad relativa arena	2,65	mg/l

Tamaño efectivo TE	0,35	mm
Coefficiente de una CU	1,5	

Para la zona de infiltración:

Numero de filtros

$$N = 0.044\sqrt{Q}$$

$$N = 0.044\sqrt{279.936}$$

$$N = 0.736 \cong 1 \text{ Filtro}$$

Caudal de diseño

$$Q_{diseño} = \frac{Q}{n}$$

$$Q_{diseño} = \frac{279.936}{1}$$

$$Q_{diseño} = 279.936 \text{ m}^3/\text{s}$$

Área total del filtro

$$A_t = \frac{Q_{diseño}}{C_s}$$

$$A_t = \frac{279.936}{12}$$

$$A_t = 23.328 \text{ m}^2$$

Determinación del área

$$A_t = \frac{A_t}{N}$$

$$A_t = \frac{23.328}{1}$$

$$A_t = 23.328$$

Dimensionamiento del filtro

$$L = \frac{A_t}{\text{Ancho}}$$

$$L = \frac{23.328}{5}$$

$$L = 4.7 \cong 5 \text{ m}$$

Por tanto, el filtro será de 5 m x 5 m.

Para velocidad del arrastre de los lechos:

Tamaño del 60% que pasa

$$D_{60} = T_e * C_u$$

$$D_{60} = 0.35 * 1.5$$

$$D_{60} = 0.525 \text{ mm}$$

Velocidad de arrastre

$$V_a = 10 * D_{60}$$

$$V_a = 10 * 0.525$$

$$V_a = 5.25 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Para la velocidad de lavado:

Velocidad de fluidización

$$V_f = V_a * (\text{Porosidad})^{4.5}$$

$$V_f = 5.25 * (0.45)^{4.5}$$

$$V_f = 0.144 \frac{m}{min}$$

Velocidad de lavado 20°

$$V_{L1} = 0.1 * V_a$$

$$V_{L1} = 0.1 * 0.144$$

$$V_{L1} = 0.014 \frac{m}{min}$$

Caudal de lavado

$$Q_L = V_L * A_f$$

$$Q_L = V_L * A_f$$



$$Q_L = 0.014 * \frac{23.328}{60}$$

$$Q_L = 0.0056 \frac{m^3}{s}$$

Volumen de agua para lavar

$$V_{lavado} = Q_L * t_1$$

$$V_{lavado} = 0.0056 * 30 * 60$$

$$V_{lavado} = 10.107 m^3$$

Volumen de filtrado 1 día

$$V_f = Q_D * C_F$$

$$V_f = 279.936 * \text{OJO AQUÍ}$$

$$V_f = 279.936 m^3$$

Porcentaje de agua de lavado

$$\%_{\text{agualavado}} = \frac{V_{lavado}}{V_f} * 100$$

$$\%_{\text{agualavado}} = \frac{10.107}{279.936} * 100$$

$$\%_{\text{agualavado}} = 3.610\%$$

Para la hidráulica de filtración

Datos	Cantidad	Unidad
Densidad agua	998,2	kg/m <sup>3</sup>
Viscosidad del agua	0,001002	Ns/m <sup>2</sup> x kgm/s <sup>2</sup> N

Numero de Reynolds

$$Re = \frac{\phi \rho w V a d}{\mu}$$

$$Re = 0.041163$$

0.041163 < 1 es flujo laminar

Factor "F"

$$f' = 150 * \frac{1 - e}{Re} + 1.75$$

$$f' = 150 * \frac{1 - 0.45}{0.041163} + 1.75$$

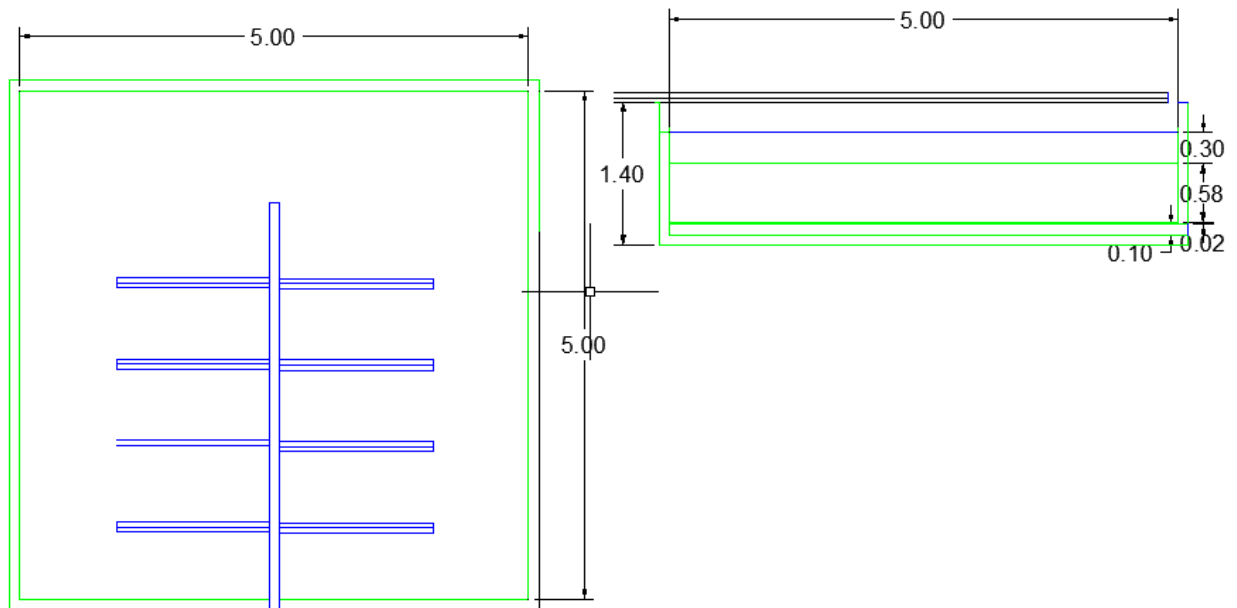
$$f' = 2005.99$$

Hf

$$Hf = f' * \frac{L(1 - e)V_s^2}{e^3 g dp}$$

$$Hf = 0.041 \text{ m}$$

Teniendo al final un tanque de filtrado de la siguiente manera



Las tuberías mostradas tienen un diámetro de 4 pulgadas.

### Cálculo del proceso de desinfección

Para el cálculo de la desinfección se deben tener en cuenta los siguientes datos:

Caudal: 279.9 m<sup>3</sup>/d

Resultado del ensayo de breakpoint: 1.55 mg/l

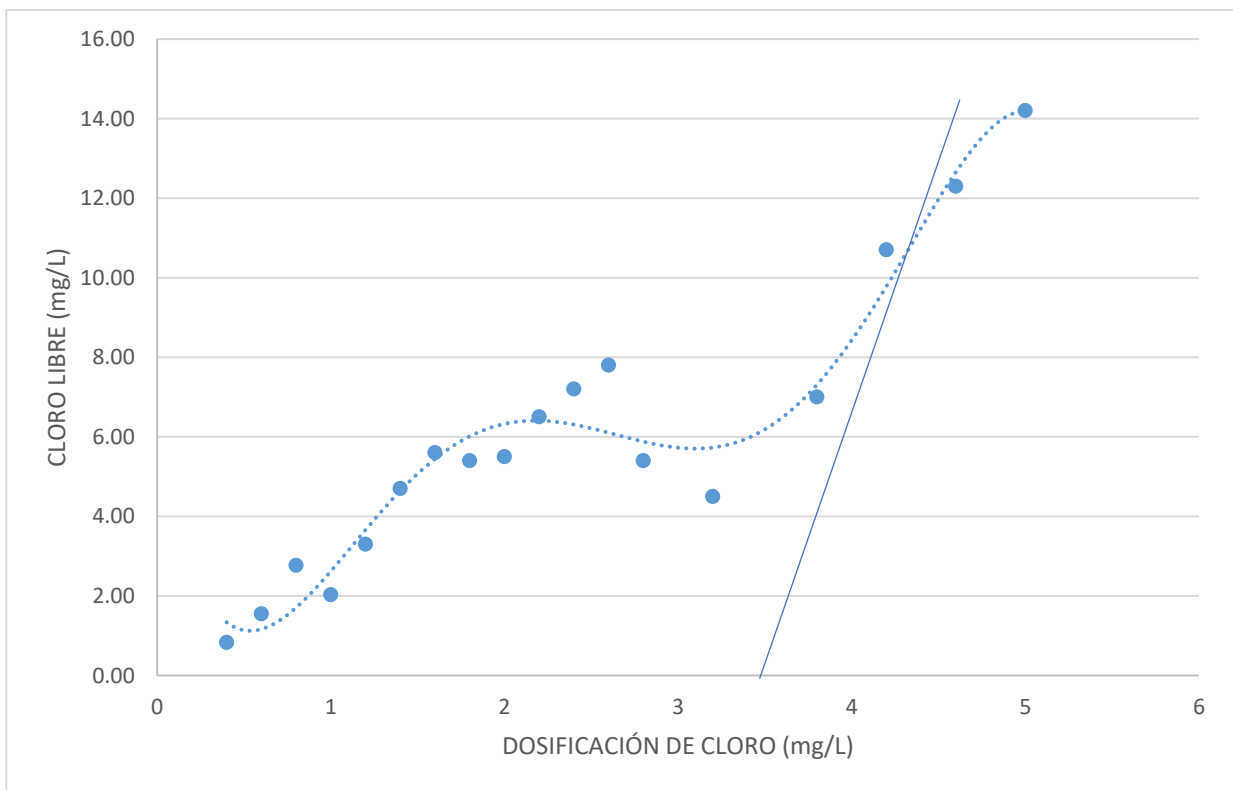
Caudal: 3.24 l/s

Cloro libre de entrada: 0.02 mg/l

Cloro libre necesario: 1.5 mg/l

Cloro necesario

Se lo determina con la suma del cloro libre necesario y cloro necesario del ensayo respectivo



$$\text{Cloronec} = \text{cl. break point} + \text{cl. necesario} - \text{cl. libre entrada}$$

$$\text{Cloronec} = 3.4 + 1.5 - 0.02 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

$$Cloronec = 4.9 \frac{mg}{l}$$

Teniendo en cuenta que es necesario 4.9 g/m<sup>3</sup> llevándolo a las unidades necesarias. Se determina mediante el caudal de entrada y el cloro necesario de salida de la planta de tratamiento.

$$Cl = \frac{Cloronec}{Caudal}$$

$$Cl = \frac{4.9}{3.24}$$

$$Cl = 35.04 \frac{g}{h}$$

Transformado la cantidad a un hipoclorito comercial el cual tiene hasta un 17% de cloro tenemos que:

$$Cl = 35.04 * \frac{100\%}{17\%}$$

$$Cl = 205.91 \frac{g}{h}$$

Teniendo como resultado 205.91 g/h necesarios para poder clorar el agua de la planta de tratamiento con un caudal de 4.9 l/s, además de un tiempo de retención de 30 minutos en el tanque de cloración.

