

REPÚBLICA DEL ECUADOR



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TEMA:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO PARA LAS COMUNIDADES DE ALLISHUNGO Y CENTRO POBLADO EN LA PARROQUIA TENIENTE HUGO ORTIZ, PROVINCIA DE PASTAZA”.

Tesis previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental

AUTOR: MARCO WILFRIDO HERRERA
VÁSQUEZ

TUTOR: Masabanda Caisaguano, Marco Vinicio

Pastaza-Ecuador

Diciembre, 2012

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Informe de Investigación sobre el tema:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO PARA LAS COMUNIDADES DE ALLISHUNGO Y CENTRO POBLADO DE LA PARROQUIA TENIENTE HUGO ORTÍZ, PROVINCIA DE PASTAZA” del Autor Herrera Vásquez Marco Wilfrido estudiante de la Escuela de Ingeniería Ambiental, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por la Junta Universitaria, conformándolo el Ing. Ricardo Abril en calidad de Presidente del Tribunal, Dra. Angélica Tasambay y Dra. Magdalena Barreno en calidad de Miembros.

Puyo, Diciembre 2012

.....

Msc. Ing. Marco Masabanda

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO PARA LAS COMUNIDADES DE ALLISHUNGO Y CENTRO POBLADO DE LA PARROQUIA TENIENTE HUGO ORTÍZ, PROVINCIA DE PASTAZA”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Puyo, Diciembre 2012

.....

Marco Herrera

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación, sobre el tema:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO PARA LAS COMUNIDADES DE ALLISHUNGO Y CENTRO POBLADO DE LA PARROQUIA TENIENTE HUGO ORTÍZ, PROVINCIA DE PASTAZA”, de nombres y apellidos Marco Wilfrido Herrera Vásquez, estudiante de la escuela de ingeniería Ambiental.

Puyo, Diciembre 2012

Para constancia firman

.....
Ing. Ricardo Abril
PRESIDENTE

.....
Dra. Angélica Tasambay
MIEMBRO

.....
Dra. Magdalena Barreno
MIEMBRO

DERECHOS DEL AUTOR

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Tesis, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta tesis, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Puyo, diciembre 2012

.....

Marco Wilfrido Herrera Vásquez

DEDICATORIA

Esta tesis dedico en primera instancia a Dios quien me dio la vida, la fortaleza, la sabiduría y conocimiento, porque fue Él quien guio cada uno de mis pasos, que sin El nada sería posible porque siempre ha estado a mi lado es los momentos más agraciados y también complejos de mi vida, GRACIAS MI DIOS.

A mi madre que hizo todo lo posible para que pueda superarme, le agradezco de todo corazón haberme apoyado y ser mi inspiración para cada uno de mis logros, porque nunca perdió la confianza en mí, y supo enseñarme que las cosas se obtienen con esfuerzo, dedicación, responsabilidad y sobre todo con mucha humildad. A ti madre que eres la heroína de mi vida te entrego el resultado de tu lucha incansable, gracias por creer en mí, TE ADORO.

A mi padre que aunque no estuvo presente en muchos momentos de mi vida me ha apoyado con sus sabios consejos, gracias PADRE.

A mis hermanas Yajaira y Johana y a mi hermano Franklin, que de una u otra manera siempre me apoyaron y me incentivaron para que siguiera adelante y culmine mi carrera, gracias por brindarme su amor y fortaleza, son los mejores hermanos que Dios me ha bendecido, todos ustedes son la razón que me impulsan a seguir adelante.

A una de las más grandes personas que Dios ha puesto en mi camino para que con sus palabras sabias y de aliento sepa luchar por mis sueños, Al Prof. Ángel Rilo Bayas gracias por todo Maestro.

Marco Herrera

AGRADECIMIENTO

Mi atento y respetuoso agradecimiento:

A la Universidad Estatal Amazónica y a los docentes que me impartieron en las aulas todos sus conocimientos y mostraron también sus valores permitiendo una formación integral.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Teniente Hugo Ortiz en especial al presidente Tec. Agrop. Carlos Lara, quien permitió de manera desinteresada realizara esta investigación dentro de los predios de la parroquia a la cual representa.

De manera muy especial quiero agradecer a mi tutor de tesis al Ing. Marco Masabanda Caisaguano que con su paciencia, dedicación y arduo conocimiento ha sabido guiarme en la elaboración de este proyecto de investigación y así cumplir con una de mis metas propuestas.

Marco Herrera

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PAGINAS PRELIMINAR

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO	iii
APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR	iv
DERECHOS DEL AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE APENDICE	ix
INDICE DE TABLAS	xiii
INDICE DE ILUSTRACIONES	xv
RESUMEN	xvii
SUMMARY.....	xix
GLOSARIO	xxi

ÍNDICE DE APÉNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4 HIPÓTESIS	5
1.4.1 HIPÓTESIS GENERAL	5
1.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	5
CAPITULO II	6
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 MARCO TEORICO	6
2.1.1 EL AGUA	6
2.1.2 IMPORTANCIA DEL AGUA	7
2.1.3 PROPIEDADES DEL AGUA	7
a. Propiedades Químicas del Agua	7
b. Propiedades Físicas del Agua	8
c. Propiedades Térmicas del Agua	9
2.1.4 CALIDAD DEL AGUA	10
2.1.5 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	11
2.1.5.1 Características físicas	12
2.1.5.2 Características Químicas del Agua	16
2.1.5.3 Características Bacteriológicas del Agua	18
2.1.6 REQUISITOS PARA EL AGUA POTABLE	21
2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS	27
2.2.1 SEGÚN SUS PROPIEDADES PARA EL CONSUMO	27
2.2.2 SEGÚN SU PROCEDENCIA	28
2.3 CONTAMINACIÓN DEL AGUA	29
2.3.1 CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA Y VIRAL	30
2.3.2 PRODUCTOS QUÍMICOS TÓXICOS PELIGROSOS	31
2.3.3 EUTROFICACIÓN	31
2.3.4 CONTAMINACIÓN TÉRMICA	32
2.3.5 SUSTANCIAS RADIOACTIVAS	33
2.4 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA	33
2.4.1 PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AGUA	34
2.5 ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO	35
2.6 SELECCIÓN DEL TIPO DE TRATAMIENTO DEL AGUA	35
2.6.1 AIREACIÓN	36
2.6.2 PASO DE AGUA A TRAVÉS DE REJILLAS	37
2.6.3 SEDIMENTACIÓN SIMPLE	37
2.6.4 FLOTACIÓN	37
2.6.5 COAGULACIÓN	37
2.6.6 MEZCLA RÁPIDA	38
2.6.7 FLOCULACIÓN	38
2.6.8 FILTRACIÓN	38

2.6.9 FILTRACIÓN LENTA.....	38
2.6.10 FILTRACIÓN RÁPIDA	38
2.6.11 CLORACIÓN	38
2.6.12 FLUORACIÓN	39
2.6.13 CONTROL DE OLORES Y SABORES.....	39
2.7 RED DE DISTRIBUCIÓN.....	39
2.7.1 TIPOS DE REDES.....	40
a. Redes Ramificadas	40
b. Redes en Mallas.....	40
2.7.2 CONEXIONES DOMICILIARIAS	41
2.8 Diseño del Sistema de Tratamiento de Agua de Consumo Humano .	41
2.8.1 Bases de Diseño.....	41
2.8.1.1 Período de Diseño.....	41
2.8.1.2 Dotación.....	42
a. Dotación Básica.....	42
b. Dotación Actual.....	43
c. Dotación Media Futura.....	44
2.8.1.3 Demanda	45
a. Consumo Medio Diario (Qmd)	45
b. Consumo Máximo Diario (QMD).....	45
c. Consumo Máximo Horario (QMH)	46
2.8.1.4 Caudales de Diseño.....	47
a. Captación	47
b. Conducción.....	52
c. Tratamiento.....	53
d. Reserva	54
e. Distribución	56
CAPITULO III	57
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	57
3.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA PARROQUIA TENIENTE HUGO ORTIZ	57
3.1.1 Límites:	58
3.1.2 Extensión	58
3.1.3 División territorial interna:	58
3.1.4 Altura	59
3.2 CONDICIONES METEOROLÓGICA	59
3.2.1 Clima	60
3.2.2 Temperatura	60
3.2.3 Pluviosidad	60
3.2.4 Nubosidad	60
3.2.5 Descripción de la localidad	61
3.2.5.1 Población:.....	61
3.2.5.2 Fundación:.....	61
3.2.5.3 Reseña histórica:.....	61
3.2.5.4 Principales Fiestas:	62
3.2.5.5 Comida Típica:	62
3.2.5.6 Religiones:.....	62
3.2.6 Ecosistema	62

3.2.6.1 Ecosistema y biodiversidad	62
3.2.6.2 Inventario de flora.....	63
3.2.6.3 Inventario de fauna.....	64
3.2.7 Agua	65
3.2.7.1 Tratamiento de aguas negras.....	67
3.2.8 Suelo	67
3.2.8.1 Tipo de suelo	67
3.2.8.2 Geomorfología.....	68
3.2.9 Bosques protectores y áreas protegidas	69
3.2.10 Forestación y reforestación	69
3.2.11 Riesgo y seguridad ambiental.....	71
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.....	72
3.4 FACTORES DE ESTUDIO.....	73
3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	73
3.5.1 Estadística descriptiva.	74
3.5.2 Población de diseño	74
3.5.2.1 Población actual de las comunidades de Allishungo y Centro Poblado.	74
3.6 MEDICIONES EXPERIMENTALES	77
3.6.1 Dotación básica	77
3.6.2 Caudal de Diseño	79
3.6.2.1 Caudal al final del período de diseño	79
3.6.2.2 Aforo Volumétrico	79
3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO	80
3.7.1 Metodología:	80
CAPITULO IV.....	82
4. RESULTADOS EXPERIMENTALES	82
4.1 ANTECEDENTES GENERALES	82
4.2 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN	82
4.3 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	83
4.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	83
4.4.1 Población de diseño	83
4.4.1.1 Población Futura de Diseño	83
4.4.1.2 Población y Muestra	86
4.4.2 Análisis de las encuestas realizadas a la población de las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado.	88
PREGUNTA N° 1.....	88
PREGUNTA N° 2.....	89
PREGUNTA N° 3.....	90
4.4.3 Análisis de la recopilación de información en el Subcentro Medico de la Parroquia Teniente Hugo Ortiz, sobre las enfermedades producidas por el consumo de agua sin tratar.....	91
4.4.4 Análisis de los resultados del agua que consumen las comunidades de Allishungo y Centro Poblado obtenidos en el laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH.	92
4.4.4.1 Potencial de Hidrógeno	92
4.4.4.2 Conductividad.....	94
4.4.4.3 Dureza Total.....	95

4.4.4.4 Turbiedad	96
4.4.4.5 Color	97
4.4.4.6 Sólidos Totales	98
4.4.4.7 Coliformes Totales	99
4.4.4.8 Coliformes Fecales	100
4.5 Resultado del Aforo Volumétrico	101
4.6 Bases de Diseño	104
4.6.1 Período de Diseño	104
4.6.2 Dotación	104
4.6.2.1 Dotación Básica	104
4.6.2.2 Dotación Actual	105
4.6.2.3 Dotación Media Futura	106
4.7 Demanda	106
4.7.1 Consumo Medio Diario (Qmd)	106
4.7.2 Consumo Máximo Diario (QMD)	107
4.7.3 Consumo Máximo Horario (QMH)	107
4.8 Caudales de Diseño	108
4.8.1 Captación	108
4.8.2 Conducción	108
4.8.3 Tratamiento	109
4.8.4 Reserva	112
4.8.5 Distribución	112
CAPITULO V	113
5. DISCUSIÓN	113
5.1 Construcción de un filtro lento descendente	113
5.2 Programa de Capacitación para los pobladores de las comunidades beneficiarias	114
5.3 Cloración del agua.	115
CAPITULO VI	116
6. CONCLUSIONES	116
CAPITULO VII	118
7. RECOMENDACIONES	118
CAPITULO VIII	119
BIBLIOGRAFÍA	119
CAPITULO IX	122
11. ANEXOS	122
ANEXO A	122
ANEXO B	126
ANEXO C	128
ANEXO D	130
ANEXO E	132
ANEXO F	133
ANEXO G	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1, <i>Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso domestico, que únicamente requieren tratamiento convencional (TULAS, 2012.Libro VI. Anexo 1).</i>	21
Tabla 2, <i>Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso domestico, que requieren desinfección. (TULAS, 2012. Libro VI. Anexo 1.)</i>	25
Tabla 3, <i>Coordenadas geográficas cabecera parroquial y Allishungo.</i>	58
Tabla 4, <i>Condiciones meteorológicas del INHAMI de la ciudad de Puyo.</i>	59
Tabla 5, <i>Inventario de flora de la parroquia Teniente Hugo Ortiz.</i>	63
Tabla 6, <i>Inventario de fauna de la parroquia Teniente Hugo Ortiz.</i>	64
Tabla 7, <i>Clasificación geomorfológica de los suelos de la parroquia THO.</i>	69
Tabla 8, <i>Habitantes de las comunidades de Allishungo y Centro Poblado.</i>	75
Tabla 9, <i>Habitantes por sexo de las comunidades de Allishungo y Centro Poblado.</i>	75
Tabla 10, <i>Habitantes por edades.</i>	76
Tabla 11, <i>Dotación por nivel de servicio.</i>	78
Tabla 12, <i>Caudales de Diseño.</i>	79
Tabla 13, <i>Resultados de los métodos para cálculo de la población de diseño.</i>	85
Tabla 14, <i>Número de personas que serán entrevistadas y encuestadas.</i>	87
Tabla 15, <i>Respuestas pregunta N°1.</i>	88
Tabla 16, <i>Respuestas pregunta N°2.</i>	89
Tabla 17, <i>Respuestas pregunta N°3.</i>	90

Tabla 18, <i>Cantidad de casos de enfermedades producidas por el agua.</i>	91
Tabla 19, <i>Resultados obtenidos de pH de los análisis realizados a las muestras de agua.</i>	92
Tabla 20, <i>Resultados obtenidos de pH de los análisis realizados a las muestras de agua.</i>	93
Tabla 21, <i>Resultados obtenidos de conductividad de los análisis realizados a las muestras de agua.</i>	94
Tabla 22, <i>Resultados obtenidos de Dureza Total de los análisis realizados a las muestras de agua.</i>	95
Tabla 23, <i>Resultados obtenidos de Turbiedad de los análisis realizados a las muestras de agua.</i>	96
Tabla 24, <i>Resultados obtenidos de Color de los análisis realizados a las muestras de agua.</i>	97
Tabla 25, <i>Resultados obtenidos de Sólidos Totales de los análisis realizados a las muestras de agua.</i>	98
Tabla 26, <i>Resultados obtenidos de Coliformes Totales de los análisis realizados a las muestras de agua.</i>	99
Tabla 27, <i>Resultados obtenidos de Coliformes Fecales de los análisis realizados a las muestras de agua.</i>	100
Tabla 28, <i>Resultados obtenidos del aforo volumétrico.</i>	103
Tabla 29, <i>Caudal necesario para el vaciado del tanque clorador.</i>	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1, <i>Ubicación de las comunidades beneficiarias.</i>	57
Ilustración 2, <i>Mapa Hídrico de la Parroquia Teniente Hugo Ortiz</i>	67
Ilustración 3, <i>Mapa de Riesgos Ambientales.</i>	72
Ilustración 4, <i>Habitantes por sexo de la comunidad de Allishungo y Centro Poblado.</i>	76
Ilustración 5, <i>Habitantes por edades de la comunidad de Allishungo y Centro Poblado.</i>	77
Ilustración 6, <i>Diagrama de la metodología de investigación.</i>	81
Ilustración 7, <i>Respuesta a la pregunta N°1.</i>	88
Ilustración 8, <i>Respuesta a la pregunta N°2.</i>	89
Ilustración 9, <i>Respuesta a la pregunta N°3.</i>	90
Ilustración 10, <i>Enfermedades producidas por el agua.</i>	91
Ilustración 11, <i>Gráfico comparativo del Potencial De Hidrógeno con respecto a la norma TULAS (2012).</i>	92
Ilustración 12, <i>Gráfico comparativo del Potencial De Hidrógeno con respecto a la norma NTE INEN 1108:2010.</i>	93
Ilustración 13, <i>Gráfico comparativo de conductividad con respecto a la norma NTE INEN 1108:2010.</i>	94
Ilustración 14, <i>Gráfico comparativo de conductividad con respecto a la norma TULAS (2012) y NTE INEN 1108:2010</i>	95
Ilustración 15, <i>Gráfico comparativo de Turbiedad con respecto a la norma TULAS (2012) y NTE INEN 1108:2010</i>	96
Ilustración 16, <i>Gráfico comparativo de color con respecto a la norma TULAS (2012) y NTE INEN 1108:2010</i>	97

Ilustración 17, <i>Gráfico comparativo de sólidos totales con respecto a la norma TULAS (2012) y NTE INEN 1108:2010</i>	98
Ilustración 18, <i>Gráfico comparativo de Coliformes Totales con respecto a la norma TULAS (2012) y NTE INEN 1108:2010</i>	99
Ilustración 19, <i>Gráfico comparativo de Coliformes Fecales con respecto a la norma NTE INEN 1108:2010</i>	101
Ilustración 20, Aforo volumétrico.	102
Ilustración 21, Tanque Clorador.....	111

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como sector de investigación la Parroquia Teniente Hugo Ortiz, perteneciente al Cantón y Provincia de Pastaza, y objeto de estudio la calidad de agua que consumen las comunidades de Allishungo y Centro Poblado, para lo cual se ha diseñado un sistema de tratamiento para agua de consumo humano, que disminuirá la concentración de contaminantes existentes en la misma, realizando un estudio previo, medición de caudales, tamaño de la población tomando como base los datos según el censo 2010 realizado por el INEC, empleando el método geométrico para una proyección de 25 años y un periodo de diseño de la obra adoptado de 25 años.

Se ejecutó un muestreo del agua en el sector de la captación, para el análisis físico-químico y microbiológico, obteniendo como resultados preliminares la presencia de Coliformes Totales con 88 nmp/100ml en tiempo normal, 27 nm/100ml en tiempo lluvioso y 85 nmp/100ml en tiempo seco, dando un promedio de 66.67 nmp/100mL, el cual sobrepasa los límites máximos permisibles establecidos en el TULAS (Libro VI, Anexo 1, Tabla 2, *Límites máximos permisible para agua de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran desinfección*). Además en lo que se refiere a coliformes fecales según la Norma NTE INEN 1108:2010. Límites Máximos Permisibles. Sobrepasa los límites con una cantidad de 36 nmp/100ml.

Se procedió al diseño de un filtro lento el cual se encarga de la retención de micropartículas suspendidas en el agua para un caudal de 2,073 lt/s, continuamente un hipo-clorador para la eliminación de los contaminantes que aun estén presentes luego de haber pasado por el filtro lento, el tanque clorador tendrá una capacidad de 500 litros, que será vaciado mediante goteo a 0,0057 lt/s. en el tanque reservorio previo a su distribución.

Si este sistema de tratamiento de agua para agua de consumo humano se implementase en la parroquia Teniente Hugo Ortiz y sus beneficiarios las comunidades de Allishungo y Centro Poblado se lograría obtener un agua de calidad libre de contaminantes, que prevería la existencia de enfermedades por el consumo de agua sin tratar y mejoraría la calidad de vida de la población, por lo tanto se recomienda al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Teniente Hugo Ortiz en convenio con los organismos competentes, implementen este sistema que será en beneficio de los habitantes y el medio ambiente.

SUMMARY

This project was research sector Parish Lieutenant Hugo Ortiz, belonging to the Canton and Pastaza Province, and studied the quality of their drinking water and communities Allishungo and Population Center, for which we designed a treatment system for drinking water, which will reduce the concentration of contaminants in the same, making a previous study, flow measurement, population size based on the 2010 census data conducted by INEC, using the geometric method for 25-year projection period and design of the work taken 25 years.

Ran water sampling in the area of recruitment, for the physical-chemical and microbiological, obtaining preliminary results for the presence of total coliforms with 88 NMP/100ml in normal time, 27 nm/100ml in rainy weather and 85 PWN / 100ml dry weather, with an average of 66.67 NMP/100ml, which exceeds the limits set in the TULAS (Book VI, Annex 1, Table 2, maximum allowable limits for drinking water and domestic, that only requiring disinfection). Also in regard to fecal NTE INEN according to Standard 1108:2010. Permissible limits. Exceeds the limits with an amount of 36 NMP/100ml.

We proceeded to design a filter which handles slow retention of microparticles suspended in water at a flow rate of 2.073 l/s, a hypochlorinator continuously for removal of contaminants which are present even after spending by the slow filter, chlorinator tank will have a capacity of 500 liters, which will be emptied by dropping 0.0057 l/s. in the reservoir tank prior to distribution.

If this water treatment system for drinking water were to be implemented in the parish Teniente Hugo Ortiz and their beneficiaries and communities Allishungo Town Center would be achieved to obtain a quality water free of contaminants, which would include the existence of disease by eating raw water and improve the quality of life of the population, therefore it is recommended to Government Autonomous Decentralized Rural Parish Lieutenant Hugo Ortiz in agreement with the competent bodies, this system will be implemented for the benefit of the inhabitants and the environment.

GLOSARIO

CEPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado.

IGM: Instituto Geográfico de Meteorología.

IEOS: Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias.

IMTA: Instituto Mexicano de Tecnología de Agua

INEN: Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización.

INHAMI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

JAPAMA: Junta de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Ahome.

JPTHO: Junta Parroquial de Teniente Hugo Ortiz.

NMP: Número Más Probable.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PD y OT: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Medio.

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

THO: Teniente Hugo Ortiz.

TULAS: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria.

UNACH: Universidad Nacional de Chimborazo.

UNICEF: Fondo de Naciones Unidas para la Infancia.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de agua requiere de un detallado proceso que tenga en cuenta tanto normas de consumo humano, de tratamiento, de mantenimiento de plantas, reforestación y cuidado de las cuencas o ríos de abastecimiento como de la tecnología necesaria y los requerimientos de la población (OMS/UNICEF, 2010).

Se denomina agua potable o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales (OMS/UNICEF, 2010).

En la Unión Europea la normativa 98/83/EU establece valores máximos y mínimos para el contenido en minerales, diferentes iones como cloruros, nitratos, nitritos, amonio, calcio, magnesio, fosfato, arsénico, entre otros., además de los gérmenes patógenos. El pH del agua potable debe estar entre 6,5 y 8,5. Los controles sobre el agua potable suelen ser más severos que los controles aplicados sobre las aguas minerales embotelladas. (INEN 982 – 1983).

Según LEE Jon, 2004, en zonas con intensivo uso agrícola es cada vez más difícil encontrar pozos cuya agua se ajuste a las exigencias de las normas. Especialmente los valores de nitratos y nitritos, además de las concentraciones de los compuestos fitosanitarios, superan a menudo el umbral de lo permitido. La razón suele ser el uso masivo de abonos minerales o la filtración de purines. El nitrógeno aplicado de esta manera, que no es asimilado por las plantas es transformado por los microorganismos del suelo en nitrato y luego arrastrado por el agua de lluvia al nivel freático. También ponen en peligro el suministro de agua potable otros contaminantes medioambientales como el derrame de

derivados del petróleo, lixiviados de minas, etc. Las causas de la no potabilidad del agua son:

- Bacterias, virus;
- Minerales (en formas de partículas o disueltos), productos tóxicos;

Depósitos o partículas en suspensión.

Al proceso de conversión de agua común en agua potable se le denomina potabilización. Los procesos de potabilización son muy variados, y van desde una simple desinfección, para eliminar los patógenos, que se hace generalmente mediante la adicción de cloro, mediante la irradiación de rayos ultravioletas, mediante la aplicación de ozono, etc. Estos procedimientos se aplican a aguas que se originan en manantiales naturales o para las aguas subterráneas. Si la fuente del agua es superficial, agua de un río arroyo o de un lago, ya sea natural o artificial, el tratamiento suele consistir en un stripping de compuestos volátiles seguido de la precipitación de impurezas con floculantes, filtración y desinfección con cloro u ozono. El caso extremo se presenta cuando el agua en las fuentes disponibles tiene presencia de sales y/o metales pesados. Los procesos para eliminar este tipo de impurezas son generalmente complicados y costosos. En zonas con pocas precipitaciones y zonas de y disponibilidad de aguas marinas se puede producir agua potable por desalinización. Este se lleva a cabo a menudo por ósmosis inversa o destilación(OMS/UNICEF, 2010).

Para confirmar que el agua ya es potable, debe ser inodora (sin olor), incolora (sin color) e insípida (sin sabor). En algunos países se añaden pequeñas cantidades de fluoruro al agua potable para mejorar la salud dental (LEE, 2004).

CAPITULO I

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado son prósperas y no podían faltar los más elementales servicios públicos, no cuenta con servicios de agua potable y alcantarillado en vista de que las comunidades son muy dispersas, por ende presentan limitaciones en cobertura y deficiencias que deben ser atendidas.

El sistema de agua que actualmente da servicio a las comunidades, puede considerarse como insalubre, en virtud de que no existe un previo tratamiento a este elemento y las personas pueden contraer problemas de salud.

El actual tanque de reserva, fue construido hace mucho tiempo, es de hormigón, de forma rectangular, de 3,46 x 3,50 y 1,85 m de altura (aproximadamente 23 m³ de capacidad), sin embargo, debido a la cantidad de agua de la fuente, el tanque tiene un desfogue para evitar desbordamientos; además no posee tapa que evite el ingreso de vectores.

