



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**Trabajo de Titulación presentado como requisito previo
a la obtención del título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables**

DIAGNÓSTICO DE VERTIENTES Y DETERMINACIÓN DE RESERVAS HÍDRICAS PRIORITARIAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA, PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA

AUTOR

Wilson Enrique Sánchez Casa

DIRECTOR

Ing. Oscar Rosales.

**IBARRA - ECUADOR
2017**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DIAGNÓSTICO DE VERTIENTES Y DETERMINACIÓN DE RESERVAS
HÍDRICAS PRIORITARIAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA, PARA EL
CONSUMO HUMANO EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA

Trabajo de Titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación
como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADO

Ing. Oscar Rosales

Director de Trabajo de titulación.....

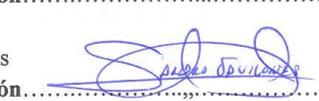
Ing. Paúl Arias

Tribunal de titulación.....

Ing. Raúl Beltrán

Tribunal de titulación.....

Ing. Sandra Gavilanes

Tribunal de titulación.....

Ibarra - Ecuador
2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del Proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
Cédula de identidad:	1003453089	
Apellidos y nombres:	Sánchez Casa Wilson Enrique	
Dirección:	Bellavista de Caranqui.	
Email:	sonwil_67@hotmail.com	
Teléfono fijo:	06-2-652-435	Teléfono móvil: 0997010909

DATOS DE LA OBRA	
Título:	DIAGNÓSTICO DE VERTIENTES Y DETERMINACIÓN DE RESERVAS HÍDRICAS PRIORITARIAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA, PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA.
Autor:	Wilson Enrique Sánchez Casa
Fecha:	16 de marzo 2017
Solo para trabajos de grado	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
Director:	Ing. Oscar Rosales

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Wilson Enrique Sánchez Casa con cédula de ciudadanía Nro. 1003453089; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

3. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 16 de marzo 2017.

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN:

Wilson Enrique Sánchez Casa

C.I.:1003453089

Ing. Betty Mireya Chávez Martínez

JEFA DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Wilson Enrique Sánchez Casa**, con cédula de identidad Nro.1003453089; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominada **DIAGNÓSTICO DE VERTIENTES Y DETERMINACIÓN DE RESERVAS HÍDRICAS PRIORITARIAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA, PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA** que ha sido desarrolla para optar por el título INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Wilson Enrique Sánchez Casa
C.C.:1003453089

Ibarra, a los 16 días del mes de marzo del 2017

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 23 de febrero 2017

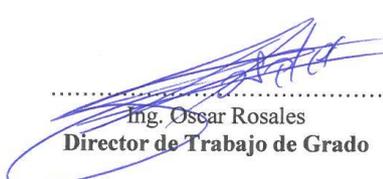
Wilson Enrique Sánchez Casa: DIAGNÓSTICO DE VERTIENTES Y DETERMINACIÓN DE RESERVAS HÍDRICAS PRIORITARIAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA, PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA / TRABAJO DE GRADO. Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables Ibarra, 16 de marzo del 2017. 91 páginas.

DIRECTOR: Ing. Oscar Rosales

Diagnosticar el estado actual de las vertientes y determinar las reservas hídricas prioritarias para el abastecimiento de agua de consumo humano para la parroquia la Esperanza.. Entre los objetivos específicos se encuentra: Determinar la calidad de agua para consumo humano, de las vertientes que abastecen a la parroquia La Esperanza; mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos. Identificar las zonas de recarga hídricas, para el abastecimiento de agua de consumo humano. Elaborar la propuesta de intervención para la conservación y recuperación de vertientes y reservas hídricas y mejorar la calidad de agua de consumo humano

Fecha: 16 de marzo del 2017


.....
Ing. Oscar Rosales
Director de Trabajo de Grado


.....
Wilson Enrique Sánchez Casa
Autor

DEDICATORIA

A mis padres Wilson Sánchez y Teresa Casa por su apoyo, consejos, comprensión y amor.

A mis hermanos Laura, Isaac y Tracy quienes con su ejemplo y presencia incentivaron mis deseos de superación.

A mi hijo Josué quien es mi motivación, inspiración, razón de vida y felicidad.

AGRADECIMIENTO.

Gracias a mi Dios quien en los momentos más tristes y difíciles no me dejó caer; a mis queridos padres quienes me han guiado y han sido base fundamental en la formación de mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia, coraje para conseguir mis objetivos y por ayudarme con los recursos necesarios para mi formación académica.

Gracias a mis hermanos quienes nunca perdieron la fe en mí y siempre estuvieron brindándome su apoyo pese a todas las adversidades, a mis tíos; Jony, Juan con sus palabras me impulsaron a seguir en la lucha y nunca me dejaron rendirme

Al ingeniero Oscar quien me brindó su sabiduría y tiempo para que este proyecto salga adelante. A mis asesores por su paciencia y conocimientos transmitidos, a la Universidad Técnica del Norte.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY	xv
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	2
1.1 OBJETIVOS	3
1.2 PREGUNTAS DIRECTRICES	3
CAPÍTULO II	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Marco legal.....	4
2.1.1 Constitución República del Ecuador	4
2.1.2 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.....	5
2.1.3 Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental TULSMA.....	5
2.1.4 Plan Nacional del Buen Vivir.....	5
2.2 Marco Teórico	6
2.2.1 Vertiente Hídrica	6
2.2.2 Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas superficiales, marítimas y de estuarios.....	6
2.2.3 Agua potable para consumo Humano	7
2.2.4 Parámetros dentro del análisis de calidad de agua	8
2.2.5 Reserva hídrica o Zona de Recarga Hídrica.....	9
CAPÍTULO III	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 MATERIALES Y EQUIPOS.....	17
3.2 METODOLOGÍA	18
3.2.1 Delimitación del área de estudio	18
3.2.2 Identificación de vertientes hídricas.....	18