Para el cálculo del volumen del tanque de cloración se procederá a realizar el cálculo con el tiempo de retención que debe tener de la siguiente manera:

$$V = Q * TDH$$

$$V = 3.24 \text{ l/s} * 30 \text{ min}$$

$$V = 5.8 \text{ m}^3$$

Con una altura estimada del tanque de 1 metro de altura tenemos un área del tanque de cloración de:

$$\text{Seccion} = 0.6 * 0.6$$

$$\text{Seccion} = 0.36$$

$$L = \frac{5.8}{0.36} \text{ m}$$

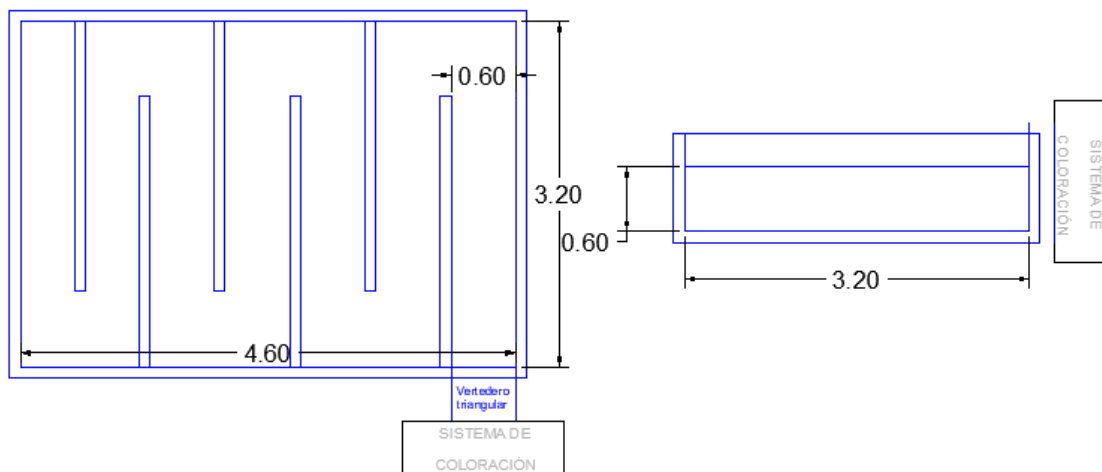
$$L = 16.2 \text{ m}$$

Para poder determinar el número de pasos se lo divide por el ancho de la sección imponiendo un ancho de 3.2 m

$$Plaets = 16.2/3.2 m$$

$$Palets = 5$$

Con este valor asumimos 4.6 m de la cara frontal para poder introducir las 5 paredes con las separaciones específicas de 0.6 m, por lo tanto, nuestro tanque quedaría de la siguiente manera:



## Calculo del reservorio

El reservorio deberá regirse por los parámetros que muestra la normativa NEC de la siguiente manera:



$$V = 3.24 \frac{l}{s} * \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hor}} * \frac{24 \text{ hor}}{1 \text{ dia}} =$$

$$V = 279.94 \text{ m}^3$$

La normativa revisada sugiere tomar el 30 por ciento del volumen encontrado para poblaciones menores a 5000 habitantes, por lo tanto:

$$V = 279.94 * 0.3 \text{ m}^3$$

$$V = 279.94 \text{ m}^3$$

Según la normativa para reservorios de una planta de tratamiento se deberá considerar un volumen de incendio y un volumen de imprevistos, sin embargo, también menciona que para poblaciones menores a 5000 habitantes no se realiza estos aumentos del volumen con respecto al tanque reservorio.

De esta manera el tranque reservorio debe tener una capacidad de 84 m<sup>3</sup>. Siendo un tanque circular con una altura normada mínima de 1.5 m tenemos:

$$A = \frac{V}{H}$$

$$A = \frac{84}{1.5} \text{ m}^2$$

$$A = 40.5 \text{ m}^2$$

$$A = \pi * r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$r = \sqrt{\frac{56}{\pi}}$$

$$r = 3.6 \text{ m}$$

Por lo tanto, el tanque reservorio tendrá un radio de 3.6 m y una altura de 2 m

## Resultados del tren de tratamiento

### CRIBADO

Durante la fase de cribado se usó dos tamaños de tamices uno de apertura grande y otro con apertura pequeña, esta elimino toda la vegetación y solidos grandes que el agua tenia de manera superficial, evitando que estos interfieran en las siguientes fases.

### DESARENADOR

Se realizo el ensayo de prueba de jarras sin el uso del floculante para medir la turbidez inicial y final después de que los sólidos se sedimenten.

	Tur. Inicial	Tur. Final	% Remoción

Muestra 1	1.11	1.05	5.4
Muestra 2	1.15	1.09	5.2
Muestra 3	1.1	1.04	5.5

## FILTRACION

Se realizo el ensayo de filtración donde se midió los SDT antes y después de la misma, obteniendo los siguientes datos

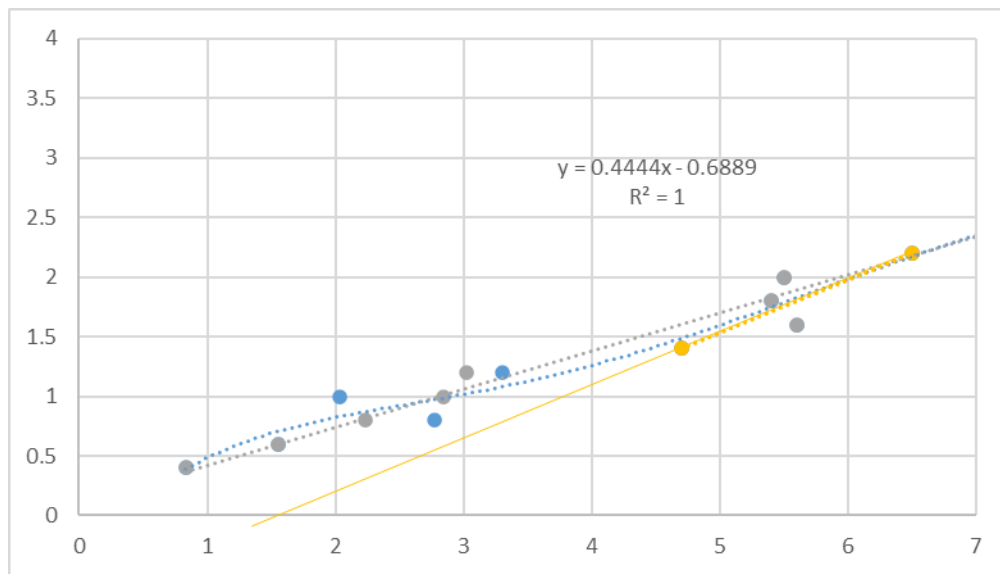
Detalle	Inicial	Final	Total
Antes de fase de filtración	29782.5	29783	0.5
Después de fase de filtración	29782.2	29782.4	0.2

DESINFECCION

<b>Cloro libre</b>			
<b>Dilución</b>	<b>Gota s</b>	<b>mg/ L</b>	<b>B muestra</b>
S/D	2	0.4	0.83
S/D	3	0.6	1.55
S/D	4	0.8	2.77
S/D	5	1	2.03

10 veces (0,1 mL de muestra + 9,9 mL de agua desionizada)	6	1.2	3.3
10 veces (0,1 mL de muestra + 9,9 mL de agua desionizada)	7	1.4	4.7
10 veces (0,1 mL de muestra + 9,9 mL de agua desionizada)	8	1.6	5.6
10 veces (0,1 mL de muestra + 9,9 mL de agua desionizada)	9	1.8	5.4
10 veces (0,1 mL de muestra + 9,9 mL de agua desionizada)	10	2	5.5
10 veces (0,1 mL de muestra + 9,9 mL de agua desionizada)	11	2.2	6.5

10 veces (0,1 mL de muestra + 9,9 mL de agua desionizada)	12	2.4	7.2
10 veces (0,1 mL de muestra + 9,9 mL de agua desionizada)	13	2.6	7.8
10 veces (0,1 mL de muestra + 9,9 mL de agua desionizada)	25	5	14.2
10 veces (0,1 mL de muestra + 9,9 mL de agua desionizada)	30	6	19.1



Con la gráfica, se logra obtener la función que describe el comportamiento del cloro libre y se obtiene la dosis optima de cloro.

$$y = 0.4444x - 0.6889$$

$$0 = 0.4444x - 0.6889$$

$$x = \frac{0.6889}{0.4444}$$

$$x = 1.55 \frac{mg}{l}$$

## Análisis de resultados del tren de tratamiento

### Fase de cribado

Esta fase inicial de la planta de tratamiento con dos tamaños de rejillas removió de manera satisfactoria material de vegetación y residuos sólidos de gran tamaño, cada una de las rejillas logro detener cierta cantidad de material, de esta manera dicho material no afecto o intervino en las siguientes fases de tratamiento donde se busca que el material restante sea pequeño o incluso microscópico.

### Desarenado

Dentro de la fase de desarenado se realizará un proceso sedimentador de arenas y partículas las cuales no necesiten un floculante para poder precipitar, de esta manera se obtuvo mediante el análisis de la prueba de jarras sin el floculante los resultados esperados.

Se pudo realizar una disminución de la turbidez del 5 por ciento en las muestras realizadas, de esta manera aseguramos que el agua tenga la menor turbidez posible mediante los métodos usados y los parámetros necesarios para la potabilización.

### Cloración

Durante la fase de cloración, se decidió usar la dosis de 1.55 mg/L de floculante, valor que se determinó después de realizar el ensayo de breakpoint, donde se ensayó con dosis de desde los 0.4 mg/L hasta los 6 mg/L y se realizó el mismo procedimiento que en el breakpoint, de esta manera con cada dosis se logró obtener puntos que permitan bosquejar una gráfica que



muestre el comportamiento de las muestras frente a diferentes dosis de cloro y mostrar la cantidad de cloro libre en las muestras de manera posterior. Con dicha gráfica y mediante el uso de algebra básica se pudo determinar la dosis optima de cloro que requiere nuestra planta de tratamiento para que el agua este dentro de los parámetros que exige la normativa.

## CAPITULO 4

### Estudio de impacto ambiental

#### Objetivos

##### Objetivo general del estudio de Impacto Ambiental

Consiste en realizar la concepción técnica del proyecto con el ambiente y viceversa, describiendo el contenido y metodologías aplicables para la identificación de aspectos ambientales, evaluación de impactos ambientales y relación con la comunidad, bajo los lineamientos generales establecidos por la legislación ambiental vigente.

##### Objetivos específicos del estudio del Impacto Ambiental.

Describir la Normativa legal aplicable y vigente involucrada en la ejecución del proyecto, con énfasis en aspectos ambientales.

Describir de forma general las características del proyecto y las actividades que se llevaran a cabo durante su ejecución.

Establecer los componentes ambientales que pueden ser afectados y que se incluirán en la evaluación de impactos ambientales

## Alcance

Se realizará una caracterización del ambiente con la evaluación y el análisis de las variables ambientales físicas y bióticas del área de influencia directa del proyecto, identificación de los potenciales impactos ambientales que se generarán como consecuencia de la ejecución de actividades.

El Estudio de Impacto Ambiental comprenderá:

## Áreas de influencia

Identificará las áreas a ser impactadas y dentro de ellas las zonas sensibles desde el punto de vista físico, biótico y sociocultural, en donde deben adoptarse medidas específicas de manejo ambiental.

## Evaluación de Impactos Ambientales y Riesgos

Se identificarán, analizarán y evaluarán las actividades que van a generar impactos y riesgos sobre los diferentes componentes ambientales.

- Medio Abiótico: Recurso suelo, recurso agua, recurso aire.
- Medio Biótico: Flora y fauna.

## Marco legal aplicable

**Tabla 2** Marco legal

<b>Constitución de la República del Ecuador</b>	Título I: Elementos Constitutivos del Estado  Título II: Derechos  Título V: Organización Territorial del Estado  Título VI: Régimen de Desarrollo  Título VII: Régimen del Buen Vivir
<b>Código de Organización Territorial Autonomía y Descentralización</b>	<b>Código de Organización Territorial Autonomía y Descentralización</b>
<b>Código Orgánico del Ambiente</b>	Capitulos relacionados a servidumbre de agua.

<b>Ley Orgánica de Recursos Hídricos,</b> <b>Usos y Aprovechamientos del Agua</b>	Art. 13.
<b>Reglamento al Código Orgánico del Ambiente</b>	Capítulos relacionados a servidumbre de agua.

### Descripción del proyecto

El informe ambiental corresponde al tratamiento de aguas crudas para convertirla en agua potable mediante diferentes tipos de acciones en el agua, de esta forma llegar a una potabilización.

### Ubicación del área de estudio

El presente proyecto se llevará a cabo en la parroquia Piedra grande de Echeandía la cual se ubica en el cantón Echeandía provincia de Bolívar.

## Características generales del proyecto

El proyecto comprende de una zona de Piedra Grande donde se ubicara la planta de tratamiento, esta zona no comprende más de la unidad de hectárea para la zona de impacto ambiental que puede llegar a poseer.

## Fases del proyecto

### Fase de construcción

A continuación, se realiza una descripción en orden de ejecución, de las principales actividades a desarrollarse durante el proceso de construcción en la fase de construcción del proyecto.

**Adecuamiento del área de construcción de la planta de tratamiento:** la primera actividad dentro del área de construcción es necesario determinar las longitudes y las profundidades de excavación tanto para tanques como para los principales tratamientos que va a tener el agua cruda en su proceso.

**Construcción de tanques y estructuras hidráulicas:** es necesario realizar una construcción con hormigón de las principales obras hidráulicas, tanto tanques como las estructuras donde el proceso de potabilización se va a realizar.

**Transporte de materiales:** Para el desarrollo del proceso de construcción de las obras hidráulicas es necesario traer materiales externos al sitio, los materiales más imperativos en estas acciones son el cemento, agregados, tubos de PVC y arena, además del agua necesaria para poder realizar todo tipo de acción.

**Preparación de materiales:** Preparación de los materiales que se utilizan para el desarrollo de la obra, la mezcla de hormigón, corte de acero o corte de madera para encontrados van a hacer un uso de espacio dentro del área de construcción para poder tener en cuenta.

#### Fase de cierre

La fase de cierre para este proyecto está relacionada directamente con el retiro de todo tipo de maquinaria o elementos que se han usado en la construcción, básicamente será el retiro del personal con sus respectivas herramientas de trabajo, además del residual de material para la obra en caso de existir.

