

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERAS AMBIENTALES

TEMA:

**ESTUDIO DE LA DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL AGUA DE
CONSUMO HUMANO A TRAVÉS DEL MONITOREO DE CAUDALES Y
ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y
MICROBIOLÓGICOS EN LA ZONA PESILLO – IMBABURA**

AUTORAS:

**KARINA LIZETH CHAMBA MORENO
SARA VIVIANA GUALLASAMIN CALISPA**

DIRECTORA:

CECILIA ELIZABETH BARBA GUEVARA

Quito, abril 2015

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotras, autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, declaramos que los conceptos, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de las autoras.

Karina Lizeth Chamba Moreno
C.C. 220004813-6

Sara Viviana Guallasamin Calispa
C.C. 171793005-9

DEDICATORIA

El gesto más sublime que me ha brindado Dios es Mi Madre, quien con esfuerzo, sacrificio y sobre todo con amor me ha ayudado incondicionalmente a cumplir una meta más en vida.

Caminar por el sendero de la vida, es conocer y crecer con personas que han dejado huella en nuestros corazones, agradezco haberlos conocido en esta etapa de nuestras vidas universitarias: Fernando E., Mauricio S., Diana Z., Melissa H., Sara G., Romario O., Luis G., Viviana T., Cynthia Ch., gracias por brindarme su apoyo y amistad sincera.

Este trabajo lo dedico en primer lugar a mi Madre Maribel, a mis hermanas Sully y Whirley, a mi padre Jaime por haberme dado un ejemplo de estudio, a David quien supo apoyarme en mis buenos y malos momentos, a mis abuelos y a todos mis amigos.

Karina Lizeth Chamba Moreno

El alcanzar una meta es lo más gratificante pero solo se logra con la perseverancia, responsabilidad y la lucha por las personas que más queremos, agradezco a Dios por ser mi guía, a mi madre Hortencia por ser la cabeza de mi vida, de mi hogar, siendo padre y madre, a mi ñaña Lore mi mayor motivación.

El cumplimiento de una meta genera los más profundos agradecimientos a las personas que caminaron junto a mi en las aulas de clase, por este motivo agradezco a mis amigos entrañables que me acompañan hasta hoy, mis buenos amigos del GAF Tiu, Lash, Diana Suri, Joha; de la UCE Xavi, Santi y a mis queridos “one-chacas” de la UPS, por ser cada uno actores de mi historia académica y personal. Y a la memoria de mis dos ángeles del cielo que me protegen cada día John C. y Edi S.

Sara Viviana Guallasamin Calispa

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito por haber inculcado durante estos cinco años la formación académica, ética y moral, y a su vez al Centro de Investigaciones de Modelamiento Ambiental (CIMA) por brindarnos la oportunidad de participar en el “Proyecto Calidad y Disponibilidad del agua de consumo humano bajo la gestión social del Consejo de Juntas del Proyecto Pesillo – Imbabura”.

A los miembros de las diez Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo - Imbabura, por habernos proporcionado apoyo para realizar y culminar con éxito el trabajo investigativo.

A nuestra directora de tesis Dra. Cecilia Barba y al director del proyecto Msc. Ronnie Lizano por el apoyo académico y moral brindado durante el tiempo de realización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	3
GENERALIDADES	3
1.1 Justificación del proyecto	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO 2	5
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 El agua	5
2.2 Ciclo hidrológico	5
2.2.1 Fases del ciclo hidrológico.....	6
2.2.1.1 Evaporación	6
2.2.1.2 Transpiración	6
2.2.1.3 Precipitación.....	7
2.2.1.4 Escorrentía superficial	7
2.2.1.5 Evapotranspiración	7
2.2.1.6 Infiltración	7
2.2.1.7 Escorrentía subterránea.....	7
2.2.1.8 Intervención antrópica en el ciclo del agua	8
2.3 Fuentes hídricas.....	9
2.4 Páramos andinos.....	10
2.4.1 La hidrología del páramo	10
2.5 Disponibilidad de agua	11
2.5.1 Hidrometría del agua.....	12
2.5.1 Medición de caudal.	13
2.5.2 Método volumétrico de caudal.	13
2.5.3 Monitoreo de agua.....	14
2.5.4 Muestreo de aguas.....	15
2.5.4.1 Tipos de muestras.....	15
2.5.4.2 Métodos de muestreo.....	15
2.5.4.3 Control y vigilancia del muestreo, preservación y análisis	15
2.6 Gestión social del agua	16

2.6.1 Juntas regionales de agua potable.-----	16
2.7 Agua potable -----	17
2.7.1 Sistemas de captación.-----	17
2.7.2 Sistemas de abastecimiento de agua.-----	18
2.7.3 Tipos de tratamientos de agua para consumo humano.-----	20
2.7.3 Estación de tratamiento de agua potable.-----	20
2.7.3.1 Tipos de plantas de tratamiento de agua potable.-----	20
2.7.4 El cloro -----	21
2.7.4.1 Cloración del agua.-----	22
2.8 Calidad del agua -----	22
2.8.1 Parámetros físico-químicos.-----	23
2.8.2 Parámetros microbiológicos.-----	26
2.9 Bioindicadores del agua -----	28
2.9.1 Índices de calidad de agua.-----	29
2.9.1.1 Biological monitoring working part (BMWP)-----	29
2.9.1.2 Índice efemeróptero, tricópteros y plecópteros (ETP)-----	31
2.9.2 Muestreo de macro invertebrados.-----	31
2.10 Contaminación del agua-----	32
2.10.1 Enfermedades por contaminación de agua.-----	32
2.11 Marco legal ambiental-----	33
2.11.1 Constitución política de la República del Ecuador.-----	33
2.11.2 Ley de aguas.-----	34
2.11.3 Texto unificado de legislación secundaria del ministerio de ambiente.-----	37
2.11.4 Norma técnica ecuatoriana. NTE INEN 1 108:2011.-----	37
CAPÍTULO 3-----	38
UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO -----	38
3.1 Ubicación política territorial-----	38
3.2 Ubicación geográfica -----	39
3.3 Descripción del medio físico.-----	40
3.3.1 Precipitación y clima.-----	40
3.3.2 Hidrología de la zona Pesillo – Imbabura -----	41
3.4 Descripción del medio biótico-----	41
3.4.1 Flora-----	41
3.4.2 Fauna-----	42

3.5 Descripción del medio socio-económico	42
3.5.1 Población.....	42
3.5.2 Servicios básicos	43
3.5.3 Salud	43
CAPITULO 4.....	45
MATERIALES Y MÉTODOS	45
4.1 Materiales.....	45
4.2 Métodos.....	45
4.2.1 Diseño experimental.....	46
4.2.1.1 Tipo de diseño experimental.	47
4.2.1.3 Unidad experimental y parcela neta.....	51
4.2.1.4 Variables.	52
4.2.1.5 Croquis del experimento.....	53
CAPITULO 5.....	54
MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.....	54
5.1 Fase técnica	54
5.1.1Elaboración de fichas.....	54
5.1.2 Socialización con los representantes de cada comunidad.	54
5.1.3 Levantamiento de información.....	55
5.1.4 Determinación de los puntos de muestreo.....	55
5.1.5 Toma de puntos de muestreo	55
5.1.6 Medición de caudal	55
5.1.7 Toma y registro de muestras.....	56
5.2 Fase de análisis	56
5.2.1 Análisis físico- químico.	57
5.2.2 Análisis de bioindicadores.	58
5.2.3 Análisis de caudal.....	59
CAPITULO 6.....	60
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	60
6.1 Resultados físico químico y microbiológico.....	61
6.1.1 Resultados de las muestras de la época lluviosa.....	61
6.1.1.1 Junta Regional Ibarra- comunidad El Abra.	61
6.1.1.2 Junta Regional San Rafael- comunidad Tocagón	63
6.1.1.3 Junta Regional Tabacundo- comunidad San José Alto.....	64

6.1.1.4 Junta Regional El Angla- comunidad El Angla -----	66
6.1.1.5 Junta Regional Mojanda Yanahurco- comunidad Inti Caluquí-----	68
6.1.1.7 Junta Regional Espejo- comunidad Espejo -----	69
6.1.1.8 Junta Regional Carabuela- comunidad Carabuela-----	71
6.1.1.9 Junta Regional Ilumàn- comunidad San José-----	72
6.1.1.10 Junta Regional La Bolsa- comunidad La Bolsa. -----	74
6.1.1.11 Junta Regional Sumak Yaku- comunidad Trujaloma -----	75
6.1.2 Resultados de las muestras de la época seca -----	76
6.1.2.1 Junta Regional Ibarra- comunidad El Abra -----	77
6.1.2.2 Junta Regional San Rafael-comunidad Tocagón. -----	78
6.1.2.4 Junta Regional Tabacundo- comunidad San José Alto. -----	79
6.1.2.5 Junta Regional El Angla-comunidad El Angla. -----	80
6.1.2.6 Junta Regional Mojanda Yanahurco- comunidad Inti Caluquí.-----	81
6.1.2.7 Junta Regional Espejo-comunidad Espejo -----	82
6.1.2.8 Junta Regional Carabuela- comunidad Carabuela. -----	83
6.1.2.9 Junta Regional Ilumàn-comunidad San José de Ilumán. -----	85
6.1.2.10 Junta Regional La Bolsa-----	86
6.1.2.11 Junta Regional Sumak Yaku-comunidad Trujaloma. -----	87
6.2 Resultados campaña de monitoreo de caudales. -----	93
6.3 Calidad de agua para consumo humano en las juntas regionales de agua potable Pesillo- Imbabura. -----	94
6.4 Disponibilidad de agua para consumo humano en las juntas regionales de agua potable Pesillo-Imbabura.-----	97
6.5 Comparación de la calidad de agua mediante bioindicadores y análisis físicos químicos y microbiológicos. -----	101
CONCLUSIONES-----	104
RECOMENDACIONES -----	106
LISTA DE REFERENCIAS -----	108
ANEXOS -----	111

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Proceso del ciclo del agua.....	6
<i>Figura 2.</i> Intervención antrópica en el ciclo hidrológico.....	8
<i>Figura 3.</i> Aforo volumétrico para medición de caudales.	14
<i>Figura 4.</i> Captación tipo vertiente.	18
<i>Figura 5.</i> Hipo cloración.....	22
<i>Figura 6.</i> Mapa de ubicación	39
<i>Figura 7.</i> Precipitación mensual en área de estudio	40
<i>Figura 8.</i> Población del área de estudio.....	43
<i>Figura 9.</i> Causas de morbilidad en grupos poblacionales del área de estudio.	44
<i>Figura 10.</i> Puntos de muestreo de agua en sistemas de agua potable.....	49
<i>Figura 11.</i> Comparación de los parámetros analizados en las dos campañas de muestreo.	92
<i>Figura 12.</i> Disponibilidad de agua en las Juntas Regionales de Agua Potable	94
<i>Figura 13.</i> Porcentaje de cumplimiento de calidad de agua de las diez Juntas Regionales de Agua Potable.....	96
<i>Figura 14.</i> Disponibilidad Anual de agua en las Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo-Imbabura.	97
<i>Figura 15.</i> Comparación de metodologías de laboratorio vs bioindicadoras	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Sistemas convencionales de agua potable.</i>	16
Tabla 2. <i>Sistemas no convencionales de agua potable.</i>	18
Tabla 3. <i>Valores del índice BMWP de calidad de agua.</i>	30
Tabla 4. <i>Puntaje de familias de macro invertebrados índice BMWP.</i>	30
Tabla 5. <i>Principales enfermedades por contaminación del agua.</i>	32
Tabla 6. <i>Delimitación político administrativa del área de estudio.</i>	38
Tabla 7. <i>Tipos de materiales utilizados en el estudio.</i>	45
Tabla 8. <i>Localización de los diez sistemas hídricos comunitarios</i>	46
Tabla 9. <i>Parámetros de calidad de agua elegidos.</i>	48
Tabla 10. <i>Juntas Regionales de agua potable del consejo de agua Pesillo-Imbabura.</i>	52
Tabla 11. <i>Variables identificadas en el estudio.</i>	52
Tabla 12. <i>Descripción experimental del análisis físico de agua.</i>	57
Tabla 13. <i>Descripción experimental del análisis químico de agua.</i>	57
Tabla 14. <i>Descripción experimental del análisis microbiológico de agua.</i>	58
Tabla 15. <i>Descripción experimental del análisis microbiológico de agua Labolab.</i> 58	
Tabla 16. <i>Beneficiarios de las juntas regionales de agua potable.</i>	60
Tabla 17. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Ibarra</i>	62
Tabla 18. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional San Rafael.</i>	64
Tabla 19. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Tabacundo.</i>	65
Tabla 20. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional El Angla.</i>	67
Tabla 21. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Mojanda Yanahurco.</i>	68
Tabla 22. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Espejo.</i>	70
Tabla 23. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Carabuela.</i>	71

Tabla 24. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Ilumàn.</i>	73
Tabla 25. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional La Bolsa</i>	74
Tabla 26. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Ilumàn.</i>	75
Tabla 27. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Ibarra.</i>	77
Tabla 28. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional San Rafael.</i>	78
Tabla 29. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Tabacundo.</i>	79
Tabla 30. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional El Angla</i>	80
Tabla 31. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Mojanda Yanahurco.</i>	81
Tabla 32. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Espejo.</i>	83
Tabla 33. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Carabuela</i>	84
Tabla 34. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Ilumàn.</i>	85
Tabla 35. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional La Bolsa.</i>	86
Tabla 36. <i>Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Ilumàn</i>	87
Tabla 37. <i>Datos de caudal de las diez Juntas Regionales de Agua Potable.</i>	93
Tabla 38. <i>Cumplimiento de parámetros de consumo de agua potable de las Juntas Regionales de Agua Potable del área Pesillo- Imbabura.</i>	95
Tabla 39. <i>Tipo y número de fuentes de abastecimiento de agua en las Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo – Imbabura.</i>	98
Tabla 40. <i>Datos de dotación de agua, requerimiento hídrico y desabastecimiento en las diez Juntas Regionales Pesillo-Imbabura.</i>	99

Tabla 41. <i>Proyección de la población y del requerimiento hídrico a veinte años en las diez Juntas Regionales Pesillo-Imbabura.</i>	100
Tabla 42. <i>Resultados de muestreo de bioindicadores y calidad de agua de acuerdo al índice BMWP.</i>	102
Tabla 43. <i>Comparación de resultados de metodología de laboratorio vs bioindicadores de calidad de agua en la captación y fuente de dos Juntas Regionales de agua potable.</i>	103

ANEXOS

Anexo 1. TULSMA. Libro VI, Anexo 1	111
Anexo 2. Requisitos específicos para agua potable- Norma INEN 1108:2011	113
Anexo 3. Mapas.....	114
Anexo 4. Fichas de campo	126
Anexo 5. Anexo fotográfico.....	129
Anexo 6. Cronogramas de campo	135
Anexo 7. Resultados de Laboratorio	137
Anexo 8. Resultados de porcentaje de cumplimiento	145

RESUMEN

El presente trabajo de investigación “Estudio de la Disponibilidad y Calidad del Agua de Consumo Humano a través del Monitoreo de Caudales y Análisis de los Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos en la zona Pesillo–Imbabura” tiene el propósito de analizar la calidad, cantidad y disponibilidad de agua para consumo humano, a través de monitoreo de caudales, análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua de diez Juntas Regionales de Agua Potable pertenecientes al Consejo de Juntas Comunitarias de Agua Potable de Pesillo - Imbabura, con la finalidad de generar información a las juntas comunitarias y obtener una gestión de calidad de agua para consumo humano eficiente y saludable.

El estudio nace de la formulación de proyectos a través del Centro de Investigación en Modelamiento Ambiental (CIMA) y del Área de Vinculación con la Colectividad pertenecientes a la Universidad Politécnica Salesiana, para plantear alternativas de estudios y la solución a los problemas que se generan en el entorno social de los sectores rurales en la gestión social del agua potable de la zona Pesillo – Imbabura.

La zona Pesillo-Imbabura es el área de estudio, se encuentra ubicado al norte del territorio ecuatoriano, en la región central andina. Abarca dos provincias, la provincia de Imbabura, en los cantones Ibarra, Otavalo y Antonio Ante; y la provincia de Pichincha, en el cantón Pedro Moncayo.

El diseño experimental elegido para la determinación de la calidad y disponibilidad de agua para consumo humano consistió en dos fases: fase técnica que es el trabajo realizado en campo y la fase de análisis realizada en escritorio.

Parte de la fase técnica fue la realización de dos etapas de monitoreo de caudales y muestreo de agua de las diferentes unidades de los sistemas hídricos comunitarios, de acuerdo a dos épocas climáticas características del área de estudio, la época de verano (meses de marzo y abril) y la época de invierno (meses de septiembre y octubre).

La disponibilidad de agua para consumo humano se determinó mediante la elección y aplicación del método volumétrico, mientras para determinar la calidad de agua se realizó muestreo simple con la toma de una muestra de agua y llevada para su

análisis fisicoquímico y microbiológico al Laboratorio de Análisis de Muestras de Agua y Suelo de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe.

Los resultados se obtuvieron mediante el manejo de base de datos en Excel y realización de tablas dinámicas para determinar la disponibilidad de agua en las diez Juntas Regionales de Agua Potable. La determinación de la calidad del agua se realizó a través de la comparación de los datos obtenidos en los análisis de laboratorio con los parámetros contemplados en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108-“Requisitos específicos para el agua potable”, generando un porcentaje de cumplimiento con la norma e interpretándolo como calidad.

En base al desarrollo de las diferentes metodologías para la determinación de la disponibilidad y calidad de agua se obtuvo datos e información para la zona Pesillo-Imbabura y las diez Juntas Regionales de agua potable Pesillo-Imbabura.

ABSTRACT

This research project "Study the availability and quality of water for human consumption Through Flow Monitoring Of Analysis And Physical, Chemical and microbiological Parameters in Pesillo–Imbabura zone" aims to analyze the quality, quantity and availability of water for human consumption through flow monitoring, physicochemical and microbiological analyzes of ten Regional Water Boards belonging to the Council of Community Boards Drinking Water Pesillo - Imbabura, in order to generate information Community boards and obtain a water quality management for efficient and healthy human consumption.

The study comes from the formulation of projects through the Center for Research in Environmental Modeling (CIMA) and the Department of Collective Engagement, belonging to the Salesian Polytechnic University to study and suggest alternative solutions to the problems arising in the social environment in rural areas and the social management of drinking water Pesillo-Imbabura.

The location of the study is north of the Ecuadorian territory in the central Andean region comprises two provinces, the province of Imbabura, in Ibarra, Otavalo cantons and Antonio Ante; and the province of Pichincha in the Pedro Moncayo canton.

The experimental design chosen for determining the quality and availability of water for human consumption consisted of two phases: technique phase is the work done in the field and the analysis phase made in desk.

Some technical phase was the completion of two phases flow monitoring and water sampling of the different units of community water systems, according to two climatic seasons characteristics of the study area, the summer season (March and April) and winter season (September and October).

The availability of water for human consumption is determined by the choice and application of the volumetric method while determining water quality single sampling was performed with making a single water sample taken for microbiological and chemical physical analysis to Lab of Soil and Water Samples Analysis Polytechnic University Salesian headquarters at Cayambe..

Data generation was obtained by in situ application of technical specifications, which contributed to the tabulation of flow measurement and interpretation of chemical and microbiological water physical parameters.

The results were obtained by managing database and conducting Excel PivotTables to determine the availability of water in the ten Regional Water Boards. The determination of water quality was performed by comparing the data obtained in laboratory tests with the parameters specified in the Ecuadorian Technical Norma INEN 1108 - "Specific requirements for drinking water," generating a percentage of compliance with interpreting it as the norm and quality.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador la biodiversidad existente se recalca en todos sus ámbitos: naturales, culturales y sociales. Uno de los principales recursos naturales es el agua, sabiendo que el agua es indispensable para la vida, surge la necesidad de buscar protección y conservación de las fuentes de agua.

Las fuentes de agua en la región sierra de Ecuador, se encuentran en los páramos y bosques andinos. Estos lugares tienen gran capacidad de almacenamiento de agua, por este motivo las comunidades indígenas han llevado a cabo sus asentamientos alrededor de los páramos y bosques andinos.

El crecimiento poblacional y las actividades agrícolas, han hecho que las comunidades busquen nuevas fuentes hídricas para su abastecimiento, teniendo como consecuencia un deterioro de los ecosistemas, lo que significa tener bajo caudal de agua (escasez de agua).

En el país la Secretaría Nacional de Agua (SENAGUA) tiene como misión, dirigir la gestión integral e integrada de los recursos hídricos en todo el territorio nacional a través de políticas, normas, control y gestión desconcentrada para generar una eficiente administración del uso y aprovechamiento del agua. SENAGUA en el año 2013, presenta datos estadísticos del país: el 10% representa el uso y aprovechamiento de agua para consumo humano, 80% para actividades de riego. El 60% del agua suministrada a la población no es potable, es agua redirigida desde fuentes naturales mediante sistemas y procesos poco técnicos para su consumo y del cual el abastecimiento es intermitente en el 55% de los sistemas existentes, esto se debe a la ubicación, disponibilidad y acceso al recurso agua.

En la zona Pesillo- Imbabura, el suministro de agua se lo realiza a través de las juntas comunitarias, sin embargo; la calidad y disponibilidad del agua se ve afectada, debido a que no hay una adecuada gestión con el recurso y en algunos casos no hay documentación que respalde la calidad de agua distribuida.

La participación de la Universidad Politécnica Salesiana a través del Centro de Investigación en Modelamiento Ambiental (CIMA) y del Área de Vinculación con la colectividad, aporta con la capacidad de docentes, técnicos y estudiantes para plantear alternativas de estudios y la solución a los problemas que se generan en los sectores rurales sobre la gestión social del agua potable.

Este estudio de investigación tiene el propósito de analizar la calidad, cantidad y disponibilidad de agua para consumo humano, a través de monitoreo de caudales, análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua, con la finalidad de generar información para ayudar a las juntas comunitarias obtener una gestión de calidad de agua para consumo humano eficiente y saludable.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 Justificación del proyecto

El recurso natural del agua sin duda alguna es considerado fuente de vida, por ser el componente más abundante de los organismos vivos, principal elemento en los procesos biológicos, así como en el metabolismo de los diferentes ecosistemas.

El Ecuador es uno de los países en el mundo que en relación con su tamaño, posee mayor disponibilidad y variabilidad de recursos naturales. Datos estadísticos de la Secretaria Nacional del Agua del año 2013, muestran que en el país el uso y aprovechamiento del agua para consumo humano solo representa 10%, siendo el mayor porcentaje dirigido hacia actividades de riego con el 80%. Es preciso señalar que el país el 60% del agua suministrada a la población no es potable, sino agua redirigida desde fuentes naturales mediante sistemas y procesos poco técnicos para su consumo y del cual el abastecimiento es intermitente en el 55% de los sistemas existentes, debido a factores de ubicación, disponibilidad y acceso al recurso.

Las demandas actuales para el abastecimiento humano del agua se han estimado en alrededor de 700 Hm³ al año, lo que significa que la dotación por habitante es alrededor de 180 litros al día, siendo una necesidad urgente de estructurar.

La disponibilidad de agua que tienen los páramos, para brindar a las comunidades, ha sido un eje fundamental en la toma de decisiones de las Juntas Regionales Administradoras de Agua Potable, que forman parte del Consejo de Agua de la zona del Proyecto Pesillo-Imbabura.

Para que exista una dotación de agua para consumo humano de buena calidad, esta debe realizarse bajo una adecuada gestión del recurso hídrico. El suministro de este recurso se lo realiza en la zona de estudio, a través de las juntas comunitarias, las cuales han hecho que sea de forma empírica ya que no han tomado en cuenta la calidad de este recurso hídrico, no tienen registros ni documentación para su respaldo.

El presente trabajo de investigación tiene el propósito de analizar la calidad, cantidad y disponibilidad de agua para consumo humano, a través de monitoreo de caudales, análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua, con el propósito directo de generar información para las juntas comunitarias de agua. Siendo una fuente bibliográfica futura.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Estudiar la disponibilidad y calidad del agua de consumo humano a través del monitoreo de caudales y análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la zona Pesillo – Imbabura.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar campañas de monitoreo para determinar la disponibilidad y calidad de agua para consumo humano en la zona Pesillo – Imbabura.
- Determinar la calidad de agua disponible para consumo humano, en comparación a la normativa ambiental vigente.
- Analizar los resultados obtenidos tras la aplicación de metodologías de laboratorio vs bioindicadores para determinar la calidad del agua para consumo humano.

CAPÍTULO 2

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 El agua

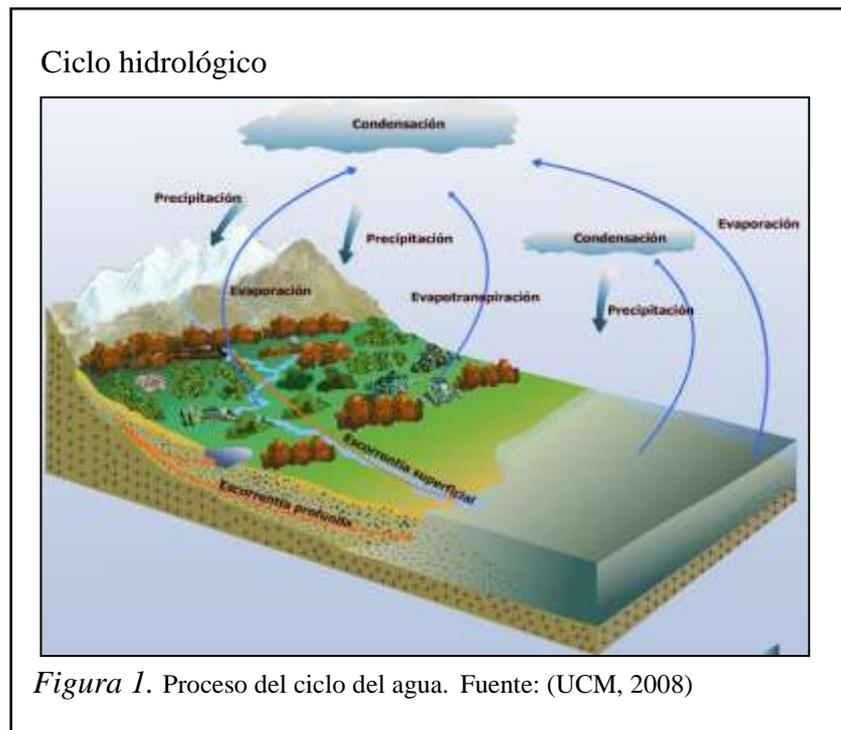
El agua es un recurso natural indispensable para la vida, es la sustancia más abundante en la superficie del planeta Tierra; se encuentra en gran proporción en los océanos los cuales constituyen un reservorio enorme de agua salada y en menor proporción se encuentra como agua dulce en ríos, lagunas, manantiales, etc., pero no toda el agua dulce está disponible debido a que se encuentra formando parte de los glaciales y casquetes polares.

Según la Real Academia Española (RAE) el agua es una sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida e incolora. Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales.

El agua se conserva en el planeta tierra porque cumple un ciclo hidrológico, esto hace que mediante fases el agua se renueve.

2.2 Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico describe todos los estados (líquido, gaseoso y sólido) y la trayectoria (fases) que tiene el agua en el planeta, desde que es una partícula de vapor hasta que regresa en forma de agua al océano. Este ciclo se produce por dos causas principales: la energía solar y la gravedad.



2.2.1 Fases del ciclo hidrológico.

2.2.1.1 Evaporación

Es el proceso en el cual el agua pasa de estado líquido a gaseoso, es decir; cuando el agua superficial del planeta como la de los océanos ingresa en forma de vapor a la atmósfera.

Para que exista evaporación es necesaria la energía solar en forma de calor para que los enlaces de las moléculas de agua se puedan romper, esto se da a 100°C (212°F).

2.2.1.2 Transpiración

Según la Universidad Complutense de Madrid la transpiración es el transporte y evaporación de agua a través de las plantas. Esto se da cuando los estomas de las hojas están abiertos y el agua se evapora, debido a que las plantas en proceso continuo absorbe agua desde el suelo.

La energía que permite el movimiento (transporte) de agua a lo largo del cuerpo de una planta depende del proceso de evaporación del agua en la superficie de las hojas y, por lo tanto, la fuente de este proceso es la energía solar. Por otro lado, este movimiento es posible gracias a las

características especiales del agua como son la cohesión y la adhesión (UCM, 2008).

2.2.1.3 Precipitación

La precipitación es una fase del ciclo hidrológico, donde el agua regresa a la Tierra en forma de lluvia, nieve o granizo.

2.2.1.4 Escorrentía superficial

Escorrentía se define como un flujo o lámina de agua que pasa sobre la superficie del suelo.

La escorrentía superficial, es la escorrentía de lluvia que corre sobre el terreno, es afectada por factores meteorológicos y por la geología física y topografía del lugar. Únicamente un tercio de la lluvia que cae corre en forma de escorrentía hacia los océanos; la fracción restante, se evapora o es absorbida por el suelo pasando a formar parte del agua subterránea (USGS, 2014).

2.2.1.5 Evapotranspiración

En hidrología la evaporación y la transpiración se los puede estudiar de forma conjunta obteniendo el término evapotranspiración.

La evapotranspiración incluye todos los mecanismos naturales por ejemplo: el proceso de transpiración de las plantas y el agua evaporada de la superficie del suelo, de esta manera el agua de vuelta a la atmósfera, independientemente de si intervienen o no las plantas.

2.2.1.6 Infiltración

“La infiltración ocurre cuando aguas procedentes de las precipitaciones o de almacenes superficiales (deshielo, ríos, lagos), inicia un movimiento descendente adentrándose en el subsuelo, pudiendo alcanzar diferentes profundidades en función de las condiciones” (UCM, 2008).

2.2.1.7 Escorrentía subterránea

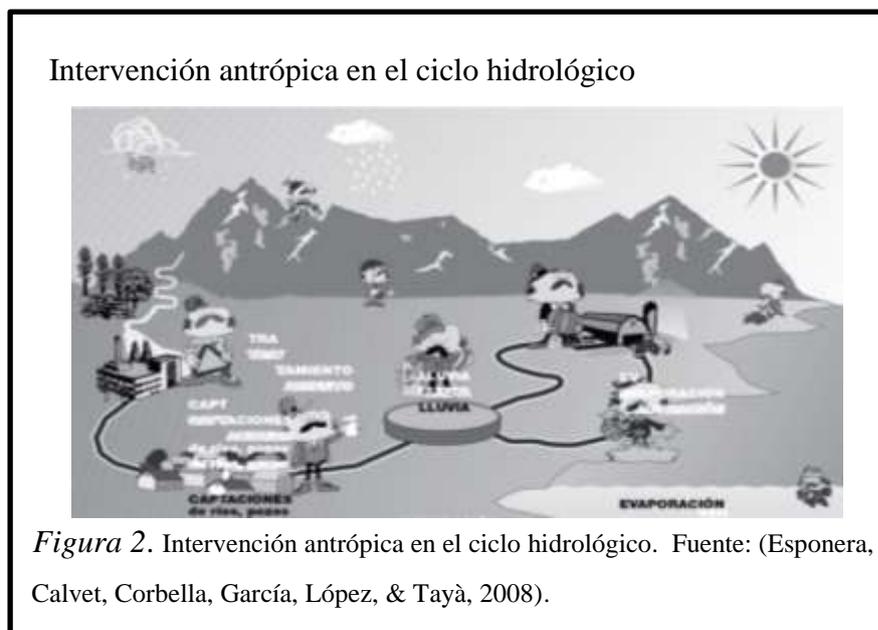
El agua que desciende, por gravedad-percolación y alcanza la zona saturada constituye la recarga de agua subterránea. El agua

subterránea puede volver a la atmósfera por evapotranspiración cuando el nivel saturado queda próximo a la superficie del terreno. Otras veces, se produce la descarga de las aguas subterráneas, la cual pasará a engrosar el caudal de los ríos, rezumando directamente en el cauce o a través de manantiales, o descarga directamente en el mar, u otras grandes superficies de agua, cerrándose así el ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico es un proceso continuo pero irregular en el espacio y en el tiempo. Una gota de lluvia puede recorrer todo el ciclo o una parte de él. Cualquier acción del hombre en una parte del ciclo, alterará el ciclo entero para una determinada región (Reascos Chamorro & Yar Saavedra, 2011).

2.2.1.8 Intervención antrópica en el ciclo del agua

La intervención antrópica (actividad humana) en el ciclo hidrológico ocurre cuando las personas hacen captaciones de agua superficiales o subterráneas con la finalidad de abastecerse para su respectivo aprovechamiento. Dependiendo de los diferentes usos del agua se puede realizar un tratamiento previo en el caso de consumo humano. Por lo tanto el agua retorna a la naturaleza mediante los vertidos de agua residuales después de realizarles un tratamiento, así no causaría impacto negativo al ambiente.



La empresa suministradora de agua para consumo humano interviene en algunas fases de este ciclo hidrológico y las controla:

- Fase de captación: de pozos, ríos, lagos.
- Fase de tratamiento: potabilización (filtración, cloración, etc.).
- Fase de suministro y conducción hasta los consumidores.

“Según cómo se realicen estas fases, la calidad y las características del agua suministrada pueden variar, y un procedimiento inadecuado puede afectar a la salud de los consumidores” (Esponera, Calvet, Corbella, García, López, & Tayà, 2008).

2.3 Fuentes hídricas

Según la Ley de recursos hídricos, usos y aprovechamiento, publicada por la Asamblea Nacional del Ecuador, clasifica los recursos hídricos como dominio hídrico público a:

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

2.4 Páramos andinos

En el Ecuador, el páramo se extiende de norte a sur y divide al país en sus regiones costera al occidente y amazónica al oriente. Tradicionalmente, la mayor concentración de gente en el Ecuador se ha producido en las áreas que bordean el páramo.

