

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



***“ALTERNATIVAS DE CAPTACIÓN DE AGUA CRUDA DEL RIO CHONE, PARA  
LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE  
CHONE, PROVINCIA DE MANABÍ. “***

**AUTOR:**

VERA ZAMBRANO CARLOS ANDRÉS

**PREVIO A OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO CIVIL

**TUTOR DE TESIS**

ING. MIGUEL MORAN

**MANTA - 2016**

## CERTIFICACION

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema:

*“Alternativas de captación de agua cruda del rio Chone, para la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chone, provincia de Manabí. “Del Sr: Vera Zambrano Carlos Andrés considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación correspondiente.*

***Ing. Miguel Morán***

**TUTOR DE TESIS**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

La responsabilidad de las investigaciones, resultados, conclusiones, y recomendaciones del presente trabajo, corresponden exclusivamente al autor de tesis

Vera Zambrano Carlos Andrés

**Tema:**

*“ALTERNATIVAS DE CAPTACIÓN DE AGUA CRUDA DEL RIO CHONE, PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE CHONE, PROVINCIA DE MANABI.”*

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Sustentación de Tesis de Grado de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito previo a la obtención del título de:

**Ingeniero civil**

Aprobada por el Tribunal

Presidente del Tribunal \_\_\_\_\_

Miembro del Tribunal \_\_\_\_\_

Miembro del Tribunal \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA.**

A mis padres **CARLOS Y CRUZ**, por su amor, apoyo, empuje y por enseñarme que la vida es de constante lucha, que siempre hay que aprender a levantarse no importa las veces que hayas caído, por enseñarme la realidad de la vida y valorar todo el esfuerzo que realizo en mi vida diaria.

A mi hijo **JESUS ANDRES**, esa personita que con una sonrisa me demuestra su amor, ternura, niñez, basta solo con mirarlo para tener más ganas de salir adelante y superarme cada día más y con ello culminar una etapa más en mi vida.

A mi esposa **ING. JAHAIRA AVELLÀN**, por su apoyo constante, colaboración durante la culminación de este proyecto, por estar conmigo en las buenas y en las malas y demostrarme que trabajando juntos la vida es más fácil y no existen las barreras para el éxito.

A mis **HERMANOS**, por su ejemplo de superación, por estar ahí apoyándome constantemente, por sus consejos para progresar, y por existir.

**GRACIAS A TODOS**

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias primero y antes que nada a **DIOS** por este logro, por estar conmigo todos los días y a cada momento, por caminar junto a mí en las noches de soledad y en los días de felicidad, y por sobre todo por la vida tan hermosa que me ha permitido vivir.

Al Ingeniero **MIGUEL MORÁN**, por su apoyo, colaboración y empuje para poder terminar este proyecto y lograr un triunfo más, por sus consejos sabios, y por sobre todo haber aceptado ser mi director de tesis.

A los **INGENIEROS DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL** por sus enseñanzas, conocimientos y ayuda desinteresada para que los estudiantes y egresados podamos seguir adelante con nuestros proyectos.

A la Universidad **LAICA ELOY ALFARO** y a todo el personal docente y administrativo, en especial a la Sra. Cecilia y Sra. Geoconda Secretarias de la Carrera de Ingeniería Civil por apoyo y conocimientos diarios e impartirnos respeto y consideración hacia los demás.

Y de antemano a todo el personal de este respetuoso **JURADO**, por los consejos, correcciones y críticas que realizaran para el bien de este proyecto que me ayudaran para la sustentación de la misma.

Andrés Vera

## INDICE GENERAL

RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
CAPITULO I.....	1
1. EL PROBLEMA.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1.1.1. 1
Contextualización.....	1
Contexto Macro.....	1
Contexto Meso.....	6
Contexto Micro.....	7
1.2 ANÁLISIS CRÍTICO.....	9
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	12
1.6 OBJETIVOS.....	13
1.6.1. Objetivo General.....	13
1.6.2. Objetivos Específicos.....	13
CAPITULO II.....	14
2. MARCO TEORICO.....	14
2.1 Antecedentes de estudio sobre el tema que sirve de base a la nueva investigación .....	14
2.2 Fundamentación Filosófica.....	28
2.3 Fundamento teórico a partir de las categorías básicas.....	29
2.3.1. Fundamento teórico.....	29
2.3.2. Planta de tratamiento.....	30
2.3.3. Sistema de captación.....	35
2.4 FUNDAMENTO LEGAL.....	44
2.4.1. La constitución.....	44
2.4.2. Disposiciones Generales.....	44
2.4.2.1.Ley Orgánica de recursos, uso y aprovechamiento del agua.....	44
2.4.2.2.Artículo 10- Dominio hídrico público.....	45
2.4.2.3.Artículo 11- Infraestructura hídrica.....	46

2.5	HIPOTESIS.....	46
	CAPITULO	
	III.....	47
3.	METODOLOGIA.....	47
3.1	Tipo de investigación.....	47
3.1.1.	Técnica de investigación.....	47
3.2	Operacionalización de las variables.....	48
3.3	Recolección y procesamiento de la información obtenida.....	49
3.4	Planta de tratamiento convencional.....	53
	CAPITULO IV.....	56
4.	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	56
4.1	Descripción de los resultados.....	56
4.2	Análisis de la propuesta.....	59
4.2.1.	Funcionamiento de la toma transversal.....	59
	CAPITULO V.....	61
5.	Conclusiones y Recomendaciones .....	61
5.1	Conclusiones.....	61
5.2.	Recomendaciones.....	61
	BIBLIOGRAFIA.....	67

## INDICE DE TABLAS

### CAPITULO II

TABLA 2.1.	Sumario climático del área de estudio.....	16
TABLA 2.2.	Distribución temporal de temperatura.....	18
TABLA 2.3	Valores máximos, medios y mínimos de precipitación.....	19
TABLA 2.4	Caudales disponibles.....	21
TABLA 2.5	Proyección de la población urbana de Chone.....	24
TABLA 2.6	Desglose de la dotación para la población urbana de Chone.....	25
TABLA 2.7	Caudales de diseño.....	27

## INDICE DE GRÁFICOS

### CAPITULO I



GRAFICO.1. Construcción del dren.....	1
GRAFICO 1.1. Chultun de NAKBE.....	2
GRAFICO 1.2 Captación Maquinaria antigua hidráulica.....	3
GRAFICO 1.3 Zona azolvada por sedimentos.....	10
GRAFICO 1.4 Zona azolvada por sedimentos.....	10
GRAFICO 1.5. Ubicación de la planta de tratamiento.....	12

## CAPITULO II

GRAFICO 2.1 Clasificación climática de la zona de estudio .....	16
GRAFICO 2.2. Captación de aguas superficiales.....	36
GRAFICO 2.3. Captación de aguas superficiales.....	36
GRAFICO 2.4 Captación de arroyos, ríos y canales superficiales.....	37
GRAFICO 2.5 Toma directa.....	38
GRAFICO 2.6 Toma sumergida.....	39
GRAFICO.2.7. Toma con filtro de malla.....	39
GRAFICO 2.8. Tomas transversales .....	40
GRAFICO 2.9 Tomas directas sumergidas en el fondo.....	41
GRAFICO 2.10Barranqueras.....	42
GRAFICO 2.11La peza- granada (superficial) .....	42
GRAFICO 2.12Canal colonizador.....	43
GRAFICO 2.13Rio Dulce.....	43

## CAPITULO III

GRAFICO 3.1 Planta de tratamiento convencional nueva.....	53
---	----

## CAPITULO IV

GRAFICO 4.1 Implantación de obra transversa- vertedero.....	57
GRAFICO 4.2 Imagen satelital de la zona de estudio.....	58
GRAFICO 4.3 Captación flotante.....	58
GRAFICO 4.4 Diseño de propuesta.....	60

## CAPITULO V

GRAFICO 5.1. Aguas arriba de la estación de bombeo.....	63
GRAFICO 5.2. Acumulación de sedimentos actualmente.....	63
GRAFICO 5.3 Desarenador- estación de bombeo- captación original.....	64
GRAFICO 5.4 Azud construido –original-.....	64
GRAFICO 5.5 Azud en verano -original -.....	65
GRAFICO 5.6. Nivel bajo lleno de sedimentos-originales-.....	65
GRAFICO 5.7. Limpieza de estación de bombeo- original- .....	66
GRAFICO 5.8 Limpieza de ingreso de desarenador original.....	66

## RESUMEN

Esta investigación se realizó para conocer cuáles son las mejores alternativas de captación de agua cruda del río Chone, para la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chone, provincia de Manabí.

El cantón Chone, contaba con un sistema obsoleto y limitado de tratamiento de agua potable, siendo ésta importante en muchos ámbitos laborales y personales diarios de los habitantes de este Cantón, y por lo tanto era necesario rehabilitar el sistema para dotar a la mayor parte de los pobladores que por tanto tiempo han sufrido el desabastecimiento de líquido vital y esto se daba a causa de muchos factores entre los cuales podemos citar la mala administración municipal, inundaciones, etc.

Para ello una solución que se ha tomado para enfrentar estos problemas son las técnicas de aprovechamiento del agua, poniendo en evidencia que este proceso tiene dos actividades: Un sistema de captación y una planta de tratamiento, ambos deben cumplir con todos los estándares necesarios para que se realice un trabajo satisfactorio y que pueda beneficiar a la sociedad.

La metodología que se utilizó en esta investigación fue la exploratoria y descriptiva porque a través de varias técnicas como las visitas a la planta de tratamiento y al Río de la Ciudad de Chone permitió establecer todo el proceso de investigación para las alternativas de captación de agua cruda del río de esta ciudad.

## **ABSTRACT**

This investigation was made to know which are the best alternatives captation of water of the Chone´s river, for the treatment plant for drinking wáter for the city of Chone Manabí.

Chone, had an outdated and limited system of potable water, this being important in many daily work and personal areas of the people of Chone, and therefore it was necessary to restore the system to provide to the villagers who have so long suffered shortages of vital fluid and this was due to many factors, among which we can mention the poor municipal administration, floods, etc.

The solutions to solve this problem are techniques of engenering which has two diferent activities. The water capturing system and process sing plant both must comply with all the standards for a satisfactory work and benefit the society.

The methodology used in this research was exploratory and descriptive because through various techniques such as visits to the treatment plant and the River City Chone allowed to set the whole process of research for alternative capture water the river of this city.

## INTRODUCCION

El cantón Chone, perteneciente a la Provincia de Manabí, es administrado por un municipio en sus instancias jurisdiccionales. Su capital es la ciudad de Chone, donde residen todas sus principales instituciones públicas y privadas. Esta ocupa la mayor proporción territorial de dicha jurisdicción, está dividida a nivel hemisférico por una línea paralela que la sobrevuela encima de un subsuelo productivo, húmedo y tórrido. Oficialmente tiene nueve parroquias: dos urbanas y siete rurales.

Durante varios años ha sufrido los estragos de los temporales que azotan al país siendo este uno de los más vulnerables, por esta razón el gobierno central está trabajando por este cantón productivo, agrícola, ganadero, por esto un referente en la provincia, dando lugar a varios proyectos en ejecución como el propósito múltiple Chone, el cual evitará inundaciones y cuantiosas pérdidas materiales, y otras ya concluidas como es el mejoramiento del alcantarillado pluvial que va de la mano con la obra antes mencionada y así la repotenciación del sistema de agua potable indispensable para todos los seres vivos.

El Ministerio de Sectores Estratégicos, es la institución que está encargada de financiar obras de suma necesidad para los más desfavorecidos del país y a su vez la que tiene la responsabilidad de innovar en proyectos para el futuro, es por esta razón que fue la encargada de ser la contratante del proyecto “ mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado pluvial de la ciudad de Chone, provincia de Manabí”, habiéndose realizado la respectiva consultoría a cargo del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), se adjudicó la obra a la empresa manabita Coinfra S.A. , la cual siguiendo las recomendaciones de la consultoría realizó los trabajos de acuerdo a lo expuesto en el contrato, en base a su diseño y presupuesto.

Una vez concluidas las instalaciones de redes de alcantarillado pluvial y se procedió a instalar el circuito principal de líquido vital y así mismo la construcción del módulo de tratamiento de agua que ayudará a abastecer a la ciudad con mejor caudal y frecuencia. Para la captar el agua cruda del río se construyó un dren, el cual consistió en una tubería de 400 mm perforada colocada en un ducto tipo cajón a lo largo del río

Chone en forma perpendicular a la corriente para así llevar el líquido hasta una recámara que pasa directamente a la estación de bombeo y llevarla hasta el módulo nuevo para tratarla.

En el primer capítulo de la tesis se hace énfasis en los usos de las plantas de tratamiento a nivel de Europa, Asia, África y Oceanía y después nos centramos en el desarrollo y funcionamiento de los mismos en nuestro continente americano y finalmente conocer cuál es la problemática para alternativas de captación de agua cruda del río Chone, para la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chone, provincia de Manabí.

En el segundo capítulo se hace una revisión de los antecedentes del problema, datos importantes para el desarrollo el trabajo investigativo, seguido del fundamento filosófico que es la relación del hombre con la naturaleza y como puede ser un aporte con sus conocimientos para solucionar problemas. Después se hace una revisión de las definiciones teóricas sobre las plantas de tratamientos y los sistemas de captación. Para culminar con la revisión del marco legal que existe en el Ecuador sobre estas dos variables.

Tercer capítulo es sobre la metodología que se utilizó para levantar la información y las técnicas aplicadas en las diferentes etapas que involucro el desarrollo de la investigación, así como la operacionalización de las variables y la recolección y procesamiento de toda la información final.

La información recolectada se presenta en el cuarto capítulo en donde se procesaron y se analizaron los resultados que sirvieron para determinar cuál es la mejor alternativa de captación de agua cruda del río Chone, para la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chone, provincia de Manabí.

Toda la información recolectada y analizada fue la base para realizar las conclusiones que se encuentran en el quinto capítulo y que permiten elaborar las respectivas recomendaciones.



**GRÀFICO 1. CONSTRUCCION DEL DREN**

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.1.1 Contextualización**

##### **1.1.2 Contexto Macro**

Desde la antigüedad, el hombre aprovecha el agua superficial como primera fuente de abastecimiento, consumo e incluso vía de transporte, estableciéndose en los valles de los ríos las primeras civilizaciones.

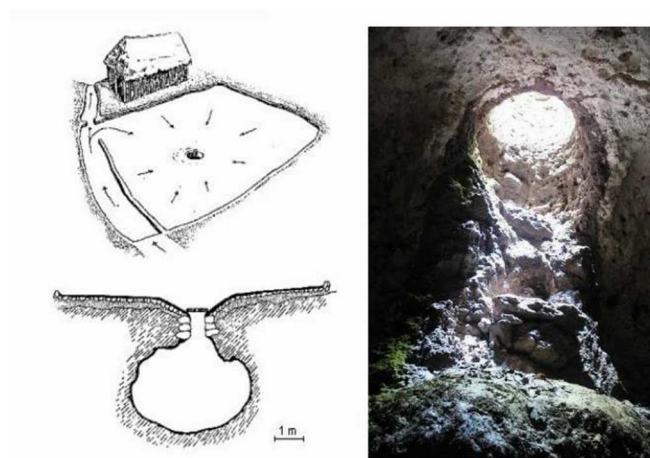
Sin embargo, el establecimiento en zonas áridas o semiáridas del planeta obligó al desarrollo de formas de captación de agua de lluvia, aguas de ríos, lagos, etc. Como alternativa para el riego de cultivos y el consumo doméstico.

En el Desierto de Negev, en Israel y Jordania, han sido descubiertos sistemas de captación de agua de lluvia que datan de 2000 años a. C. consistentes en el desmonte de zonas para

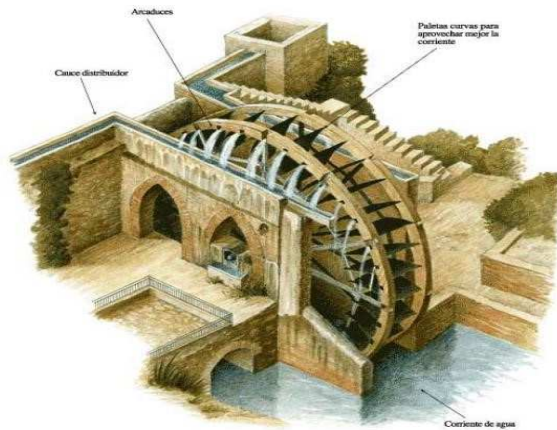
aumentar la escorrentía superficial, que era entonces dirigida a predios agrícolas en las zonas más bajas.