**Limpieza del Área y Retiro de Escombros:** Retiro y a la disposición final de los remanentes de los materiales de construcción y los escombros resultantes de este proceso.

#### Área de influencia

### Área de influencia directa

El área de influencia directa se define como la superficie geográfica donde se presentarán de manera evidente los impactos ambientales, económicos, sociales o culturales como consecuencia del desarrollo del proyecto, dicho impacto podrá ser catalogado como positivo o negativo. Se realiza con 25 metros desde el lindero exterior de la zona de construcción.

### Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta se considera como las zonas circundantes que van a percibir alteración en el medio debido a la ejecución del proyecto, esto puede significar todo lo que implica los objetivos del proyecto como pueden ser la servidumbre de agua de cada uno de los habitantes del sector de Piedra Grande.

## Evaluación de impactos ambientales

### Metodología de evaluación

El Proceso de evaluación de impactos ambientales implica la identificación, evaluación, interpretación de los impactos que un proyecto cuando se ejecute, para poder determinar las medidas más efectivas para prevenir, conocer y determinar los impactos ambientales negativos.

Para la evaluación de impactos ambientales se identificarán las actividades, aspectos e impactos que se generan dentro de los componentes biótico, abiótico y socioeconómico como efecto del desarrollo del proyecto.

#### Identificación de Actividades y Factores del proyecto

Basado en los diseños elaborados, se considera necesario describir las actividades que se contemplan ejecutar en el transcurso del proyecto, y agruparlas de acuerdo con su etapa como son: construcción y cierre. De igual manera es necesario que se describan y definan los componentes ambientales involucrados que pudieren ser potencialmente afectados o favorecidos debido a la ejecución del proyecto.

#### Actividades del proyecto

A continuación, se describen las actividades a desarrollarse en las etapas del proyecto.

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACCIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
---------------	---------------	--------------------



<b>C1</b>	Limpieza de Vegetación	Limpieza y retiro de vegetación
<b>C2</b>	Movimiento de tierras	Comprende todo trabajo de movimiento de tierras para conformar la zona de trabajo de la plata de tratamiento.
<b>C3</b>	Transporte de materiales	Acción de transportar los diversos materiales desde su punto de origen al sitio de trabajo.
<b>C4</b>	Depósito de materiales	Consiste en el almacenamiento de los diferentes materiales requeridos para el desarrollo del proyecto.

<b>C5</b>	Preparación de materiales	La mezcla de hormigón y la preparación del acero de refuerzo en los tanques que ocupan los procesos.
<b>C6</b>	Construcción	Se refiere la construcción de las obras hidráulicas.

<b>CÓDIGO</b>	<b>ACCIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>CIE1</b>	Desmantelamiento de las áreas de Operación	Comprende el retiro y desarme de todas las áreas que fueron utilizadas como bodegas, para el almacenamiento temporal de insumos y herramientas
<b>CIE2</b>	Limpieza del Área y Retiro de Escombros	Referido al retiro y a la disposición final de los remanentes de los materiales de construcción y los escombros resultantes de este proceso.

#### Factores ambientales para evaluar

A continuación, se describen los factores ambientales que probablemente puedan recibir impactos ambientales.

#### **Tabla 17** Factores Ambientales

CÓDIGO	COMPONENTE AMBIENTAL	SUBCOMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	DEFINICIÓN
AB1	ABIÓTICO	<i>AIRE</i>	POLVO	El polvo emitido principalmente en la fase de construcción.
AB2			CALIDAD DE AIRE	Variación de los niveles de emisión referentes a polvo o contaminación del aire

AB3			NIVEL SONORO	Variación de presión sonora por las actividades de construcción, operación y cierre en las inmediaciones del proyecto.
AB4		AGUA	RECURSOS HÍDRICOS	Obstrucción o relleno de ríos y quebradas, afectados por el proyecto, en especial durante la etapa de construcción.
BT1	BIÓTICO	FLORA	COBERTURA VEGETAL	Alteración de la cobertura vegetal existente en la zona a intervenir.
BT2		FAUNA	AFECCIÓN FAUNA TERRESTRE	Modificación del comportamiento normal de la fauna terrestre que, ante las actividades del proyecto, principalmente por los ruidos generados, se desplazan de su entorno natural.

### Calificación y cuantificación de Impactos ambientales

La importancia del impacto de una acción sobre un factor se refiere a la trascendencia de dicha relación, al grado de influencia que de ella se deriva en términos del cómputo de la calidad ambiental, para lo cual se ha utilizado la información desarrollada en la caracterización ambiental, aplicando una metodología basada en evaluar las características de Extensión, Duración y Reversibilidad de cada interacción.

- a) Extensión: Se refiere al área de influencia del impacto ambiental en relación con el entorno del proyecto.
- b) Duración: Se refiere al tiempo que dura la afectación y que puede ser temporal, permanente o periódica, considerando, además las implicaciones futuras o indirectas.
- c) Preservación: Posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales del proyecto.

El cálculo del valor de Importancia de cada impacto se ha realizado utilizando la ecuación:

$$\text{Imp} = W_e \times E + W_d \times D + W_r \times R$$

Dónde:

Imp = Valor calculado e la Importancia del impacto ambiental E = Valor del criterio de Extensión

We = Peso del criterio de Extensión

D = Valor del criterio de Duración

Wd = Peso del criterio de Duración

R = Valor del criterio de Reversibilidad

Wr = Peso del criterio de Reversibilidad

Se debe cumplir que:

$$We + Wd + Wr = 1$$

Para el presente caso se ha definido los siguientes valores para los pesos o factores de ponderación:

Peso del criterio de Extensión (**We**)=0.3 Peso del criterio de Duración (**Wd**)=0.3 Peso del criterio de Reversibilidad (**Wr**)=0.3

La valoración de las características de cada interacción se ha realizado en un rango de 1 a 10, pero sólo evaluando con los siguientes valores y en consideración con los criterios expuestos.

**Tabla 18** Criterios de puntuación de la Importancia y valores asignados

Importancia	Niveles de importancia y puntuación de cada uno de los valores estimados.				

	<b>1.0</b>	<b>2.5</b>	<b>5.0</b>	<b>7.5</b>	<b>10.0</b>
<b>EXTENSIÓN</b>	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
<b>DURACIÓN</b>	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
<b>REVERSIBILIDAD</b>	Completamente Reversible	Medianamente Reversible	Parcialmente Irreversible	Medianamente Irreversible	Completamente Irreversible

La magnitud del impacto se refiere al grado de incidencia sobre el factor ambiental en el ámbito específico en que actúa, para lo cual se ha puntuado directamente en base al juicio técnico del grupo evaluador, manteniendo la escala de puntuación de 1 a 10 con los valores de 1.0, 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0.

Un impacto que se califique con magnitud 10, denota una altísima incidencia de esa acción sobre la calidad ambiental del factor con el que interacciona. Los valores de magnitud de 1 y 2.5, son correspondientes a interacciones de poca incidencia sobre la calidad ambiental del factor.

$$\text{Valor del Impacto} = \pm (\text{Imp} \times \text{Mag})^{0.5}$$

Un impacto ambiental puede alcanzar un Valor del Impacto máximo de 10 y mínimo de

1. Los valores cercanos a 1, denotan impactos intrascendentes y de poca influencia en el entorno, por el contrario, valores mayores a 6.5 corresponden a impactos de elevada incidencia en el medio, sea estos de carácter positivo o negativo.



### Categorización de Impactos Ambientales

La Categorización de los impactos ambientales identificados y evaluados, se lo ha realizado en base al Valor del Impacto. Se han conformado 4 categorías de impactos, las cuales son: Altamente Significativos; Significativos; Despreciables; y Benéficos.

- a) Impactos Altamente Significativos:** Son aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto es mayor o igual a 6.5 y corresponden a las afecciones de elevada incidencia sobre el factor ambiental, difícil de corregir.
  
- b) Impactos Significativos:** Son aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto es menor a 6.5 pero mayor o igual a 4.5, cuyas pueden llegar a una corrección después del proyecto.
  
- c) Despreciables:** Corresponden a todos los aquellos impactos de carácter negativo, es decir que no tienen una gran incidencia y pueden llegar a ser de fácil arreglo.
  
- d) Benéficos:** Aquellos de carácter positivo que son benéficos para el proyecto.

### Calificación y cuantificación de los impactos ambientales

La calificación y cuantificación de los impactos ambientales procede a describir las calificaciones.

La metodología establece la utilización de siete matrices que son: Carácter, Extensión, Duración, Reversibilidad, Importancia, Magnitud y Valor de Impacto Ambiental, todas ellas fueron calificadas sobre un rango de 1 a 10 y después una operación matemática que se describe en la metodología antes mencionada, se puede determinar el impacto

## Categorización de impactos ambientales

En cada una de las situaciones analizadas, se discuten y examinan los impactos ambientales negativos y positivos más relevantes. Se ha elaborado la matriz de calificación ambiental, en la que se destacan las celdas en que se producen interacciones proyecto - ambiente.

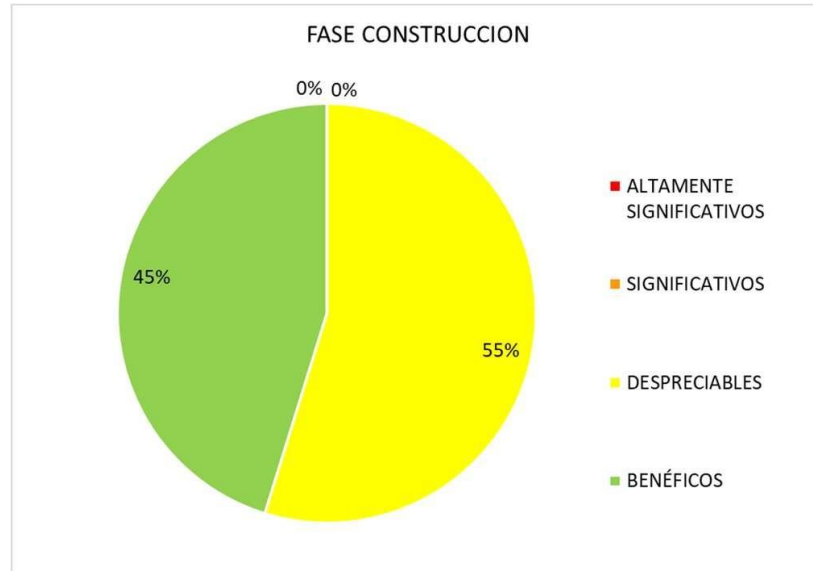
### Fase de construcción

En el análisis de Impacto Ambiental para la planta de tratamiento dentro del cantón de Echeandía parroquia Piedra Grande. Para la fase de construcción.

FASE CONSTRUCCION			%
ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS	$\geq 6,5$	0	<b>0.0</b>
SIGNIFICATIVOS	$\leq 6,5; \geq 4,5$	0	<b>0.0</b>
DESPRECIABLES	$\leq 4,5$	40	<b>54.8</b>
BENÉFICOS	+	33	<b>45.2</b>
	TOTAL	<b>73</b>	<b>100</b>

Se puede apreciar que los impactos generados por el proyecto al ambiente durante la fase de Construcción, en la gran mayoría son despreciables con el 54,8%, mientras que los impactos

altamente significados y significativos tienen un 0%. Por otro lado, los impactos benéficos registran un 45,2%.



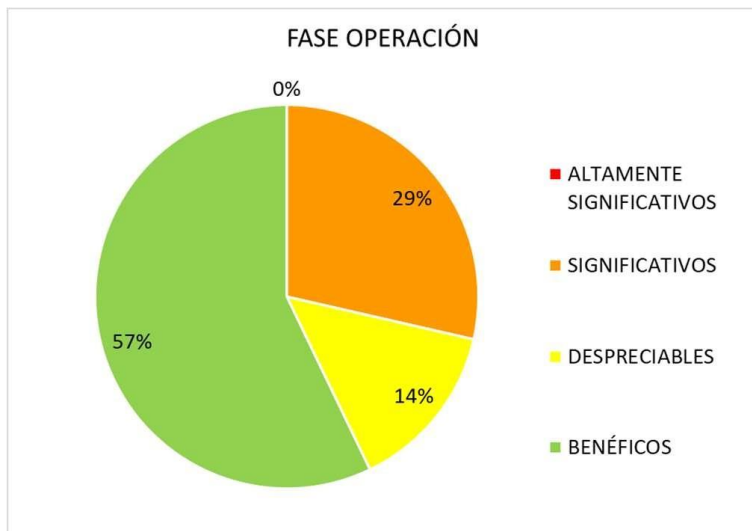
#### Fase de operación

En el análisis de Impacto Ambiental para la planta de tratamiento dentro del cantón de Echeandía parroquia Piedra Grande. Para la fase de operación.