“El páramo puede ser entendido de mejor manera como un paisaje cultural donde los elementos naturales y antropogénicos se mezclan, compiten entre sí y conforman una dinámica que ha dado lugar al páramo actual” (Balslev, 2001).

Según Paúl Medina, el páramo es considerado como el ecosistema más sofisticado para el almacenamiento de agua debido principalmente a la gran acumulación de materia orgánica (que aumenta los espacios para el almacenamiento de agua) y a la morfología de ciertas plantas de páramo (que actúan como una verdadera esponja). Sin embargo, es necesario aclarar que los páramos no son fábricas de agua, como comúnmente se cree, sino que retienen y regulan los volúmenes de precipitación que reciben y que se caracterizan por no ser abundantes sino constantes a lo largo del año (Turcotte, Medina, & Díaz).

El páramo andino se considera un ecosistema natural que se encuentra por debajo de las nieves perpetuas de la cordillera de los Andes. Las características principales del páramo son: la humedad, las precipitaciones altas, la flora (gramíneas, arbustos, pajonales, etc.) y fauna (lobo de páramo, musarañas, conejos, etc.). Gracias a la formación de lagunas, ríos y pantanos, se puede considerar a los páramos como humedales de altura.

2.4.1 La hidrología del páramo

Para determinar la hidrología del páramo hay que tomar en cuenta el clima y el suelo.

El clima del páramo es frío y generalmente húmedo, la humedad no se la puede evidenciar por la precipitación alta que hay en el lugar, la evaporación es baja y no se la evidencia debido a la alta nubosidad. Estos factores hacen que exista un gran rendimiento de agua en forma de lluvia.

El suelo del páramo es fumífero por la gran retención de agua que es permitida por la materia orgánica. La relación mutua entre agua y materia orgánica se la puede describir: en gran cantidad de agua existe gran cantidad de materia orgánica dando como resultado poca descomposición. Exceso de agua y materia orgánica da como resultado absorción de agua en el suelo.

Parte de toda el agua en el suelo se mantiene inmóvil, encerrada en capilares muy delgados, mientras otra parte es móvil y retenida solo durante un periodo limitado. La parte móvil se establece en épocas húmedas, es retenida en el suelo y liberada en épocas secas. Es fácil determinar la cantidad total de agua en el suelo, conociendo la humedad del suelo y la densidad aparente. En total, el almacenamiento de agua en el primer metro del suelo puede alcanzar valores hasta más que 500 l. m⁻², el equivalente de 500 mm o la mitad de la precipitación anual. Pero aún más esencial para entender la importancia hídrica del páramo es saber cuál parte de la cantidad total es móvil y durante cuánto tiempo puede ser retenida el agua.

Hasta el momento sabemos muy poco de la dinámica de agua en el páramo, solo existen datos de la diferencia entre la cantidad de agua en la época seca y en época húmeda (200 l. m⁻²; Hofstede, 1995a). Tampoco existen datos de la velocidad de percolación de agua por el suelo (Hofstede, 1997)

2.5 Disponibilidad de agua

El Ecuador es uno de los países del mundo que, en relación con su tamaño, posee mayor disponibilidad y variabilidad de recursos naturales. La diversidad de eco regiones, ecosistemas y condiciones climáticas que posee, así como su gran variedad de suelos fértiles, muestran el potencial importante que posee.

Al ser un país privilegiado, “dispone de 40.000 m³ por persona al año (dos veces superior al promedio mundial). En nuestro país existen un poco más de 8 millones de hectáreas cultivadas” (Allauca Caisaluisa, 2011).

La demanda creciente de productos forestales y tierras agrícolas, estimulada por el rápido crecimiento de la población y el desarrollo, hace peligrar a los recursos ambientales e incide en el problema de la disponibilidad del agua. “El balance hídrico permite una visualización y comprensión de la variabilidad espacial y temporal que caracteriza al territorio del Ecuador Continental” (Cuenca Ramirez & Senagua, 2013).

La disponibilidad del agua depende de la conservación que se dé al ambiente, en el caso de los páramos, la disponibilidad del agua se puede ver afectada por la deforestación, pastoreo y otras actividades antrópicas. Para garantizar el agua en el páramo se debe realizar acciones de protección, por ejemplo dar capacitaciones a las comunidades acerca de la conservación de fuentes de agua.

Debido a que las fuentes se encuentran en las partes altas, donde el agua no está fisiológicamente disponible durante todas las horas del día, la protección se realiza fundamentalmente con especies de hojas pequeñas que ayudan a que exista una menor evapotranspiración, entre ellas el yagual (*Polylepis incana*), el colle (*Buddleja coriacea*) y especies con hojas que poseen vellosidades como el Quishuar (*Buddleja incana*), que ayudan a mantener la temperatura.

“Estas especies son las más recomendables para sembrar en zonas de páramo, además de las condiciones mencionadas, son de poca palatabilidad para la fauna existente, aunque también se han sembrado con buenos resultados especies como el aliso” (Turcotte, Medina, & Díaz).

2.5.1 Hidrometría del agua.

Para saber la disponibilidad del agua es necesario saber sobre la hidrometría del agua, debido a que según esto se puede calcular el caudal (cantidad de agua que se puede tener por unidad de tiempo).

La Hidrometría es una de las partes más importantes de la Hidráulica, porque se ocupa de medir, registrar, calcular y analizar los volúmenes de agua que circulan en una sección transversal de un río, canal o tubería, por unidad de tiempo.

Las determinaciones de caudal se realizan para diversos fines: sistemas de abastecimiento de agua, obras de riego, estudios de drenajes, instalaciones, hidroeléctricas, entre otras (Lux Monroy, 2010).

2.5.1 Medición de caudal.

La medición de caudal para determinar la disponibilidad de agua es importante ya que dependiendo del método que se utilice se pueden obtener valores correspondientes de la cantidad de agua, en diferentes tiempos. Desde el punto de vista de la calidad de agua es muy importante que cuando se hagan caracterizaciones de efluentes de aguas residuales o estudios de modelación de la calidad de agua se incluyan los aforos.

“Las mediciones de caudal son importantes porque con base a los caudales se calculan las cargas contaminantes” (Sierra Ramirez, 2011).

2.5.2 Método volumétrico de caudal.

“El método volumétrico se emplea por lo general para caudales muy pequeños y se requiere de un recipiente de un volumen conocido para coleccionar el agua” (Lux Monroy, 2010). El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen.

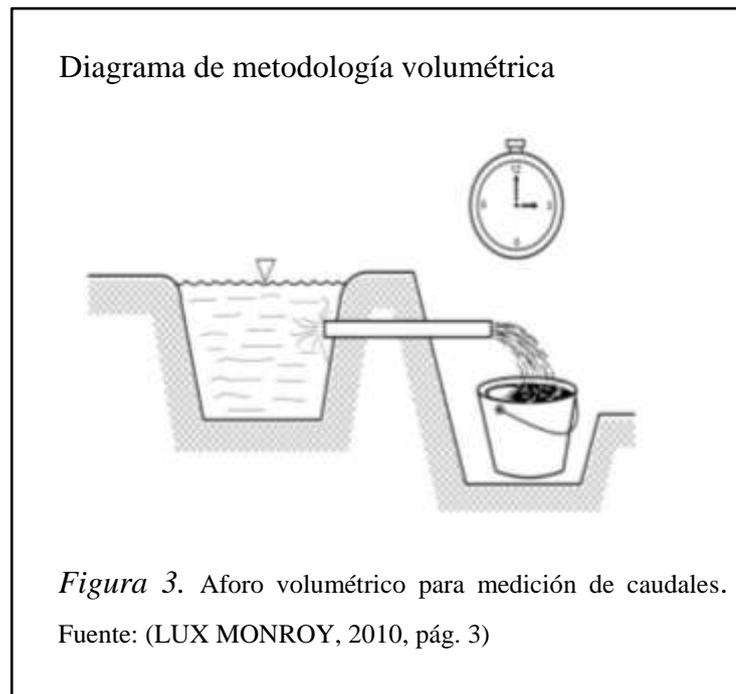
$$Q = \frac{V}{t}$$

Dónde:

Q: caudal (l/s)

V: volumen (l)

t: tiempo (s)



2.5.3 Monitoreo de agua.

La fuente de agua es el lugar más importante para las comunidades por lo que es responsabilidad de toda la comunidad proteger y conservar la fuente, por ello el monitoreo de agua se lo realiza frecuentemente para determinar la calidad de agua y poder prevenir enfermedades a la población.

El monitoreo de un río consiste en establecer los cambios ocurridos mediante observaciones, estudios y posteriores registros del agua, los animales (macro invertebrados, peces) y la zona ribereña que lo rodea. Así, podemos describir sus enfermedades y sugerir la forma de ayudarlo a sanar más rápido. Un río o quebrada que se conserve naturalmente y de una u otra forma sufra un deterioro, se recuperará solo si se evita el problema que lo afecta.

Para que los resultados del examen del río o quebrada sean más exactos y nos muestren cuáles son los problemas, se debe hacer varias muestras a lo largo de cauce. Por ejemplo, efectuar un examen en la cabecera, antes y después de una fábrica o plantaciones

(monocultivos), de esta forma se compara de acuerdo con los ambientes que los rodean y/o a las actividades que se practican en su alrededor (Espinosa Manosalvas, 2013).

2.5.4 Muestreo de aguas.

Muestreo: consiste en recolectar una parte significativa de la zona de estudio (vertientes, lagunas, ojos de agua, etc.) para luego analizar los parámetros de calidad de agua en laboratorio.

2.5.4.1 Tipos de muestras

- Muestra simple: es la toma de una muestra en un sitio determinado, se la utiliza para determinar los parámetros de calidad del agua en redes de abastecimientos no tan complejas.
- Muestra compuesta: es la combinación de muestras simples o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos.
- Muestra integrada: es una mezcla de muestras que representan varios puntos de una sección, en el caso de ríos de una sección transversal.

2.5.4.2 Métodos de muestreo

1. Muestreo manual: consiste en recolectar la muestra de agua con un equipo pequeño de materiales, envases esterilizados principalmente.
2. Muestreo automático: son equipos diseñados para tomar la muestra según las especificaciones que se requieran.

2.5.4.3 Control y vigilancia del muestreo, preservación y análisis

Es necesario asegurar la integridad de la muestra recolectada, debido a que al ser monitoreado el lugar por varios tiempos, se necesitan los registros. Entre los principales aspectos de control son:

- Etiquetas: sirven para identificar la muestra, como mínimo debe tener el nombre del lugar, datos de parámetros tomados in situ, número de muestra y preservación realizada, fecha y hora.

- Libro de campo o fichas de campo: se registra toda la información tomada, nombre del lugar, coordenadas geográficas, puntos de muestreo, y es un lugar específico tomar los datos del representante, fecha y hora de recolección, identificación, número de muestra, mapas, fotografías, observaciones, mediciones, firmas de los responsables del muestreo y aceptación de la muestra en laboratorio,
- Formato de solicitud de análisis: se debe llenar una solicitud en laboratorio o realizarla independientemente con los parámetros que se requieran analizar.
- Entrega de la muestra en el laboratorio: se debe entregar las muestras inmediatamente después del muestreo o en el transcurso de dos días. Entregar la solicitud de análisis.
- Recepción y registro de la muestra. El laboratorio se encarga de verificar los datos de la muestra con la de la solicitud, se asigna un código a la muestra. Se espera los resultados.

2.6 Gestión social del agua

Para tener una buena calidad y disponibilidad de agua es necesario que las juntas de agua de las comunidades tengan una adecuada gestión social. La constitución del 2008 reconoce la gestión comunitaria del agua, en el que se prioriza la gestión del agua, la cual será exclusivamente pública o comunitaria, el servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego deben ser únicamente por personas jurídicas estables o comunitarias, en tal razón el Estado debe fortalecer la gestión técnica, administrativa, sostenible y su funcionamiento bajo las iniciativas comunitarias.

2.6.1 Juntas regionales de agua potable.

Las Juntas Regionales, administradoras, comunitarias de agua potable nacen como parte de los planes gubernamentales que buscan la organización a nivel de comunidades con el fin de aumentar la cobertura y la accesibilidad al agua hacia los sitios y comunidades que no disponen del recurso básico.

2.7 Agua potable

Las diferentes juntas administradoras de agua tienen como objetivo primordial la potabilización del agua, lo que implica entregar a la población el líquido vital de calidad.

El proceso de potabilización del agua consiste en eliminar todos los microorganismos patógenos que provocan enfermedades. El método más usado para la desinfección del agua es la cloración. Se define al agua potable como agua apta para consumo humano, tratada bajo normas de calidad nacional e internacional que garantizan la calidad de este recurso.

2.7.1 Sistemas de captación.

Los sistemas de captación son aquellas estructuras que se han fabricado con el fin de recolectar agua para que pase al sistema de conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución. Por lo general se encuentran a un lado de las vertientes de agua.

- Captación tipo vertiente o manantial de ladera: normalmente proveen poco caudal. Las obras están construidas básicamente de una cámara, la misma que sirve para proteger los afloramientos contra problemas de contaminación y evitar que los mismos se obturen. Los afloramientos deberán descargar libremente, sin forzar ni alterar las condiciones hidráulicas naturales existentes. La cámara debe disponer de los accesorios básicos e indispensables para su correcto funcionamiento y control, tales como los siguientes: cernidero en el ingreso de la tubería de salida a la conducción, tubería de desborde al nivel de los afloramientos, sistema de desagüe, boca de visita con tapa sanitaria y válvula de control al inicio de la línea de conducción (Alvarado Espejo, 2013).

Captación Junta Regional de agua potable San Rafael.



Figura 4. Captación tipo vertiente.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin

2.7.2 Sistemas de abastecimiento de agua.

A continuación en la Tabla 1 se describen los diferentes tipos de sistemas convencionales y no convencionales.

Tabla 1.

Sistemas convencionales de agua potable.

Siglas	Sistemas convencionales de agua potable	Descripción	Componentes
GST:	Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento	La fuente de abastecimiento de agua es de buena calidad, son aguas subterráneas o subálveas, captada a través de galerías filtrantes, afloran a la superficie como manantiales No requiere tratamiento complementario previo a su distribución; No requieren ningún tipo de bombeo para que el agua llegue hasta los usuarios.	Captación. Línea de conducción o impulsión. Reservorio. Línea de aducción. Red de distribución. Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.
GCT:	Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento	Fuentes de abastecimiento son aguas superficiales captadas en canales, acequias, ríos, etc., requieren ser clarificadas y desinfectadas antes de su distribución. Distribución por gravedad. Las plantas de tratamiento de agua deben ser diseñadas en función de la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda. Requieren mantenimiento periódico para garantizar la buena calidad del agua.	Captación. Línea de conducción o impulsión. Planta de tratamiento de agua. Reservorio. Línea de aducción. Red de distribución. Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas
BST:	Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento	Fuente de agua de buena calidad. No requiere tratamiento previo a su consumo. El agua debe ser bombeada hacia los usuarios. Generalmente están constituidos por pozos.	Captación. Estación de bombeo de agua. Línea de conducción o impulsión. Reservorio. Línea de aducción.

			Red de distribución. Conexiones domiciliarias
BCT:	Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento	Requieren tanto la planta de tratamiento de agua para adecuar las características del agua a los requisitos de potabilidad, como un sistema de bombeo para impulsar el agua hasta el usuario final.	Captación. Estación de bombeo de agua. Línea de conducción o impulsión. Reservorio. Línea de aducción. Red de distribución. Conexiones domiciliarias

Nota. (CEPIS-OPS/OMS, Barrios, Torres, Lampoglia, & Agüero, 2009).

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

Tabla 2.

Sistemas no convencionales de agua potable.

Sistemas no convencionales de agua potable	Descripción
Captación de agua de lluvia	<p>El agua de lluvia puede ser captada en lagunas de acumulación para su posterior uso. También se captan directamente en los techos de las viviendas y se acumulan en tanques de almacenamiento. El agua deberá ser desinfectada previamente a su consumo.</p> <p>La ventaja de este sistema es su simplicidad y bajo costo de implementación, sin embargo, el suministro se queda condicionado a la variabilidad de la precipitación, resultando en discontinuidad del servicio.</p>
Pozos con bombas manuales	<p>Son soluciones compuestas por pozos perforados o excavados debidamente protegidos, que pueden ser del tipo familiar o multifamiliar.</p> <p>Dependiendo del tipo de protección del pozo y de la presencia de puntos de contaminación, el agua debe ser desinfectada antes de ser destinada al consumo humano directo.</p>
Manantiales con protección de vertiente.	<p>Se constituyen en sistemas de abastecimiento de agua a partir de la captación segura de pequeñas fuentes de agua subterránea ubicadas cerca de la vivienda o grupo de viviendas.</p> <p>Esta solución se compone de captación y surtidor, en el lugar donde se ubica la fuente o con conducción a los usuarios mediante tuberías de pequeño diámetro.</p> <p>El nivel de servicio puede ser del tipo familiar o multifamiliar, según la capacidad de la fuente y del número de usuarios.</p>

Nota. (CEPIS-OPS/OMS, Barrios, Torres, Lampoglia, & Agüero, 2009).

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

2.7.3 Tipos de tratamientos de agua para consumo humano.

- Desinfección Con Cloro: consiste en la eliminación de elementos patógenos tales como bacterias, virus y protozoarios.
- Filtros De Arena: consisten en tanques generalmente metálicos o plástico reforzado. Se obtiene la filtración cuando el agua atraviesa la arena reteniendo las impurezas.
- UV: La luz ultravioleta causa desarreglos moleculares en el material genético (ácido nucleico, DNA) del microorganismo, esto impide su reproducción y cuando no puede reproducirse, entonces se le considera “muerto”. Los purificadores de agua por medio de luz ultravioleta (UV) destruyen más del 99.9% de bacterias, virus y gérmenes patógenos que se encuentran en el agua.

“Ningún otro medio de desinfección es tan efectivo como la luz UV, además no cambia las propiedades del agua ni afecta a quien la usa o bebe” (Rengifo Loor & López Lucas, 2011).

- Ozonificación: debido a su poder oxidante la desinfección es mejor ya que elimina todos los microorganismos y virus, es muy efectivo para potabilizar el agua.
- Descalcificadores: minimizan la dureza del agua, reduciendo los niveles de calcio y magnesio, haciendo el agua apta para el consumo humano.

2.7.3 Estación de tratamiento de agua potable.

“Se denomina estación de tratamiento de agua potable (frecuentemente abreviado ETAP) al conjunto de estructuras en el que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano” (Reascos Chamorro & Yar Saavedra, 2011).

2.7.3.1 Tipos de plantas de tratamiento de agua potable.

- Convencional: Es un sistema de tratamiento integrado que incluye todos los procesos para la obtención de agua potable, como los son: coagulación,

mezcla rápida, floculación, sedimentación, clarificación, filtrado y desinfección.

- Plantas de tratamiento de agua compactas tipo convencional: el equipo es de fibra de vidrio y poliéster reforzado, por lo que son resistentes a la salinidad es de bajo costo de operación. El sistema es continuo e incluye homogenización, aireación, floculación, sedimentación y desinfección.
- Plantas de tratamiento de aguas modular: La planta modular es un sistema integrado de tratamientos. En varias etapas que incluye todos los procesos requeridos para obtener agua potable. Ocupan poco espacio y se pueden ampliar fácilmente añadiendo módulos de clarificación y de filtración.

Adecuadas para aguas de pozo profundo con alto contenido de color, hierro y manganeso; y muy eficientes con aguas de quebradas de montaña con parámetros que van de mediano a bajo contenido de sólidos en suspensión (SST) y con contenidos de color, que presentan picos pasajeros de alta turbiedad y color cuando hay lluvias fuertes.

“De acuerdo con las características del agua a tratar, se incorpora procesos de pre-aireación y oxidación, arenas especiales para eliminar hierro y manganeso o post-tratamiento con carbón activado cuando hay elementos orgánicos” (Freire Castelo, 2013).

- Filtración en múltiples etapas: incluye los procesos de filtración gruesa dinámica, filtración gruesa ascendente, y filtración lenta en arena.

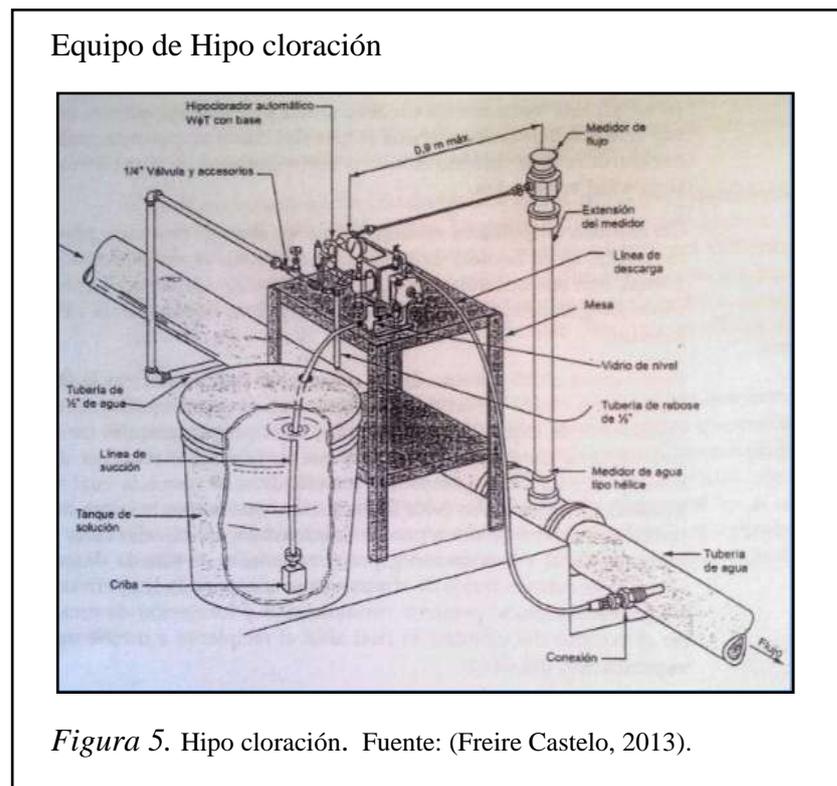
2.7.4 El cloro

Es uno de los elementos más comunes para la desinfección del agua y se puede aplicar para la desactivación de la gran mayoría de los microorganismos, además es relativamente barato, práctico y efectivo al momento de entrar en contacto con los microorganismos patogénicos (Chauca Chicaiza & Santiago Orozco, 2012).

2.7.4.1 Cloración del agua.

Es el proceso más utilizado a nivel mundial para la obtención de agua para consumo humano, el agua se puede desinfectar con la aplicación de cloro gas, hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, la preparación de cloro mediante electrolisis de cloruro de sodio. La cloración tiene gran ventaja porque es fácil de manipular, es eficiente y sobre todo queda cloro residual, lo cual facilita el monitoreo de la calidad de agua.

- Sistema de dosificación de cloro en pastillas: los dosificadores de cloro en pastillas están diseñados para disolver una cantidad fija de cloro en pastilla mediante el contacto directo con el agua que se está tratando. Existen varios modelos entre los que destacan los cloradores flotantes, los cloradores en línea y fuera de línea, ambos con depósito de pastillas y válvula reguladora (Chauca Chicaiza & Santiago Orozco, 2012).



2.8 Calidad del agua

La calidad del agua se la puede definir dependiendo de los factores que están en el área de estudio y uso.

La calidad de un ambiente acuático se puede definir como: *i*) una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas y *ii*) la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. La calidad presenta variaciones espaciales y temporales debido a factores externos e internos al cuerpo de agua (Sierra Ramirez, 2011).

La descripción de la calidad del agua puede realizarse básicamente de dos formas:

- Midiendo variables físicas (turbiedad, sólidos totales, etc.) y variables químicas (pH, acidez, etc.) o biológicas.
- Utilizando un índice de calidad de agua.

Dependiendo del estado del agua se puede analizar su calidad; para ello se debe distinguir entre agua cruda (superficial, subterránea, marina, etc.), agua potable y aguas residuales.

2.8.1 Parámetros físico-químicos.

Se caracteriza a los parámetros físicos como sustancias que inciden de forma directa en las condiciones estéticas del agua, mientras que los parámetros químicos son todos los indicadores como pH, conductividad, acidez, alcalinidad, entre otros; y las sustancias químicas del agua como hierro, manganeso, grasa, nitrógeno, DBO, entre otros.

A continuación se realiza la descripción de parámetros físicos-químicos:

- Turbiedad

Es la capacidad que tiene el material suspendido en el agua para obstaculizar la luz. Esto se debe a los sedimentos provocados por la erosión natural y por acumulación de materia orgánica.

- **Color**

El color es generado sustancias disueltas y coloides. “El color está clasificado como color aparente y verdadero. Color aparente se considera al producido por el material suspendido mientras que color verdadero es el que permanece en el agua después de remover la turbiedad” (Sierra Ramirez, 2011).

- **Olor y sabor**

El olor y sabor están asociados con sustancias que descomponen la materia orgánica en el agua.

- **Temperatura**

Es el parámetro más importante del agua, porque puede afectar a la cantidad de oxígeno presente en el agua, a la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas.

- **Sólidos**

Existen diferentes tipos de sólidos para determinar la calidad de agua. Entre ellos están:

- Sólidos totales (ST): es todo material que se mantiene después de evaporar el agua.
- Sólidos disueltos totales (SDT): es la concentración total de sales inorgánicas e indica salinidad.
- Sólidos sedimentales (SS): es todo material que está en el fondo del recipiente de la muestra.

- **Potencial de hidrogeno (pH)**

Define que tan ácida o básica es el agua, es un índice para medir la calidad de agua ya que puede ejercer toxicidad de ciertos compuestos como el amoníaco, metales pesados, etc.

- **Conductividad eléctrica**

“Indica la presencia de sales en forma ionizada, como los cloruros o iones de sodio, carbonatos, etc. Permite establecer relaciones e interpretación de resultados con los sólidos disueltos en las descargas y cuerpos de agua” (Sierra Ramirez, 2011).

- **Potasio (K)**

El ion potasio se encuentra en sales difíciles de precipitar, por lo general no se encuentra en abundancia en agua dulce.

- **Dureza total**

Es un parámetro muy importante para determinar la calidad, se expresa por el contenido de calcio y magnesio que se encuentran en sales.

- **Calcio (Ca)**

Es un parámetro que causa la dureza cálcica del agua debido a la presencia del ion calcio (Ca⁺⁺).

- **Magnesio (Mg)**

El contenido de iones de magnesio provoca dureza magnésica en el agua. La cantidad de magnesio depende del recorrido que el agua realiza, terrenos que atraviese. El magnesio es indispensable para el desarrollo humano.

- **Sodio (Na)**

Se analiza el sodio porque se encuentra presente en rocas y suelo lo que hace que el agua de forma natural tenga sodio.

- **Cloro residual**

La concentración de cloro residual (cloro libre) en el agua sirve como medida de la capacidad para oxidar la materia orgánica. Es importante debido a que el cloro residual debe permanecer hasta las acometidas de los pobladores, para asegurar que el agua ha sido desinfectada.

- **Sulfatos**

Se miden porque producen efectos laxantes al mezclarse con iones de calcio y magnesio. Los sulfatos en los sistemas de agua para uso doméstico si se encuentran en concentraciones mayores a 200 ppm incrementan la cantidad de plomo disuelto proveniente de las tuberías de plomo a causa de la corrosión.

- **Hierro (Fe) y manganeso (Mn)**

“Se discuten en conjunto porque en la naturaleza siempre se encuentran juntos. Estos compuestos son básicamente importantes en las aguas subterráneas en las cuales se encuentran en altas concentraciones” (Sierra Ramirez, 2011).

- **Cobre (Cu)**

Se mide el cobre porque es tóxico en las especies acuáticas, y altera las características del agua tal como la turbiedad, dureza, temperatura, etc.

- **Zinc (Zn)**

Es un indicador importante debido a que es un elemento esencial y en concentraciones altas en el agua puede alterar la vida acuática.

2.8.2 Parámetros microbiológicos.

El agua posee en su constitución gran variedad de elementos biológicos como microorganismos hasta especies propias del medio como peces. El origen de los microorganismos puede ser natural (hábitat natural), también provenir de vertidos cloacales, industriales, además se considera de igual manera el arrastre de contaminantes en el suelo por acción de la lluvia.

La calidad y cantidad de microorganismos están en función de las características físicas y químicas del agua. La biodiversidad de microorganismo en el agua natural significa poca probabilidad de contaminación, sin embargo para el agua potable de consumo humano debe ser tratada para presentar condiciones microbiológicas adecuadas.

Los parámetros microbiológicos a controlar son todos los microorganismos patógenos que se encuentran en el agua y que causan enfermedades a los seres vivos, tal como: bacterias, virus, algas, hongos y algunos protozoos.

- **Bacterias**

Las bacterias de los géneros *Sphaerotilus* y *Crenothrix*, relacionadas con el hierro y el manganeso del agua y del género *Beggiatoa* del grupo de bacterias sulfurosas. Las

bacterias que se pueden encontrar en el agua son muy variadas pero se nombran a las que son patógenas para el ser humano. En las bacterias en el grupo Coliformes los géneros pertenecientes son: Escherichia, Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter.

- **Escherichia Coli**

“Esta bacteria es la más representativa de los coliformes fecales, se encuentran en gran cantidad en heces humanas y animales” (Gonzalez Leal, 2012).

- **Coliformes Totales**

No determinan la contaminación fecal del agua, sin embargo; advierte la contaminación existente, lo que permite saber si existen fallas en la purificación del agua.

- **Coliformes Fecales**

La capacidad de producir gas y formar colonias en aguas superficiales hace que su determinación sea útil, por ello es un indicador excelente porque refleja la contaminación con mayor exactitud.

- **Mesófilos Aeróbicos**

Es un grupo heterogéneo de bacterias, son causantes de enfermedad intestinal. Pueden determinar la presencia de materia orgánica y condiciones para que se desarrollen microorganismos.

- **Hongos y Levaduras**

Son organismos heterótrofos y en consecuencia dependen de la materia orgánica para su nutrición.

- **Protozoarios**

De todos los microorganismos que se pueden encontrar en el agua, el más importante por su toxicidad es la Endamoeba histolytica que produce la disentería amibiana.

2.9 Bioindicadores del agua

McCarthy define los bioindicadores como indicadores puntuales y selectos de estrés ambiental, en todos los niveles de la organización biológica, que pueden evaluar y predecir los efectos de las modificaciones ambientales antes de que el daño sea irreversible (Gonzalez Leal, 2012).

Entre los bioindicadores los principales grupos son:

- **Algas**

Las algas contienen fundamentalmente clorofila necesaria para actividades fotosintéticas, por lo tanto necesitan luz solar para vivir y reproducirse. La mayor presencia se evidencia en lagos, lagunas, embalses, remansos de agua y en menor presencia en las corrientes superficiales de agua. Todas las variedades de algas tienen la característica de proporcionar al agua colores verdosos y olores ictios. Las diatomeas son características de aguas color amarillo verdoso y olores ictios.

La presencia de algas tienen incidencia en la corrosión del sistema de abastecimiento, liberación de toxinas, desórdenes intestinales y hepáticos, además de la modificación de la alcalinidad y pH, incidencia sobre el color y la turbiedad del agua.

- **Fitoplancton**

Son todos los organismos unicelulares y material vegetal microscópico que flotan libremente en el agua.

- **Zooplancton**

Está formado por organismos muy pequeños, algunos microscópicos y otros de tamaño ligeramente visible que flotan en el agua y se dejan desplazar por la corriente. Son los principales depredadores del fitoplancton, manteniendo así el equilibrio del ecosistema e influyendo en la cantidad de biomasa presente en el agua (Gonzalez Leal, 2012).

- **Macro invertebrados**

Son los organismos que carecen de vértebras y se los puede apreciar a simple vista, debido a que no se desplazan de su hábitat, son sensibles a la contaminación. Se encuentran sobre, entre o en el fondo del agua. Entre ellos están los platelmintos, nemátodos, anélidos, poríferos, moluscos, phylum cnidaria y artrópodos. Para obtener la calidad de agua usando macro invertebrados, hay que saber identificar la taxonomía, género especie.

- **Macrofitas**

Son todas las plantas acuáticas e indican la eutrofización del agua.

- **Peces**

“Son considerados buenos indicadores de contaminación cuando se trata de medir el estado de un cuerpo de agua o que tan sano es ese ambiente acuático para el resto de los organismos presentes” (Gonzalez Leal, 2012).

- **Perifiton**

En la actualidad varios autores le han dado un significado adicional, refiriéndose a todos los microorganismos, vegetales, algas, hongos, bacterias, protozoarios, rotíferos, nemátodos y larvas de insectos que viven adheridos a sustratos vegetales, rocas o cualquier tipo de material natural o artificial que esté sumergido (Gonzalez Leal, 2012).

2.9.1 Índices de calidad de agua.

2.9.1.1 Biological monitoring working part (BMWP)

Este índice permite asignar puntuaciones a las diferentes familias de macro invertebrados bentónicos encontrados en las muestras de macro invertebrados con base en una lista previamente establecida. La mayor o menor puntuación asignada a un taxón está en función de mayor o menor sensibilidad a la contaminación orgánica y al déficit de oxígeno en los ríos.

Se consideran macro invertebrados bentónicos aquellos organismos que desarrollan alguna fase de su ciclo de vida en el medio acuático y cuyo tamaño es superior a los

1.5 a 2 mm. Las familias más sensibles como Perlidae (Plecóptera) y Oligoneuridae (Ephemeroptera) reciben un puntaje de 10; en cambio, las más tolerantes a la contaminación como Tubificidae (Clitellata) reciben una puntuación de 1.