Los árabes perfeccionaron el sistema de almacenamiento de pluviales con los aljibes (del árabe *al-yubb*, pozo). Estos depósitos, la mayor parte de las veces enterrados o semienterrados, se alimentan de la lluvia que reconducían cubiertas, patios y canales. Se construían con ladrillo y argamasa, y la cara interna se revestía de cal, arena, arcilla roja, óxido de hierro y resina de lentisco (arbusto presente en zonas mediterráneas áridas, muy resistente a la falta de agua) para evitar filtraciones y la putrefacción del agua. Tal es la perfección técnica de estos sistemas que abastecían de agua a toda la ciudad, que siguieron en funcionamiento muchos siglos, hasta la implantación del sistema de agua potable de red.

En otras zonas de las tierras bajas, como Edzná, Campeche, los pobladores precolombinos de esta ciudad construyeron un canal de casi 50 m de ancho y de 1 m de profundidad para aprovechar el agua de lluvia. El canal proporcionaba agua para beber y regar los cultivos.



**GRÀFICO.1.1CHULTÙN DE NAKBE**



**GRÁFICO.1.2 CAPTACIÓN MAQUINARIA**  
**ÁFRICA**

La problemática del abastecimiento de agua potable es de carácter global, pero en el continente africano existe una situación muy crítica debido a la alta concentración de pobreza que imposibilita la obtención de recursos y tecnología necesaria para construcción y operación de un sistema de acueducto adecuado.

En algunas zonas de África se ha producido en años recientes una expansión de los sistemas de aprovechamiento del agua de lluvia, pero el proceso de implantación de esta tecnología ha sido lento, debido a la baja precipitación, el reducido número y tamaño de las cubiertas impermeabilizadas y el alto costo en la construcción de los sistemas en relación a los ingresos familiares. Con todo esto la captación de lluvia es muy difundida con grandes proyectos en Botswana, Togo, Mali, Malawi, Sudáfrica, Namibia, Zimbawe, Mozambique, Sierra Leona y Tanzania.

Uno de los proyectos adelantados es el de “Sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia de muy bajo costo” el cual se desarrolló con la participación de varias organizaciones africanas y el apoyo de *DevelopmentTechnologyUnit* de Inglaterra. Con éstas tecnologías se pretende suplir un porcentaje de la demanda total de las casas a partir de una inversión que no supera los 120 dólares y utilizando los materiales disponibles en la zona.

## **ASIA**

La India es el segundo país con mayor población después de China. Por ello el gran problema es suministrar los servicios básicos a más de 1000 millones de personas. Una solución que se ha tomado para enfrentar estos problemas son las técnicas de aprovechamiento de lluvia. En la India, el monzón es un diluvio breve; allí se dan



aproximadamente 100 horas de lluvia por año y en éstas se debe captar y almacenar el agua para el mayor tiempo posible. En Bangladesh, la recolección de lluvia se ve como una alternativa viable para el suministro de agua segura en áreas afectadas por contaminación con arsénico. Desde 1977, cerca de 1000 sistemas de aprovechamiento de lluvia fueron instalados en el país por la ONG

((ForumforDrinkingWaterSupply&Sanitation.))

Aquí se utilizan varios tipos de tanques para el almacenamiento de agua de lluvia: de concreto reforzado, de mampostería y subterráneos. El agua de lluvia almacenada es aceptada como segura y se usa para beber y cocinar.

Singapur cuenta con recursos naturales limitados y una creciente demanda de agua. Esto ha llevado a la búsqueda de fuentes alternativas y métodos innovadores para el aprovechamiento del agua. Alrededor del 86 % de la población de Singapur vive en edificios de apartamentos, donde los techos de estos edificios son utilizados para la captación de agua de lluvia; esta es almacenada en cisternas separadas del agua potable, para darle usos diferentes al de consumo humano.

En Tokio, Japón, el aprovechamiento de lluvia es promovido para mitigar la escasez de agua, controlar las inundaciones y asegurar agua para emergencias. A nivel comunitario se están implementando instalaciones llamadas *Ronjinson*, que están introduciendo a la población en el aprovechamiento pluvial. Funcionan recibiendo el agua del techo de la casa, luego se almacena en un pozo subterráneo y después se extrae mediante una bomba manual. El agua colectada es aprovechada para el riego de jardines, aseo de fachadas y pisos, combatir incendios y como agua de consumo en situaciones de emergencia.

## **OCEANÍA E ISLAS**

A excepción de los grandes asentamientos, la densidad de población en Australia es muy baja. Debido a esto el agua debe recorrer grandes distancias a través de kilómetros de tubería, haciendo que sea muy costosa o que en algunos lugares remotos no se suministre el servicio. Allí se utiliza el aprovechamiento de lluvia como una solución al problema. En 1994, la Oficina Australiana de Estadística dio a conocer que el 30.4 % de los hogares australianos ubicados en las zonas rurales y el 6.5 % de los hogares en las ciudades utilizan algún sistema de aprovechamiento de lluvia, de la suma de éstos, el 13 % utiliza el agua para beber y cocinar.

## **EUROPA**

En 1998 los sistemas de aprovechamiento de pluvial fueron introducidos en Berlín, Alemania, como parte de un desarrollo urbano a gran escala. Además de aprovechar de manera más eficiente el agua superficial, se capta el agua de la lluvia que cae en las cubiertas de algunos edificios y se almacena en un tanque subterráneo. Esta agua es usada para la descarga de inodoros, el riego de zonas verdes y para llenar un estanque artificial.

El almacenamiento del agua de lluvia proveniente del escurrimiento de los techos en vasijas de arcilla es un sistema apropiado y económico para obtener agua de alta calidad en Tailandia. Las vasijas se consiguen para diferentes volúmenes, desde 1000 hasta 3000 litros y están equipadas con tapa, grifo y un dispositivo de drenaje. Pueden suministrar agua de lluvia suficiente para una casa con seis personas durante el periodo seco.

Las captaciones se realizan por medio de obras de toma en el cauce o en las márgenes de las corrientes de agua, previo estudio hidrológico que justifique los caudales utilizables en el río o el arroyo.

El estudio hidrológico debe ser completo, comprendiendo la pluviometría, aforos, coeficientes de escorrentía, regulación del río, garantías y cualquier otro estudio que fuera necesario.

Se realizan estudios completos de las captaciones, de forma que se garantice su explotación en lo que se refiere a máximas avenidas, máximo estiaje, erosión, sedimentación, entarquinamientos, entrada de cuerpos extraños, facilidad de explotación y limpieza, garantía de acceso, desagüe, garantía de suministro de energía eléctrica, etc.

El aprovechamiento de agua de lluvia decreció debido a la imposición de métodos y obras para la utilización del agua superficial y subterránea, como presas, acueductos, pozos de extracción y sistemas de irrigación. En la península de Yucatán y otras zonas de América se dejó de lado el aprovechamiento del agua de lluvia cuando los colonizadores introdujeron otros sistemas de agricultura, animales domésticos, plantas y métodos de construcción europeos. Una situación similar sucedió en India

con la colonización inglesa, que obligó a los nativos a abandonar sus metodologías tradicionales.

Diversas sociedades humanas, en la actualidad y el pasado, han sobrevivido en ambientes donde hay carencia o escasez de agua superficial y subterránea. Los sistemas de captación y aprovechamiento de la lluvia han ayudado a resolver el problema de abastecimiento de agua para uso doméstico y agrícola y representan una opción real para incrementar el volumen disponible para uso humano y de otros seres vivos además de ser una opción sustentable.

((Ballén J., 2006)

### **1.1.3 Contexto Meso**

#### **NORTE Y CENTROAMÉRICA**

En barrios de Tegucigalpa, Honduras, se pueden encontrar viviendas acondicionadas con precarios sistemas de aprovechamiento pluvial. Estos sistemas, aún con sus deficiencias, logran mejorar el nivel de vida de los habitantes los usan. Se estima que los sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia son usados por más de medio millón de personas en al menos 15 estados y territorios de los Estados Unidos. El agua se destina a uso doméstico, agrícola, comerciales e industriales. Existen más de 50 compañías especializadas en el diseño y construcción de sistemas de aprovechamiento pluvial.

En Vancouver, Canadá, se provee de un subsidio para la compra de tanques plásticos para el aprovechamiento del agua de lluvia, como parte de un programa piloto para la conservación del agua. Dicho tanque se utiliza para recolectar el agua proveniente de los techos, siendo utilizada para regar jardines, actividad que demanda más del 40 % del agua total que llega a las viviendas durante el verano. Las proyecciones indican que cada barril podría ahorrar cerca de 4 920 litros de agua durante los meses de verano donde la demanda de agua es más alta. *HealthyHousees* una casa familiar de tres habitaciones con un área de 158 m<sup>2</sup> ubicada en Toronto, Canadá. Esta edificación no depende del sistema de agua municipal, ya que el agua para consumo humano se suministra por medio de un sistema de canales que conducen el agua de lluvia hacia un tanque de almacenamiento donde se le adiciona cal, esta es utilizada para reducir la acidez del agua y darle un sabor fresco. Posteriormente el agua pasa a través de un filtro de arena fina y carbón activado para remover todas las impurezas

y por último es sometida a un proceso de desinfección mediante luz ultravioleta. ((Ballén J., 2006) **HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA**

## **LLUVIA**

(Jose Alejandro Ballen Saurez, 2006).

## **SUDAMÉRICA**

En la década de los noventa en Brasil, muchas organizaciones ambientales se enfocaron en trabajar en el suministro de agua para consumo humano usando sistemas de aprovechamiento de lluvia. En la región noroeste, con promedio anual de lluvia de 200 a 1000 mm, las comunidades nativas tradicionalmente han recolectado agua de lluvia en pozos excavados, pero este sistema no logra satisfacer las necesidades de la población. Por ello una ONG y el gobierno de Brasil iniciaron un proyecto para construir un millón de tanques para la recolección de lluvia para beneficiar a 5 millones de personas. ((Ballén J., 2006)

La termodinámica se encarga de estudiar los procesos del calor y su conversión a otras formas de energía. Esta ciencia se relaciona con los fenómenos de evaporación y condensación del agua, la ausencia o presencia de calor en ellos y la variación de factores como la temperatura y la presión que modifican los estados físicos del agua. El conocimiento del fenómeno climático / termodinámico, específico, que se produce en el cerro de Montecristi, permite desarrollar un modelo de “captura de la bruma” y la extracción del agua atmosférica, en estado líquido-gaseoso, que se encuentra en ella. De esta manera, la humanidad puede desarrollar a futuro formas de uso ambientalmente sostenible, de fuentes alternativas de agua apta para consumo humano.

((BRIONES HIDROVO ANDREI CARLOS. 2012. Universidad técnica de Manabí))

### **1.1.4 Contexto Micro**

El cantón Chone, con su cabecera cantonal que es la ciudad de Chone que es la tercera más poblada de la provincia de Manabí, con 126,491 habitantes según la

última encuesta realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos(INEC2010), contaba con un sistema obsoleto y limitado de tratamiento de agua potable, siendo esta importante tanto en ganadería, agricultura,etc., y por lo tanto era necesario rehabilitar el sistema para dotar a la mayor parte de los Chonences que por tanto tiempo han sufrido el desabastecimiento de líquido vital y esto se daba causa de muchos factores entre los cuales podemos citar la mala administración municipal, inundaciones, etc.

En el año 2013, el gobierno nacional contrató el mejoramiento del sistema de agua potable para la ciudad de Chone, el cual consistió en construir un nuevo módulo compacto de tratamiento, como también la repotenciación de la captación en el río y poder dotar de agua potable a la población. Dando lugar a esto se realizó el trabajo como lo recomendó la consultoría (estudio del proyecto), y lo que se hizo fue construir un dren para llevar más agua cruda a la exclusiva que está en la estación de bombeo, pero al pasar los meses el sistema se fue sedimentando y dejando de funcionar como se lo había proyectado.

El dren es un conducto de hormigón armado tipo cajón que atraviesa el río en forma perpendicular llevando en el centro una tubería de 400 mm perforada para transportar el agua hasta una recamara que pasa directamente a la estación de bombeo para llevarla hasta el módulo nuevo para tratarla.

En estos momentos el dren que se construyó para satisfacer la demanda de agua cruda para su tratamiento tuvo problemas de sedimentación muy grave, habiéndose colapsado sin cumplir la función para el cual fue diseñada.

Para evitar este problema se quiso hacer un retro lavado al dren para limpiar de alguna manera el lodo acumulado en la recamara, pero todo fue en vano, por motivo del espacio que se tiene para el ingreso de la maquinaria de mantenimiento, así mismo se realizó el desazolve del margen izquierdo del río, pero al pasar los días volvió a sedimentarse con rapidez.

Fue entonces cuando la Empresa de agua potable de la ciudad construyó un azud el cual logró subir el nivel de agua, haciendo que pase directamente a la estación de bombeo, se solucionó el problema de la captación por un cierto tiempo, pero por razones técnicas la construcción está solo provoca que aumente la sedimentación trayendo un sinnúmero de consecuencias aun de mayor envergadura.

Es por esta razón que el módulo nuevo no cumple con la capacidad de tratamiento normal para cubrir la demanda proyectada para la ciudad, porque como todos sabemos que el agua potable es uno de los elementos más indispensables y básicos con que cuenta la humanidad para su desarrollo y también para el consumo diario del hombre y todos los seres vivos.

Teniendo en cuenta este antecedente es necesario la implementación de un estudio técnico para tratar el agua cruda de manera ágil, económica y segura, ya que este problema afecta al desarrollo y al buen vivir de las personas que habitan la ciudad de Chone.

## **1.2 ANÁLISIS CRÍTICO**

Las plantas potabilizadoras dependen de un buen sistema de captación que permita que la potabilización del agua se realice de manera correcta

Las ideas que guían esta investigación son las siguientes:

### **Causa**

Sistema de captación en mal estado, o funcionamiento incorrecto.

### **Efecto**

Posible absorción de cuerpos extraños que impidan la correcta potabilización del agua

### **Causa**

Daños de los Desarenadores

### **Efecto**

Turbiedad del agua captada

### **Causa**

Falta de pruebas de tratabilidad del agua.

### **Efecto**

El agua tratada no consta con una certificación de haber cumplido con las especificaciones técnicas requeridas



**GRAFICO.1.3 ZONA AZOLVADA POR SEDIMENTOS.**



**GRAFICO .1.4 ZONA AZOLVADA POR SEDIMENTOS.**

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El problema del abastecimiento del agua potable es de carácter global, pero en algunos continentes existensituaciones muy críticas debido a la alta concentración de pobreza que imposibilita la obtención de recursos y tecnología necesaria para construcción y operación de un sistema de acueducto adecuado.

Por ello el gran problema es suministrar los servicios básicos a más de 1000 millones de personas. Una solución que se ha tomado para enfrentar estos problemas son las técnicas de aprovechamiento del agua.