FASE OPERACIÓN			%
ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS	$\geq 6,5$	0	<b>0.0</b>
SIGNIFICATIVOS	$\leq 6,5; \geq 4,5$	4	<b>28.6</b>
DESPRECIABLES	$\leq 4,5$	2	<b>14.3</b>
BENÉFICOS	+	8	<b>57.1</b>

TOTAL	14	100
-------	----	-----

De acuerdo con la Tabla 20, se puede observar que los impactos generados por el proyecto al ambiente durante la fase de Operación o funcionamiento, en su mayoría son benéficos con el 57,1%, los impactos significativos representan el 28,6%, los impactos despreciables llegan a un 14,3%, mientras que no existen impactos altamente significativos.

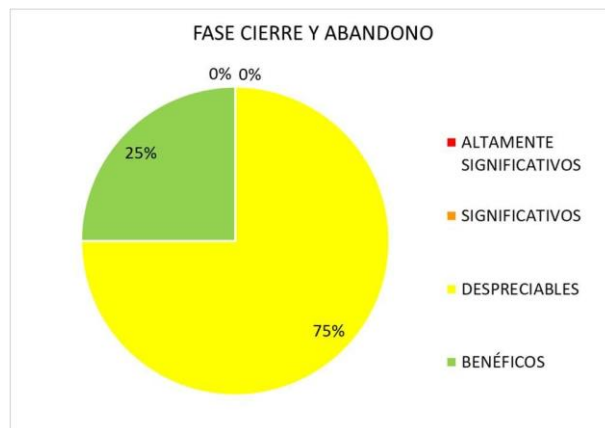


#### Fase de cierre

En el análisis de Impacto Ambiental para la planta de tratamiento dentro del cantón de Echeandía parroquia Piedra Grande. Para la fase de cierre.

<b>FASE CIERRE</b>			<b>%</b>
ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS	$\geq 6,5$	0	<b>0.0</b>
SIGNIFICATIVOS	$\leq 6,5; \geq 4,5$	0	<b>0.0</b>
DESPRECIABLES	$\leq 4,5$	18	<b>75.0</b>
BENÉFICOS	+	6	<b>25.0</b>
<b>TOTAL</b>		<b>24</b>	<b>100</b>

Los impactos generados en el proyecto durante la fase de cierre y abandono en su mayoría son despreciables, con un 75 %, mientras que un 24% representan un impacto benéfico.



## Conclusión

La mayor parte de impactos identificados durante el desarrollo del proyecto corresponden a impactos despreciables con un 60%, mientras que, el 47% corresponden a impactos benéficos y apenas un 4% corresponden a impactos significativos.

Durante la evaluación de impacto ambiental mediante la metodología del presente estudio no se presentan impactos altamente significativos.

CATEGORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			%
ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS	$\geq 6,5$	0	<b>0.0</b>
SIGNIFICATIVOS	$\leq 6,5; \geq 4,5$	4	<b>3.6</b>
DESPRECIABLES	$\leq 4,5$	60	<b>54.1</b>
BENÉFICOS	+	47	<b>42.3</b>
	TOTAL	<b>111</b>	<b>100</b>

## CAPITULO 5

### Presupuesto

El presupuesto tendrá en cuenta cada uno de los trabajos necesarios para poder realizar la obra requerida, además de esto es necesario tener en cuenta rubros que necesiten las ingenierías alternas como pueden ser eléctricas y mecánicas para el funcionamiento de aparatos automatizados.

Dentro del presupuesto se tienen en cuenta los siguientes rubros:

**PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL RECINTO PIEDRA GRANDE ECHEANDIA QUE SE UBICA EN LA PROVINCIA DE BOLIVAR**

**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS  
CAPTACION**

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO	M2	225.00	\$ 1.31	\$ 293.92
2	EXCAVACION DE ZANJA	M3	66.60	\$ 4.60	\$ 312.11
3	DESALUO DE MATERIAL	M3	66.60	\$ 6.48	\$ 431.73
4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	M3	13.32	\$ 11.80	\$ 157.23
5	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	46.62	\$ 4.75	\$ 221.87
6	CAMA DE ARENA	M3	6.66	\$ 22.50	\$ 149.85
7	LADRILLOS DECORATIVOS SUELO	M2	66.60	\$ 24.87	\$ 1,658.12
8	CERRAMIENTO	ML	60.00	\$ 34.72	\$ 2,083.09
					<b>\$ 5,305.71</b>
<b>CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO CRIBADO</b>					
9	EXCAVACION A MAQUINA	M3	1.49	\$ 4.60	\$ 6.97
10	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	M3	0.90	\$ 11.80	\$ 5.85
11	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	0.90	\$ 4.75	\$ 2.38
12	DESALUO DE MATERIAL	M3	0.99	\$ 7.29	\$ 7.23
13	HORMIGON SIMPLE FC 280 KG / CM2	M3	0.23	\$ 384.03	\$ 88.37
14	REPLANTILLO H. SIMPLE FC = 175 KG / CM2 E = 5CM	M3	0.25	\$ 128.76	\$ 31.91
15	ACERO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/CM2	KG	2.27	\$ 3.06	\$ 6.95
					<b>\$ 149.63</b>
<b>CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DEBARENADOR</b>					
16	EXCAVACION A MAQUINA	M3	19.24	\$ 3.12	\$ 60.09
17	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	M3	1.75	\$ 11.80	\$ 20.65
18	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	7.00	\$ 4.84	\$ 33.90
19	DESALUO DE MATERIAL	M3	12.24	\$ 7.29	\$ 89.28
20	HORMIGON SIMPLE FC 280 KG / CM2	M3	3.10	\$ 348.03	\$ 1,079.00
21	REPLANTILLO H. SIMPLE FC = 175 KG / CM2 E = 5CM	M3	2.77	\$ 127.41	\$ 353.37
22	ACERO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/CM2	KG	30.61	\$ 3.00	\$ 91.85
					<b>\$ 1,727.33</b>
<b>CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO FILTRADO</b>					
23	EXCAVACION A MAQUINA	M3	58.92	\$ 3.12	\$ 184.01
24	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	M3	9.30	\$ 11.80	\$ 109.81
25	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	6.20	\$ 4.84	\$ 28.81
26	DESALUO DE MATERIAL	M3	52.72	\$ 4.76	\$ 251.00
27	HORMIGON SIMPLE FC 280 KG / CM2	M3	4.54	\$ 348.03	\$ 1,578.68
28	REPLANTILLO H. SIMPLE FC = 175 KG / CM2 E = 5CM	M3	4.80	\$ 127.41	\$ 611.75
29	ACERO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/CM2	KG	44.78	\$ 3.00	\$ 134.32
					<b>\$ 2,898.39</b>
<b>CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO CLORACION</b>					
30	EXCAVACION A MAQUINA	M3	28.33	\$ 3.12	\$ 88.47
31	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	M3	8.90	\$ 4.76	\$ 40.48
32	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	5.87	\$ 4.84	\$ 28.32
33	DESALUO DE MATERIAL	M3	22.66	\$ 4.76	\$ 107.90
34	HORMIGON SIMPLE FC 280 KG / CM2	M3	3.69	\$ 348.03	\$ 1,285.29
35	REPLANTILLO H. SIMPLE FC = 175 KG / CM2 E = 5CM	M3	4.40	\$ 127.41	\$ 560.50
36	ACERO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/CM2	KG	36.44	\$ 3.00	\$ 109.35
					<b>\$ 2,218.30</b>
<b>MEDICION AMBIENTAL</b>					
37	AGUA PURA EL CONTROL DEL POLVO - HUMEDDECIMIENTOS DE URELA EXPUERTAS	M3	15.00	1.41	21.15
38	IMPLEMENTOS PARA PROTECCION DE TRABAJADORES	U	20.00	67.50	1,350.00
39	BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS	U	3.00	65.00	195.00
40	PROTECCION AMBIENTAL - LETREROS PREVENTIVOS	U	15.00	40.00	600.00
41	PROTECCION AMBIENTAL - VALLA DE SEÑALIZACION	ML	60.00	33.75	2,025.00
					<b>\$ 4,191.15</b>

SUTOTAL	\$	16,490.51
INDIRECTOS	\$	3,298.10
TOTAL	\$	19,788.61

## Análisis de los costos unitarios

Los Análisis de costos unitarios se los detallará rubro por rubro en la parte de anexos del presente documento, teniendo en cuenta el costo de la jornada laboral de cada uno de los equipos y personal en documentos oficiales del Ecuador.

## CAPITULO 6

### Conclusiones

Los principales parámetros estudiados para poder terminar el tratamiento del agua potable en la parroquia de Piedra Grande cantón Echeandía serán los sólidos de gran tamaño por tratarse de un efluente, turbidez generada al tratarse de agua superficial, partículas disueltas y las coliformes totales. Estos parámetros son los principales causantes de hacer de esta agua no potable para la población de Piedra Grande.

El plan de manejo de agua potable o mejor llamado tren de tratamiento para el agua potable consta de 4 procesos, los cuales están destinados a influir directamente en los principales parámetros del agua potable. El tren de tratamiento se constituye de un proceso de cribado el cual tiene como objetivo remover los sólidos de gran tamaño, seguido de un desarenador para reducir la turbiedad, el siguiente proceso consta de un filtro lento garantizando la disminución de partículas disueltas y como último proceso se deberá llevar a cabo una etapa de cloración, la cual tendrá como objetivo disminuir las coliformes totales que presenta el agua.

Es necesario realizar un plan de manejo ambiental el cual conste no solo en disminuir los procesos que se llevaran a cabo con la construcción y mantenimiento de la planta de tratamiento, si no también, en lograr una estabilidad en el terreno cercano al área de captación de la planta de tratamiento, garantizando así la mínima turbiedad en el agua que ingresa a la planta de tratamiento.



Dentro de las instalaciones de la planta de tratamiento debe existir un tanque reservorio de control al final del proceso el cual tenga un volumen de 84 m<sup>3</sup>, la población de Piedra Grande ya consta con un reservorio de volumen superior a las 84 m<sup>3</sup>, por lo tanto, no es necesario realizar la construcción de un reservorio para la planta de tratamiento.

## Recomendaciones

La planta de tratamiento necesitara personal para su funcionamiento, la adición de cloro y revisar mensualmente los parámetros más importantes mencionado anteriormente, además, es necesario tener en cuenta el mantenimiento de las estructuras de la planta de tratamiento.

En caso de existir un aumento desfavorable en la turbidez del agua en la captación, será necesario utilizar coagulante (20 mg/l como se menciona en los resultados del ensayo de test de jarras) en la epata del desarenador, de esta manera llegando a funcionar este ciclo como un sedimentador.

## Bibliografía

Bilotta, G. S., & Brazier, R. E. (2008). Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water Research*(42), 2849-2861.  
doi:10.1016/j.watres.2008.03.018

Clarke, B., Jones, C., Evans, H., Crompton, J., Dorea, C., & Bertrand, S. (Julio de 2004). Multi-stage filtration for developing world surface water treatment. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Water Management*(157), 143-149.  
doi:10.1680/wama.2004.157.3.143

Godó-Pla, L., Rodríguez, J., Suquet, J., Emiliano, P., Valero, F., Poch, M., & Monclús, H. (Julio de 2020). Control of primary disinfection in a drinking water treatment plant based on a fuzzy inference system. *Process Safety and Environmental Protection*. doi:10.1016/j.psep.2020.07.037

Guptaa, D., Sunita, & Saharan, J. (2009). Physiochemical Analysis of Ground Water of Selected Area of Kaithal City (Haryana) India. *Researcher*, I(2), 1-5.

Letterman, R., Johnson, C., & Viswanathan, S. (Agosto de 2004). Low-Level Turbidity Measurements: A Comparison of Instruments. *Journal AWWA*, 125-138. doi:10.1002/j.1551-8833.2004.tb10684.x

Light, T. S., Licht, S., Bevilacqua, A. C., & Morash, K. R. (29 de Noviembre de 2004). The Fundamental Conductivity and Resistivity of Water. *Electrochemical and Solid-State Letters*. doi:10.1149/1.1836121/meta

Molina Vera, A., Pozo, M., & Serrano, J. C. (2018). *Agua, saneamiento e higiene: medición de los ODS en Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador: Instituto Nacional de Estadística y Censos y UNICEF.