La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total de la calidad de agua.

Tabla 3.

Valores del índice BMWP de calidad de agua.

Clase	Calidad	Valor BMWP	Significado
I	BUENA	Mayor a 150	Aguas muy limpias
		101 a 120	Aguas no contaminadas
II	ACEPTABLE	61 a 100	Se evidencia efectos de la contaminación
III	DUDOSA	36 a 60	Aguas moderadamente contaminadas
IV	CRITICA	16 a 35	Aguas muy contaminadas
V	MUY CRITICA	Menor a 15	Aguas fuertemente contaminadas situación critica

Nota. Clasificación de la calidad de agua de acuerdo a los valores del índice BMWP. Fuente: (Umbral Científico, 2010)

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin

Tabla 4.

Puntaje de familias de macro invertebrados índice BMWP.

Familia	Puntuación
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dystiscidae, Ephemeridae, Euthplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopatmidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hidrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Vellidae.	8

Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptothyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveiidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Chysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae, Dolichopodidae.	4
Ceratopogonidae, Glossiphonidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Nota. (Umbral Científico, 2010).

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín

2.9.1.2 Índice efemeróptero, tricópteros y plecópteros (ETP)

Este índice corresponde a un valor determinado por tres grupos taxonómicos muy sensibles a la contaminación y que por lo general son indicadores de aguas limpias. Los grupos son Efemerópteros (E), Tricópteros (T) y Plecópteros (P); La relación entre la suma de los individuos de ETP y el número total de individuos determinados da el índice.

Cuando el valor es mayor del 50% señala que la mayoría de los organismos son indicadores de aguas limpias y sensibles a los tensores ambientales, mientras mayor es el valor del índice mejor calidad biológica tendrá el sistema.

2.9.2 Muestreo de macro invertebrados.

El muestreo de macro invertebrados indica la calidad de agua que existe en la fuente o en el punto a muestrear; debido a que se puede identificar organismos que permanecen en aguas contaminadas y limpias. Da como resultado variables que indican la razón de ser agua contaminada o no.

Este muestreo consiste en realizar dos campañas correspondientes a estiaje y lluvia. Se realiza un muestreo de manera semicuantitativa utilizando la técnica de Kick sampling, la cual consiste en utilizar una red de ojo de malla de 500 micras, se la coloca contra la corriente o removiendo el sustrato con la mano durante un determinado tiempo de 5 a 10 minutos.

2.10 Contaminación del agua

La contaminación del agua comenzó desde tiempos inmemorables, se da por dos causas principalmente: por actividad del hombre y de forma natural. Por ello una forma de saber la contaminación es mediante el muestreo de macroinvertebrados.

La causa más importante es por actividad del hombre, debido a que el agua tiene diferentes usos tanto industriales como domésticos, lo cual implica tener un control en la calidad de agua. El mal uso de este recurso ha llevado a poblaciones a tener una escasez de agua, y es ahí cuando surge un problema social, cultural y económico. La lucha por mantener sus tierras con cultivos y el mal uso de fertilizantes, llevan a contaminar las aguas subterráneas, esto es en menor escala comparado con el impacto que trae la extracción de petróleo.

Es de gran importancia tener una adecuada gestión del agua, para minimizar los problemas que se presenten por la contaminación del agua.

2.10.1 Enfermedades por contaminación de agua.

La siguiente tabla se describe las enfermedades más comunes por contaminación del agua.

Tabla 5.

Principales enfermedades por contaminación del agua.

Cólera	Es producida por la bacteria vibrio-cólera, su síntoma es la diarrea, es removida con el tratamiento de agua.
Gastroenteritis	Es una enfermedad diarreica, provocada debido a varias bacterias en ellas la Escherichia Coli.

Fiebre tifoidea	Transmitida por salmonella typhosa.
Disentería	Causada por la entamoeba histolytica
Parasitismo.	Provocada por áscaris, giardias, entre otros
Hepatitis A	Es una enfermedad de origen viral provocada por el virus Hepatitis A

Nota. Enfermedades que ponen en riesgo la salud pública de la población.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

2.11 Marco legal ambiental

En Ecuador se establecen leyes, reglamentos y normas de forma general para garantizar la calidad de agua. Por lo tanto es importante hacer referencia a todo el órgano legal que ampara y protege al recurso hídrico con el fin de garantizar la sostenibilidad, protección, utilización y bienestar social.

2.11.1 Constitución política de la República del Ecuador.

La Constitución es la norma jurídica fundamental del Estado y es el sustento del ordenamiento jurídico. Está dirigida a garantizar y consagrar los derechos de los ciudadanos de manera general, los que a su vez son desarrollados a través de legislación secundaria como leyes orgánicas y ordinarias, reglamentos, ordenanzas, decretos, entre los principales. La constitución establece que el agua es patrimonio nacional estratégico de uso público.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

La sección sexta “Agua” del capítulo segundo “Biodiversidad y recursos naturales” del Título VII “Régimen del Buen Vivir”, señala que el estado es el responsable de garantizar la conservación, recuperación y manejo adecuado e integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicas. Además de regular las actividades en las que se puedan ver afectadas la calidad y disponibilidad del agua, y afectar el equilibrio de los ecosistemas en los que se alberguen fuentes y zonas de descargas de agua; Así también prioriza la sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano de agua, mediante el uso y aprovechamiento siendo de carácter prioritario.

2.11.2 Ley de aguas.

La ley de Aguas es la norma jurídica estratégica del Estado ecuatoriano para asegurar el derecho humano del agua, estableciendo garantías de calidad, disponibilidad del recurso hídrico, la ley reconoce el papel transcendental de la gestión social del recurso mediante el reconocimiento de los sistemas comunitarios de agua como: las Juntas de Agua Potable y Riego, Comités, Directorios, comunas y comunidades; así también el reconocimiento de la Gestión Ancestral y Tradicional del Agua. Se citan los principales artículos.

Artículo 1.- Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley.

El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria (Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

Artículo 4.- Principios de la Ley. Esta Ley se fundamenta en los siguientes principios:

- a) La integración de todas las aguas, sean estas, superficiales, subterráneas o atmosféricas, en el ciclo hidrológico con los ecosistemas;
- b) El agua, como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad;
- c) El agua, como bien de dominio público, es inalienable, imprescriptible e inembargable;
- d) El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades de las y los ciudadanos y elemento esencial para la soberanía alimentaria; en consecuencia, está prohibido cualquier tipo de propiedad privada sobre el agua;
- e) El acceso al agua es un derecho humano;
- f) El Estado garantiza el acceso equitativo al agua;
- g) El Estado garantiza la gestión integral, integrada y participativa del agua;
- h) La gestión del agua es pública o comunitaria (Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

Además se identifican las infraestructuras hídricas, como en el caso de los sistemas comunitarios de agua potable, dándoles denotación con atribuciones, responsabilidades y derechos.

Artículo 11.- Infraestructura hidráulica. Se consideran obras o infraestructura hidráulica las destinadas a la captación, extracción, almacenamiento, regulación, conducción, control y aprovechamiento de las aguas así como al saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aguas aprovechadas y las que tengan como objeto la recarga artificial de acuíferos, la actuación sobre cauces, corrección del régimen de corrientes, protección frente a avenidas o crecientes, tales como presas, embalses, canales, conducciones, depósitos de abastecimiento a poblaciones, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de

calidad; así como todas las obras y equipamientos necesarios para la protección del dominio hídrico público.

Las obras o infraestructura hidráulica podrán ser de titularidad pública, privada o comunitaria, según quien las haya construido y financiado, aunque su uso es de interés público y se rigen por esta Ley (Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

La gestión social del agua se encuentra plasmada en la ley, denotando importancia y reconociendo a los históricos sistemas comunitarios y sus diferentes formas administrativas. La sección sexta del capítulo dos, presenta una definición clara de las juntas administradoras de agua potable, además de los requisitos, procedimientos, deberes y atribuciones de las mismas.

Artículo 43.- Definición de juntas administradoras de agua potable. Las juntas administradoras de agua potable son organizaciones comunitarias, sin fines de lucro, que tienen la finalidad de prestar el servicio público de agua potable. Su accionar se fundamenta en criterios de eficiencia económica, sostenibilidad del recurso hídrico, calidad en la prestación de los servicios y equidad en el reparto del agua (Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

Artículo 46.- Servicio comunitario de agua potable. En la localidad rural en donde el gobierno autónomo descentralizado municipal no preste el servicio de agua potable que por ley le corresponde, podrá constituirse una junta administradora de agua potable.

Para la conformación de una junta se requerirá la presentación de la solicitud a la Autoridad Única del Agua suscrita por al menos el 60% de las jefas o jefes de familia de la localidad susceptible a hacer uso del servicio comunitario de agua potable. La Autoridad Única del Agua autorizará el caudal que corresponda luego de la verificación

respectiva, de conformidad con la Ley (Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

2.11.3 Texto unificado de legislación secundaria del ministerio de ambiente.

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) es la norma técnica ambiental dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. El libro VI, Anexo 1 “De la Calidad Ambiental y de Descargas de Efluentes – Recurso Agua establece principales criterios:

- Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico
- Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:
 - a) Bebida y preparación de alimentos para consumo,
 - b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios,
 - c) Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios (*Ver Anexo 1. TULSMA*).

2.11.4 Norma técnica ecuatoriana. NTE INEN 1 108:2011.

La presente norma tiene como objeto establecer los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano, y su aplicación en los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros. Requisitos específicos (*Ver Anexo 2.REQUISITOS*).

CAPÍTULO 3

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Ubicación política territorial

El presente Estudio de la Disponibilidad y Calidad del Agua de Consumo Humano, se ubica al norte del territorio ecuatoriano, en la región central andina, el área de estudio abarca dos provincias, la provincia de Imbabura, en los cantones Ibarra, Otavalo y Antonio Ante; y la provincia de Pichincha, en el cantón Pedro Moncayo. Las diez Juntas Regionales de Agua Potable estudiadas se encuentran en las comunidades pertenecientes a los cantones Pedro Moncayo, Otavalo, Antonio Ante e Ibarra.

Tabla 6.

Delimitación político administrativa del área de estudio

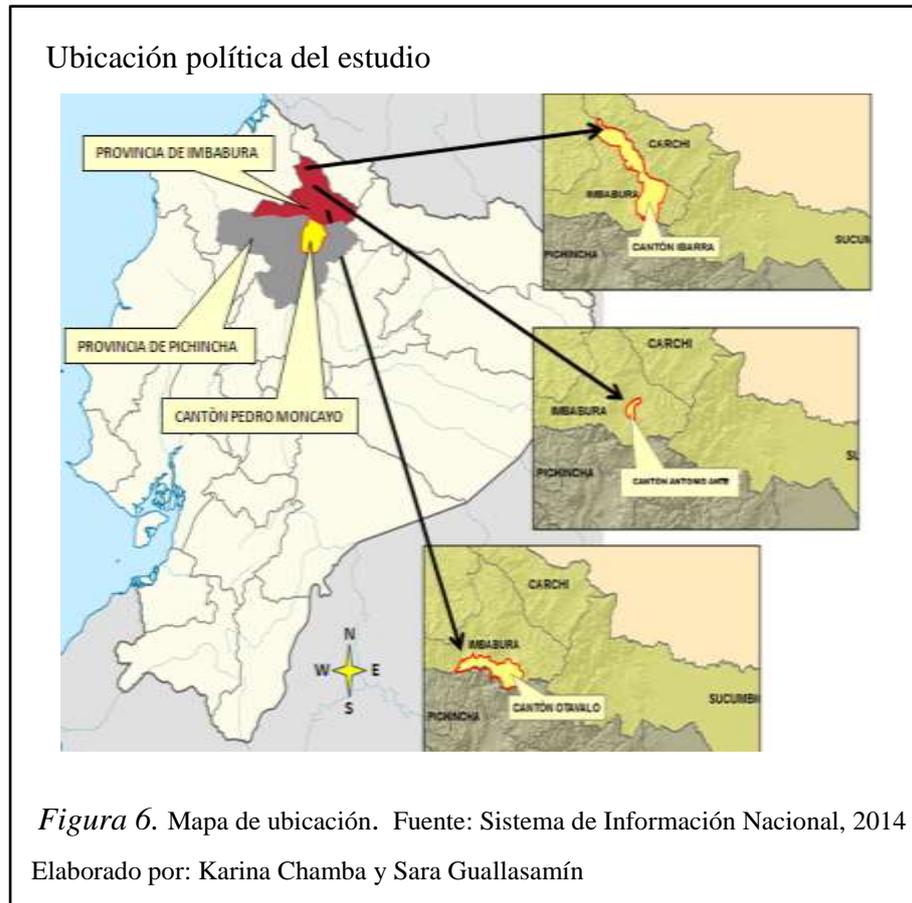
Provincia	Cantón	Parroquia	Comunidad
Pichincha	Pedro Moncayo	Tabacundo	San José Alto
Imbabura	Otavalo	San Rafael	Tocagón
		San Pablo del Lago	El Angla
		Gonzales Suarez	Inti Caluquí
		Eugenio Espejo	Espejo
		San Juan de Ilumán	Carabuela, San José
		El Jordán	La Bolsa
	Araque	Trujaloma	
	Antonio Ante	San Roque	Pucara Alto
Ibarra	La Esperanza	El Abra	

Nota. SIN, 2014.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin

Se identificaron diez comunidades principales para los diez sistemas comunitarios de agua potable escogidos, pertenecientes a la Junta Regional de Agua Potable Pesillo-Imbabura.

Los cantones Ibarra, Otavalo, Antonio Ante y Pedro Moncayo enmarcan el área de influencia directa de la zona de estudio, los cuales limitan al norte con la provincia de Carchi; al sur con los cantones Quito y Cayambe en la provincia de Pichincha; al oeste los cantones de Cotacachi y San Miguel de Urcuquí pertenecientes a la provincia de Imbabura y al este con las provincias de Napo y Sucumbíos.



3.2 Ubicación geográfica

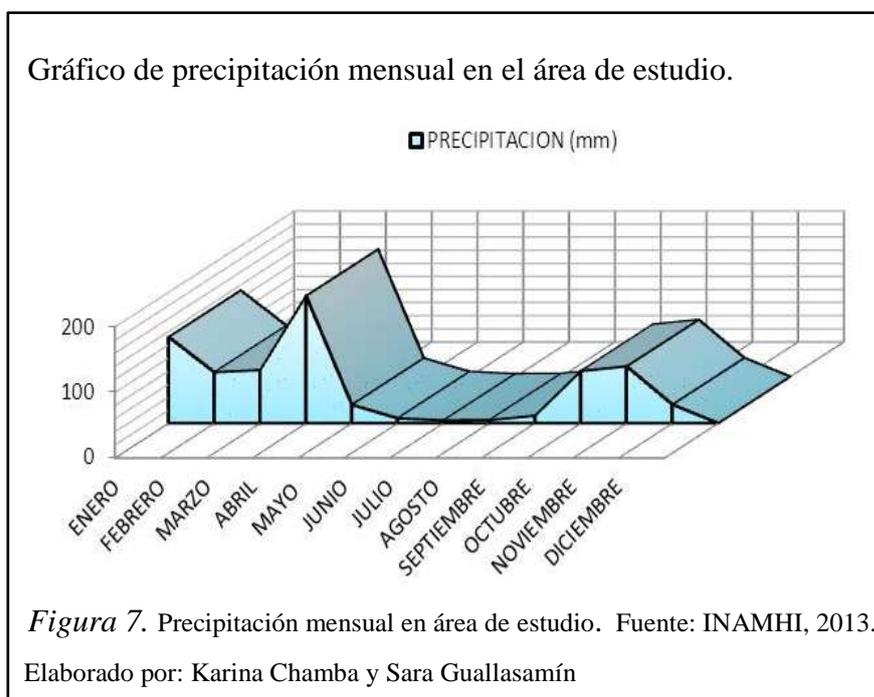
El área de estudio se localiza al norte del país, aproximadamente a 62 kilómetros de Quito. El estudio se realizó siguiendo la trayectoria y composición de cada sistema hídrico comunitario, teniendo su inicio en las captaciones de fuentes naturales ubicadas en los páramos y bosques andinos de las comunidades beneficiadas. Los páramos y bosques andinos están ubicados en los alrededores de fuentes hídricas superficiales como: Laguna de San Pablo y Lagunas del Circuito Mojanda.

Su ubicación geográfica es 00° 07' y 00° 52` Latitud Norte y 77° 48`y 79°12` Longitud Oeste. La altitud promedio de acuerdo a los datos generados mediante GPS es de 2.810 msnm.

3.3 Descripción del medio físico.

3.3.1 Precipitación y clima.

La precipitación promedio anual del área de estudio, se tomó de datos obtenidos por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), escogiendo la estación climatológica Otavalo M105, por ser la más cercana y mantener continuidad de datos. La estación se encuentra ubicada en coordenadas latitud 001416 N y longitud 781535 W a 2.550 metros sobre el nivel del mar. Se obtuvo valores desde el año 2.009, con una precipitación promedio de 841,01 mm anuales, los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo registran mayores precipitaciones con un promedio de 140 mm, y los meses de julio, agosto, septiembre y octubre con precipitación intermitente y un promedio de 7.1 mm.



El área de estudio se caracteriza por tener tres etapas en las cuales el clima es muy marcado en función de la presencia de precipitaciones. Durante el verano las lluvias son nulas y las heladas no se sienten, la temperatura es mayor a 25°C y dura del mes

de julio a septiembre. Los meses de febrero a marzo se caracterizan por marcar la época invernal en la que la presencia de lluvias es mayor y las temperaturas son muy bajas; mientras desde mediados de septiembre hasta inicios de febrero se marca la época estival en la que el clima es templado y la presencia de lluvias son ocasionales, esta etapa marca la época de cosecha y siembra.

3.3.2 Hidrología de la zona Pesillo – Imbabura

La zona Pesillo - Imbabura se encuentra ubicada en la Demarcación Hidrológica Mira y parte de la Demarcación Hidrológica Esmeraldas, de acuerdo a la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), el territorio es considerado zona de los principales circuitos de agua superficial de lagos y lagunas, como el Lago San Pablo, conjunto de Lagunas de Mojanda y Fuya-Fuya, Laguna de Yahuarcocha y Laguna de Cuicocha. Dos de las principales subcuencas son la del Río Ambi y Río Chota, de las cuales se forman microcuencas de ríos y lagos, tales como la microcuenca del Lago San Pablo, microcuenca de Laguna de Mojanda, microcuenca Río Tejares, microcuenca del Río Alambi, Río Blanco y la del Río Pisque de la cual confluyen varios ramales hídricos que siguen su curso hasta unirse con el Guayllabamba, este último forma parte del sistema del río Esmeraldas que desemboca en el Pacífico.

3.4 Descripción del medio biótico

3.4.1 Flora

La flora se encuentra distribuida de acuerdo a las características propias de los diferentes pisos ecológicos, en función de la altitud y temperatura. Existe reducto de bosque andino y el principal ecosistema es el páramo de pajonal y páramo húmedo andino característicos de la zona norte y centro del Ecuador, que alberga una variedad de especies vegetales como *Buddleja incana* (Quishuar), *Calanagrostis intermedia* (Paja de páramo), *Hypericum lancioides* (Romerillo), *Polylepis spp.* (Yagual), *Vaccinium floribundun* (mortiño).

En el entorno natural de la comunidades del área de estudio se nombra a las especies vegetales propias de cultivos altoandinos para fin alimenticio como *Ullucuc*

tuberosus (melloco), *Tropaeolum tuberosum* (mashua), *Zea mays* (maíz). Varias especies no son nativas pero se han adaptado como la *Allium cepa* (cebolla), *Triticum tritice* (trigo).

3.4.2 Fauna

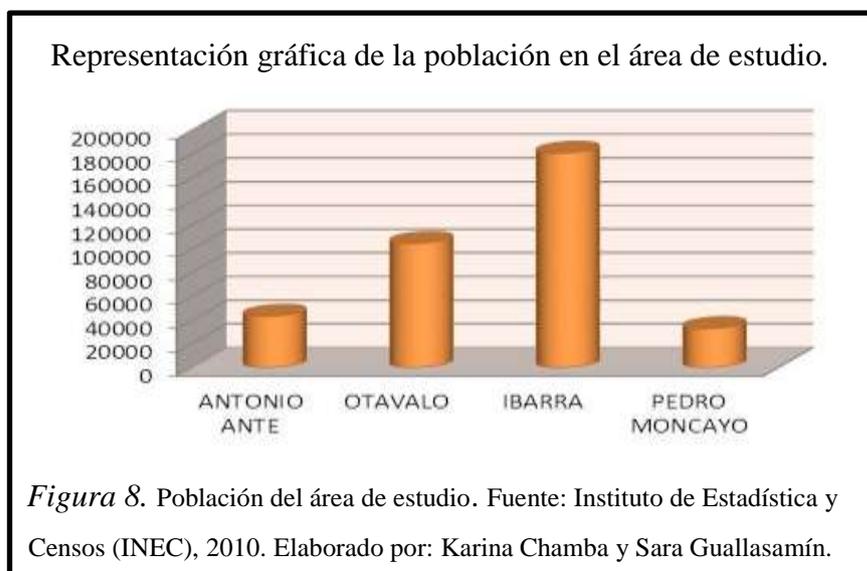
Las especies animales también son parte de la adaptación del ecosistema, partiendo del ecosistema del páramo se encuentran diferentes especies como *Tremarctos ornatatus* (oso de anteojos), *Pseudalopex culpaeus* (lobo de páramo), *Sylvilagus brasiliensis* (conejo), *Odocoileus virginianus* (venado de cola blanca) y *Vultur gruphus* (cóndor). Entre otras especies se pueden nombrar a varias aves como búhos y patos, anfibios como el Jambato, lagartijas. Las comunidades han adaptado a especies animales domésticas para actividades agrícolas y ganaderas como son vacas, borregos, cabras; aves de corral como gallinas, pavos y patos, tanto de beneficio comercial como de consumo propio.

3.5 Descripción del medio socio-económico

3.5.1 Población

De acuerdo a datos obtenidos en el VII Censo de Población y VI de Vivienda realizado por el Instituto de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010, la población del área de estudio que conforman los cantones de Ibarra, Otavalo, Antonio Ante y Pedro Moncayo, está marcada por diferentes factores demográficos como son la diversidad étnica, la cual muestra que el 65.7% de la población se identifica como mestiza, el 25.8% como indígena, 5.4% afroecuatorianos, el 2,7% blancos y el 0.4% otro. La edad promedio de la población es de 37 años y con un porcentaje de 45% de la población mayor a los 45 años.

Según se muestra en la figura 8, la mayor población del área de estudio se encuentra en el cantón de Ibarra y la menor población pertenece al cantón Pedro Moncayo



3.5.2 Servicios básicos

El acceso a los servicios básicos es distinto para cada cantón, de acuerdo a datos obtenidos en el Censo 2010 por INEC, muestran que la población de los cantones Otavalo, Ibarra y Antonio Ante tienen acceso al servicio eléctrico del 97.2%, recolección de residuos del 82.7% y servicio de agua de red pública del 81.9%. Con referencia al servicio del agua para consumo doméstico los datos demuestran que la mayoría de la población tiene acceso al agua, ya sea mediante Empresas de Agua Potable y Alcantarillado o a través de Juntas Administradoras Comunitarias de Agua. Datos generados por MIDUVI y traspasados a SENAGUA identifican que estos tres cantones aproximadamente cuentan con 55 concesiones de ríos, 130 de quebradas, 246 de vertientes, 189 de acequias, 14 de remanentes, 11 de pozos y 2 de lagunas.

Con referencia al cantón Pedro Moncayo la accesibilidad a los servicios básicos, corresponde al 99.1% al servicio eléctrico, servicio de recolección de residuos del 94.6% y servicio de agua de red pública del 93.4% tanto de servicio de Empresas de Agua Potable y Alcantarillado o a través de Juntas Administradoras Comunitarias de Agua.

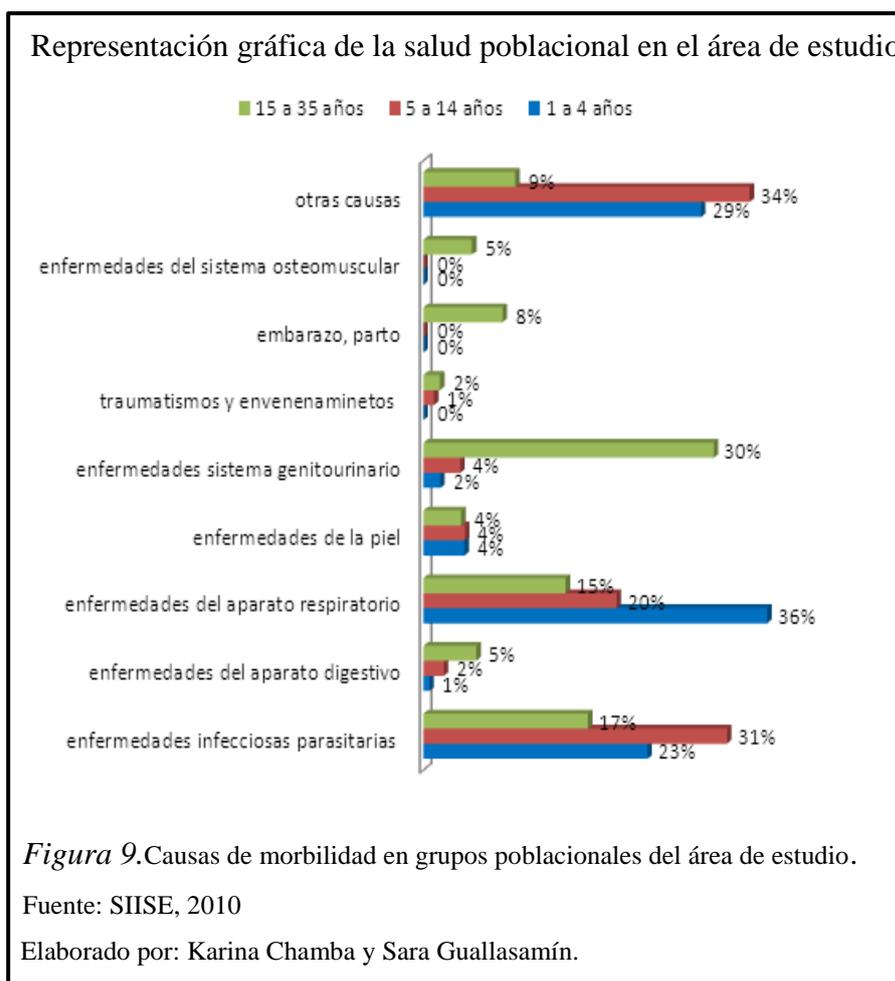
3.5.3 Salud

Datos generados por el SIISE en el 2010 muestran que la esperanza de vida de los cantones que conforman el área de estudio oscila entre los 75 a 77 años de vida en

ambos sexos. La morbilidad de la población va ligada a las principales causas atendidas en las casas de salud en la zona de estudio, categorizadas por grupos de acuerdo a la edad.

El grupo más sensible es el de los que pertenecen a las edades de 1 a 4 años y de 5 a 14 años, siendo frecuentes las causas por enfermedades respiratorias y parasitarias. Mientras el grupo perteneciente a las edades de 15 a 35 años priman las causas por enfermedades relacionadas con el aparato genitourinario, respiratorio y parasitario. Las enfermedades parasitarias y del aparato digestivo se encuentran relacionadas con la calidad y la capacidad de purificación del agua para su consumo, es común desarrollar infecciones digestivas por presencia de helmintos en aguas de consumo directo.

A continuación se generó la figura 9 con la estimación de causas de descensos y los grupos vulnerables según la edad.



CAPITULO 4

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se detalla los materiales y métodos que fueron empleados en el estudio de la Zona Pesillo – Imbabura, de forma secuencial y sistemática para cada etapa del desarrollo de la investigación.

4.1 Materiales

Para la realización del presente estudio se utilizaron distintos tipos de materiales, por lo cual se identificó en diferentes grupos, como: recursos humanos, recursos materiales y técnicos e insumos.

Tabla 7.

Tipos de materiales utilizados en el estudio

Tipos de materiales		
Recursos humanos	Recursos materiales y técnicos	Insumos
<ul style="list-style-type: none"> • Miembros de las Juntas Regionales Administradoras de Agua Potable. • Analistas del laboratorio de Análisis de Muestras de Agua y Suelo de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe. 	<ul style="list-style-type: none"> • GPS • Balde aforado • Botellas PET esterilizadas de 1litro • Hielera • Guantes de látex • Cronometro • Kit de medición de cloro y pH. • Termómetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Útiles de escritorio • Fichas técnicas • Material bibliográfico • Resultados de análisis de calidad de agua. • Computadoras • Programas informático de Excel

Nota. Tipos de recursos necesarios en el desarrollo del trabajo de investigación.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín

4.2 Métodos

Los métodos y técnicas utilizadas fueron tomadas considerando las características de la Zona Pesillo – Imbabura, y según el cumplimiento de los objetivos planteados; los

métodos aplicados fueron dos: el método inductivo y el método deductivo. La recopilación de información se clasificó en dos tipos: la información primaria y secundaria.

a) Información Primaria

La información primaria consiste en la recolección de datos en campo, con la aplicación de fichas técnicas de registro de puntos de muestreo, puntos de monitoreo de caudales y registro de valores de caudales y parámetros cuantitativos y cualitativos de calidad de agua, para la determinación de la calidad y disponibilidad del agua para consumo humano de los sistemas hídricos estudiados. A partir del empleo de materiales como GPS, análisis de laboratorio de calidad de agua, entre otros.

b) Información Secundaria

La información secundaria consiste en la recopilación de fuentes bibliográficas y la información generada a partir de los datos obtenidos del procesamiento de la información primaria mediante el trabajo de escritorio.

4.2.1 Diseño experimental

El diseño experimental elegido para la determinación de la calidad y disponibilidad de agua para consumo humano consiste en dos fases: fase técnica (trabajo realizado en campo) y la fase de análisis (realizada en escritorio). En base a los objetivos planteados se determinan dos etapas, monitoreo de caudales y muestreo de agua de los 10 sistemas hídricos comunitarios de la Zona Pesillo–Imbabura.

Tabla 8.

Localización de los diez sistemas hídricos comunitarios

Regional de agua	Junta de agua	Comunidad
Ibarra	El Abra	El Abra
San Rafael	San Rafael	Tocagon
Tabacundo	San José Alto	San José Alto
El Angla	San Francisco	El Angla
Mojanda Yanahurco	Caluqui	Inti Caluqui

Espejo	Espejo	Espejo
Carabuela	Carabuela	Carabuela
Ilumàn	Ilumàn	San José
La Bolsa	La Bolsa	La Bolsa
Sumak Yaku	Sumak Yaku	Trujaloma

Nota. Comunidades beneficiadas por cada una de las diez Juntas Regionales de Agua potable.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

4.2.1.1 Tipo de diseño experimental.

a) Fase técnica

- Disponibilidad de agua

La disponibilidad de agua para consumo humano se puede determinar mediante la elección y aplicación del método volumétrico, la ficha de registro de caudales, la toma de datos in situ de coordenadas geográficas y altitud.

La frecuencia para el monitoreo de caudales es de una vez por cada época climática determinada, época seca o verano y época lluviosa o invierno, con la ubicación de un mismo punto de monitoreo.

- Calidad de agua

La calidad del agua para consumo humano se evalúa mediante la realización de muestreo simple, en los puntos determinados dentro del sistema hídrico. Se utilizan botellas recicladas PET esterilizadas previamente, y según las normas para el ensayo de agua potable, procesos de preservación de muestras, etiquetado, transporte de muestras y entrega de muestras. El etiquetado caracteriza la información inicial del lugar de la toma de la muestra, en este constan: lugar o punto de muestreo, parámetros físicos como temperatura, medición de cloro, potencial de hidrógeno, y características organolépticas del agua muestreada.

La cadena de custodia de las muestras tomadas, sigue el proceso de transporte en un Cooler con hielo a temperaturas de menores de 6 a 9 °C, con el fin de mantener las características originales de la muestra tomada, hasta llegar al laboratorio.

Para la determinar de la calidad del agua en laboratorio, se analizan parámetros físicos-químicos: turbidez, temperatura, potencial de hidrógeno, conductividades eléctrica, sólidos totales, potasio, dureza total, calcio, magnesio, sodio, cloro residual, sulfatos, hierro, manganeso, cobre, zinc; Parámetros microbiológicos : microorganismo aerobios mesófilos, índice de coliformes totales, índice de coliformes fecales, E.Coli.

Tabla 9.

Parámetros de calidad de agua elegidos.