3.2.3 Muestreo y análisis de aguas	18
3.2.4 Determinación de la calidad de agua para consumo humano; de las vertientes que abastecen a la Parroquia la Esperanza	19
3.2.5 Identificación de reserva hídrica o zonas de recarga hídrica	24
3.2.6 Recarga hídrica de las vertientes	28
3.2.7 Elaboración de la propuesta de intervención.....	28
CAPÍTULO IV	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1 Delimitación del área de estudio.	29
4.2 Identificación de vertientes	30
4.3 Muestreo y análisis de aguas	34
4.4 Determinación de la calidad de agua para consumo humano en las vertientes que abastecen a la parroquia la Esperanza	35
4.4.1 Vertiente Naranja Pocgyo	35
4.4.1.1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico	35
4.4.1.2 Límites permisibles según Norma Técnica Ecuatoriana NTE 1108, 2014	36
4.4.2 Vertiente Santa Marta.....	37
4.4.2.1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico	37
4.4.2.2 Límites permisibles según Norma Técnica Ecuatoriana NTE 1108, 2014	37
4.4.3.1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico	39
4.4.3.2 Límites permisibles según Norma Técnica Ecuatoriana NTE 1108, 2014	39
4.5 IDENTIFICACIÓN ZONAS DE RECARGA HÍDRICA	41
4.5.1 Recarga hídrica de las vertientes	44
4.6 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	44
4.6.1 PROYECTO 1: Fortalecimiento técnico administrativo; de las Juntas Administradoras de Agua Potable en la Parroquia la Esperanza	45
OBJETIVO.....	46
ACTIVIDAD.....	46
DESARROLLO	46
4.6.2 PROYECTO 2: Proyecto de Educación Ambiental “El agua - Fuente de vida”	46
OBJETIVO.....	47
ACTIVIDAD.....	47
DESARROLLO	47

4.6.3 PROYECTO 3: Gestión integral para el mejoramiento continuo de los sistemas de agua de la parroquia La Esperanza.	48
OBJETIVO.....	49
ACTIVIDAD.....	49
DESARROLLO	49
4.6.4 Presupuesto general de la propuesta de intervención.....	50
CAPÍTULO V	51
5. CONCLUSIONES	51
CAPÍTULO VI.....	53
6. RECOMENDACIONES	53
CAPÍTULO VII.....	54
ANEXOS.....	54
Anexo1. Mapa de ubicación del área de estudio.....	54
Anexo2. Mapa de ubicación de vertientes	55
Anexo 3. Resultados de análisis físicos químicos y microbiológicos Laboratorio de EMAPA56	
Anexo 4: Resultados de análisis físicos químicos y microbiológicos Laboratorio de PUCE-SI57	
Anexo 5. Mapa de capacidad de recarga hídrico según el porcentaje de cobertura vegetal	67
Anexo 6. Mapa de capacidad de recarga hídrica según la textura del suelo	68
Anexo 7. Mapa de capacidad de recarga hídrico según el uso del suelo	69
Anexo 8. Mapa de capacidad de recarga hídrico según el tipo de roca	70
Anexo 9. Mapa de capacidad de recarga hídrico según el tipo de relieve	71
ANEXO 10. Mapa de Zonas de Recarga Hídrica	72
BIBLIOGRAFÍA.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°. 1 Parámetros analizados en los Laboratorios.....	19
TABLA N°. 2 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico... ..	20
TABLA N°. 3 Límites máximos permitidos (NTE INEN 1 108, 2014)	21
TABLA N°. 4 Análisis de resultados (TULSMA, 2015)	22
TABLA N°. 5 Análisis de resultados (NTE INEN 1 108, 2014)(OMS).....	23
TABLA N°. 6 Ponderación de recarga hídrica según tipo de pendiente del suelo.....	24
TABLA N°. 7 Ponderación de recarga hídrica del suelo según su textura	25

TABLA N°. 8 Ponderación de recarga hídrica según la cobertura vegetal.....	25
TABLA N°. 9 Ponderación de recarga hídrica según el tipo de roca.....	26
TABLA N°. 10 Ponderación de recarga hídrica según el uso del suelo.....	26
TABLA N°. 11 Ponderación de recarga hídrica según el modelo propuesto.....	28
TABLA N°. 12 Límites de la parroquia La Esperanza.....	29
TABLA N°. 13 Vertientes Hídricas	30
TABLA N°. 14 Administración y cobertura de vertientes hídricas	31
TABLA N°. 15 Puntos de muestreo Vertiente Naranja Pocgyo.....	34
TABLA N°. 16 Puntos de muestreo Vertiente Santa Marta.....	34
TABLA N°. 17 Puntos de muestreo Chilco Cochimbuela.....	35
TABLA N°. 18 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico (TULSMA)	35
TABLA N°. 19 Límites permisibles según Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 108, 2014).....	36
TABLA N°. 20 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico (TULSMA)	37
TABLA N°. 21 Límites permisibles según Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 108, 2014).....	38
TABLA N°. 22 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico (TULSMA)	39
TABLA N°. 23 Límites permisibles según Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 108, 2014).....	40
TABLA N°. 24 Áreas de recarga hídrica en la Parroquia la Esperanza y Angochagua.....	42
TABLA N°. 25 Áreas de recarga hídrica en la Parroquia la Esperanza y Angochagua.....	44
TABLA N°. 26 Problemas Identificados.....	45
TABLA N°. 27 Actividades para cumplimiento de objetivos del Proyecto 1.....	46
TABLA N°. 28 Actividades para cumplimiento de objetivos del Proyecto 2.....	47
TABLA N°. 29 Actividades para cumplimiento de objetivos del Proyecto 3.....	49
TABLA N°. 30 Presupuesto general de la propuesta de intervención.	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO N°. 1 Ubicación del Área de Estudio	30
GRAFICO N°. 2 Vertiente Naranja Pocgyo.....	32
GRAFICO N°. 3 Vertiente Santa Marta.....	33
GRAFICO N°. 4 Vertiente Chilco Cochimbuela	33
GRAFICO N°. 5 Zonas de Recarga Hídrica.....	41