Ozsvath, D. L. (2009). Fluoride and environmental health: a review. *Rev Environ Sci Biotechnol*(8), 59-79. doi:10.1007/s11157-008-9136-9

Q'Melia, C. (1998). Coagulation and sedimentation in lakes, reservoirs and water treatment plants. *Water Science and Technology*, II(37), 129-135. doi:10.1016/s0273-1223(98)00018-3

Trinh, T., & Kang, L. (2011). Response surface methodological approach to optimize the coagulation–flocculation process in drinking water treatment. *Chemical Engineering Research and Design*(89), 1126-1135. doi:10.1016/j.cherd.2010.12.004

Vieira, P., Alegre, H., Rosa, M., & Lucas, H. (2008). Drinking water treatment plant assessment through performance indicators. *Water Science & Technology: Water Supply*, 245-253. doi:10.2166/ws.2008.068

## ANEXOS



*Ilustración 2 zona de captación de la parroquia*



*Ilustración 3 toma de muestras 1*



*Ilustración 4 Toma de muestras 2*



*Ilustración 5 Toma de muestras 3*



*Ilustración 6 Toma de muestras punto luego del puente*





*Ilustración 7 Toma de datos paramétricos en campo*

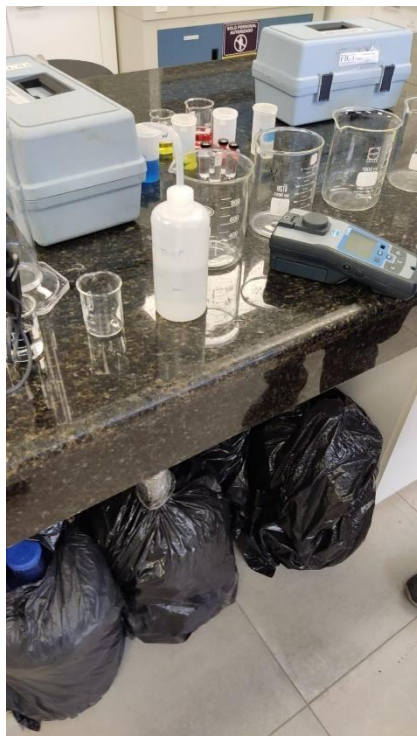


*Ilustración 8 Ensayo de cloro en campo*



*Ilustración 9 Insertando reactivo de cloro*

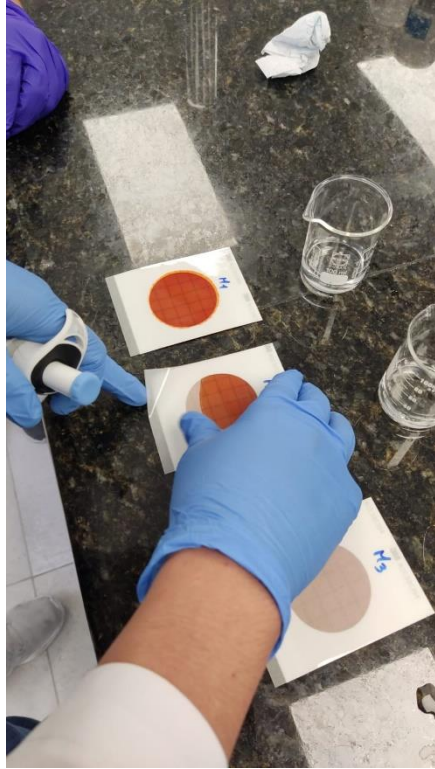




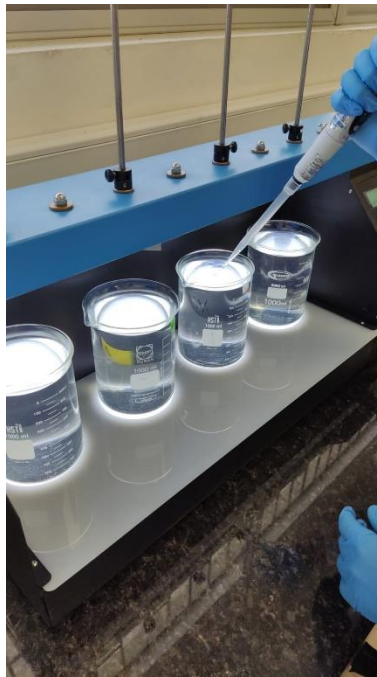
*Ilustración 10 Muestras en laboratorio*



*Ilustración 11 Ensayo de DBO*



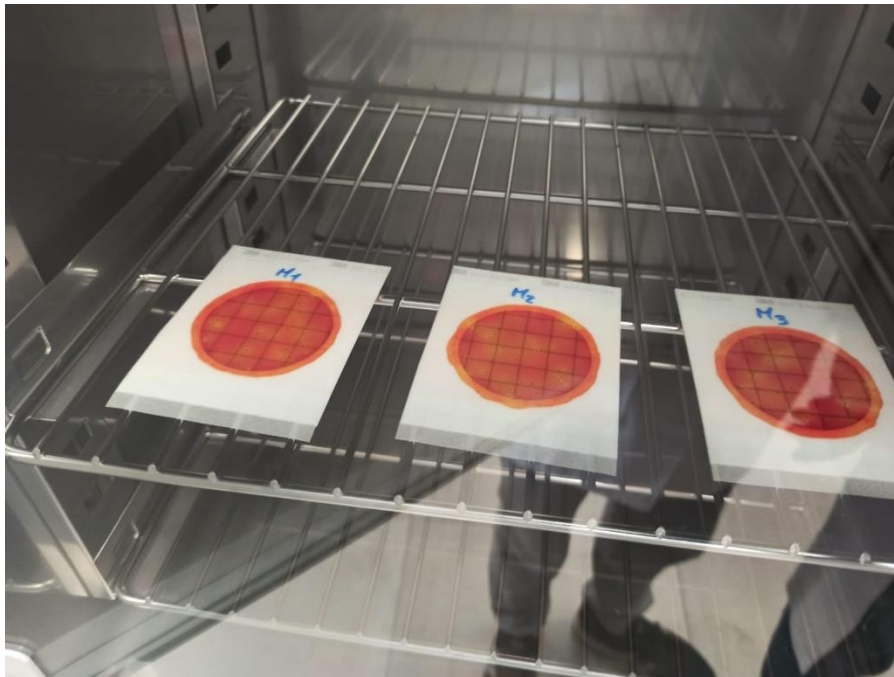
*Ilustración 12 Ensayo de coliformes totales*



*Ilustración 13 Ensayo de test de jarras 1*



*Ilustración 14 Ensayo de test de jarras 2*



*Ilustración 15 Horno con ensayo de solidos totales*



*Ilustración 16 Realizando ensayo*

**PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL RECINTO PIEDRA GRANDE ECHEANDIA QUE SE UBICA EN LA PROVINCIA DE BOLIVAR**

**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

**CAPTACION**

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO	M2	225.00	\$ 1.31	\$ 293.92
2	EXCAVACION DE ZANJA	M3	66.60	\$ 4.69	\$ 312.11
3	DESALOJO DE MATERIAL	M3	66.60	\$ 6.48	\$ 431.73
4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	M3	13.32	\$ 11.80	\$ 157.23
5	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	46.62	\$ 4.75	\$ 221.67
6	CAMA DE ARENA	M3	6.66	\$ 22.50	\$ 149.85
7	LADRILLOS DECORATIVOS SUELO	M2	66.60	\$ 24.87	\$ 1,656.12
8	CERRAMIENTO	ML	60.00	\$ 34.72	\$ 2,083.09
					<b>\$ 5,305.71</b>
<b>CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO CRIBADO</b>					
9	EXCAVACION A MAQUINA	M3	1.49	\$ 4.69	\$ 6.97
10	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	M3	0.50	\$ 11.80	\$ 5.85
11	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	0.50	\$ 4.75	\$ 2.36
12	DESALOJO DE MATERIAL	M3	0.99	\$ 7.29	\$ 7.23
13	HORMIGON SIMPLE FC 280 KG / CM2	M3	0.23	\$ 384.03	\$ 88.37
14	REPLANTILLO H. SIMPLE F'C = 175 KG / CM2 E = 5CM	M3	0.25	\$ 128.76	\$ 31.91
15	ACERO ESTRUCTURAL FY= 4200 KG/CM2	KG	2.27	\$ 3.06	\$ 6.96
					<b>\$ 149.63</b>
<b>CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DESARENADOR</b>					
16	EXCAVACION A MAQUINA	M3	19.24	\$ 3.12	\$ 60.09
17	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	M3	1.75	\$ 11.80	\$ 20.65
18	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	7.00	\$ 4.64	\$ 32.50
19	DESALOJO DE MATERIAL	M3	12.24	\$ 7.29	\$ 89.28
20	HORMIGON SIMPLE FC 280 KG / CM2	M3	3.10	\$ 348.03	\$ 1,079.60
21	REPLANTILLO H. SIMPLE F'C = 175 KG / CM2 E = 5CM	M3	2.77	\$ 127.41	\$ 353.37
22	ACERO ESTRUCTURAL FY= 4200 KG/CM2	KG	30.61	\$ 3.00	\$ 91.86
					<b>\$ 1,727.33</b>
<b>CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO FILTRADO</b>					
23	EXCAVACION A MAQUINA	M3	58.92	\$ 3.12	\$ 184.01
24	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	M3	9.30	\$ 11.80	\$ 109.81
25	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	6.20	\$ 4.64	\$ 28.81
26	DESALOJO DE MATERIAL	M3	52.72	\$ 4.76	\$ 251.00
27	HORMIGON SIMPLE FC 280 KG / CM2	M3	4.54	\$ 348.03	\$ 1,578.68
28	REPLANTILLO H. SIMPLE F'C = 175 KG / CM2 E = 5CM	M3	4.80	\$ 127.41	\$ 611.75
29	ACERO ESTRUCTURAL FY= 4200 KG/CM2	KG	44.76	\$ 3.00	\$ 134.32
					<b>\$ 2,898.39</b>
<b>CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO CLORACION</b>					
30	EXCAVACION A MAQUINA	M3	28.33	\$ 3.12	\$ 88.47
31	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	M3	8.50	\$ 4.76	\$ 40.46
32	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M3	5.67	\$ 4.64	\$ 26.32
33	DESALOJO DE MATERIAL	M3	22.66	\$ 4.76	\$ 107.90
34	HORMIGON SIMPLE FC 280 KG / CM2	M3	3.69	\$ 348.03	\$ 1,285.29
35	REPLANTILLO H. SIMPLE F'C = 175 KG / CM2 E = 5CM	M3	4.40	\$ 127.41	\$ 560.50
36	ACERO ESTRUCTURAL FY= 4200 KG/CM2	KG	36.44	\$ 3.00	\$ 109.36
					<b>\$ 2,218.30</b>
<b>MEDIACION AMBIENTAL</b>					
37	AGUA PARA EL CONTROL DEL POLVO - HUMEDECIMIENTOS DE AREA EXPUESTAS	M3	15.00	1.41	21.15
38	IMPLEMENTOS PARA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES	U	20.00	67.50	1,350.00
39	BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS	U	3.00	65.00	195.00
40	PROTECCION AMBIENTAL - LETREROS PREVENTIVOS	U	15.00	40.00	600.00
41	PROTECCION AMBIENTAL - VALLA DE SEÑALIZACION	ML	60.00	33.75	2,025.00
					<b>\$ 4,191.15</b>

SUTOTAL	<b>\$ 16,490.51</b>
INDERCTOS	<b>\$ 3,298.10</b>
TOTAL	<b>\$ 19,788.61</b>

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

PRECIO TOTAL :

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 1.00  
 DETALLE: TRAZADO Y NIVELACION REPLANTEO

UNIDAD: M2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD <b>A</b>	TARIFA <b>B</b>	COSTO HORA <b>C=A*B</b>	RENDIMIENTO <b>R</b>	COSTO <b>D=C*R</b>
HERRAMIENTA MENOR	0.600	1.0000	0.600	0.050	0.030
EQUIPO TOPOGRAFICO	1.000	4.0000	4.000	0.050	0.200
SUBTOTAL M =					0.2300
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD <b>A</b>	JORNAL /HR <b>B</b>	COSTO HORA <b>C=A*B</b>	RENDIMIENTO <b>R</b>	COSTO <b>D=C*R</b>
CAT. IV	1.000	3.570	3.570	0.050	0.179
CAT. I	4.000	3.180	12.720	0.050	0.636
SUBTOTAL N =					0.8150
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <b>A</b>	PRECIO UNIT. <b>B</b>	COSTO <b>C=A*B</b>	
SUBTOTAL O =					0.0000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <b>A</b>	TARIFA <b>B</b>	COSTO <b>C=A*B</b>	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					1.0450
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					0.2613
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.3063
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.31</b>