Debido a la ausencia de un tratamiento previo del agua que consume la población de dichas comunidades se propone el diseño de un sistema de tratamiento para agua de consumo y así se disminuya la cantidad de enfermedades provocadas por el agua, dando lugar al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto contribuirá en la parroquia Teniente Hugo Ortiz a que los pobladores obtengan y se sirvan de un agua de calidad como lo contempla o establece el TULAS, 2012 en el Libro VI, Anexo 1, en la tabla que presenta los límites permisibles para agua de consumo humano que

solo requieren desinfección así conjuntamente con las autoridades de dicha parroquia se trabajará conjuntamente para cumplir con las leyes del COOTAD y enmarcarse en Plan Nacional del Buen Vivir donde se predica el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Para combatir cualquier tipo de contaminante que altere el equilibrio ecológico y sobrepase los límites permisibles, es preciso proceder a modificar las características físico-químicas y biológicas del agua que será utilizada por la población para su consumo, para lo cual es preciso proceder a diseñar un sistema de tratamiento para agua de consumo humano para implementarlo y obtener un agua de calidad.

1.3OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la parroquia Teniente Hugo Ortiz, provincia de Pastaza.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una caracterización microbiológica y físico-química del agua que consume la población de la parroquia Teniente Hugo Ortiz.
- Capacitar a la población de la parroquia, explicando los beneficios ambientales que se obtienen con la implementación de un sistema de tratamiento de agua para consumo humano.
- Implementar un filtro lento para el tratamiento del agua previo a su distribución.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1HIPÓTESIS GENERAL

“El diseño de un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en la parroquia Teniente Hugo Ortiz, provincia de Pastaza, permitirá obtener una mejor calidad de vida a la población.”

1.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Si se realiza una caracterización microbiológica y físico-química del agua se podrá determinar la calidad de agua que consume la población de la parroquia Teniente Hugo Ortiz.
- Si se implementa un filtro lento para el tratamiento del agua previo a su distribución, se mejorará la calidad del agua y cubrirá las necesidades de la población y se disminuirá porcentualmente las enfermedades producidas por contaminación hídrica como son:
 - a) Disentería
 - b) Hepatitis
 - c) Infecciones gastrointestinales
 - d) Parasitosis

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 EL AGUA

El Agua nace con la combinación de dos gases: dos moléculas de hidrógeno y una molécula de oxígeno. En un principio nuestro planeta era una bola de masa en fusión, con cientos de volcanes activos, estos gases con vapores de Agua, emergieron a la superficie en continuas erupciones, formando la atmósfera. Después la tierra se enfrió, el vapor de Agua se condensó y se precipitó en forma de lluvia, nieve o granizo, así empezó el Ciclo Hidrológico del Agua, dando origen a todos los seres vivos (JAPAMA, 2011).

Este vital líquido ha sido a través de la historia factor determinante en el progreso y desarrollo de los pueblos. Las grandes civilizaciones se establecieron a las orillas de grandes ríos o lagos.

Hipócrates, el padre de la medicina, (400 A.C.) sugirió que el Agua fuera hervida y colada a través de una pieza de la tela para remover partículas dañinas y así proteger la salud. Los chinos hervían el Agua para purificarla (JAPAMA, 2011).

A mediados del siglo XIX, los científicos empezaron a sospechar que algunas enfermedades podían ser transmitidas por el Agua. El descubrimiento del microscopio y el conocimiento sobre las bacterias ayudaron a identificar los microorganismos causantes de enfermedades provenientes del Agua.

Con el crecimiento de las grandes ciudades surgió la necesidad de distribuir grandes cantidades de Agua por lo que se han hecho Plantas de

Tratamiento para Agua Potable las cuales nos suministran Agua limpia, libre de microorganismos dañinos y apta para el consumo humano(JAPAMA, 2011).

2.1.2 IMPORTANCIA DEL AGUA

Es una de las sustancias más abundantes de la naturaleza, y las tres cuartas partes de la tierra están cubiertas de ella, además es una de las pocas sustancias que se presenta en la naturaleza en los tres estados de la materia sólido, líquido, gaseoso.

Es fundamental para todas las formas de vida conocidas. Los humanos consumen agua potable. Los recursos naturales se han vuelto escasos con la creciente población mundial y su disposición en varias regiones habitadas es la preocupación de muchas organizaciones gubernamentales (Cárdenas, 2009).

El agua cubre tres cuartas partes de la superficie de la Tierra. El 3% de su volumen es dulce. De ese 3%, un 1% está en estado líquido, componiendo los ríos y lagos. El 2% restante se encuentra formando casquetes o banquisa en las latitudes próximas a los polos (Proyecto Geo, 2012).

Debido a sus propiedades, utilizamos el agua como patrón para definir muchas unidades físicas, por ejemplo, para definir la caloría (la unidad de calor), el grado centígrado (la unidad de temperatura) o el gramo (la unidad de masa).

2.1.3 PROPIEDADES DEL AGUA

a. Propiedades Químicas del Agua

La descripción química del agua es H_2O , un átomo de oxígeno liga a dos átomos de hidrógeno.

Según Campos, B (2009), los átomos de hidrógeno se unen a un lado del átomo de oxígeno, resultando en una molécula de agua, teniendo una carga eléctrica positiva en un lado y una carga negativa en el otro lado. Ya que las cargas eléctricas opuestas se atraen, las moléculas de agua tienden a atraerse unas a otras, haciendo el agua “pegajosa”.

- Cuando las moléculas de agua se atraen unas a otras, se unen. Esta es la razón del por qué se forman las gotas. Si no fuese por la gravedad de la Tierra, una gota de agua tendría forma redonda.
- Al agua se le llama el solvente universal porque disuelve más sustancias que cualquier otro líquido. Esto significa que a donde vaya el agua, ya sea a través de la tierra o a través de nuestros cuerpos, lleva consigo valiosos químicos, minerales y nutrientes (Campos, 2009).
- El agua pura es neutral pH. de 7, lo que significa que no es ácida ni básica.

b. Propiedades Físicas del Agua

- El agua es la única sustancia natural que se encuentra en sus tres estados que son: líquido, sólido (hielo) y gaseoso (vapor), a las temperaturas encontradas normalmente en la Tierra. El agua de la Tierra está cambiando constantemente y siempre está en movimiento (Waterproperties, 2007).
- El agua se congela a 0° grados Celsius (C) y hierve a 100 °C (al nivel del mar). Los puntos de congelamiento y ebullición son la base para medir la temperatura: 0° En la escala Celsius está el punto de congelamiento del agua, y 100° es el punto de ebullición del agua. El agua en su forma sólida, hielo, es menos densa que en su forma líquida, por eso el hielo flota.
- El agua tiene un alto índice específico de calor. Esto significa que el agua puede absorber mucho calor antes de empezar a calentarse. Es

por esta razón que el agua es muy valiosa como enfriador para las industrias y para el carburador de su automóvil. El alto índice específico de calor del agua también ayuda a regular el rango de cambio de la temperatura del aire, y ésta es la razón por la cual la temperatura cambia gradualmente (no repentinamente) durante las estaciones del año, especialmente cerca de los océanos.

- El agua tiene una tensión superficial muy alta. Esto significa que el agua es pegajosa y elástica y tiende a unirse en gotas en lugar de separarse en una capa delgada y fina. La tensión de la superficie es la responsable acción capilar, de que el agua pueda moverse (y disolver sustancias) a través de las raíces de plantas y a través de los pequeños vasos sanguíneos en nuestros cuerpos (Waterproperties, 2007).
- Incompresible, relaciones presión-densidad no son importantes.

c. Propiedades Térmicas del Agua

El comportamiento térmico del agua es único en varios aspectos, debiéndose esto principalmente a que las asociaciones intermoleculares que forma el agua son inusualmente fuertes (Fortunecity, 2007).

- El agua tiene elevados puntos de ebullición y de fusión para ser una sustancia de peso molécula tan bajo.
- El agua tiene una de las más altas capacidades caloríficas, lo que la transforma en un sumidero de calor, consecuentemente, grandes masas de aguas tienen un efecto regulador de la temperatura ambiente.
- El calor de difusión del agua (79,71 Cal/g a 0°C) es una cifra común para sustancias similares.

- Efectos de temperatura en la viscosidad.
- Las aguas frías retienen sedimentos por periodos más largos que cursos de aguas más calientes.
- La conductividad térmica del agua (capacidad para conducir calor) supera a la de todas las otras sustancias líquidas naturales, exceptuando el mercurio.
- Estratificación térmica en un lago (condición inicial: Temp. uniforme a 4°C).
- El agua tiene un calor de vaporización alto (539 Cal/g a 100°C).

Calor requerido para aumentar 1 g a 100°C = 100 Calorías.

Calor requerido para evaporar 1 g = 539 Calorías (Fortunecity, 2007).

2.1.4 CALIDAD DEL AGUA

Según Castro, H (2003), el agua es un líquido vital que no posee sabor, color, y olor, formado por dos átomos de oxígeno y uno de hidrogeno, es casi un solvente universal, ya que algunas de las sustancias naturales y artificiales son en cierto grado solubles.

La salubridad de una comunidad depende del caudal y la calidad de agua suficiente para sus necesidades, la misma que constituye el cimiento del urbanismo moderno. Para que el agua pueda ser considerada apta para el consumo humano, debe cumplir ciertos requisitos o normas, que conciernen a características físicas, químicas y bacteriológicas.

Las bacterias que son impurezas coloidales no iónicas y no disueltas, se considerarían como una característica biológica con respecto a la calidad del agua (Chimbo, 2011).

En donde el agua va a utilizarse para abastecimiento público, las impurezas físicas, químicas y biológicas que pueda contener, también se designan como sustancias contaminantes.

2.1.5 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

El artículo de ciencia.mx, (2010) manifiesta que las aguas naturales generalmente se dividen en potables y no potables, desde el momento en que las células, las plantas, el cuerpo humano, etc. , contiene agua como primordial constituyente, cabe pensar entonces que es esencial en la vida vegetal y animal, para que el agua sea potable debe reunir los siguientes requisitos sanitarios:

- a. Ser fresca y limpia
- b. No tener ni olor ni sabor más que el peculiar.
- c. No contener materia orgánica ni en suspensión ni en disolución.
- d. No contener microorganismos patógenos, y de los no patógenos solo un límite reducido y determinado, 50 colonias por litro.
- e. Facilitar el cocimiento de las legumbres y no precipitar el jabón en grumos.
- f. Contener determinada proporción de gases disueltos como el oxígeno y otros.
- g. Contener en disolución sales en una proporción que no exceda de 0.25 g/l, las más importantes son; NaCl, KCl, MgCl₂, Na₂ SO₄, y sales de Fe y Ca.

Antes de definir el tratamiento que debe someterse al agua para que este en óptimas condiciones para consumo humano, es necesario conocer en primera instancia las características del agua que va a ser tratada debido a que en base a esos datos que determinará el tratamiento, aspectos que serán detallados a continuación:

2.1.5.1 Características físicas

Los índices y parámetros que miden las características físicas comprenden, primeramente los aspectos externos que sirven de indicadores del nivel de contaminación que existe en el agua, como son color, olor, sabor, nivel de turbiedad, entre otras. El agua destinada para consumo humano no debe presentar ni color, ni olor, ni materias en suspensión que produzca turbiedad o aspecto desagradable.

a. Color

Según Orellana, J (2005), establece que el color del agua se debe a la presencia de minerales como hierro y manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de las industrias. Las pruebas se llevan a cabo por comparación con un conjunto estándar de concentraciones de una sustancia química que produce un color similar al que presenta el agua. Se expresa como color real y la unidad de medida es unidades de color.

La OMS, (1995), establece que el color en el agua puede deberse a la presencia de materia orgánica, por ejemplo sustancias húmedas, metales como el hierro y el manganeso, o residuales industriales fuertemente coloreadas. Se recomienda que el agua sea incolora.

Normalmente el color se mide en laboratorio por comparación de un estándar arbitrario a base de cloruro de cobalto, Cl_2Co y Cloro platinato de potasio, Cl_6PtK_2 y se expresa en una escala de unidades de Pt-Co (unidad Hazen) o Pt, las aguas superficiales pueden alcanzar, varios centenares de ppm de Pt. La eliminación suele hacerse por coagulación-floculación con posterior filtración (disminuyendo a menos de 5 ppm) o la absorción con carbón activado.

El Texto Unificado de legislación Ambiental (2012), establece el límite Máximo Permisible de 20 unidades de color verdadero (UCV), para aguas

de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

b. Turbiedad

Según Martínez, P (2006) define como la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otras arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos. Además la turbiedad es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión que puede contener agentes patógenos adheridos a las partículas en suspensión.

La APHA, (1995), define como turbidez a la expresión de la propiedad óptica de la muestra que causa que los rayos de luz sean dispersados y absorbidos en lugar de ser transmitidos en línea recta a través de la muestra.

La OMS, (1995), establece que los niveles elevados de turbiedad pueden proteger a los microorganismos contra los efectos de la desinfección, estimular el crecimiento de las bacterias y ejercer una demanda significativa de cloro. Por lo tanto, en todos los procesos en los que se utilice la desinfección, la turbiedad siempre debe ser baja.

La turbidez se mide en NTU o UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez). El instrumento usado para su medida es el nefelómetro o turbímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua.

c. Olor y sabor

Los sabores y olores se deben a la presencia de sustancias químicas volátiles y a la materia orgánica en descomposición. Las mediciones de

los mismos se hacen con base en la dilución necesaria para reducirlos a un nivel apenas detectable por observación humana.

La OMS, (1995), indica que el sabor del agua se debe principalmente a la presencia de sustancias orgánicas. Algunos olores un incremento en la actividad biológica, otros pueden tener un origen en la contaminación industrial. Las alteraciones del sabor normal del agua de un establecimiento público pueden constituir un indicio de cambios en la calidad de fuente de agua natural o de deficiencias en el proceso de tratamiento.

Estos parámetros son determinaciones organolépticas y subjetivas, para dichas observaciones no existen instrumentos de observación, ni registros, ni unidades de medida. Tienen un interés evidente en las aguas potables destinadas al consumo humano, según PNUMA, (2006).

d. Temperatura

Según Burrenechea, A (2008), determina a la temperatura como uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente.

La temperatura se mide en grados centígrados (°C) y la Norma Ecuatoriana (TULAS) establece el Límite Máximo Permisible de Condición natural + 0-3 grados.

e. Sólidos totales disueltos

Los sólidos disueltos son una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua. El origen puede ser múltiple tanto en las aguas subterráneas

como en la superficial. Pueden ser los materiales suspendidos o disueltos en aguas limpias y aguas residuales, afectando negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior potabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional.

Según la norma INEN, (2010) define a los sólidos totales disueltos como la fracción filtrable de los sólidos que corresponde a los sólidos coloidales y disueltos. La unidad de medida es miligramos por litro (mg/L) y la norma INEN establece los límites máximos permisibles de 1000 mg/l.

Los sólidos totales disueltos son Indicadores de la calidad de sales y sólidos disueltos en una muestra de agua y que existe una relación directa entre los sólidos disueltos totales y la conductividad, ya que ambos miden los compuestos iónicos disueltos.

Según el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (2012), La Norma de calidad ambiental para agua de consumo humano establece los límites máximos permisibles de 500 mg/l.

f. Sólidos en suspensión

Según Martínez, P (2006) señala que los sólidos en suspensión se separan por filtración y decantación. Son sedimentables, no disueltos, que pueden ser retenidos por filtración. Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1ppm, las superficiales pueden tener mucho más dependiendo del origen y forma de captación.

Según CEPIS, (1998) define como sólidos constituidos por sólidos sedimentales, sólidos en suspensión y sólidos coloidales, cuyo tamaño de partícula no pase del filtro estándar de fibra de vidrio.

g. Sólidos totales

Es la suma de sólidos, sólidos disueltos y en suspensión. Es la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103 °C. El valor de los sólidos incluye tanto material disuelto (residuo filtrable) y no disuelto (suspendido), según Martínez, P (2006).

Cuando el agua presenta cantidades grandes de sólidos totales en una muestra de agua, puede concluirse que los procesos de tratamiento del agua estén fallando. Puede ser que los sólidos no se estén descomponiendo de forma adecuada, permitiendo así el paso de sólidos, luego del proceso de tratamiento de la planta de agua.

2.1.5.2 Características Químicas del Agua

Las sustancias químicas contenidas en el agua deben quedar comprendidas entre los límites, que la experiencia ha encontrado necesario o tolerable para el consumo humano, los cuales en su mayor parte han sido fijados por normas.

a. pH

El pH es el potencial de hidrógeno, es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica. Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H^+), excede el número de átomos del oxhidrilo (OH^-), la sustancia es ácida, (GESTA AGUA, 2005).

La OMS, (1995) recomienda que es necesario conocer el pH del agua porque cuanto más alcalina sea mayor será el tiempo de contacto necesario o mayor será la concentración de cloro libre residual al final del

tiempo de contacto necesaria para una desinfección adecuada (0,4–0,5 mg/l a pH 6–8, que aumenta a 0,6 mg/l a pH 8–9; la cloración puede ser ineficaz si el pH es superior a 9).

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución.

Según Vargas, L (2008) indica que el pH no tiene efectos directos sobre la salud, pero sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9.

Cuando se tratan aguas ácidas, es común la adición de un álcali (por lo general, cal) para optimizar los procesos de coagulación. En algunos casos, se requerirá volver a ajustar el pH del agua tratada hasta un valor que no le confiera efectos corrosivos ni incrustantes.

Se considera que el pH de las aguas tanto crudas como tratadas debería estar entre 5,0 y 9,0. Por lo general, este rango permite controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua.

Las guías canadienses han establecido el rango de pH 6,5 a 8,5 para el agua potable.

b. Dureza

Según Rodríguez, R (2010) define a la dureza como la concentración de todos los cationes metálicos presentes (iones de calcio, estroncio, bario y magnesio, en forma de carbonatos o bicarbonatos) y se expresa en equivalentes de carbonato de calcio y constituye un parámetro muy significativo en la calidad de agua. Esta cantidad de sales afecta la capacidad de formación de espuma de detergentes en el contacto con agua y representa una serie de problemas de incrustación en equipos industrial y doméstico, además de resultar nociva para el consumo humano.

La norma INEN,(2010) definen a la dureza como a cantidad de calcio y magnesio presente en el agua y expresado como carbonato de calcio.

c. Alcalinidad

Según PNUMA, (2006) define a la alcalinidad como una medida de la capacidad para neutralizar ácidos. Contribuyen a la alcalinidad los iones bicarbonato, CO_3H^- , carbonato, $\text{CO}_3=$ y oxhidrilo, OH^- , pero también los fosfatos y ácidos de carácter débil. Los bicarbonatos y los carbonatos pueden producir CO_2 en el vapor, que es una fuente de corrosión en las líneas de condensado. También pueden provocar espumas, o provocar arrastre de sólidos con el vapor y fragilizar el acero de las calderas.

Se mide por titulación con una solución valorada de un alcalino un ácido según sea el caso y estos dependen de la concentración de los iones hidroxilos (OH^-), carbonato ($\text{CO}_3=$) y bicarbonato (CO_3H).

Cuando la alcalinidad es menor de 10 ppm es recomendada para el uso doméstico. Se corrige por descarbonatación con cal; tratamiento con ácido o desmineralización por intercambio iónico.

2.1.5.3 Características Bacteriológicas del Agua

Las aguas poseen en su constitución una gran variedad de elementos biológicos desde los microorganismos hasta los peces (Orellana, 2005).

El origen de los microorganismos puede ser natural, es decir constituyen su hábitat natural, pero también provenir de contaminación por vertidos cloacales y/o industriales, como también por arrastre de los existentes en el suelo por acción de la lluvia.

Según Orellana, J (2005) la calidad y cantidad de microorganismos va acompañando las características físicas y químicas del agua, ya que cuando el agua tiene temperaturas templadas y materia orgánica

disponible, la población crece y se diversifica. De la misma manera los crustáceos se incrementan y por lo tanto los peces de idéntica manera.

a. Coliformes totales

Según Romero, J (2008) determina que los organismos patógenos que pueden existir en las aguas son, generalmente pocos difíciles de aislar e identificar. Por esta razón se prefiere utilizar a los Coliformes como organismo indicador de contaminación o, en otras palabras, como indicador de la existencia de organismos productores de enfermedad.

Las bacterias Coliformes son bacilos gram-negativos, aerobios y facultativos anaerobios, no formadores de esporas, que fermentan la lactosa con producción de gas.

Según Donaires, F (2000) define que los Coliformes son bacterias de origen entérico que normalmente son capaces de fermentar la lactosa con producción de gas. Sin embargo este comportamiento dista mucho de ser indiscutible. Existen Coliformes que no acumulan gas e incluso no fermentan la lactosa.

Los géneros de enterobacterias incluidos en el grupo de Coliformes a efectos de análisis de aguas son: Salmonella, Vibrio, Citrobacter, Klebsiella y enterobacter.

Para la calidad del agua se miden los Coliformes totales y Fecales con la referencia del Número Más Probable (NMP).

Según Díaz C, García D, y Solís C, (2003), establecen que en aguas tratadas, los Coliformes totales funcionan como un alerta de que ocurrió contaminación, sin identificar el origen. Indican que hubo fallas en el tratamiento, en la distribución o en las propias fuentes domiciliarias. Su presencia acciona los mecanismos de control de calidad y de

procesamiento dentro de la planta de tratamiento de agua, e intensifica la vigilancia en la red de distribución.

b. Coliformes fecales

Según SEMARNAT, (2010) define que los Coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichiacoli* y se transmiten por medio de los excrementos. La *Escherichia* es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del hombre y en el de otros animales. Hay diversos tipos de *Escherichia*; algunos no causan daño en condiciones normales y otros pueden incluso ocasionar la muerte.

Formas patógenas de *Escherichia* y de otras bacterias (que por tener forma similar se denominan genéricamente Coliformes fecales) se transmiten, entre otras vías, a través de las excretas y comúnmente por la ingestión o el contacto con agua contaminada.

Los Coliformes fecales son un subgrupo de los Coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44.5°C. Aproximadamente el 95% del grupo de los Coliformes presentes en heces fecales, están formados por *Escherichiacoli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Ya que los Coliformes fecales se encuentran casi exclusivamente en las heces de animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. Otro de los aspectos negativos del uso de los Coliformes totales como indicador es el hecho de que algunos Coliformes son capaces de multiplicarse en el agua (Madigan, 1997).

Según Díaz, C (2003) indica que la capacidad de reproducción de los Coliformes fecales fuera del intestino de los animales homeotérmicos es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad, etc. Algunos géneros son autóctonos de aguas con residuos vegetales, como hojas en descomposición. También pueden reproducirse en las biopelículas que se forman en las tuberías de

distribución de agua potable. Por estas razones y por la existencia de bacterias que responden a la definición de Coliformes que no son de origen fecal y que incluso pueden ser lactosa-negativas (apareciendo como positivas si se aplica la prueba de B-galactosidasa), el grupo de los Coliformes totales tiene actualmente poca utilidad como indicador de contaminación fecal.

2.1.6 REQUISITOS PARA EL AGUA POTABLE

En la siguiente tabla se muestra los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional:

Tabla 1, *Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso domestico, que únicamente requieren tratamiento convencional*
(TULAS, 2012.Libro VI. Anexo 1).

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniaco	mg/l	1,0
Amonio	NH ₄	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2,0
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500
Bifenilopoliclorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	μg/l	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural + o – 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0
<i>*PRODUCTOS PARA LA DESINFECCIÓN</i>		mg/l	0,1
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS			
Benceno	C ₆ H ₆	µg/l	10,0
Benzo(a) pireno		µg/l	0,01
Etilbenceno		µg/l	700
Estireno		µg/l	100
Tolueno		µg/l	1 000
Xilenos (totales)		µg/l	10 000
PESTICIDAS Y HERBICIDAS			
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Dibromocloropropano (DBCP)	Concentración total de DBCP	µg/l	0,2
Dibromoetileno (DBE)	Concentración total de DBE	µg/l	0,05
Dicloropropano (1,2)	Concentración total de dicloropropano	µg/l	5

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Diquat		µg/l	70
Glifosato		µg/l	200
Toxafeno		µg/l	5
COMPUESTOS HALOGENADOS			
Tetracloruro de carbono		µg/l	3
Dicloroetano (1,2-)		µg/l	10
Dicloroetileno (1,1-)		µg/l	0,3
Dicloroetileno (1,2-cis)		µg/l	70
Dicloroetileno (1,2-trans)		µg/l	100
Diclorometano		µg/l	50
Tetracloroetileno		µg/l	10
Tricloroetano (1,1,1-)		µg/l	200
Tricloroetileno		µg/l	30
Clorobenceno		µg/l	100
Diclorobenceno (1,2-)		µg/l	200
Diclorobenceno (1,4-)		µg/l	5
Hexaclorobenceno		µg/l	0,01
Bromoximil		µg/l	5
Diclorometano		µg/l	50
Tribrometano		µg/l	2

Nota: Productos para la desinfección: Cloroformo, Bromodiclorometano, Dibromoclorometano y Bromoformo.

Las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de desinfección, deberán cumplir con los requisitos que se mencionan a continuación (ver tabla 2):

Tabla 2, *Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso domestico, que requieren desinfección. (TULAS, 2012. Libro VI.*

Anexo 1.)

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2,0
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			AUSENCIA
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Ausencia
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	250
Sólidos disueltos totales		mg/l	500
Temperatura	°C		Condición Natural +/- 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total		mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	5,0
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS			
Benceno	C ₆ H ₆	mg/l	0,01
Benzo-a- pireno		mg/l	0,00001
PESTICIDAS Y HERBICIDAS			
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosfora	mg/l	0,1

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
	dos y carbamatos totales.		
Toxafeno		µg/l	0,01
COMPUESTOS HALOGENADOS			
Tetracloruro de carbono		mg/l	0,003
Dicloroetano (1,2-)		mg/l	0,01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/l	0,3

Nota: *Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliforme fecal, se aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico.

2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS

En la naturaleza se encuentran disponibles las siguientes fuentes de agua que se emplean para el consumo humano, industrial, agrícola, etc., con tratamiento o sin él, conforme a las necesidades y características locales.