RESUMEN

La presente investigación presenta un diagnóstico de vertientes y la determinación de reservas hídricas prioritarias para el abastecimiento de agua, para el consumo humano en la parroquia la Esperanza cantón Ibarra. El área de estudio comprende parte de la parroquia de Angochagua y principalmente la parroquia la Esperanza la cual está situada al Sureste de la parroquia de Caranqui, sobre las estribaciones del volcán Imbabura delimitada por un rango altitudinal de 2700 a 4630msnm y presentando temperaturas entre los 12 a 15°C. La red hídrica de la parroquia la Esperanza se extiende desde la zona Oriental y recorre el micro cuenca del río Tahuando. Mediante las salidas de campo realizadas con las autoridades del Gobierno Parroquial se identificaron 3 vertientes para el estudio. La calidad del agua se determinó mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos, resultados que fueron analizados para el uso de consumo humano norma (NTE INEN 1 108, 2014) en todas las vertientes. Se determinaron las reservas hídricas tomando en cuenta la metodología de identificación de reservas hídricas potenciales de agua para el medio ambiente. Con la información analizada se planteó las alternativas de solución mediante una propuesta de intervención que promueve la conservación y recuperación de reservas hídricas y vertientes, para de este modo y de acuerdo a los análisis realizados, eliminar los desvíos encontrados en los parámetros establecidos para el agua de consumo humano.

SUMMARY

This study introduces a watershed diagnosis together with water reservoirs, first and foremost for water supply fit for human consumption at the Esperanza Parish, located in Ibarra city.

The area of study is comprised by in part, the Angochagua Parish and by mainly the Esperanza Parish, which is located South East the Caranqui Parish over the Imbabura Volcano's foothills defined by an altitude range from 2700 to 4630 msnm and temperature approaching between 12°C and 15°C. The river net of La Esperanza spreads from the Eastern area and runs through the Tahuando river micro basin. Through field trips made with Gobierno Parroquial authorities, tree (3) water sheds were identified. Water quality was determined through physical, chemical and microbiological analyses, resulting in non-standard parameters (NTE INEN 1 108, 2014)) of all basins. Water reservoirs were established, taking into account the methodology used to classify potentially-environmental friendly water reservoirs. Having this data analyzed, solution alternatives were presented through an intervention proposal, which promotes water reservoirs and water sheds conservation and recovery in such a way and according to the analyses conducted, eliminate deviations found within the parameters established by water intended for human consumption.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Las diversas condiciones de temperatura, humedad y neblinas, junto a una intensa irradiación ultravioleta, hacen del páramo y sus especies un singular e inigualable ecosistema (Domínguez, 2014). Estos ecosistemas se caracterizan por su alta susceptibilidad por lo que son sumamente frágiles y se deterioran con gran facilidad. Entre los peligros que entraña su deterioro o su desaparición son la reducción considerable de las fuentes de agua y la calidad de la misma. (Mena, 2001).

El Ecuador es un País que posee recursos hídricos muy abundantes; lamentablemente también registra un alto porcentaje de deforestación, y severos niveles de contaminación en sus ríos, elementos que ponen en riesgo la provisión y abastecimiento de agua de calidad para las poblaciones (Reinoso, 2001). La construcción de sistemas de abastecimiento de servicios básicos se caracterizan por la desvinculación con los recursos naturales de los que dependen adicionalmente; por mencionar un ejemplo, se dota a la población de sistemas de abastecimiento de agua, pero se descuida absolutamente la conservación de las micro cuencas. (Reinoso, 2001)

Según Faustino (2006) los factores que inciden en la reducción de las fuentes de agua son el deterioro de las zonas de recarga hídrica, la contaminación de ríos y reservorios de agua; a esto se suma, el grado de erosión de los suelos, la compactación y la deforestación. Esta situación está siendo causada por la actividad antrópica, durante el desarrollo de actividades relacionadas a la agricultura, actividades pecuarias, procesos industriales, obtención de leña y edificación de viviendas, en sitios no apropiados.