Fisicoquímicos	Microbiológicos
Turbidez	Microorganismos aerobios mesófilos
Temperatura	Coliformes totales
Potencial de hidrogeno	Coliformes fecales
Conductividad eléctrica	E. Coli
Solidos totales	Algas
Potasio	Diatomeas
Dureza total	Protozoarios
Calcio	Hongos
Magnesio	Levaduras
Sodio	Mohos
Cloro residual	
Sulfatos	
Hierro	
Manganeso	
Cobre	
Zinc	

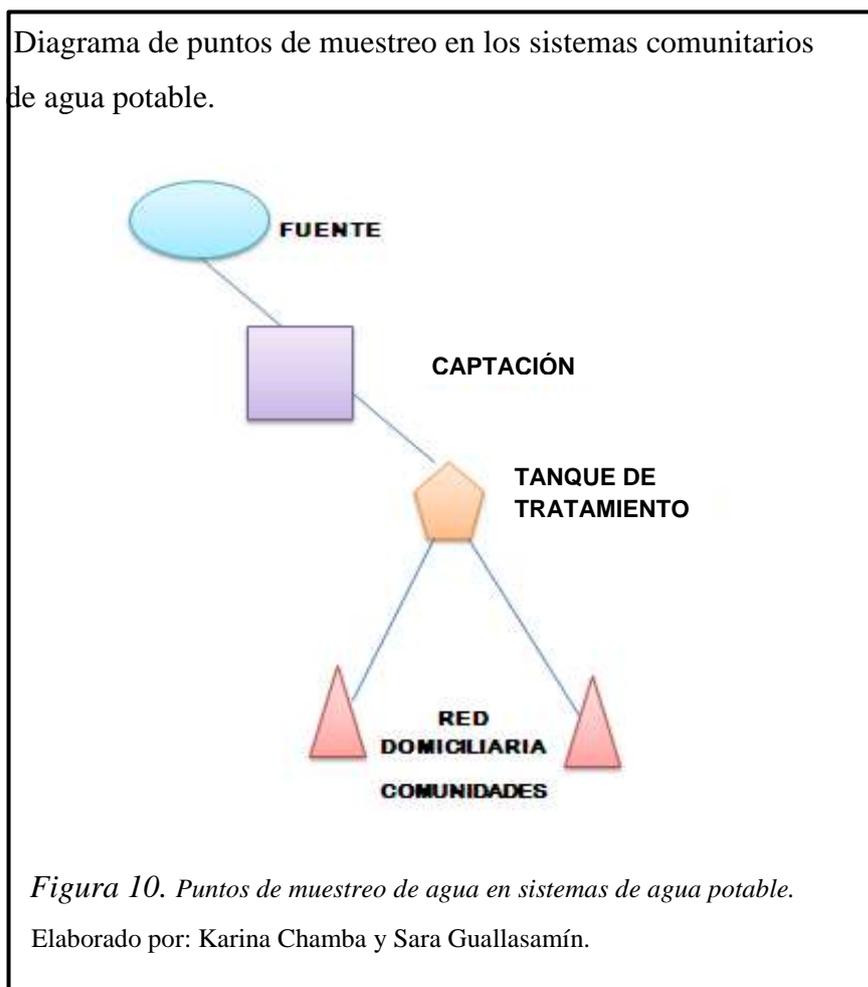
Nota. Parámetros de calidad de agua elegidos para análisis de laboratorio.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

La calidad de agua se determinara con el análisis de laboratorio, como la interpretación de los mismos, de acuerdo a la comparación de cumplimientos con los límites permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2011 “Requisitos para agua potable”.

La frecuencia para la toma de muestras es de una vez por cada época climática determinada, época seca o verano y época lluviosa o invierno, con la ubicación de un mismo punto de muestreo dentro del sistema de agua.

En la figura 10 se establece los puntos principales de toma de muestra de agua en los sistemas comunitarios de agua.



- Comparación de calidad de agua en base a bioindicadores.

La utilización de bioindicadores para la determinación de la calidad de agua es una opción metodológica en las fuentes y/o captaciones que abastecen a Juntas Regionales de Agua Potable. La comparación entre resultados de laboratorios físicos, químicos y microbiológicos de las muestras de agua tomadas con resultados obtenidos de índices de calidad mediante bioindicadores, se presenta como un estudio de caso, mediante la elección de dos Juntas Regionales de agua potable,

como propuesta de posibles análisis de calidad de agua futuros en base a campañas de monitoreo y muestreo de bioindicadores.

El procedimiento sigue el análisis de los resultados del agua muestreada y la elección de dos Regionales de Juntas de Agua Potable, una con presencia de coliformes fecales considerada de baja calidad y otra con ausencia de coliformes fecales considerada como de buena calidad, se realiza un segundo muestreo microbiológico en el que se evidencie presencia de algas, cianobacterias, protozoarios, diatomeas, microorganismo que determinan la calidad del agua; se debe utilizar recipientes PET esterilizados y hay que seguir las normas de recolección, preservación y transporte de muestras.

El muestreo de macro invertebrados se realiza en el entorno físico del área a través de la técnica “Kick sampling” y se aplica la metodología BMWP para conteo de macro invertebrados.

b) Fase de análisis

- Disponibilidad de agua

La generación de datos de caudales se obtiene mediante la fase técnica de campo, permite realizar los cálculos de caudales y determinar el caudal para cada época climática tanto de verano como de invierno. Se debe generar una hoja de cálculo de Excel en las cuales se identifica a las diez Juntas Regionales Administradoras de Agua Potable con datos de volumen, tiempo y frecuencia según datos obtenidos en campo.

Para la comparación de la disponibilidad de agua entre las diez Juntas Regionales Administradoras de Agua Potable se debe realizar gráficos dinámicos de Excel que permitan diferenciar los caudales promedios durante el año para cada una.

- Calidad de agua

Una vez obtenidos los datos de laboratorio se deben analizar e interpretar para determinar la calidad de agua que consume la población de las diez comunidades pertenecientes a las Juntas Regionales Administradoras de Agua Potable. La

comparación de los datos obtenidos es con la normativa ambiental vigente, Norma INEN 1108 “Requisitos de Agua Potable”, mediante el análisis del porcentaje de cumplimiento con los parámetros de calidad con la normativa.

Los cuadros dinámicos generados según los datos debe tener los porcentajes de calidad de agua de las diez Juntas Regionales Administradoras de Agua Potable, así poder determinar un ranking de calidad de agua y la evaluar las razones técnicas para los valores que no se encuentran dentro o rebasan los niveles permisibles.

- Comparación de calidad de agua en base a bioindicadores.

Los resultados de los análisis microbiológicos tomados en dos Juntas Regionales Administradoras de Agua Potable se deben analizar y comparar con los resultados de calidad físicos y químicos obtenidos.

Los datos obtenidos se deben sintetizar mediante cuadros y tablas dinámicas, apoyados en la comparación bibliográfica de índices de calidad BMWP (adaptada a Colombia) por no existir una versión adaptada para Ecuador, y la identificación de macro invertebrados mediante utilización de microscopio.

La comparación de los resultados del análisis fisicoquímico con el de bioindicadores, evalúa la posibilidad de determinar la calidad de agua mediante el uso directo de bioindicadores.

4.2.1.3 Unidad experimental y parcela neta

El estudio de la disponibilidad y calidad del agua de consumo humano a través del monitoreo de caudales y análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en las diez Juntas Regionales de Agua Potable del Consejo de Agua de la zona Pesillo – Imbabura, esto permite levantar un diagnóstico de la situación actual y real de los diferentes sistemas de agua que se encuentran bajo la gestión de las Juntas Regionales de Agua en las comunidades del cantón Pedro Moncayo en la provincia de Pichincha y las comunidades de los cantones Otavalo, Antonio Ante e Ibarra en la provincia de Imbabura.

Siendo los objetivos principales determinar la cantidad mediante valores de caudal de litro por segundo y calidad de agua mediante la interpretación de parámetros físico

químico y microbiológico cualitativo y cuantitativo, en dos épocas climáticas diferenciadas, invierno debido a la presencia de precipitaciones y verano o época seca de acuerdo a la carencia de precipitaciones.

Tabla 10.

Juntas Regionales de agua potable del consejo de agua Pesillo-Imbabura.

Regional de agua	Junta de agua	Comunidad
Ibarra	El Abra	El Abra
San Rafael	San Rafael	Tocagon
Tabacundo	San José Alto	San José Alto
El Angla	San Frabscisco1	El Angla
Mojanda Yanahurco	Caluqui	Inti Caluqui
Espejo	Espejo	Espejo
Carabuela	Carabuela	Carabuela
Ilumàn	Ilumàn	San José
La Bolsa	La Bolsa	La Bolsa
Sumak Yaku	Sumak Yaku	Trujaloma

Nota. Comunidades beneficiarias del sistema de agua potable.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín

4.2.1.4 Variables.

Una variable es una propiedad cualitativa y/o cuantitativa que puede variar o adquirir diferentes valores, y los cuales generan resultados e interpretación de cambios.

Para el estudio de la disponibilidad y calidad del agua de consumo humano a través del monitoreo de caudales y análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en las diez Juntas Regionales de Agua Potable del Consejo de Agua de la zona Pesillo – Imbabura se desarrolló y analizó las siguientes variables, en función al lugar de aplicación, frecuencia, metodología e importancia.

Tabla 11.

Variables identificadas en el estudio.

1. Disponibilidad de agua en las fuentes y captaciones de los sistemas comunitarios de agua potable.	Esta variable fue analizada mediante el monitoreo de caudales, con el aforo de agua en las fuentes y/o captaciones de agua de los sistemas comunitarios de agua potable. Se generaron dos
--	---

	variables correspondientes a las dos épocas climáticas, seca o lluviosa.
2. Calidad de agua en las unidades estructurales de los sistemas comunitarios de agua potable.	Esta variable se analizó en los resultados de los análisis físicos químicos y microbiológicos del agua realizados en las dos campañas de monitoreo, realizadas en el mes marzo y abril correspondientes a la época de invierno o lluviosa y la segunda en los meses de septiembre a octubre considerada época de verano o seca

Nota. Las variables del estudio representan el cumplimiento de los objetivos del estudio.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

4.2.1.5 Croquis del experimento

Se realizó un mapa en el que se evidencia las diez Juntas Regionales de Agua Potable del Consejo de Agua de la zona Pesillo – Imbabura (*Ver Anexo 3. Mapa1. Área de Estudio*).

CAPITULO 5

MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

El estudio de la disponibilidad y calidad del agua de consumo humano a través del monitoreo de caudales y análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en las diez Juntas Regionales de Agua Potable del Consejo de Agua de la zona Pesillo – Imbabura, se desarrolló en: fase técnica y fase de análisis.

5.1 Fase técnica

5.1.1 Elaboración de fichas.

Se elaboraron tres fichas diferentes de acuerdo a los objetivos del estudio.

1. Ficha PI-04: Medición de caudales en las estructuras de recolección y almacenamiento de agua de las Juntas Regionales de agua de consumo humano del Proyecto Pesillo – Imbabura
2. Ficha PI-05: Monitoreo de calidad del agua de consumo humano del Proyecto Pesillo-Imbabura
3. Ficha PI-06: Registro de cadena de custodia de muestras de agua de consumo humano.

Las fichas se elaboraron para la generación de información como nombre de la regional de agua, junta de agua, cantón, comunidad, sector, coordenadas, altitud, fecha, parámetros físicos y químicos in situ, entre otros datos (*Ver Anexo 4. Fichas de campo*).

5.1.2 Socialización con los representantes de cada comunidad.

1. Validación de fichas: la reunión se realizó en la ciudad de Otavalo, se estableció los objetivos del estudio y se aplicó una ficha piloto para delimitar los sistemas de agua, lo cual benefició en la corrección de las fichas. (*Ver Anexo 5. Fotos*).

2. Elaboración de cronograma de salidas de campo: se establecieron dos cronogramas tanto para la época lluviosa como para la época seca, cada comunidad estableció fechas para realizar las visitas a los sistemas de agua y poder aplicar la ficha, hacer la medición de caudal y recolección de muestras (*Ver Anexo 6. Cronogramas*).

5.1.3 Levantamiento de información.

El levantamiento de la información se efectuó realizando los recorridos de campo con ayuda de los representantes u operadores de las comunidades, la movilización fue proporcionada por la UPS, con ayuda de GPS y cámara fotográfica Sony DSC TX200V se tomaron las coordenadas UTM y el registro fotográfico.

5.1.4 Determinación de los puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se los determinó teniendo en cuenta el sistema de agua de la comunidad, es decir; el sistema consta de: fuente de agua, tanque de captación, tanque de tratamiento, red domiciliaria.

5.1.5 Toma de puntos de muestreo

Una vez tomados los puntos en los lugares determinados del sistema, se los ubicó en la base de datos digital generada como fuente de información para futuras campañas de monitoreo y muestreo de agua, y con el fin de generar mapas para cada comunidad (*Ver Anexo 3. Mapas*).

5.1.6 Medición de caudal

Para la medición de caudal se aplicó el método volumétrico, se utilizó un balde de 10 litros aforado, se tomó el tiempo de 5 repeticiones, el registro se hizo en la Ficha PI-04. Se midió el caudal en época lluviosa y seca. La medición de caudales se realizó en los tanques de almacenamiento o en los tanques de recolección de los sistemas de las juntas Regionales de Agua (*Ver Anexo 5. Fotos*).

5.1.7 Toma y registro de muestras

La campaña de toma de muestras de agua se la llevó a cabo en época lluviosa y seca. El registro se lo realizó en la Ficha PI-05, dando nombre al lugar, con las coordenadas específicas y parámetros analizados in situ. La toma de muestra se realizó mediante la utilización de botellas PET de un litro, esterilizadas por el laboratorio de la UPS sede Cayambe. El procedimiento que se empleó fue el siguiente:

1. Se colocan guantes de látex y se procede a tomar la botella, se la abre sin que la tapa tenga contacto con otra superficie.
2. Se enjuaga la botella tres veces para hacer la colecta de agua en la captación, fuente de agua, tanque de tratamiento y red domiciliaria. Llenar la botella no al tope sino dejando libre el cuello de la botella.
3. Se utiliza el kit de medición de cloro y pH, la temperatura se mide in situ. Se hace 3 enjuagues del recipiente que se encuentra en el kit, en un lado se coloca 5 gotas de fenolftaleína y en el otro 5 gotas del reactivo orto, dando como resultado mediante observación y según la escala que tienen en cada lado, la medida de pH y cloro.
4. El etiquetado se lo realizó colocando el nombre del lugar que se mencionó en la ficha, se pone el valor de pH, cloro y temperatura medidos.
5. El transporte de la muestra se lo realizó en un cooler con hielos a una temperatura aproximada de 6°C a 9°C.
6. La muestra se ingresó a laboratorio de la UPS sede Cayambe.

5.2 Fase de análisis

En esta fase se describe la metodología de los parámetros analizados en laboratorio. Las muestras de agua fueron entregadas al laboratorio de la UPS- sede Cayambe y dos muestras de agua a laboratorio LABOLAB.

5.2.1 Análisis físico- químico.

El método utilizado para el análisis fisicoquímico para cada parámetro evaluado, se detalla en las siguientes tablas.

Tabla 12.

Descripción experimental del análisis físico de agua.

Parámetros físicos	Método
<i>Turbidez</i>	Espectrofotómetro Hach
<i>Temperatura</i>	Electrónico Hanna
<i>Potencial Hidrogeno</i>	APHA 5520 B
<i>Conductividad eléctrica</i>	Electrónico Myron
<i>Solidos totales</i>	Electrónico Myron

Nota. Métodos de análisis de acuerdo a las Guías de calidad para agua de bebida de la OMS año 2012.
Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

Tabla 13.

Descripción experimental del análisis químico de agua.

Parámetros químicos	Método
Potasio	Fotométrico de flama Jenway
Dureza total	Titulación EDTA 0.01N
Calcio	Fotometría absorción atómica espectrocrom
Magnesio	Fotometría absorción atómica thermo scientific
Cloro Residual	Método Yodométrico
Sulfatos	Espectrofotómetro Merck
Manganeso	Fotometría absorción atómica thermo scientific
Cobre	Fotometría absorción atómica thermo scientific
Zinc	Fotometría absorción atómica thermo scientific

Nota. Métodos de análisis de acuerdo a las Guías de calidad para agua de bebida de la OMS año 2012.
Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

Tabla 14.

Descripción experimental del análisis microbiológico de agua.

Parámetros microbiológicos	Método
Microorganismos aerobios mesófilos	AOAC 990.12
Coliformes Totales	APHA 9221-B
E. coli	APHA 9221-C

Nota. Métodos de análisis de acuerdo a las Guías de calidad para agua de bebida de la OMS año 2012.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

5.2.2 Análisis de bioindicadores.

Al analizar los resultados de laboratorio se identificó una fuente natural superficial y una captación de dos sistemas hídricos, se consideró de mala calidad por la presencia de mesófilos y E. Coli y la de buena calidad de agua presentó ausencia de los mismos. Se procedió a realizar el muestreo de bioindicadores (macroinvertebrados) y toma de muestras de agua para análisis microscópico en laboratorio LABOLAB.

El procedimiento de análisis de bioindicadores se realizó de la siguiente manera:

- a. Elección de los parámetros microbiológicos y proceso experimental de las muestras de agua.

Tabla 15.

Descripción experimental del análisis microbiológico de agua - Labolab.

Parámetro	Método
Algas	MICROSCOPIO
Diatomeas	
Pigmentos flagelados pigmentados	
Flagelados no pigmentados	
Protozoa	
Ciliados	
Rotíferos	
Gusanos redondos	
Platelmintos	

Nota. Métodos de análisis de acuerdo a las Guías de calidad para agua de la OMS año 2012.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

- b. Selección del sitio: se seleccionó las captaciones de agua.
- c. Recolección de la muestra: el muestreo fue según la técnica “Kick Sampling”.
- d. Fijación de la muestra: la muestra se fijó utilizando alcohol al 96%.
- e. Se observó los macro invertebrados con ayuda de un microscopio y se los identificó según su taxonomía (*Ver Anexo 5. Fotos*).

5.2.3 Análisis de caudal

Los resultados del caudal se los obtuvo mediante Excel para cada una de las diez comunidades, la base de datos permite conocer los puntos de muestreo, coordenadas, el promedio de caudal en época seca y lluviosa. Se realizó tablas dinámicas de comparación de disponibilidad de agua entre las diez Juntas Regionales de Agua Potable.

CAPITULO 6

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el capítulo a continuación se detallan los resultados obtenidos en la elaboración y desarrollo del presente estudio de la disponibilidad y calidad del agua de consumo humano a través del monitoreo de caudales y análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la zona Pesillo – Imbabura.

El análisis y obtención de resultados se realizó de diez Juntas Regionales de Agua Potable del Consejo de Agua de la zona Pesillo – Imbabura.

A continuación en la Tabla 16. Se muestra el número de beneficiarios directos (usuarios del servicio) de cada una de las diez Juntas Regionales de Agua Potable.

Tabla 16.

Beneficiarios de las juntas regionales de agua potable

Junta regional de agua potable	Beneficiarios (familias)
IBARRA	112
SAN RAFAEL	70
TABACUNDO	272
EL ANGLA	210
MOJANDA YANAHURCO	325
ESPEJO	129
CARABUELA	608
ILUMAN	1600
LA BOLSA	250
SUMAK YAKU	700

Nota. Número de beneficiarios de las diez Juntas Regionales de agua potable Pesillo-Imbabura.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

6.1 Resultados físico químico y microbiológico.

Los resultados fisicoquímicos y microbiológicos se obtuvieron a partir de los análisis de laboratorio realizados a las muestras recolectadas en dos épocas distintas, época lluviosa y época seca, en las diez Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo – Imbabura. A partir de los resultados obtenidos del Laboratorio de Análisis de Muestras de Agua y Suelo de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cayambe, se determinó la calidad del agua para consumo humano de las diez Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo - Imbabura.

6.1.1 Resultados de las muestras de la época lluviosa

La primera campaña de monitoreo de calidad de agua se realizó en la época lluviosa, la cual tuvo lugar en los meses de marzo y abril, de acuerdo a los datos de precipitación (Ver Figura 7), se tomó tres muestras representativas en las tres diferentes unidades del sistema hídrico de agua potable, captación, tanque de tratamiento y red domiciliaria (*Ver Anexo 7. Resultados de Laboratorio*).

A continuación se detalla los resultados de los principales parámetros físicos, químicos y microbiológicos, como cloro residual, coliformes totales, coliformes fecales y mesófilos de acuerdo a los parámetros de calidad que debe cumplir el agua potable según establece la Norma Ecuatoriana INEN 1108.

A demás se analizó otros parámetros que superaron el límite permisible de la Norma INEN 1108, como, turbiedad, hierro, mohos y levaduras (*Ver Anexo 2. Requisitos Norma INEN 1108*).

6.1.1.1 Junta Regional Ibarra- comunidad El Abra.

La Junta Regional Ibarra abastece de agua potable a varias comunidades, una de ellas la comunidad El Abra, la captación de agua se encuentra a 3.852 msnm en el ecosistema de páramo del Cerro Imbabura. Su abastecimiento de agua proviene de una sola vertiente.

De acuerdo a los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros que no cumplían los límites permisibles, como es el caso del cloro residual y los parámetros microbiológicos de importancia clave que cumplen el límite permisible como coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales.

Debido a su administración interna, esta comunidad no realiza cloración o tratamiento alguno del agua, el principal factor es el económico, que no les permite adquirir permanentemente cloro gas para la desinfección del agua, razón por la cual no cloran continuamente sino de forma eventual

En la tabla 17. Se muestran el detalle de los parámetros analizados y comparados con la Norma de calidad de agua Ecuatoriana INEN 1108.

Tabla 17.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Ibarra

Parámetro	Unidad	Captación	Red Domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	,,,	,,	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	<10	<10	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<3	<3	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENCIA
(…) No se evidencia presencia.				

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

Mediante la aplicación in situ del kit de medición de cloro y pH, se obtuvo que no hay cloro presente en el tanque de tratamiento ni en la red domiciliaria. En los resultados de los análisis de agua, se evidenció que no hay valores de cloro en la red de domiciliaria, lo cual no cumple los límites permisibles requeridos en la Norma INEN 1108 para ser agua de consumo humano.

La ausencia de cloro residual se debe a que en la Junta Regional Ibarra no se ha clorado, una de las razones es la falta de recursos económicos y el desinterés de las

autoridades de la Junta Regional de Agua para la adquisición permanente de cloro gas.

Se realizó el recuento de microorganismos como mesófilos, coliformes totales y coliformes fecales, cuyos valores se encuentra en el límite permisible, a pesar de la ausencia de desinfección del agua. La principal razón es el continuo mantenimiento a las unidades del sistema hídrico, como es la limpieza, vigilancia de fugas en conexiones y reparaciones de las mismas, además de la adecuada protección de la fuente de agua, la ubicación que es a 3.852 msnm, en el Cerro Imbabura y al cual su acceso es difícil, además de la ausencia de sobrepastoreo e industrias.

6.1.1.2 Junta Regional San Rafael- comunidad Tocagón

La Junta Regional San Rafael abastece de agua potable a la comunidad Tocagón, la comunidad cuenta con cinco vertientes que la abastecen, con sus respectivas captaciones, José Urco, Cinafo, Turupamba, Yanafaccha y Gualapugyo. Para el presente estudio se accedió solo a la captación José Urco debido a la facilidad de acceso, la captación de agua se encuentra a 3.150 msnm.

De acuerdo a los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros que no cumplían los límites permisibles, como es el caso del cloro residual y los parámetros microbiológicos de importancia clave, que deben cumplir el límite permisible como coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales. La comunidad Tocagón realiza cloración para el tratamiento del agua, la cloración la realizan de forma permanente.

En la tabla 18. Se muestran a detalle los parámetros analizados y comparados con la Norma Ecuatoriana de calidad de agua INEN 1108.

Tabla 18.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional San Rafael.

Parámetro	Unidad	Captación	Red Domiciliaria	Limite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	<0,01	<0,01	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	110,00	180	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	11,00	11	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

Se evidenció que no hay valores bajos de cloro en la red de domiciliaria, los cuales no se encuentran en el rango del límite permisible según la Norma INEN 1108, debido a esta comparación el agua no cumple el requerimiento mínimo de cloro en la red domiciliaria, la ausencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional San Rafael no maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales y mesófilos evidenció que existen valores altos, pero que no disminuyen de manera significativa hasta la red domiciliaria, debido a la poca presencia de cloro residual.

El recuento de mesófilos y coliformes arrojan como resultado la presencia de mesófilos y coliformes en la captación, la principal razón se encuentra en la ubicación de la captación, la cual se ubica junto a áreas de pastoreo y agricultura; se recomienda que se realice una visita para evaluar y controlar las actividad ganadera en la cuenca de las captaciones.

6.1.1.3 Junta Regional Tabacundo- comunidad San José Alto

La Junta Regional Tabacundo abastece de agua potable a la comunidad San José Alto, la captación de agua se encuentra a 3.792 msnm, en el ecosistema de páramo. Su abastecimiento de agua proviene de tres vertientes.

Debido a su administración interna, esta comunidad realiza cloración de agua de forma eventual, debido a la administración de la Junta de agua no compra de manera continua el cloro en pastillas para su tratamiento; el principal factor es el económico, que no les permite adquirir permanentemente cloro para la desinfección del agua. Por lo cual la aplicación de un modelo de Gestión Social de agua potable regularía las áreas administrativas y contables de la Junta Regional.

En esta campaña de muestreo perteneciente a la época de lluvia se encontraban clorando de forma permanente desde hace cinco meses atrás.

De acuerdo a los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

En la tabla 19. Se muestran el detalle de los parámetros analizados y comparados con la Norma de calidad de agua Ecuatoriana INEN 1108.

Tabla 19.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Tabacundo.

Parámetro	Unidad	Captación	Red Domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	,,,,,,	1,08	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	11,00	<10	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<3	<3	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció presencia de cloro en la red de domiciliaria, en rangos dentro del límite permisible, lo cual cumple los requerimientos para agua potable de acuerdo a la Norma INEN 1108, la presencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional

Tabacundo cuenta con un operador antiguo en su trabajo y que ha recibido capacitaciones en el manejo del sistema de agua.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales y mesófilos evidenció que existen valores bajos en la captación, pero que disminuyen de manera total hasta la red domiciliaria, debido a la presencia de cloro residual.

El recuento de mesófilos y coliformes arrojan como resultado la ausencia de mesófilos y coliformes en la red domiciliaria, la principal razón se encuentra en la ubicación de la captación, la cual se encuentra protegida y ausencia de áreas de pastoreo y agricultura cercanas a la captación.

6.1.1.4 Junta Regional El Angla- comunidad El Angla

La Junta Regional El Angla abastece de agua potable a varias comunidades, una de ellas la comunidad El Angla, la captación de agua San Francisco¹ se encuentra a 3.752 msnm, en el ecosistema de páramo. Su abastecimiento de agua proviene de una sola vertiente.

Debido a su administración interna, esta comunidad realiza cloración de agua de forma permanente, mediante la compra y suministro de cloro en pastillas.

De acuerdo a los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

En la tabla 20. Se muestran el detalle de los parámetros analizados y comparados con la Norma de calidad de agua Ecuatoriana INEN 1108.

Tabla 20.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional El Angla.

Parámetro	Unidad	Captación	Red Domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	,,,	,,,,,	0.30-1.50
Hierro	mg/L (Fe)	<0,01	0,20	< 0.30
Mesófilos	UFC/MI	60,00	20,00	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<3	<3	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció que no hay valores de cloro en la red de domiciliaria, lo cual no cumple el requerimiento del límite permisible de la Norma INEN 1108 para agua potable, la ausencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional El Angla no maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia.

Se evidencia presencia de hierro, el cual es un factor de reducción de la cantidad de cloro, el hierro reacciona con el cloro aumentando la demanda de éste, y una vez oxidados, contribuyen a aumentar la turbiedad del agua.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible. El recuento de coliformes totales evidenció que los valores se encuentran en el límite permisible y la de mesófilos alta en la red domiciliaria, debido a la escasa presencia de cloro residual.

El recuento de mesófilos, coliformes totales y coliformes fecales arrojan como resultado la presencia de mesófilos y ausencia de coliformes totales y fecales en la red domiciliaria. La principal razón tiene origen en la ubicación de la captación, la cual se encuentra protegida y en áreas con ausencia de pastoreo y agricultura cercanos.

6.1.1.5 Junta Regional Mojanda Yanahurco- comunidad Inti Caluquí

La Junta Regional Mojanda Yanahurco abastece de agua potable a varias comunidades, una de ellas la comunidad Inti Caluquí, la captación de agua Diablo Pungo se encuentra a 3.764 msnm, en el ecosistema de páramo. Su abastecimiento de agua proviene de la vertiente Diablo Pungo.

Debido a su administración interna, esta comunidad realiza cloración de agua de forma permanente, mediante la compra y suministro de cloro en pastillas.

De acuerdo a los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

En la tabla 21. Se muestran el detalle de los parámetros analizados y comparados con la Norma de calidad de agua Ecuatoriana INEN 1108.

Tabla 21.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Mojanda Yanahurco.

Parámetro	Unidad	Captación	Tanque de Tratamiento	Red Domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	,,,	0.3	<0,01	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	13,00	<10	30,00	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<3	<3	<3	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció que hay valores bajos de cloro en la red de domiciliaria, lo cual no cumple el requerimiento de límite permisible según la Norma INEN 1108 para ser agua apta para consumo humano. La ausencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional Mojanda Yanahurco no maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro al

suministrar en el tanque de tratamiento, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia por parte del operador.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales evidenció que se encuentran en el límite permisible y el recuento de mesófilos muestra valores altos en la red domiciliaria, debido a la escasa presencia de cloro residual, la cual no es suficiente para contrarrestar la cantidad de microorganismos presentes.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales evidenció que los valores de coliformes totales se encuentran en el límite permisible de acuerdo a la Norma INEN 1108 y el recuento de mesófilos muestran valores altos en la red domiciliaria, debido a la escasa presencia de cloro residual, la cual no es suficiente para contrarrestar la cantidad de microorganismos presentes.

La presencia de valores de mesófilos y ausencia de coliformes en la captación en razón a la ubicación de la captación, la cual se encuentra protegida con cercos alambrados y puerta de ingreso, difícil acceso y ausencia de áreas de pastoreo y agricultura cercanas.

6.1.1.7 Junta Regional Espejo- comunidad Espejo

La Junta Regional Espejo abastece de agua potable a varias comunidades, una de ellas la comunidad Espejo, el abastecimiento del agua proviene de una fuente superficial directa sin captación, la comunidad redirige el recurso hídrico desde la Laguna de Mojanda perteneciente al circuito de Mojanda Fuya- Fuya. La laguna de Mojanda se encuentra a 3.736 msnm, en el ecosistema de páramo.

Debido a su administración interna, esta comunidad realiza cloración de agua de forma permanente, mediante la compra y suministro de cloro en pastillas.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

En la tabla 22. Se muestran el detalle de los parámetros analizados y comparados con la Norma de calidad de agua Ecuatoriana INEN 1108

Tabla 22.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Espejo.

Parámetro	Unidad	Captación	Tanque de Tratamiento	Red Domiciliaria	Limite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	,,,	0,09	0,21	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	<10	<10	<10	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<3	<3	<3	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció que hay datos de cloro en la red de domiciliaria pero en valor menor al límite permisible de la Norma INEN 1108, la ausencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional Espejo no maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro al suministrar en el tanque de tratamiento, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, El recuento de coliformes totales y mesófilos evidenció que los valores de coliformes totales y mesófilos se encuentran en el límite permisible en la red domiciliaria de acuerdo a la Norma INEN 1108.

La ausencia de mesófilos y coliformes en la captación tiene razón en la ubicación de la captación, que es un sector de difícil acceso en la época lluviosa, aunque es un lugar turístico y con presencia de comercio.

6.1.1.8 Junta Regional Carabuela- comunidad Carabuela

La Junta Regional Carabuela abastece de agua potable a varias comunidades, una de ellas la comunidad Carabuela, el abastecimiento del agua proviene de cuatro vertientes, Culimburo, Toro Pugyo, Rosas Pugyo y Gallo Pugyo. Para el análisis de la calidad del sistema de agua potable de esta regional se eligió a la captación de la vertiente Toro Pogyo.

Debido a su administración interna, esta comunidad realiza cloración de agua de forma permanente, mediante la compra y suministro de cloro en pastillas.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos-químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

En la tabla 23. Se muestran el detalle de los parámetros analizados y comparados con la Norma de calidad de agua Ecuatoriana INEN 1108.

Tabla 23.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Carabuela.

Parámetro	Unidad	Captación	Tanque de Tratamiento	Red Domiciliaria	Limite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	,,,,,	0,20	0,19	0.30-1.50
Hierro	mg/L (Fe)	0,12	0,03	0,00	< 0.30
Mohos y Levaduras	UFC/ml	20,00	0,00	0,00	0,00
Mesófilos	UFC/ml	20,00	3,00	10,00	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<3	<3	<3	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	Ausente	Ausente	Ausente	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció que hay datos de cloro residual en la red de domiciliaria pero en valor menor al límite permisible de acuerdo a la Norma INEN 11085. La ausencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional Carabuela no maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro al suministrar en el tanque de tratamiento, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia por parte del operador, además de la percepción de la comunidad que percibe al agua clorada como insípida y de sabor desagradable, además de no ser útil para la elaboración de queso (la leche se corta de forma inmediata en la elaboración de lácteos).

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, El recuento de coliformes totales y mesófilos evidenció que los valores de coliformes totales y mesófilos se encuentran en el límite permisible en la red domiciliaria. La fuente tiene valores de recuento de mohos y levadura, además de mesófilos, su disminución es a causa de la acción del cloro residual presente.

La ausencia de mesófilos y coliformes en la captación tiene razón en la ubicación, la cual se encuentra protegida con cercos alambrados y ausencia de áreas de pastoreo y agricultura cercanas.

6.1.1.9 Junta Regional Ilumàn- comunidad San José

La Junta Regional Ilumàn abastece de agua potable a varias comunidades, una de ellas la comunidad San José de Ilumàn, el abastecimiento del agua proviene de tres vertientes, Ángel Pamba, Rosas Puygo, Quinuc y San Juan Pogyo. Para el análisis de la calidad del sistema de agua potable de la esta regional se eligió a la captación de la vertiente San Juan Pogyo.

Debido a su administración interna, esta comunidad realiza cloración de agua de forma permanente, mediante la compra y suministro de cloro en pastillas.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos-químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros

físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

En la tabla 24. Se muestran el detalle de los parámetros analizados y comparados con la Norma de calidad de agua Ecuatoriana INEN 1108.

Tabla 24.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Ilumán.