2.2.1 SEGÚN SUS PROPIEDADES PARA EL CONSUMO

- **AGUA POTABLE.-** La naturaleza a través del ciclo del agua, trabaja para limpiarla, sin embargo no tiene la capacidad suficiente para eliminar todas las sustancias y contaminantes que se vierten al agua.

Por ello el agua captada de los ríos es llevada por una línea de conducción, a una planta de tratamiento para purificarla y hacerla potable y apta para el consumo humano.

Ya potable el agua es conducida a tanques de distribución que a través de redes de distribución surten a los diferentes sectores de la ciudad (ECOAGUA, 2008).

- **AGUA NO POTABLE.-** Es el agua que por sus características no es apta para el consumo humano, de acuerdo a las características que ésta posee puede ser tal vez apta para regadío (ECOAGUA, 2008).

2.2.2 SEGÚN SU PROCEDENCIA

- **AGUAS RESIDUALES.-** Se consideran Aguas Residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad y se las puede definir como: domésticas, comerciales, industriales y de servicios (Cuidoelagua.org, 2009).
- **AGUAS DE MANANTIAL.-** En términos generales, puede decirse que son nacimientos o brotes naturales de aguas subterráneas. Más precisamente, se trata de puntos o zonas de un terreno en los que una cantidad apreciable de agua fluye a la superficie de modo natural, procedente de un acuífero o depósito subterráneo. O sea que son vertedores o desagües por los que emerge la recarga recibida por el acuífero que se encuentra bajo ellos (IMTA, 2004).

Los manantiales pueden ser permanentes o intermitentes, y tener origen atmosférico (agua de lluvia que se filtra en la tierra y surge en otro lugar a menor altitud) o ígneo, dando lugar a manantiales de agua caliente o aguas termales, calentadas por contacto con rocas ígneas.

- **AGUAS SUPERFICIALES.-** El Recurso Hídrico Superficial se corresponde principalmente con los ríos y arroyos que escurren en superficie y configuran una de las fuentes principales de vida y desarrollo (Estrucplan, 2000)
- **AGUAS SUBTERRÁNEAS.-** El agua de precipitaciones, de cursos y masas de agua, penetra a través de las porosidades de las partículas que constituyen el suelo, mediante el proceso llamado Infiltración.

El agua subterránea se desplaza por las porosidades del terreno, escurrimiento subterráneo y puede aflorar formando vertientes o alimentar cursos de agua. Parte del agua subterránea se evapora y parte llega al mar (IMTA, 2004).

- **AGUA ATMOSFÉRICA.-** Se puede encontrar en estado de vapor de agua, como líquido suspendido en nubes, o cayendo en forma de lluvia, nieve, granizo o rocío. Retornando a la atmósfera por evaporación de la vegetación, superficie del suelo, del agua (ríos, lagos, océanos), mientras se precipita y por transpiración de los vegetales (IMTA, 2004).
- **AGUA DE MAR.-** El agua del mar contiene grandes cantidades de cloruro de sodio o sal, muchos otros compuestos disueltos, debido a que los océanos reciben las impurezas procedentes de ríos y arroyos. Al mismo tiempo, como el agua pura se evapora continuamente, el porcentaje de impurezas aumenta, lo que proporciona al océano su carácter salino (IMTA, 2004).

2.3CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El agua es un recurso natural indispensable para la vida. Constituye una necesidad primordial para la salud, por ello debe considerarse uno de los derechos humanos básicos.

En las sociedades actuales el agua se ha convertido en un bien muypreciado, debido a la escasez, es un sustento de la vida y además el desarrollo económico está supeditado a la disponibilidad de agua (Masón, 2002).

El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación. Pero esta misma facilidad de regeneración y su aparente abundancia hace que sea el vertedero habitual de residuos: pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos, etc.

La degradación de las aguas viene de antiguo pero ha sido en este siglo cuando se ha extendido este problema a ríos y mares de todo el mundo (Masón, 2002).

2.3.1 CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA Y VIRAL

Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis, hepatitis, etc.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua (Henriquez, 2011)

FUENTES

- Aguas contaminadas con bacterias y virus causantes de enfermedades, las que provienen de la materia fecal.

TRATAMIENTO

- Filtración, remueve la mayor parte de las bacterias y virus patógenos
- Cloración del agua tratada, destruye los patógenos remanentes

CONTROL DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y VIRAL

- Detección de la calidad bacteriológica (grupos coliformes) que habitan en el intestino de los animales de sangre caliente.
- Presencia de coliformes se mira como evidencia de contaminación fecal, aunque el grupo coliforme mismo, no es dañino (Henriquez, 2011).

2.3.2 PRODUCTOS QUÍMICOS TÓXICOS PELIGROSOS

- Productos sintéticos de la industria química; pesticidas, herbicidas, insecticidas, etc.
- Bifenilospoliclorados (BPC)

Usados como medio de intercambio calórico en plantas generadoras.

Muy resistentes al ataque químico o microbiano (acumulación en el ambiente).

- Metales pesados tóxicos

Mercurio, cadmio, plomo (gasolinas).

Se han desconocido, en muchas ocasiones, como actúan estos materiales cuando son descargados en la atmósfera.

- Desechos orgánicos

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, animales, etc. Dentro de estos se encuentran las heces, y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno.

Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y la vida marina en estas aguas se extingue, pues los peces necesitan de oxígeno. Las fuentes principales de material orgánico por lo general son las descargas domésticas e industriales (Henriquez, 2011)

2.3.3 EUTROFICACIÓN

La Eutroficación es el crecimiento excesivo y molesto de algas en lagos, lagunas, tanques, etc.

PROBLEMAS DE LA EUTROFICACIÓN

- Empeoramiento del uso recreacional del agua.
- Problemas para usar dicha agua como fuente de abastecimiento de agua potable.
- La competencia por el consumo de oxígeno disuelto, provoca la muerte masiva de peces.
- Pérdida gradual de actividades como la pesca y los deportes acuáticos.

¿QUE CAUSA LA EUTROFICACIÓN?

Los efluentes líquidos de tierra agrícolas y urbanas y los residuos domésticos e industriales ricos en nutrientes (nitrógeno y fósforo). La materia orgánica también contribuye.

- Fuentes de nitrógeno: Principales aguas residuales y fertilizantes, algunas algas microscópicas.
- Principales fuentes de fósforo: Residuos humanos, detergentes y suelos erosionados de tierras agrícolas.
- Tratamiento más efectivo contra la eutroficación.

Planta de aguas residuales: Remoción de fósforo.

Control de la erosión en la agricultura.

2.3.4 CONTAMINACIÓN TÉRMICA

La principal causa principal de contaminación térmica, es el uso del agua para condensar el vapor, producido por las turbinas de vapor, generadoras de electricidad (Henriquez, 2011).

EFFECTOS ADVERSOS

- Como efectos adversos podemos citar la muerte por exposición a elevadas temperaturas de vida acuática contenida en agua de enfriamiento.
- Aumento en las tasas de metabolismos, mayor consumo de alimento y de oxígeno disuelto. El oxígeno disuelto disminuye al aumentar la temperatura.
- Peces pueden sufrir de embolia resultante del desprendimiento de burbujas de nitrógeno en los vasos sanguíneos.

METODOS DE CONTROL

- Distribución uniforme la carga de calor en un gran volumen de agua.
- Usar Torres de Enfriamiento.

2.3.5 SUSTANCIAS RADIOACTIVAS

Las sustancias radiactivas son procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.

FUENTES

- Procesamiento del uranio, laboratorios y plantas de energía nuclear.

EFFECTOS

- Altamente peligrosos.

2.4EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana.

Los lagos son especialmente vulnerables a la contaminación. Hay un problema, la eutrofización, que se produce cuando el agua se enriquece de modo artificial con nutrientes, lo que produce un crecimiento anormal de las plantas. Los fertilizantes químicos arrastrados por el agua desde los campos de cultivo pueden ser los responsables (Henriquez, 2011)

Otro problema cada vez más preocupante es la lluvia ácida, que ha dejado muchos lagos del norte y el este de Europa y del noreste de Norteamérica totalmente desprovistos de vida.

2.4.1 PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AGUA

- Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).
- Agentes infecciosos.
- Nutrientes vegetales que pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas. Estas, a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.
- Productos químicos, incluyendo los pesticidas, varios productos industriales, las sustancias tensoactivas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- Petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales.
- Minerales inorgánicos y compuestos químicos.
- Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.
- Sustancias radiactivas procedentes de los residuos producidos por la minería y el refinado del uranio y el torio, las centrales nucleares y el uso industrial, médico y científico de materiales radiactivos.

- El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen (Medio-Ambiente.info, 2009).

2.5 ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO

Según Castro, R y Pérez, R (2009) el agua puede transmitir enfermedades entéricas (intestinales), debido el contacto con desechos humanos o animales.

La fuente principal de patógenos entéricos son los excrementos y otros desechos eliminados por humanos enfermos y sus animales huéspedes.

Las variables que afectan la presencia y densidad de los diversos agentes infecciosos en las aguas servidas son los siguientes:

- Fuentes que contribuyen a las aguas servidas.
- Estado general de salud de la población.
- Presencia de portadores de la enfermedad en la población.
- Habilidad de los agentes infecciosos para sobrevivir fuera del huésped bajo diversas condiciones ambientales.

Las enfermedades hídricas más importantes producidas por la contaminación del agua son las siguientes:

- Bacterias: Shigella, Salmonella y EscherichiaColi.
- Virus: aquellos relacionados con la Hepatitis y la Gastroenteritis.
- Protozoos: Giardia, Lambia, Entamoeba, Histolytica.

2.6 SELECCIÓN DEL TIPO DE TRATAMIENTO DEL AGUA

El agua para el consumo humano debe cumplir con ciertos requisitos que la hagan inofensiva para la salud. En general, el agua potable no debe tener olor, ni sabor ni color, y debe ser fresca y cristalina; debe estar libre

de organismos que puedan generar enfermedades; no debe contener impurezas ni sustancias químicas en concentraciones que puedan ser peligrosas para la salud de los consumidores; y, en lo posible, debe contener algunos minerales disueltos, que son reconocidos como beneficiosos para la salud, por ejemplo el flúor (IEOS, 1986).

La mayoría de las aguas captadas no cumplen estos requisitos y por eso se hace necesario tratarlas antes de entregarlas al consumo de la población.

Las plantas de potabilización son diseñadas según las características propias del agua a tratar.

El agua captada desde una fuente superficial siempre necesita un tratamiento más o menos complejo; en cambio, las exigencias para el agua de fuentes subterráneas dependen fundamentalmente de su composición química. En todo caso, las aguas para consumo público deben ser siempre desinfectadas.

El tratamiento del agua tiene por objeto fundamental mejorar la calidad física, química y bacteriológica del agua proveniente de las distintas fuentes naturales, con contaminación o sin ella, a fin de entregarla al consumo apta, inocua y aprovechable para el hombre.

El tratamiento del agua contiene los siguientes procesos entre los más comunes citaremos los siguientes: aireación, sedimentación simple, coagulación, floculación, filtración, desinfección, estabilización, fluoración, ablandamiento, remoción de sustancias tóxicas, etc.

2.6.1 AIREACIÓN

La aireación persigue mejorar las características físicas y químicas del agua, mediante el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera.

2.6.2 PASO DE AGUA A TRAVÉS DE REJILLAS

Es una operación mediante la cual los materiales flotantes y suspendidos son retenidos en rejillas, por ejemplo cuando se transporta agua desde la captación hasta la planta de tratamiento mediante un canal a cielo abierto.

2.6.3 SEDIMENTACIÓN SIMPLE

El objeto de sedimentación es eliminar las partículas suspendidas en el agua y se basa en la atracción gravitacional, bajo cuya influencia las partículas más pesadas tienden a sedimentar, desplazándose a una velocidad de sedimentación propia de la partícula.

El proceso de sedimentación puede reducir de un 40 a un 60% los sólidos en suspensión.

2.6.4 FLOTACIÓN

Es una operación que tiene poca aplicación en la potabilización del agua. Consiste en la reducción de las fuerzas de transporte hasta lograr un agua casi quieta y obtener que partículas livianas asciendan hacia la superficie. Puede requerirse en determinados casos ya sea de agentes químicos o de agentes físicos (introducción de aire) que ayude a la flotación.

2.6.5 COAGULACIÓN

El objeto de la coagulación es facilitar o hacer posible la sedimentación de partículas finamente divididas o al estado coloidal, mediante el agregado de sustancias químicas.

El coagulante es un agente químico que se agrega al agua y cuyas propiedades hacen posible la sedimentación de materias finamente divididas o en estado coloidal.

Una fase coloidal se refiere a una cierta forma de materia en un estado de subdivisión en un medio.

La floculación provoca la aglutinación de los sólidos en suspensión. Ambos procesos eliminan más del 80% de los sólidos en suspensión.

2.6.6 MEZCLA RÁPIDA

Reactor en el que se promueve la mezcla íntima del coagulante y la suspensión coloidal.

2.6.7 FLOCULACIÓN

Es el proceso mediante el cual se introduce el crecimiento de microflóculos hasta obtener partículas sedimentables.

2.6.8 FILTRACIÓN

Se puede definir como el proceso por el cual se separa la materia suspendida mediante el paso del agua a través de una capa porosa, que tiene las partículas en suspensión, generalmente arena, carbón y grava.

2.6.9 FILTRACIÓN LENTA

Es el proceso de filtración por el cual la carga hidráulica de aplicación es menor que $100 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$.

2.6.10 FILTRACIÓN RÁPIDA

Es el proceso de filtración por el cual la carga hidráulica de aplicación es mayor que $100 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$.

2.6.11 CLORACIÓN

Se entiende por desinfección aquel método que permite la destrucción de los agentes capaces de producir infecciones, mediante la aplicación directa de medios químicos o físicos, aunque existen

formas microbianas, como las esporas, que son afectadas por los métodos corrientes de desinfección.

En la actualidad, prácticamente sólo la cloración es el método que se usa para la desinfección del agua en plantas de tratamiento para consumo público.

2.6.12 FLUORACIÓN

Consiste en el control que debe realizarse para obtener una concentración de flúor que esté dentro de límites aceptables.

2.6.13 CONTROL DE OLORES Y SABORES

Esta operación contempla diferentes actividades que deben realizarse en diferentes unidades de tratamiento o como operaciones complementarias, tal es el caso de eliminación de algas que pueden dar origen a olores desagradables, el uso de carbón activado para mejorar el sabor de determinadas aguas y también la adición de cloro para destruir sustancias que producen sabores y olores (IEOS, 1986).

2.7 RED DE DISTRIBUCIÓN

Esta es la unidad del sistema que conduce agua a los lugares de consumo (casas, industrias, edificios, etc.). Está constituida por un conjunto de tuberías y de piezas especiales dispuestas convenientemente a fin de garantizar el abastecimiento de las unidades componentes de la localidad abastecida.

Con la carga completa en el tanque de reserva ubicado a 10 km de la cabecera cantonal de Teniente Hugo Ortiz, se contará con la presión suficiente para distribuir el agua a toda la comunidad, por lo que una vez que esté operando podrá detectarse en el funcionamiento del sistema las redes.

Antes de realizar el diseño de una red de distribución es necesario disponer de la siguiente información:

1. Levantamiento topográfico de la ciudad y de zonas de futura expansión, con cotas de los cruces de los ejes de las calles. Cuando no exista plan regulador. La SSA aprobará la zona presente o futura a servirse.
2. Condiciones geológicas del suelo.
3. Tipo de calzada.
4. Redes e instalaciones de agua potable existentes.
5. Localización de las industrias y otros puntos de gran demanda.
6. Requerimientos de caudal.

Los caudales de diseño para redes de distribución serán el máximo diario al final del periodo de diseño más incendio; se comprobarán las presiones para el máximo horario al final del periodo de diseño.

La máxima presión estática en la red no debe superar, los 70 mca. y la presión máxima dinámica los 50 mca.

2.7.1 TIPOS DE REDES

Según la configuración de la localidad a servirse, las redes de distribución pueden ser ramificadas o en mallas (SSA, 1995).

a. Redes Ramificadas

Se constituyen por una tubería principal y varias derivaciones o ramificaciones con sus extremos ciegos. Se las emplea en aquellos casos en que la topografía o el desarrollo urbanístico de la localidad impiden interconectar los ramales.

b. Redes en Mallas

Se diseñan si las tuberías pueden formar anillos o mallas que permitan disponer de un circuito cerrado para el flujo de agua.

Cuando las condiciones topográficas y económicas lo permitan, deberá preferirse este tipo de red por cuanto optimiza el funcionamiento hidráulico, pues evita puntos “muertos” o de circulación nula y facilita la regulación de caudales y presiones.

2.7.2 CONEXIONES DOMICILIARIAS

Como complemento de la red de distribución, y acorde con el nivel de servicio adoptado, se contempla la instalación de tomas domiciliarias conectadas directamente a la red, la que constara de un accesorio de acople y un tubo flexible de 12 mm de diámetro, conectados a una tubería rígida del mismo diámetro y que termina en una llave de paso. Para controlar el uso indiscriminado de agua la Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento Ambiental (SSA, 1995) recomienda el uso de medidores. Se instalaran a cada usuario un medidor volumétrico o de chorro único y demás accesorios.

2.8 Diseño del Sistema de Tratamiento de Agua de Consumo Humano

2.8.1 Bases de Diseño

2.8.1.1 Período de Diseño

Es el tiempo durante el cual una obra o estructura puede funcionar sin ampliaciones, no se lo debe confundir con Vida Útil, que es el lapso después del cual, un material, obra o estructura debe ser remplazado por inservible.

Para adoptar el período de diseño se consideran los siguientes factores:

Vida útil de las estructuras y equipo componente, tomando en cuenta la antigüedad, el desgaste y el estado de conservación.

- Facilidad o dificultad de la ampliación de las obras planeadas.
- Tasa de interés.

- Comportamiento de las obras durante los primeros años, periodo en el cual no estarán sujetas a plena capacidad.
- Posibilidad de crecimiento anticipado de la población incluyendo posibles cambios en el desarrollo de la comunidad, comercio e industria.

Se puede considerar que la vida útil de estructuras de hormigón es superior a 30 años, en tanto que los demás componentes, es de 20 años, así mismo se recomienda para obras de gran envergadura tales como: diques, embalses, conducciones y redes de distribución de grandes diámetros un período de diseño entre 20 y 50 años.

Como recomendación general la SSA, (1995) manifiesta que en ningún caso se debe proyectar, obras definitivas con períodos menores de 15 años.

2.8.1.2 Dotación

Se considera como dotación el consumo de agua requerido para labores de aseo, de consumo de comida y todo aquello requerido por el hombre para el desarrollo de la actividad humana. La dotación dependerá de:

- Ubicación Geográfica.
- Climatología.
- Nivel de Cultura.

a. Dotación Básica

De acuerdo a lo establecido por las normas de la Subsecretaria de Saneamiento Ambiental (SSA), las Comunidad de Allishungo y Centro Poblado, tiene un nivel de servicio Ib, por lo que, consultando en la tabla de las Dotaciones por Nivel de Servicio, le corresponde una dotación vasca de 65 l/hab/día.

De acuerdo al nivel económico y cultural de los habitantes se puede prever otro tipo de consumo.

CONDICIONES DE USO

2 Baños diarios (15 l)	30 l.
2 usos inodoro (12 l)	24 l.
5 usos lavabo (2 l)	10 l.
Alimentación (25 l)	25 l.
Lavado de ropa (35 l)	35 l.

$$Do = 124 \text{ l/hab/día.}$$

b. Dotación Actual

Es el caudal de agua potable consumido diariamente, es promedio, por cada habitante, expresado en l/hab/día. Incluye los consumos domestico, comercial, industrial y público, al inicio del período de diseño.

Los factores de mayoración están de acuerdo a la población e incidencia, comercio, industria, y sector público.

Población menor de 1000 habitantes.

Doméstico	1.00	F1
Industrial	1.00	F2
Comercial*	1.02	F3
Publico**	1.03	F4
Factor de Perdidas (f):	1.15	

Comercial*.- Es zona de tránsito vehicular ya que se encuentra en la vía Puyo-Napo y es la principal productora de papachina.

Publico**.- Escuela 35 alumnos.

Dotación Actual: $Do * F1 * F2 * F3 * F4 * f$

c. Dotación Media Futura

Es el caudal de agua potable consumido diariamente, en promedio, por cada habitante, expresado en l/hab/día. Incluye los consumos doméstico, comercial, industrial y público, al final del período de diseño. La producción de agua para satisfacer las necesidades de la población y otros requerimientos, se basan en estudios de las condiciones particulares de cada población, considerando los siguientes aspectos:

- Las condiciones climáticas del lugar.
- Las dotaciones fijas para distintos sectores de la ciudad, considerando las necesidades de los distintos servicios públicos.
- Las necesidades de agua potable para la industria.
- Los volúmenes de protección contra incendios.
- Las dotaciones para lavados de mercados, camales, plazas, calles piletas, etc.
- Otras necesidades, incluyendo aquellas destinadas a la limpieza de sistemas de alcantarillado.

La determinación de la dotación futura se efectuara en base a un aumento periódico constante de la dotación actual, en valores de 1 a 2 l/hab/día por cada año, de acuerdo al estudio que se efectúa de las condiciones socioeconómicas de la población.

Dot. Futura = (Dot. actual) + (25 años)*(1.0 l/hab/día)

2.8.1.3 Demanda

Es la cantidad de agua que necesita una población para satisfacer sus necesidades permitiendo de esta manera, vivir en condiciones sanitarias favorables. Se dice también que la dotación es el valor de consumo de agua potable por habitante en un día.

a. Consumo Medio Diario (Qmd)

Es el promedio aritmético de los consumos diarios registrados en un año.

Se obtiene multiplicando la dotación media futura por la población al final del período de diseño.

FÓRMULA:

$$Qmd = \frac{f * (P * D)}{86400}$$

DONDE:

Qmd = Consumo medio diario.

D = Dotación.

P = Población Futura.

f = Factor de fuga (igual a 1.1).

b. Consumo Máximo Diario (QMD)

El consumo máximo diario futuro se obtiene multiplicando el consumo medio diario al final del período de diseño, por un coeficiente de mayoración cuyo valor fluctúa entre 1.25 y 1.5 según las normas SSA, (1995). Para el presente estudio, tomando en consideración las condiciones climáticas de la zona y el número de habitantes futuros, tomaremos 1.25 como coeficiente de mayoración.

FÓRMULA:

$$QMD = KMD * Qmd$$

c. Consumo Máximo Horario (QMH)

Es el caudal registrado en la hora de máximo consumo al final del período de diseño.

El consumo máximo horario futuro se determina multiplicando el consumo medio diario por un coeficiente de variación horaria cuyo valor mínimo es de 1.5 y el máximo es de 3.

El coeficiente de variación horaria se determina en función la posibilidad de que un grupo entero de usuarios consuma agua simultáneamente en un momento dado, en cuyo caso el volumen total consumido representará el consumo simultáneo máximo.

Estudios y observaciones realizados en varios lugares, indican que para las comunidades consideradas en las Normas de la SSA, es recomendable utilizar un coeficiente de variación horaria igual a 3.0 con el que se puede cubrir los consumos simultáneos máximos más frecuentes y además garantizar el abastecimiento de agua para atender el consumo debido al crecimiento de las comunidades y al aumento del consumo futuro.

FÓRMULA:

$$QMH = KMH * Qmd$$

2.8.1.4 Caudales de Diseño

a. Captación

Se puede definir como captación a una estructura destinada a captar o extraer una determinada cantidad de agua de una fuente, destinada para varios fines, tales como: consumo humano, riego, etc.

La captación de la vertiente consta de un tanque, cuyas paredes se han de construir de mampostería de ladrillo u hormigón simple, en una de sus paredes ha de colocarse grava, con el fin de proteger y permitir la filtración del agua.

Para captar el agua requerida, hay diferentes tipos de toma según las fuentes disponibles, a las que previamente a más de considerarlas para el proyecto determinado. Se realizará las mediciones de caudal de las mismas, para saber si la fuente en estudio es o no aceptable para el proyecto; se puede decir que una fuente es aceptable para un proyecto, cuando el caudal de esa fuente es suficiente o mayor al de las necesidades requeridas.

Tipos de Captación

Para captar el agua requerida, hay diferentes tipos de toma según las fuentes disponibles, a las que previamente a más de considerarlas para el proyecto, se realizará las mediciones de caudal de las mismas, para saber si las fuentes en estudio son o no aceptables para un proyecto, cuando el caudal de esa fuente es suficiente o mayor al de las necesidades requeridas. Para captaciones se consideran dos tipos de fuentes claramente establecidas, las que mencionamos a continuación.

AGUAS SUPERFICIALES

El agua superficial en movimiento constituye las corrientes naturales, como ríos, canales, esteros, etc. (escurrimiento superficial); en relativo reposo se encuentra en los embalses, lagos, mares y océanos; y finalmente en estado sólido, acumulada en grandes cantidades, como hielo o nieve. Estas últimas son aguas generalmente exentas de gérmenes y sales. Al fundirse presentan las mismas características del agua de lluvia, y al escurrir a través de la corteza terrestre toma las propiedades del agua superficial o subterránea, según sea el caso.

Desde el punto de vista sanitario, estas aguas son susceptibles de ser contaminadas por agua cloacal o residuos industriales. Los lagos y lagunas originados por corrientes superficiales tienen las mismas características generales, pero sus aguas están sujetas a una purificación natural durante el tiempo que permanecen almacenadas.

Existen factores que deben ser considerados en el abastecimiento con aguas superficiales y son los siguientes:

- Selección, preparación y control de las aguas de captación.
- Tratamiento de las aguas para depósitos, y el manejo de diques, lagos y embalses.
- Dimensión, construcción y mantenimiento de la obra civil.

En lo que tiene que ver con la recarga de las aguas superficiales está ligada a fenómenos naturales como la lluvia, las nevadas, los deshielos de las montañas que se han vuelto muy frecuentes por el fenómeno del calentamiento global.