Si el problema del abastecimiento del agua se encuentra asociado a la forma en que se ha llevado este proceso, surgen las siguientes preguntas:

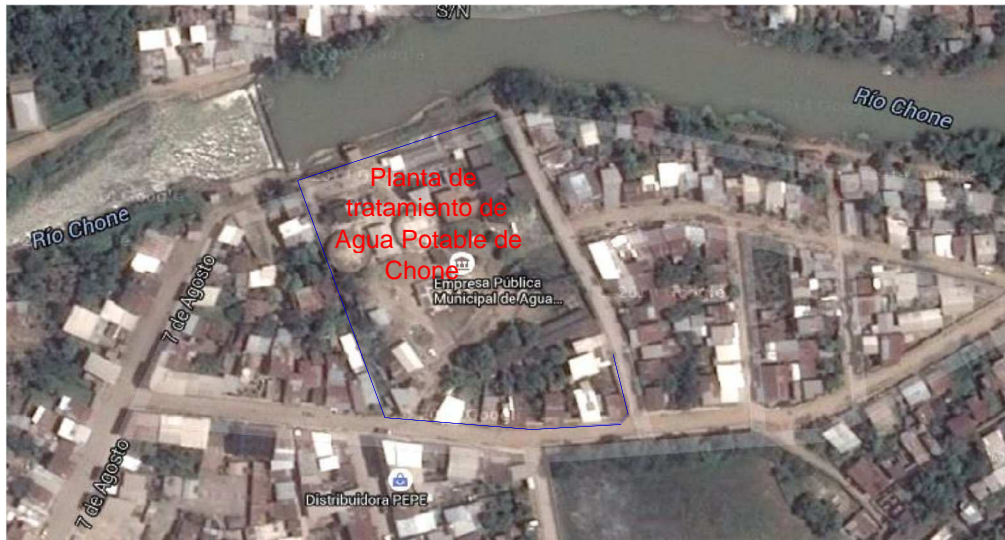
1. ¿Cuáles han sido los principales problemas para la captación de agua en la planta de tratamiento de agua potable en la ciudad de Chone?
2. ¿Se han basado los administradores en alguna normativa legal para el tratamiento del agua?

Y finalmente surgió la pregunta de *¿Las alternativas de captación de agua cruda del Rio Chone, servirán de mejoras para el abastecimiento de la planta de agua potable de la ciudad de Chone de la provincia de Manabí?*

### **1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

La investigación se realizó en el Cantón Chone, de la provincia de Manabí, la planta potabilizadora está ubicada al sur-oeste de la ciudad.





**GRAFICO .1.5 UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

La investigación menciona un tema muy importante debido al desarrollo de la ciudad de Chone y la necesidad que tienen sus habitantes de abastecerse de agua totalmente potabilizada.

Se realiza esta investigación para conocer cuáles son las, alternativas de captación de agua cruda del rio Chone, para la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chone, provincia de Manabí y proponer una opción acertada que permita una adecuada captación en beneficio de toda la población de la ciudad de Chone.

Entre los antecedentes que se presentan es que la planta potabilizadora de Chone actualmente está funcionando en forma inadecuada y requiere de numerosos correctivos.

Este trabajo propone una estrategia que permita mejorar el proceso de captación del agua en la ciudad de Chone, tomando en consideración la utilización de equipos y maquinarias que estén en buen estado para así reducir cualquier tipo de gasto innecesario que se pueda tener, este proceso requiere de un estudio profundo y exhaustivo, es por ello la importancia de esta investigación que se despliega a continuación

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1. Objetivo General**

Analizar los diferentes tipos de captación para que la planta de tratamiento funcione como se la proyectó.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

1. Determinar mediante estudios bibliográficos los diferentes sistemas de captación.
2. Implementar los estudios realizados.
3. Analizar accesos hacia el río para mantenimientos.
4. Definir la alternativa más adecuada.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO SOBRE EL TEMA QUE SIRVEN DE BASE A LA NUEVA INVESTIGACIÓN.**

##### **2.1.1. Antecedentes de problema**

Desde la antigüedad, el hombre aprovecha el agua superficial como primera fuente de abastecimiento, consumo e incluso vía de transporte, estableciéndose en los valles de los ríos las primeras civilizaciones.

Sin embargo, el establecimiento en zonas áridas o semiáridas del planeta obligó al desarrollo de formas de captación de agua de lluvia, aguas de ríos, lagos, etc. Como alternativa para el riego de cultivos y el consumo doméstico.

La población de Chone, cabecera del cantón del mismo nombre, en la provincia de Manabí, actualmente, presenta problemas que se relacionan con funcionamiento de las obras de captación de aguas superficiales y de la planta de tratamiento, falta de catastros y sectorización de redes de agua potable y deficiencias en la operación y mantenimiento. La fuente de abastecimiento ubicada en el Río Chone es susceptible al deterioro de la calidad del agua en verano por descargas de aguas servidas aguas arriba, y de elevado incremento de la turbiedad y sedimentación en la captación en el invierno.

En el año 2013, el gobierno nacional contrató el mejoramiento del sistema de agua potable para la ciudad de Chone, el cual consistió en construir un nuevo módulo compacto de tratamiento, como también la repotenciación de la captación en el río y poder dotar de agua potable a la población. Dando lugar a esto se realizó el trabajo como lo recomendó la consultoría (estudio del proyecto), y lo que se hizo fue construir un dren para llevar más agua cruda a la exclusiva que está en la estación de bombeo, pero al pasar los meses el sistema se fue sedimentando y dejando de funcionar como se lo había proyectado.

El dren es un conducto de hormigón armado tipo cajón que atraviesa el río en forma perpendicular llevando en el centro una tubería de 400 mm perforada para transportar el agua hasta una recamara que pasa directamente a la estación de bombeo para llevarla hasta el módulo nuevo para tratarla.

En estos momentos el dren que se construyó para satisfacer la demanda de agua cruda para su tratamiento tuvo problemas de sedimentación muy graves, habiéndose colapsado sin cumplir la función para el cual fue diseñada.

Para evitar este problema se quiso hacer un retro lavado al dren para limpiar de alguna manera el lodo acumulado en la recamara, pero todo fue en vano, por motivo del espacio que se tiene para el ingreso de la maquinaria de mantenimiento, así mismo se realizó el desazolve del margen izquierdo del río, pero al pasar los días volvió a sedimentarse con rapidez.

Fue entonces cuando la Empresa de agua potable de la ciudad construyó un azud el cual logró subir el nivel de agua, haciendo que pase directamente por la parte superior

a la estación de bombeo, se solucionó el problema de la captación por un cierto tiempo, pero por razones técnicas la construcción sufrió daños, ésto solo provoca que aumente la sedimentación trayendo un sinnúmero de consecuencias aun de mayor envergadura.

Es por esta razón que el módulo nuevo no cumple con la capacidad de tratamiento normal para cubrir la demanda proyectada para la ciudad, porque como todos sabemos que el agua potable es uno de los elementos más indispensables y básicos con que cuenta la humanidad para su desarrollo y también para el consumo diario del hombre y todos los seres vivos.

Teniendo en cuenta este antecedente es necesario la implementación de un estudio técnico para tratar el agua cruda de manera ágil, económica y segura, ya que este problema afecta al desarrollo y al buen vivir de las personas que habitan la ciudad de Chone.

Para elaborar este proceso se contará con opciones de captación de agua cruda, y tener la mejor solución que sea factible para los intereses de todos y todas.

(Chone M. T.)

### 2.1.2. Clima general de la zona

Dentro del área de estudio se encuentra la Estación Meteorológica M16 CHONE, la cual es el más cercano y representativo del área, por tal motivo es la que se utiliza para caracterizar el clima. En el análisis climático intervienen varias variables, de las cuales existe suficiente información en cantidad y calidad para realizar una perfecta caracterización climática.

A continuación, se presenta un resumen de las características climáticas del área del proyecto.

CARACTERIZACION CLIMATICA														
ESTACIÓN CHONE (M162) - PERIODO 1962 -2005														
PARAMETRO (Valores medios)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media	TOTAL
PRECIPITACION (mm)	203.5	300.0	262.2	195.8	73.5	48.0	20.5	16.2	12.8	17.8	18.7	62.8	102.6	1231.7
HUMEDAD RELATIVA (%)	87.4	89.1	88.3	88.3	88.5	88.5	88.0	87.5	86.7	86.4	85.3	85.5	87.4	1049.4
NUBOSIDAD (Octas)	7.0	7.0	6.7	6.7	6.8	7.1	6.8	6.7	6.6	6.8	6.9	6.9	6.8	6.8
TEMPERATURA (°C)	26.1	26.4	26.8	26.8	26.2	25.2	24.8	24.7	24.8	25.0	25.2	25.9	25.7	25.7
VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	2.55	2.37	2.58	3.01	2.53	2.08	2.58	3.06	3.54	3.63	3.52	3.51	2.91	2.9
ETP J. BENAVIDES Y J. LÓPEZ (mm)	125.3	111.5	128.6	124.6	123.5	111.8	113.2	113.6	112.3	118.0	118.3	126.9	119.0	1427.7
BALANCE HÍDRICO (mm)	78.3	188.5	133.6	71.2	-50.0	-63.8	-92.7	-97.4	-99.6	-100.2	-99.6	-64.1	-16.3	-195.9
Indice de calor mensual	12.2	12.4	12.7	12.7	12.3	11.6	11.3	11.2	11.3	11.4	11.6	12.0		142.8
ETP sin corregir	128.3	132.2	139.7	139.9	129.4	113.1	106.9	105.9	107.4	110.1	113.9	123.7		
a	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4		
N	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0		
d	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0		

ETP Thornthwaite	128.3	132.2	139.7	139.9	129.4	113.1	106.9	105.9	107.4	110.1	113.9	123.7	120.9	1450.5
Excedencias (mm)	75.3	167.8	122.5	55.9										421.4
Déficit (mm)					55.9	65.0	86.4	89.7	94.6	92.3	95.3	60.9		640.2

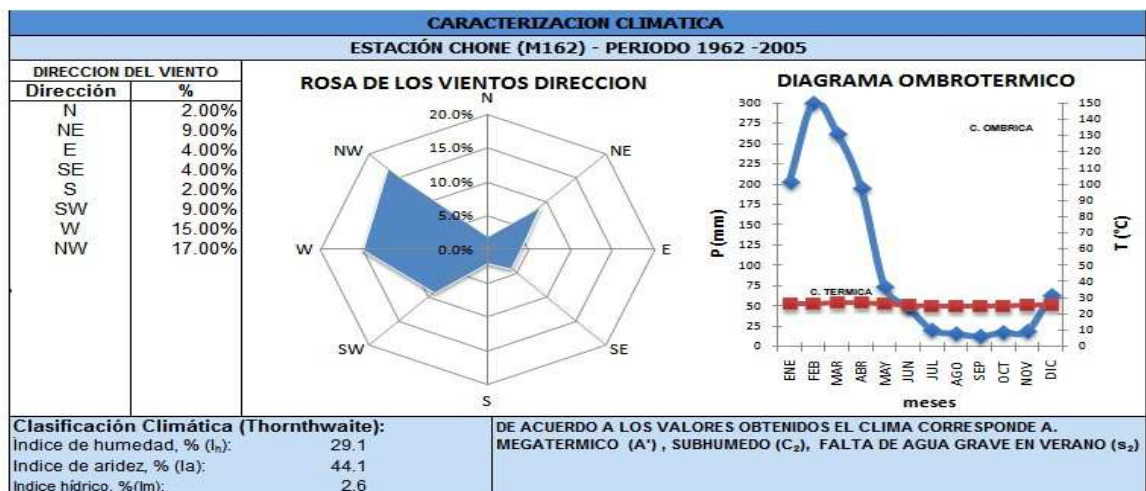
**TABLA 2.1: SUMARIO CLIMÁTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO Fuente:**

**Ecoplade Cía. Ltda.**

Según la clasificación climática de THORNTHWAITE (1948), y en función de los parámetros antes indicados, el clima de la zona corresponde a un clima uniforme

Megatérmico (A'), Subhúmedo (C<sub>2</sub>), con falta de agua grave en verano (s<sub>2</sub>), el cual se caracteriza por un índice de humedad de apenas el 29,1% y una evapotranspiración potencial media de 1450.5 mm por año. El diagrama ombrotérmico calculado se observa a continuación.

### 2.1.3. Topografía



**GRÁFICO 2.1. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL ÁREA DEL PROYECTO  
FUENTE: ECOPLADE CÍA. LTDA**

La población de Chone incluye áreas de topografía plana a ligeramente ondulada, con pendientes inferiores al 5% y en ocasiones levemente cóncavas. La cota en el centro de la ciudad es aproximadamente 13,01 msnm., mientras que, a lo largo de la misma, tenemos una variación de cotas que va desde los 12,9 msnm., hasta los 15 m, excepto en los cerros aledaños donde la cota alcanza un valor de 60,0 msnm.

### 2.1.4. Estudio hidrológico – sedimentológico

#### 2.1.4.1. La cuenca hidrográfica

La cuenca del río Chone tiene un área de 467300 km<sup>2</sup> y una cota de captación de 9.796 msnm. Geográficamente se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas UTM: 600.000 y 624.400 E; 9'943.200 y 9'910.000 N y cuenta con cuatro cauces, que son el río Grande, el río Mosquito, el río Garrapatilla y el río Santo. La pendiente media del cauce principal es 1.39%.

#### **2.1.4.2. Meteorología, hidrometría y Temperatura.**

La estación Chone del INAMHI, ayudo con el siguiente cuadro el cual nos muestra el periodo meteorológico en el cantón Chone.

MIG		CHONE UCATOLICA										INAWA						
MES	FALDA (mm)	TEMPERATURA DEL AER (AL COMPLETO)						HUMEDAD RELATIVA (%)				FLUJO DE VIENTO (T)	TIEMPO DE VIENTO (HR)	PRECIPITACION (mm)		VIENTO MAXIMO (km/h)		
		MAYOR		MEDIA		MENOR		MAYOR		MENOR				Mensual	Mensual		Mensual	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min									
ENERO	35.7	6	22.0	2	31.4	25.4	25.5	99	9	55	6	83	25.2	25.4	150.7	27.5	8	20
FEBRERO	33.5	7			30.7	25.5	25.7	99	6	52	27	87	24.2	30.2	379.9	52.0	6	27
MARZO					32.1	25.9	27.3	100	12	57	14	84	24.1	30.0	302.3	55.8	29	25
ABRIL																		
MAYO	34.0	9	2.0	23	31.0	25.9	25.7	99	3	52	3	83	25.5	29.0	104.6	58.4	10	30
JUNIO	32.4	11	20.0	28	28.5	25.9	24.9	100	15	59	3	86	22.2	25.8	9.8	25	13	9
JULIO	33.2	28	18.0	28	28.2	25.4	24.4	100	11	5	28	86	21.5	25.9	20.5	95	9	5
AGOSTO	32.6	31	20.4	36	29.5	25.7	24.5	98	20	55	25	81	21.0	24.8	4.7	22	4	6
SEPTIEMBRE					28.4	25.8	24.5						20.7	24.4	3.7	10	29	5
OCTUBRE	33.7	21	20.0	31	30.0	25.4	24.5	98	5	49	15	78	20.3	23.9	1.1	05	4	3
NOVIEMBRE					29.1	25.3	24.3	100	2	55	17	81	20.5	24.3	7.5	25	11	7
DICIEMBRE					27.0	25.9	24.7	100	12	55	9	85	21.8	25.2	275.5	51.9	21	19
VALOR ANUAL																		

MES	FALDA (mm)	MAYOR	MAYOR	VELOCIDAD Y DIRECCION DEL VIENTO												V.M. Max	DIRECCION									
				N		NE		E		SE		S		SW				W								
				Vel	%	Vel	%	Vel	%	Vel	%	Vel	%	Vel	%			Vel	%							
ENERO	14.5	7		20	8	2.7	3	2.4	10	0.0	0	0.0	0	2.5	2	3.0	17	20	1	59	90	50	W	1.8		
FEBRERO	15.8	7		22	7	5.0	1	2.0	2	0.0	0	2.0	1	3.0	1	2.4	14	20	4	89	84	50	NE	1.5		
MARZO		7		20	7	3.0	1	2.8	11	0.0	0	3.0	1	0.0	0	3.2	22	34	5	58	90	70	E	1.8		
ABRIL																										
MAYO		7		22	14	3.0	1	2.0	1	0.0	0	1.0	1	0.0	0	2.9	20	23	9	58	90	70	N	2.1		
JUNIO		8		15	8	0.0	0	2.0	1	0.0	0	0.0	0	2.0	1	2.5	18	25	8	88	90	60	W	1.5		
JULIO		7		14	5	2.0	1	2.0	3	0.0	0	0.0	0	3.0	2	2.2	15	25	4	89	90	50	W	1.5		
AGOSTO		7		17	10	2.0	1	2.0	2	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.8	19	25	9	88	90	50	W	2.2		
SEPTIEMBRE	111.0	7																								
OCTUBRE	125.1	7.0	2	17	14	3.0	1	2.3	3	0.0	0	2.0	1	3.0	1	2.7	25	27	7	47	90	50	W	2.9		
NOVIEMBRE	107.8	6.5	5	18	4	0.0	0	2.5	7	0.0	0	0.0	0	2.8	6	2.8	24	25	12	47	90	50	W	2.4		
DICIEMBRE	87.3	6.0	1	8																						
VALOR ANUAL																										