\$

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 2.00

UNIDAD: M3

DETALLE: EXCAVACION DE ZANJA

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD <b>A</b>	TARIFA <b>B</b>	COSTO HORA <b>C=A*B</b>	RENDIMIENTO <b>R</b>	COSTO <b>D=C*R</b>
EXCAVADORA	1.000	65.000	65.000	0.050	3.250
SUBTOTAL M =					3.2500
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD <b>A</b>	JORNAL /HR <b>B</b>	COSTO HORA <b>C=A*B</b>	RENDIMIENTO <b>R</b>	COSTO <b>D=C*R</b>
CAT. I	1.000	3.180	3.180	0.050	0.159
CAT. III	1.000	3.220	3.220	0.050	0.161
CAT. IV	1.000	3.570	3.570	0.050	0.179
SUBTOTAL N =					0.4990
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <b>A</b>	PRECIO UNIT. <b>B</b>	COSTO <b>C=A*B</b>	
SUBTOTAL O =					0.0000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <b>A</b>	TARIFA <b>B</b>	COSTO <b>C=A*B</b>	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					3.7490
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					0.9373
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.6863
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 4.69</b>

\$ -

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 3.00  
 DETALLE: DESALOJO DE MATERIAL

UNIDAD: M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
EXCAVADORA	1.000	65.000	65.000	0.040	\$ 2.60
VOLQUETA 8 M3	1.000	50.000	50.000	0.040	\$ 2.00
SUBTOTAL M =					\$ 4.60
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. II	1.000	3.180	3.180	0.040	\$ 0.13
CAT. III	1.000	3.220	3.220	0.040	\$ 0.13
CAT. IV	1.000	3.570	3.570	0.040	\$ 0.14
CHOFER	1.000	4.670	4.670	0.040	\$ 0.19
SUBTOTAL N =					\$ 0.59
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					\$ -
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					\$ 5.19
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					\$ 1.30
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 6.48
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 6.48</b>

\$ -

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 4.00

UNIDAD: M3

DETALLE: RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
EXCAVADORA ORUGA	1.00	45.00	45.000	0.030	1.35
COMPACTADOR DE ZANJA	1.00	40.00	40.000	0.030	1.20
SUBTOTAL M =					2.55
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. IV	1.000	3.5700	3.570	0.030	0.11
CAT. I	3.000	3.1800	9.540	0.030	0.29
SUBTOTAL N =					0.39
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
MATERIAL IMPORTADO CASCAJO	M3	1.300	5.000	6.50	
SUBTOTAL O =					6.50
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					9.44
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					2.36
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.80
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 11.80</b>

\$ -

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 5.00

UNIDAD: M3

DETALLE: RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR	1.00	1.00	1.000	0.220	0.22
SUBTOTAL M =					0.22
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. IV	1.000	3.5700	3.570	0.220	0.79
CAT. I	4.000	3.1800	12.720	0.220	2.80
SUBTOTAL N =					3.58
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					3.80
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					0.95
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.75
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 4.75</b>

\$ -

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 7.00

UNIDAD: M2

DETALLE: LADRILLOS DECORATIVOS SUELO

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor	1.00	1.00	1.0000	1.000	1.000
SUBTOTAL M =					1.0000
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. I	\$ 2.00	\$ 3.18	6.3600	1.000	6.360
CAT. II	\$ 1.00	\$ 3.18	3.1800	1.000	3.180
SUBTOTAL N =					9.5400
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
ladrillos por m2	m2	28.000	0.500	14.000	
SUBTOTAL O =					14.0000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					24.540
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					0.327
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					24.867
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 24.87</b>

\$ -

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 8.00  
 DETALLE: CERRAMIENTO

UNIDAD: ml

<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
SUBTOTAL M =						0.0000
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
CAT. I	5.000	3.1800	15.9000	0.4500	7.155	
CAT. II	1.000	3.1800	3.1800	0.4500	1.431	
CAT. III	1.000	3.2200	3.2200	0.4500	1.449	
CAT. IV	1.000	3.5700	3.5700	0.4500	1.607	
SUBTOTAL N =						11.6415
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
ACERO GALVANIZADO	ML	5.000	3.750	18.750		
PILAR DE MADERA 2 M	UNIDA	1.000	4.000	4.000		
SUBTOTAL O =						22.7500
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL P =						0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					34.392	
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....				25.00%	0.327	
OTROS INDIRECTOS .....				%		
COSTO TOTAL DEL RUBRO					34.718	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 34.72</b>	

\$ -

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 6.00  
 DETALLE: CAMA DE ARENA

UNIDAD: M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
	1.000			1.0000	
SUBTOTAL M =					0.0000
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
	1.00000		\$ 0.00	0.50000	
SUBTOTAL N =					0.00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
CAMA DE ARENA	m3	1.00	\$ 18.00	18.000	
SUBTOTAL O =					18.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					18.000
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					4.500
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					22.500
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 22.50</b>

\$ -

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 9.00  
 DETALLE: EXCAVACION A MAQUINA

UNIDAD: M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD <b>A</b>	TARIFA <b>B</b>	COSTO HORA <b>C=A*B</b>	RENDIMIENTO <b>R</b>	COSTO <b>D=C*R</b>
EXCAVADORA DE ORUGA	1.000	65.000	65.000	0.050	3.250
SUBTOTAL M =					3.2500
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD <b>A</b>	JORNAL /HR <b>B</b>	COSTO HORA <b>C=A*B</b>	RENDIMIENTO <b>R</b>	COSTO <b>D=C*R</b>
CAT. I	1.000	3.180	3.180	0.050	0.159
CAT. III	1.000	3.220	3.220	0.050	0.161
CAT. IV	1.000	3.570	3.570	0.0500	0.179
SUBTOTAL N =					0.50
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <b>A</b>	PRECIO UNIT. <b>B</b>	COSTO <b>C=A*B</b>	
SUBTOTAL O =					0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD <b>A</b>	TARIFA <b>B</b>	COSTO <b>C=A*B</b>	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					3.75
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					0.94
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.69
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 4.69</b>

\$ -

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 11.00

UNIDAD: M3

DETALLE: RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR	1.00	1.00	1.000	0.220	0.22
SUBTOTAL M =					0.22
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. IV	1.000	3.5700	3.570	0.220	0.79
CAT. I	4.000	3.1800	12.720	0.220	2.80
SUBTOTAL N =					3.58
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					3.80
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					0.95
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.75
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 4.75</b>

\$ -

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 12.00  
 DETALLE: DESALOJO DE MATERIAL

UNIDAD: M3

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
EXCAVADORA	1.000	65.000	65.000	0.045	\$ 2.93
VOLQUETA 8 M3	1.000	50.000	50.000	0.045	\$ 2.25
SUBTOTAL M =					\$ 5.18
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. II	1.000	3.180	3.180	0.045	\$ 0.14
CAT. III	1.000	3.220	3.220	0.045	\$ 0.15
CAT. IV	1.000	3.570	3.570	0.045	\$ 0.16
CHOFER	1.000	4.6700	4.670	0.045	\$ 0.21
SUBTOTAL N =					\$ 0.66
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					\$ -
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					\$ 5.83
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					\$ 1.46
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 7.29
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 7.29</b>

\$ -

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL OFERENTE



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 13.00

UNIDAD: M3

DETALLE: HORMIGON SIMPLE FC 280 KG / CM2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CONCRETERA VIBRADOR	1.000	8.000	8.000	2.880	23.040
	1.000	10.000	10.000	2.880	28.800
SUBTOTAL M =					51.8400
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. I	10.000	3.180	31.800	2.880	91.584
CAT. III	3.000	3.220	9.660	2.880	27.821
CAT. IV	1.000	3.570	3.570	2.880	10.282
SUBTOTAL N =					129.69
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
CEMENTO	SACOS	9.000	7.5000	67.500	
PIEDRA 3/4	M3	1.000	25.0000	25.000	
ARENA	M3	0.500	22.0000	11.000	
AGUA	M3	0.100	2.0000	0.200	
ENCOFRADO METALICO	U	1.000	22.0000	22.000	
SUBTOTAL O =					125.70
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					307.23
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					76.81
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					384.03
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 384.03</b>

\$ -

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 14.00

UNIDAD: M3

DETALLE: REPLANTILLO H. SIMPLE F' C = 175 KG / CM2 E = 5CM

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CONCRETERA	1.000	8.000	8.000	0.270	2.160
SUBTOTAL M =					2.1600
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. I	7.000	3.180	22.260	0.270	6.010
CAT. II	4.000	3.180	12.720	0.270	3.434
CAT. III	2.000	3.220	6.440	0.270	1.739
CAT. IV	1.000	3.570	3.570	0.2700	0.964
SUBTOTAL N =					12.15
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
CEMENTO	SACOS	7.000	7.5000	52.500	
PIEDRA 3/4	M3	1.000	25.0000	25.000	
ARENA	M3	0.500	22.0000	11.000	
AGUA	M3	0.100	2.0000	0.200	
SUBTOTAL O =					88.70
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					103.01
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					25.75
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					128.76
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 128.76</b>

\$ -

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 15.00

UNIDAD: KG

DETALLE: ACERO ESTRUCTURAL FY= 4200 KG/CM2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CIZALLA	1.000	3.0000	3.0000	0.1000	0.300
SUBTOTAL M =					0.3000
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. I	1.000	3.180	3.1800	0.1000	0.318
CAT. II	1.000	3.180	3.1800	0.1000	0.318
SUBTOTAL N =					0.6360
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
ACERO ESTRUCTURAL fy=4200KG/CM2	Kg	1.020	1.4500	1.479	
ALAMBRE #18	Kg	0.020	1.7500	0.036	
SUBTOTAL O =					1.5150
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2.451
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%					0.613
OTROS INDIRECTOS ..... %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.064
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 3.06</b>

\$ -

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 37.00

UNIDAD: M3

DETALLE: AGUA PARA EL CONTROL DEL POLVO - HUMEDECIMIENTOS DE AREA EXPUESTAS

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
TANQUERO	1.000	30.0000	30.000	0.031	0.942
SUBTOTAL M =					0.9420
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAT. I	1.000	2.7800	2.7800	0.031	0.087
CAT. IV	1.000	3.0200	3.0200	0.031	0.095
SUBTOTAL N =					0.1821
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O =					
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					1.1241
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25%					0.2810
OTROS INDIRECTOS ..... % -					0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.4051
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 1.41</b>

0

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 38.00

UNIDAD: U

DETALLE: IMPLEMENTOS PARA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
CASCO	U	1.0000	10.000	10.000	
MASCARILLA	U	1.0000	15.000	15.000	
CHALECOS REFLEXIVOS	U	1.0000	7.000	7.000	
BOTAS	PAR	1.0000	15.000	15.000	
GUANTES	PAR	1.0000	3.000	3.000	
TAPONES	U	1.0000	4.000	4.000	
SUBTOTAL O =					54.0000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					54.0000
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....				25%	13.5000
OTROS INDIRECTOS .....				%	0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					67.5000
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 67.50</b>

0

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 39.00

UNIDAD: U

DETALLE: BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.0000
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
BOTIQUIN	U	1.000	52.000	52.000	
SUBTOTAL O =					52.0000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					52.0000
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....				25%	13.0000
OTROS INDIRECTOS .....				%	0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					65.0000
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 65.00</b>

0

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 40.00

UNIDAD: U

DETALLE: PROTECCION AMBIENTAL - LETREROS PREVENTIVOS

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.0000
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
LETREROS PREVENTIVOS	U	1.000	32.000	32.000	
SUBTOTAL O =					32.0000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					32.0000
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....				25%	8.0000
OTROS INDIRECTOS .....				%	0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					40.0000
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 40.00</b>

0

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 41.00

UNIDAD: ML

DETALLE: PROTECCION AMBIENTAL - VALLA DE SEÑALIZACION

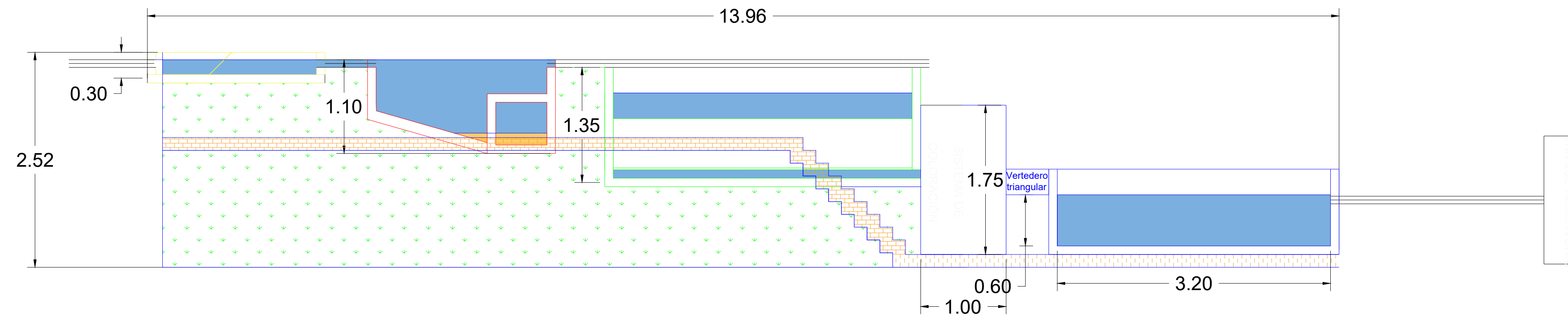
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M =					0.0000
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL N =					0.0000
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
VALLAS DE SEÑALIZACION	U	1.000	27.000	27.000	
SUBTOTAL O =					27.0000
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					27.0000
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....				25%	6.7500
OTROS INDIRECTOS .....				%	0.0000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					33.7500
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>\$ 33.75</b>