Parámetro	Unidad	Captación	Tanque de Tratamiento	Red Domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	...	0,38	0,28	0.30-1.50
Mohos y Levaduras	UFC/ml	31,00	0,00	0,00	0
Mesófilos	UFC/MI	510,00	0,00	6,00	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<3	<3	<3	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció datos de cloro residual en la red de domiciliaria pero en valor menor al límite permisible de acuerdo a la Norma INEN 1108, el valor bajo de cloro residual se debe a que la Junta Regional Ilumán no maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro al suministrar en el tanque de tratamiento, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia por parte del operador del sistema.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales y mesófilos evidencio que los valores de coliformes totales y mesófilos se encuentran en el límite permisible en la red domiciliaria. La captación tiene valores de recuento de mohos y levadura, además de mesófilos, su disminución es a causa de la acción del cloro residual presente.

6.1.1.10 Junta Regional La Bolsa- comunidad La Bolsa.

La Junta Regional La Bolsa abastece de agua potable a la comunidad La Bolsa, el abastecimiento del agua provienen de una sola vertiente Solar Pogyo.

Debido a su administración interna, esta comunidad realiza cloración de agua de forma permanente, mediante la compra y suministro de cloro en pastillas.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

En la tabla 25. Se muestran el detalle de los parámetros analizados y comparados con la Norma de calidad de agua Ecuatoriana INEN 1108.

Tabla 25.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional La Bolsa

Parámetro	Unidad	Captación	Red Domiciliaria	Limite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	,,,	,,,	0.30-1.50
Mohos y Levaduras	UFC/ml	27,00	9,00	0
Mesófilos	UFC/MI	2000	1070	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<3	<3	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció que no hay datos de cloro residual en la red de domiciliaria, lo cual no cumple el requerimiento de acuerdo a la Norma INEN 1108. La ausencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional La Bolsa no utiliza cloro en el tanque de tratamiento, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia, además de limitantes económicos y administrativos.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales y mesófilos evidenció que los valores de coliformes totales y mesófilos se encuentran en el límite permisible en la red domiciliaria.

La fuente tiene valores de recuento de mohos y levadura, además de mesófilos, su poca disminución hasta la red domiciliaria es a causa de su adherencia en partes del sistema; además los valores altos de mohos y levadura, y mesófilos en la red domiciliaria denota peligro para la salud de la comunidad que ingiere el líquido vital, con la posibilidad de generar fuertes problemas estomacales e intestinales.

6.1.1.11 Junta Regional Sumak Yaku- comunidad Trujaloma

La Junta Regional Sumak Yaku abastece de agua potable a varias comunidades, una de ellas es la comunidad Trujaloma. El abastecimiento del agua proviene de una fuente superficial, del Lago San Pablo que mediante el afloramiento de un ojo de agua, del cual reconducen el agua hacia el sistema hídrico.

Debido a su administración interna, esta comunidad realiza cloración de agua de forma permanente, mediante la compra y suministro de cloro en pastillas.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos-químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían con los límites permisibles como hierro y turbidez.

En la tabla 26. Se muestran el detalle de los parámetros analizados y comparados con la Norma de calidad de agua Ecuatoriana INEN 1108.

Tabla 26.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Ilumàn.

Parámetro	Unidad	Red Domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	0,32	0.30-1.50
Mohos y Levaduras	UFC/ml	0,00	0

Mesófilos	UFC/MI	0	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<3	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	AUSENTE	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció que hay presencia de cloro residual en la red de domiciliaria, con valor dentro de los límites permisibles, lo cual cumple el requerimiento mínimo para ser agua de consumo humano, el valor adecuado de cloro residual se debe a que la Junta Regional Sumak Yaku maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro al suministrar en el tanque de tratamiento, una de las razones es la organización administrativa y comunitaria de la gestión del agua potable.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, se evidenció que los valores de coliformes totales y mesófilos se encuentran en el límite permisible en la red domiciliaria.

6.1.2 Resultados de las muestras de la época seca

La segunda campaña de monitoreo de calidad de agua se realizó en la época seca, la cual tuvo lugar en los meses de septiembre y octubre, se tomó tres muestras representativas en las tres diferentes unidades del sistema hídrico de agua potable, captación, tanque de tratamiento y red domiciliaria (*Ver Anexo 7. Resultados de Laboratorio*).

A continuación se detalla los resultados de los principales parámetros físicos, químicos y microbiológicos, como cloro residual, coliformes totales, coliformes fecales y mesófilos de acuerdo a los parámetros de calidad que debe cumplir el agua potable según establece la Norma Ecuatoriana INEN 1108. A demás se analizó otros parámetros que superaron el límite permisible de la Norma INEN 1108, como mohos y levaduras, turbiedad y hierro.

6.1.2.1 Junta Regional Ibarra- comunidad El Abra

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos-químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplen los límites permisibles como hierro y turbidez.

Tabla 27.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Ibarra.

Parámetro	Unidad	Captación	Red Domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	,,,	<0,01	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	20,00	< 10	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	< 2	< 2	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	< 2	< 2	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció datos cloro en la red domiciliaria pero en valores inferiores al límite permisible de acuerdo a la Norma INEN 1108. La ausencia de cloro residual se debe a que en la Junta Regional Ibarra no se ha clorado, una de las razones es la falta de recursos económicos y el desinterés de las autoridades de la Junta Regional de Agua para la adquisición de cloro gas.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible. El recuento de mesófilos y coliformes totales muestran datos bajos al límite permisible, a pesar de la ausencia de desinfección del agua. El recuento de coliformes fecales demuestra su presencia, la cual disminuye la calidad de agua para consumo humano, debido a que los coliformes fecales son bacterias causantes de enfermedades estomacales.

La principal razón de la evidencia de parámetros microorgánicos se debe al retiro de protección de la captación en el Cerro Imbabura, que permite que ganado bravo de páramo ingrese a abastecerse de agua.

6.1.2.2 Junta Regional San Rafael-comunidad Tocagón.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos-químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

Tabla 28.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional San Rafael.

Parámetro	Unidad	Captación	Tanque de Tratamiento	Red Domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	<0,01	<0,01	<0,01	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	200	10	120	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	6	<2	<2	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	2	<2	<2	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció que hay datos de cloro en la red domiciliaria que se encuentran bajo el límite permisible de acuerdo a la Norma INEN 1108. La ausencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional San Rafael no maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales y mesófilos evidencio que existen valores bajos de coliformes totales y altos de mesófilos, pero que disminuyen no de manera significativa hasta la red domiciliaria, debido a la poca cantidad de cloro residual.

Los coliformes fecales, bajan la calidad de agua para consumo humano, debido a que son bacterias causantes de enfermedades estomacales. La presencia de coliformes fecales en la captación tiene razón en la ubicación de la captación de la vertiente, la cual se encuentra cercana a áreas de pastoreo y agricultura.

6.1.2.4 Junta Regional Tabacundo- comunidad San José Alto.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

Tabla 29.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Tabacundo.

Parámetro	Unidad	Captación	Tanque de Tratamiento	Red Domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	<0,01	<0,01	<0,01	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	20,00	40,00	70,00	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<2	3,00	4,00	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	<2	<2	<2	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidencia datos de presencia de cloro en la red de domiciliaria, que se encuentra bajo el límite permisible de acuerdo a la Norma INEN 1108. La baja presencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional Tabacundo meses antes de la campaña de muestreo de la época seca no se cloraba por problemas económicos, lo cual no le permitió suministrarlo.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales evidencio que existen valores altos en todas las

estructuras del sistema, debido a la adecuación tardía de las conexiones que se habían realizado con materiales auxiliares como telas, fundas plásticas.

Los coliformes fecales, bajan la calidad de agua para consumo humano, debido a que son bacterias causantes de enfermedades estomacales. La presencia de coliformes fecales en la captación tiene razón a que los terrenos aledaños en el páramo es área de ubicación de ganado bravo y que un día antes de la toma de muestra había llovido torrencialmente, razón por la cual gran cantidad de material y compuestos fueron arrastrados hacia los cursos de agua de abastecimiento, y con la ausencia de estructuras filtrantes previas el agua llega en las mismas condiciones a las red domiciliaria.

6.1.2.5 Junta Regional El Angla-comunidad El Angla.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

Tabla 30.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional El Angla

Parámetro	Unidad	Captación	Tanque de tratamiento	Red domiciliaria	Limite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	<0,01	<0,01	0.30-1.50
Hierro	mg/L (Fe)	<0,01	0,67	0,60	< 0.30
Mesófilos	UFC/MI	40,00	160,00	170,00	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	3,00	5,00	9,00	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	<2	<2	<2	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció datos de presencia de cloro en la red de domiciliaria, en valores bajos al límite permisible de acuerdo a la Norma INEN 1108. La ausencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional El Angla no maneja una cantidad adecuada y estándar

de cloro, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia.

Se evidencia presencia de hierro, el cual es un factor de reducción de la cantidad de cloro, el hierro reacciona con el cloro aumentando la demanda de éste, y, una vez oxidados, contribuyen a aumentar la turbiedad del agua.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible. El recuento de coliformes totales y mesófilos evidenció que los valores de coliformes totales y de mesófilos se encuentran sobre el límite permisible en todo el sistema hasta la red domiciliaria, debido a la escasa presencia de cloro residual.

Los coliformes fecales, bajan la calidad de agua para consumo humano, debido a que son bacterias causantes de enfermedades estomacales. La presencia de coliformes fecales en la captación tiene razón a que la captación se encuentra en la ladera del cerro San Francisco 1 y cuando existen temporales de lluvia o lluvia ocasional, arrastra todo tipo de elemento y compuesto filtrado en el suelo y conducido hasta la captación San Francisco 1.

6.1.2.6 Junta Regional Mojanda Yanahurco- comunidad Inti Caluquí.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

Tabla 31.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Mojanda Yanahurco.

Parámetro	Unidad	Captación	Tanque de tratamiento	Red domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	,,,,	<0,01	<0,01	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	20,00	50,00	40,00	< 10

Coliformes Totales	NMP/100mL	<2	<2	2,00	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	<2	<2	<2	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció que no hay datos de presencia de cloro en la red domiciliaria, en valores inferiores al límite permisible de acuerdo a la Norma INEN 1108. La ausencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional Mojanda Yanahurco no maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro al suministrar en el tanque de tratamiento, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales y mesófilos evidenció valores bajos de coliformes totales que se encuentran en el límite permisible y la de mesófilos alta en la red domiciliaria, debido a la escasa presencia de cloro residual, la cual no es suficiente para contrarrestar la cantidad de microorganismos presentes y debido al deterioro de las conexiones, que cuando existen fugas éstas son solucionadas con materiales que están a la mano como telas, fundas plásticas.

Los coliformes fecales, bajan la calidad de agua para consumo humano, debido a que son bacterias causantes de enfermedades estomacales. La presencia de coliformes fecales en la captación tiene razón a que la captación se encuentra en la parte baja del de la fuente Diablo Pungo y cuando existen temporales de lluvia o lluvia ocasional, arrastra todo tipo de elementos y compuestos.

6.1.2.7 Junta Regional Espejo-comunidad Espejo

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

Tabla 32.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Espejo.

Parámetro	Unidad	Captación	Red domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	,,,	,,	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	11,00	<10	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<2	<2	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	<2	<2	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció que datos de presencia de cloro en la red de domiciliaria pero en valor menor al límite permisible de acuerdo a la Norma INEN 1108. La ausencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional Espejo no maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro al suministrar en el tanque de tratamiento, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales y mesófilos evidenció que los valores de coliformes totales y mesófilos se encuentran en el límite permisible en la red domiciliaria, debido a que desde las fuentes hay presencia de microorganismos, la fuente de abastecimiento se ubica en el circuito de las Lagunas de Mojanda, que es un sector turístico y que en época seca es más visitado debido a las condiciones climáticas.

Los coliformes fecales, bajan la calidad de agua para consumo humano, debido a que son bacterias causantes de enfermedades estomacales. La presencia de coliformes fecales en la captación que se encuentra en la misma fuente, Laguna de Mojanda circuito Fuya-Fuya, en esta hay presencia de turistas y venta de alimentos, además del ingreso de mascotas y medios de transporte como caballos.

6.1.2.8 Junta Regional Carabuela- comunidad Carabuela.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos-químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros

físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez.

Tabla 33.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Carabuela

Parámetro	Unidad	Captación	Tanque de tratamiento	Red domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	<0,01	0,15	0,03	0.30-1.50
Hierro	mg/L (Fe)	0,24	0,19	0,27	< 0.30
Mohos y Levaduras	UFC/ml	20,00	0,00	0,00	0,00
Mesófilos	UFC/MI	60,00	<10	<10	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	60,00	<2	<2	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	<2	<2	<2	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció datos de presencia de cloro residual en la red de domiciliaria, pero en valor menor al límite permisible. La ausencia de cloro residual se debe a que la Junta Regional Carabuela no maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro al suministrar en el tanque de tratamiento, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia, además de la percepción de la comunidad que manifiesta que el agua clorada es insípida y de sabor desagradable.

Se evidencia presencia de hierro, el cual es un factor de reducción de la cantidad de cloro, el hierro reacciona con el cloro aumentando la demanda de éste, y, una vez oxidados, contribuyen a aumentar la turbiedad del agua.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales y mesófilos evidenció que los valores de coliformes totales y mesófilos se encuentran en el límite permisible en la red domiciliaria. La

fuente tiene valores de presencia de mohos y levadura, además de mesófilos, su disminución es a causa de la acción del cloro residual presente.

Los coliformes fecales, bajan la calidad de agua para consumo humano, debido a que son bacterias causantes de enfermedades estomacales. La presencia de coliformes fecales en la captación Toro Pogyo, es debido a la falta de protección de fuentes y captaciones, ésta no se encuentra con estructuras de seguridad que impidan el acceso de personas y animales de tamaño grande como ganado bobino y ovino.

6.1.2.9 Junta Regional Ilumàn-comunidad San José de Ilumán.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez

Tabla 34.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Ilumàn.

Parámetro	Unidad	Captación	Tanque de tratamiento	Red domiciliaria	Limite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	,,,,	0,23	0,17	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	12,00	<2	<10	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	11,00	<2	<2	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	<2	<2	<2	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció que hay datos de cloro residual en la red de domiciliaria pero en valor menor al límite permisible de acuerdo a la Norma INEN 1108. El valor bajo de cloro residual se debe a que la Junta Regional Ilumàn no maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro al suministrar en el tanque de tratamiento, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia..

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales y mesófilos evidenció que los valores de coliformes totales y mesófilos se encuentran en el límite permisible en la red domiciliaria. La captación tiene valores de presencia de mesófilos y coliformes totales, su disminución es a causa de la acción del cloro residual presente.

Los coliformes fecales, bajan la calidad de agua para consumo humano, debido a que son bacterias causantes de enfermedades estomacales. La presencia de coliformes fecales en la captación Juan Pogyo, es debido a la falta de protección de fuentes y captaciones, ésta no se encuentra con estructuras de seguridad que impidan el acceso de personas, animales de tamaño grande como ganado.

6.1.2.10 Junta Regional La Bolsa

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplían los límites permisibles como hierro y turbidez

Tabla 35.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional La Bolsa.

Parámetro	Unidad	Captación	Red domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	,,,	<0,01	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	20	11	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<2	<2	< 3
Coliformes Fecales	N.A.	<2	<2	AUSENCIA

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidenció datos de cloro residual en la red de domiciliaria, en valores menores al límite permisible de acuerdo a la Norma INEN 110. La ausencia de cloro residual se

debe a que la Junta Regional La Bolsa no utiliza cloro en el tanque de tratamiento, una de las razones es la falta de conocimiento de la demanda de cloro, la dosis, y tiempo de permanencia, además de limitantes económicos y administrativos e ideología de la comunidad.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales y mesófilos evidenció que los valores de coliformes totales se encuentran en el límite permisible en la red domiciliaria, mientras los valores de mesófilos sobrepasan la normativa. La fuente tiene valores de presencia de mesófilos, coliformes totales y fecales, su poca disminución hasta la red domiciliaria es a causa de la demanda de cloro, que no está atendida.

Los coliformes fecales, bajan la calidad de agua para consumo humano, debido a que son bacterias causantes de enfermedades estomacales. La presencia de coliformes fecales en la captación Solar Pogyo, es debido a la falta de protección de fuentes y captaciones, ésta no se encuentra con estructuras de seguridad que impidan el acceso de animales de tamaño grande como ganado.

6.1.2.11 Junta Regional Sumak Yaku-comunidad Trujaloma.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos-químicos y microbiológicos obtenidos y a la comparación con la Norma INEN 1108, se escogió los parámetros físicos, químicos y microbiológicos principales como cloro residual, coliformes totales, mesófilos y coliformes fecales, además de otros parámetros que no cumplieran los límites permisibles como hierro y turbidez

Tabla 36.

Parámetros comparados con la Norma INEN 1108 Junta Regional Ilumàn

Parámetro	Unidad	Red domiciliaria	Límite permisible
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	0,05	0.30-1.50
Mesófilos	UFC/MI	<10	< 10
Coliformes Totales	NMP/100mL	<2	< 3

Coliformes Fecales	N.A.	<2	AUSENCIA
--------------------	------	----	----------

Nota. Datos obtenidos de resultados de Laboratorio de suelo y agua UPS sede Cayambe.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

El cloro es utilizado en la técnica de cloración para desinfección del agua, se evidencio datos de cloro residual en la red de domiciliaria, con valor mínimo al límite permisible de acuerdo a la Norma INEN 1108. La disminución de cloro residual se debe al tiempo de contacto que es otro factor importante a tener en cuenta, ya que durante este tiempo tienen lugar las reacciones entre el cloro y el agua y las sustancias en ella presentes.

El tiempo de contacto mínimo suficiente para una cloración eficaz es, a su vez, función de la temperatura, pH, concentración y naturaleza de los organismos y sustancias presentes en el agua, así como de la concentración y estado en que se halle el cloro. Como mínimo, el tiempo de contacto debe ser de diez a quince minutos.

La Junta Regional Sumak Yaku maneja una cantidad adecuada y estándar de cloro al suministrar en el tanque de tratamiento, una de las razones es la organización administrativa y comunitaria de la gestión del agua potable, pero al cambio de época a verano el tiempo de retención del cloro fue mayor a causa del almacenamiento de agua.

Los coliformes totales son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no presentan peligro para la salud en cantidades menores al límite permisible, el recuento de coliformes totales y mesófilos evidenció que los valores de coliformes totales y mesófilos se encuentran en el límite permisible en la red domiciliaria. Con presencia de Coliformes fecales, productos de alteraciones en las conexiones que comunican el tanque de tratamiento con las diferentes redes domiciliarias, las cuales cruzan por terrenos donde existe agricultura y pastoreo.

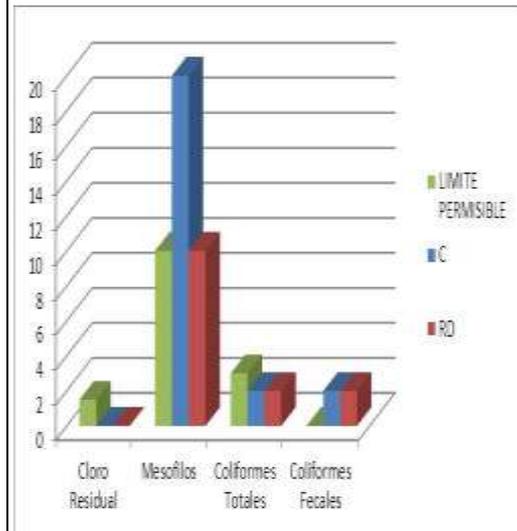
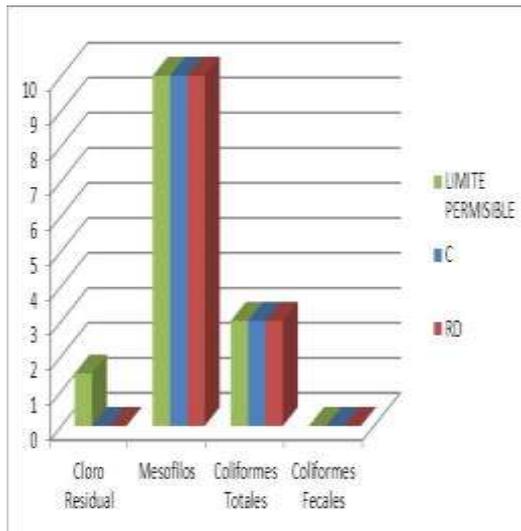
Los resultados gráficos de los parámetros analizados en la captación (C), tanque de tratamiento (TTR) y red domiciliaria (RD) y la comparación con el límite permisible (norma INEN 1108) de las diez Juntas Regionales en las dos campañas de monitoreo, época lluviosa y época seca se detallan a continuación en la figura 11.

Comparación de variabilidad de parámetros físicos químicos y microbiológicos analizados en época lluviosa y época seca.

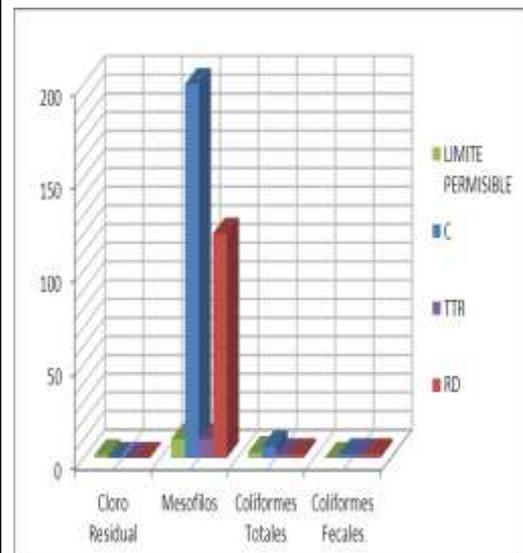
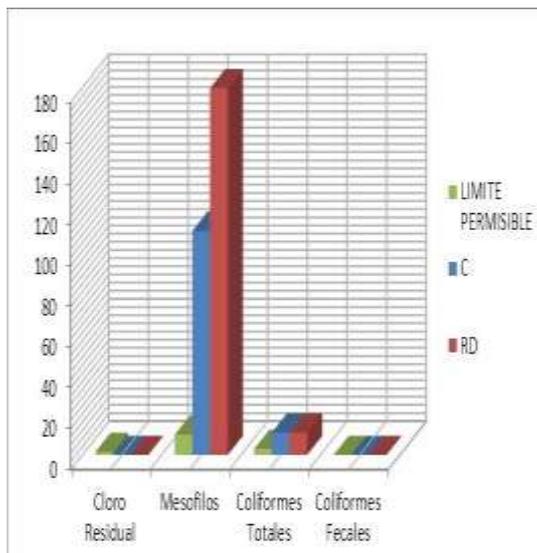
Época lluviosa

Época seca

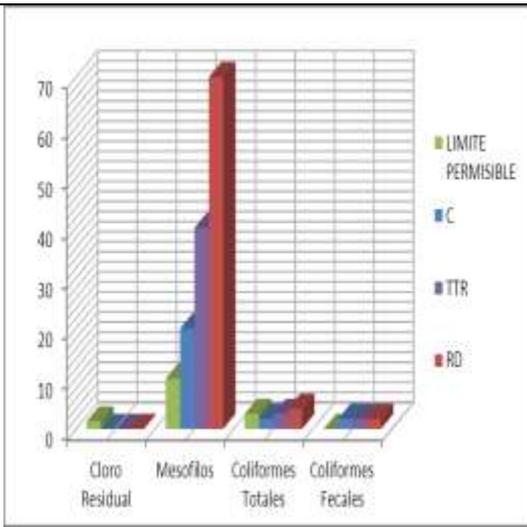
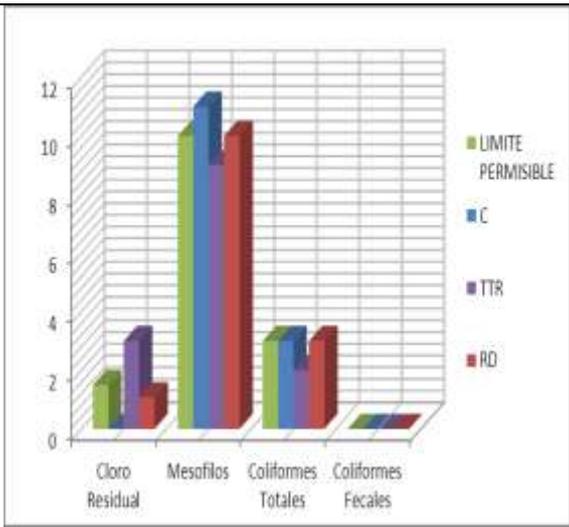
Junta regional de agua Ibarra



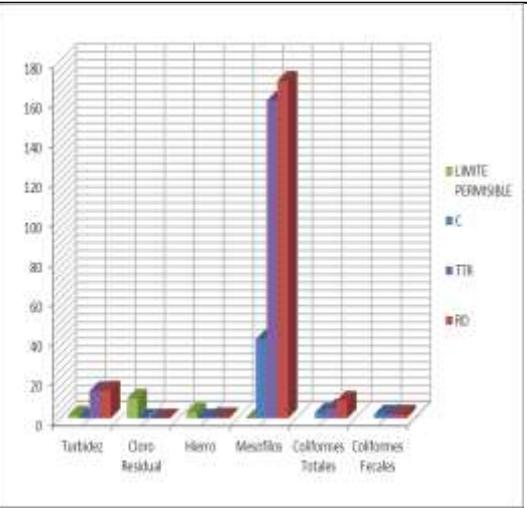
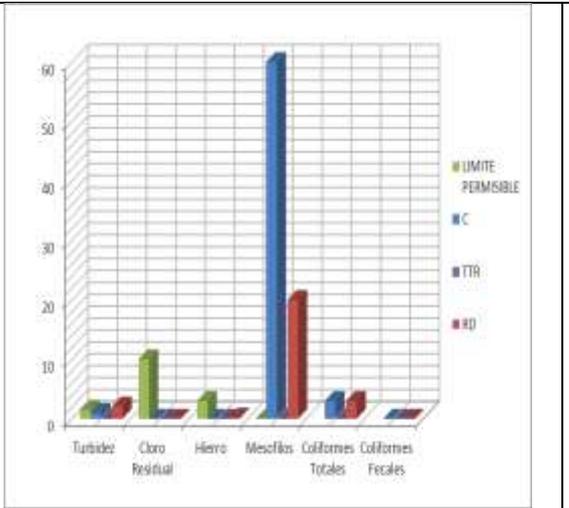
Junta regional de agua San Rafael



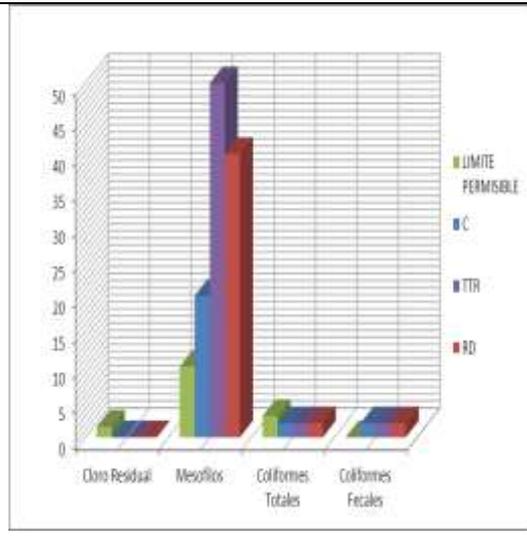
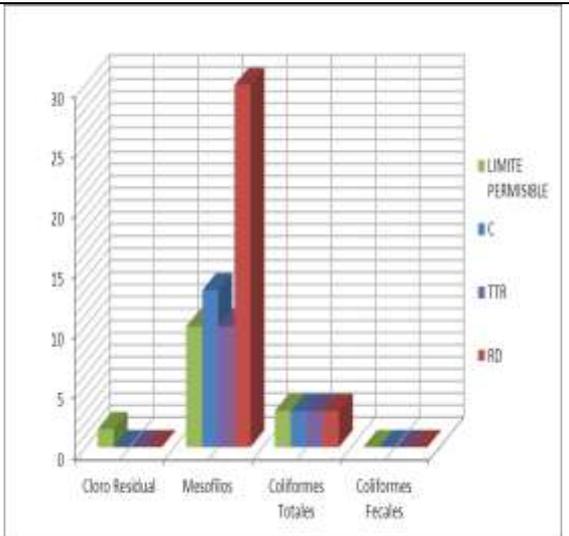
Junta regional de agua Tabacundo



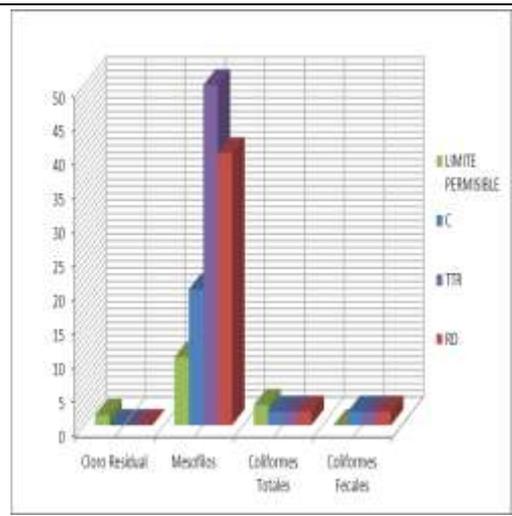
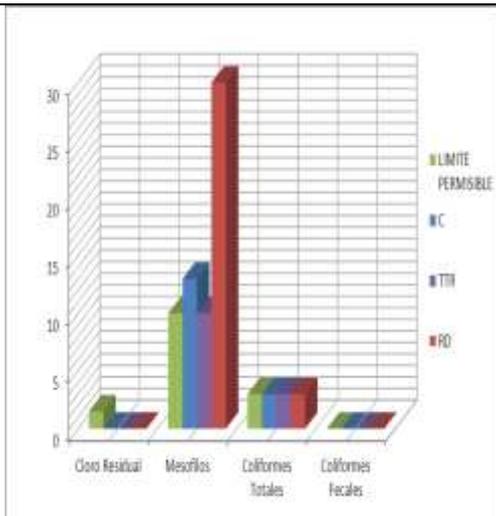
Junta regional de agua El Angla



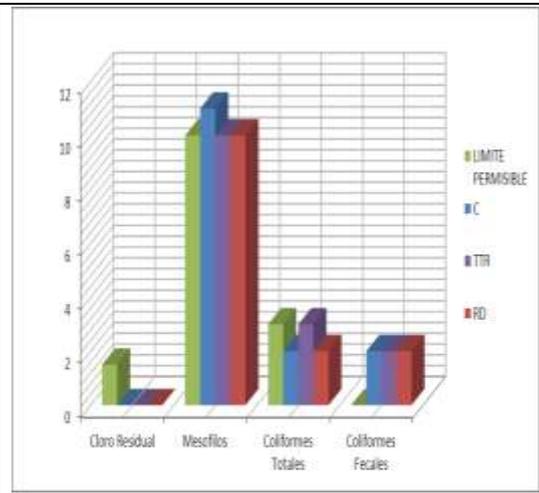
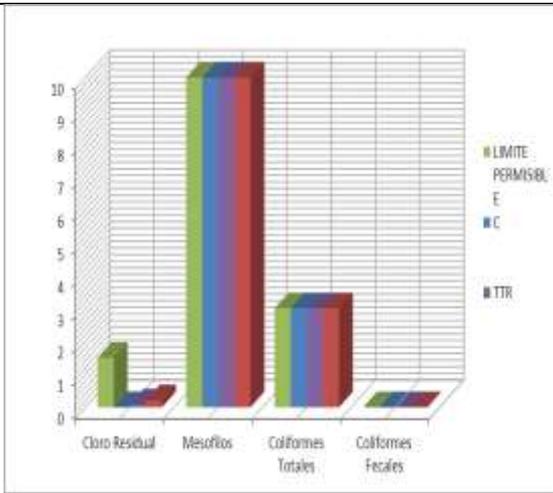
Junta regional de agua Caluqui



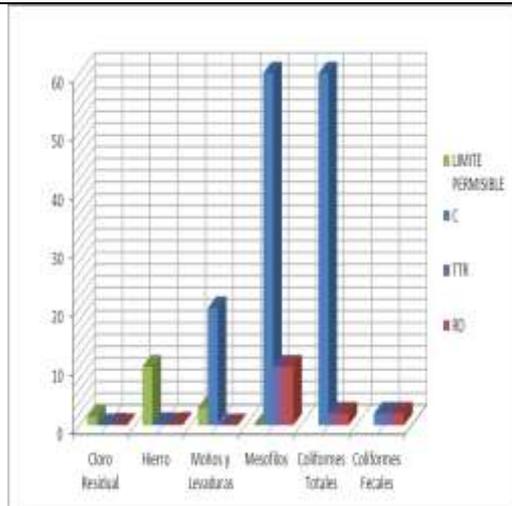
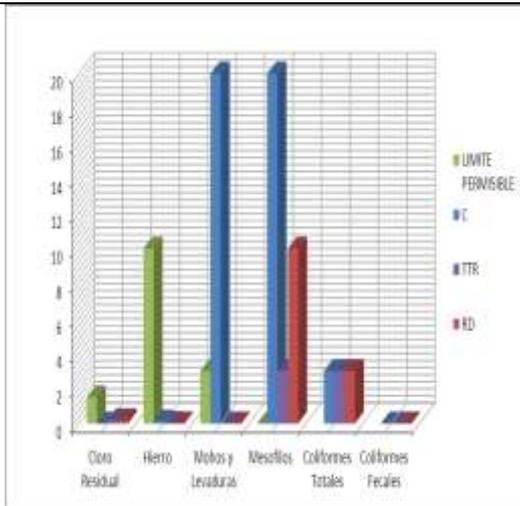
Junta regional de agua Caluqui