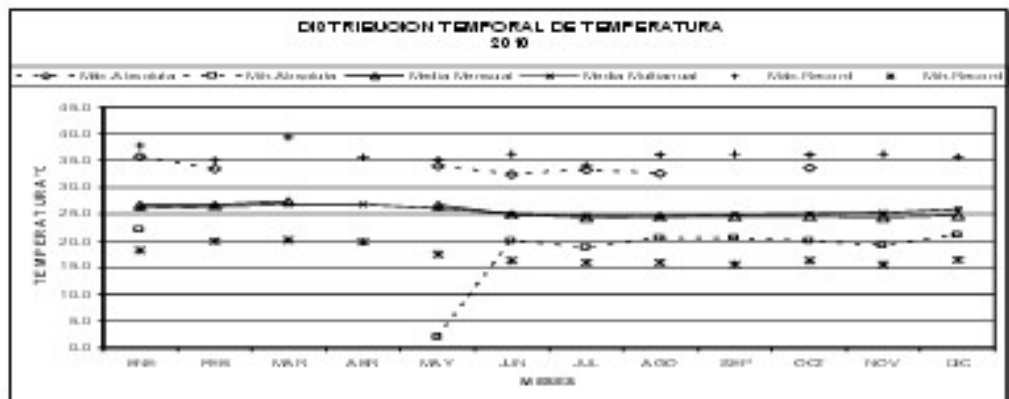
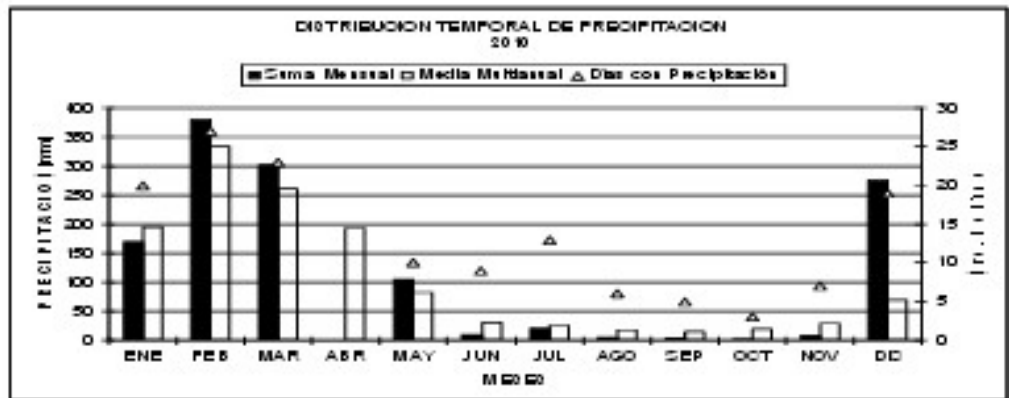


TABLA 2.2. DISTRIBUCION TEMPORAL DE TEMPERATURA

### 2.1.4.3. Caracterización del clima

#### 2.1.4.3.1. Precipitación

La estación meteorológica más cercana al proyecto es la estación Chone, por lo que se asume que las características climáticas de esta estación corresponden a las de las zonas en las cuales se ubican las obras del proyecto.

Del análisis de la precipitación media mensual en la estación meteorológica Chone se desprende que el mes más seco corresponde a septiembre y los seis meses consecutivos más secos corresponden a los meses de julio a diciembre.

La variación media mensual multianual en la época invernal se inicia en diciembre y termina en mayo y en la época de verano inicia en junio y termina en noviembre. De las series de precipitación homogenizadas se desprenden los valores medios, máximos y mínimos anuales se presenta en el siguiente cuadro:

Estación	Precipitación media anual	Precipitación Máxima Mensual	Mes	Precipitación Mínima Mensual	Meses sin lluvia
Dos Bocas	1.532,00	753,70	Ene.	0,00	7
Boyacá	1.066,08	1.991,40 (a)	Ene.	0,00	9
Calceta	1.030,07	556,70 (c)	Mar.	0,00	8
Chone	1.210,33	681,60 (b)	May	0,00	7
Portoviejo	538,09	460,20 (d)	Mar.	0,00	8
Río Grande*	56,10	43,14	Feb.	0,00	4
Junín	1.015,10	697,90 (e)	Abr.	0,00	9
Camposano	1.407,23	667,30	Mar.	0,00	8
Atascoso*	85,88	54,58	Feb.	0,00	1

**TABLA 2.3. VALORES MÁXIMOS, MEDIOS Y MÍNIMOS DE PRECIPITACIÓN HOMOGENEIZADA**

Como puede verse, en promedio, más de la mitad de los meses del año (casi 7 meses) esta zona no recibe agua medible en ninguna de sus formas. Las precipitaciones del invierno, que vienen acompañadas de fuertes lluvias, causan inundaciones repentinas, debido a su intensidad, recurrencia y a la incapacidad del suelo de absorber las abstracciones iniciales.



#### **2.1.4.4. Caracterización hidrológica**

Las estaciones hidrométricas Grande AJ Mosquito, y la Mosquito AJ Grande se han considerado adecuadas para la evaluación de las características hidrológicas del río Chone en la captación.

##### **a) Caudales Medios y Mínimo**

Los caudales medios diarios se determinaron para la captación utilizando en función de la relación de áreas de drenaje de las cuencas correspondientes a la captación y a las estaciones hidrométricas. Esto se justifica en que el régimen de precipitaciones en el período seco del año (junio-noviembre), cuando se presentan los caudales mínimos.

##### **b) Caudal Disponible**

En la tabla 2.4, se incluyen los caudales medios diarios disponible en el río Chone en las estaciones Grande AJ Mosquito y Mosquito AJ Grande, para ser aprovechados para la planta de tratamiento de agua Potable, con probabilidades de ser igualados o excedidos de 10, 20 ... hasta 100 %.

##### **c) Caudales Máximos**

Los caudales máximos y volúmenes de escurrimiento directo se estimaron en los diferentes puntos de interés del proyecto mediante la aplicación del modelo Hidra1, el cual, en función de las condiciones de uso de suelo y cobertura vegetal de las cuencas, proporcionan los hidrógrafas de crecida para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años.

Se han desarrollado modelos geomorfoclimáticos que estiman características hidrológicas en base a la morfología y climatología de una cuenca. Los métodos más conocidos son el racional y los métodos de hidrogramas unitarios. La diferencia está en que el primero da valores pico y es aplicado para cuencas pequeñas urbanizadas; el segundo, en cambio es perfectamente aplicable a todo tipo de cuencas y se aplica a cuencas mayores a 20 Km<sup>2</sup>. De manera general, el método del hidrograma unitario

da indicios del tiempo de la crecida y el volumen de escurrimiento, a través de las características del hidrograma tiempo base, tiempo pico, caudal pico ( $t_b$ ,  $t_p$ ,  $Q_p$ ), con las características morfométricas de la cuenca: área, pendiente, longitud del cauce principal ( $A$ ,  $S$ ,  $L_p$ ).

<b>CAUDALES DISPONIBLES (m<sup>3</sup>/s)</b>	
<b>Prov. (%)</b>	<b>Río Chone en la captación</b>
10.0	17.52
20.0	9.94
30.0	5.61
40.0	3.19
50.0	1.83
60.0	1.06
70.0	0.61
80.0	0.36
90.0	0.21
95.0	0.196
100.0	0.00

**TABLA 2.4. CAUDALES DISPONIBLES**

#### **d) Sedimentos**

Él (INAMHI) cuenta con registros de aforos sólidos en suspensión realizados en los siguientes sitios y estaciones: Garrapata AJ Chone (1978-2001), Mosquito AJ Grande (1971-1980), Grande AJ Mosquito (1978-1990), Chone en Chone (1983), Puente Garrapata (1983), Puente Bejuco en Chone (1983), Mosquito en Mosquito (1983), Margarita en río Chone (1983) y Olimpo en río Chone (1983).

El estudio de Factibilidad Técnica y Económica del Encauzamiento del río Chone (1998), utiliza la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Modificada (MUSLE) y el procedimiento seguido para la calibración de los diferentes parámetros. La

producción de sedimentos de las cuencas de drenaje es de 25.8, 21.0 y 30.4 Ton/ha/año, para las estaciones: Garrapata AJ Grande, Grande AJ Garrapata y Mosquito AJ Grande, respectivamente.

El PHIMA realizó el estudio sobre erosión y sedimentos para la provincia de Manabí, donde se presentan los análisis completos al año 1988, de los procesos erosivos y de sedimentación en todas las cuencas. La pérdida de suelos en la cuenca del río Chone alcanza el valor de 3.306,3 Ton/Km<sup>2</sup>/año, considerada como fuerte. El estudio presenta las ecuaciones de transporte de sedimentos en suspensión y los caudales para varios ríos, destacándose la del río Chone en Puente Olimpo, río Grande AJ Mosquito, Río Garrapata AJ Chone y río Mosquito AJ Grande.

Adicionalmente se realiza la simulación hidráulica del sistema de control de Inundaciones de la Ciudad de Chone, en el cual se utilizaron dos paquetes computacionales: HEC-RAS para modelación Hidráulica, y el HEC-HMS para modelación Hidrológica.

El objetivo principal era analizar el funcionamiento del sistema con los datos obtenidos a nivel de factibilidad y en la primera etapa de los diseños de las obras. En particular, lograr el tránsito de los hidrogramas a lo largo del sistema, a través de los embalses, a la salida de las presas cortapicos, hasta el puente El Bejuco usando el programa HEC-HMS y, posteriormente, usar estos hidrogramas para determinar los perfiles de flujo usando el programa HEC-RAS hasta el puente El Olimpo.

Es importante señalar que el estudio se realiza analizando flujo permanente y flujo no permanente, y con un periodo de retorno de 100 años, obteniéndose el caudal máximo en el sitio de la toma de agua potable de 104.19 m<sup>3</sup>/s y 171.5 m<sup>3</sup>/s, con un calado de 4.94 y 4.32 respectivamente.

#### **2.1.4.5.Descripción de las deficiencias observadas**

El estudio de Hidráulica Fluvial nos permitirá conocer las características del río, su estabilidad, y las obras que es necesario realizar para mantenerla. El estudio de Transporte Sólido sirve para conocer la cantidad y calidad de los sedimentos transportados por la corriente, tanto como material de fondo como en suspensión. Es conveniente recordar que el transporte sólido es una manifestación fluvial y depende de las características del río y de la cuenca. Sin una comprensión clara del

comportamiento fluvial y del transporte sólido no es posible el diseño de una bocatoma.

Entre las principales deficiencias observadas podemos citar las siguientes:

- El azud está actuando como una presa de almacenamiento, es decir reteniendo el material sólido y en suspensión que acarrea el río, haciéndolo funcionar como un gran sedimentador.
- No dispone de un vertedero móvil que permita el paso de las avenidas de líquidos y de sólidos, por lo tanto no tiene la función de eliminar hidráulicamente los sedimentos sólidos que se depositan en la cercanía de la toma.
- No dispone de barraje a la entrada de la toma para evitar la entrada de material flotante a la cisterna (desarenador)
- La toma está funcionando simplemente como vasos comunicantes, es decir cuando sube el nivel del agua en el río, sube también el nivel del agua en la cisterna.
- Entra una enorme cantidad de partículas en suspensión desde la toma hacia la cisterna
- No existe un sedimentador que permita retener los sólidos, antes de llegar a la estación de bombeo de agua cruda No 2.
- La cisterna (sedimentador) existente, hace las funciones de sedimentador, decantador, y estación de bombeo.
- La cisterna está conectada con un dren que se construyó para el paso directo del agua captada desde el río pero este se encuentra colapsado por sedimentos.
- La zona de salida del desarenador, está conectada directamente al cárcamo de bombeo No1.
- No permitir el asentamiento y crecimiento poblacional aguas arriba de la fuente, para poder garantizar la calidad de agua.

Para mejorar o rehabilitar las estructuras de captación, es necesario e imprescindible la limpieza mecánica o el dragado permanente de los sólidos depositados en el

embalsamiento producido por el azud, sobre todo en las zonas cercanas a la entrada de agua cruda.

Debido a la gran cantidad de sedimentos que acarrea el río Chone, es necesario pensar en un tipo de captación con estructuras especiales que son utilizadas cuando las fuentes superficiales tienen un nivel muy variable durante el año. También se establece la posibilidad de la reubicación del punto de toma de agua y el funcionamiento adecuado de desarenadores.

#### 2.1.4.6. Proyección de la población urbana de Chone

AÑO No	AÑO CRONOLOGICO	POBLACION ACTUAL	POBLACION PROYECTADA METODO GEOMETRICO $Pf=Po(1+r)^t$	POBLACION PROYECTADA METODO EXPONENCIAL $Pf=Po \times e^{(rx t)}$	POBLACION PROYECTADA METODO ARITMETICO $Pf=Po + r \times t$	POBLACION PROYECTADA PROMEDIO
0	2001	45526	45526	45526	45526	45,526
0	2002		47,424	47,424	47,853	47,567
0	2003		49,402	49,401	50,180	49,661
0	2004		51,462	51,461	52,507	51,810
0	2005		53,608	53,607	54,834	54,016
0	2006		55,843	55,842	57,162	56,282
0	2007		58,172	58,170	59,489	58,610
1	2008		60,598	60,595	61,816	61,003
2	2009		63,124	63,122	64,143	63,463
3	2010		65,757	65,753	66,470	65,993
4	2011		68,499	68,495	68,797	68,597
5	2012		71,355	71,351	71,124	71,277
6	2013		74,330	74,325	73,451	74,036
7	2014		77,430	77,424	75,778	76,878
8	2015		80,659	80,652	78,106	79,806
9	2016		84,022	84,015	80,433	82,823
10	2017		87,526	87,518	82,760	85,934
11	2018		91,176	91,167	85,087	89,143
12	2019		94,977	94,968	87,414	92,453
13	2020		98,938	98,927	89,741	95,869
14	2021		103,064	103,052	92,068	99,395
15	2022		107,361	107,348	94,395	103,035

TABLA 2.5. PROYECCION DE LA POBLACION URBANA DE CHONE

#### 2.1.4.7. Dotación.

De los cuadros de resúmenes de emisiones correspondientes al año 2008, entregados por el CRM al Consultor, se puede determinar una dotación actual correspondiente a 129 l/hab/día, como consumo promedios de los habitantes servidos. Por otro lado en el censo de 2010, se tiene que el número de habitantes por vivienda es de 4.60 hab/casa, si redondeamos a 5 habitantes/casa, para la presente fecha, entonces se tiene que:

$$\text{Dotación} = 130 \text{ l/hab/día} \quad \Rightarrow \quad 19.5 \text{ m}^3/\text{familia/mes}$$

Este valor de dotación obtenido representa el consumo promedio total actual de la población de tipo doméstico, el mismo que incluye la fugas que se dan a través de los accesorios como grifos de agua, tanque de agua de inodoros, etc.

Del análisis anterior, se puede ver que es conveniente adoptar como dotación básica para uso doméstico los 130 l/hab/día, lo que permitirá un dimensionamiento racional de las estructuras del sistema.