0

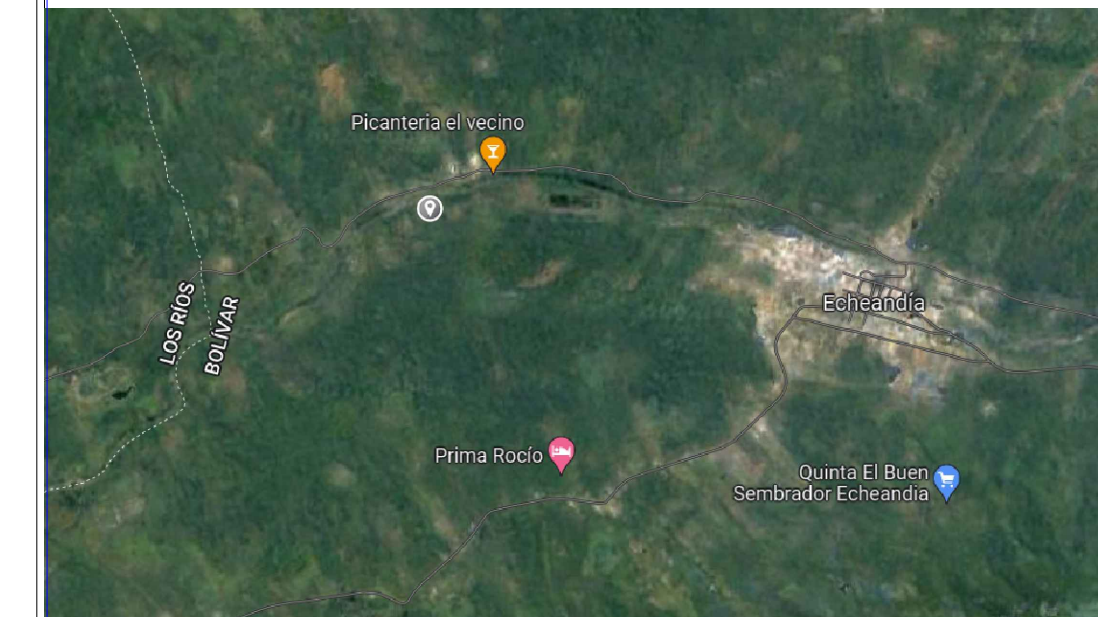
\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE



# ALTURA MAXIMA Y LONGITUD MAXIMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO



UBICACIÓN:



PROYECTO:  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE PIEDRA GRANDE UBICADO EN EL CANTÓN DE ECHEANDIA PROVINCIA DE BOLVIAR

SIMBOLOGÍA:

- AGUA
- ARENA
- CRIBADO
- DESARENADOR
- FILTRADO
- TANQUE DE COLORACIÓN

LEYENDA:

NOTAS:

CONTIENE:

SUPERVISOR:

ESTUDIANTE:

CHRISTIAN FLORES BELTRAN

NOMBRE DEL ARCHIVO:

DWG-TESIS1-2022

UBICACIÓN:

PIEDRA GRANDE

FECHA:

JULIO 2022

ESCALA:

INDICADAS

LAMINA:

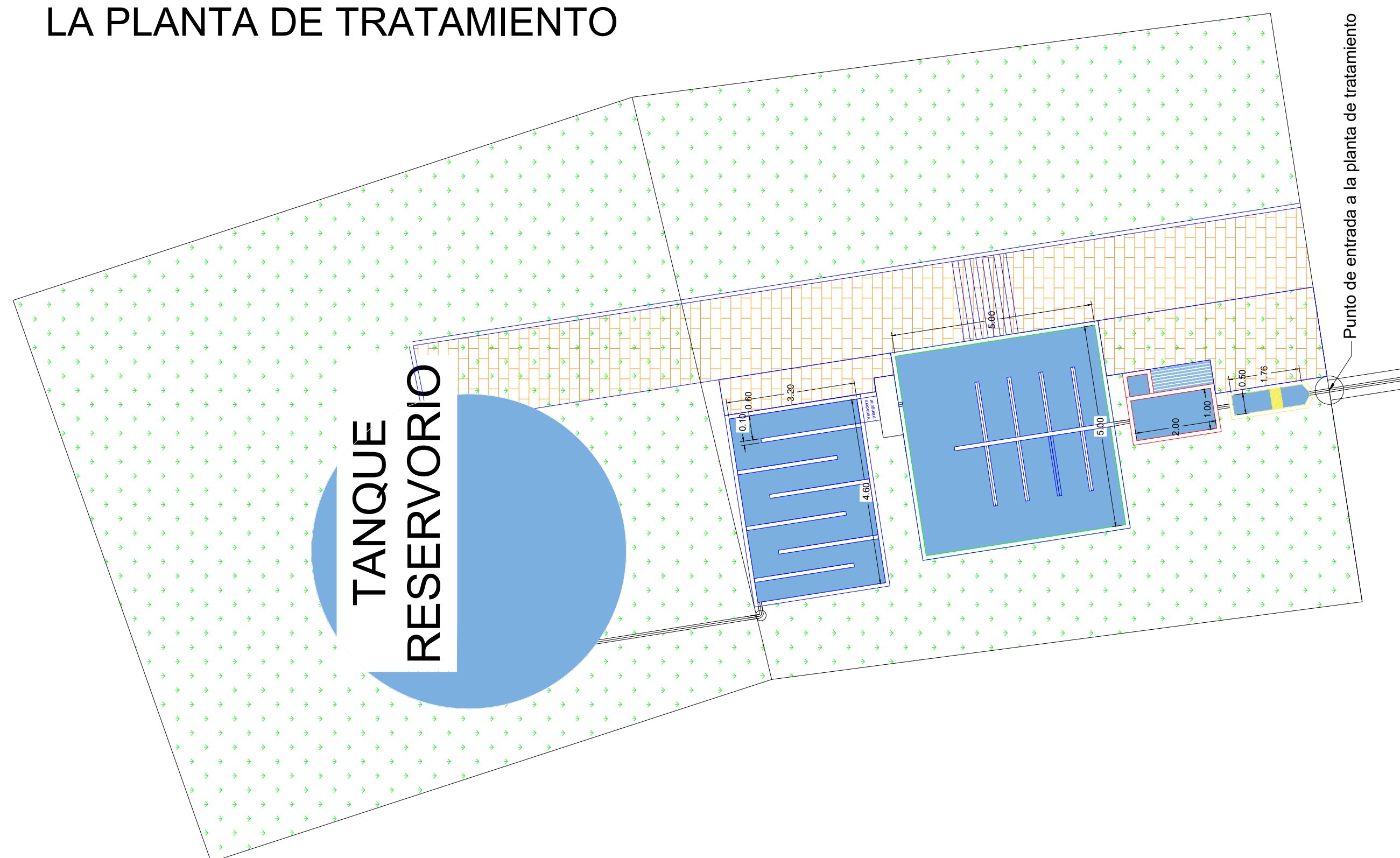
SISTEMA DE COORDENADAS:

UTM WGS84 17M

FORMATO:

A1

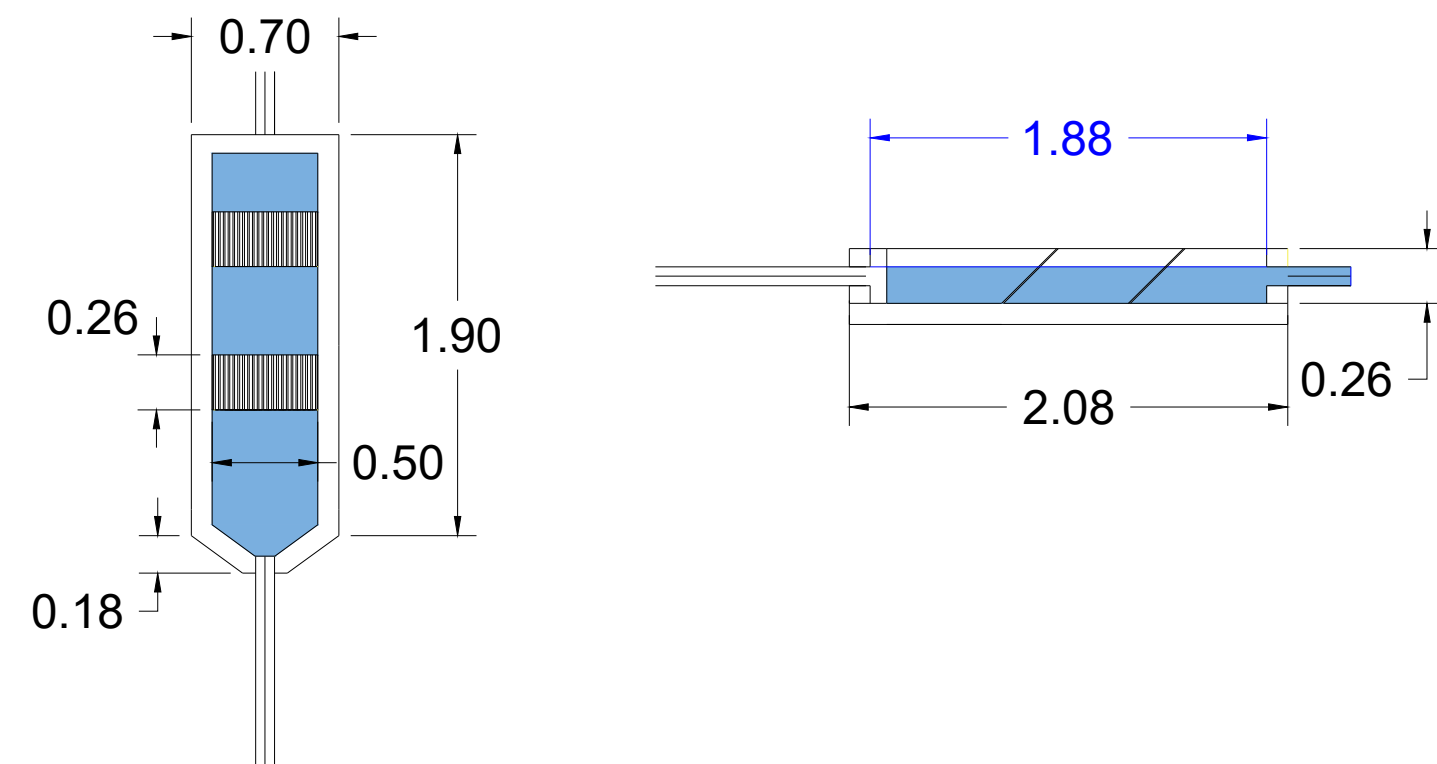
## AREA DE TERRENO CORRESPONDIENTE A LA PLANTA DE TRATAMIENTO



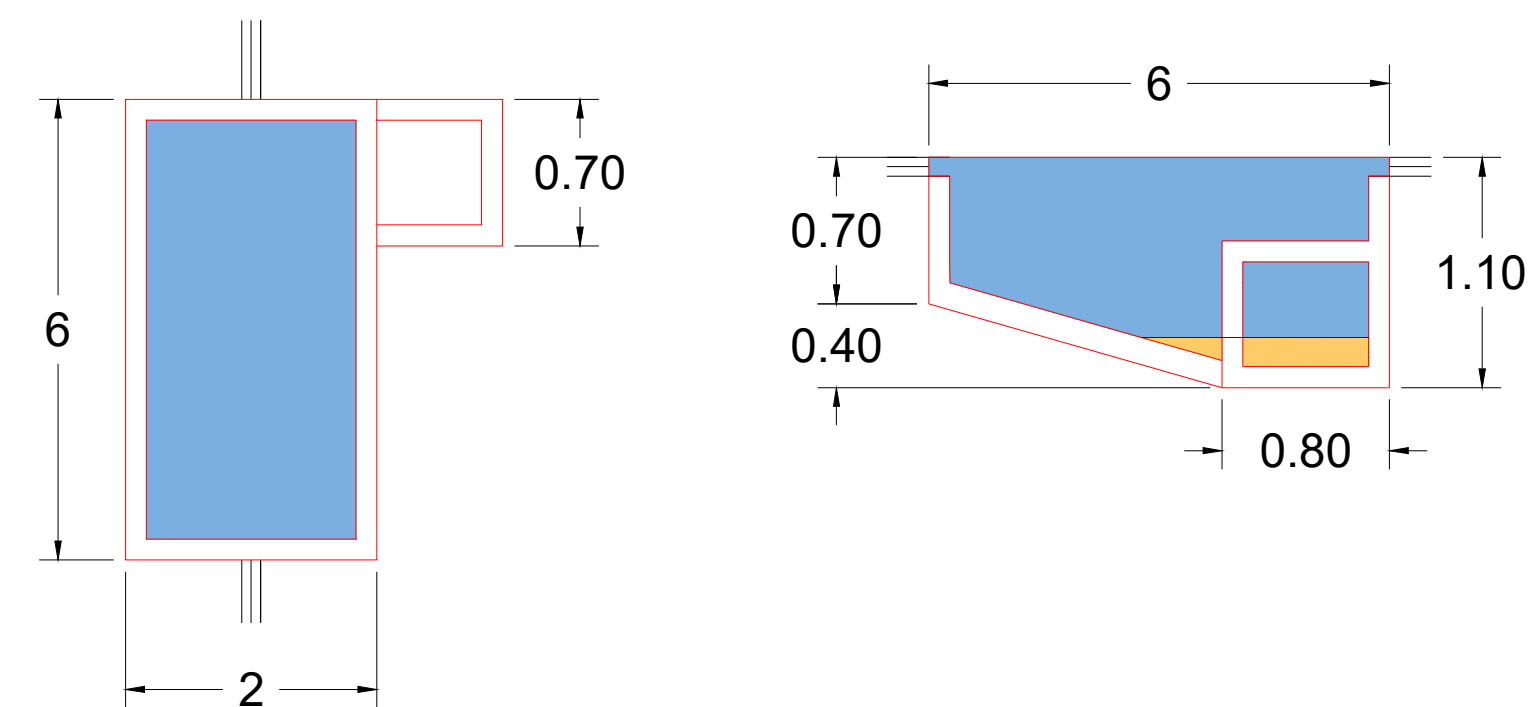
## TABLA DE DATOS

SOLERA	39	M2
ESPEJO DE AGUA	10.80	ML
VOLUMEN DE CRIBADO	0.26	M3
VOLUMEN DE DESARENADOR	1.72	M3
VOLUMEN DE FILTRADO	10.5	M3
VOLUMEN TANQUE DE COLORACIÓN	13.2	M3
AREA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	225	M2

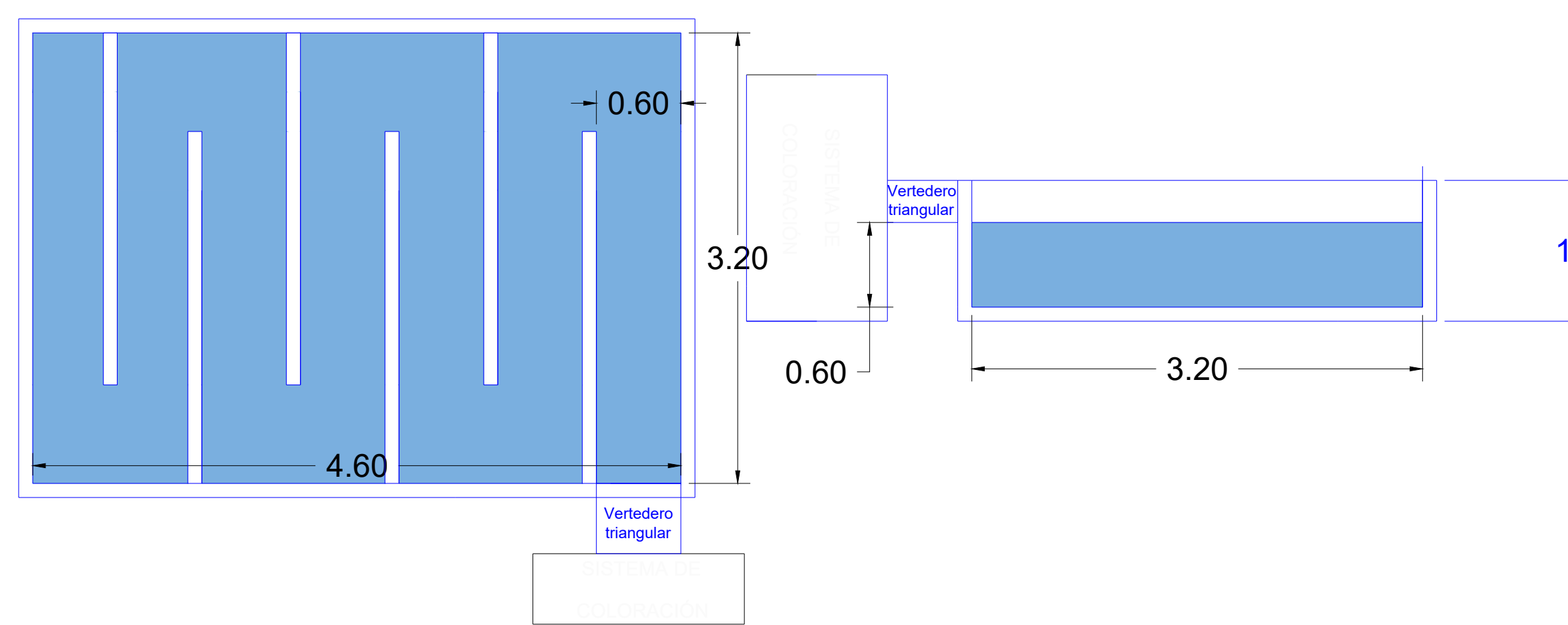
# CRIBADO



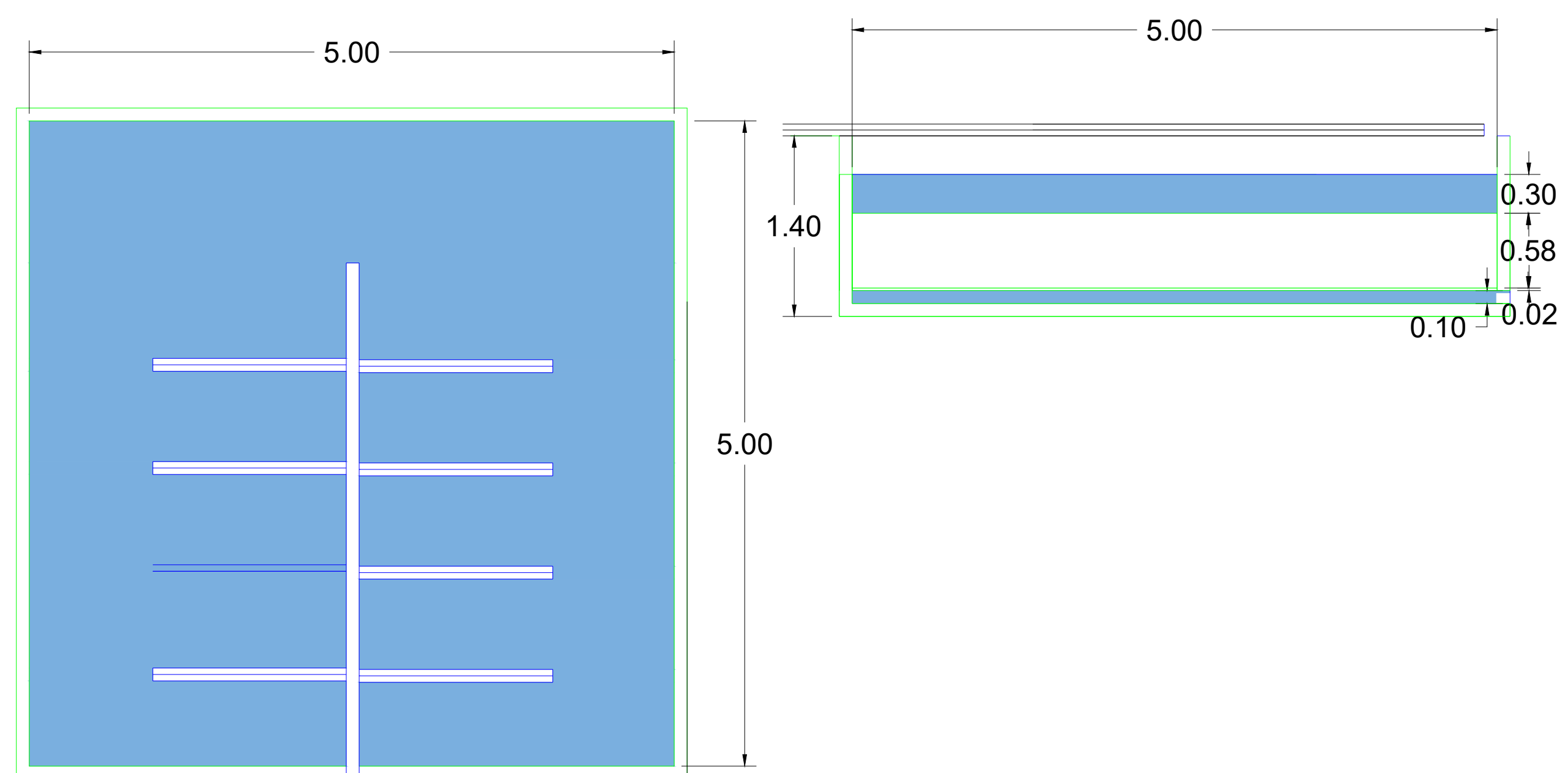
# DESARENADOR



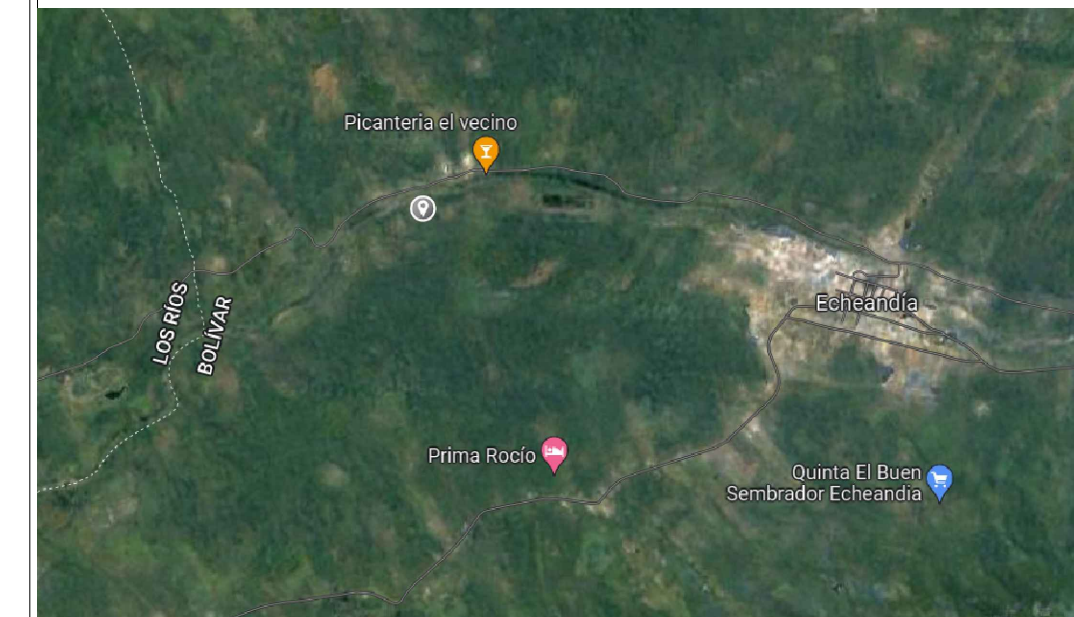
# TANQUE DE CLORACION



# FILTRADO



UBICACIÓN:



PROYECTO:  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE PIEDRA GRANDE UBICADO EN EL CANTÓN DE ECHEANDIA PROVINCIA DE BOLIVAR

SIMBOLOGÍA:

- AGUA
- ARENA
- CRIBADO
- DESARENADOR
- FILTRADO
- TANQUE DE COLORACIÓN

LEYENDA:

NOTAS:

CONTIENE:

SUPERVISOR:

ESTUDIANTE:

CHRISTIAN FLORES BELTRAN

NOMBRE DEL ARCHIVO:

DWG-TESIS1-2022

UBICACIÓN:  
PIEDRA GRANDE

FECHA:  
JULIO 2022

ESCALA:  
INDICADAS

LAMINA:

SISTEMA DE COORDENADAS:  
UTM WGS84 17M

FORMATO:  
A1