En el Ecuador la contaminación de los recursos hídricos y la degradación de los ecosistemas asociados a estos son grandes problemas; a esto se suma, el crecimiento poblacional y por ende su demanda de agua; la falta de cumplimiento de normas y la ausencia de aplicación de sanciones rigurosas a los causantes de impactos ambientales adversos. (SENAGUA, 2012)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel local y de acuerdo a la información proporcionada por los habitantes parroquiales y los Presidentes de las juntas de agua, se confirma que en ciertos sectores de la Parroquia se consume el líquido vital proveniente directamente de las vertientes, sin ningún tratamiento previo; esta agua está expuesta a cualquier tipo de contaminación, situación que muestra que para tener un agua de calidad para consumo humano debe cumplir con lo establecido en la norma (NTE INEN 1 108, 2014). Lo que puede desencadenar en afectaciones en la salud de los habitantes, a esto se suma la falta de protección en las vertientes, zonas de recarga hídrica o reservas hídricas y la falta de tratamiento, control y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación permitirá que los habitantes de la zona y el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia la Esperanza, tengan conocimiento de la calidad de agua que se está suministrando a cada uno de sus hogares. Complementariamente es conveniente para proponer una alternativa para mejorar la calidad agua, mejorando el estado de conservación de las vertientes y las reservas hídricas o zonas de recarga hídrica, en forma participativa con la ciudadanía, para así garantizar el consumo de un agua de calidad y evitar enfermedades relacionadas al consumo de agua por incumplimiento de parámetros que establece la (NTE INEN 1 108, 2014).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

- Diagnosticar el estado actual de las vertientes y determinar las reservas hídricas prioritarias para el abastecimiento de agua de consumo humano para la parroquia la Esperanza.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la calidad de agua para consumo humano, de las vertientes que abastecen a la parroquia La Esperanza; mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos.
- Identificar las zonas de recarga hídricas, para el abastecimiento de agua de consumo humano.
- Elaborar la propuesta de intervención para la conservación y recuperación de vertientes y reservas hídricas y mejorar la calidad de agua de consumo humano.

1.2 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Cuál es la calidad del agua de consumo humano; que llega a los hogares de los habitantes de la parroquia la Esperanza?

¿Cuáles son las reservas hídricas que abastecen a la parroquia La Esperanza?

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

En este capítulo se revisó las bases teóricas que se relacionan con el tema de investigación y los aspectos legales que deben regir el manejo de los recursos hídricos en el Ecuador.

2.1 Marco legal

El presente Marco Legal es un análisis de la Legislación Nacional que delimita el presente estudio; iniciando por la Constitución de la República reformada en el 2008, leyes orgánicas y El Plan Nacional del Buen vivir.

2.1.1 Constitución República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador establece normas fundamentales que amparan los derechos y obligaciones. De acuerdo a lo mencionado, los artículos de la Constitución vinculados a esta investigación son el **Art. 12.-** el cual señala que “el derecho del ser humano al agua es fundamental e irrenunciable el cual constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, esencial para la vida”. Así como también el **Art. 64.-** “el cual menciona que la Naturaleza tiene derecho a la protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua a la protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación; a la restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos”. (Constitución de la República del Ecuador 2008)

Adicionalmente el **Art. 411.-** que anuncia que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. (Constitución de la República del Ecuador 2008)

2.1.2 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

Dentro del Título III de los derechos, garantías y obligaciones capítulo I derecho humano al agua en el **Art. 57.-** menciona que el derecho al agua, es el derecho para que todas las personas dispongan de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura. Así como también **Art. 58.-** que se refiere a la Exigibilidad del derecho humano al agua y el. **Art. 60.-** que cita el Libre acceso y uso del agua. (Asamblea Nacional, 2014)

2.1.3 Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental TULSMA

En el libro VI anexo I del TULSMA, normativa que tiene como objetivo la prevención y control de la contaminación ambiental, con lo que respecta al recurso agua. El objetivo primordial es proteger la calidad del agua, y por ende preservar la integridad de las personas y del ambiente en general. En donde de acuerdo al uso de este recurso; se dan a conocer las prohibiciones, los límites permisibles y disposiciones a cumplirse al realizar una descarga en un cuerpo hídrico o alcantarillado; además de la metodología y procedimientos empleados para la determinación de contaminantes en el recurso agua. . (Ministerio del Ambiente, 2015)

2.1.4 Plan Nacional del Buen Vivir

Las políticas y lineamientos estratégicos establecidos, dentro de los objetivos del plan nacional de buen vivir, que hacen referente a la presente investigación son los siguientes.

Objetivo 3.- Mejorar la calidad de vida de la población, numeral 3.10.- Garantizar el acceso universal, permanente, sostenible y con calidad a agua segura y a servicios básicos de saneamiento, con pertinencia territorial, ambiental, social y cultural. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades, 2013-2017)

Objetivo 7.- Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global, numeral 7.6.- Gestionar de manera sustentable y participativa el patrimonio hídrico, con enfoque de cuencas y caudales ecológicos para

asegurar el derecho humano al agua. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades, 2013-2017)

2.1.5 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano; se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros. (NTE INEN 1 108, 2014)

2.2 Marco Teórico

A continuación se dan a conocer las bases teóricas e información relevante para el tema de investigación

2.2.1 Vertiente Hídrica

La vertiente, fuente de agua o también conocida como: ojo de agua, puquio, pilla o surgencia, es una de las fuentes de agua más importantes utilizadas para el consumo humano, animal y para el riego; son flujos de agua con caudales que pueden variar de unos litros por minuto a unos cuantos litros por segundo, los cuales son captados en estanques. Las vertientes pequeñas sirven para el riego de pequeños huertos, para el consumo humano y animal; y las vertientes mayores que forman flujos caudalosos sirven para el riego de extensiones mayores de tierras y abastecen a grupos de familias o comunidades enteras; estas vertientes forman sistemas de riego parecidos a los sistemas de acequias encontradas en los ríos. (Gerbrandy, 1998)

Según Saavedra (2009) en las comunidades campesinas una fuente de agua es conocida como vertiente, ojo de agua; que se define como un afloramiento natural de agua en laderas de una comunidad o microcuenca; estas pueden ser: fuentes permanentes; que fluyen durante todo el año y fuentes temporales; las cuales se secan en épocas de invierno y otoño (periodo seco).