Esta Dotación Básica se la ha desglosado de acuerdo a los siguientes usos:

<b>TIPO DE USO</b>	<b>VOLUMEN CONSUMIDO</b>
- Bebidas y cocina.....	10.00 l/hab x día
-Lavado de ropa.....	35.00 l/hab x día
- Baño y lavado de manos	45.00 l/hab x día
-Instalaciones sanitarias... -otros (patio,jardín,lv.vehíc)	30.00 l/hab x día
	10.00 l/hab x día
<b>TOTAL</b>	<b>130.00 l/hab x día</b>

**TABLA 2.6. DESGLOSE DE LA DOTACIÓN PARA LA POBLACIÓN URBANA DE CHONE.**

#### **2.1.4.8.Demanda media total.**

La Demanda Media Total, en cada año del período de diseño, representa el caudal de agua potable consumido diariamente, en promedio, por cada habitante y está conformado de la siguiente manera:

dmt = Dotación básica (De: Población servida, Nueva conectada, Sin servicio) + Demanda (Comercial, Industrial, Institucional) + Pérdidas.

#### **2.1.4.9. Demanda máxima diaria.**

Para determinar este factor, es necesario contar con un registro anual y por día de los consumos, datos que no existen, por lo que se considera un factor de mayoración del 30% al caudal medio anual de consumo neto, es decir sin afectar a las pérdidas.

#### **2.1.4.10. Demanda máxima horaria.**

El factor de mayoración para obtener el Consumo Máximo Horario, debe ser obtenido en base a registros diarios de consumo tanto de macromedición como de micromedición en sistemas que mantengan servicio las 24 horas al día a la falta de estos registros, para el proyecto es razonable adoptar un factor de mayoración de 2.0 al caudal medio anual de consumo que está dentro de lo recomendado en las Normas.

#### **2.1.4.11. Caudales de Diseño.**

De acuerdo a las normas vigentes se establece los siguientes caudales de diseño de las diferentes partes del sistema de agua potable:

ELEMENTO	CAUDAL DE DISEÑO
- 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%
- Planta de tratamiento superficiales	Máximo diario + 10%
- Planta de tratamiento subterráneas	Máximo diario + 5%
- Red de distribución	Máximo diario + incendio (*) o Máximo horario.

**TABLA 2.7. CAUDALES DE DISEÑO DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.**



## **2.2.FUNDAMENTO FILOSÓFICO**

La creciente necesidad de lograr el equilibrio hidrológico que asegure el abasto suficiente de agua a la población se logrará armonizando la disponibilidad natural con las extracciones del recurso mediante el uso eficiente del agua.

### **Reconocimiento del Agua como Derecho Humano**

Con frecuencia, en los debates internacionales se ha señalado que el reconocimiento del agua como derecho humano, podría constituir el paso más importante para abordar, el desafío de brindar a la población el elemento más básico de la vida. Un tema recurrente en el debate sobre el agua como derecho humano, ha sido el reconocimiento de que contar con ésta es una precondition indispensable para alcanzar que este suministro llegue de manera saludable a la humanidad. Se sostiene que sin el acceso equitativo a un requerimiento mínimo de agua potable, serían inalcanzables otros derechos establecidos, como el derecho a un nivel de vida adecuado para la salud y para el bienestar, así como los derechos civiles y políticos. Se considera que el lenguaje de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, que constituye el cimiento de las declaraciones posteriores, no estuvo destinado a incluir todos los derechos, sino más bien a reflejar los componentes de un nivel de vida adecuado. La exclusión del acceso al agua como un derecho explícito se debió sobre todo a su naturaleza; al igual que el aire, el agua fue considerada un elemento tan fundamental que se creyó innecesario mencionarla explícitamente.

Muchas de las personas que diseñan las políticas, así como los defensores de los derechos humanos, han hecho un llamado a que se establezca que el acceso al agua potable es un derecho humano, porque consideran que este reconocimiento, es un paso esencial para asegurar que se realicen acciones en nombre de aquellos que carecen de dicho acceso. Estas personas, piensan que la obligación legal proveniente de dicho reconocimiento, motivaría a los gobiernos de los países en vías de desarrollo y de los países donantes a realizar cambios efectivos en las políticas internas y de ayuda, a asignar recursos, así como a brindar a los grupos de ciudadanos bases sólidas a partir de las cuales puedan ejercer presión sobre los gobiernos.

En noviembre del 2002, (el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CDESC), 2002), de las Naciones Unidas; marca un hito en la historia de los derechos humanos, al reconocer (en la observación General N° 15 sobre el cumplimiento de los artículos 11 y 12, del PIDESC), de manera explícita el acceso

al agua segura como un derecho humano fundamental. El Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CDESC), establece que "el derecho humano al agua es indispensable para llevar una vida en dignidad humana" y que éste es "un pre-requisito para la realización de otros derechos humanos".

La obligación de los gobiernos de respetar el derecho de acceso al agua potable, en el marco de la legislación sobre derechos humanos se encuadra de manera amplia en los principios de respeto, protección y satisfacción de las necesidades humanas. Y es aquí en donde entra la participación activa del hombre que con sus conocimientos pone en práctica la resolución de un problema, utilizando estrategias que no afecten la naturaleza y que beneficien a la sociedad". Estas estrategias deberán:

- a) Estar basadas en leyes y principios de los derechos humanos,
- b) Abarcar todos los aspectos del derecho al agua y las correspondientes obligaciones de los países
- c) Definir objetivos claros,
- d) Fijar las metas y los plazos requeridos y
- e) Formular políticas adecuadas y los correspondientes indicadores.

(INEC-2010). (s.f.). Sistema obsoleto y limitado de tratamiento de agua potable.)

## **2.3 FUNDAMENTO TEORICO A PARTIR DE LAS CATEGORIAS BÁSICAS.**

### **2.3.1 . Fundamento teórico**

En este apartado se revisan las definiciones teóricas que sirven para explicar el objeto de este estudio. Primero se debe tener claro que es una planta de tratamiento y sus usos

### **2.3.2.Plantade tratamiento**

Tratamiento de aguas es el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o las

características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

El tratamiento de las aguas naturales tiene como propósito el eliminar los microorganismos, sustancias químicas, caracteres físicos y radiológicos que sean nocivos para la salud humana

□ La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final.

□ Debido a que las mayores exigencias en lo referente a la calidad del agua se centran en su aplicación para el consumo humano y animal estos se organizan con frecuencia en los tratamientos de potabilización y tratamientos de depuración de aguas residuales, aunque ambos comparten muchas operaciones.

### **2.3.2.1. Plantas Potabilizadoras**

#### **Definición:**

Se denomina estación de tratamiento de agua potable (ETAP) al conjunto de estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano. Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:

- Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo
- Tratamiento integrado para producir el efecto esperado
- Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante).

- Si no se cuenta con un volumen de almacenamiento de agua potabilizada, la capacidad de la planta debe ser mayor que la demanda máxima diaria en el periodo de diseño.
- Además, una planta de tratamiento debe operar continuamente, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta.

#### Funcionamiento de ETAP:

- TOMA DEL RIO. Punto de captación de las aguas; REJA. Impide la penetración de elementos de gran tamaño (ramas, troncos, peces, etc.).
- DESARENADOR. Sedimenta arenas que van suspendidas para evitar dañar las bombas.
- BOMBEO DE BAJA (Bombas también llamadas de baja presión). Toman el agua directamente de un río, lago o embalse, enviando el agua cruda a la cámara de mezcla.
- CAMARA DE MEZCLA. Donde se agrega al agua productos químicos. Los principales son los coagulantes (sulfato de alúmina), alcalinizantes (cal).
- DECANTADOR. El agua llega velozmente a una pileta muy amplia donde se reposa, permitiendo que se depositen las impurezas en el fondo. Para acelerar esta operación, se le agrega al agua coagulante que atrapan las impurezas formando pesados coágulos. El agua sale muy clarificada y junto con la suciedad quedan gran parte de las bacterias que contenía.
- FILTRO. El agua decantada llega hasta un filtro donde pasa a través de sucesivas capas de arena de distinto grosor. Sale prácticamente potable.
- DESINFECCIÓN. Para asegurar aún más la potabilidad del agua, se le agrega cloro que elimina el exceso de bacterias y lo que es muy importante, su desarrollo en el recorrido hasta las viviendas.
- BOMBEO DE ALTA. Toma el agua del depósito de la ciudad.

- DEPÓSITO. Desde donde se distribuye a toda la ciudad.
- CONTROL FINAL. Antes de llegar al consumo, el agua es severamente controlada por químicos expertos, que analizan muestras tomadas en distintos lugares del sistema.

### 2.3.2.1.2 Descripción de las plantas potabilizadoras

Planta especializada donde el agua recibe tratamientos de:

- Coagulación,
- Floculación y
- Sedimentación,

Pre-tratamientos esenciales para muchos sistemas de purificación de agua, especialmente los de filtración.

#### Constitución de la planta de tratamiento

La constitución de la planta dependerá de dos factores:

1. Las características iniciales del agua a tratar (salinidad, turbiedad, dureza, características biológicas, etc.)
2. Las características finales del agua a tratar, es decir, el uso al cual se destine la misma.

Estará conformada por los siguientes elementos:

1. Dosificador de Floculante
2. Decantador de Láminas
3. Equipo de Filtración
4. Bomba de Fangos
5. Dosificador de Cloro
6. Coagulación

#### COAGULACIÓN

Durante la **coagulación** se aglomeran entre sí a los sólidos en suspensión para formar cuerpos de mayor tamaño a fin de que los procesos de filtración física puedan eliminarlos con mayor facilidad. La eliminación de partículas por medio de estos métodos vuelve mucho más eficaces los procesos de filtración. El proceso por lo general continúa con la separación por gravedad (sedimentación o flotación) y luego por la filtración.

Los coagulantes químicos, tales como sales de hierro, sales de aluminio o polímeros, se agregan al agua para volver fácil la adherencia entre las partículas. Los coagulantes funcionan creando una reacción química y eliminando las cargas negativas que causan que las partículas se repelan entre sí.

### FLOCULACIÓN

Después de la coagulación, la mezcla coagulante-agua fuente se agita lentamente en un proceso denominado **floculación**. Este agitado del agua induce a que las partículas choquen entre sí y se aglutinen para formar grumos o “flóculos” que se pueden eliminar más fácilmente.

El proceso requiere el conocimiento químico de las características del agua fuente para asegurarse del uso de una mezcla eficaz de coagulante.

### FILTRADO

La eficacia máxima de la coagulación y floculación se determina además mediante la eficiencia en el proceso de **filtrado** con el cual estén combinados.

### Requisitos del Tratamiento de Potabilización

Para potabilizar el agua, pueden usarse diferentes tecnologías, no obstante ello, todas deben cumplir con los siguientes puntos:

1. Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo,
2. Tratamiento integrado para producir el efecto requerido,
3. Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento sirve para eliminar y/o neutralizar algún tipo de contaminante específico).

En caso que el volumen de almacenamiento de agua potabilizada no sea considerable, se diseña una planta cuya capacidad sea mayor que la demanda máxima diaria. Además, una planta de tratamiento debe operar en forma permanente, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta.

### TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA

**Flotación con aire disuelto:** La flotación con aire disuelto es una forma de tecnología coagulación-floculación que se utiliza como pre-tratamiento. El uso de esta técnica previo a la filtración de agua reduce las obstrucciones que causan problemas de mantenimiento de la filtración corriente abajo.

La flotación con aire disuelto está especialmente indicada para la eliminación de algas, colores no deseados, y partículas más ligeras que se resisten la sedimentación del agua de fuente tratada.

Este proceso no es eficiente con aguas de elevada turbidez ya que las partículas más pesadas, como el limo y la arcilla, no llegan a flotar hasta la superficie con facilidad. La flotación con aire disuelto es una alternativa para la sedimentación. Ésta realiza la tarea de forzar a los grumos del contaminante hacia la superficie en lugar de permitir que se asienten en el fondo.

**Floculación-cloración:** Este método incorpora la coagulación - floculación seguida por la cloración ha sido desarrollado como tecnología especialmente en los países en vías de desarrollo.

El proceso utiliza un paquete pequeño de sulfato ferroso en polvo (un floculante de uso frecuente) e hipoclorito de calcio (un desinfectante de uso frecuente). Un usuario abre el paquete, añade el contenido a una cubeta abierta que contiene aproximadamente 10 litros de agua, agita la mezcla durante 5 minutos, permite que los sólidos se asienten en el fondo, cuela el agua con un paño de algodón y la trasiega a otro recipiente, y espera 20 minutos para que el cloro desinfecte el agua. La combinación de eliminación de partículas y desinfección produce la eliminación de bacterias, virus y protozoos, incluso en aguas con alta turbidez, con suma eficacia. Gracias a esta tecnología, se han reducido significativamente las enfermedades diarreicas en varias regiones. Por otra parte, el proceso de floculación ayuda a eliminar el arsénico; sin embargo, estos sistemas no compiten con los modernos tratamientos centralizados de alta calidad.

**Ablandamiento con cal:** El ablandamiento con cal se utiliza para ablandar el agua, es decir, eliminar las sales minerales de calcio y magnesio. Además se eliminan toxinas perjudiciales como el arsénico y el radón. Las aguas duras son responsables de muchos problemas. Una forma sencilla de reconocerlas es ver que impide que el jabón haga espuma. Por otra parte, estas aguas generan problemas en las tuberías,

calderas y calentadores de agua caliente porque causan incrustaciones (“scale”). Para evitar tales inconvenientes, muchas instalaciones de tratamiento usan el ablandamiento con cal para ablandar aguas duras para el uso del consumidor. Antes de usar el ablandamiento con cal, se debe determinar la química necesaria para el ablandamiento. Ésta es una tarea relativamente fácil para las fuentes de agua subterránea, las cuales permanecen más constantes en su composición. Sin embargo en las aguas superficiales, existen fluctuaciones en la calidad y quizá requieran cambios frecuentes en la mezcla química de ablandamiento.

El tratamiento consiste en agregar al agua cal y algunas veces carbonato de sodio cuando ésta ingresa en un clarificador por contacto de sólidos combinados. Esto eleva el pH (es decir, aumenta la alcalinidad) y provoca la precipitación del carbonato cálcico. Luego el pH del efluente del clarificador se vuelve a reducir, y el agua se filtra entonces a través de un filtro con medios granulares.

Es importante aclarar que este sistema debe ser supervisados por operadores técnicos capacitados (al igual que los anteriores), ya que el método de ablandamiento con cal no es económico en sistemas pequeños.

### **2.3.3. El sistema de captación**

Se entiende por captación el punto o puntos de origen de las aguas para unabastecimiento, así como las obras de diferente naturaleza que deben realizarse para su recogida.

Las captaciones de aguas superficiales pueden ser:

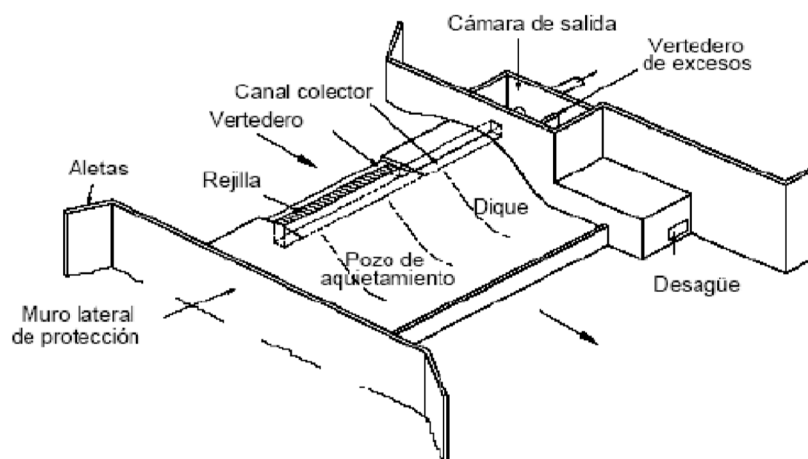
- de agua de lluvia (pluviales)
- de arroyos y ríos
- de lagos o de embalses

#### **2.3.3.1. Captación de aguas superficiales**

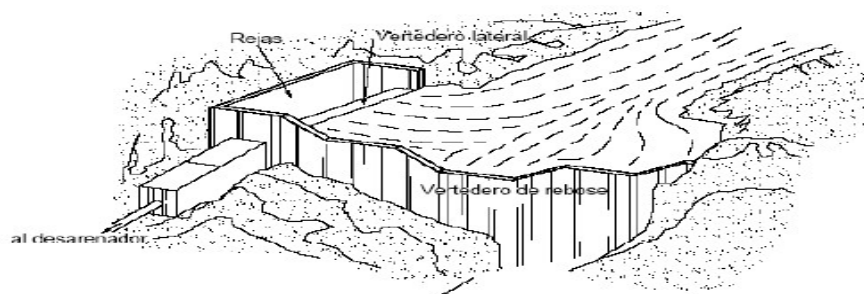
1) La captación del agua de lluvia se realiza desde la cubierta, recogándose en elcanalón, el cual deberá disponer de rejillas adecuadas para evitar que hojas ydemás partículas pasen a las bajantes.