AGUAS SUBTERRÁNEAS

El agua de precipitaciones, de cursos y masas de agua, penetra a través de las porosidades de las partículas que constituyen el suelo, mediante el proceso llamado Infiltración.

El agua subterránea se desplaza por las porosidades del terreno, escurrimiento subterráneo y puede aflorar formando vertientes o alimentar cursos de agua. Parte del agua subterránea se evapora y parte llega al mar. (SSA, 1995).

La calidad del agua subterránea depende de los mantos por los cuales atraviesa; en este tipo de aguas suele encontrarse contaminantes como nitritos y fluoruros, los mismos que en concentraciones elevadas producen enfermedades hídricas, es importante considerar que estas sustancias químicas suelen desaparecer al pasar el agua por los diferentes estratos del suelo.

Para el abastecimiento de agua en una zona rural mediante agua subterránea se tiene las siguientes posibilidades.

- Manantiales o vertientes.
- Norias o pozos.
- Galerías filtrantes.

El agua subterránea sale a la superficie mediante manantiales, los mismos que a la vez pueden ser permanentes, periódicos o intermitentes.

Requisitos que debe reunir una Captación

La captación de vertiente vertical se ubicará en el sitio de afloramiento.

Las captaciones de manantiales deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Estar libre de posibles fuentes de contaminación.
- La estructura no debe perjudicar el caudal natural de la fuente.
- Dar seguridad y estabilidad a la estructura.
- Estar a salvo de la erosión como la formación de bancos de arena.
- Ser herméticas.

Diseño de Captación

De acuerdo a las Normas de la SSA, (1995) las obras hidráulicas de captación deben diseñarse para garantizar:

- La derivación desde la fuente de las cantidades de agua previstas y su entrega ininterrumpida a los usuarios.
- La protección del sistema de abastecimiento contra el ingreso a la conducción de sedimentos gruesos, cuerpos flotantes, basuras, plantas acuáticas, etc.
- El no ingreso de peces desde los reservorios y ríos.
- Evitar que entre el agua a la conducción durante los períodos de mantenimiento y en caso de averías y daños en la misma

OBRA CIVIL

Consiste en realizar obras de protección de los afloramientos contra contaminantes y evitar que se obstruyan, para eso se requiere de la construcción de una caja de protección, la caja puede ser de mampostería de piedra o ladrillo, hormigón armado, etc., con sus paredes impermeables para evitar la filtración de aguas superficiales que puedan escurrir hacia ésta.

Durante la construcción de esta caja de protección se debe prever la colocación de los accesorios necesarios como:

TUBERÍA DE DESAGÜE.- Se coloca en la parte inferior, y sirve para realizar la limpieza de la fuente y para desaguar cuando existen daños en la conducción.

TUBERÍA DE REBOSE.- Se coloca en la parte superior del tanque y sirve para que el agua en exceso se evacue por allí, o cuando se presentase taponamiento por la línea de conducción.

TUBERÍA DE CONDUCCIÓN.- Se coloca en la parte inferior del tanque y a una cota superior a la tubería de desagüe, por medio de esta se conduce el agua hacia el tanque recolector.

CAJA DE VÁLVULAS.- Esta junto a la captación, en ella se encuentran las válvulas de las tuberías de desagüe y de conducción, que deberán ser manipuladas según los requerimientos.

TAPA SANITARIA.- Se coloca con la finalidad de permitir el acceso del personal que va a realizar la limpieza de las fuentes, o para realizar la inspección visual de la fuente.

Para el diseño de la captación hemos tenido que recurrir a las especificaciones que las SSA señala para el efecto, y lo complementamos con los diseños del Programa de Agua y Saneamiento para Comunidades Rurales y Pequeños Municipios PRAGUAS, que en función de su experiencia los realiza, los mismos que se indicaran en los planos y detalles correspondientes.

Basados en las Normas SSA para el diseño de sistemas de agua potable rurales asumimos:

$$\text{Captación de aguas superficiales} = \text{QMD} + 20\%$$

b. Conducción

Es la parte del sistema constituido por el conjunto de conductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua de la captación hasta la planta de tratamiento o al tanque de reserva.

Tipos de Conducción

Por lo general existen dos tipos de conducciones y son: Conducciones a presión y conducciones a gravedad.

Conducción a Presión

Se considera conducciones a presión a las que impulsan el agua mediante un sistema de bombeo. Esto se da cuando un punto cualquiera con presión igual a cero, se localiza en una cota inferior a otro considerado como paso obligado de la conducción.

Conducción a Gravedad

Las conducciones a gravedad pueden ser con flujo a lámina libre o con flujo a presión (a tubo lleno). Esta forma de conducción es la más económica.

Pasos Elevados

Las tuberías suspendidas (pasos elevados), muchas veces son requeridas para cruzar sobre quebradas y aguas corrientes o terrenos inestables, sujetos a erosión y deslaves.

No obstante, existe un sin número de criterios de diseño, que deben ser aplicados:

- La tubería suspendida, siempre y cuando sea posible, debe estar lo suficiente alta para no ser afectada por objetos flotantes y de arrastre, en crecidas máximas; o, rocas y piedras producto de deslaves.

- El cable soportante de la tubería debe ser adecuadamente fijado (anclado) en terreno firme, de ambos lados.
- El cruce elevado debe estar horizontal (nivelado) o lo más cercano a ello (es decir la elevación debe ser la misma en ambos lados del cruce).
- El cable soportante de la tubería, debe ser lo suficientemente fuerte como para resistir su propio peso, el de la tubería, el agua en la tubería, como también las fuerzas del viento y el balanceo.
- La tubería debe ser adecuadamente instalada, sujeta al cable soporte a través de argollas de acero o abrazaderas del mismo material.

El material para las tuberías suspendidas generalmente es Hierro Fundido (HF), Hierro Galvanizado (HG) o Asbesto Cemento.

Para el diseño de los pasos elevados hemos tenido que recurrir a las especificaciones que las SSA, (1995) señala para el efecto, y lo complementamos con los diseños del Programa de Agua y Saneamiento para Comunidades Rurales y Pequeños Municipios PRAGUAS, que en función de su experiencia los realiza, los mismos que se indicaran en los planos y detalles correspondientes.

Conducción de aguas superficiales = QMD + 20%

c. Tratamiento

Planta de Tratamiento

Es la unidad donde se recibe el agua cruda, y donde recibirá un tratamiento para eliminar las bacterias patógenas, sabores y olores desagradables, material particulado y coloreado así como su dureza, y mediante una serie de procesos se la transforma en agua potable apta para el consumo del hombre. Por lo tanto la función principal de la planta de tratamiento es producir agua de calidad constante y aceptable.

Los métodos más comunes para un tratamiento son:

1. Por transferencia de iones: coagulación, precipitación, absorción, intercambio iónico.
2. Por transferencia molecular: filtración lenta y rápida.
3. Por transferencia de gases: aireación.
4. Por transferencia de sólidos: sedimentación, flotación, filtración.
5. Varios: estabilización, desinfección, fluoración, y suavización.

Alternativas del Tratamiento

Existen varias alternativas para la potabilización del agua, las mismas que están determinadas de acuerdo al tipo de agua que se vaya a tratar. De los resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos realizados a las muestras de agua recolectadas en la captación, determinaremos el o los procesos de tratamiento que el agua necesita.

$$\text{Planta de Tratamiento} = \text{QMD} + 10\%$$

d. Reserva

Tanque de Reserva

Es la unidad destinada a compensar variaciones horarias de caudal y garantizar la alimentación de la red de distribución en casos de emergencia, proveyendo el agua necesaria al mantenimiento de presiones en la red.

Los depósitos de almacenamiento suelen calificarse: por los materiales con que están contruidos, su funcionamiento, su ubicación con relación al sistema de distribución y su forma.

Todos ellos se operan y mantienen siguiendo los mismos principios e inclusive los problemas que se presentan se refieren a las diferencias de operación de válvulas y a su falta de mantenimiento.

La capacidad del reservorio se determina a partir de la proyección de la demanda, de la capacidad de la fuente captada, de los materiales con los que será construido y de la evaluación técnico-financiera del sistema.

La construcción del tanque reservorio es el resultado de un gran esfuerzo y es la obra más visible del sistema: puede constituirse en un momento público a la organización y voluntad de la comunidad para vivir mejor.

El tanque reservorio sirve para almacenar agua que proviene de la fuente durante períodos pequeños de demanda (tales como la noche) para el uso durante períodos altos de demanda (tales como la mañana).

Como conclusión podemos decir que la reserva debe satisfacer las siguientes demandas:

- Cubrir las variaciones horarias de la demanda de un día de máximo consumo, normalmente las variaciones de la demanda oscilan entre 130% y 170% de la demanda medio anual y con mayor frecuencia se la puede encontrar en el orden del 150% de la misma.
- Debe permitir mediante un volumen adicional, las reparaciones tanto de la tubería con los equipos.
- Mantener el caudal suficiente de agua para satisfacer la demanda producida en un incendio.

Según las Normas SSA, (1995) para sistemas de agua potable rurales, el tanque de almacenamiento para compensar las variaciones horarias de consumo, en función del consumo medio diario futuro, será:

$$QMD = 1,885 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} * \frac{86400s}{1 día}$$

$$Q \text{ (Reserva)} = 30\% \text{ QMD}$$

Contaminación de los Tanques

Los tanques son fuentes de contaminación en potencia, ya que en ellos el agua no suele estar sometida a presión, y además de que no son completamente estancos, están frecuentemente expuestos a varias fuentes de contaminación.

Los tanques deberán ser cubiertos, preferentemente de hormigón y, si se emplean respiraderos, deben ser poco numerosos. Las condiciones imperantes en cada zona condicionaran el diseño, debiendo considerar entre estas las sociales, fundamentalmente los actos de sabotaje y vandalismo.

Las zonas de respiraderos deben protegerse para que las aguas de la cubierta no se desvíen a través de las aberturas, que, además deben protegerse contra la contaminación arrastrada por los vientos, especialmente en aquellas zonas en las que se emplean fertilizantes.

Además, las zonas de los respiraderos deberían protegerse para evitar que la lluvia, las aguas de desagüe, los residuos de diversa naturaleza y, en lo posible, el polvo y la suciedad, penetren en el tanque.

En el interior del tanque no se debe emplear revestimientos protectores, preservativos o juntas herméticas; ni tampoco ningún tipo de producto químico toxico, ya que comunicarían sabores y olores el agua.

e. Distribución

Para poblaciones de hasta 3000 habitantes futuros en la costa y 5000 en la sierra, no se considera almacenamiento para incendios (SSA, 1993).

$$\text{Red de Distribución} = \text{QMH} + \text{incendio}$$

$$\text{Incendio} = 0$$

$$\text{Red de Distribución} = \text{QMH}$$

CAPITULO III

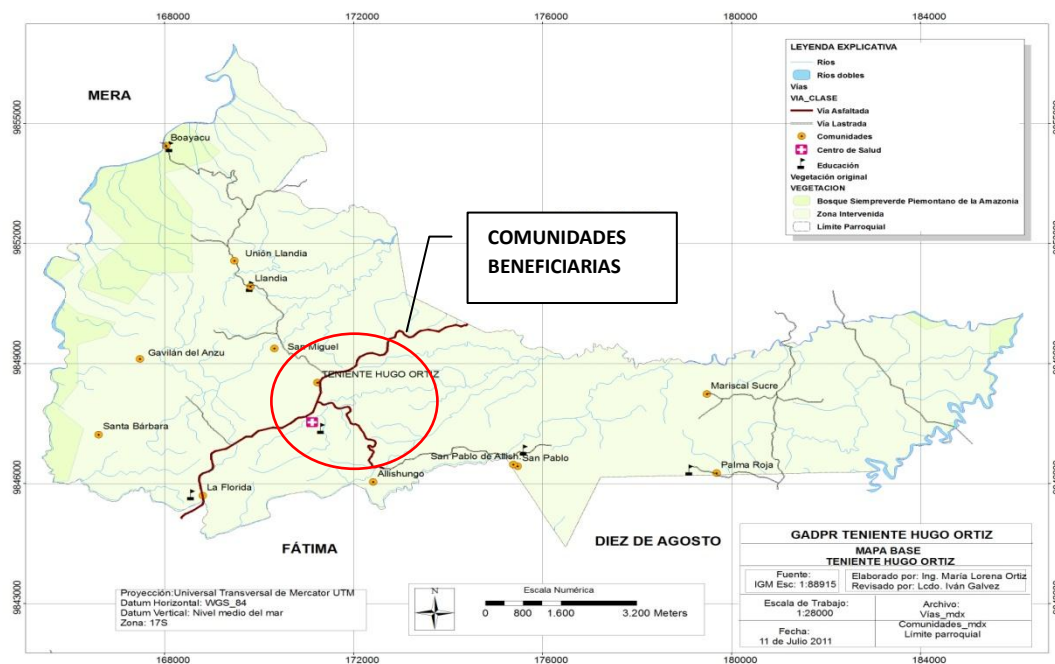
3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA PARROQUIA TENIENTE HUGO ORTIZ

La investigación se realizó dentro del área directa de las comunidades Allishungo y Centro Poblado de la parroquia Teniente Hugo Ortiz perteneciente al Cantón y Provincia de Pastaza, que se encuentra ubicada en el kilómetro 14y ½ vía Puyo-Tena, en las coordenadas ubicadas geoespacial (WGS84, UTM 17S), a una Longitud de 839032.666 y de Latitud 9848006.977 con una altura de 1070 msnm.

En la figura 1, se muestra la ubicación de las comunidades de Allishungo y Centro Poblado.

Ilustración 1, *Ubicación de las comunidades beneficiarias.*



Fuente: Elaboración con datos del PD y OT. GAD Parroquial Teniente Hugo Ortiz 2011.

En la tabla 3, se presenta las coordenadas de las parroquias que podrían ser beneficiarias.

Tabla 3, *Coordenadas geográficas cabecera parroquial y Allishungo.*

COMUNIDAD	CORDENADAS (WGS84)		GPS: MOBILEMAPPER 6
	X	Y	ALTITUD (msnm)
Centro Poblado	839032	9848006	1070
Allishungo	840424	9846799	1054

Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

3.1.1 Límites:

Según los Documentos base del GAD Parroquial Teniente Hugo Ortiz 2010, la parroquia tiene los siguientes límites:

- **Norte:** Parroquia San José del Cantón Santa Clara
- **Sur:** Parroquia Fátima, Diez de Agosto, El Triunfo
- **Este:** Parroquia El Triunfo
- **Oeste:** Parroquia Mera del Cantón Mera

3.1.2 Extensión

La extensión de la parroquia Teniente Hugo Ortiz es de 97 Km².

3.1.3 División territorial interna:

La parroquia Teniente Hugo Ortiz está conformado por el centro poblado de la cabecera parroquial, 4 comunidades legalmente constituidas (Llandia, Boayacu, San Pablo de Allishungo y Gavilán del Anzu., dos comunidad reconocida de hecho (San Miguel de Llandia y la Mariscal), un recinto (Unión de Llandia), y dos colonias (Allishungo y Santa Bárbara).

La cabecera parroquial de Teniente Hugo Ortiz, dada las características topográficas forma una zona amanzanada. (Datos GAD Parroquial Teniente Hugo Ortiz 2011).

3.1.4 Altura

- **Alt. Máx:** 1086 msnm
- **Alt. Mín:** 823 msnm

3.2 CONDICIONES METEOROLÓGICA

Para el análisis de las condiciones meteorológicas en la zona de influencia del proyecto, se utilizaron los datos correspondientes de la ciudad de Puyo, obtenidos en la estación meteorológica Puyo, ubicada en la parroquia Veracruz de la provincia de Pastaza, a 960 msnm. Se detallan las condiciones meteorológicas en promedio en la zona conforme los datos del INHAMI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía), los parámetros de precipitación, temperatura y evaporación potencial para el período 2006 a 2011.

La siguiente tabla detalla las condiciones meteorológicas de la ciudad de Puyo en los últimos 5 años. Los datos fueron obtenidos de la estación meteorológica del INHAMI Puyo.

Tabla 4, *Condiciones meteorológicas del INHAMI de la ciudad de Puyo.*

AÑO	Tº MEDI A (°C)	Tº MAXIM A (°C)	Tº MINIM A (°C)	HUMEDA D RELATIVA	PRECIPITACIO N (mm)	EVAPORACIO N (mm)	INSOLACIO N (Horas)
2006	22.2	29.8	14.5	88.4	13.2	2.3	92.4
2007	21.3	30	14.3	88	13.3	2.4	91.8
2008	21.3	27.1	17.1	88	13.3	2.3	90.2
2009	21.1	26.7	17.9	88	13.2	2.3	94.6
2010	21.8	27.2	18.5	87	13.4	2.4	93.2
2011	21.3	26.4	17.8	88	13.9	2.5	90.8

PROMEDIO	21.35	27.87	16.68	87.90	13.22	2.37	92.17
----------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------

***Fuente:** Elaboración propia del Autor con datos del INHAMI Estación Puyo (M008), Anuarios (2006-2011).*

3.2.1 Clima

Debido al reducido número de estaciones meteorológicas las apreciaciones sobre esta variable son bastante generales, no obstante posee un clima tropical húmedo, se encuentra a 953 msnm, conforme los datos del INHAMI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía 2006-2011).

3.2.2 Temperatura

En base a los datos obtenidos en el INHAMI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía 2006-2011), las temperaturas han alcanzado en su punto más alto los 30 °C y en el más bajo los 14,3 °C, registrando un promedio anual de 21.3 °C. La evapotranspiración potencial es menor que la precipitación concluyendo que no existen meses secos, teniendo una humedad atmosférica promedio anual del 89%.

3.2.3 Pluviosidad

La zona de estudio es un lugar que presenta a lo largo del año un alto índice de precipitaciones y humedad, muy variante entre los 2000 mm al occidente y, aproximadamente los 4700 mm en la llanura amazónica, promediando anualmente uso 4538 mm.

3.2.4 Nubosidad

En las zonas pobladas de la parroquia Teniente Hugo Ortiz la nubosidad es parcial, y en las zonas boscosas la nubosidad es mucho más intensa por la relación directa con la vegetación, pero

varía por los niveles de precipitación existentes en la zona, humedad relativa y temperaturas desde los 16,68 °C hasta los 21.35 °C (INHAMI, 2006-2011).

3.2.5 Descripción de la localidad

3.2.5.1 Población:

Aproximadamente según el último Censo de Población y Vivienda 2010, la parroquia Teniente Hugo Ortiz, tiene una población de 1048 habitantes

3.2.5.2 Fundación:

La parroquia de Teniente Hugo Ortiz fue creada con registro oficial N° 23, publicado el 2 de octubre de 1968 (Documento Base JPTHO, 2010).

3.2.5.3 Reseña histórica:

A medida que avanzaba la construcción de la carretera hacia el Napo, nuevos poblados fueron estableciéndose en la vía. Así por los años de 1950 y 1955, llegaron al sector llamado Rivadeneira, colonos-indígenas provenientes de la Sierra. Por el año 1957 visitó el lugar el Padre Dorigatti, quien lo cambió por el nombre de "Lourdes".

En el año de 1960 llegan los señores Emiro Coloma, Carlos Ballesteros, Julio Sánchez, Arsenio Zavala y Segundo Salinas, luego llega la familia Aguirre; con ellos se conformó un Comité Pro-mejoras, encargado de velar por el adelanto del recinto "Lourdes", ellos más el apoyo del Capitán Luis Arias Guerra, Representante de la Provincia y el Alcalde de entonces Don Rafael Vega, lograrían la parroquialización de Teniente Hugo Ortiz, nombre puesto en homenaje a uno de los oficiales héroes caídos en el conflicto bélico del País con el Perú en la guerra de 1941, además se les encargó

la construcción de algunas obras más (Documento Base JPTH0, 2010).

3.2.5.4 Principales Fiestas:

Su fiesta principal es en la semana del 4 de Octubre, celebrando su parroquialización, en la que se destacan las actividades culturales, deportivas, artesanales y productivas (Documento Base JPTH0, 2010).

3.2.5.5 Comida Típica:

La gastronomía típica de la zona son: maitos de pescado y palmito, seco de guanta, seco de guatusa, caldo y seco de carachama, estofado de sahino, armadillo y guanta, chicha de chonta duro, yuca, caña, maíz y plátano, chonta duro cocida, papa china cocinada con carne(Documento Base JPTH0, 2010).

3.2.5.6 Religiones:

Católica, evangélica en menor porcentaje (Documento Base JPTH0, 2010).

3.2.6 Ecosistema

3.2.6.1 Ecosistema y biodiversidad

La parroquia Teniente Hugo Ortiz forma parte de una de las zonas más importantes que tiene el país en término de riqueza biológica por las condiciones climáticas de alta pluviosidad que han permitido el aparecimiento de especies de flora y fauna de gran interés a nivel nacional e internacional.

La zona de vida corresponde a la formación de Bosque muy húmedo (Sierra, 1999).

3.2.6.2 Inventario de flora

Dentro de este tema se planificó una jornada de campo en la Colonia Santa Bárbara y Comunidad Boayacu donde mediante recorridos se realizó el inventario de flora identificando especies al azar, por observación directa de especímenes, corroborado por los pobladores el nombre vulgar, teniendo el siguiente listado (Jorgensen, P. y Yáñez, 1999).

Tabla 5, *Inventario de flora de la parroquia Teniente Hugo Ortiz.*

Nombre común	Nombre científico
Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>
Canelo	<i>Ocotea</i> spp
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
Chuncho	<i>Cedrela ingacateniformis</i>
Ahuano	<i>Swietenia macrophylla</i>
Caoba	<i>Platymiscium pinnatum</i>
Copal	<i>Trattinnickia glaziovii</i>
Tamburo	<i>Vochysia</i> spp
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
Pigue	<i>Piptocomadia discolor</i>
Doncel	<i>Virola</i> spp
Chucchuasa	<i>Maytenus krukovi</i>
Sangre de drago	<i>Croton lechleri</i>
Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i>
Uña de gato	<i>Uncaria tomentosa</i>
Calumcalum	<i>Hieronima alchoronoides</i>
Amarucapi	<i>Ouratea williamsii</i>
Chonta	<i>Bactris gaspaea</i>
Tocota	<i>Guarea</i> spp

Mata palo	<i>Coussapoa ssp.</i>
-----------	-----------------------

Fuente: Elaboración con datos del PD y OT Parroquia Teniente Hugo Ortiz 2011.

La mayor parte de la vegetación posee bosques primarios, que permite almacenar agua y regular el clima, a más de la preservación de la biodiversidad.

3.2.6.3 Inventario de fauna

La parroquia Teniente Hugo Ortiz es muy rica también en fauna dada las características de vegetación predominante en la zona de vida; sin embargo la deforestación del Bosque primario continuado lugar a la reducción de animales silvestres por la reducción del espacio de hábitat natural, pudiendo llegar incluso a la extinción de algunas especies que los moradores de Teniente Hugo Ortiz observan muy rara vez. El presente registro de fauna se recopiló directamente de los pobladores mediante encuesta personalizada, teniendo el siguiente cuadro:

Tabla 6, *Inventario de fauna de la parroquia Teniente Hugo Ortiz.*

Nombre común	Nombre científico
Carpintero	<i>Colaptes punctigula</i>
Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i>
Guanta	<i>Cuniculus paca</i>
Guatín	<i>Myoprocta pratti</i>
Guatuza	<i>Dasypus fuliginosa</i>
Tigrillo	<i>leopardus pardalis</i>
Tapir	<i>Tapirus terrestris</i>
Sahíno	<i>Pecari tajacu</i>
Cutupachos	

Catermicos	
Mono chichico	<i>Saguinus</i> sp.
Carachamas	
Barbudos	
<i>Cuchucho</i>	<i>Nasuanasua</i>
Bocachico	<i>Ichthyophthalmus numeralis</i>
Cabeza de mate	
Ardillas	
Conejo	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>
Pacharacos	

Fuente: Elaboración con datos del PD y OT Parroquia Teniente Hugo Ortiz 2011.

3.2.7 Agua

Por la parroquia Teniente Hugo Ortiz atraviesan los principales ríos: Rivadeneira, Anzu, Llandia, Pasunyacu y Huamayacu; estos ríos tienen importancia turística.

El río **Pusunyacu** tiene un potencial turístico ideal para construcción de senderos que atraviesan las comunidades de San pablo de Allishungo (comunidad kichwa con 300 habitantes). El río **Huamayacu** que atraviesa la comunidad de Allishungo (80 colonos), donde existen alrededor de 6 piscinas donde crían tilapias de forma asociativa. Por tanto se propone que en sectores propicios el GADP Teniente Hugo Ortiz, establezcan proyectos productivos con grupos de habitantes emprendedores y con potencial en posibilidades de establecer la infraestructura básica para la crianza y comercialización de cientos de tilapias.