2.2.2 Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas superficiales, marítimas y de estuarios

De acuerdo al TULSMA, (2015); la norma tomara en cuenta los siguientes usos del agua: consumo humano y uso doméstico, preservación de la vida acuática y silvestre, uso agrícola o de riego, uso Pecuario, uso recreativo, uso estético.

Entendiéndose como agua para consumo humano y uso doméstico aquella que es obtenida de cuerpos de agua, superficiales o subterráneas, y que luego de ser tratada será empleada por individuos o comunidades en actividades como: bebida y preparación de alimentos para consumo humano, satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios. (TULSMA, 2015)

Esta norma aplica a la selección de aguas captadas para consumo humano y uso doméstico, para lo cual se deberán cumplir con los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano evaluando parámetros como; coliformes fecales, color, hierro total, nitratos nitritos, pH, sulfatos y turbiedad. De ser necesario para alcanzar los límites establecidos en la Norma INEN para agua potable se deben implementar procesos de tratamiento adecuados y que permitan alcanzar eficiencias óptimas, con la finalidad de garantizar agua de calidad para consumo humano. (TULSMA, 2015)

2.2.3 Agua potable para consumo Humano

El agua para consumo humano debe tener una calidad adecuada para prevenir y evitar la transmisión de cualquier enfermedad; esta no debe tener en su estructura ningún tipo de contaminante, sea de carácter químico o agente infeccioso, que pueda ser nocivo a la salud del ser humano; para lo cual se han establecido límites permisibles, de acuerdo a sus propiedades físicas, químicas, microbiológicas, organolépticas y radioactivas. (Ramos, Sepúlveda, & Villalobos, 2003)

Los parámetros de calidad o límites máximos permisibles del agua potable para consumo humano en nuestro país se encuentran establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (NTE INEN 1 108, 2014); la cual es una adaptación de las Guías de la Organización Mundial de la Salud para la calidad del agua potable; dentro de esta norma se establecen los parámetros como color, turbiedad, olor, sabor, cloro libre residual, nitratos, nitritos, coliformes fecales los límites máximos permitidos para cada uno de ellos.

2.2.4 Parámetros dentro del análisis de calidad de agua

De acuerdo Samboni, Carvajal, y Escobar (2007) los parámetros que se aplican para cada investigación sobre la calidad del agua son diferentes, debido a que cada tipo de investigación presentan características muy distintas. Pueden considerarse entre dos o más parámetros; la elección depende de la experticia del investigador o del criterio de un experto en análisis de calidad de agua, como también de la información existente, los criterios de tiempo, localización y su importancia. A continuación se describen los parámetros más relevantes para el estudio y se describen de acuerdo a la guía de calidad de agua potable de la Organización Mundial de la Salud. (Organización Mundial de la Salud, 2016)

Sabor, olor y aspecto: Proviene de químicos naturales, orgánicos e inorgánicos y fuentes o procesos biológicos; estos parámetros pueden evidenciar el mal funcionamiento de algún proceso.

Color: El agua para consumo humano no debe tener ningún color apreciable; por lo general el color en el agua de consumo es debido a la presencia de materia orgánica.

pH : El pH óptimo para agua de consumo humano debe encontrarse entre 6,5 y 8. Agua con pH más bajo puede ser corrosiva.

Turbidez: Se debe a la presencia de partículas de materia esto debido a la mala filtración o por la suspensión de sedimento del sistema de distribución; son aceptables 5 unidades nefelométrías de turbidez UNT.

Cloruro: La colocación de sal a los alimentos es una de las fuentes de incremento de los cloruros, aunque también puede proceder de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales; las concentraciones de cloruro que excedan de unos 250 mg/l le dan al agua un sabor apreciable.

Dureza: Se debe a una concentración alta de calcio y en menor proporción de magnesio; el agua con valores por sobre 200 mg/l provoca la formación de incrustaciones,

principalmente en las calefacciones. Las aguas con valores menores que 100 mg/l son más corrosivas para las tuberías y el grado de dureza también afecta a su sabor.

Nitrato y nitrito: El nitrato es utilizado principalmente en fertilizantes inorgánicos, y el nitrito sódico en conservantes alimentarios; las concentraciones aumentan a causa de la filtración o escurrentía de tierras agrícolas o por la contaminación por residuos humanos y animales.

Sulfato: Se encuentran presentes en la industria química y en forma natural en muchos minerales. Proceden de residuos industriales; su presencia le da al agua un sabor apreciable y ocasionan corrosión en los sistemas de distribución.

Fosfatos: Proviene del uso de fertilizantes; contribuye a la alcalinidad de las aguas, por lo general se encuentra en el agua más de 1 ppm; No suele determinarse en los análisis de rutina, pero puede hacerse colorimétricamente. (Lapeña, 1990)

Escherichia coli: Se encuentra presente en altas concentraciones en las heces humanas y animales; es considerado el índice de contaminación fecal más adecuado; su existencia es muy nociva para la salud, debido a la alta posibilidad de la presencia de agentes patógenos en los residuos fecales.

Coliformes Totales: Los coliformes totales son una variedad de bacilos, que son utilizados como indicadores de la eficiencia de tratamientos y para evaluar la efectividad de sistemas de distribución.