- 2) Un filtro que elimine partículas de mayor tamaño para así evitar que éstas se depositen en el aljibe. Debe disponer de tapa de registro para su limpieza periódica y estar conectado a la red de desagüe.
- 3) Depósito o aljibe para almacenar el agua ya filtrada. Dependiendo de los requerimientos será de un material u otro. Existen modelos compactos que ya incorporan el filtro. Elementos importantes del sistema de captación de agua de lluvia son los sensores de nivel.
- 4) Bomba de impulsión para la distribución del agua por la vivienda, hecha con materiales adecuados para el agua de lluvia, silenciosa y de alta eficiencia.
- 5) Sistema de gestión y control. Este aparato es imprescindible cuando tenemos dos tipos de agua. Nos dará información de la reserva de agua de lluvia existente en el depósito y conmutará con el agua de la red cuando sea necesario.



**GRAFICO2.2. CAPTACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES**



**GRAFICO2.3. CAPTACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES**

### 2.3.3.2. Captación en arroyos, ríos y canales

Las captaciones se realizarán por medio de obras de toma en el cauce o en las márgenes de las corrientes de agua, previo estudio hidrológico que justifique los caudales utilizables en el río o el arroyo.

El estudio hidrológico debe ser completo, comprendiendo la pluviometría, realización de aforos, coeficientes de escorrentía, regulación del río, garantías y cualquier otro estudio que fuera necesario.

Se realizará un estudio completo de las captaciones, de forma que se garantice su explotación en lo que se refiere a máximas avenidas, máximo estiaje, erosión, sedimentación, entarquinamientos, entrada de cuerpos extraños, facilidad de explotación y limpieza, garantía de acceso, desagüe, garantía de suministro de energía eléctrica, etc.

En caso de toma directa de canales, en los que se prevean interrupciones en el suministro para la conservación de los mismos, se tendrán en cuenta los posibles cortes por limpieza.



**GRAFICO 2.4CAPTACIÓN EN ARROYOS, RÍOS Y  
CANALES SUPERFICIALES**

### **2.3.3.2.1. Tipos de tomas**

#### **Toma directa**

El nivel de la corriente es apreciable, basta con hacer un pozo en el margen, dándole entrada por encima del nivel de máximas avenidas, bien mediante una simple tapa, bien por una caseta debidamente protegida por un terraplén periférico.

Es necesario situar una rejilla en el canal o galería de enlace con el río, con el fin de evitar la entrada de cuerpos flotantes.

En el pozo puede ir el tubo de toma con su alcachofa, o el de salida a la conducción por gravedad con llave de paso para el aislamiento en caso necesario.

Una toma directa de agua de un río, debe integrar:

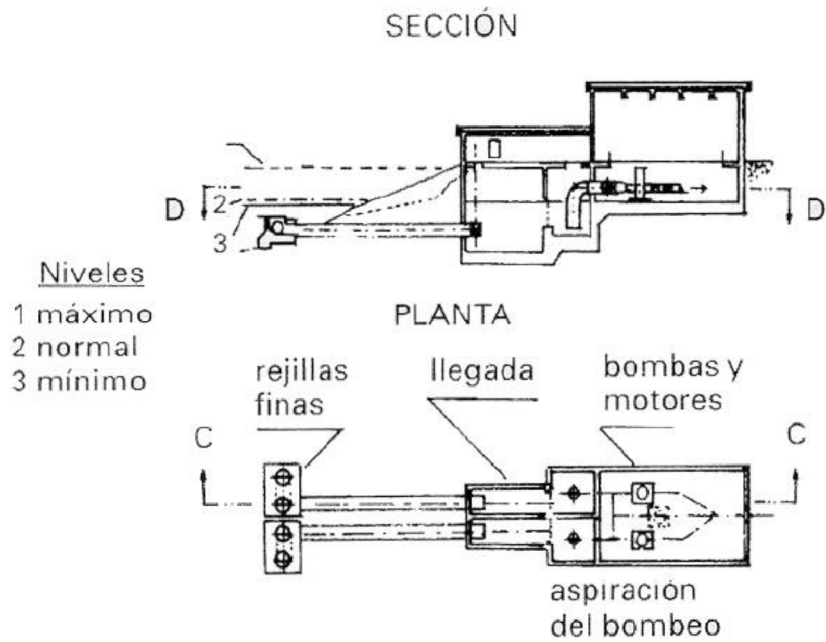
- La abertura de un canal hasta la toma de agua en el río
- Una rejilla (separación libre entre barras de 5 a 10 cm),
- Un tramo de conducción
- Obras de protección y acondicionamiento de la infraestructura en contacto con el río, garantizando la toma en un punto adecuado.



**GRAFICO 2.5 TOMA DIRECTA**

### **Toma sumergida**

En lugar del canal de toma puede adaptarse un sistema constituido por tuberías sumergidas en el fondo del río, protegidas en su entrada por rejillas y dotadas de equipos de des colmatado con aire a presión.

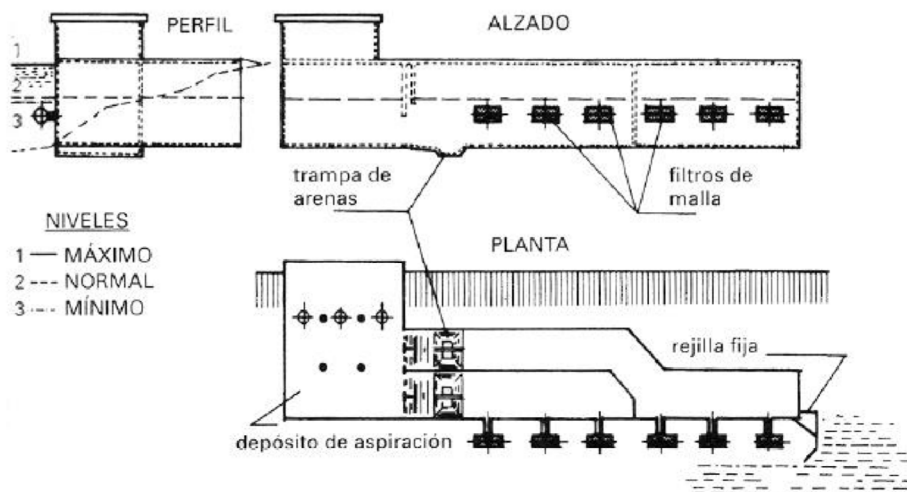


**GRAFICO 2.6 TOMA SUMERGIDA**

**Toma con filtro de malla**

Igualmente pueden utilizarse filtros de malla en la toma, dimensionados para que la velocidad del agua a la entrada sea de  $< 0,1 \text{ m/s}$  y autolimpiables por la corriente del agua.

Los filtros de malla son cilíndricos, con separaciones uniformes que por la limitación de velocidad del agua de entrada garantizan la protección de la faunapiscícola y pequeñas pérdidas de carga.

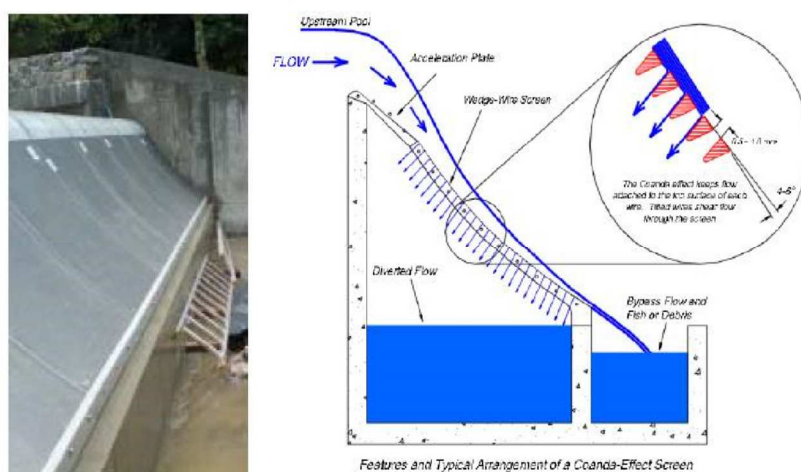


**GRAFICO 2.7. TOMA CON FILTRO DE MALLA**

## Toma con obras transversales al río

1) Toma con rejas: Son recomendables para zonas montañosas, cuando se cuenta con buena cimentación y en el caso de grandes variaciones de caudal en pequeños cursos de agua.

Consisten en un pequeño muro transversal a la corriente, con reja superior de captación que permita el ingreso de las aguas y limite la entrada de los materiales sólidos.



**GRAFICO 2.8 TOMAS TRANSVERSALES**

### 2.3.3.3. Captaciones en lagos y embalses

La toma de aguas en lagos o embalses se realizará mediante el establecimiento de torres de toma o mediante tuberías, a más o menos profundidad, unidas directamente a la impulsión.

Con el fin de realizar la captación con las mayores garantías conviene hacer la toma a suficiente profundidad y lejanía de la orilla o, en su caso, tomar las medidas necesarias para garantizar la calidad del agua a utilizar.

El primer concepto que debe considerarse es el de la garantía, es decir, hay que conocer el agua que se necesita y de la que se dispone, tanto en calidad como en cantidad.

En el caso de los embalses de abastecimiento, el número y capacidad de las tomas de agua dependen esencialmente del volumen embalsado, de la profundidad del embalse y de los caudales a servir.

En caso de que la toma fuese única, sería forzoso colocarla a la máxima profundidad útil de la presa, pero es evidente la conveniencia de multiplicar las tomas y disponer estas a diferentes alturas.

### 2.3.3.3.1. Tipos de tomas en captación en lagos y embalses

#### Tomas directas sumergidas en el fondo

Para embalses, lagos, ríos de llanuras no navegables y relativamente libres de material de arrastre durante todo el año, o bien ríos con navegación pero que por sus características posibiliten la instalación la toma.

En cualquier caso, se debe asegurar un calado que garantice la sumergencia permanente de la captación.

La velocidad de aproximación del agua a la boca de toma debe ser inferior a 0,15m/s para no atraer sólidos y peces.

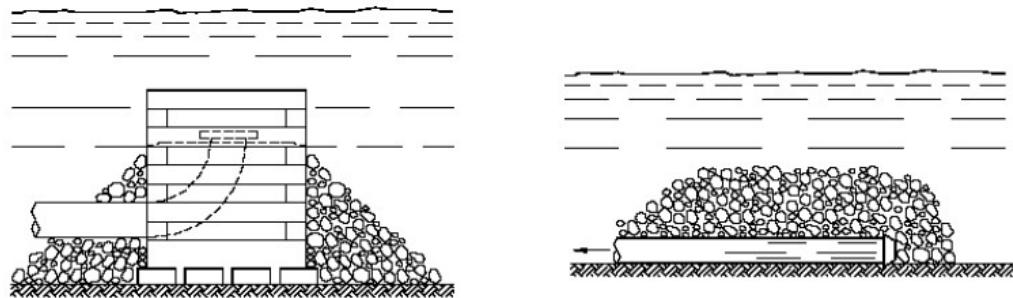


GRAFICO 2.9 TOMAS DIRECTAS SUMERGIDAS EN EL FONDO

#### Plataformas fijas

1) **Muelle de toma**: Para el caso de existir fuertes variaciones de nivel, especialmente si son aprovechables obras ya existentes tales como muelles, puentes, etc. En caso de no existir, pueden construirse muelles de toma. Consiste en una

estructura que, apoyada en el fondo, sirve de soporte a la conducción de toma hasta la orilla, que puede actuar como tubería de aspiración o impulsión, dependiendo de si las bombas son sumergibles o no.



**GRAFICO 2.10. BARRANQUERAS (ARGENTINA)**

2) **Torre de toma**: Para sistemas de abastecimiento de envergadura que capten agua en ríos importantes, lagos o embalses, en los cuales se busque obtener una mejor calidad de agua alejando la toma de la orilla. En general están constituidas por una estructura elevada y cerrada apoyada en el lecho del río, en las que el agua ingresa para ser derivada a la cañería de aducción, aún en época de aguas bajas. Los orificios (que pueden disponerse a diferentes niveles) deben contar con rejas, compuertas y dispositivos de limpieza y accionamiento.



**GRAFICO 2.11. FRANCISCO ABELLÁN (LA PEZA-GRANADA) SUPERFICIALES**

## **Plataformas flotantes**

Esta alternativa permite ejecutar la toma cuando se presentan dificultades como:

- 1) Existencia de grandes fluctuaciones de nivel
- 2) Calidades de agua muy diferentes según el nivel, requiriéndose poder seleccionar la profundidad de captación (por ejemplo, en crecidas)
- 3) Márgenes y/o fondo que no permitan garantizar la seguridad estructural de la obra civil a un coste razonable

(Perez, 2002)



**GRAFICO 2.12. CANAL COLONIZADOR. (EL CHACO-ARGENTINA)**



**GRAFICO 2.13. RIO DULCE. ARGENTINA**



## **2.4 FUNDAMENTO LEGAL**

La Asamblea Nacional, de conformidad con las atribuciones que le confiere la Constitución de la República del Ecuador y la Ley Orgánica de la Función

Legislativa, discutió y aprobó el Proyecto de (LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA.) 31 de julio de 2014

### **2.4.1. La constitución**

El artículo 314 de la Constitución de la República asigna al Estado la responsabilidad de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego para lo cual dispondrá que sus tarifas sean equitativas y establecerá su control y regulación. La misma norma determina que el Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

### **2.4.2. Disposiciones preliminares**

#### **2.4.2.1 Artículo 4.- Principios de la Ley.**

Esta Ley se fundamenta en los siguientes principios:

- a) La integración de todas las aguas, sean estas, superficiales, subterráneas o atmosféricas, en el ciclo hidrológico con los ecosistemas;
- b) El agua, como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad;

- c) El agua, como bien de dominio público, es inalienable, imprescriptible e inembargable;
- d) El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades de las y los ciudadanos y elemento esencial para la soberanía alimentaria; en consecuencia, está prohibido cualquier tipo de propiedad privada sobre el agua; e) El acceso al agua es un derecho humano;
- f) El Estado garantiza el acceso equitativo al agua;
- g) El Estado garantiza la gestión integral, integrada y participativa del agua; y,
- h) La gestión del agua es pública o comunitaria.

## **Capítulo I, definición, infraestructura y clasificación de los recursos hídricos**

### **2.4.2.2 Artículo 10.- Dominio hídrico público.**

El dominio hídrico público está constituido por los siguientes elementos naturales:

- a) Los ríos, lagos, lagunas, humedales, nevados, glaciares y caídas naturales;
- b) El agua subterránea;
- c) Los acuíferos a los efectos de protección y disposición de los recursos hídricos;
- d) Las fuentes de agua, entendiéndose por tales las nacientes de los ríos y de sus afluentes, manantial o naciente natural en el que brota a la superficie el agua subterránea o aquella que se recoge en su inicio de la escorrentía;
- e) Los álveos o cauces naturales de una corriente continua o discontinua que son los terrenos cubiertos por las aguas en las máximas crecidas ordinarias;
- f) Los lechos y subsuelos de los ríos, lagos, lagunas y embalses superficiales en cauces naturales;
- g) Las riberas que son las fajas naturales de los cauces situadas por encima del nivel de aguas bajas;
- h) La conformación geomorfológica de las cuencas hidrográficas, y de sus desembocaduras;
- i) Los humedales marinos costeros y aguas costeras; y,
- j) Las aguas procedentes de la desalinización de agua de mar.