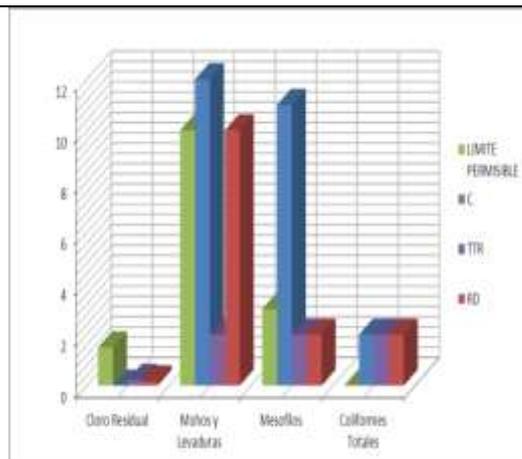
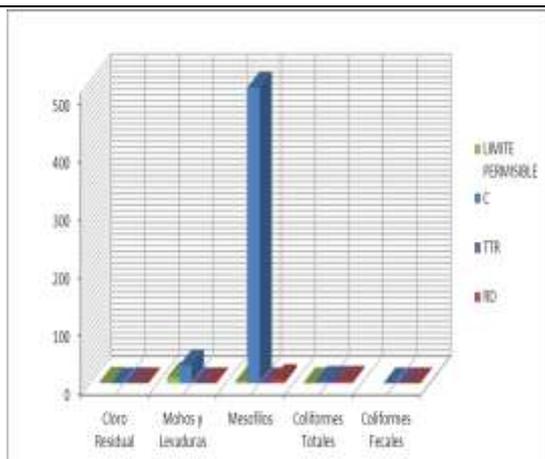
Junta regional de agua Espejo



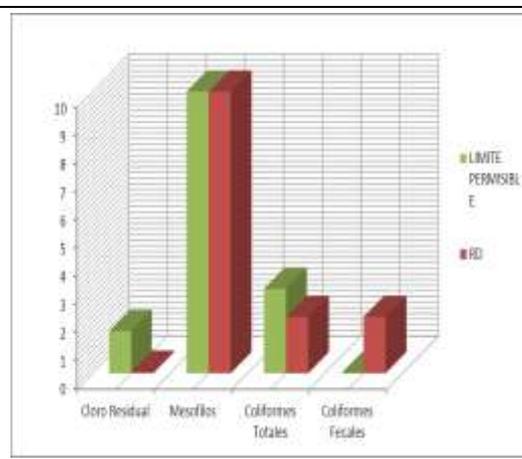
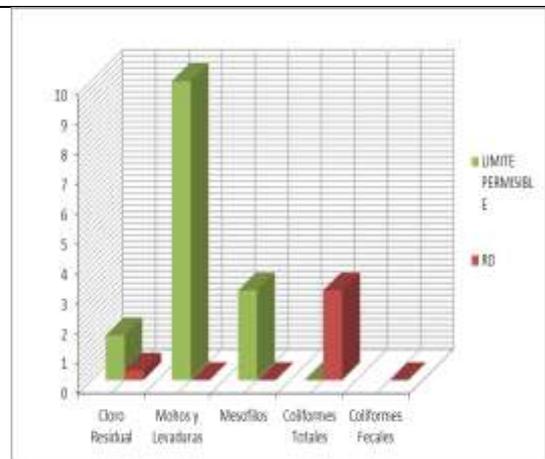
Junta regional de agua Carabuela



Junta regional de agua Ilumàn



Junta regional de agua Sumak Yaku



Junta regional de agua La Bolsa

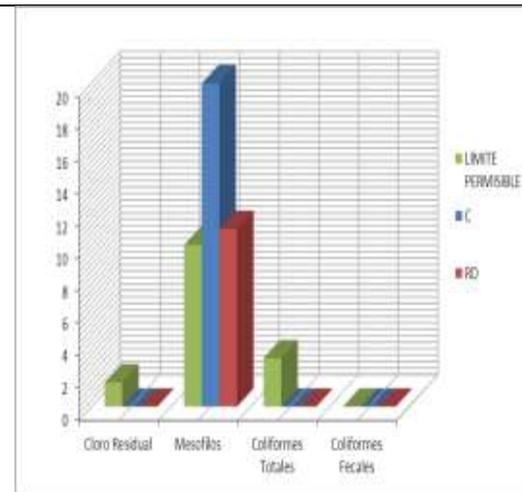
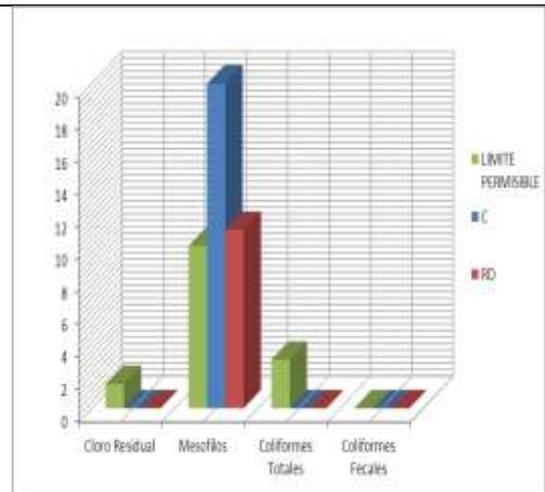


Figura 11. Comparación de los parámetros analizados en las dos campañas de muestreo.
Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

6.2 Resultados campaña de monitoreo de caudales.

La campaña de monitoreo de caudales o disponibilidad de agua en las diez Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo Imbabura, se desarrolló en dos épocas, la época lluviosa realizada en los meses de marzo y abril, y la segunda campaña en la época lluviosa realizada en los meses de septiembre y octubre.

La medición de caudal se realizó en las estructuras de los tanques de tratamiento, tanque de recolección según el caso. La campaña de monitoreo de caudales, cumplió con el objetivo de conocer los caudales que disponen cada una de las diez Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo-Imbabura.

A continuación en la tabla 37, se detalla los resultados obtenidos de los caudales de las diez Juntas Regionales de Agua Potable.

Tabla 37.

Datos de caudal de las diez Juntas Regionales de Agua Potable.

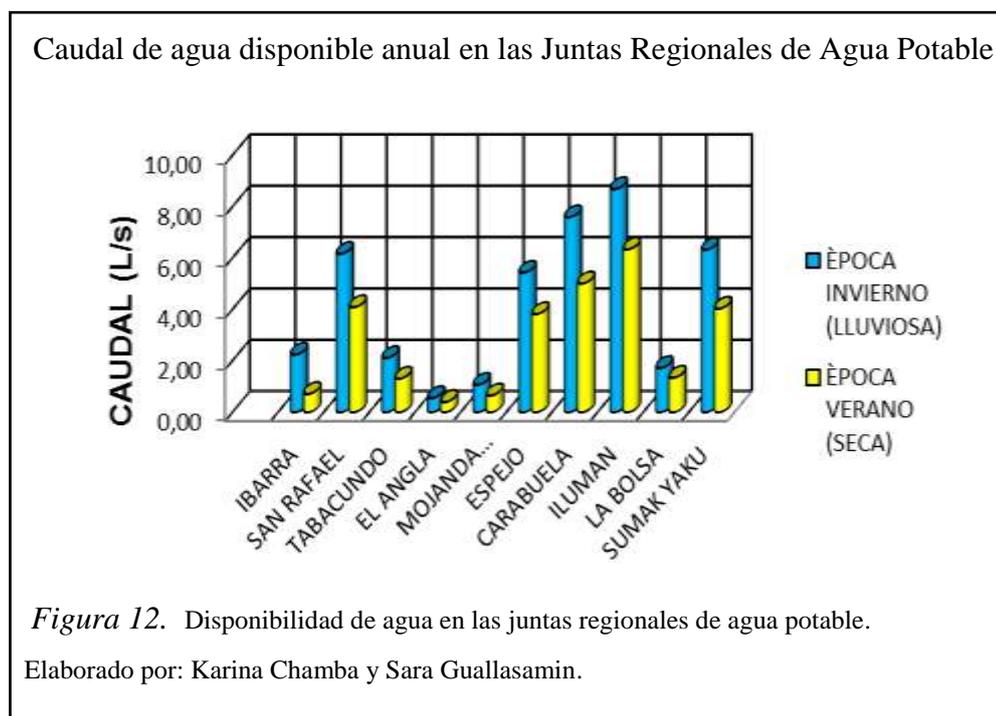
Junta Regional de agua potable	Comunidad	Época invierno (lluviosa)	Época verano (seca)	Caudal anual total (L/s)
IBARRA	El Abra	2,2381	0,7046	1,4714
SAN RAFAEL	Tocagon	6,1622	4,0839	5,1230
TABACUNDO	San José Alto	2,1045	1,2998	1,7021
EL ANGLA	El Angla	0,5461	0,3905	0,4683
MOJANDA YANAHURCO	Inti Caluqui	1,0611	0,6431	0,8521
ESPEJO	Espejo	5,4289	3,8168	4,6228
CARABUELA	Carabuela	7,5866	5,0050	6,2958
ILUMAN	San José de Ilumàn	8,6827	6,3401	7,5114
LA BOLSA	La Bolsa	1,7143	1,3361	1,5252
SUMAK YAKU	Trujaloma	6,3250	4,0230	5,1740

Nota. Datos obtenidos en la fase de campo de medición de caudales, método volumétrico.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

Es importante acotar que las diez Juntas Regionales de Agua Potable consideradas en este estudio tienen el servicio de agua continuo, sin ningún tipo de restricción de horarios o frecuencias.

De acuerdo a la Figura 12 la disponibilidad de agua a partir de los datos de caudales medidos, las Juntas Regionales de San Rafael, Espejo, Carabuela, Ilumàn y Sumak Yaku se encuentran en suministros altos de caudales en comparación a las otras regionales, que oscilan de 5 a 7 litros por segundo.



6.3 Calidad de agua para consumo humano en las juntas regionales de agua potable Pesillo- Imbabura.

Los resultados de agua obtenidos para las diez Juntas Regionales de Agua Potable pertenecientes a la zona Pesillo-Imbabura, se las agrupó y catalogó de acuerdo a la percepción de las presentes autoras, de acuerdo al cumplimiento de los requisitos de la Norma INEN 1108, el cumplimiento del límite permisible en la red domiciliaria de seis parámetros: cloro residual, mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales mohos y levaduras, turbidez y hierro.

Con la finalidad de poder clasificar a las diez Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo–Imbabura, se realizó la evaluación de seis parámetros, realizando una ponderación de en relación al cumplimiento de cada parámetro con los límites permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana de calidad de agua potable INEN 1108. Obteniendo el porcentaje de cumplimiento en cada una de las diez Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo – Imbabura.

De acuerdo a la tabla 38 se obtuvo que la calidad de agua está ligada al cumplimiento de los límites permisibles que aseguran la calidad de agua potable para el consumo humano, de acuerdo a los lineamientos de la Norma Ecuatoriana INEN 1108.

Tabla 38.

Cumplimiento de parámetros de consumo de agua potable de las Juntas Regionales de Agua Potable del área Pesillo- Imbabura.

Juntas regionales de agua potable	Comunidad	% cumplimiento de norma INEN 1108
IBARRA	El Abra	75,00%
SAN RAFAEL	San Rafael Tocagon	50,00%
TABACUNDO	San José Alto	58,33%
EL ANGLA	El Angla	58,33%
MOJANDA YANAHURCO	Inti Caluqui	33,33%
ESPEJO	Espejo	50,00%
CARABUELA	Carabuela	66,67%
ILUMAN	San José de Ilumàn	75,00%
LA BOLSA	La Bolsa	58,33%
SUMAK YAKU	Trujaloma	83,33%

Nota. Datos porcentuales de cumplimiento con los parámetros de la Norma INEN 1108.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

Los porcentajes de cumplimiento demuestran que ninguna de las diez Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo Imbabura cumple con los parámetros de calidad. Siendo la Regional Mojanda Yanahurco con un porcentaje de 33.33% la que dispone la inferior calidad de agua y la Regional Sumak Yaku como la de mejor calidad de agua con un porcentaje de 83.33% como se puede evidenciar en la figura 13.

Cumplimiento porcentual de calidad de agua en las diez Juntas Regionales de agua potable Pesillo-Imbabura.

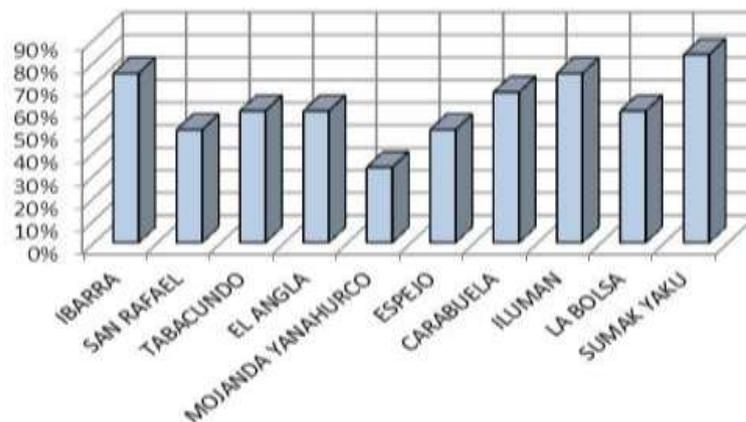


Figura 13. Porcentaje de cumplimiento de calidad de agua de las diez Juntas Regionales de Agua Potable.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

Las Juntas Regionales de Agua Potable no cumplen los parámetros de calidad, debido a que nueve de las diez Juntas Regionales de Agua Potable presentan valores de coliformes fecales en la época seca, aunque el agua residual (debido a la presencia de actividad ganadera en las cuencas hidrológicas) siempre se encuentra ingresando al sistema natural aguas arriba hasta la captación, el problema de la disminución de calidad en la época seca o de verano se debe a que el caudal disminuye y la dilución de los componentes y la materia orgánica no es completa. Es necesario incorporar planes de manejo de cuencas aguas arriba, con la finalidad de proteger las fuentes y captaciones de agua.

Otra razón es que el suministro de cloro en los tanques de tratamiento no es frecuente, debido al poco caudal que presentan. La disminución de la calidad de agua en la época seca, tiene causa también a la prolongada permanencia del cloro en los tanques de tratamiento, por más de quince minutos (necesarios) para su acción. Por esta razón el cloro termina oxidándose a causa de la presencia de hierro, manganeso y sulfatos, disminuyendo su capacidad desinfectante.

Las Juntas Regionales disponen de una estructura administrativa, social y económica propia, razón por la cual no todos los sistemas hídricos cumplen con el

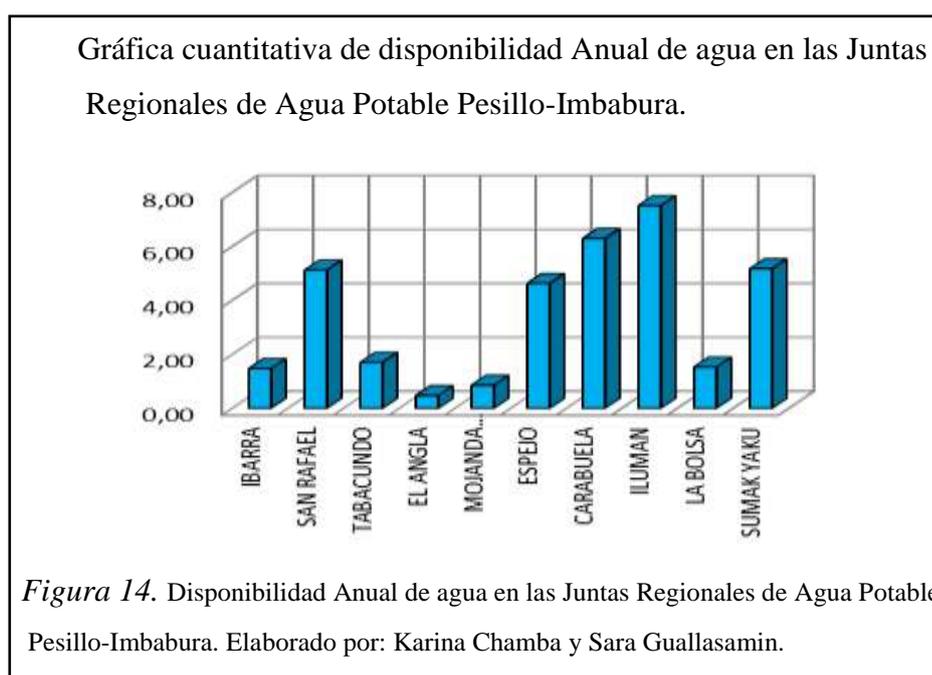
funcionamiento y operación de sus unidades. La unificación de uno modelo general de gestión social para los sistemas comunitarios de agua potable, ayudarían a las Juntas Regionales a su organización, administración y control integral.

Los datos fueron ponderados para las dos campañas de monitoreo y se evaluó los seis parámetros (Ver Anexo 8. Porcentaje de cumplimiento de calidad de agua Norma INEN 1108).

6.4 Disponibilidad de agua para consumo humano en las juntas regionales de agua potable Pesillo-Imbabura.

La disponibilidad de agua en el análisis de las diez Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo-Imbabura, no sobrepasan los 9 (L/s) en la época lluviosa y en la época seca se mantiene hasta los 7 (L/s). Una de las razones fundamentales para su bajo caudal y abastecimiento es el número de fuentes que las abastece. A continuación se muestra el tipo de fuente de abastecimiento de las diez Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo – Imbabura.

La figura 14 muestra que Regionales como el Angla, Mojanda Yanahurco, Ibarra, El Abra y La Bolsa sufren de problemas de abastecimiento de agua en el cambio de época lluviosa a seca.



La tabla 39 describe el tipo de abastecimiento, caracterizando y contabilizando, si es vertiente o fuente superficial.

Tabla 39.

Tipo y número de fuentes de abastecimiento de agua en las Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo – Imbabura.

Junta regional de agua potable	Comunidad	Lago o laguna	No. Vertientes
IBARRA	El Abra	-	1
SAN RAFAEL	Tocagón	-	5
TABACUNDO	San José Alto	-	3
EL ANGLA	San Francisco 1	-	1
MOJANDA YANAHURCO	Inti Caluquí	-	1
ESPEJO	Espejo	Laguna de Mojanda	-
CARABUELA	Carabuela	-	4
ILUMAN	San José de Ilumán	-	3
LA BOLSA	La Bolsa	-	1
SUMAK YAKU	Trujaloma	Lago San Pablo (ojo de agua)	-

Nota. Datos levantados en campo.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

De acuerdo a este parámetro importante se relacionó la disponibilidad de agua con el número o tipo de fuente de abastecimiento.

La Junta Regional con menor caudal o disponibilidad de agua es El Angla con 0,4683 L/s, que cuenta con una sola fuente de abastecimiento, la vertiente de San Francisco1; caso opuesto presenta la Junta Regional Carabuela que dispone de un caudal de 6.2958 L/s y que cuenta con el abastecimiento de cuatro vertientes.

La dotación de agua obtenida según el número de beneficiarios de cada comunidad de las diez Juntas Regionales de agua potable, señala que la Junta Regional Ilumán posee una dotación de 81,123 L/hab/día, siendo esta la menor de las diez Juntas,

mientras que la mayor dotación de agua posee la Junta Regional San Rafael con 1.264,661 L/hab/día.

En base a los datos de dotación de agua obtenidos, se calculó el requerimiento hídrico anual y el desabastecimiento hídrico para cada una de las comunidades de las Juntas Regionales. La tabla 40 indica el requerimiento hídrico (L/s) necesarios para cada comunidad, con el fin de satisfacer la demanda de uso de los usuarios. Los valores desabastecimiento hídrico (L/s) muestran las comunidades que tendrían problemas de dotación de agua, como es el caso de la Regional Mojanda Yanahurco que tendría un desabastecimiento de 0,44L/s.

Tabla 40.

Datos de dotación de agua, requerimiento hídrico y desabastecimiento en las diez Juntas Regionales Pesillo-Imbabura.

Junta regional de agua	Comunidad	Beneficiarios totales	Dotación de agua total L/hab/día	Requerimiento hídrico anual (L/s)	Desabastecimiento hídrico (L/s)
IBARRA	El Abra	560	227,008	0,486	-0,985
SAN RAFAEL	San Rafael Tocagón	350	1264,661	0,303	-4,819
TABACUNDO	San José Alto	1360	108,136	1,180	-0,521
EL ANGLA	El Angla	1050	38,534	0,911	0,443
MOJANDA YANAHURCO	Inti Caluquí	1625	45,305	1,410	0,558
ESPEJO	Espejo	645	619,246	0,559	-4,062
CARABUELA	Carabuela	3040	178,933	2,638	-3,656
ILUMAN	San José de Ilumàn	8000	81,123	6,944	-0,566
LA BOLSA	La Bolsa	1250	105,421	1,085	-0,440
SUMAK YAKU	Trujaloma	3500	127,723	3,038	-2,135

Nota. Datos en base a aplicación de la Norma CPE INEN 5 parte 9.2:1997.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

La proyección del requerimiento hídrico es de suma importancia, ya que permite evidenciar el caudal en L/s necesarios si la población beneficiaria aumenta. La tabla 41 muestra datos de la proyección de la población para 20 años y el requerimiento hídrico de cada comunidad en base a al crecimiento del número de beneficiarios directos.

La comunidad Carabuela de la Junta Regional Carabuela evidencia el mayor requerimiento de agua en veinte años, debido a su crecimiento poblacional, mientras que la comunidad de El Angla muestra un menor requerimiento hídrico para su población, debido a su proyección de crecimiento mínima de la población.

Tabla 41.

Proyección de la población y del requerimiento hídrico a veinte años en las diez Juntas Regionales Pesillo-Imbabura.

Junta regional de agua	Comunidad	Proyección de población a 20 años	Requerimiento de agua a 20 años (L/s)
IBARRA	El Abra	73052,928	63,414
SAN RAFAEL	San Rafael	423418,752	367,551
	Tocagon		
TABACUNDO	San José	134763,264	116,982
	Alto		
EL ANGLA	El Angla	40487,040	35,145
MOJANDA YANAHURCO	Inti Caluquí	66676,608	57,879
ESPEJO	Espejo	395725,824	343,512
CARABUELA	Carabuela	518918,400	450,450
ILUMAN	San José de Ilumàn	657341,568	570,609
LA BOLSA	La Bolsa	138526,848	120,249
SUMAK YAKU	Trujaloma	417104,640	362,070

Nota. Datos en base a la población beneficiaria de las comunidades para proyección a veinte años
Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamin.

6.5 Comparación de la calidad de agua mediante bioindicadores y análisis físicos químicos y microbiológicos.

La utilización de bioindicadores para la determinación de la calidad de agua es una opción metodológica en las fuentes y/o captaciones que abastecen a Juntas Regionales de Agua Potable. La comparación entre resultados de laboratorios físicos, químicos y microbiológicos de las muestras de agua tomadas con resultados obtenidos de índices de calidad mediante bioindicadores, se presenta como un estudio de caso para este trabajo de investigación, mediante la elección de dos Juntas Regionales de agua potable, como propuesta de posibles análisis de calidad de agua a futuro, en base a campañas de monitoreo y muestreo de bioindicadores.

Se ubicaron dos fuentes naturales de estudio, previa selección a partir de los resultados físicos, químicos y microbiológicos obtenidos, los cuales evidenciaban en la captación José Urco presencia de mesófilos, coliformes totales y coliformes fecales, mientras que en la Laguna Mojanda circuito Fuya-Fuya no presentaba ningún tipo de parámetro microbiológico fuera de los niveles permisibles.

La recolección de muestras tanto de agua como de macro invertebrados se realizó en la Laguna de Mojanda circuito Fuya -Fuya de la Regional Espejo y en la captación José Urco de la Regional San Rafael (*Ver Anexo 5. Fotos*).

Los macro invertebrados fueron colectados con una red tipo “Surber”, con las cuales se muestrearon 2m² (10 puntos en total) en un transecto de 0.40 m de longitud. En cada punto se barrió la vegetación acuática y el lecho para capturar a los insectos acuáticos. Las muestras fueron colectadas en frascos plásticos con una capacidad de 100 MI en alcohol al 96% con su respectiva etiqueta. Los insectos colectados fueron separados y clasificados a nivel de Orden, Familia y género, para lo cual se utilizó un microscopio, y claves entomológicas para insectos acuáticos (órdenes Neuróptera, orden Plecóptera, orden Trichóptera).

En el índice BMWP/Col, se asignan valores de: 1 a 10, a las familias de insectos acuáticos, de acuerdo a su sensibilidad o tolerancia a la contaminación, de este modo

los valores más altos se asignan a las familias más sensibles, y los más bajos a las familias tolerantes o resistentes.

En la tabla 42 se muestra los resultados de la metodología BMWP, donde se determina que la captación José Urco y la Laguna de Mojanda tiene calidad de agua clase II (Ligeramente contaminada-calidad aceptable).

Tabla 42.

Resultados de muestreo de bioindicadores y calidad de agua de acuerdo al índice BMWP.

	Captación José Urco	Laguna de Mojanda
Número de individuos	43	29
Número de ordenes	6	4
Número de familias	8	8
Número de géneros	8	7
Valor BMWP	62 puntos	64 puntos
	Clase II	Clase II
Clase de agua	Ligeramente contaminada-calidad aceptable	Ligeramente Contaminadas-calidad aceptable

Nota. Descripción de números de macroinvertebrados recolectados y determinación de calidad BMWP.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

La comparación en éste estudio de caso, se realizó entre los valores del índice de calidad BMWP y el porcentaje de cumplimiento con los parámetros de calidad de la normativa ambiental del TULSMA, libro VI, anexo 1, tabla 1 y2, en las captaciones de las dos Juntas Regionales escogidas, con un solo monitoreo realizado en la época lluviosa (mes de abril).

El estudio de caso aplicado a las dos Juntas Regionales de agua potable Pesillo-Imbabura incorpora la opción de realizar estudios de calidad de agua en fuentes y captaciones de sistemas hídricos y comunitarios de agua potable, mediante la aplicación de muestreo de bioindicadores como macroinvertebrados, debido a los resultados obtenidos que demuestran su viabilidad.

Tabla 43.

Comparación de resultados de metodología de laboratorio vs bioindicadores de calidad de agua en la captación y fuente de dos Juntas Regionales de agua potable.

	Captación José Urco	Laguna Mojanda	Interpretación
INDICE BMWP	62	64	Clase II (61 a 100 puntos) Parcialmente contaminada
CUMPLIMIENTO NORMA TULSMA	66,67	83,33	Parcialmente contaminada

Nota. Comparación de índice de calidad BMWP y porcentaje de cumplimiento con la Normativa TULSMA.

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

La tabla 43 y la figura 15 comparan el análisis de resultados obtenidos tras la aplicación de metodologías de laboratorio vs bioindicadoras como el índice BMWP, para determinar la calidad de agua para consumo humano.

Gráfica comparativa de calidad de agua entre la captación José Urco y Laguna de Mojanda.

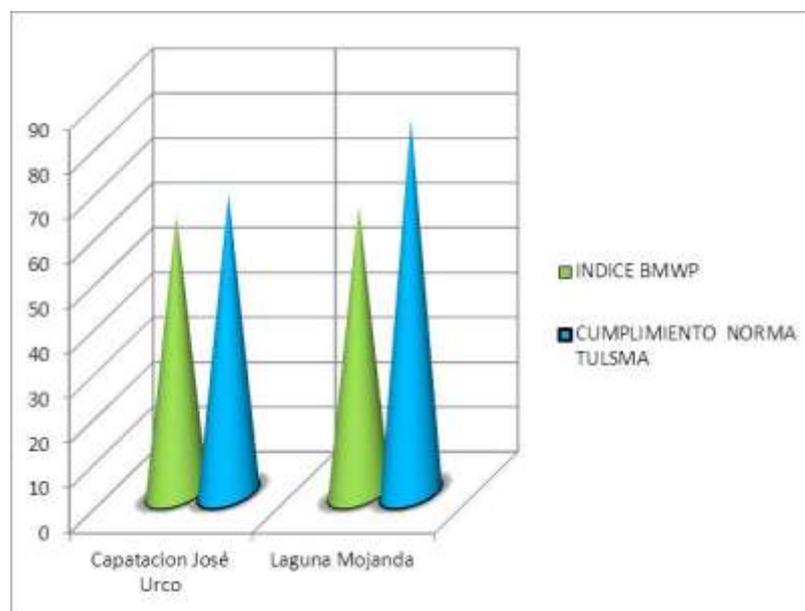


Figura 15. Comparación de metodologías de laboratorio vs bioindicadoras

Elaborado por: Karina Chamba y Sara Guallasamín.

CONCLUSIONES

- Las Juntas Regionales de Agua Potable no cumplen los parámetros de calidad, debido a que nueve de las diez Juntas Regionales de Agua Potable presentan valores de coliformes fecales en la época seca, debido a la presencia de actividad ganadera en las cuencas hidrológicas y aguas arriba de las captaciones, siempre hay ingreso de caudal de agua residual; por tanto el problema de la disminución de calidad en la época seca o de verano se debe a que el caudal disminuye y la dilución de los componentes y la materia orgánica no es completa. Es necesario incorporar planes de manejo de cuencas hidrográficas y programas de protección de fuentes aguas arriba (fuentes con ubicación mayor a 3.000 msnm).
- La disminución de la calidad de agua en la época seca se encuentra relacionada también al bajo caudal y por tanto prolongada permanencia del cloro en los tanques de tratamiento, por más de quince minutos (necesarios) para su acción. La prolongada permanencia de cloro en los tanques de tratamiento y tanques de almacenamiento causa oxidación por la presencia de hierro, manganeso y sulfatos, disminuyendo su capacidad desinfectante. Teniendo presencia de mesófilos y coliformes totales en la red domiciliaria.
- Los porcentajes de cumplimiento de calidad de agua demuestran que ninguna de las diez Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo Imbabura cumplen con los parámetros de calidad. Siendo la Regional Mojanda Yanahurco con un porcentaje de 33.33% la de inferior calidad de agua y la Regional Sumak Yaku como la de mejor calidad de agua con un porcentaje de 83.33%
- La disponibilidad de agua en el análisis de las diez Juntas Regionales de Agua Potable Pesillo Imbabura, no sobrepasan los 9 (L/s) en la época lluviosa y en la época seca se mantiene hasta los 7 (L/s).
- La Junta Regional con menor caudal o disponibilidad de agua es El Angla con 0,4683 L/s, que cuenta con una sola fuente de abastecimiento, la vertiente de San Francisco¹; caso opuesto presenta la Junta Regional

Carabuela que dispone un caudal de 6.2958 L/s y que cuenta con el abastecimiento de cuatro vertientes.

- La dotación de agua obtenida según el número de beneficiarios de cada comunidad de las diez Juntas Regionales de agua potable, señala que la Junta Regional Ilumán posee una dotación de 81,123 L/hab/día, siendo esta la menor de las diez Juntas, mientras que la mayor dotación de agua posee la Junta Regional San Rafael con 1.264,661 L/hab/día.
- La comunidad Carabuela de la Junta Regional Carabuela evidencia el mayor requerimiento de agua en veinte años, debido a su crecimiento poblacional, mientras que la comunidad de El Angla muestra un menor requerimiento hídrico para su población, debido a su proyección de crecimiento mínima de la población.
- Se analizó los resultados obtenidos tras la aplicación de metodologías de laboratorio vs bioindicadores, para determinar la calidad del agua para consumo humano a partir de un estudio de caso, aplicado a la captación José Urco de la Junta Regional San Rafael y a la Laguna de Mojanda fuente hídrica de la Junta Regional Espejo. Se concluyó que la captación y fuente hídrica escogidas poseen calidad de agua clase II (Ligeramente contaminada-calidad aceptable) de acuerdo al índice BMWP y en comparación con resultados de laboratorio se evidencia que es una opción viable de muestreo de agua en base a bioindicadores como macroinvertebrados.
- La presencia de actividades de ganadería y agricultura en las cuencas hidrográficas y en las captaciones hídricas, además de la falta de actividades para protección de fuentes, desata contaminación directa del agua destinada para consumo humano, convirtiéndose en un grave problema ambiental y de salud pública, por ser un peligro constante en la población vulnerable de 1 a 14 años que registran problemas de infecciones parasitarias de acuerdo a datos registrados por el SIISE en el 2010.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las diez Juntas Regionales de Agua Potable, mediante un modelo de gestión social del agua, la creación de programas semestrales de monitoreo de calidad y disponibilidad de agua, con la finalidad de vigilar las condiciones de disponibilidad y calidad, como forma de preservación de salud pública.
- Como parte de futuros trabajos de aplicación al área de calidad de agua para consumo humano, se recomienda realizar un manual sencillo de protección de fuentes, el cual permita desarrollar programas de protección, limpieza, vigilancia y adecuación, con el fin de evitar actividades de agricultura y ganadería cercanas a las fuentes hídricas y aguas arriba.
- La gestión social organizativa de las diez Juntas Regionales no cumplen a cabalidad con los requerimientos de los sistemas de agua potable, ya sea de forma económica y/o técnica, por tal razón se recomienda realizar capacitaciones a los operadores y administradores en temas relacionados con la correcta cloración del agua y la utilización de modelos administrativos y contables en Juntas Regionales de agua potable Pesillo-Imbabura.
- La protección y mantenimiento de las cuencas hidrográficas y del sistema hídrico es de vital importancia para la sostenibilidad del recurso en los hogares, por lo cual recomendamos realizar trabajos de diseño y mantenimiento para asegurar la vida útil del sistema hídrico, mediante programas de mantenimiento de estructuras como captaciones, tanques de tratamiento, tanques rompe presión y conexiones hasta la red domiciliaria, con la realización de guías de limpieza, mantenimiento y costos de los mismos.
- La utilización de bioindicadores para la determinación de la calidad de agua es una opción metodológica en las fuentes y/o captaciones que abastecen a Juntas Regionales de Agua Potable. La comparación entre resultados de laboratorios físicos, químicos y microbiológicos de las muestras de agua

tomadas con resultados obtenidos de índices de calidad mediante bioindicadores realizados en el estudio de caso, nos permite recomendar realizar trabajos futuros en base a bioindicadores, como una opción cualitativa y cuantitativa para determinar calidad de agua, ejecutándose con campaña anual de monitoreo diferenciadas (época verano y época de invierno).