2.2.5 Reserva hídrica o Zona de Recarga Hídrica

Son consideradas reservas hídricas naturales, las áreas que se encuentren en zonas silvestres que tengan cuencas de captación y que tengan una alta importancia ecológica y turística (Gobierno de Córdoba, 2000).

Se conoce como recarga, al proceso donde el agua que se incorpora a un acuífero procede del exterior; es decir del contorno por el que se encuentra delimitado; esta recarga se

origina por la infiltración de las aguas superficiales y de la lluvia, así como también de la transferencia de agua desde otro acuífero (Custodio, 1998).

La cantidad de recarga de un acuífero está determinada por la extensión del área de entrada o de captación; por tal motivo los acuíferos con lechos permeables situados en áreas más extensas son de mayor productividad; existe un mayor nivel de filtración cuando a la precipitación local, se suma el escurrimiento superficial de alguna área tributaria. (INAB 2003).

Se considera como áreas de mayor importancia de conservación a las de mayor recarga; como montañas y zonas altas que poseen un suelo y subsuelo permeables; las cuales pueden verse afectadas por actividades que producen contaminación que por procesos como la infiltración pueden contaminar al acuífero, afectando la calidad de sus aguas. (Losilla 1986).

2.2.5.1 Clasificación de las zonas de recarga hídrica

Faustino (2006) citado por Matus (2007) menciona que las zonas de recarga hídrica se clasifican tomando en cuenta la movilidad del agua en el suelo, subsuelo y manto rocoso; las cuales se detallan a continuación:

- **Zonas de recarga hídrica superficial:** comprende toda la cuenca hidrográfica, descartando las zonas que en su totalidad son impermeables. Se mide este caudal en el cauce principal del río; el cual es denominado, como caudal de escorrentía superficial.
- **Zonas de recarga hídrica sub superficial:** Son las zonas de la cuenca, en donde la retención de agua o almacenamiento superficial es mayor por el tipo de suelo presente. Este caudal se mide en el cauce principal del río y ocurre relativamente después de las precipitaciones y en temporadas secas, cuando el agua que proviene es de bosques.
- **Zonas de recarga hídrica subterránea:** Corresponde a las zonas de la cuenca con sitios planos o cóncavos, y rocas permeables; en donde la infiltración vertical es

significativa y forma o alimenta los acuíferos. Un dato importante en esta zona, es la conexión que existe entre acuíferos y la recarga externa que puede provenir de otra cuenca.

- **Zonas de recarga hídrica subterránea:** Concierno a zonas de la cuenca que en donde existen profundas fallas geológicas; o cuando en el balance hidrogeológico se constata una pérdida por percolación profunda. Por lo general concuerda con las zonas de recarga subterránea

2.2.5.2 Factores que afectan la recarga hídrica

La recarga hídrica depende del régimen de precipitación, de la escorrentía superficial, y del caudal de los ríos; así mismo varía o depende de acuerdo a la permeabilidad de los suelos, de su contenido de humedad, de la duración e intensidad de la lluvia y del patrón de drenaje de la cuenca. También la pendiente de la superficie constituye un factor importante, puesto que las muy inclinadas favorecen la escorrentía superficial y, si son menos fuertes, retienen por más tiempo el agua favoreciendo la infiltración (INAB 2003).

Los acuíferos recargan en cualquier área en que se presentes las siguientes condiciones: a) exista suelo o roca permeable en superficie, b) que esté en comunicación hidráulica con los acuíferos, y c) que esté temporalmente en contacto con agua. Todos estos factores definen la recarga, ocurren en diferentes grados relativos en las capas que sobresalen a los acuíferos. Para conocer y delimitar las principales zonas de recarga de un acuífero y su mecánica de funcionamiento, se necesitan muy variados y específicos estudios hidrogeológicos (Losilla 1986).

Según INAB (2003) los factores que afectan la recarga hídrica son:

Clima: dentro de este los factores que afectan la recarga hídrica son, la evapotranspiración, debido a las pérdidas de agua por la transpiración de las plantas y la evaporación del agua y la precipitación pluvial.

Suelo: debido a que suelos impermeables o compacto impiden o dificultan la infiltración o recarga hídrica, mientras que suelos permeables facilitan a garantizan la recarga en los

acuíferos. Las características del suelo que influyen en la recarga son, la textura, la densidad aparente, grado de saturación del suelo (contenido de humedad) y la capacidad de infiltración.

Topografía: esta influye debido al tiempo de contacto que permite entre el agua con la superficie, pendientes fuertes favorecen la escorrentía superficial, disminuyen el tiempo de contacto del agua con la superficie y reducen la infiltración del agua o recarga de los acuíferos.

Estratigrafía geológica: es muy importante estudiar la estratigrafía de la zona, es decir conocer la disposición de los diferentes materiales geológicos en los distintos estratos o capas del suelo hasta llegar a la zona saturada (agua subterránea), ya que estos pueden afectar grandemente la cantidad de recarga hídrica.

Cobertura vegetal: esta disminuye la escorrentía superficial, permitiendo mayor contacto del agua con la superficie y facilitando el proceso de infiltración del agua, por otra parte, una gran cantidad de la lluvia que cae es depositada en la cobertura vegetal como intersección; en este factor es necesario considerar la profundidad radicular y la capacidad de retención vegetal.

Escurrimiento: el agua que cae proveniente de las precipitaciones forma flujos superficiales, sub superficiales y subterráneos los cuales son captados por los cauces de los ríos.