Las obras o infraestructura hidráulica de titularidad pública y sus zonas de protección hidráulica se consideran parte integrante del dominio hídrico público.

#### **2.4.2.3 Artículo 11: Infraestructura hidráulica.**

Se consideran obras o infraestructura hidráulica las destinadas a la captación, extracción, almacenamiento, regulación, conducción, control y aprovechamiento de las aguas así como al saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aguas aprovechadas y las que tengan como objeto la recarga artificial de acuíferos, la actuación sobre cauces, corrección del régimen de corrientes, protección frente a avenidas o crecientes, tales como presas, embalses, canales, conducciones, depósitos de abastecimiento a poblaciones, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de calidad así como todas las obras y equipamientos necesarios para la protección del dominio hídrico público. Las obras o infraestructura hidráulica podrán ser de titularidad pública, privada o comunitaria, según quien las haya construido y financiado, aunque su uso es de interés público y se rigen por esta Ley. En caso de estado de excepción o declaratoria de emergencia, en el cual el Estado requiera del agua para garantizar su provisión, a la población afectada, la administración, mantenimiento y uso de toda infraestructura hidráulica podrá ser realizada por el Estado, con independencia de su titularidad.

### **2.5 HIPOTESIS**

Con un sistema de captación adecuado el tratamiento de agua será más frecuente, eficaz y satisfactorio.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

- **Método histórico.-** conocer los antecedentes de las crecidas del río Chone y así mismo investigar el proceso de acumulación de sedimentos en las orillas del afluente antes mencionado.
- **Método sintético.-** nos permitirá reunir toda la información obtenida para llegar a una hipótesis concreta de lo que está ocurriendo en la captación de agua cruda en la planta de tratamiento de la ciudad de Chone.
- **Método analítico.-** en este método se unirán los anteriores dando lugar al análisis profundo para una posible solución en el sistema de captación

#### 3.1.1. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

- **Encuestas.-** Para analizar la frecuencia de dotación de agua potable.
- **Antecedentes de los niveles del agua.-** Recopilar información del comportamiento del río Chone.

Para la elaboración de esta investigación se aplicaron conocimientos en:

-**Ingeniería Hidráulica.-** Permitirá conocer los caudales de absorción de agua cruda.

-**Ingeniería Hidrológica.-** Determinará las posibles causas que provocan sedimentación.

-**ingeniería sanitaria.-** Colaborará directamente en la dotación de agua potable. -

**Ingeniería en obras civiles generales.-** Permitirá conocer las técnicas de construcción que sean necesarias para optimizar el proyecto.

### 3.2. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

#### **Problema:**

“Alternativas de captación de agua cruda del Rio Chone, para la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chone, provincia de Manabí.”

#### **Variables**

**Variable independiente.-** La planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chone.

**Variable Dependiente.-** El sistema de captación de la planta de tratamiento de agua potable en la ciudad de Chone.

### 3.3. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

#### **3.3.1. Planta existente, situación actual en la ciudad de Chone.**

La planta potabilizadora de Chone está ubicada dentro de la ciudad de Chone, en el margen izquierdo del río Chone. La planta potabilizadora es del tipo patentada *o paquete*. La Planta fue construida por la compañía Degremont, a finales de los años 60 y opera desde 1969 (ACOLIT CIA. LTDA.); un segundo módulo en paralelo fue construido en los años 1980, con el clarificador en hormigón a diferencia del inicial en acero.

La planta consta de las siguientes unidades de tratamiento:

1. Desarenador o Pre-sedimentación  
Un desarenador horizontal
2. Decantadores  
Dos decantadores: uno circular de acero y el otro rectangular de hormigón
3. Filtración  
Dos sets de tres filtros cerrados cada uno, de estructura metálica

4. Desinfección: Con cloro gas
5. Almacenamiento: Cuatro cisternas: dos a nivel del suelo y dos elevadas; una localizada en planta y otra fuera de la planta.

El agua cruda captada es conducida a presión mediante dos sistemas de bombeo, con un caudal total de 120 l/s, de los cuales 60 l/s son enviados hacia un clarificador metálico de tipo Pulsador, que es el más antiguo de los dos clarificadores existentes y los restantes 60 l/s son conducidos al segundo clarificador construido en hormigón armado.

El primer clarificador, de planta circular, tiene 10,00 m de diámetro, en cuyo centro se encuentra la campana de vacío de 1,50 m de diámetro, por lo que el área efectiva es de 76,8 m<sup>2</sup>, de manera que la tasa teórica de funcionamiento de este clarificador sería de 68,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d. Actualmente el sistema no funciona por cuanto ya no existe la bomba de vacío, así como la válvula automática de admisión de aire, los sensores de nivel para el accionamiento de dicha válvula, así como tampoco existe la válvula manual de regulación de flujo de aire. La purga de lodos es todavía posible efectuar en forma manual. El sistema de distribución de agua cruda es por el fondo a través de tuberías perforadas y la extracción de agua clarificada es por la parte superior también mediante tuberías perforadas.

El segundo clarificador ha sido construido en hormigón armado con una planta rectangular de 8,50 m por 8,35 m y cuenta con una campana de vacío de 1,20 por 1,30 m medida interiormente y 1,60 por 1,70 m medidos exteriormente, de manera que el área neta del clarificador sería de 68,25 m<sup>2</sup> y la tasa teórica de funcionamiento sería 77,4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d. Este clarificador, igual que el anterior, tampoco trabaja, por los mismos motivos, es decir, ya no cuenta con la bomba de vacío, ni la válvula automática de admisión de aire, sensores de nivel, ni la válvula manual de regulación. El sistema de entrada de agua cruda es similar al del otro clarificador y la extracción de agua clarificada se hace mediante canaletas en la parte superior. La extracción de lodos se hace en forma manual.

A más de los problemas descritos para los clarificadores, debe añadirse que el proceso de coagulación es prácticamente inexistente a pesar de las grandes cantidades de coagulante que se ocupan. Al momento se están utilizando dos clases de coagulantes en forma alternativa: sulfato de aluminio tipo 1 y policloruro de aluminio, ambos en forma granular, siendo el más empleado el primero de los nombrados.

Los tanques de preparación de la solución, de forma cilíndrica, de unos 2000 litros de capacidad, se encuentran mal ubicados pues se hallan colocados sobre el clarificador para permitir la descarga de la solución por gravedad, lo que obliga a que los operadores suban, unos 6 m de altura, con los sacos de coagulante al hombro por una estrecha escalera, con escasa protección, lo que ha causado numerosos accidentes, supuestamente estos tanques fueron acondicionados en forma provisional hace más de 18 años y actualmente incluso carecen del agitador respectivo puesto que los existentes se encuentran fuera de funcionamiento.

Anteriormente se indicó que el proceso de coagulación es prácticamente inexistente, y esto se debe a que a más de que el sistema de preparación de la solución es inadecuado, la cantidad de coagulante se pone al ojo, sin ningún criterio, mientras que el agua de dilución ingresa en forma permanente sin ningún control y la descarga de la solución se hace de la misma manera hasta el punto de aplicación en la tubería de ingreso de agua cruda. Este precario sistema hace que la eficiencia de coagulación sea muy baja a pesar de las enormes cantidades de coagulante que se usan, que según información de los operadores en invierno llegan a más de 10 sacos de 50 kg diarios, lo que representa dosis superiores a 82 mg/l (en promedio, dado que la forma de aplicación debe generar una enorme variación entre el momento que sigue al inicio de la preparación de la solución y al final previo a la siguiente recarga).

El agua de los decantadores es conducida a dos sets de tres filtros horizontales, cerrados y de estructura metálica, conteniendo arena prelavada como material filtrante. Cada filtro tiene un diámetro de 2,50 m y una longitud de 5,00 m. El falso fondo está constituido por una placa metálica ubicada 0,50 m más abajo del eje longitudinal, el cual está provisto de boquillas plásticas del tipo de cola larga, apropiadas para lavado con aire y agua, separadas entre sí 0,19 m de centro a centro. Debido a su ubicación más abajo del eje, el falso fondo tiene un ancho de 2,29 m,

de manera que el área filtrante por unidad es de  $11,45 \text{ m}^3$ , con lo cual la tasa de filtración sería  $153,7 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ , que está dentro de los límites para este tipo de filtros, aunque es un poco más alta de lo que se recomienda para filtros de arena sola, que es el caso de estos filtros. Como capa de soporte existe una capa de grava fina sobre la cual va una capa de arena gruesa relativamente uniforme. El espesor de la capa de arena difiere según los diferentes operadores de la planta. Estos filtros se lavan con aire y agua, siendo el procedimiento utilizado el de aplicar primero aire y agua simultáneamente, con el caudal de agua restringido por la apertura parcial de la válvula de ingreso de agua de lavado, y luego solo agua con la válvula completamente abierta de manera que el caudal de lavado depende de la capacidad de la bomba. No existe sistema de medición de los caudales de lavado de manera que se desconocen las velocidades de lavado, lo cual es crítico, especialmente para la fase de uso simultáneo de aire y agua donde se requieren velocidades bajas para evitar pérdida del manto.

El agua filtrada pasa a los tanques de reserva. La desinfección del agua se hace por inyección de cloro gas en el interior de los dos tanques de reserva ubicados a nivel del suelo, cuya capacidad es de  $1100 \text{ m}^3$  cada uno, construidos en hormigón. La desinfección también se realiza en forma totalmente precaria pues el sistema de dosificación de cloro ya no existe y se ha conectado directamente la línea de cloro a presión que sale del cilindro a una línea de agua impulsada por una bomba, de manera que no hay forma de controlar la cantidad de cloro que se inyecta y esta depende de la presión en el cilindro. Esta forma de dosificación provoca además el riesgo de que la presión generada por la bomba sea superior a la del cilindro y el agua ingrese a éste, además, cuando la presión en el cilindro es alta, hay tendencia a que parte del cloro vaya hacia la bomba, lo que provoca que el impulsor de la bomba se destruya rápidamente, como en efecto los operadores confirmaron que así ocurre. Los cilindros de cloro utilizados son los de  $900 \text{ kg}$ , existiendo un lugar de almacenaje donde se tienen 4 cilindros en total. Para el manejo de los cilindros se dispone de un teclé que se opera manualmente.

Debido a las pésimas condiciones en que se encuentra la planta de tratamiento, donde prácticamente no existen los procesos de coagulación y floculación (la cual en este tipo de plantas se realiza en el clarificador), y donde los procedimientos de



dosificación de químicos son totalmente inadecuados y arbitrarios, la eficiencia del tratamiento es muy pobre, lo que se puede apreciar con los datos de calidad del agua tratada, la cual, si bien en verano presenta valores de turbiedad inferiores a los de la Norma nacional, han llegado a alcanzar valores cercanos al límite, como por ejemplo el 3 de octubre de 2007 cuando se obtuvo una turbiedad residual de 4,0 UNT en la planta N° 2, ligeramente menor que el valor de 5,0 UNT que establece la Norma el cual debe entenderse como un máximo admisible en lugares donde, por cuestiones de ubicación geográfica o imposibilidad de contar con mano de obra calificada, no se puede garantizar agua con los máximos estándares como establecen las normas internacionales, que en el caso de la turbiedad señalan un máximo de 1,0 UNT, e inclusive en países desarrollados se exigen valores tan bajos como 0,5 UNT. Durante la época invernal la cosa es totalmente distinta y aquí se hace evidente la baja eficiencia del proceso, pudiendo encontrarse valores de turbiedad tan altos como 68 y 65 UNT en la planta N°1 (el 28 de enero y el 10 de febrero de 2008, respectivamente) y 77 y 52 UNT en la planta N°2 (el 5 y el 27 de marzo de 2008, respectivamente).

El sistema utilizado, que es la tecnología de manto de lodos con clarificadores Pulsator, si bien es adecuada para aguas con alta turbiedad, no es muy recomendable para nuestro medio debido a que generalmente los recursos económicos disponibles son escasos para darles un adecuado mantenimiento y a la falta de personal calificado para garantizar la correcta operación, adicionalmente, se ha determinado que durante 6 a 7 meses al año se tiene agua con valores muy bajos de color y turbiedad los cuales son apropiados para el uso de la tecnología de filtración directa que requiere de muy bajas dosis de coagulante, la cual no se puede emplear con este tipo de unidades que requieren que el proceso completo funcione todo el tiempo. Sin embargo, debido a que en este caso la mayor parte de las estructuras ya existen, lo más económico parece rehabilitar el sistema existente dotándole de los elementos que han quedado fuera de servicio o han desaparecido.

En conclusión, la planta potabilizadora de Chone está funcionando en forma muy inadecuada y requiere de numerosos correctivos, los cuales se detallan en el siguiente capítulo.

De acuerdo con la capacidad de la fuente se puede explotar un caudal de 180 l/s (Q95), por lo que es posible plantear la implementación de un módulo adicional de tratamiento de 60 l/s de tipo convencional.

### **3.4. Planta de tratamiento convencional**

La ciudad de Chone cuenta actualmente con dos plantas de tratamiento de agua potable que se alimentan con agua procedente del río Chone, las mismas que requieren urgentes labores de rehabilitación. Las dos plantas son de tecnología patentada y cada una tiene capacidad para procesar aproximadamente 60 l/s. De acuerdo con el informe hidrológico el río Chone tiene un caudal disponible 95% probable de 196 l/s, de manera que dejando aproximadamente el 10 % como caudal ecológico, se dispone de un caudal utilizable de unos 180 l/s, el que de acuerdo a las proyecciones demográficas y de consumo efectuadas durante el estudio cubriría la demanda hasta el año 2018. Teniendo en cuenta que en la actualidad (año 2008) se tiene una demanda de 121 l/s, la capacidad de las plantas actuales apenas alcanzaría para cubrir la demanda actual, siendo inclusive algo deficitarias debido a que parte de la producción se utiliza para el funcionamiento de las propias plantas como ocurre con el agua empleada en el lavado de filtros y otras unidades.

Por lo indicado, se considera que una solución emergente consiste en la construcción de una planta de tratamiento convencional con capacidad para tratar los 60 l/s disponibles.



### 3.4.1. Calidad del agua

Como se dijo anteriormente, la fuente superficial de abastecimiento de agua cruda para la planta potabilizadora de Chone es el río Chone; según el Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS), publicado en el Registro Oficial del 31 de marzo del 2003 (Anexo N°1), la calidad del agua cruda cumple con la norma establecida para ser una fuente de agua a tratar por métodos convencionales. El análisis de los registros diarios llevados en la planta de tratamiento entre el 1 de octubre de 2007 y 31 de marzo de 2008 demuestran que el color y la turbiedad del agua cruda que ingresa a la planta varían en forma notable entre la época seca y la época lluviosa. En efecto desde el 1 de octubre hasta el 31 de diciembre, donde se tuvo una época seca, se encuentra que la máxima turbiedad registrada fue de 5,5 UNT y la mínima turbiedad 1,8 UNT, debiendo notarse que casi siempre la turbiedad se conservó por debajo de las 5 UNT, que es el máximo permisible para agua potable o de consumo humano, según la norma nacional de calidad del agua potable, NTE-INEN 1108, 2005, publicada en Registro Oficial N° 108, del 21 de septiembre del 2005 (Anexo N°3); por su parte el color se mantuvo entre 4,0 y 1,0 UC; en cambio desde el 1 de enero al 31 de marzo, en que se presentó la época lluviosa, la turbiedad alcanzó un máximo de 820 UNT (el 7 de marzo de 2008), y se registraron varios valores de turbiedades superiores a las 300 UNT, aunque hay que considerar que el invierno del 2008 fue considerado, por el INAMHI, uno de los más extremos de los últimos años; en cuanto al color, este parámetro no se ha determinado en este periodo. Según información del Dr. John Farfán, jefe del laboratorio de la Planta de Chone, en invierno las turbiedades alcanzadas por el agua cruda que ingresa a la planta son del orden de 500-1500 -3000 UNT y bajo estos rangos, la planta debe dejar de operar debido al alto consumo de químicos y el frecuente lavado de las unidades de filtración (cada hora).