En el sector de la cabecera parroquial Teniente Hugo Ortiz, cruza el **Río Negro**, donde se intenta aprovechar construyendo un dique para represar el agua, al que pueden acceder turistas para divertirse en

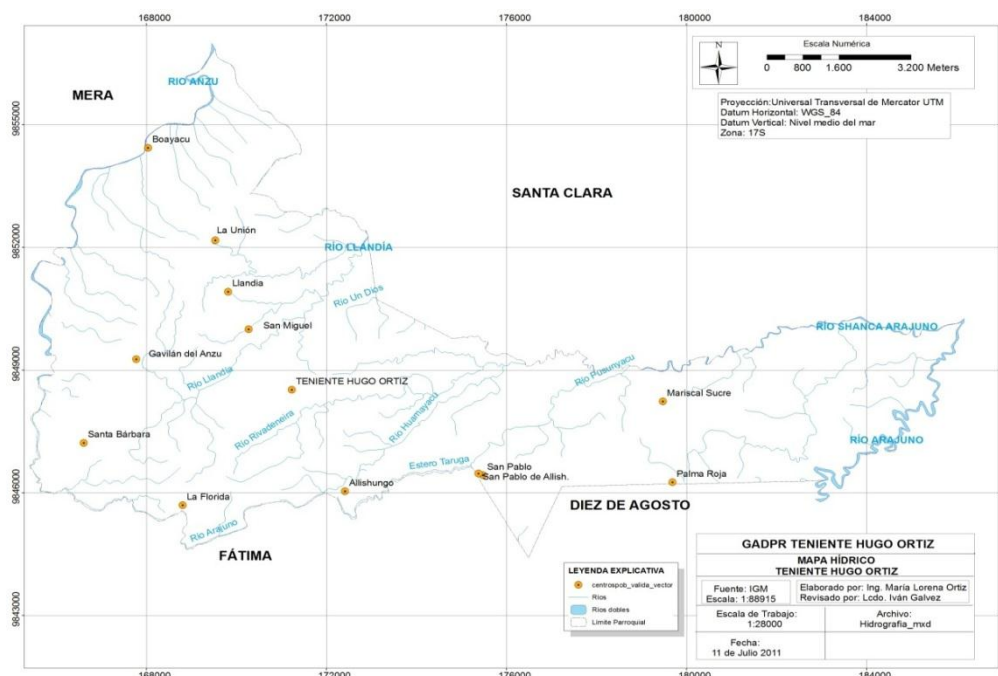
este balneario artificial. En los alrededores se propone construir canchas múltiples, un mirador turístico, descenso en tarabita, restaurantes y juegos infantiles. Con esta propuesta alrededor de 300 familias de las comunidades y la parroquia podrán implementar pequeños negocios con posibilidades de vender todo tipo de trabajos, agropecuarios, artesanales y recreativos.

El río **Llandia** tiene un alto potencial piscícola donde sus habitantes implementan espacios de explotación de tilapias, construyendo piscinas en zonas aledañas de alrededor de 200 m³ para 2000 tilapias, y vender en la ciudad del Puyo a 1.50 USD/lb.

En la comunidad Boayacu existen pequeñas cascadas que constituyen los drenajes menores del río **Anzu**, mismas que pueden ser aprovechados para la implementación de pequeños estanques (piscinas) para la crianza de tilapias, con habitantes emprendedores, de forma asociativa.

El río **Rivadeneira** cruza por el sector de la cabecera parroquial Teniente Hugo Ortiz, aguas arriba de la parroquia cruza también por otros centros poblados quienes contaminan moderadamente, generando un riesgo en la salud de las familias del centro poblado; y familias que aprovechan de estas mismas agua para los diferentes usos. Por tanto el GAD parroquial pretende concientizar a la gente que habitan aguas arriba sobre la importancia de no descargar aguas servidas, basuras, y toda clase de aguas residuales; esto debido a que actualmente se genera una mala imagen en la calidad de sus aguas para el aprovechamiento de actividades productivas, recreativas y de belleza escénica.

Ilustración 2, Mapa Hídrico de la Parroquia Teniente Hugo Ortiz



Fuente: Elaboración con datos del PD y OT. GAD Parroquial Teniente Hugo Ortiz 2011.

3.2.7.1 Tratamiento de aguas negras

En la cabecera Parroquial Teniente Hugo Ortiz y comunidades no existen plantas de tratamiento de aguas servidas, la mayoría son evacuadas directamente a los ríos y quebradas sin previo tratamiento, produciendo altos niveles de contaminación en los cuerpos de agua y predisposición a contraer enfermedades.

3.2.8 Suelo

3.2.8.1 Tipo de suelo

En la Parroquia Teniente Hugo Ortiz presentan suelos arcillosos negros, amarillos y rojizos del tipo *OxicDystropepts* poco permeables (Tierra, X. 2009), en las zonas del Río Anzu y una gran cantidad de

conglomerados con una infinidad de materiales de la región, imposibilitando la formación de acuíferos de importancia.

Estos suelos son pobres con bajo contenido de materia orgánica, los mismos que inciden sobre los rendimientos y la productividad agropecuaria.

Más puntualmente se determinó que solo en Boayacu predominan suelos negro arcillosos, con una capa arable de 20 cm, y son medianamente fértiles. En el resto de comunidades solamente predominan suelos rojizos. La profundidad del suelo fue determinada mediante el uso del barreno de 1.20 m de largo; con este instrumento se determinó el análisis de la profundidad del suelo hasta 0.50m.

Dadas las características topográficas de pendientes irregulares existe el predominio de zonas de suelos con sensibilidad geomorfológico, donde la erosión hídrica se limita al proceso natural de pérdida de la capa arable, quedando un promedio de 15cm de profundidad, esto conlleva a la desertización progresiva por las lluvias copiosas que causan cárcavas cada vez más profundas. Otro fenómeno que coadyuva al proceso de erosión de los suelos es la deforestación total del bosque primario, perdiendo la biodiversidad de flora y fauna, y consecuentemente de la capa arable que sustenta la productividad agropecuaria donde los habitantes cultivan productos para su seguridad alimentaria máximo 1-2 ciclos de cultivo.

3.2.8.2 Geomorfología

El relieve característico de la parroquia se describe a continuación: las mesas disectadas representan 77,04 %, las colinas medianas ocupan una superficie del 21, 23 % del total del territorio, las terrazas

altas con 1,28% y por último las mesas muy disectadas con el 0,45 % (Mapa Base IGM, 2010).

Tabla 7, *Clasificación geomorfológica de los suelos de la parroquia THO.*

Clasificación geomorfológica	%
Terraza alta	1,28
Colinas medianas	21,23
Mesas disectadas	77,04
Mesas muy disectadas	0,45

Fuente: *Elaboración con datos del IGM, 2010.*

3.2.9 Bosques protectores y áreas protegidas

La parroquia Teniente Hugo Ortiz cuenta con el bosque protector Habitahua con una superficie de 1148.16 ha. Ubicado en una parte de la comunidad de Boayacu, límite del río Anzu (Documento base JPTHO, 2010).

3.2.10 Forestación y reforestación

Antecedentes históricos de la deforestación del Oriente.

Hace décadas atrás el Oriente era una región ignorada a nivel nacional, considerado más bien un territorio inhospitable. Desde 1554, año del descubrimiento del Río Amazonas por Francisco de Orellana, penetraron la región: los misioneros por motivos religiosos, y otros por motivos económicos, los más notables siendo los caucheros de fines del siglo XVIII, además de los que buscaban enriquecerse con oro o con cascarilla (Gorman, 1996).

Desde los años cincuenta, no obstante, grandes cambios empezaron a producirse en el Oriente, con la colonización, como resultado de la política gubernamental de establecer "fronteras vivas" allí, después de la guerra con el Perú en 1942. Este proceso de ampliar las fronteras agrícolas del Oriente y así aliviar también la presión sobre la tierra de la costa y la sierra del país se formalizó en la Ley de Reforma Agraria y Colonización de 1964, ayudados por la construcción de carreteras que hizo accesible a la selva del Oriente (Gorman, 1996).

Mas puntualmente en la provincia del Pastaza el proceso de deforestación ha iniciado con la apertura de la vía Puyo – Tena, donde aprovechando el acceso de carreteras los colonos extraían madera para comercializarla, causando daños ambientales irreversibles, como son los procesos de erosión, sedimentación, pérdida de biodiversidad de flora y fauna. Posteriormente en el área de influencia de la parroquia, desde el año 1968 con la fundación parroquial se realiza la apertura de más vías hacia las colonias y comunidades y con el ingreso de los colonos aceleran el proceso de deforestación de bosque primario con la consecuente erosión de los suelos.

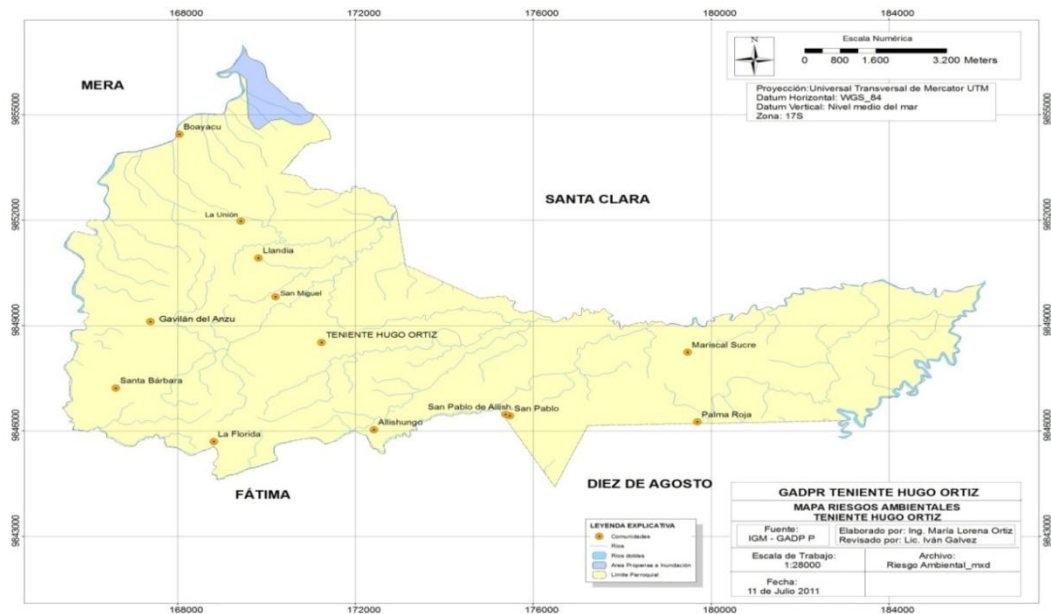
Actualmente en la parroquia Teniente Hugo Ortiz, algunos finqueros mantienen pequeños relictos de bosques primarios que constituyen refugios de vida silvestre; son áreas que requieren protección para asegurar la existencia continua de las especies o comunidades de animales, residentes o migratorias, de importancia ecológica nacional e internacional; el tamaño de estas áreas depende de que los finqueros y el apoyo de entidades ambientalistas de desarrollo, para que decidan mantener intactas estos hábitats. Estas reservas biológicas contienen formaciones naturales y especies de flora y fauna muy significativas para la ciencia y el medio ambiente natural (Gorman, 1996).

Estos lugares con recursos naturales sobresalientes y especies de gran importancia, la mayoría de ellas endémicas, constituyen el objetivo principal en este tema para proteger y conservar el recurso genético, la diversidad ecológica, la belleza escénica y los fenómenos naturales especiales. La propuesta de reforestación concertada con autoridades y habitantes recomiendan reforestar con especies propias de las zona, como: Tamburo (*Vochysiaspp*), balsa (*Ochromapyramidale*), cedro (*Cedrelaodorata*), calumcalum (*Hyeronimaalchornoides*), caoba (*Platymisciumpinnatum*), doncel (*Virola spp*), guayacán (*Tabebuiachrysantha*), chuncho (*Cedrelingacateniformis*), canelo (*Ocoteaspp*) y pigüe (*Piptocomadiscolor*). Especies comerciales y el soporte de la biodiversidad ecológica de la Amazonia Ecuatoriana (Gorman,1996).

3.2.11 Riesgo y seguridad ambiental

En la parroquia existe una zona propensa a inundaciones por desbordamiento del río Anzu dada las características topográficas planas (820 msnm en la zona de riesgo), donde las fuertes precipitaciones de los alrededores se concentran en esta zona poblada de Boayacu, donde habitan 300 habitantes kichwas nativos. La población se ha mantenido durante toda la época desde la conformación de la comunidad; sin embargo este enunciado se realiza ante un posible riesgo de inundación encontrado en el mapa base de riesgos ambientales.

Ilustración 3, *Mapa de Riesgos Ambientales.*



Fuente: Elaboración con datos del PD y OT. GAD Parroquial Teniente Hugo Ortiz 2011.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.

Los materiales y equipos que se utilizarán en la investigación se detallan a continuación:

Materiales

- Cuaderno de apuntes
- Equipo para el muestreo de agua (guantes, recipientes plásticos)
- Cooler - Refrigeración
- Refrigerante Blue Ice
- Reactivos químicos para preservación y transporte de muestras de agua hacia el LSA – UNACH (Riobamba)
- Auto / Camioneta (Transporte de muestras)
- Cubeta graduada
- Piola

Equipos

- Cámara Digital Samsung 12mp
- Computador de escritorio OMEGA
- Impresora HP Officejet J5740
- Sistema de posicionamiento Geográfico (GPS marca: ashtech, modelo: MobileMapper™ 6)
- Cronómetro
- Flexómetro

3.4 FACTORES DE ESTUDIO.

Los factores de estudio dentro de este proyecto a ser analizados se enfocan en la caracterización físico-química y bacteriológica del agua que consume actualmente la población de la parroquia y son los siguientes:

- pH
- Conductividad
- Dureza total
- Turbiedad
- Color
- Sólidos totales
- Coliformes totales
- Coliformes fecales

Estos análisis se realizaron en el laboratorio de Servicios Ambientales de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

En la investigación se utilizó el método estadístico descriptivo para el análisis de la información:

3.5.1 Estadística descriptiva.

A través de esta metodología se realizó comparaciones aritméticas entre los resultados obtenidos en el análisis del agua, realizado en el laboratorio de Servicios Ambientales de la Facultad de Ingeniería – UNACH y la normativa vigente (TULAS), con respecto a los límites máximos permisibles para agua de consumo humano, que requieren desinfección (ver tabla 4); el cálculo de la población futura y la muestra a realizar.

Todos estos resultados están aplicados en herramientas gráficas como histogramas y tablas.

3.5.2 Población de diseño

3.5.2.1 Población actual de las comunidades de Allishungo y Centro Poblado.

Para la determinación de la población actual existente en las comunidades de Allishungo y Centro Poblado fueron tomados los datos del PD y OT 2011 desarrollado por el GAD Parroquial de Teniente Hugo Ortiz.

Las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado, cuentan con una población total de 260 habitantes y se ha previsto optimizar la estructura existente y construir un sistema de tratamiento para el Sistema de Agua de Consumo.

Tabla 8, *Habitantes de las comunidades de Allishungo y Centro Poblado.*

NOMINA	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
3era Edad	4	3	7
Adultos	87	79	166
Jóvenes	26	34	60
Niños	14	13	27
	TOTAL		260

Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

a. Número de Habitantes por sexo de las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado.

Tabla 9, *Habitantes por sexo de las comunidades de Allishungo y Centro Poblado.*

COMUNIDAD	HABITANTES POR SEXO		
	NOMINA	HOMBRES	MUJERES
ALLISHUNGO Y CENTRO POBLADO	3er	4	3
	Adultos	87	79
	Jóvenes	26	34
	Niños	14	13
	TOTAL	131	129
	PORCENTAJE	50.38	49.62

Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

Ilustración 4, *Habitantes por sexo de la comunidad de Allishungo y Centro Poblado.*



Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

Del 100% de la población, concluimos que el 50.38% de la población de la comunidad son hombres, y el 49.62% restante son mujeres, esta información fue proporcionada por el representante de la Comunidad de Allishungo y Centro Poblado, en nuestro caso la Sra. Martha Freire y el Sr. César Benítez.

b. Número de Habitantes por edades de las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado.

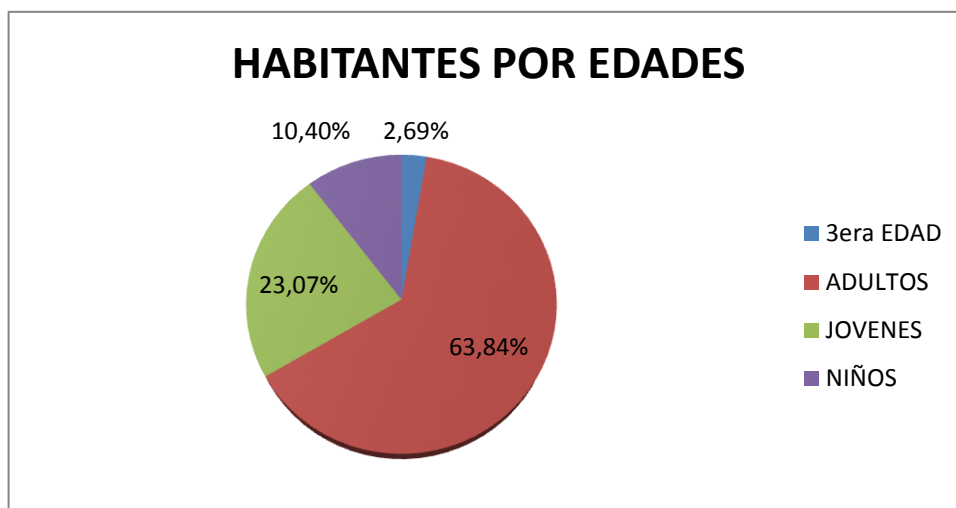
Tabla 10, *Habitantes por edades.*

HABITANTES POR EDADES		
NOMINA	NÚMERO	%
3era Edad	7	2,69
Adultos	166	63,84
Jóvenes	60	23,07

Niños	27	10,40
TOTAL	260	100,00

Fuente: Elaboración propia del Autor.

Ilustración 5, *Habitantes por edades de la comunidad de Allishungo y Centro Poblado.*



Fuente: Elaboración propia del Autor.

Del 100% de la población, concluimos que el 2.69% son personas de la tercera edad, el 63.84% son adultos, el 23.07% son jóvenes y el 10.40% son niños, tomando en cuenta tanto hombres como mujeres.

d. Técnicas e Instrumentos

La técnica que utilizaremos será una entrevista a los representantes de las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado, y las encuestas se realizarán a los diferentes grupos que serán calculados. (Ver Tabla 14).

3.6 MEDICIONES EXPERIMENTALES

3.6.1 Dotación básica

De acuerdo a lo establecido por las normas de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SSA, 1995), las Comunidades de Allishungo y

Centro Poblado, tiene un nivel de servicio Ib, por lo que, consultando en la tabla de las Dotaciones por Nivel de Servicio, le corresponde una dotación vasca de 65 l/hab./día.

Tabla 11, *Dotación por nivel de servicio.*

Nivel de Servicio	de	NORMA		RECOMENDADAS *	
		Clima Frío L/hab/día	Clima cálido L/hab/día	Clima Frío L/hab/día	Clima cálido L/hab/día
0				10	20
Ia		25	30	20	25
Ib		50	65	25	30
Ila		60	85	40	50
IIb		75	100	60	85

Fuente: Normas de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural, publicada en 1995.

Donde:

- 0:** Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económicas del usuario.
- Ia:** Grifos públicos.
- Ib:** Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño.
- Ila:** Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa.
- IIb:** Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.

3.6.2 Caudal de Diseño

3.6.2.1 Caudal al final del período de diseño

Para el diseño de las diferentes unidades que conforman el presente sistema de abastecimiento de agua potable, se tomaran los siguientes caudales:

Tabla 12, *Caudales de Diseño.*

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

Fuente: *Elaboración con datos de Normas SSA, 1995.*

3.6.2.2 Aforo Volumétrico

La forma más sencilla de calcular los caudales pequeños es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido. La corriente se desvía hacia un canal o cañería que descarga en un recipiente adecuado y el tiempo que demora su llenado se mide por medio de un cronómetro. Para los caudales de más de 4 l/s, es adecuado un recipiente de 10 litros de capacidad que se llenará en 2½ segundos.

Para caudales mayores, un recipiente de 200 litros puede servir para corrientes de hasta 50 l/s. El tiempo que se tarda en llenarlo se medirá

con precisión, especialmente cuando sea de sólo unos pocos segundos. La variación entre diversas mediciones efectuadas sucesivamente dará una indicación de la precisión de los resultados.

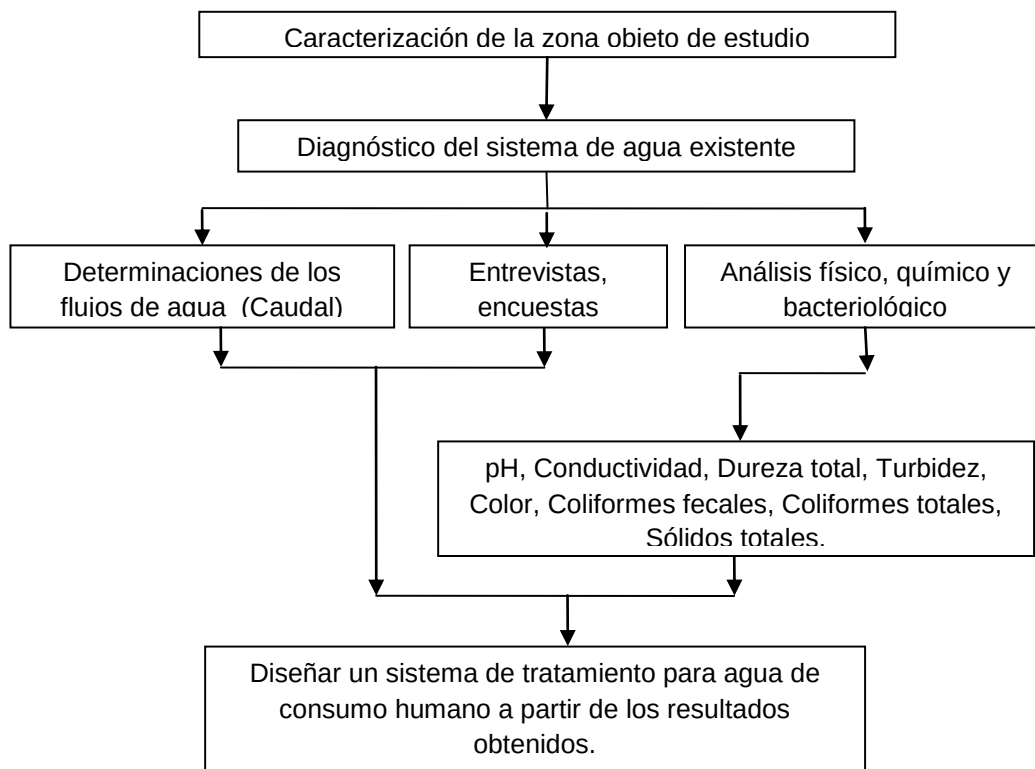
3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Las muestras de aguas serán tomadas en frascos ámbar (1-2 l), 3 repeticiones durante 3 días, mismas que serán transportadas al laboratorio de servicios ambientales de la Facultad de Ingeniería - UNACH, de la ciudad de Riobamba, en un Cooler con refrigerante Blue Ice.

3.7.1 Metodología:

Para la aplicación de este protocolo de muestreo, en primer lugar, debe tenerse la certeza de que el agua a recolectar es para consumo humano, bien sea tratada o cruda. En segunda instancia, la recolección de dichas muestras deberá hacerse en la red de distribución y en las instalaciones de los diferentes usuarios.

Ilustración 6, *Diagrama de la metodología de investigación.*



Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

CAPITULO IV

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1 ANTECEDENTES GENERALES

Las Comunidades beneficiarias de este proyecto son la comunidad de Allishungo localizada en las coordenadas 840148.137 E y 9845856.789 N en la cota 1044.670 msnm, y el Centro Poblado de la Parroquia Teniente Hugo Ortiz, localizado en las coordenadas 839080.945 E y 9848012.176 N en la cota 1100.322 msnm. Estas se encuentran separadas a 4 km de distancia siendo la principal vía de acceso para el Centro poblado la vía Puyo-Tena y para la comunidad de Allishungo la vía de ingreso a San Pablo de Allishungo.

La topografía favorece a que la red de agua haya sido diseñada para obtener las mejores condiciones de presión en toda la zona.

Por su parte, al estar cubierta de vegetación primaria y perenne ha sido posible encontrar la fuente de agua superficial, apta para aprovechar su utilización en abastecimiento humano, mediante la captación del caudal necesario para un proyecto de agua potable, ubicando la toma en la zona más elevada y generando una conducción a gravedad que favorece la operación del sistema.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

Las Comunidades de Allishungo y centro Poblado están integradas en su totalidad con 260 personas que habitan en dichas comunidades, la zona es montañosa y presenta un suelo arcilloso, donde solamente en ciertas partes de pendientes suaves se encuentra suelo que ha sido aprovechado para el asentamiento de la población y para actividades agrícolas.

La generalidad de la población está calificada como gente de clase media con ingresos provenientes de pequeños comercios y de la venta de productos agrícolas que cultivan en los huertos aledaños a sus viviendas como son: papachina, caña y sus derivados, yuca, naranjilla, entre otros.

4.3 NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el Diseño del Sistema de Agua de consumo para las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado, el nivel de investigación será estadístico descriptivo ya que detallaremos los problemas que la comunidad presenta a nivel sanitario, principalmente en lo que se trata de agua potable, y de esta manera encontrar la mejor solución a la necesidad que tiene dicha comunidad, los datos serán recopilados en la zona de estudio por lo tanto el tipo de investigación será de campo, y de igual manera necesitaremos de fuentes bibliográficas para su estudio.

4.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

La información y datos recolectados de las comunidades de Allishungo y Centro Poblado será utilizada para elaborar la propuesta correspondiente, la que contendrá los documentos que abarcan el Diseño del Sistema de Tratamiento de Agua de Consumo Humano.

4.4.1 Población de diseño

4.2.1.1 Población Futura de Diseño

Es el número de habitantes que se estima tendrán las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado, al final de período de diseño.

Para estimar la población servida se puede adoptar uno o varios métodos de proyección: aritmético, geométrico, incrementos diferenciales, comparativo, etc.

Datos del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial realizado por la consultoría contratada por el GAD Parroquial de Teniente Hugo

Ortiz y el GAD Municipal de Pastaza en el año 2011, nos muestran que la población de la Comunidad de Allishungo es de 60 Habitantes y que la población del Centro Poblado es de 200, en total suman 260 personas que van a ser beneficiadas con este sistema. Gracias al último Censo realizado por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) en el año 2010 podemos tomar la tasa de crecimiento de la parroquia Teniente Hugo Ortiz que afecta a cada unade las comunidades pertenecientes a la misma.

Por lo tanto hemos adoptado como índice de crecimiento, la tasa de crecimiento anual de la parroquia Teniente Hugo Ortiz que es de 0.039.