LISTA DE REFERENCIAS

Allauca Caisaluisa, M. d. (06 de 2011). Inventario del recurso hídrico existente en el páramo de la comunidad San Isidro, Cantón Pujilí, Provincia Cotopaxi. Latacunga.

Alvarado Espejo, P. (2013). *Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá*. Loja.

Balslev, H. (2001). Particularidades, problemas y perspectivas. Descripción. En P. Mena, G. Medina, & R. Hofstede, *Páramos del Ecuador*. Quito: ABYA YALA.

CEPIS-OPS/OMS, C. P., Barrios, C., Torres, R., Lampoglia, T., & Agüero, R. (2009). *Guía de orientación en Saneamiento Básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades*. Recuperado el 01 de 03 de 2015, de Guía de orientación en Saneamiento Básico: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsac/guialcalde/2sas/2-3sas.htm#arriba>

Chauca Chicaiza, A. F., & Santiago Orozco, C. L. (2012). *Diseño e implementación de un sistema automatizado para la dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable en la comunidad San Vicente*. Riobamba.

Cuenca Ramirez, N., & SENAGUA. (16 de 05 de 2013). *Gestión de Recursos Hídricos en el Ecuador*. Obtenido de <http://memorias.utpl.edu.ec/sites/default/files/documentacion/periodismo2013/utpl-Gestion-Recursos-Hidricos-Ecuador.pdf>

Espinosa Manosalvas, C. (2013). *Evaluación de la calidad de agua de la Laguna Yahuarcocha para elaborar un plan de monitoreo bioindicadores*. Ibarra.

Esponera, M., Calvet, M., Corbella, E., García, A., López, C., & Tayà, X. (2008). *AUTOCONTROL EN EL SERVICIO DE SUMINISTRO DE AGUA*. Recuperado el 01 de 03 de 2015, de MANUAL BASICO DE GESTION DE LOS RIESGOS PARA LA SALUD: http://www1.diba.cat/uliep/pdf/fullejar/50953_fullejar.pdf

Freire Castelo, M. E. (2013). *Rediseño de la planta de tratamiento de agua potable de la Empresa Municipal de saneamiento de ganado de Orellana* . Riobamba.

Gonzalez Leal, G. d. (2012). *Microbiología del agua, conceptos y aplicaciones* . Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería .

González Leal, G. d. (2012). *Microbiología del agua, conceptos y aplicaciones* . Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería .

Hofstede, R. (30 de 08 de 1997). *La importancia hídrica del páramo y aspectos de su manejo* . Recuperado el 22 de 01 de 2015, de <http://www.condesan.org/e-foros/cdpp/cdpp31.htm>

Lux Monroy, M. A. (2010). *Medidores de flujo en canales abiertos* . Guatemala. NTE INEN 1 108:2011, I. E. (s.f.). Agua Potable, Requisitos. *NTE INEN 1 108:2011*. Quito, Ecuador.

Reascos Chamorro, B., & Yar Saavedra, B. (2011). *Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte : <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/221>

Rengifo Loor, A. J., & López Lucas, L. E. (2011). *Diseño y construcción de un sistema de purificación de agua potable, ósmosis inversa, desmineralización y ozonificación*. Manabí.

Sierra Ramirez, C. A. (2011). *Calidad del agua, evaluación y diagnóstico* . Medellín, COLOMBIA: Sello Editorial.

Turcotte, P., Medina, L., & Díaz, C. (s.f.). Metodología aplicadas para el manejo y conservación de los páramos con énfasis en el recurso agua: experiencia etapa . En *Páramo como fuente de recursos hídricos* (pág. 11). Quito: ABYA YALA.

UCM, U. C. (10 de 04 de 2008). *El ciclo hidrológico del agua*. Obtenido de <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/diciex/proyectos/agua/transpiracion.html>

USGS, S. G. (03 de 2014). *Ciclo del Agua y sus etapas en la geodinámica terrestre*.
Obtenido de <http://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html#evaporation>

ANEXOS

Anexo 1.

TULSMA. Libro VI, Anexo 1 “De la calidad ambiental y de descargas de efluentes – recurso agua establece principales criterios”.

TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA QUE PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO REQUIEREN TRATAMIENTO CONVENCIONAL

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,2
Amonio	NH ₄ ⁺	mg/l	0,5
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Coliformes Totales	NMP	NMP/100 ml	20000
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,003
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75,0
Compuesto Fenólicos	Fenol	mg/l	0,001
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Fluoruro	F ⁻	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	ug/l	0,0005
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250,0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Hidrocarburos Totales de Petroleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Nota: Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente.

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO Y QUE PARA SU POTABILIZACIÓN SOLO REQUIEREN DESINFECCIÓN

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amonio	NH ₄ ⁺	mg/l	0,5
Arsénico	As	mg/l	0,01
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	20
Coliformes Totales	NMP	NMP/100ml	200
Bario	Ba	mg/l	0,7
Cadmio	Cd	mg/l	0,003
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,07
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Pt-Co	15
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,001
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	ug\l	0,0005
Hierro total	Fe	mg/l	0,3
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Olor y sabor			No Objetable
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Hidrocarburos Totales de Petroleo	TPH	mg/l	0,05
Turbiedad		UTN	5

Nota: Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente.

Anexo 2.

Requisitos específicos para agua potable- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2011

PARAMETRO	UNIDAD	Limite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,5
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ⁽¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Niquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃	mg/l	50
Nitritos, NO ₂	mg/l	0,2
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,1
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01

⁽¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos

* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰Po, ²²⁴Ra, ²²⁶Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu

** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹³⁴I, ¹³⁷Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²²⁸Ra

Requisitos microbiológicos	
	Máximo
Coliformes fecales ⁽¹⁾ :	
- Tubos múltiples NMP/100 ml ó	<1,1*
- Filtración por membrana UFC/ 100 ml	<1**
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/100 litros	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/100 litros	Ausencia

* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm³ ó 10 tubos de 10 cm³ ninguno es positivo

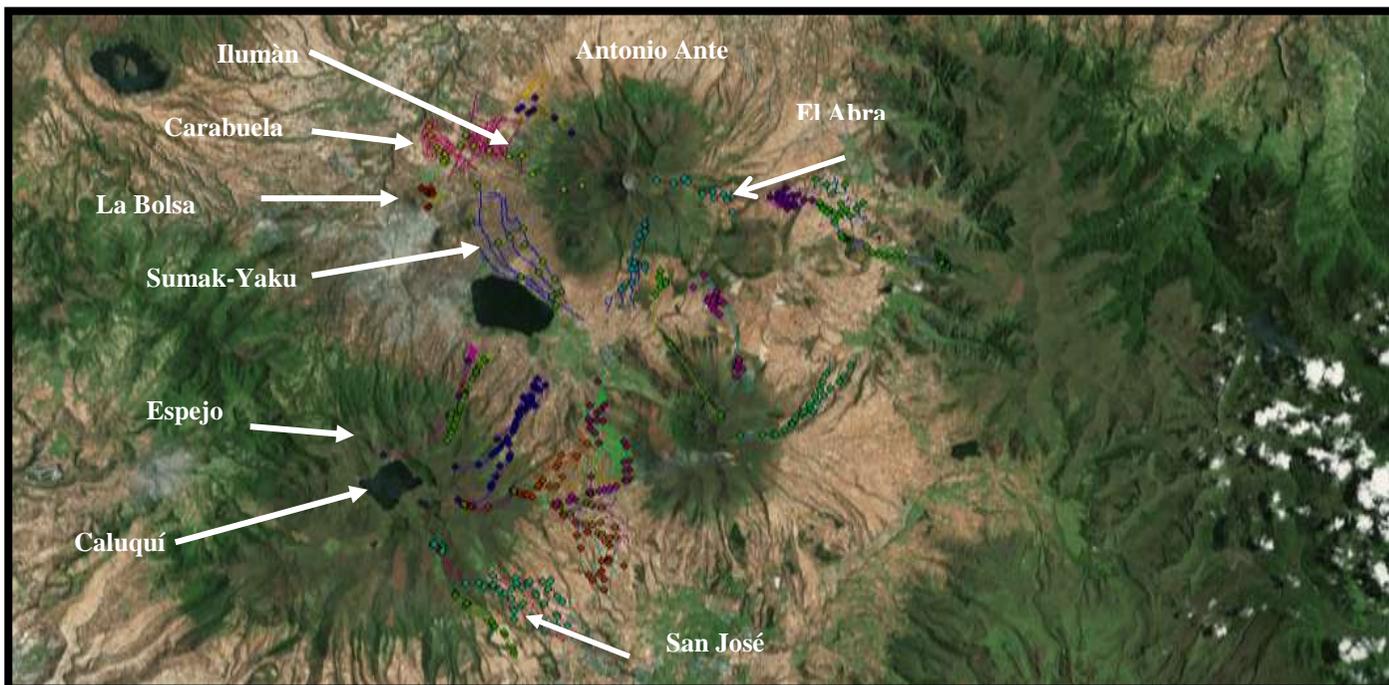
** < 1 significa que no se observan colonias

⁽¹⁾ ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida

Anexo 3.

Mapas

Mapa 1. Área de estudio



Universidad Politécnica Salesiana

Contenido: Mapa de área de estudio Pesillo-Imbabura

Elaborado por:

Karina Chamba, Sara Guallasamin

Fecha: marzo 2015



Mapa 2. Sistemas de aguas comunitarios



Universidad Politécnica Salesiana

Contenido: Mapa de sistema de agua potable regional Ibarra-El Abra

Elaborado por: Karina Chamba, Sara Guallasamin

Fecha: marzo 2015



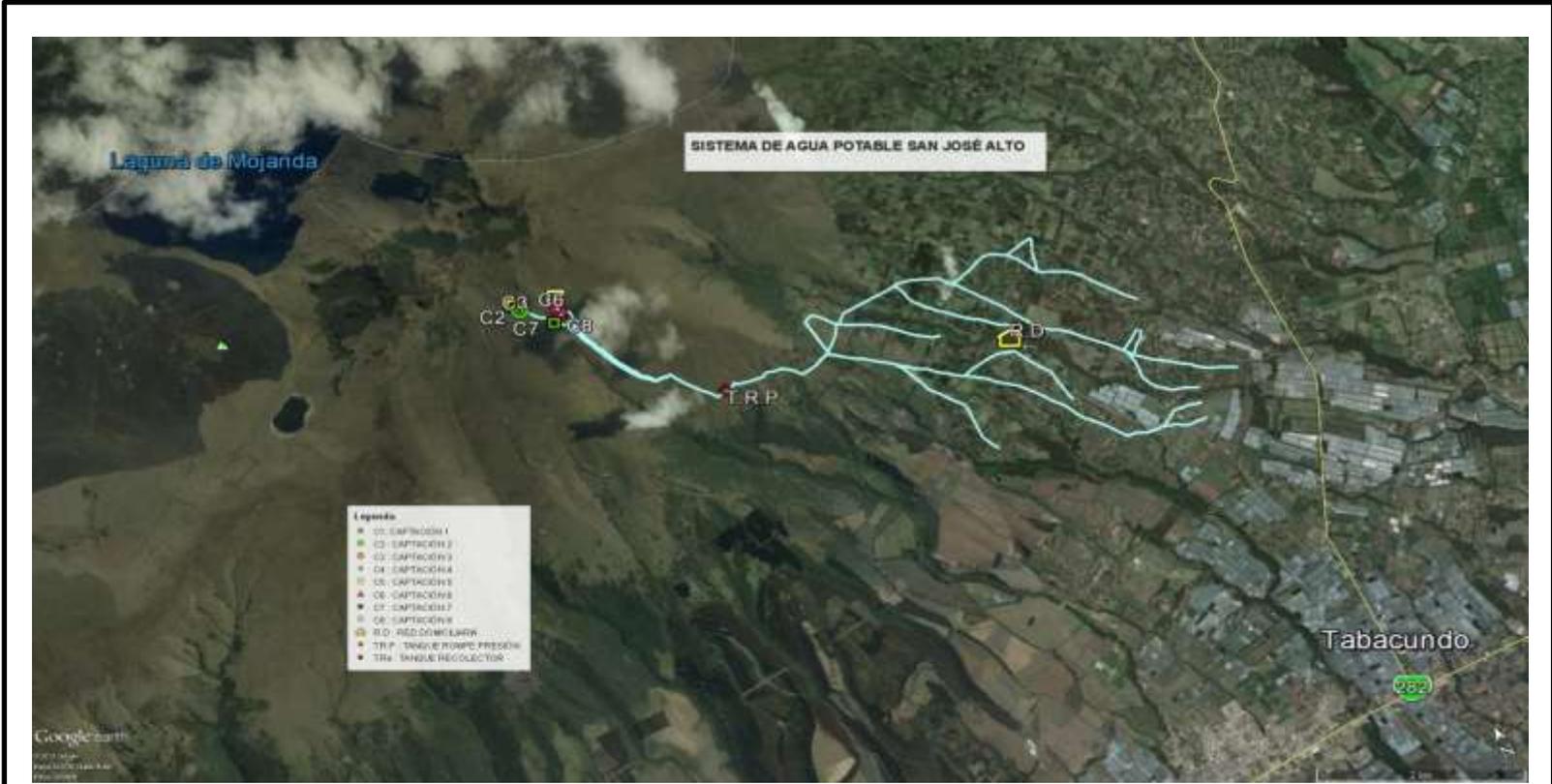
Universidad Politécnica Salesiana

Contenido: mapa de sistema de agua potable regional San Rafael

Elaborado por: Karina Chamba, Sara Guallasamin

Fecha: marzo 2015





Universidad Politécnica Salesiana

Contenido: mapa de sistema de agua potable San José Alto
 Elaborado por: Karina Chamba, Sara Guallasamin
 Fecha: marzo 2015





Universidad Politécnica Salesiana

Contenido: **vista detallada de las captaciones del sistema de agua San José Alto**

Elaborado por: Karina Chamba, Sara Guallasamin

Fecha: marzo 2015





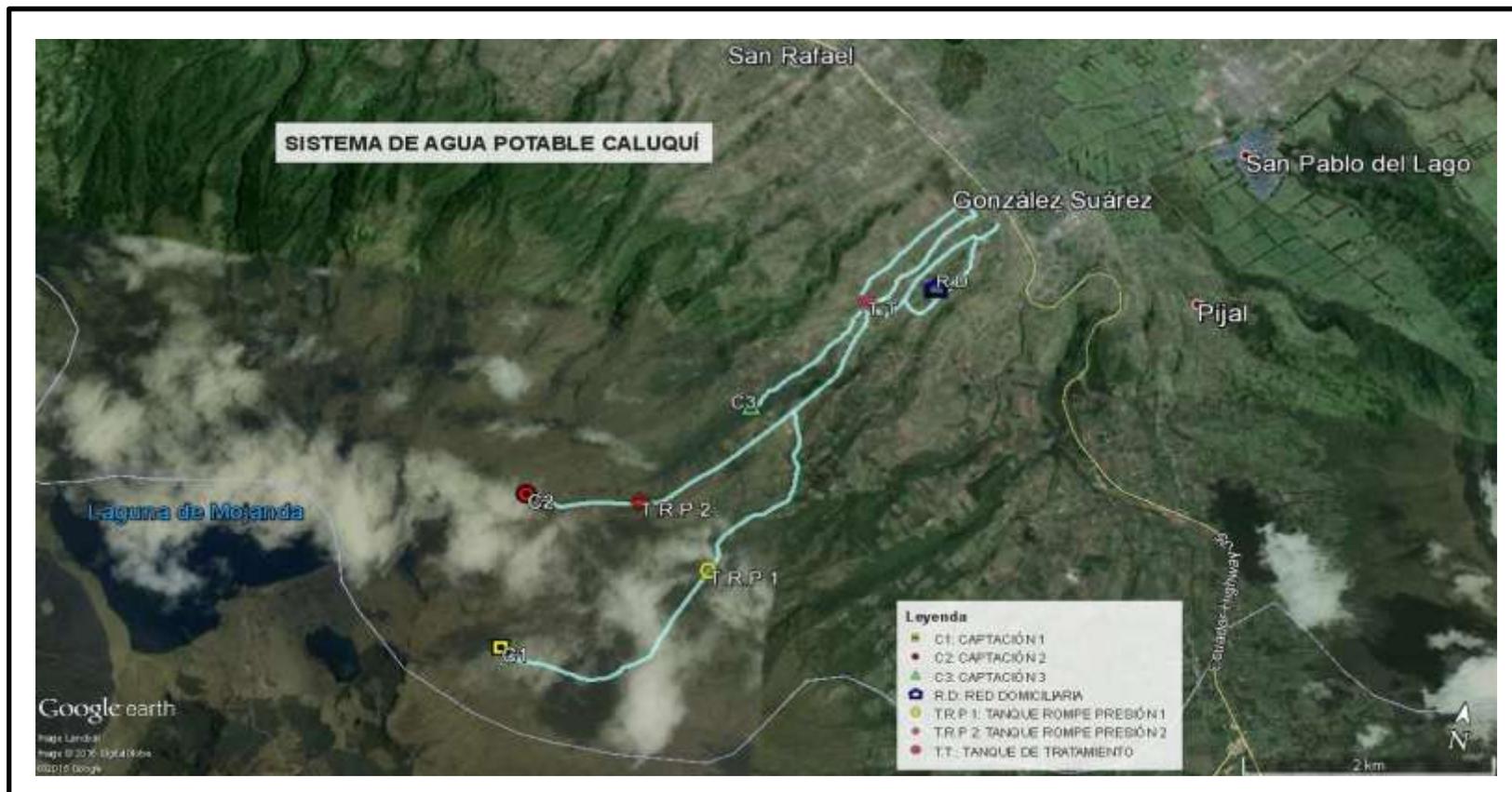
Universidad Politécnica Salesiana

Contenido: mapa de sistema de agua potable regional El Ancla

Elaborado por: Karina Chamba, Sara Guallasamin

Fecha: marzo 2015



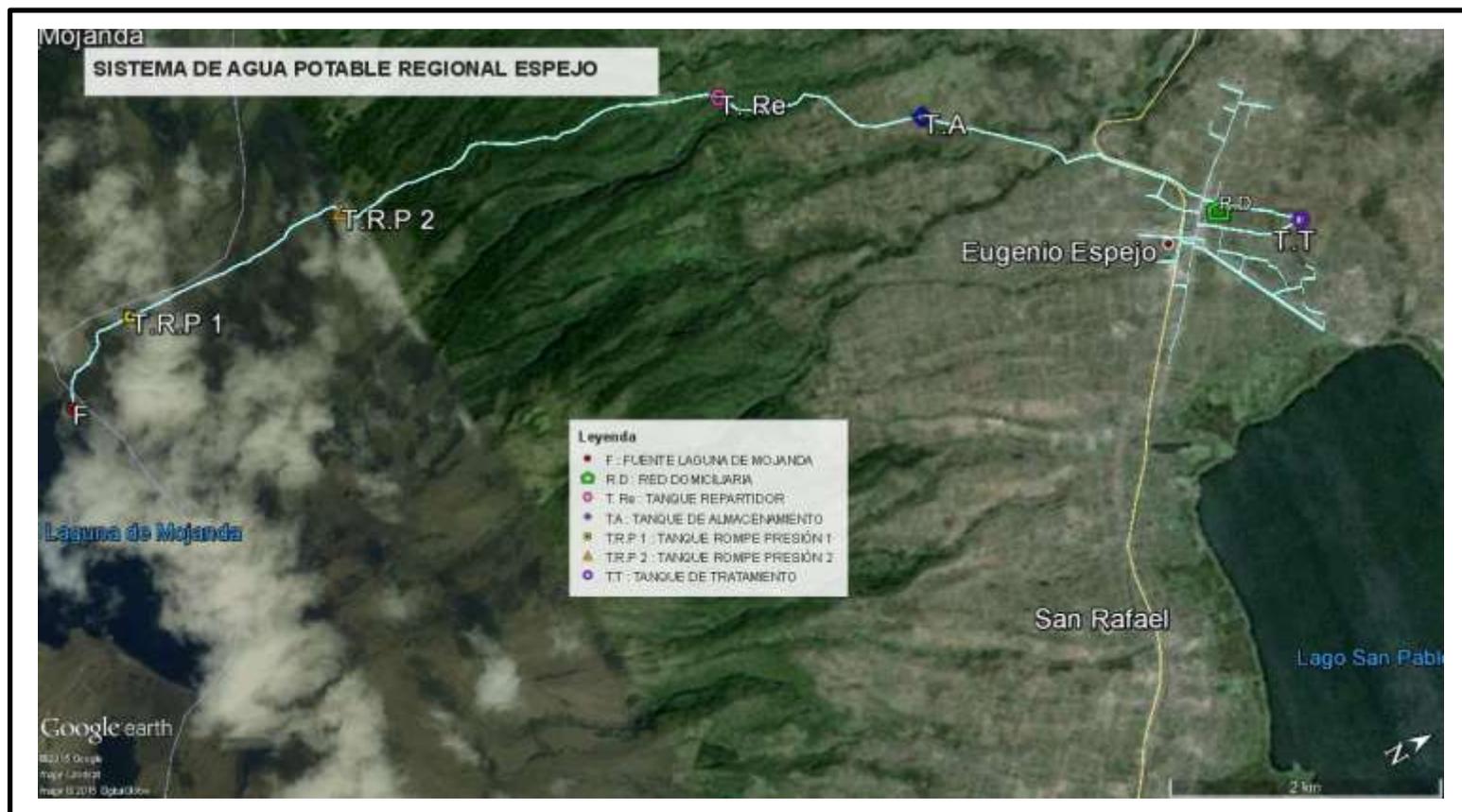


Universidad Politécnica Salesiana

Contenido: mapa de sistema de agua potable Caluquí

Elaborado por: Karina Chamba, Sara Guallasamin

Fecha: marzo 2015



Universidad Politécnica Salesiana



Contenido: mapa de sistema de agua potable regional Espejo

Elaborado por: Karina Chamba, Sara Guallasamin

Fecha: marzo 2015

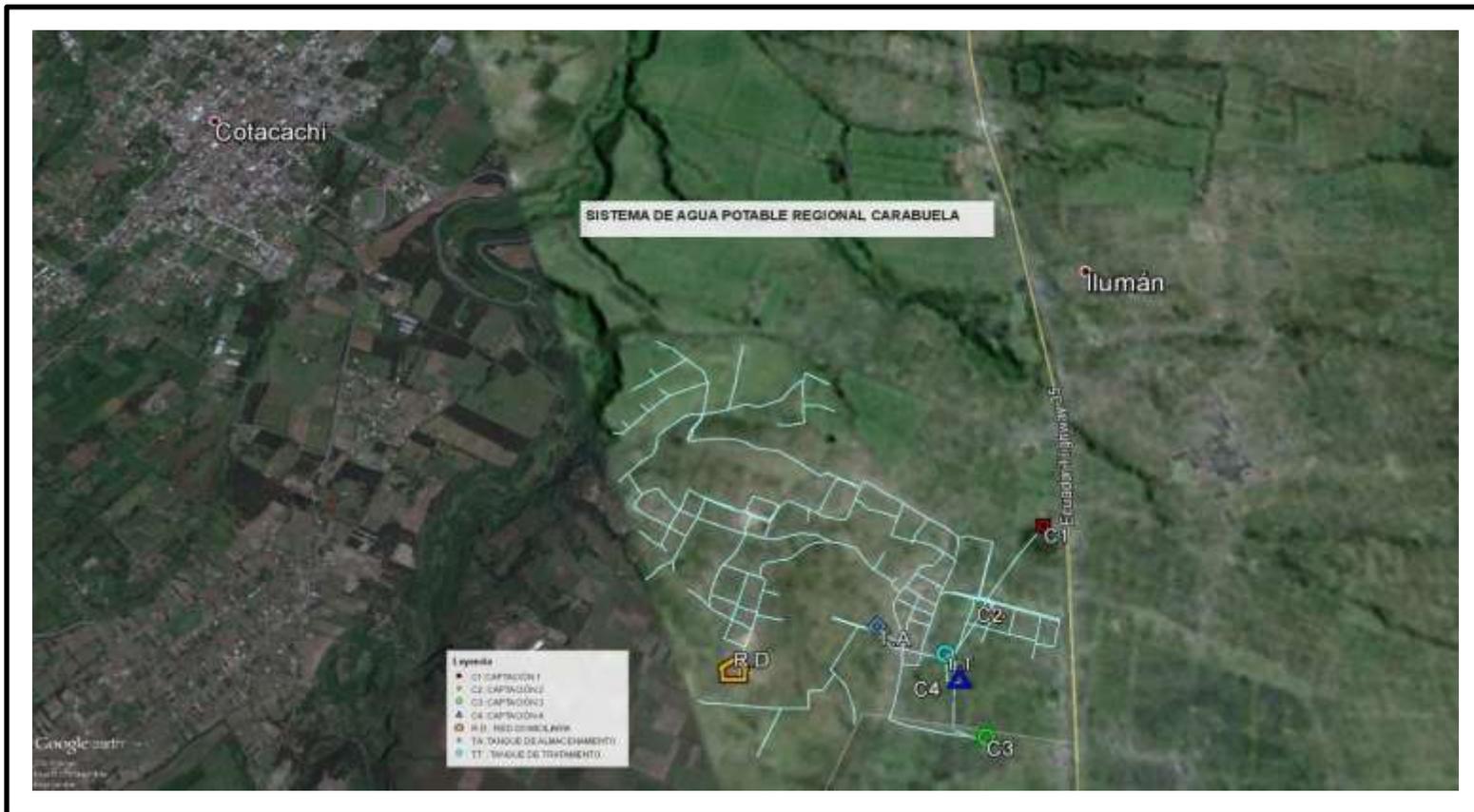


Universidad Politécnica Salesiana

Contenido: mapa de sistema de agua potable regional Ilumán

Elaborado por: Karina Chamba, Sara Guallasamin

Fecha: marzo 2015



Universidad Politécnica Salesiana



Contenido: mapa de sistema de agua potable regional Carabuela

Elaborado por: Karina Chamba, Sara Guallasamin

Fecha: marzo 2015



Universidad Politécnica Salesiana

Contenido: mapa de sistema de agua potable regional La Bolsa

Elaborado por: Karina Chamba, Sara Guallasamin

Fecha: marzo 2015





Universidad Politécnica Salesiana



Contenido: mapa de sistema de agua potable regional Sumak Yaku

Elaborado por: Karina Chamba, Sara Guallasamin

Fecha: marzo 2015

Ficha PI-05: medición de caudales en las fuentes de agua de las juntas de agua de consumo humano del proyecto Pesillo – Imbabura

		UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA						
ESTUDIO DE LA DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO A TRAVES DEL MONITOREO DE CAUDALES Y ANALISIS DE LOS PARAMETROS FISICOS, QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA ZONA PESILLO –								
FICHA PI-04: MEDICION DE CAUDALES EN LAS ESTRUCTURAS DE RECOLECCION Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LAS JUNTAS REGIONALES DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL PROYECTO PESILLO - IMBABURA								
APLICADO POR:				FECHA:				
CODIGO DE LA FICHA: PI-04/KC/01		HORA INICIO/ FIN		CAMPAÑA Nº				
SECCION1. DATOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO								
NOMBRE REGIONAL DE AGUA				NOMBRE JUNTA DE AGUA				
CANTON:				PARROQUIA:				
COMUNIDAD:				SECTOR:				
COORDENADAS		N	E	COTA		PUNTO		
SECCION2. TABLA PARA MEDICIÓN DE CAUDALES - METODO VOLUMETRICO								
Nº	Lugar	Volúmen (litros)	Tiempo (segundos)					
			1	2	3	4	5	6
1								
2								
3								
4								
5								

Ficha PI-06: registro de cadena de custodia

		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		
ESTUDIO DE LA DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO A TRAVÉS DEL MONITOREO DE CAUDALES Y ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA ZONA PESILLO -				
FICHA PI-06: REGISTRO DE CADENA DE CUSTODIA				
APLICADO POR:			FECHA:	
CODIGO DE LA FICHA: PI-056/KC/01		RESPONSABLE DEL MONITOREO:		
SECCION 1. DATOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO				
NOMBRE REGIONAL O JUNTA:				
CANTON:		PARROQUIA:		
COMUNIDAD:		SECTOR:		
PUNTO DE MEDICION:		COORDENADAS:		
SECCION 2. RETIRO DE ENVASE DEL LABORATORIO				
RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE ENVASES:		FECHA	HORA	FIRMA
RESPONSABLE DE RECEPCION DE ENVASES:		FECHA	HORA	FIRMA
SECCION 3. TRANSPORTE DE MUESTRAS				
RESPONSABLE DEL TRANSPORTE:		LLEGADA	PARTIDA	FIRMA
		HORA		
		FECHA		
MEDIO DE TRANSPORTE:		METODO DE REFRIGERACION:		TEMPERATURA:
SECCION 4. ENTREGA DE MUESTRAS				
RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE ENVASES:		FECHA	HORA	FIRMA
RESPONSABLE DE RECEPCION DE ENVASES:		FECHA	HORA	FIRMA
OBSERVACIONES GENERALES				

Anexo 5.

Anexo fotográfico

Foto 1. Socialización con los representantes de cada comunidad



Reunión realizada en Otavalo

Foto 2. Fase de campo

Materiales utilizados



Botellas PET esterilizadas



Termómetro y Kit de medición de pH y cloro



S



Cooler y libreta de apuntes



Guantes de látex y fichas de campo



Balde para medir caudal

Medición de caudal



Captación regional Mojanda Yanahurco



Tanque de captación Caluquí



Medición de caudal Yanahurco



Medición de caudal Caluquí



El abra



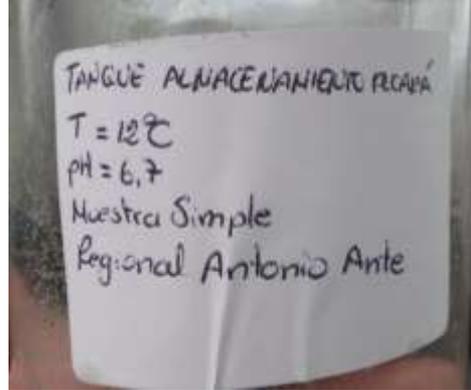
Caluquí

Aplicación de fichas de campo

Toma de muestras



Captación El Abra



Etiquetado



Tanque de tratamiento Antonio Ante



Red domiciliaria Caluquí. Sr. Alberto Paisano

Medición con kit de pH y cloro



Laguna de Mojanda solo se midió pH



Tanque de tratamiento Espejo



Observación de PH y cloro



Red domiciliaria Caluquí.



Tanque Recolector San Rafael.

Toma de muestra de bioindicadores
(macroinvertebrados)



Captación José Urco



Laguna de Mojanda



Separación de macroinvertebrados del sustrato



Identificación de macroinvertebrados en laboratorio.



Trichoptera: Hydropsychiidae vista dorsal



Ephemeroptera: Baetidae

Macroonvertebrados recolectados

Anexo 6.