En relación con otros parámetros que caracterizan la calidad del agua hay que indicar que el agua cruda tiene un pH neutro, ligeramente alcalino, con un valor ligeramente más alto durante la época seca. La alcalinidad varía de moderada a alta, con los valores más bajos en la época lluviosa donde ha llegado a un mínimo de 68 mg/l

mientras que en verano los valores superan los 150 mg/l habiendo llegado a 204 mg/l el 31 de octubre de 2007.

### **3.4.2 Línea de tratamiento**

De acuerdo con la información suministrada por el Dr. John Farfán, durante 8 a 9 meses al año se tienen valores bajos de turbiedad y por lo menos un 50% del tiempo esta se mantiene por debajo de las 25 UNT, de manera que durante este tiempo podría tratarse esta agua mediante la tecnología de filtración directa descendente, mientras que el resto del tiempo podría ser tratada mediante la tecnología de tratamiento completo.

En consecuencia, los diseños que se realizan a continuación corresponden a una planta de tratamiento completa, con las facilidades respectivas para poder trabajar con la tecnología de filtración directa cuando la calidad del agua cruda lo permita.

Por lo indicado, el proceso de tratamiento constará de:

- a) Mezcla rápida, con un gradiente de velocidad elevado para trabajar con coagulación por adsorción neutralización apropiada para la filtración directa, y que permita utilizar coagulación por barrido para el tratamiento completo.
- b) Floculación
- c) Sedimentación de alta tasa
- d) Filtración de tasa declinante y lavado mutuo.
- e) Tanque de contacto

### **3.4.3 Pruebas de tratabilidad**

Se han efectuado dos pruebas de tratabilidad, las cuales lastimosamente corresponden a muestras tomadas durante la época seca, de manera que ambas presentan valores bajos de turbiedad aunque el valor de color es moderadamente elevado.

Las pruebas se efectuaron con una mezcla rápida a 100 rpm durante un minuto, seguidas de 3 minutos con una agitación a 70 rpm, 5 minutos a 40 rpm y 5 minutos

a 20 rpm. El tiempo de sedimentación para la determinación de la turbiedad y color residuales fue de 15 minutos.

En los siguientes cuadros se presenta un resumen de los resultados:

Muestra 1

PH: 7,52

Turbiedad: 5,79 UNT

Color: 22 UC

## **CAPITULO IV**

### **DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

#### **4.1. Descripción de los resultados Posibles**

##### **Alternativas de Captación:**

Con la información obtenida mediante este estudio, cabe recalcar que en estos momentos el dren que se construyó para satisfacer la demanda de agua cruda para el tratamiento de agua potable tuvo problemas de sedimentación muy graves, y se colapsó sin cumplir la función para el cual fue diseñado.

Al momento de hacer el mantenimiento del Dren se intentó hacer un retro lavado para limpiar de alguna manera el lodo acumulado en la recamara, pero todo fue en vano, así mismo se realizó el desazolve del margen izquierdo del rio, pero al pasar los días volvió a sedimentarse con rapidez.

Teniendo en cuenta los antecedentes se ha dado importancia a buscar una posible solución al problema que causa la sedimentación en esta zona del rio.

Empezamos en estudiar directamente las diferentes opciones de los sistemas de captación que existen en el medio y así llegar a determinar una posible solución al sistema.

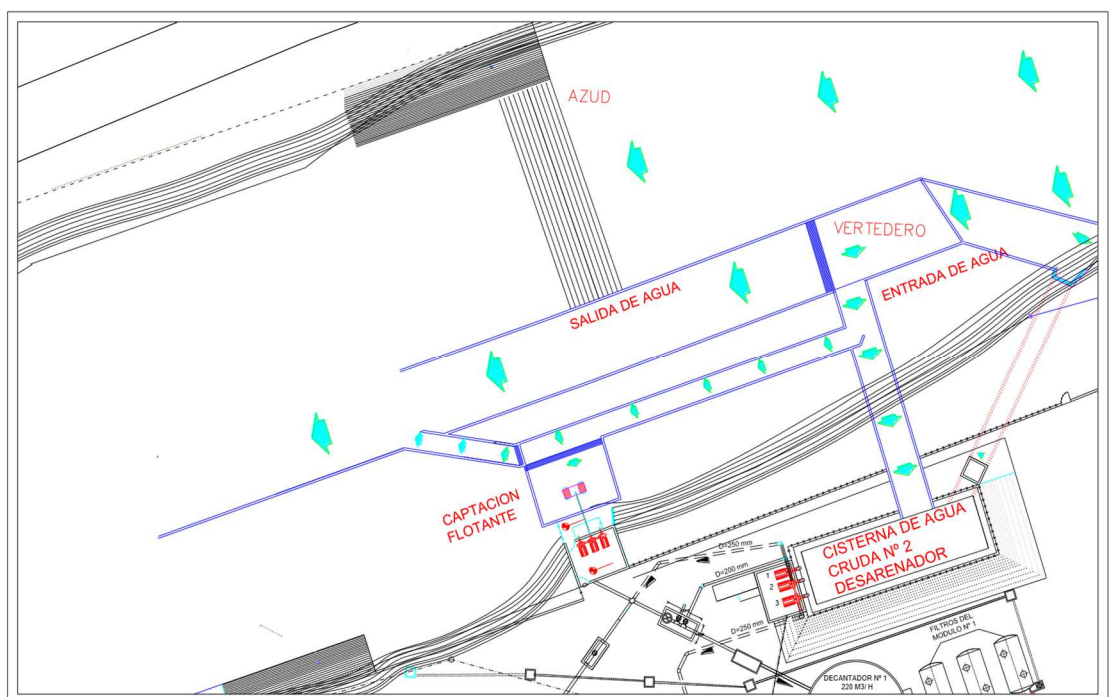
##### **Opción N°1**

4.1.1. Obra de Captación de toma transversal al rio.

Este tipo de sistema de captación es muy utilizado en los ríos donde ocurren crecidas variables y que acarrear una diversidad de órganos extraños (palizadas, etc.), así como las que tenemos en la zona de estudio.

Las captaciones transversales al río son muy costosas por su trabajabilidad y el contingente económico que tiene, es por tal motivo que no se ha realizado en la planta de tratamiento de la ciudad de Chone, pero es la mejor opción con la que se contaría de ser el caso.

A continuación se detalla el diseño implementado en el área de captación de la planta de tratamiento de la ciudad de Chone.



**GRAFICO 4.1. IMPLANTACIÓN DE OBRA TRASVERSAL- VERTEDERO**

## **Opción N° 2**

### **4.1.2 Cambio de lugar de la toma**

En esta opción se da a conocer un posible cambio del lugar de la toma varios metros aguas arriba, donde se encuentra una curvatura apropiada para la captación del agua. Tomando en cuenta que para esta obra se debe instalar tuberías desde la orilla del río hasta el desarenador y construir otra estación de bombeo o cambiar las bombas con una potencia superior para la debida absorción del agua.

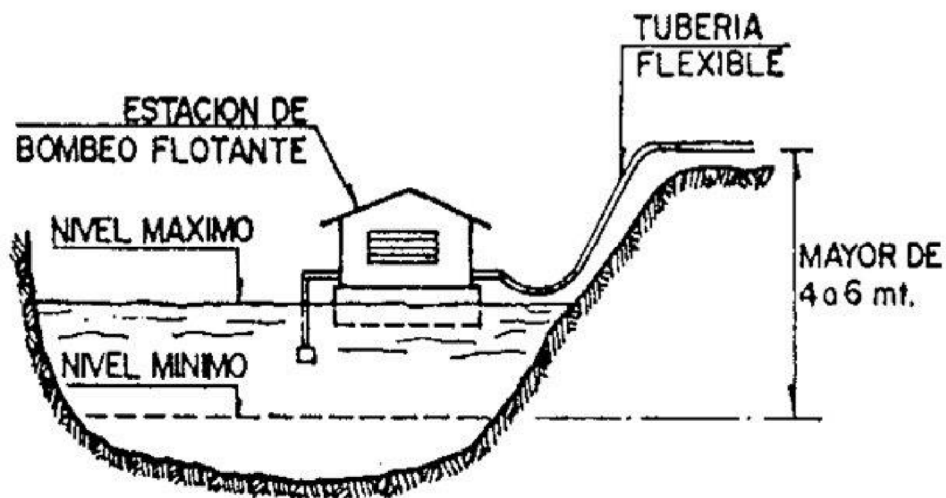


**GRAFICO 4.2. IMAGEN SATELITAL DE LA ZONA DE ESTUDIO**

### **Opción N°3**

#### **4.1.3 Captación Flotante.**

Las Captaciones flotantes se requieren cuando el nivel del agua de los ríos es variable, es por este motivo que se pensó en esta opción porque al no poseer agua suficiente por estar azolvado casi siempre, era necesario tener en cuenta que la estación flotante podría estar ubicada en el margen derecho del rio constituida por una toma de torre que contaría con sensores que cruzan de lado a lado soportando las o la manguera de succión y esta llevaría el agua hacia la estación de bombeo o directamente a la zona de tratamiento.



Observemos la figura --- donde se explica la manera como funcionaria la toma.

#### **GRAFICO 4.3. CAPTACIÓN FLOTANTE.**

#### **4.2 Análisis de la propuesta.**

Una vez analizadas las diferentes opciones propuestas, considero como la más adecuada y técnicamente funcionable la opción N°1, porque brinda seguridad, regulación de caudal y principalmente flujo de líquido crudo frecuente para la planta de tratamiento de agua potable, teniendo en cuenta que el río Chone es el afluente elegido para abastecer de agua cruda y con un caudal de más de 190 l/seg, siendo este el caudal requerido para la capacidad de los módulos de tratamiento de agua potable, los cuales tienen aproximadamente 60 l/seg de capacidad de tratamiento.

##### **4.2.1 Funcionamiento de la toma transversal.**

En el gráfico 4.4 de los anexos, se observa como ingresa el agua a la cisterna que funciona como desarenador y a la vez como captación, a través de un canales abiertos donde el agua cruda realiza su recorrido, para obtener el líquido crudo pero limpio sin objetos extraños debido a que posee unas barras metálicas que están ubicadas en la boca de entrada y que no permiten el ingreso de los mismos hacia las zonas de bombeo.

También cuenta con otro canal adherido al canal principal de entrada, éste lleva el agua a la estación de bombeo que está ubicada unos metros aguas abajo de la cisterna enunciada, y está constituida por otra cloaca más profunda que cumple la función de estación de bombeo estática en invierno y de estación flotante en verano, así se muestra en la figura n°4.1.

También está conformada con un dique formando un azud que eleva el nivel de agua del río permitiendo a la planta de tratamiento funcione normalmente, porque cuenta con reguladores de nivel ó válvulas de compuertas que controla el paso del agua de tal manera regule el suministro del líquido tanto en invierno como en verano.

Elementos que integran la toma transversal:

- Azud.
- Vertedero.
- Entrada de agua hacia la cisterna



- Entrada de agua hacia la captación n° 2 y flotante.
- Salida de agua directa por el vertedero.
  
- Barras metálicas.
  
- Obras complementarias.
  
- Protección con muros (gaviones u hormigón simple).
  
- Compuertas de control de paso de agua. Etc.

En los anexos se encuentra el detalle específico de las partes que componen la toma transversal

#### **GRAFICO 4.4. DISEÑO DE PROPUESTA.**

##### **DISPONIBLE EN LOS ANEXOS**

Las opciones N°2 y N°3, aunque sean más económicas, no brindan el caudal deseado ni la frecuencia necesaria, porque al ser analizadas se encontraron factores importantes tales como:

Opción N°2.- Al realizar el cambio de captación y realizar las obras complementarias para que funcione como se requiere, la sedimentación probablemente ocasione el mismo problema que se tiene en la captación principal.

Opción N°3.- Se aconseja tener esta opción necesariamente cuando se realicen mantenimientos a las captaciones existentes, porque son más económicas y fáciles de maniobrar y así no disminuye la producción del líquido vital, indispensable para la vida y el desarrollo de los ciudadanos del cantón Chone.

## **CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **5.1. Conclusiones.**

Una vez realizado el estudio del presente proyecto, se tiene información necesaria y suficiente que permita llegar a las siguientes conclusiones:

- El río Chone, es la fuente de agua cruda de la planta de tratamiento, ya que suministra el caudal deseado.
- La sedimentación ataca directamente a las tomas de entrada de la planta de manera frecuente y abundante, siendo el principal problema para este tipo de sistemas de captación.
- El azud que se construye cada verano para elevar el nivel del agua del río en la captación existente permite la acumulación exagerada de sedimentos. □ La accesibilidad para mantenimientos es regular y casi escasa.
- El crecimiento poblacional aguas arriba de la planta de tratamiento conlleva a la descarga de desechos comunes y orgánicos, que dificultan el tratamiento del agua.

## 5.2 Recomendaciones.

- Para que sea una captación frecuente es necesario implementar obras laterales que permitan obtener el agua de tal manera que no interrumpa el curso del río.
- Considerar la alternativa elegida, siempre y cuando las instituciones relacionadas directamente con el suministro de agua potable tengan la capacidad económica y personal técnico para lograr la ejecución de este proyecto.
- Involucrar a los ciudadanos en el cuidado y conservación del río y sus afluentes para hacer más económico el tratamiento de agua.
- La construcción se debe realizar por personal altamente calificado y cumpliendo las normativas existentes.
- Es importante que se realice el mantenimiento periódico de los azolves para que la obra funcione y preste los servicios para cual fue diseñado.



**GRAFICO 5.1 AGUAS ARRIBA DE ESTACION DE BOMBEO**



**GRAFICO 5.2 ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS**

**ACTUALMENTE,**



**GRAFICO 5.3 DESARENADOR-ESTACIÓN DE BOMBEO-CAPTACIÓN.  
Originales del lugar de estudio**



**GRAFICO 5.4 AZUD CONSTRUIDO.  
Originales del lugar de estudio**



**GRAFICO 5.5 AZUD EN VERANO**

**Originales del lugar de estudio**



**GRAFICO 5.6 NIVEL BAJO LLENO DE SEDIMENTOS**

**Originales del lugar de estudio**



**GRAFICO 5.7 LIMPIEZA DE ESTACION DE BOMBEO**

**Originales del lugar de estudio**



**GRAFICO 5.8 LIMPIEZA DE INGRESO DE DESARENADOR**

**Originales del lugar de estudio**

## BIBLIOGRAFÍA

- (Ballén J., 2. (2006). aprovechamiento del agua . VI SEREA - Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Água, (p. 8).
- (Ballén, 2. (n.d.). In 2. (Ballén, *aprovechamiento del agua*. (n.d.).
- (BRIONES HIDROVO ANDREI CARLOS. 2012. *Universidad técnica de Manabí*). (ForumforDrinkingWaterSupply&Sanitation.). (n.d.). *sistemas de aprovechamiento de lluvia*.
- (Francisco Pérez 2002- Abastecimientos de agua, Universidad Politécnica de Cartagena). (2002). *Abastecimiento de Agua*. CARTAGENA- COLOMBIA: Universidad Politécnica de Cartagena.
- (INEC-2010). (n.d.). *Sistema obsoleto y limitado de tratamiento de agua potable*. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2000.). (2000).
- 2012, B. H. (2012). (BRIONES HIDROVO ANDREI CARLOS. 2012. *Universidad técnica de Manabí*).
- Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CDESC). (2002). INAMHI. (n.d.). *REGISTROS DE SEDIMENTOS*. (n.d.). INEC-2010). (s.f.). *Sistema obsoleto y limitado de tratamiento de agua potable*.
- Jose Alejandro Ballen Saurez, M. A. (2006). *historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia*.
- LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA..OBTENIDO DE <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>
- Manabí), (. H. (n.d.). Fuentes alternativas de agua para el consumo humano.
- Mcgraw-Hill), W. e. (2004). *Tchobanoglous G*. Boston.: 4ta edición. Perez, F. (2002). *Seguridad estructural*.
- VI SEREA - Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Água. (n.d.)., (p. 8).
- Chone, M. T. (n.d.).*Evaluacion y diseño de las mejoras de rapido impacto para los sistemas existentes de agua potable de la ciudad de chone*