Para realizar la proyección de la población por los diferentes métodos, tomaremos los siguientes valores.

- Pa = Población actual = 260 habitantes
- r = Índice de crecimiento = 0.039 % (Para la Parroquia Teniente Hugo Ortiz)
- n = Período de diseño = 25 años

a. MÉTODO ARITMÉTICO

$$Pf_a = Pa(1 + r \times n) \quad \text{Ecuación 1.}$$

- Pf_a = Población futura por el Método Aritmético
- Pa = Población actual
- r = Índice de crecimiento
- n = Período de diseño

$$Pf_a = 260(1 + 0.039 \times 25)$$

$$Pf_a = 513.50 \text{ hab.}$$

$$Pf_a = 514hab.$$

b. MÉTODO GEOMÉTRICO

$$Pf_g = Pa(1+r)^n \quad \text{Ecuación 2.}$$

Pf_g = Población futura por el Método Geométrico

$$Pf_g = 260(1+0.039)^{25}$$

$$Pf_g = 676.64hab$$

$$Pf_g = 677hab$$

c. MÉTODO MIXTO

$$Pf_m = \frac{Pf_a + Pf_g}{2} \quad \text{Ecuación 3.}$$

Pf_m = Población futura por el Método Mixto

$$Pf_m = \frac{513.50 + 676.64}{2}$$

$$Pf_m = 595.07hab.$$

$$Pf_m = 596hab.$$

Tabla 13, Resultados de los métodos para cálculo de la población de diseño.

Método	Población de Diseño
Aritmético	514 hab.
Geométrico	677 hab.
Mixto	596 hab.

Fuente: Elaboración propia del Autor.

Adoptamos los resultados del Método Geométrico por ser el valor más alto y el más confiable de los métodos.

4.4.1.2 Población y Muestra

Se encuestará solo a la población mayor de edad, no se encuestará a los niños ya que no están en condiciones de aportar con información relevante para el correspondiente estudio.

Cálculo de la Muestra

FÓRMULA:

$$n = \frac{N}{e^2(N-1)+1}$$

Ecuación 4.

DONDE:

- N = Tamaño de la población.
- n = Tamaño de la muestra.
- e = Margen de error (0.1 al 0.15)

CÁLCULO PARA LA TERCERA EDAD

$$\begin{aligned} n_{3^{era} Edad} &= \frac{N}{e^2(N-1)+1} \\ n_{3^{era} Edad} &= \frac{7}{0.13^2(7-1)+1} \\ n_{3^{era} Edad} &= \frac{7}{0.0169(6)+1} \\ n_{3^{era} Edad} &= 6 \end{aligned}$$

CÁLCULO PARA LOS ADULTOS

$$n_{Adultos} = \frac{N}{e^2(N-1)+1}$$

$$n_{Adultos} = \frac{166}{0.13^2(166-1)+1}$$

$$n_{Adultos} = \frac{166}{0.0169(165)+1}$$

$$n_{Adultos} = 44$$

CÁLCULO PARA LOS JOVENES

$$n_{Jovenes} = \frac{N}{e^2(N-1)+1}$$

$$n_{Jovenes} = \frac{60}{0.13^2(60-1)+1}$$

$$n_{Jovenes} = \frac{60}{0.0169(59)+1}$$

$$n_{Jovenes} = 30$$

Tabla 14, *Número de personas que serán entrevistadas y encuestadas.*

NOMINA	MUESTRA	TÉCNICA
Representante	2	Entrevista
3era Edad	6	Encuesta
Adultos	44	Encuesta
Jóvenes	30	Encuesta
TOTAL	82	

Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

4.4.2 Análisis de las encuestas realizadas a la población de las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado.

Para el análisis e interpretación de los resultados de las encuestas realizadas a las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado, estudiaremos las preguntas realizadas y cada uno de los porcentajes calculados.

PREGUNTA N° 1

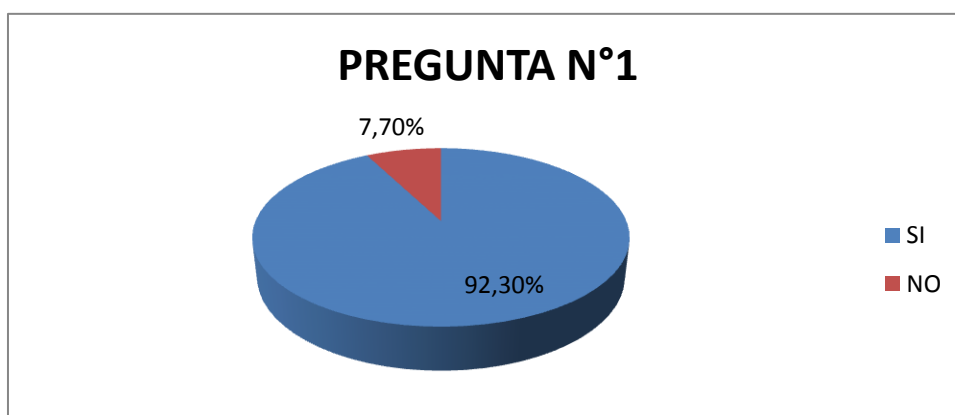
¿CREE USTED QUE ES CONVENIENTE LA REALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN ESTE SECTOR?

Tabla 15, *Respuestas pregunta N°1.*

PREGUNTA N° 1		
Alternativa	Muestra	Porcentaje
Si	76	92.30
No	6	7.70
Total	82	100,00

Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

Ilustración 7, *Respuesta a la pregunta N°1.*



Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

Los resultados de la pregunta N° 1 determina que el 92.30% de los habitantes de las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado desean el servicio, mientras que el 7.70% no lo desean.

PREGUNTA N° 2

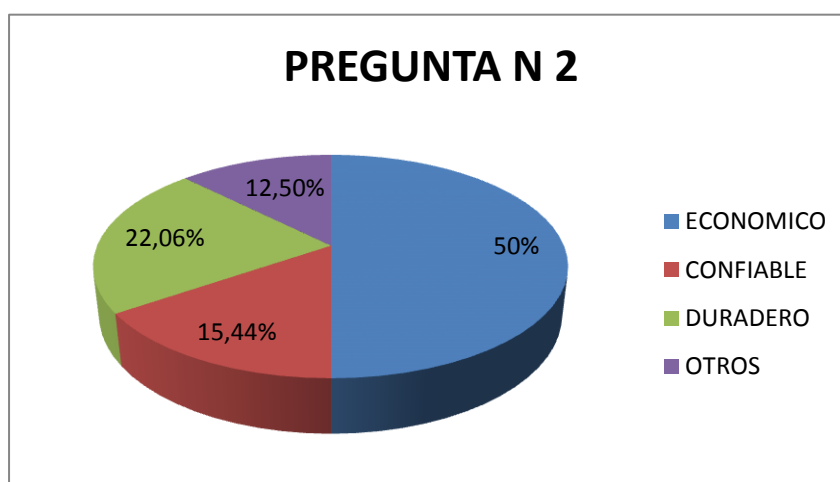
¿CUÁLES SON LAS CARACTERÍSTICAS QUE USTED CREE QUE EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEBE TENER?

Tabla 16, *Respuestas pregunta N°2.*

PREGUNTA N° 2		
Características	Muestra	Porcentaje
Económico	41	50,00
Confiable	13	15,44
Duradero	18	22,06
Otros	10	12,50
Total	82	100,00

Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

Ilustración 8, *Respuesta a la pregunta N°2.*



Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

Los resultados de la pregunta N° 2 determinan que el 50.00% de los habitantes desean un sistema económico, el 15.44% desean que sea confiable, el 22.06% desea que sea duradero, y otras características abarcan el 12.50% de la comunidad encuestada.

PREGUNTA N° 3

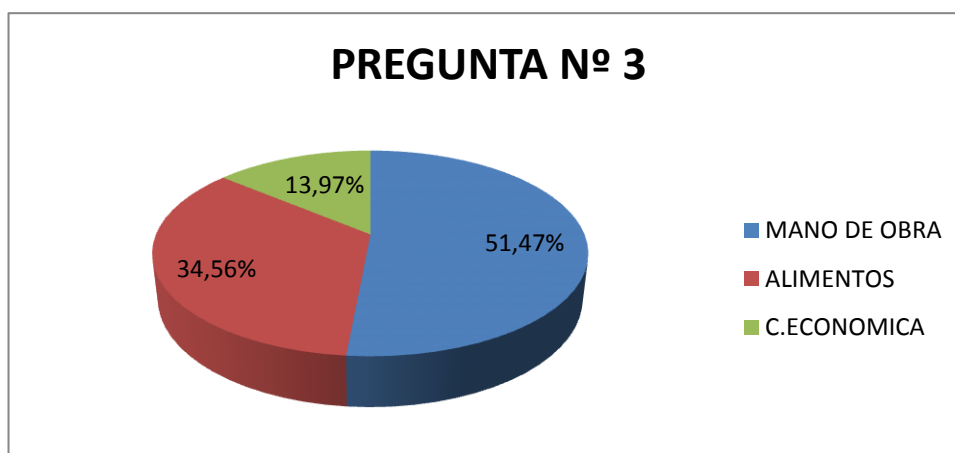
¿CÓMO ESTARÍA USTED DISPUESTO A COLABORAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ESTE SECTOR?

Tabla 17, *Respuestas pregunta N°3.*

PREGUNTA N° 3		
Alternativas	Muestra	Porcentaje
Mano de Obra	42	51,47
Alimentos	28	34,56
C. Económica	12	13,97
Total	82	100,00

Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

Ilustración 9, *Respuesta a la pregunta N°3.*



Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

Los resultados de la pregunta N° 3 determinan que el 51.47% de los habitantes aportaran con mano de obra, el 34.56% aportaran con alimentos, y el 13.97% contribuirá económicamente.

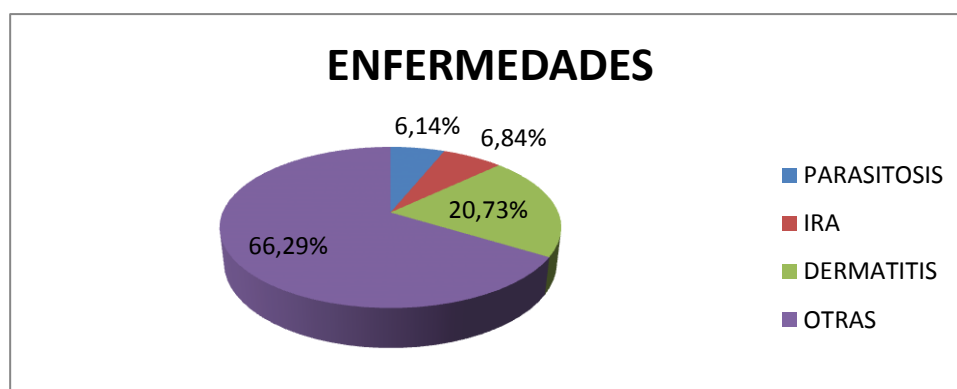
4.4.3 Análisis de la recopilación de información en el Subcentro Medico de la Parroquia Teniente Hugo Ortiz, sobre las enfermedades producidas por el consumo de agua sin tratar.

Tabla 18, Cantidad de casos de enfermedades producidas por el agua.

ENFERMEDAD	CASOS DE ATENCION	PORCENTAJE
PARASITOSIS	354	6.14
IRA	391	6.84
DERMATITIS	1191	20.73
OTRAS	3808	66.29

Fuente: Subcentro Parroquial Teniente Hugo Ortiz 2011.

Ilustración 10, Enfermedades producidas por el agua.



Fuente: Elaboración propia del Autor.

Los resultados obtenidos del Subcentro de Salud de la parroquia arrojan los siguientes datos: el 6.14% de los habitantes atendidos durante el año presentan casos de parasitosis, el 6.84% presentan casos de IRA (insuficiencia respiratoria aguda), el 20.73% presentan casos de Dermatitis y el 66.29% otro tipo de enfermedades.

4.4.4 Análisis de los resultados del agua que consumen las comunidades de Allishungo y Centro Poblado obtenidos en el laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH.

Los resultados que a continuación se exponen fueron obtenidos de muestras tomadas en época normal, lluviosa y seca; de la zona donde se capta el agua.

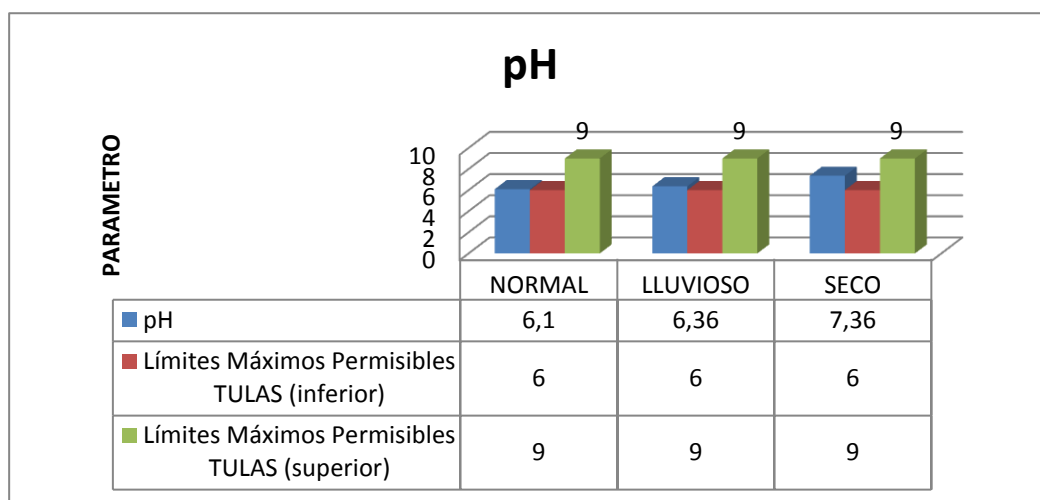
4.4.4.1 Potencial de Hidrógeno

Tabla 19, Resultados obtenidos de pH de los análisis realizados a las muestras de agua.

POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)				
PARÁMETRO	TIEMPO			UNIDAD
	NORMAL	LLUVIOSO	SECO	
Ph	6,1	6,36	7,36	H+
Límites Máximos Permisibles TULAS (inferior)	6	6	6	
Límites Máximos Permisibles TULAS (superior)	9	9	9	

Fuente: Elaboración propia del Autor.

Ilustración 11, Gráfico comparativo del Potencial De Hidrógeno con respecto a la norma TULAS (2012).



Fuente: Elaboración propia del Autor.

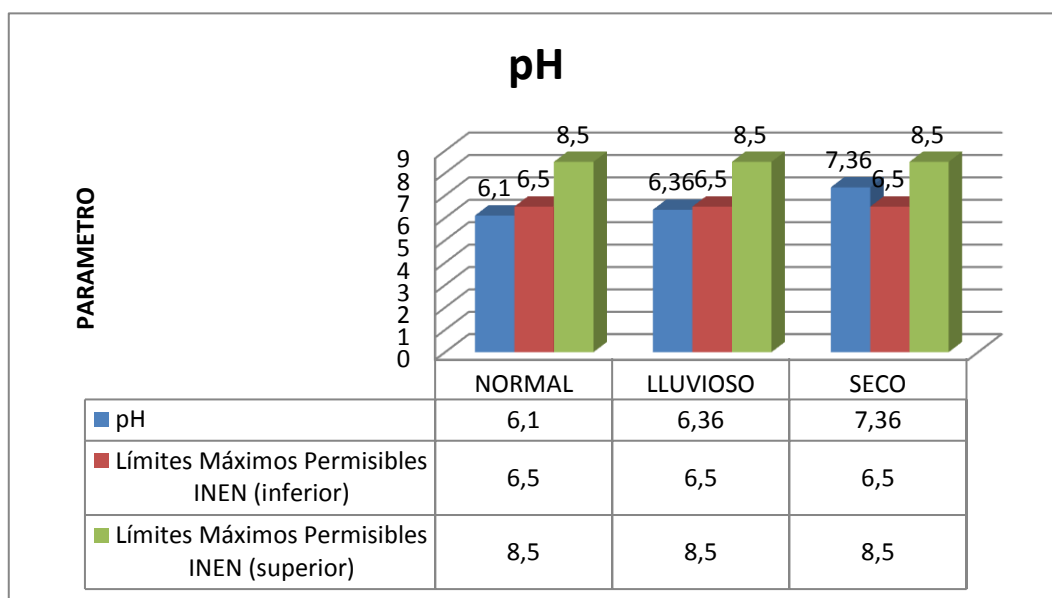
Los resultados obtenidos presentan en tiempo normal un pH de 6.1, en tiempo lluvioso 6.36, en tiempo seco 7.36, dando un promedio de 6.6. Estos datos se encuentran dentro de la normativa TULAS que establecen el rango de 6 a 9.

Tabla 20, Resultados obtenidos de pH de los análisis realizados a las muestras de agua.

POTENCILA DE HIDRÓGENO (pH)					
PARÁMETRO		TIEMPO			UNIDAD
		NORMAL	LLUVIOS O	SECO	
pH		6,1	6,36	7,36	H+
Límites Máximos Permisibles INEN (inferior)		6.5	6.5	6.5	
Límites Máximos Permisibles INEN (superior)	8.5	8.5	8.5		

Fuente: Elaboración propia del Autor.

Ilustración 12, Gráfico comparativo del Potencial De Hidrógeno con respecto a la norma NTE INEN 1108:2010



Fuente: Elaboración propia del Autor.

Los resultados obtenidos presentan en tiempo normal un pH de 6.1, en tiempo lluvioso 6.36; estos datos se encuentran fuera del rango de la normativa INEN, en cambio tiempo seco presenta un pH de 7.36 permaneciendo dentro del rango de la normativa INEN, dando un promedio de 6.6.

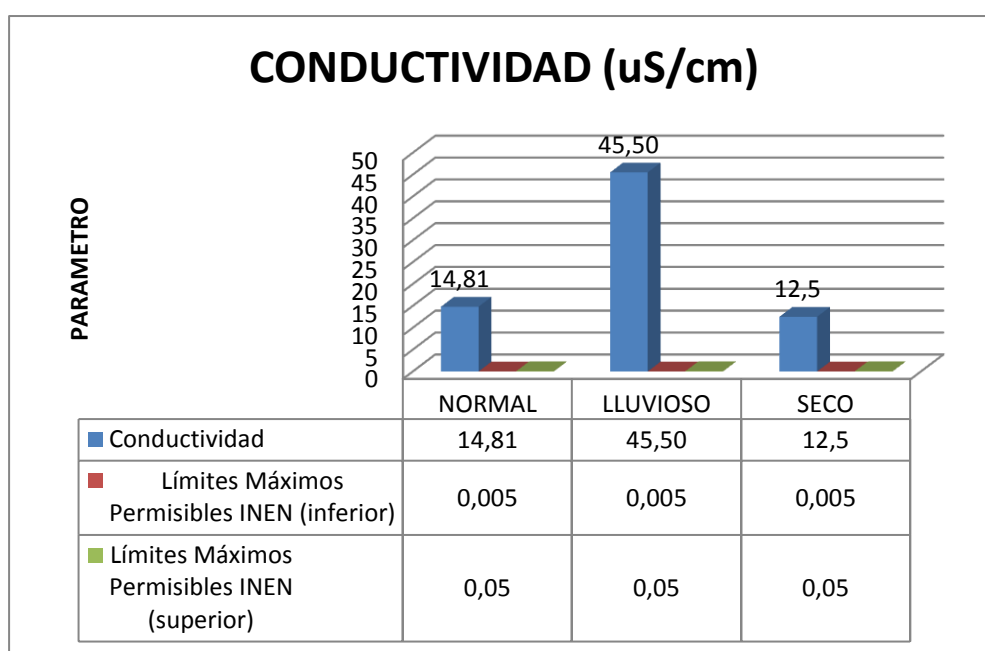
4.4.4.2 Conductividad

Tabla 21, *Resultados obtenidos de conductividad de los análisis realizados a las muestras de agua.*

CONDUCTIVIDAD				
PARÁMETRO	TIEMPO			UNIDAD
	NORMAL	LLUVIOSO	SECO	
Conductividad	14.81	45.5	12.5	uS/cm
Límites Máximos Permisibles INEN (inferior)	0.005	0.005	0.005	
Límites Máximos Permisibles INEN (superior)	0.05	0.05	0.05	

Fuente: Elaboración propia del Autor.

Ilustración 13, *Gráfico comparativo de conductividad con respecto a la norma NTE INEN 1108:2010*



Fuente: Elaboración propia del Autor.

Los resultados obtenidos presentan en tiempo normal una conductividad (uS/cm) de 14.81, en tiempo lluvioso 45.5, en tiempo seco 12.5, estableciendo la época lluviosa como la de mayor conductividad, obteniendo un promedio de 24.27. Estos datos sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos en la normativa INEN.

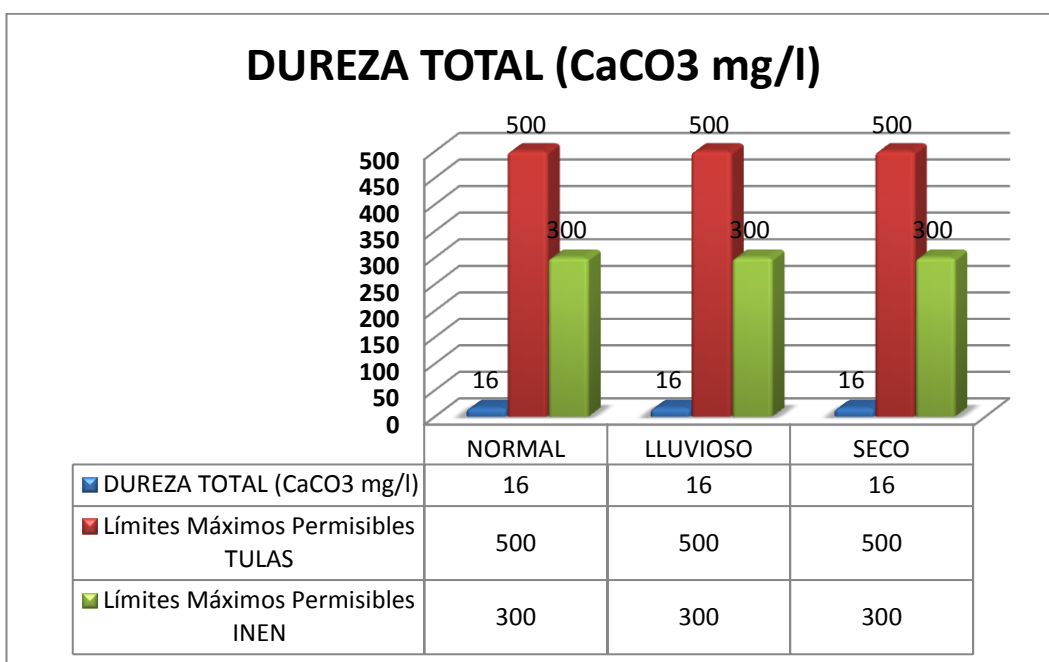
4.4.4.3 Dureza Total

Tabla 22, Resultados obtenidos de Dureza Total de los análisis realizados a las muestras de agua.

DUREZA TOTAL				
PARÁMETRO	TIEMPO			UNIDAD
	NORMAL	LLUVIOSO	SECO	
Dureza Total	16	16	16	CaCO ₃ mg/l
Límites Máximos Permisibles TULAS	500	500	500	
Límites Máximos Permisibles INEN	300	300	300	

Fuente: Elaboración propia del Autor.

Ilustración 14, Gráfico comparativo de conductividad con respecto a la norma TULAS (2012) y NTE INEN 1108:2010



Fuente: Elaboración propia del Autor.

Los resultados obtenidos presentan en tiempo normal, lluvioso y seco una dureza total de 16 CaCO₃ mg/l, obteniendo un promedio de 16. Estos datos se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa TULAS y la normativa INEN.

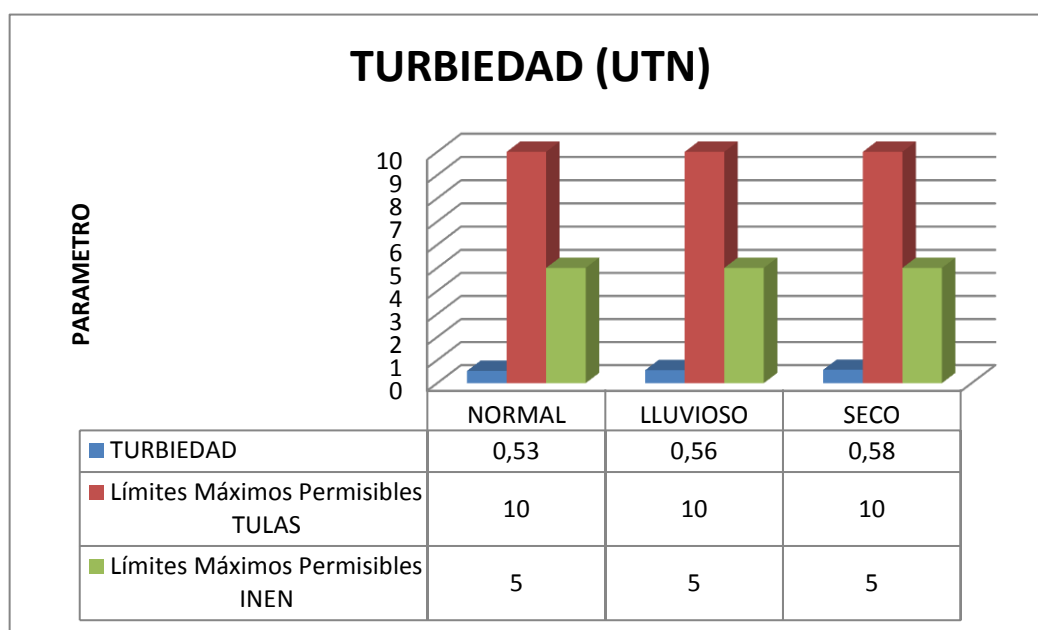
4.4.4.4 Turbiedad

Tabla 23, Resultados obtenidos de Turbiedad de los análisis realizados a las muestras de agua.