2.2.5.3 Demarcación de fuentes y zonas de recarga hídrica

León (2010) menciona que para tener mejores resultados en las acciones que van encaminadas a la protección a las fuentes de agua y zonas de recarga; es prioritario realizar actividades como la vigilancia local organizada, el respeto a las leyes relacionadas al recurso agua y la denuncia de violaciones, el manejo consensuado de conflictos, la negociación con compensación, la protección al bosque remanente. Estas acciones deberán ser iniciadas donde haya mayor urgencia de protección y donde se den las mejores condiciones; tomando en cuenta, cuáles son las zonas más críticas a proteger (por la

cantidad de fuentes de agua) y su grado de vulnerabilidad, para priorizar la demarcación y saneamiento de una zona más pequeña

La mejor forma es combinando el conocimiento local y conocimiento científico y técnico. La gente conoce mucho, por su experiencia de vida y sabiduría popular; pero ese conocimiento debe complementarse con el conocimiento científico. Un campo en el que este testimonio es muy válido; es en la definición de límites de una zona de recarga hídrica y de las zonas de intervención prioritaria. (León ,2010).

2.2.5.4 Protección de zonas de recarga hídrica

González (2011), realizó el estudio Manejo y protección de zonas de recarga hídrica y fuentes de agua para consumo humano en la sub-cuenca del río Zaratí. En este estudio se analizó el marco legal e institucional existente en la sub-cuenca del río Zaratí; relacionado con las zonas de recarga hídrica y el agua para consumo humano, dando como resultado el desconocimiento de las leyes y la no existencia de normas relacionadas explícitamente sobre zonas de recarga hídrica (ZRH), por lo que se hace necesario seguir profundizando en el tema. Se identificaron de manera participativa, con actores locales, las principales fuentes de agua y las zonas potenciales de recarga hídrica (ZPRH) y se compararon con las evaluadas bajo los criterios técnicos y climáticos, dando como resultado que las mejores condiciones geomorfológicas y climáticas para que ocurra una buena recarga hídrica están en la parte alta de la sub-cuenca del río Zaratí.

La recarga puede determinarse por varios métodos, y se clasifican en 5 grupos: 1. Medidas directas. La recarga se mide directamente mediante la construcción de lisímetros. Un lisímetro es un bloque de suelo dotado de dispositivos que permiten medir el flujo que drena hasta el acuífero. 2. Balance hídrico. Se determinan los flujos de entrada y de salida de un sistema, y la recarga al acuífero constituye el residuo de la ecuación de balance; hacen parte de este grupo los balances de humedad del suelo, de agua en canales, el método de fluctuaciones del nivel freático, y el que iguala la descarga a la recarga. 3. Trazadores. Su principal uso es determinar fuentes de recarga y zonas de descarga aunque se utilizan para cuantificar la recarga a través de un balance de masa del trazador. 4. Aproximaciones de Darcy. Se encuentran valores de cabezas hidráulicas a partir de las ecuaciones de flujo de Richards y Boussinesq y luego se determina la velocidad de

filtración. Si se asumen condiciones estables la recarga se determina directamente de la ecuación de Darcy. 5. Empíricos. Consiste en el desarrollo de ecuaciones empíricas que relacionan la recarga con alguna variable como la precipitación. La última parte trata la recarga en áreas urbanas.

2.2.5.5 Métodos para determinar la recarga hídrica

Según Vélez (2009) la recarga puede determinarse por varios métodos, y se clasifican en 5 grupos:

Medidas directas: La recarga se mide directamente mediante la construcción de lisímetros. Un lisímetro es un bloque de suelo dotado de dispositivos que permiten medir el flujo que drena hasta el acuífero.

Balance hídrico: Se determinan los flujos de entrada y de salida de un sistema, y la recarga al acuífero constituye el residuo de la ecuación de balance; hacen parte de este grupo los balances de humedad del suelo, de agua en canales, el método de fluctuaciones del nivel freático, y el que iguala la descarga a la recarga.

Trazadores: Su principal uso es determinar fuentes de recarga y zonas de descarga aunque se utilizan para cuantificar la recarga a través de un balance de masa del trazador. 4. Aproximaciones de Darcy. Se encuentran valores de cabezas hidráulicas a partir de las ecuaciones de flujo de Richards y Boussinesq y luego se determina la velocidad de filtración. Si se asumen condiciones estables la recarga se determina directamente de la ecuación de Darcy.

Empíricos: Consiste en el desarrollo de ecuaciones empíricas que relacionan la recarga con alguna variable como la precipitación. La última parte trata la recarga en áreas urbanas.

2.2.5.6 Determinación de la recarga hídrica potencial

Rodríguez y Pérez (2014), determinaron la recarga hídrica potencial en la cuenca hidrográfica Guara de Cuba empleando la metodología de balance hídrico de Schosinsky, (2006); mediante un Sistema de Información Geográfica identificando las áreas de recarga hídrica del acuífero de la cuenca hidrográfica Guara. Para determinar cuáles son los sitios con mayor potencial de recarga de agua subterránea, se realizó un balance hídrico de la cuenca. Con el uso de cartografía en formato digital, mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), se generó cartografía digital que representan el tipo de suelo, la pendiente, la cobertura vegetal y la precipitación en el área de estudio y con la base de datos se determinaron los coeficientes de las variables: textura del suelo (kfc), pendiente (Kp) y tipo de cobertura vegetal (Kv). La superposición de estos mapas permitió identificar 29 Polígonos Biofísicos (PB), que son áreas con valores iguales de: evapotranspiración potencial (ETP), humedad inicial (Hsi), retención de humedad del suelo (capacidad de campo y punto de marchitez permanente), densidad aparente (DA), infiltración básica del suelo (fc), intercepción de la lluvia y profundidad de las raíces extractoras de agua. En general, en la cuenca se determinó que se recargan aproximadamente 79 millones de m³ de agua anualmente.