Cronogramas de campo

Época lluviosa

Cronograma de campo "proyecto calidad y disponibilidad del agua de consumo humano bajo la gestión social del consejo de juntas del Proyecto Pesillo - Imbabura							Personal en la visita: tesistas e investigador
Actividades a ejecutarse	Nombre de la regional	Sitio de muestreo	Fecha	Hora de salida	Hora de encuentro	Contacto	
A 1. Aplicación de la ficha organizativa a los dirigentes regionales, juntas y/o usuarios.	Tabacundo	Todo el sistema	31 de Marzo	08:00 am UPS	9:00 AM	Sr. Jaime Valencia	Viviana Toapanta, Sara Guallasamin, Fernando Espinosa
A 2. Georeferenciación de la protección de fuentes de agua.	Angla	Captaciones (San Francisco 1, Toma Turo, Tuqueres, Urpisacha), Tanques y Redes	01 de Abril	08:00 am UPS	9:00 AM	Sr. Juan Serrano	Viviana Toapanta, Sara Guallasamin, Fernando Espinosa
A 3 Georeferenciación de los componentes principales de los sistemas de agua.	Angla	Captaciones (San Francisco 2 y Coralchucho), Tanques y Redes	02 de Abril	08:00 am UPS	9:00 AM	Sr. Juan Serrano	Viviana Toapanta, Sara Guallasamin, Fernando Espinosa
A 4. Primera Medición de caudales.	Mojanda Yanahurco	Capataciones Sistema 1 (Caluqui y Tupigachi)	07 de Abril	08:00 am UPS	9:00 AM	Sr. José Inlago	Karina Chamba, Cynthia Chamba, Fernando Espinosa
A 5. Primer Muestreo de agua en las fuentes, tanques de tratamiento y red de distribución.	Mojanda Yanahurco	Sistema 2	08 de Abril	08:00 am UPS	9:00 AM	Sr. José Inlago	Karina Chamba, Cynthia Chamba, Fernando Espinosa, Msc. Paola Duque
A 6. Entrega de las muestras en el laboratorio	Espejo	Todo el sistema	09 de Abril	08:00 am UPS	9:00 AM	Sr. Juan Serrano	Karina Chamba, Cynthia Chamba, Fernando Espinosa

Época seca

CRONOGRAMA DE CAMPO									
"PROYECTO CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO BAJO LA GESTIÓN SOCIAL DEL CONSEJO DE JUNTAS DEL PROEYCTO PESILLO - IMBABURA									
ACTIVIDADES A EJECUTARSE	NOMBRE DE LA REGIONAL	SITIO DE MUESTREO	FECHA	HORA DE SALIDA	HORA DE ENCUENTRO	LUGAR DE ENCUENTRO	CONTACTO	TELÉFONO	MUESTREAD A
A 1. Aplicación de la ficha organizativa a los dirigentes regionales, juntas y/o usuarios. A 2. Georeferenciación de la protección de fuentes de agua. A 3 Georeferenciación de los componentes principales de los sistemas de agua. A 4. Primera Medición de caudales. A 5. Primer Muestreo de agua en las fuentes, tanques de tratamiento y red de distribución. A 6. Entrega de las muestras en el laboratorio	Carabuela	Todo el sistema	21/07/2014	08:00 am UPS	9:00 AM	Junta Carabuela	Sr. Alberto Tituaña	988256701	SI
	La Bolsa	Todo el sistema	24/07/2014	08:00 am UPS	9:00 AM	Semáforo Peguche	Sr. Humberto Imbaquingo	999455247	SI
	Ilumán	Lado derecho	28/07/2014	08:00 am UPS	9:00 AM	Semáforo Peguche	Sr. José Luis Yanberla	993950809	SI
	Ilumán	Lado izquierdo	30/07/2014	08:00 am UPS	9:00 AM	Semáforo Peguche	Sr. José Luis Yanberla	993950810	SI
	Antonioante	Captaciones	04/08/2014	08:00 am UPS	9:00 AM	UNE	Sr. Carlos Yaberla	980843163	
	Antonioante	Sta. Rosa y Pucará	05/08/2014	08:00 am UPS	9:00 AM		Sr. Carlos Yaberla	980843164	
	Sumak Yaku	Todo el sistema	11/08/2014	08:00 am UPS	9:00 AM		Sr. Fabián Castañeda	62919266	
	Junta Imbabura	Todo el sistema	12/08/2014	08:00 am UPS	9:00 AM		Sra. Ermilinda	989005612	
	Ibarra	Chilco y Cochás	25/08/2014	08:00 am UPS	9:00 AM	Entrada a Cochás, comunidad la Merced	Sr. Luis Sandoval	994056888	
	Ibarra	Chilca y Cochimbuela	26/08/2014	08:00 am UPS	9:00 AM	Zuleta	Sr. Leoncio Montaluisa	959539598	
	Ibarra	Complementación sistema Sur-Oriental (Catzoloma y San Vicente)	01/09/2014	08:00 am UPS	9:00 AM	Zuleta	Sra. Lucila Díaz	989323812	

Anexo 7.

Resultados de Laboratorio



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR**



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Proyecto: CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO BAJO LA GESTIÓN SOCIAL DEL CONSEJO DE JUNTAS DEL PROYECTO PESILLO - IMBABURA

Cliente: JUNTA ANGLA

Dirección: Avenida Natalia Jarrín y 12 de Octubre **Tel/Cel:** 099-175-1818

Cóncito: Ing. Agr. Otago Guadalupe **E-mail:** otago@ups.edu.ec

Cantidad de muestras: 1 **N° de Informe:** 14-365

Fecha de ingreso: 22/09/2014 **Fecha Emisión:** 23/09/2014

Tipo de Muestra: Agua de Consumo Humano **Total de pag.:** 1

INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Usuario		Unidad	RED DISTRIBUCIÓN	NIVELES PERMISIBLES	MÉTODO
Código de laboratorio			PLAZA GALO		
Parámetros			1.S-14-018		
FÍSICO-QUÍMICOS	Turbidez	UNT	14.10	5.00*	ESPECTROFOTOMETRICO
	Temperatura (valoración)	°C	14.90	—	ELECTRÓNICO TERMO
	Potencial Hidrógeno	PH	7.63	6.50-8.50*	APFA 1010 B
	Conductividad Eléctrica	dS/cm	0.07	< 1.00*	ELECTRÓNICO MPF01
	Sólidos Totales	mg/L	34.00	< 100.00*	ELECTRÓNICO MPF01
	Fósforo	mg/L (P)	0.01	0.30*	FOTOMETRICO DE FLAMA INDRAW
	Dureza Total	mg/L (CaCO ₃)	62.00	300.00*	TITULACION COMPLETA USH
	Calcio	mg/L (Ca)	0.26	—	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA
	Magnesio	mg/L (Mg)	0.33	—	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA
	Sodio	mg/L (Na)	4.10	—	ESPECTROFOTOMETRICO MERCK
	Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	< 0.01	0.30-1.50*	METODO YODOMETRICO
	Sulfato	mg/L (SO ₄)	17.85	< 300.00*	ESPECTROFOTOMETRICO MERCK
	Hierro	mg/L (Fe)	0.60	< 0.30*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA
	Manganeso	mg/L (Mn)	0.09	< 0.40*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA
	Cobre	mg/L (Cu)	0.20	< 2.00*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA
Zinc	mg/L (Zn)	0.41	—	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA	
MICROBIOLOGICOS	Microorganismos Aerobios Mesófilos	UFC/ml	170	< 10 ⁴ *	AGFA 910 C
	Índice de Coliformes Totales	NMP/100ml	8	< 3*	AGFA 910 B
	Índice de Coliformes Fecales	N.A.	< 2	Ausente *	AGFA 910 C

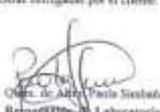
DATOS ADICIONALES:
 mg/L: Miligramos por litro
 UFC/ml: Unidad formadora de colonias por mililitro
 NMP/100 ml: Número más probable por 100 mililitros
 N.A. No Aplica

* INDIADORIA AGUA POTABLE REGISTRO 0162006.1106.2011
 GUÍA DE CALIDAD PARA AGUA DE BEBIDA DE LA OMS DE 2004 (2004-GUD)
 NORMA DE AGUA POTABLE REGISTRO 1106.1106

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.



Ing. Agr. Otago Guadalupe
Técnica de Suelos y Agua



Ing. Agr. Otago Guadalupe
Responsable de Laboratorio



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**
Laboratorio de suelos y de agua

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre • Teléfono: (593) 2396 2946
 Correo electrónico: otaguavis@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec



Proyecto: Calidad y Disponibilidad del agua de consumo humano bajo la gestión social del consejo de juntas del Proyecto Pesillo - Imbabura

Cliente: REGIONAL DE AGUA POTABLE IBARRA - EL ABRA

Dirección: ...

E-mail: ...

Contacto: Carolina Moyá

Teléfono: ...

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 3

Nº de Informe: 14-70

Fecha de ingreso: 24/03/2014

Fecha Emisión: 28/03/2014

Tipo de Muestra:

Tipo de Análisis:

Agua de Consumo Humano

Físico, Químico, Microbiológico

Total de pag. 1

Identificación de Usuario	Unidad	CAPTACIÓN 1 (CERRO IMBABURA)	RED DE DISTRIBUCION (DECTOR 5)	CAPTACION 3 (PARANIA POGUIN)	UNIDADES PERMISIBLES	MÉTODO	
		ES-14-110	LS-14-111	LS-14-112			
FÍSICOS	Turbidez	UNT	0.55	0.34	0.35	5.00*	ESPECTROFOTOMETRICO HACH
	Temperatura (valoración)	°C	8.20	8.00	8.40	-	ELECTRONICO HANNA
	Potencial Hidrogeno	NA	7.88	7.76	7.74	6.50-8.50*	APHA 9109 B
	Conductividad Eléctrica	µS/cm	0.067	0.06	0.06	+200*	ELECTROCONDUCTIVIDAD
	Sólidos Totales	mg/L	42.04	42.95	47.20	+1000.00*	ELECTRONICO HANNA
QUÍMICOS	Fosfato	mg/L (P)	7.00	3.00	3.00	20.00*	FOTOMETRICO DE FLAMA HANNA
	Dureza Total	mg/L (CaCO ₃)	40.41	44.14	44.16	300.00*	TITULACION EDTA 9101 H
	Calcio	mg/L (Ca)	4.21	4.10	4.41	-	FOTOMETRÍA ASORCIÓN ATÓMICA FLUORÍMETRICA
	Magnesio	mg/L (Mg)	1.99	1.96	1.23	-	FOTOMETRÍA ASORCIÓN ATÓMICA TIEMPO RESISTENTE
	Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	-	-	-	0.30-1.50*	METODO FOTOMETRICO
	Sulfato	mg/L (SO ₄)	4.61	+0.01	4.03	+200.00*	ESPECTROFOTOMETRICO HANNA
	Hierro	mg/L (Fe)	<0.01	<0.01	<0.01	+0.30*	ESPECTROFOTOMETRICO HANNA
	Manganeso	mg/L (Mn)	<0.01	<0.01	<0.01	+0.40*	FOTOMETRÍA ASORCIÓN ATÓMICA TIEMPO RESISTENTE
	Cobalto	mg/L (Co)	<0.01	<0.01	<0.01	+1.00*	FOTOMETRÍA ASORCIÓN ATÓMICA TIEMPO RESISTENTE
	Zinc	mg/L (Zn)	0.44	0.10	0.18	-	FOTOMETRÍA ASORCIÓN ATÓMICA TIEMPO RESISTENTE
MICROBIOLÓGICOS	Microorganismos Aerobios Mesófilos	UFC/ml	< 10	< 10	< 10	+10*	APHA 9222
	Coliformes Totales	NMP/100ml	< 3	< 3	< 3	+3*	APHA 9221 B
	E.coli	NA	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	APHA 9211 C

Sinología:

UFC/ml: Unidad formadora de colonias por mililitro

NMP/100 ml: Número más probable por 100 mililitros

NA: No Aplica

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras etiquetadas por el cliente.

* SEGUN NORMA AGUA POTABLE RECOMENDADA POR OMS
4. OÍAS DE CALIDAD PARA AGUA POTABLE
ELLEN NORMA DE AGUA POTABLE RECOMENDADA POR OMS



LABORATORIO DE SUELOS Y DE AGUA

[Firma]
Diana Sotomayor
Técnico de Suelos y Agua

[Firma]
Quím. de Anál. Paola Sotomayor
Responsable de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre • Teléfono: (593) 2396 2946

Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec



Proyecto: Calidad y Disponibilidad del agua de consumo humano bajo la gestión social del consejo de juntas del Proyecto Pesño - Imbabura
Cliente: REGIONAL DE AGUA POTABLE MOJANDA YANAHURCO - CALUQUI
Dirección: ---
Contacto: Carolina Moye

E-mail: ---
Teléfono: ---

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 2
Fecha de ingreso: 03/04/2014
Tipo de Muestra: Agua de Consumo Humano

N° de Informe: 14-09
Fecha Emisión: 28/04/2014
Tipo de Análisis: Físico, Químico, Microbiológico
Total de pag.: 1

Identificación de Usuario	Unidad	CAPTACIÓN (DIARLÓPUNGO)	TANQUE DE TRATAMIENTO	RED DE DISTRIBUCIÓN	MOJES PERIBOLDO	MÉTODO		
Código de laboratorio		LS-14-138	LS-14-140	LS-14-141				
Parámetros								
FÍSICOS	Turbidez	UNT	0.62	0.24	0.73	510*	ESPECTROFOTOMÉTRICO (NAP)	
	Temperatura (valoración)	°C	9.40	10.20	10.40		ELECTRÓNICO (MIRA)	
	Potencial Hidrógeno	HA	8.26	8.10	8.12	8.50-9.00*	APTA 150 F	
	Conductividad Eléctrica	dS/cm	0.12	0.07	0.08	< 2.00*	ELECTRÓNICO (MIRA)	
	Sólidos Totales	mg/L	89.50	49.00	55.27	< 100.00*	ELECTRÓNICO (MIRA)	
QUÍMICOS	Potasio	mg/L (K)	4.00	4.00	3.00	20.00*	FOTOMETRÍA DE FLAMA (SERVA)	
	Dureza Total	mg/L (CaCO ₃)	115.73	53.55	58.85	300.00*	TITULACIÓN (ATA 9414)	
	Calcio	mg/L (Ca)	13.65	6.94	8.09		FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA	
	Magnesio	mg/L (Mg)	4.47	2.08	2.96		FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA (SERVA) ESCRIBER	
	Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)			< 0.01	0.50-1.50*	MÉTODO TITRIMÉTRICO	
	Sulfatos	mg/L (SO ₄)	3.45	< 0.01	< 0.01	< 200.00*	ESPECTROFOTOMÉTRICO (MIRA)	
	Hierro	mg/L (Fe)	< 0.01	< 0.01	0.07	< 0.30*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA (SERVA) ESCRIBER	
	Manganeso	mg/L (Mn)	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.40*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA (SERVA) ESCRIBER	
	Cobre	mg/L (Cu)	0.01	0.02	0.02	< 2.00*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA (SERVA) ESCRIBER	
	Zinc	mg/L (Zn)	0.07	0.07	0.08		FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA (SERVA) ESCRIBER	
	MICROBIOLÓGICOS	Microorganismos Aerobios Mesófilos	UFC/mL	13	< 10	30	< 10*	APTA 9212
		Coliformes Totales	NMP/100mL	< 3	< 3	< 3	< 3*	APTA 9210
E.coli		NA	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	APTA 9211	

Sintología:
UFC/mL: Unidad formadora de colonias por mililitro
NMP/100 mL: Número más probable por 100 mililitros
NA: No aplica
Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.



Laboratorio de suelos y de agua

[Firma]
Ing. Agr. Orlando Vaca
Técnico de Suelos y Agua

[Firma]
Ing. Agr. María Paz
Responsable de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarín 12-03 y 9 de Octubre • Teléfono: (593) 2396 2946
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec



Proyecto: Calidad y Disponibilidad del agua de consumo humano bajo la gestión social del consejo de juntas del Proyecto Peñón - Imbabura
Cliente: REGIONAL DE AGUA POTABLE ILLIMAN
Dirección: ...
Contacto: Carolina Moyá

E-mail: ...
Teléfono: ...

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 2

Nº de Informe: IS-264

Fecha de ingreso: 10/12/2013

Fecha Emisión: 17/12/2013

Tipo de Muestra:

Tipo de Análisis:

Agua de Consumo Humano

Físico, Químico, Microbiológico

Totál de pag. 1

Identificación de Usuario	Unidad	CAPTEACIÓN QUINDE POCYU	LABOR. REPARTIDOR (YANAPAMBA - UNIÓN DE 2 VERDANTES)	CAPTEACIÓN USAN JEAN POCYU	UNIDADES PERMISIBLES	MÉTODO
		LS-13-1131	LS-13-1132	LS-13-1134		
Parámetros						
FÍSICOS	Turbidez	UNT	0.23	0.27	0.09	5.00 [*] FOTOMETRICO/OMETRICO-DUAL
	Temperatura (valoración)	°C	12.74	14.00	10.20	- ELECTRONICO (SARPA)
	Potencial Hidrogeno	HA	0.66	0.77	0.65	6.50-8.50 [*] APHA 2510 D
	Conductividad Eléctrica	dS/cm	0.08	0.04	0.23	< 200 [*] ELECTRODO MIYOSHI
	Sólidos Totales	mg/L	50.79	50.70	175.10	< 1000.00 [*] ELECTRODO MIYOSHI
QUÍMICOS	Potasio	mg/L (K)	2.00	1.00	1.00	70.00 [*] FOTOMETRICO DE FLAMA PERWAY
	Dureza Total	mg/L (CaCO ₃)	62.87	33.84	180.46	300.00 [*] TITULACION TITANUM
	Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	-	-	-	0.50-1.50 [*] METODO TITIMETRICO
	Sulfatos	mg/L (SO ₄)	0.00	0.00	0.00	< 200.00 [*] ESPECTROFOTOMETRICO MERCK
	Hierro	mg/L (Fe)	0.07	0.08	1.21	< 0.30 [*] FOTOMETRICO ABSORCION ATOMICA TITIMETRICO
	Manganeso	mg/L (Mn)	0.07	0.00	0.04	< 0.40 [*] FOTOMETRICO ABSORCION ATOMICA TITIMETRICO
MICROBIOLOGICOS	Mohos y Levaduras	UFC/ml.	31	26	1	0 ALMAC 99112
	Microorganismos Aerobios Mesófilos	UFC/ml.	510	200	11	< 10 ⁵ ALMAC 99119
	Coliformes Totales	NMP/100ml.	< 3	< 3	< 3	< 3 [*] APHA 2010 D
	E.coli	NA	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente [*] APHA 2010 E

Sintabología:

UFC/ml.: Unidad Formadora de colonias por mililitro
NMP/100 ml.: Número más probable por 100 mililitros
NA: No Aplica
Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

*REGIÓN AGUA POTABLE...
AGUAS DE CALIDAD BUENA...
COMUNIDAD DE AGUA POTABLE...



Ing. Agr. Orlando Cayllaviz
Técnico de Suelos y Agua

Responsable de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe: Av. Natalia Jarín 12-03 y 9 de Octubre • Teléfono: (593) 2396 2946
Correo electrónico: ogualaviz@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Proyecto: CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO BAJO LA GESTIÓN SOCIAL DEL CONSEJO DE JUNTAS DEL PROYECTO PESILLO - IMBABURA

Cliente: JUNTA DE AGUA REGIONAL KARABUELA

Dirección: Avenida Natalia Jarrín y 12 de Octubre

Contacto: Ing. Agr. Moya Carolina

Cantidad de muestras: 1

Fecha de ingreso: 21/07/2014

Tipo de Muestra: Agua de Consumo Humano

Tel/Cel: 099-175-1818

E-mail: carroya@ups.edu.ec

Nº de Informe: 14-220

Fecha Emisión: 28/07/2014

Total de pag.: 1

INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Usuario		Unidad	GALLO POGYO	PLANTA DE TRATAMIENTO	RED DISTRIBUCIÓN (LES TITIAÑA)	SUELOS PERIBUELOS	MÉTODO
Código de laboratorio			LS-14-324	LS-14-327	LS-14-328		
Parámetros							
FÍSICO-QUÍMICOS	Turbidez	UNF	1.56	0.36	0.14	1.00*	ESPECTROFOTOMÉTRICO HACH
	Temperatura (valoración)	°C	7.90	13.70	12.80	—	ELECTRÓNICO HANNA
	Potencial Hidrógeno	PH	6.82	6.97	7.00	6.00-8.50*	APHA 924-B
	Conductividad Eléctrica	dS/cm	0.32	0.29	0.29	+1.50*	ELECTRÓNICO MYRON
	Sólidos Totales	mg/L	240.80	220.50	219.50	+1000.00*	ELECTRÓNICO MYRON
	Fosforo	mg/L (P)	3.00	6.00	6.00	20.00*	FOTOMÉTRICO DE FLAMA PERMAP
	Dureza Total	mg/L (CaCO ₃)	241.27	214.79	200.89	300.00*	TITULACIÓN CON EDTA 5009
	Calcio	mg/L (Ca)	28.64	32.70	22.40	—	POTENCIALIA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA
	Magnesio	mg/L (Mg)	8.62	6.93	6.98	—	POTENCIALIA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA
	Sodio	mg/L (Na)	18.48	17.94	17.87	—	ESPECTROFOTOMÉTRICO HACH
	Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	< 0.01	0.15	0.01	0.50-1.50*	MÉTODO FOTOMÉTRICO
	Sulfato	mg/L (SO ₄)	4.61	2.30	5.18	< 200.00*	ESPECTROFOTOMÉTRICO HACH
	Hierro	mg/L (Fe)	0.33	0.19	0.27	< 0.30*	POTENCIALIA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA
	Manganeso	mg/L (Mn)	0.03	0.02	0.03	< 0.40*	POTENCIALIA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA
	Cobalto	mg/L (Co)	0.13	0.19	0.19	< 2.00*	POTENCIALIA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA
Zinc	mg/L (Zn)	0.02	< 0.01	0.01	—	POTENCIALIA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPIA	
MICROBIOLOGICOS	Microorganismos Aerobios Mesófilos	UFC/ml	699	< 10	< 10	< 50*	AGAR NPT
	Índice de Coliformes Totales	NMP/100ml	37	< 2	< 2	< 1*	APHA 921-B
	Índice de Coliformes Fecales	N.A.	< 1	< 2	< 2	Apéndice 2	APHA 921-C

DATOS ADICIONALES:

mg/L: Miligramos por litro

UFC/ml: Unidad Formadora de colonias por mililitro

NMP/100 ml: Número más probable por 100 mililitros

N.A.: No Aplica



Laboratorio de suelos y de agua

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.



Ing. Agr. Orlando Gualavisi
Técnico de Suelos y Agua



M. Sc. Alicia María Simbana
Responsable de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre • Teléfono: (593) 2396 2946

Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Proyecto: Calidad y Disponibilidad del agua de consumo humano bajo la gestión social del consejo de juntas del Proyecto Pasaño - Imbabura
Cliente: REGIONAL DE AGUA POTABLE TABACUNDO - SAN JOSÉ ALTO
Dirección: —
Contacto: Carolina Meza

E-mail: —

Teléfono: —

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 2

N° de Informe: 14-72

Fecha de ingreso: 25/03/2014

Fecha Emisión: 28/04/2014

Tipo de Muestra:

Físico, Químico, Microbiológico

Agua de Consumo Humano

Total de pag. 1

Identificación de Usuario	Unidad	TANQUE REACTOR GUERRABA PICALQUE	RED DISTRIBUCIÓN IGLESIA EVANGÉLICA - SAN JOSÉ ALTO	WATER PLUMBLES	MÉTODO	
Código de laboratorio		LS-14-133	LS-14-134			
Parámetros						
FÍSICOS	Turbidez	UNB	0.04	2.02	0.00	ESPECTROFOTOMÉTRICO HACH
	Temperatura (valoración)	°C	17.20	11.60	—	ELECTRÓNICO HANNA
	Potencial Hidrógeno	HA	7.24	7.52	8.04-8.50*	APIA 7018
	Conductividad Eléctrica	dS/cm	0.06	0.07	<2.00*	ELECTRÓNICO HYDRON
	Sólidos Totales	mg/L	46.03	48.40	<300.00*	ELECTRÓNICO MERCK
QUÍMICOS	Fósforo	mg/L (P)	1.00	1.00	30.00*	FOTOMETRÍA BY FLAMA SARRAY
	Dureza Total	mg/L (CaCO ₃)	49.43	52.86	300.00*	TITULACION EDTA SARRAY
	Calcio	mg/L (Ca)	13.85	13.88	—	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPÍA
	Magnesio	mg/L (Mg)	0.85	0.88	—	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPÍA
	Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	—	1.08	0.30-1.00*	METODO YANAGIMOTO
	Sulfato	mg/L (SO ₄)	<0.01	<0.01	<20.00*	ESPECTROFOTOMÉTRICO MERCK
	Hierro	mg/L (Fe)	0.01	0.06	<0.30*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TERMO SCIENTIF
	Manganeso	mg/L (Mn)	<0.01	<0.01	<0.40*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TERMO SCIENTIF
	Cobalto	mg/L (Co)	0.15	0.06	<2.00*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TERMO SCIENTIF
	Zinc	mg/L (Zn)	0.066	0.07	—	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TERMO SCIENTIF
	MICROBIOLOGÍA	Microorganismos Aerobios Mesófilos	UFC/ml	11	< 10	< 10*
Coliformes Totales		NMP/100ml	< 3	< 3	< 3*	APIA 2011H
E.coli		NA	Ausente	Ausente	Ausente*	APIA 2011C

Simbología:

UFC/ml: Unidad Formadora de colonias por mililitro

NMP/100ml: Número más probable por 100 mililitros

NA: No Aplica

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente



Laboratorio de suelos y de agua

[Signature]
Ing. Agr. Orlando Guajavita
Técnico de Suelos y Agua

[Signature]
Quím. Alicia Pardo Jiménez
Responsable de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre • Teléfono: (593) 2396 2946
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec



Proyecto: Calidad y Disponibilidad del agua de consumo humano bajo la gestión social del consejo de juntas del Proyecto Peñón - Imbabura
Cliente: REGIONAL DE AGUA POTABLE ESPEJO - ESPEJO
Dirección: ---
Contacto: Carolina Moyá

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 3

N° de Informe: 14-92

Fecha de ingreso: 09/04/2014

Fecha Emisión: 28/04/2014

Tipo de Muestra:

Tipo de Análisis:

Agua de Consumo Humano

Físico, Químico, Microbiológico

Total de pag. 1

Identificación de Usuario	Unidad	CAPTACIÓN (LAGUNAS DE MEDIANDA)	TANQUE TRATAMIENTO	RED DISTRIBUCIÓN (OFICINA JUNTA DE AGUA ESPEJO)	NIVELES PERMISIBLES	MÉTODO	
Código de laboratorio		LS-14-149	LS-14-148	LS-14-150			
Parámetro							
FÍSICOS	Turbidez	UNF	1.01	0.27	0.28	5.00*	ESPECTROFOTOMÉTRICO NUTRI
	Temperatura (voluntaria)	°C	18.40	19.60	19.40	---	ELECTRÓNICO HANNA
	Potencial Hidrógeno	NA	7.97	7.76	7.63	6.5-8.50*	APHA 8150 B
	Conductividad Eléctrica	µS/cm	0.03	0.04	0.04	+2.00*	ELECTRÓNICO MYRON
	Sólidos Totales	mg/L	24.73	25.85	25.70	+1000.00*	ELECTRÓNICO MYRON
QUÍMICOS	Potasio	mg/L (K)	1.00	1.00	2.00	30.00*	FOTOMÉTRICO DE FLAMA PERAAE
	Dureza Total	mg/L (CaCO ₃)	32.37	35.90	30.89	300.00*	TITULACIÓN TEMA 141H
	Calcio	mg/L (Ca)	1.02	2.06	2.99	---	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TIEMPO CORTO
	Magnesio	mg/L (Mg)	2.24	2.23	2.24	---	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TIEMPO CORTO
	Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	---	0.09	0.21	0.20-1.20*	MÉTODO HACH DR/9000
	Sulfato	mg/L (SO ₄)	19.58	19.00	1.73	+200.00*	ESPECTROFOTOMÉTRICO MERCK
	Hierro	mg/L (Fe)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	+0.30*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TIEMPO CORTO
	Manganeso	mg/L (Mn)	< 0.01	0.01	0.01	+1.40*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TIEMPO CORTO
	Cobre	mg/L (Cu)	0.03	0.03	0.03	+2.00*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TIEMPO CORTO
	Zinc	mg/L (Zn)	0.07	0.09	0.09	---	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TIEMPO CORTO
MICROBIOLÓGICOS	Microorganismos Aerobios Mesófilos	UFC/ml	< 10	< 10	< 10	+10*	APHA 9218 C
	Coliformes Totales	NMP/100ml	< 3	< 3	< 3	+3*	APHA 8210 B
	E. coli	NA	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	APHA 8210 C

Simbología:

UFC/ml: Unidad Formadora de colonias por mililitro

NMP/100 ml: Número más probable por 100 mililitros

NA: No aplica

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

Ing. Agr. Orlando Quiñones
Técnico de Suelos y Agua



Paola Ambrosio
Químico de Alimentos
Responsable de Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarín 12-03 y 9 de Octubre • Teléfono: (593) 2396 2946
Correo electrónico: oqualavis@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec



Proyecto: Calidad y Disponibilidad del agua de consumo humano bajo la gestión social del Consejo de Juntas del Proyecto Puzilo - Imbabura
 Cliente: REGIONAL DE AGUA POTABLE SAN RAFAEL

Dirección: ... E-mail: ...
 Contacto: Carolina Moya Teléfono: ...

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 3 N° de Informe: 14-95
 Fecha de ingreso: 16/04/2014 Fecha Emisión: 28/04/2014
 Tipo de Muestra: Agua de Consumo Humano Tipo de Análisis: Físico, Químico, Microbiológico

Total de pag. 1

Identificación de Usuario	Unidad	CAPTACIÓN (DONSUELOS)	TANQUE RECOLECTOR (FUENTE TIPIUPAMBA)	TANQUE RECOLECTOR (CANAL PALOMA)	RED DE DISTRIBUCIÓN (SRA. MARIA PERA)	NIVELES PERMISIBLES	MÉTODO
		LS-14-172	LS-14-173	LS-14-174	LS-14-175		
FÍSICOS							
Turbidez	UNF	2.25	2.91	1.95	0.94	5.00*	ESPECTROFOTOMÉTRICO (ACH)
Temperatura (valoración)	°C	14.30	14.00	14.10	14.00	—	ELECTRÓNICO (HANA)
Potencial Hidrogeno	NA	7.81	7.57	7.77	7.53	8.0450*	PHILA 1521H
Conductividad Eléctrica	µS/cm	0.07	0.06	0.07	0.06	+ 2.00*	ELECTRÓNICO (HONDA)
Sólidos Totales	mg/L	52.34	40.75	49.55	43.40	+ 500.00*	ELECTRÓNICO (METER)
QUÍMICOS							
Fluoruro	mg/L (F)	3.00	3.00	3.00	2.00	20.00*	FOTOMETRÍA DE FLUORURO (SPRAY)
Dureza Total	mg/L (CaCO ₃)	33.94	40.30	53.43	48.25	300.00*	TITULACIÓN (SVA 101H)
Calcio	mg/L (Ca)	5.71	5.28	6.31	6.00	—	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA ESPECTROSCOPÍA
Magnesio	mg/L (Mg)	3.40	2.23	3.04	2.34	—	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TIEMPO INDEFINIDO
Cloro Residual	mg/L (Cl ₂)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.30-1.50*	MEDICIÓN TIEMPO INDEFINIDO
Sulfato	mg/L (SO ₄)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	+ 300.00*	ESPECTROFOTOMÉTRICO (MERCAL)
Hierro	mg/L (Fe)	< 0.01	0.29	< 0.01	0.09	< 0.30*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TIEMPO INDEFINIDO
Manganeso	mg/L (Mn)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	+ 0.40*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TIEMPO INDEFINIDO
Cobre	mg/L (Cu)	0.04	0.04	0.04	0.04	+ 2.00*	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TIEMPO INDEFINIDO
Zinc	mg/L (Zn)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	—	FOTOMETRÍA ABSORCIÓN ATÓMICA TIEMPO INDEFINIDO
MICROBIOLÓGICOS							
Microorganismos Aeróbicos Mesófilos	UFC/ml	120	160	70	180	+ 10*	AGAR BHI 0
Coliformes Totales	NMP/100ml	11	< 3	< 3	11	+ 1*	APW 101 0
E. coli	NA	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	APHA 102 0

Sintología:

UFC/ml: Unidad Formadora de colonias por mililitro
 NMP/100 mL: Número más probable por 100 mililitros
 NA: No Aplica

* NORMA REGULATORIA REQUISITOS TÉCNICOS
 AJUSTAR DE CALIDAD PARA AGUA DE BEBIDA
 (B) REGULATORIA DE AGUA POTABLE RESERVIO TIPO 1

Nota: (Arterística): Los resultados corresponden únicamente a las muestras enviadas por el cliente.

Ing. MSc. Orlando Guzmán
 Técnico de Suelos y Agua

Carolina Moya
 Responsable Laboratorio



Laboratorio de suelos y de agua

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jamín 12-03 y 9 de Octubre • Teléfono: (593) 2396 2946
 Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

Anexo 8.

Resultados de porcentaje de cumplimiento de parámetros de calidad de agua

JUNTAS REGIONALES DE AGUA POTABLE	JUNTA DE AGUA	CAMPAÑA DE INVIERNO - RED DOMICILIARIA						
		CLORO RESIDUAL	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	MESOFI LOS	HIER RO	TURBI DEZ	%CUMPLIMINETO DE NORMA
IBARRA	El Abra	NO	SI	SI	SI	SI	SI	83,33%
SAN RAFAEL	San Rafael Tocagon	NO	NO	SI	NO	SI	SI	50,00%
TABACUNDO	San José Alto	NO	SI	SI	SI	SI	SI	83,33%
EL ANGLA	El Angla	SI	SI	SI	NO	SI	SI	83,33%
MOJANDA YANAHURCO	Inti Caluqui	NO	SI	SI	NO	SI	NO	50,00%
ESPEJO	Espejo	NO	SI	SI	SI	SI	SI	83,33%
CARABUELA	Carabuela	NO	SI	SI	NO	SI	SI	66,67%
ILUMAN	San José de Ilumàn	NO	SI	SI	SI	SI	SI	83,33%
LA BOLSA	La Bolsa	NO	SI	SI	NO	SI	SI	66,67%
SUMAK YAKU	Trujaloma	SI	SI	SI	SI	SI	SI	100,00%

JUNTAS REGIONALES DE AGUA POTABLE	JUNTA DE AGUA	CAMPAÑA DE VERANO - RED DOMICILIARIA						
		COLOR RESIDUAL	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	MESOFILOS	HIERRO	TURBIDEZ	%CUMPLIMIENTO DE NORMA
IBARRA	El Abra	NO	SI	NO	SI	SI	SI	66,67%
SAN RAFAEL	San Rafael Tocagon	NO	SI	NO	NO	SI	SI	50,00%
TABACUNDO	San José Alto	NO	NO	NO	NO	SI	SI	33,33%
EL ANGLA	El Angla	SI	NO	SI	NO	NO	NO	33,33%
MOJANDA YANAHURCO	Inti Caluqui	NO	SI	NO	NO	NO	NO	16,67%
ESPEJO	Espejo	NO	SI	NO	SI	SI	SI	16,67%
CARABUELA	Carabuela	NO	SI	NO	SI	SI	SI	66,67%
ILUMAN	San José de Ilumàn	NO	SI	NO	SI	SI	SI	66,67%
LA BOLSA	La Bolsa	NO	SI	NO	NO	SI	SI	50,00%
SUMAK YAKU	Trujaloma	NO	SI	NO	SI	SI	SI	66,67%