TURBIEDAD				
PARÁMETRO	TIEMPO			UNIDAD
	NORMAL	LLUVIOSO	SECO	
Turbiedad	0.53	0.56	0.58	UTN
Límites Máximos Permisibles TULAS	10	10	10	
Límites Máximos Permisibles INEN	5	5	5	

Fuente: Elaboración propia del Autor.

Ilustración 15, Gráfico comparativo de Turbiedad con respecto a la norma TULAS (2012) y NTE INEN 1108:2010



Fuente: Elaboración propia del Autor.

Los resultados obtenidos presentan en tiempo normal una turbiedad (UTN) de 0.53, en tiempo lluvioso 0.56, en tiempo seco 0.58, estableciendo la época seca como la de mayor turbiedad, obteniendo un promedio de 0.56. Estos datos no sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos en la normativa INEN y en el TULAS.

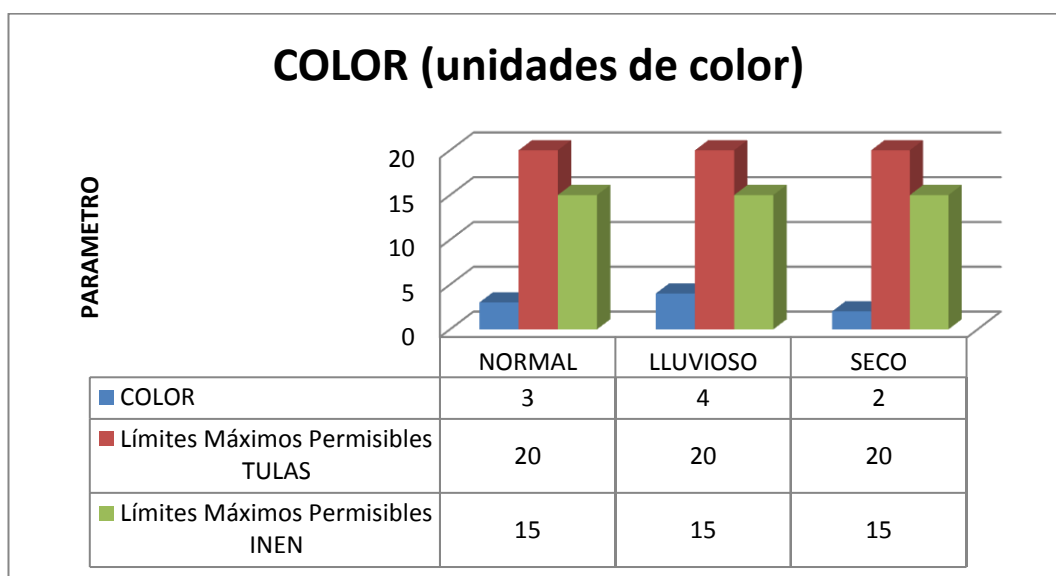
4.4.4.5 Color

Tabla 24, Resultados obtenidos de Color de los análisis realizados a las muestras de agua.

COLOR				
PARÁMETRO	TIEMPO			UNIDAD
	NORMAL	LLUVIOSO	SECO	
Color	3	4	2	Unidades de color
Límites Máximos Permisibles TULAS	20	20	20	
Límites Máximos Permisibles INEN	15	15	15	

Fuente: Elaboración propia del Autor.

Ilustración 16, Gráfico comparativo de color con respecto a la norma TULAS (2012) y NTE INEN 1108:2010



Fuente: Elaboración propia del Autor.

Los resultados obtenidos presentan en tiempo normal un color (unidades de color) de 3, en tiempo lluvioso 4, en tiempo seco 2, estableciendo la época lluviosa la de mayor coloración, obteniendo un promedio de 3. Estos datos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa INEN y TULAS.

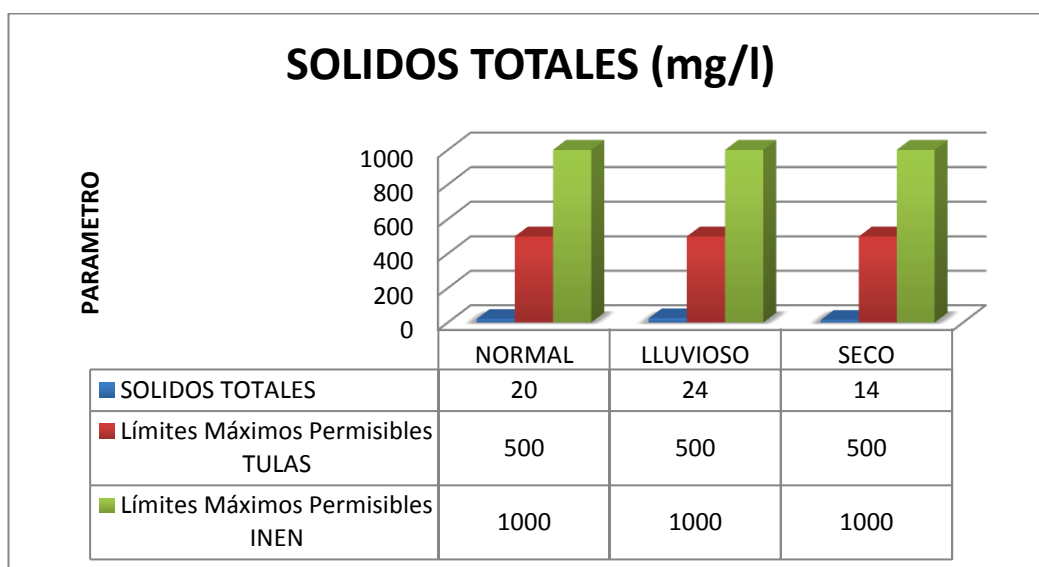
4.4.4.6 Sólidos Totales

Tabla 25, Resultados obtenidos de Sólidos Totales de los análisis realizados a las muestras de agua.

SOLIDOS TOTALES				
PARÁMETRO	TIEMPO			UNIDAD
	NORMAL	LLUVIOSO	SECO	
Sólidos Totales	20	24	14	mg/l
Límites Máximos Permisibles TULAS	500	500	500	
Límites Máximos Permisibles INEN	1000	1000	1000	

Fuente: Elaboración propia del Autor.

Ilustración 17, Gráfico comparativo de sólidos totales con respecto a la norma TULAS (2012) y NTE INEN 1108:2010



Fuente: Elaboración propia del Autor.

Los resultados obtenidos presentan en tiempo normal una cantidad de sólidos totales (mg/l) de 20, en tiempo lluvioso 24, en tiempo seco 14, estableciendo la época lluviosa la de mayor presencia de sólidos totales, obteniendo un promedio de 19.33. Estos datos no sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos en la normativa TULAS y la INEN.

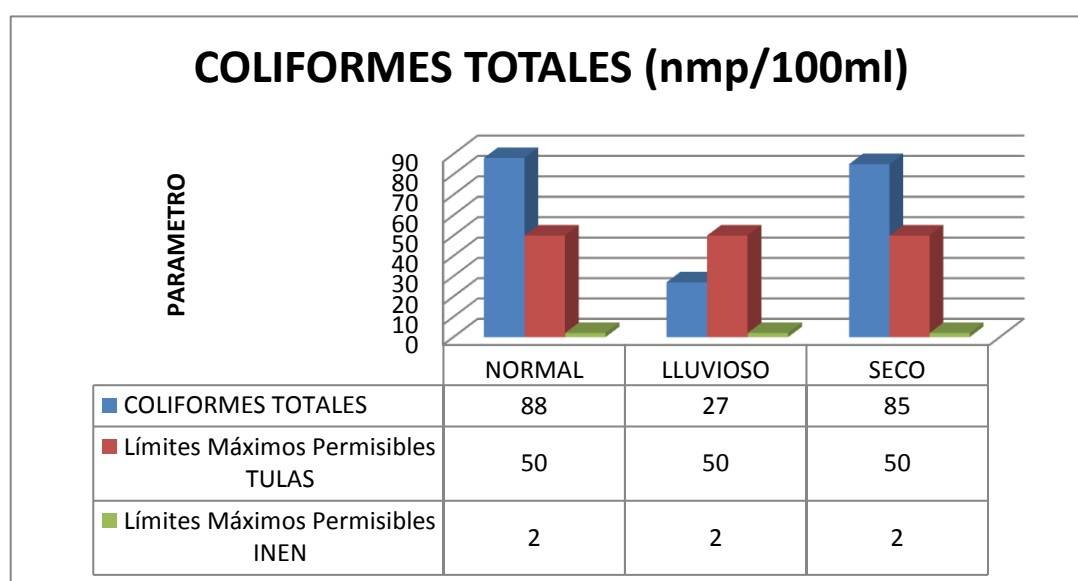
4.4.4.7 Coliformes Totales

Tabla 26, Resultados obtenidos de Coliformes Totales de los análisis realizados a las muestras de agua.

COLIFORMES TOTALES				
PARÁMETRO	TIEMPO			UNIDAD
	NORMAL	LLUVIOSO	SECO	
Coliformes Totales	88	27	85	nmp/100ml
Límites Máximos Permisibles TULAS	50	50	50	
Límites Máximos Permisibles INEN	2	2	2	

Fuente: Elaboración propia del Autor.

Ilustración 18, Gráfico comparativo de Coliformes Totales con respecto a la norma TULAS (2012) y NTE INEN 1108:2010



Fuente: Elaboración propia del Autor.

Los resultados obtenidos presentan en tiempo normal una cantidad de Coliformes totales (nmp/100ml) de 88, en tiempo lluvioso 27, en tiempo seco 85, estableciendo la época normal la de mayor presencia de Coliformes totales, obteniendo un promedio de 66.67 (nmp/100ml). Estos datos sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos en la normativa TULAS y la normativa INEN, por lo tanto hay que buscar alternativas de tratamientos para disminuir esta concentración.

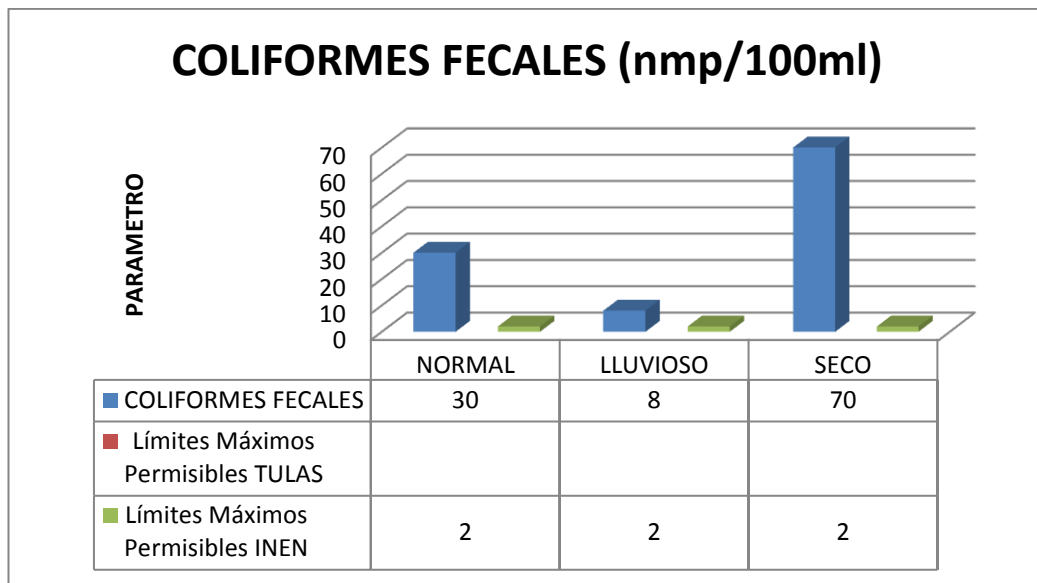
4.4.4.8 Coliformes Fecales

Tabla 27, *Resultados obtenidos de Coliformes Fecales de los análisis realizados a las muestras de agua.*

COLIFORMES FECALES				
PARÁMETRO	TIEMPO			UNIDAD
	NORMAL	LLUVIOSO	SECO	
Coliformes Fecales	30	8	70	nmp/100ml
Límites Máximos Permisibles TULAS				
Límites Máximos Permisibles INEN	2	2	2	

Fuente: *Elaboración propia del Autor.*

Ilustración 19, Gráfico comparativo de Coliformes Fecales con respecto a la norma NTE INEN 1108:2010



Fuente: Elaboración propia del Autor.

Los resultados obtenidos presentan en tiempo normal una cantidad de Coliformes fecales (nmp/100ml) de 30, en tiempo lluvioso 8, en tiempo seco 70, estableciendo la época seca, la de mayor presencia de Coliformes fecales, obteniendo un promedio de 36 (nmp/100ml). Estos datos sobrepasan los parámetros establecidos en la normativa INEN, por ende hay que plantear alternativas para disminuir la concentración de estos microorganismos.

4.5 Resultado del Aforo Volumétrico

Para atender los requerimientos de agua potable de las Comunidades Allishungo y Centro Poblado, se ha seleccionado la vertiente del Huamacyacu, fuente de la cual se tomaron las muestras antes mencionadas, la cual se localiza en las coordenadas 9845408.898 N y 838913.036 E y en la cota 1044.259 msnm, a una distancia aproximada de 3 Km de la comunidad de Allishungo y 4 Km del Centro Poblado.

El líquido es conducido a gravedad a través de tuberías PVC diseñadas para transportar un porcentaje del caudal producido en la vertiente en época de estiaje y que es suficiente para abastecer a la población.

Las obras deberán ser suficientemente protegidas contra volúmenes violentos de agua y/o cualquier otro agente contaminador. Se recomiendan cuidados especiales contra el acceso de animales a las obras de captación y toma de agua.

Para efectos de nuestro estudio dispusimos de un recipiente de 10 litros de capacidad y se aforo en la tubería del sector de llegada al tanque que funciona como reservorio y a la vez de distribución, por prestar las facilidades que el caso ameritó y se obtuvo los siguientes caudales (ver tabla 30):

Ilustración 20, Aforo volumétrico.



Tabla 28, Resultados obtenidos del aforo volumétrico.

LUGAR	VOLUMEN RECIPIENTE (l)	TIEMPO DE LLENADO (s)	CAUDAL (l/s)
LLEGADA AL TANQUE	10	00'08.12"	1,23152709
	10	00'07.94"	1,25944584
	10	00'07.81"	1,28
	10	00'08.22"	1,21654501
	10	00'07.72"	1,29533679
	10	00'08.00"	1,25

Fuente: Elaboración propia del Autor.

Para determinar el caudal de diseño hemos adoptado la siguiente expresión.

$$Q_{diseño} = \frac{Q_{máximo} + Q_{mínimo}}{2} \text{ Ecuación 5.}$$

$$Q_{diseño} = \frac{1,29 \text{ l/s} + 1,21 \text{ l/s}}{2}$$

$$Q_{diseño} = 1,25 \text{ l/s}$$

El caudal determinado para el diseño del sistema de tratamiento de agua para consumo humano es de **1,25 [l/s]**.

4.6 Bases de Diseño

4.6.1 Período de Diseño

En este caso en las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado se ha previsto realizar unas adecuaciones para que el sistema de tratamiento de agua para consumo humano cuente con una infraestructura propicia para generar agua de calidad, en lo referente a obras y estructuras por lo que se adopta un Período de Diseño de 25 años.

Si se asume que el sistema se construirá en el año 2013 el período de diseño de 25 años para las Comunidades de Allishungo y Centro Poblado terminará en el año 2038.

4.6.2 Dotación

4.6.2.1 Dotación Básica

De acuerdo a lo establecido por las normas de la Subsecretaria de Saneamiento Ambiental (SSA, 1995), las Comunidad de Allishungo y Centro Poblado, tiene un nivel de servicio Ib, por lo que, consultando en la tabla de las Dotaciones por Nivel de Servicio, le corresponde una dotación vasca de 65 l/hab/día.

De acuerdo al nivel económico y cultural de los habitantes se puede prever otro tipo de consumo.

CONDICIONES DE USO

2 Baños diarios (15 l)	30 l.
2 usos inodoro (12 l)	24 l.
5 usos lavabo (2 l)	10 l.
Alimentación (25 l)	25 l.

Lavado de ropa (35 l) 35 l.

$$Do = 124 \text{ l/hab/día.}$$

4.6.2.2 Dotación Actual

Es el caudal de agua potable consumido diariamente, es promedio, por cada habitante, expresado en l/hab/día. Incluye los consumos doméstico, comercial, industrial y público, al inicio del período de diseño.

Los factores de mayoración están de acuerdo a la población e incidencia, comercio, industria, y sector público.

Población menor de 1000 habitantes.

Doméstico	1.00	F1
Industrial	1.00	F2
Comercial*	1.02	F3
Publico**	1.03	F4
Factor de Perdidas (f):	1.15	

Comercial*.- Es zona de tránsito vehicular ya que se encuentra en la vía Puyo-Napo y es la principal productora de papachina.

Publico**.- Escuela 35 alumnos.

$$\text{Dotación Actual: } Do \times F1 \times F2 \times F3 \times F4 \times f$$

Ecuación 6.

$$\text{Dotación Actual: } 124 \text{ l} \times 1.0 \times 1.0 \times 1.02 \times 1.03 \times 1.15$$

$$\text{Dotación Actual: } 149.82 \text{ l/hab/día.}$$

4.6.2.3 Dotación Media Futura

La determinación de la dotación futura se efectuara en base a un aumento periódico constante de la dotación actual, en valores de 1 a 2 l/hab/día por cada año, de acuerdo al estudio que se efectúa de las condiciones socioeconómicas de la población.

$$\text{Dot. Futura} = (\text{Dot. actual}) + (25 \text{ años}) \times (1.0 \text{ l/hab/día}) \quad \text{Ecuación 7.}$$

$$\text{Dot. Futura} = (149.82 \text{ l/hab/día}) + (25 \text{ años}) \times (1.0 \text{ l/hab/día})$$

$$\text{Dot. Futura} = 174.82 \text{ l/hab/día.}$$

$$\text{Dot. Futura} = 175 \text{ l/hab/día.}$$

Tomando en cuenta que el consumo de agua, se destinará para satisfacer necesidades de carácter comercial y doméstico, asumimos una dotación futura de 175 l/hab/día, ya que la población a la que vamos a servir son 677 habitantes.

4.7 Demanda

4.7.1 Consumo Medio Diario (Qmd)

Es el promedio aritmético de los consumos diarios registrados en un año.

Se obtiene multiplicando la dotación media futura por la población al final del período de diseño.

FÓRMULA:

$$Qmd = \frac{f \times (P \times D)}{86400} \quad \text{Ecuación 8.}$$

DONDE:

- Qmd = Consumo medio diario.
- D = Dotación.
- P = Población Futura.

- $f = \text{Factor de fuga (igual a 1.1)}$.

$$Qmd = \frac{1.1 \times (677 \text{ hab} \times 175 \text{ l / hab / día})}{86400}$$

$$Qmd = 1.508 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

4.7.2 Consumo Máximo Diario (QMD)

Para el presente estudio, tomando en consideración las condiciones climáticas de la zona y el número de habitantes futuros, tomaremos 1.25 como coeficiente de mayoración.

FÓRMULA:

$$QMD = KMD \times Qmd \quad \text{Ecuación 9.}$$

$$QMD = 1.25 \times 1.508 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$QMD = 1.885 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

4.7.3 Consumo Máximo Horario (QMH)

Estudios y observaciones realizados en varios lugares, indican que para las comunidades consideradas en las Normas de la SSA, es recomendable utilizar un coeficiente de variación horaria igual a 3.0 con el que se puede cubrir los consumos simultáneos máximos mas frecuentes y además garantizar el abastecimiento de agua para atender el consumo debido al crecimiento de las comunidades y al aumento del consumo futuro.

FÓRMULA:

$$Q_{MH} = K_{MH} \times Q_{md} \quad \text{Ecuación 10.}$$

$$Q_{MH} = 3.0 \times 1.508 \frac{l}{s}$$

$$Q_{MH} = 4.524 \frac{l}{s}$$

4.8 Caudales de Diseño**4.8.1 Captación****a. Diseño de Captación**

Para el diseño de la captación hemos tenido que recurrir a las especificaciones que las SSA señala para el efecto, y lo complementamos con los diseños del Programa de Agua y Saneamiento para Comunidades Rurales y Pequeños Municipios PRAGUAS, que en función de su experiencia los realiza, los mismos que se indicaran en los planos y detalles correspondientes.

Basados en las Normas SSA, (1995) para el diseño de sistemas de agua potable rurales asumimos:

$$\text{Captación de aguas superficiales} = Q_{MD} + 20\% \quad \text{Ecuación 11.}$$

$$Q (\text{Captación}) = 1,885 \text{ l/s.} + 0,377 \text{ l/s.}$$

$$Q (\text{Captación}) = 2,262 \text{ l/s.}$$

4.8.2 Conducción

$$\text{Conducción de aguas superficiales} = Q_{MD} + 20\% \quad \text{Ecuación 12.}$$

$$Q (\text{Conducción}) = 1,885 \text{ l/s.} + 0,377 \text{ l/s.}$$

$$Q (\text{Conducción}) = 2,262 \text{ l/s.}$$

4.8.3 Tratamiento

a. Planta de Tratamiento

De acuerdo a la topografía hemos visto justo y necesario ubicar la planta de tratamiento, junto al tanque de reserva en la cota 1129.963m.s.n.m, que es un sitio que no presenta mayor riesgo de contaminación, por lo que permitirá que el transporte de material y demás elementos necesarios para la construcción y control de funcionamiento se realicen de la manera más adecuada.

$$\text{Planta de Tratamiento} = \text{QMD} + 10\% \quad \text{Ecuación 13.}$$

$$Q (\text{Tratamiento}) = 1,885 \text{ l/s.} + 0,188 \text{ l/s.}$$

$$Q (\text{Tratamiento}) = 2,073 \text{ l/s.}$$

b. Selección y Diseño de la Planta de Tratamiento

Una vez, analizados los resultados de los exámenes practicados a las muestras del laboratorio llegamos a la conclusión: El agua presenta un significativo grado de contaminación, toda vez que el contenido de aerobios mesófilos y colibacilos totales superan los límites máximos tolerables.

Para lo que sea decidido realizar buenas prácticas de desinfección, cloración, dosificación del agua.

Entonces para este proceso unitario será necesario solamente utilizar una solución de hipoclorito de calcio.

El cloro ya sea en forma gaseosa o de hipoclorito como ya seleccionamos es el principal producto químico para destruir las bacterias en los suministros de agua.

Otros desinfectantes son también el yodo, el bromo, el ozono, la luz ultravioleta y la cal viva.

CÁLCULO DEL HIPOCLORITO

Concentración de cloro = 1 mg/l.

Caudal máximo diario QMD = 1.885l/s.

Cálculo del volumen de agua consumida.

$$V = QMD \times 86400 \text{ s.} \quad \text{Ecuación 14.}$$

$$V = 1.885 \text{ l/s.} \times 86400 \text{ s.}$$

$$V = 162864 \text{ l.}$$

$$V = 162.864 \text{ m}^3$$

Cálculo del consumo de cloro.

$$V = (V_{\text{agua}} \times 1 \text{ ppm}) / 0.70 \quad \text{Ecuación 15.}$$

$$V = (162.864 \text{ m}^3/\text{día} \times 1 \text{ gr/m}^3) / 0.70$$

$$V = 232.6612 \text{ gr/día.}$$

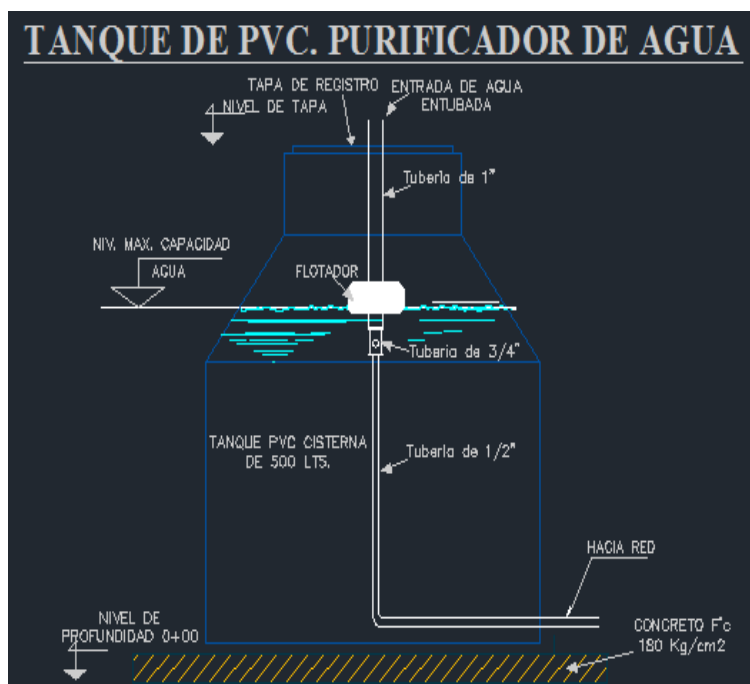
$$V = 0.232 \text{ kg/día.}$$

Si se requiere calcular el volumen para garantizar 3 meses como indica la norma se tendrá:

$$V_{(3 \text{ meses})} = 0.232 \text{ kg/día} \times 90 \text{ días} \quad \text{Ecuación 16.}$$

$$V_{(3 \text{ meses})} = 20.88 \text{ kg.}$$

Ilustración 21, Tanque Clorador.



Fuente: Elaboración propia del Autor

Tabla 29, Caudal necesario para el vaciado del tanque clorador.

Caudal (Q) necesario para el vaciado del tanque de 500lts. en 24 horas			
(l)	(h)	(l/h)	(l/s)
500	24	20.8	0.0057

Fuente: Elaboración propia del Autor.

4.8.4 Reserva

a. Tanque de Reserva

Según las Normas SSA, (1995) para sistemas de agua potable rurales, el tanque de almacenamiento para compensar las variaciones horarias de consumo, en función del consumo medio diario futuro, será:

$$QMD = 1,885 \frac{l}{s} \times \frac{1m^3}{1000l} \times \frac{86400s}{1día} \quad \text{Ecuación 17.}$$
$$QMD = 162,864 m^3$$

$$Q \text{ (Reserva)} = 30\% QMD \quad \text{Ecuación 18.}$$

$$Q \text{ (Reserva)} = 30\% (162,864 m^3)$$

$$Q \text{ (Reserva)} = 48,85 m^3$$

$$Q \text{ (Reserva) asumido} = 49 m^3$$

Construiremos un tanque de reserva de 49m³, ubicados de la mejor manera para que la población tenga la suficiente presión de agua.

4.8.5 Distribución

Para poblaciones de hasta 3000 habitantes futuros en la costa y 5000 en la sierra, no se considera almacenamiento para incendios.

$$\text{Red de Distribución} = QMH + \text{incendio} \quad \text{Ecuación 19.}$$

$$\text{Incendio} = 0$$

$$\text{Red de Distribución} = QMH$$

$$Q \text{ (Distribución)} = 4,524 l/s.$$

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

Tomando en cuenta todo el análisis realizado con anterioridad así como los resultados obtenidos tanto en las encuestas, análisis realizados en el laboratorio, aforo de caudales se procede a proponer una serie de acciones que de ser aplicadas deben mejorar significativamente la calidad del agua que consume la población de las comunidades de Alishungo y Centro Poblado de la parroquia teniente Hugo Ortiz, provincia de Pastaza. Las acciones que se proponen son las siguientes:

- Construcción de un filtro lento descendente.
- Programa de capacitación.
- Cloración del agua.

5.1 Construcción de un filtro lento descendente

Debido a que los resultados de los análisis efectuados en el laboratorio arrojan que la cantidad de coliformes totales exceden los límites máximos permisibles establecidos en el TULAS, se propone la construcción de un filtro lento por cual el agua pasará por gravedad a través de la arena a baja velocidad, la separación de los materiales sólidos se efectuará al pasar el agua por los poros de la capa filtrante y adherirse las partículas a los granos de arena.

Las ventajas de la filtración lenta es que mejorará simultáneamente la calidad física, química y bacteriológica del agua, no se necesitan compuestos químicos y la operación y mantenimiento pueden ser llevados a cabo por mano de obra semiespecializada, no necesita energías externas para su funcionamiento ya que trabaja mediante gravedad y el manejo de lodos no causa problemas; las cantidades de lodos son pequeñas tiene muy alto contenido de materia seca.

Según la OMS, (1995) los filtros lentos producen un efluente claro, virtualmente libre de materia orgánica, pueden eliminar entre el 99% y 99.99% de bacterias patógenas, las cercarias de esquistosoma, los quistes y huevos son eliminados aun con mayor grado y E. Coli reduce entre 99% y 99.9%. En un filtro lento ya maduro los virus se eliminan en forma virtualmente total, el color se reduce en forma significativa, puede tolerarse en el agua cruda turbiedades de 100 – 200 NTU solo por unos pocos días turbiedades de más de 50 NTU son aceptables solo para unas pocas semanas: de preferencia, la turbiedad de agua debe ser menor de 5 NTU, para un filtro lento diseñado y operado con propiedad, la turbiedad del efluente será menor de 1 NTU.

5.2 Programa de Capacitación para los pobladores de las comunidades beneficiarias.

El desarrollo de un programa de capacitación sobre los beneficios ambientales que produce la implementación de un sistema de tratamiento de agua para consumo humano conllevará a obtener índices de mayor importancia para el mejoramiento en la calidad de vida de los pobladores.

La capacitación desempeña una función central en la alimentación y el refuerzo de estas capacidades, por lo cual se ha convertido en parte de la columna vertebral de la instrumentación de estrategias. En la actualidad las personas requieren que sus conocimientos, aptitudes y habilidades, sean de manera continua a fin de manejar los nuevos procesos y sistemas que se presenten para mejorar su calidad de vida y enmarcarse dentro de los objetivos establecidos en el Plan Nacional del buen vivir.

Todo ello a impulsado la elaboración de un programa, (ver Anexo F) el cual será utilizado y ejecutado en base a la realidad de la población con lo referente a la selección de temas sobre los beneficios que conllevan la implementación de un sistema de tratamiento de agua para consumo humano y así poder elevar los conocimientos de la población y evitar que

los índices de enfermedades producidas por el consumo de agua no tratada disminuyan.

5.3 Cloración del agua.

El agua siendo una necesidad absoluta para la vida, debe tener una calidad apropiada al utilizarse para beber o preparar comidas, por lo que tiene que estar libre de cualquier organismo que pueda causar enfermedades o efectos fisiológicos adversos.

Por tal motivo, luego de haber pasado el agua por el proceso de filtración pasa al tanque de reserva donde se completa el tratamiento con un desinfectante previo a su distribución en un tanque PVC de 500 l será diluido 0,232 kg/día de hipoclorito de calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) el cual conectará al tanque de reserva y se producirá la desinfección del agua obteniendo así agua de calidad.

El hipoclorito cálcico ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) es un sólido blanco con contenido entre el 20 y el 70% de cloro activo. Es muy corrosivo y que puede inflamarse al entrar en contacto con ciertos materiales ácidos. Sin embargo, presenta dos ventajas respecto al hipoclorito sódico: su mayor contenido en cloro y su mayor estabilidad. Para ser utilizado, se diluye con agua para obtener una solución de concentración más manejable, por ejemplo, 2%.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES

- La implementación del sistema de tratamiento de agua para consumo humano, contribuirá a que la población de las comunidades de Allishungo y Centro Poblado obtengan un agua apta para el consumo como está establecido en el TULAS, y disminuir el índice de enfermedades provocadas por la misma.
- Los análisis bacteriológicos realizados en el laboratorio de Servicios Ambientales de la Facultad de Ingeniería-UNACH, determinaron que el agua que consume actualmente las comunidades de Allishungo y Centro poblado de la parroquia Teniente Hugo Ortiz contiene una cantidad de 88 nmp/100ml en tiempo normal, 27 nm/100ml en tiempo lluvioso y 85 nmp/100ml en tiempo seco, dando un promedio de 66.67 nmp/100ml de coliformes totales, el cual sobrepasa los límites máximos permisibles establecidos en el TULAS (Libro VI, Anexo 1, Tabla 2, *Límites máximos permisible para agua de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran desinfección*). Este valor nos permite concluir que existe la presencia de un número máximo probable de 66.67 coliformes totales por cada 100ml de agua. Además en lo que se refiere a coliformes fecales según la Norma NTE INEN 1108:2010. Límites Máximos Permisibles, sobrepasa los límites con una cantidad de 36 nmp/100ml, permitiéndonos concluir que existe la presencia de un número máximo probable de 36 coliformes fecales por cada 100ml de agua. Además, tomando en cuenta los parámetros como el pH, dureza total, color, turbiedad, conductividad, sólidos totales analizados en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH, no se encuentran fuera de los rangos establecidos en el TULAS (Libro VI, Anexo 1, Tabla 2, *Límites máximos permisible para agua de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran desinfección*).

- Se estima que la capacitación a la población sobre el uso y consumo del agua, mediante un programa establecido a fin a las necesidades reales de la comunidad (ver Anexo F), permita disminuir en un porcentaje considerable la cantidad de enfermedades provocadas por dicho elemento, conduciendo a un manejo adecuado de los cuerpos superficiales de agua que sirven de abastecedores de este elemento importante para la vida de todos los seres vivos.
- La implementación de un filtro lento que sirve para la retención de partículas suspendidas en el agua para un caudal de 2,073 l/s. y además la instalación de un tanque hipo-clorador de 500 l. para la desinfección de la misma dará a la comunidad un agua totalmente libre de contaminantes, es decir, se podrá obtener agua de calidad, bajo los parámetros establecidos en el TULAS (Libro VI, Anexo 1, Tabla 2, *Límites máximos permisible para agua de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran desinfección*); por ende la población de las comunidades de Allishungo y Centro Poblado mejoran la calidad de uno de los servicios básicos más importantes para su subsistencia.

CAPITULO VII

7. RECOMENDACIONES

- Implementar por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Teniente Hugo Ortiz, un sistema de tratamiento de agua para consumo humano para las comunidades de Allishungo y Centro Poblado, para el mejoramiento de la calidad de vida de la población y el medio ambiente.
- Se recomienda considerar toda y cada una de las especificaciones técnicas y diseños al momento de elaborar las actividades, para evitar en un futuro serios inconvenientes con el funcionamiento del sistema.
- Para la operación, mantenimiento y perfecto funcionamiento del sistema se debe contratar a personal idóneo de la zona capacitándolo en primera instancia para dicho manejo y así crear fuentes de trabajo.
- Realizar campañas de concienciación dirigidas a los pobladores del sector, para que desarrollen interés por la protección de los cuerpos superficiales de agua que son los que abastecen del líquido vital y para proveer un agua de calidad a la localidad.

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

1. AROCHA, Simón, (1977). Abastecimientos de Agua. Teoría y Diseño, Editorial Vega S.R.L., Caracas – Venezuela.
2. CAMINO, Jaqueline, (2005), Manual de Elaboración del Perfil de Proyecto y Estructura del Informe Final de Investigación, Aprobado por H.C.U.
3. CARDENAS, A (2009). Agua: Importancia y distribucion. Disponible en: <http://variedadplus.blogspot.com/2009/04/agua-importancia-y-distribucion.html>
4. CASTRO, H (2003). Análisis de Calidad de Agua. Disponible en: http://tame-arauca.gov.co/apc-aa-files/AN_LISIS_DE_CALIDAD_DEL_AGUA_2003.pdf
5. CASTRO, R y PEREZ, R (2009). Saneamiento rural y salud. Organización Panamericana de la Salud. Guatemala.
6. CHIMBO, V (2011). Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/1615/Tesis584>
7. Ciencia.mx, (2010). Características que debe satisfacer el agua potable para consumo humano. Disponible en: <http://www.ciencia-mx.com/blog/2010/01/20/caracteristicas-que-debe-satisfacer-el-agua-potable-para-consumo-humano/>
8. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Disponible en: <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGral.html>
9. Datos tomado con GPS map 76CSx GARMIN.
10. ECOAGUA, (2008). Agua líquido elemental. Disponible en: <http://educasitios.educ.ar/grupo068/?q=node/102>
11. HENRIQUEZ, E (2011). Monografías.com. disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos24/agua/agua.shtml#contam>

12. IEOS, (1986), Normas de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Eliminación de Residuos Líquidos para Poblaciones con menos de 1000 habitantes, Quito – Ecuador.
13. IEOS, (1993), Normas para Estudio y Diseño para Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones mayores a 1000 habitantes, Quito – Ecuador.
14. INHAMI, (2010), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Estación Veracruz.
15. IMTA, (2004). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua -Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P., Descubre una cuenca: el Lago de Pátzcuaro, México. Disponible en: <http://www.imta.gob.mx>
16. JAPAMA, (2011). Junta de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Ahome, Disponible en: www.japama.gob.mx/cultura_del_agua/historiadelagua
17. Las tarifas de agua potable y alcantarillado en América Latina. Grupo de Tarifas y Subsidios. Versión Preliminar, año 2005. Pág.63. disponible en: www.aderasa.org
18. LEE, Jong-wook (2004). Director General. Organización Mundial de la Salud.
19. LOS PEQUEÑOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE, *Capítulo V, Redes de Distribución*, 1996.
20. MASÓN,(2002). Enfermería Comunitaria I. Salud Pública.
21. Medio-Ambiente.info, (2009). Disponible en:<http://www.medio-ambiente.info/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=377>
22. NARANJO, Galo y otros, (2004), Tutoría de la Investigación Científica, Producción Diomerino Editores, Segunda Edición, Quito – Ecuador.
23. NICOLA, Gerardo, (1996), Los Pequeños Sistemas de Agua Potable, Sur Editores, Ambato – Ecuador.
24. NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICION DE EXCRETAS Y RESIDUOS LIQUIDOS EN EL AREA RURAL, Publicadas en 1995.

25. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua Libro VI, Anexo 1, TULAS, 2002.
26. NORMAS SSA, Quinta parte, 4.1.7.2. Volúmenes de protección contra incendios, 1993.
27. OPS, (1985). Guías para la Calidad de Agua Potable, Edición Organización Mundial de la Salud, Washington, D.C.
28. ORELLANA, Jorge (2005). Ingeniería Sanitaria- UTN - FRRO
http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf
29. PD y OT, (2011), GAD Parroquial Teniente Hugo Ortiz.
30. Programa Conjunto OMS/UNICEF de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y el Saneamiento que hoy se ha dado a conocer y lleva por título Progresos en materia de saneamiento y agua potable – Informe de actualización 2010.
31. Proyecto Geo,(2012). Disponible en:
http://www.proyectogeo.com/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=790&Itemid=250.
32. RIVAS, Gustavo. (1985). Teoría de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Normas para construcción, Segunda Edición, Ediciones Vega, España.
33. SANTAMARÍA, Álvaro. (2007). Tesis de Grado Referentes a Sistemas de Agua Potable, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.
34. SOTELO, Gilberto. (1980). Hidráulica General, Limusa, México.
35. <http://water.usgs.gov/gotita/waterproperties.html>, 2007.
36. www.cuidoelagua.org/empapate/aguaresiduales/aguasresiduales.html
37. www.fortunecity.com
38. www.inec.gov.ec.
39. www.taringa.net/comunidades/saber/3769956/El-Agua.html
40. www.unicef.org

CAPITULO IX

11. ANEXOS

ANEXO A

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA

ESCUELA DE INGENIERIA AMBIENTAL

ENTREVISTA AL PRESIDENTE DE LA COMUNIDAD

DATOS INFORMATIVOS:

PROVINCIA:

.....

CANTON:

.....

PARROQUIA:

.....

COMUNIDAD:

.....

PRESIDENTE:

.....

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS

1. ¿Cuáles son los límites de la parroquia teniente Hugo Ortiz?

.....
.....
.....
.....

2. ¿Cuál es el número de habitantes que tiene su comunidad?

.....
.....
.....

3. ¿Con qué servicios básicos cuenta actualmente su comunidad?

.....
.....
.....

4. ¿Cuál o cuáles son las fuentes de agua que tiene su comunidad?

.....
.....
.....
.....

5. Sabe usted, ¿qué calidad de agua es la que consume su comunidad?

.....
.....
.....
.....

6. ¿Cuenta con centros educativos su comunidad y cuáles son?

.....
.....
.....
.....

7. ¿Cuál o cuáles son las principales actividades que realiza la gente de su comunidad?

.....
.....
.....
.....

8. ¿Su comunidad cuenta con el servicio de agua potable?

SI () NO () ¿por qué?

.....
.....
.....
.....

9. ¿Su comunidad ha recibido apoyo de alguna Institución gubernamental en el tema del agua potable?

SI () NO () ¿por qué?

.....
.....
.....
.....

10. ¿Su comunidad cuenta con algún servicio de salud, o con algún profesional que trabaje en este servicio?

SI () NO () ¿por qué?

.....
.....
.....
.....

11. ¿Cuentan con servicio de recolección de desechos sólidos?

SI () NO () ¿por qué?

.....
.....
.....
.....

12. ¿Qué tipo de vías tiene su comunidad?

.....
.....
.....
.....

13. ¿El acceso a la fuente de abastecimiento de agua de su comunidad, es de primer orden?

SI () NO () ¿por qué?

.....
.....
.....
.....

14. ¿Cree usted, que el caudal de agua que abastece a su comunidad es el suficiente para toda la población?

SI () NO () ¿por qué?

.....
.....
.....
.....

GARACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO B

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA LAS COMUNIDADES DE ALLISHUNGO Y CENTRO POBLADO DE LA PARROQUIA TENIENTE HUGO ORTÍZ.

CUESTIONARIO APLICADO PARA LA POBLACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE ALLISHUNGO Y CENTRO POBLADO

INFORMACIÓN GENERAL:

NOMBRE DEL ENCUESTADO:

.....

ACTIVIDAD QUE DESEMPEÑA:

.....

INFORMACIÓN ESPECÍFICA:

1. ¿Cree usted que es conveniente la realización del sistema de agua para consumo humano en este sector?

SI () NO () ¿por qué?

.....
.....
.....
.....

2. ¿Cuáles son las características que usted cree que el sistema de agua potable debe tener?

a. Económico ()

b. Confiable ()

c. Duradero ()

d. Otros ()

¿Por qué?

.....

3. ¿Cómo estaría usted dispuesto a colaborar para la construcción del sistema de agua potable para este sector?

a. Mano de obra ()

b. Alimentos ()

c. Contribución Económica ()

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO C

ANÁLISIS DE AGUA



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Sr. Marco Herrera

EMPRESA: Universidad Estatal Amazónica

DIRECCIÓN: 27 de Febrero y Sucre (Puyo)

TELÉFONO: 084235692

INFORME N°: 003 - 12

N° SE: 003 - 12

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 - 01 - 12

FECHA DE INFORME: 31 - 01 - 12

NÚMERO DE MUESTRAS: 3

IDENTIFICACIÓN:

MA - 004-12	Agua de consumo
MA - 005-12	Agua de consumo
MA - 006-12	Agua de consumo

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

MA -004-12

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	FECHA DE ANÁLISIS
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	6,10	18-01-12
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	14,81	18-01-12
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	STANDARD METHODS 2340-C	16,00	18-01-12
Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	0,53	18-01-12
Color	Upt-co	STANDARD METHODS 2120 C	3,00	18-01-12
Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	20,00	18-01-12
Coliformes Totales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	88	18-01-12
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	30	18-01-12

MA -005-12

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	FECHA DE ANÁLISIS
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	6,36	18-01-12
Conductividad	µS/cm	PE-LSA-02	45,50	18-01-12
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	STANDARD METHODS 2340-C	16,00	18-01-12
Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	0,56	18-01-12
Color	Upt-co	STANDARD METHODS 2120 C	4	18-01-12
Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	24,00	18-01-12
Coliformes Totales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	27	18-01-12
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	8	18-01-12

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 2

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.



FMC2101-01



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



MA-006-12

INFORME DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	FECHA DE ANÁLISIS
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	7,36	24-01-12
Conductividad	μS/cm	PE-LSA-02	12,50	24-01-12
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	STANDARD METHODS 2340-C	16,00	24-01-12
Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	0,58	24-01-12
Color	Upt-co	STANDARD METHODS 2120 C	2	24-01-12
Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	14,00	24-01-12
Coliformes Totales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	85	24-01-12
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	70	24-01-12

IDENTIFICACIÓN: MA-006-12
MA-006-12

Agua de consumo
Agua de consumo

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21ª EDICIÓN.

RESULTADO DE ANÁLISIS

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Ing. Benito Mendoza T.
Dr. Juan Carlos Lara R.
Dr. Jinsop Mario Ruiz B.

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	FECHA DE ANÁLISIS
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	7,36	24-01-12
Conductividad	μS/cm	PE-LSA-02	12,50	24-01-12
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	STANDARD METHODS 2340-C	16,00	24-01-12
Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	0,58	24-01-12
Color	Upt-co	STANDARD METHODS 2120 C	2	24-01-12
Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	14,00	24-01-12
Coliformes Totales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	85	24-01-12
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	70	24-01-12

Dr. Juan Carlos Lara R.
Laboratorista L.S.A.

MA-006-12

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	FECHA DE ANÁLISIS
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	7,36	24-01-12
Conductividad	μS/cm	PE-LSA-02	12,50	24-01-12
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	STANDARD METHODS 2340-C	16,00	24-01-12
Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	0,58	24-01-12
Color	Upt-co	STANDARD METHODS 2120 C	2	24-01-12
Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	14,00	24-01-12
Coliformes Totales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	85	24-01-12
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	70	24-01-12

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
-Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

ANEXO D

ARCHIVO FOTOGRÁFICO

FOTO 1.



FOTO 2.



FOTO 3.



FOTO 4.



ANEXO E

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN LOS BENEFICIOS AMBIENTALES QUE SE OBTIENEN CON LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.				
ACTIVIDADES	RESPONSABLES	RECURSOS	MANDATOS	TIEMPO
SELECCIÓN DE TEMAS	GADPRTHO	*HUMANOS *TECNICOS	*COOTAD *CONSTITUCION *LEY DE GESTION AMBIENTAL	1 SEMANA
CONTRATAR CONFERENCISTAS	GADPRTHO	*HUMANOS *TECNICOS *ECONOMICOS	*INCOP *LEY DE GESTION AMBIENTAL	1 MES
LECTURAS DE CONFERENCIAS	CONFERENCISTA	*HUMANOS *TECNICOS *MATERIALES DE OFICINA *EQUIPOS	COOTAD	3 MESES
EVALUAR LAS CONFERENCIAS	GADPRTHO	*HUMANOS *TECNICOS *MATERIALES *EQUIPOS	NORMA ETICA	1 DIA

ANEXO F

PRESUPUESTO

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA				
PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA LAS COMUNIDADES DE ALLISHUNGO Y CENTRO POBLADO EN LA PARROQUIA TNT. HUGO ORTIZ				
UBICACIÓN:	PARROQUIA TENIENTE HUGO ORTIZ				
OFERENTE:					
ELABORADO:	EGDO. MARCO HERRERA				
FECHA:	01-SEPTIEMBRE-2012				
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	42,25	6,62	279,70
1	EXCAVACION MANUAL SUELO NATURAL H=0-2m	M2	43,00	6,72	288,96
1	RELLENO COMPACTADO CON LASTRE (en capas de 20 cm)	M3	22,80	16,11	367,31
1	ACERO DE REFUERZO f'y= 4200 kg/cm2	KG	6.697,11	1,41	9.442,93
1	REPLANTILLO EN PLINTOS	M3	0,04	92,20	3,69
1	HORMIGON SIMPLE PLINTOS F'C=210 KG/CM2 (	M3	0,08	144,35	11,55
1	HORMIGON EN LOSAS DE CIMENTACIÓN e=15 - 20 cm f'c=210 kg/cm2	M3	8,05	2.612,33	21.029,26
3	HORMIGON S. f'c=210 kg/cm2 EN COLUMNAS INC. ENC	M3	1,81	2.658,60	4.812,07
2	HORMIGON S. f'c=210 kg/cm2 EN VIGAS INC. ENCOFRADO	M3	0,20	2.675,99	535,20

1	HORMIGON S. f'c=240 kg/cm2 EN MUROS DE TANQUE C/E	M3	6,10	2.998,10	18.288,41
1	HORMIGON EN LOSA CUBIERTA f'c=240 kg/cm2 INC. ENC	M3	8,01	2.646,47	21.198,22
1	ENLUCIDO CON IMPERMEABILIZANTE MORTERO 1:3	M2	1,00	82,41	82,41
1	TANQUE PVC RESERVORIO 500 LT (INC. ACCESORIOS)	U	1,00	162,69	162,69
1	TUBERIA PVC ROSCABLE D=1/2" EN CONDUCCION + PRUEBA	ML	12,00	2,30	27,60
2	TUBERIA PVC ROSCABLE D=3/4" EN CONDUCCION + PRUEBA	ML	1,00	2,72	2,72
3	TUBERIA PVC ROSCABLE D=1" EN CONDUCCION + PRUEBA	ML	2,00	4,81	9,62
				TOTAL:	76.542,34

SON : SETENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS CUARENTA Y DOS, 34/100
DÓLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

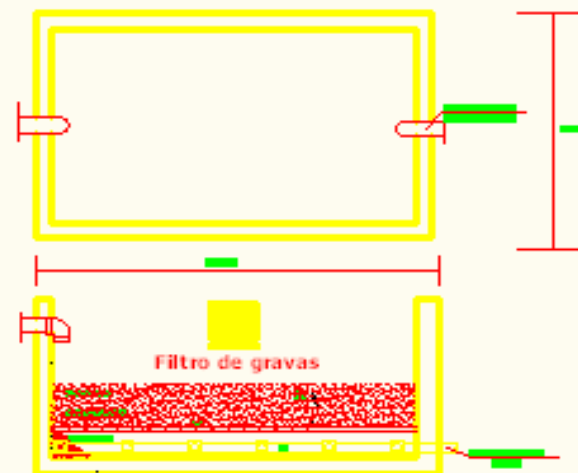
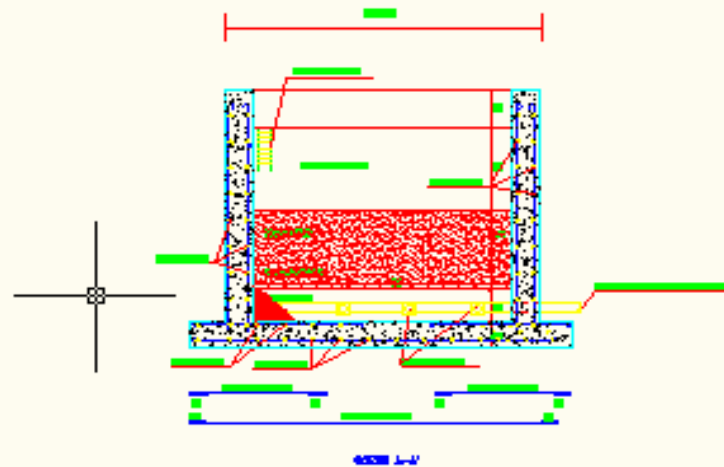
PUYO, 01 DE SEPTIEMBRE DE 2012

ANEXO G

Plano 1. Filtro Lento Descendente

Plano 2. Tanque Reservorio y Tanque PVC

FILTRO LENTO DESCENDENTE



PLANILLA DE HIERRO

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

ESCUELA DE INGENIERIA AMBIENTAL

FILTROS ESTANDEARILES DE EL FILTRO LENTO DESCENDENTE

Maria W. Rivera Viquez