2.2.5.7 Aplicación de herramientas SIG en la identificación de zonas de recarga hídrica

Según Chamorro, (2016) los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una herramienta para gestionar y analizar la información espacial y temporal; herramienta muy útil en la integración de la información necesaria para el manejo y procesamiento de datos hidrológicos y de calidad del agua de una cuenca o región.

El conjunto de datos que se originan con el análisis de los recursos y actores que intervienen en una micro cuenca hidrográfica, pueden ser almacenados y representados en los Sistemas de Información Geográfica, obteniendo como resultado final los mapas temáticos en los cuales se encuentra registrada la información a detalle de los parámetros de la zona de estudio. Las aplicaciones de ArcView, en elaboración de mapas temáticos para realizar balance climático y análisis de recarga hídrica, análisis espacial de las zonas potenciales de recarga hídrica, SIG como herramientas de apoyo en la determinación de

zonas de recarga hídrica (metodologías), análisis espacial de las variables que intervienen en las diferentes metodologías, zonificación de áreas potenciales de recarga hídrica. (Chamorro, 2016)

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se describe los materiales que se emplearon en esta investigación; además, se desarrolla de manera sistemática y secuencial las diferentes etapas del proceso investigativo.

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS

Talento humano

- Miembros de la Comunidad
- Beneficiarios
- Investigador (Tesisista)
- Director de investigación.

Materiales:

- Cartografía base a escala 1:50.000
- Envases plásticos para muestras de agua
- Guantes
- Botas de caucho
- Libreta de campo

Equipos:

- Computador
- Software (ArcGIS10.2)
- Navegador GPS Garmin
- Cámara fotográfica
- Vehículo 4x4
- Equipos de laboratorio de la PUCE-SI y EMAPA.

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 Delimitación del área de estudio

Para delimitar el área de estudio se utilizó la información cartográfica básica del Geo portal de Instituto Geográfico Militar a escala 1:50000 y del Sistema Nacional de Información (SNI, 2013).

3.2.2 Identificación de vertientes hídricas

Para identificar las vertientes hídricas inicialmente se realizó un taller participativo, en donde conjuntamente con los habitantes, presidentes de las Juntas de Agua, autoridades parroquiales y el investigador se definió las vertientes a ser consideradas para el estudio y se dio a conocer la ubicación de las mismas. Seguidamente esta información fue verificada y reforzada con las salidas de campo planificadas por el investigador y guiadas por los presidentes de las juntas de agua, las principales autoridades parroquiales y delegados de las comunidades inmersas en la investigación en donde mediante el empleo de un navegador GPS Garmin, se establecieron las coordenadas de ubicación exactas de cada vertiente, para posteriormente ubicarlas en un mapa Temático y realizar una descripción de los aspectos esenciales de cada una de las vertientes.

3.2.3 Muestreo y análisis de aguas

El muestreo y análisis de aguas se realizó de acuerdo a las Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005). De acuerdo a los criterios indicados por la Organización Mundial de la Salud, para la selección de puntos de muestreo, se realizó de la siguiente manera: se tomó la muestra, en tres puntos: alto, medio y bajo. El primero o en la zona alta fue en la vertiente donde inicia el transcurso del agua, el segundo en el tanque de almacenamiento de agua como punto medio, y el tercero o bajo directamente de la llave de agua de la comunidad o sector abastecido por la vertiente.

Con el objeto de evitar alteraciones de los parámetros a analizarse en el laboratorio, las muestras de agua fueron recolectadas en envases plásticos, codificadas, etiquetadas y preservadas a bajas temperaturas con hielo gel refrigerante. Esto previo a ser transportadas

para su análisis físico, químico y microbiológico a los laboratorios de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Ibarra EMAPA y al laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Ibarra PUCE-SI, con un volumen mínimo de muestra de 2 litros, siendo importante llenar el envase plástico hasta el máximo, sin dejar cámara de aire, transportándolo al sitio de análisis en un lapso máximo de dos horas desde su recolección. Previa las recomendaciones técnicas de los laboratoristas y de acuerdo a la Norma 1108 (NTE INEN 1 108, 2014); se determinaron los parámetros que deben ser analizados y son importantes para este estudio, los cuales influyen en la calidad de agua para consumo humano; los parámetros analizados en cada laboratorio se indican en la Tabla 1.

TABLA N°. 1 Parámetros analizados en los Laboratorios

LABORATORIO DE EMAPA	LABORATORIO LA PUCE –SI
<p style="text-align: center;">Color pH Turbidez Hierro Dureza Total Calcio Magnesio Coliformes Fecales</p>	<p style="text-align: center;">pH Turbidez Color Nitratos Nitritos Amonio Sulfatos Cobre Cloruros Coliformes Fecales</p>

Elaboración: El Autor

Los métodos de ensayo utilizados en los laboratorios para los análisis que se especifican; fueron los métodos estandarizados para el agua potable y residual Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 2009) de acuerdo a su última edición como lo indica la norma (NTE INEN 1 108, 2014).

3.2.4 Determinación de la calidad de agua para consumo humano; de las vertientes que abastecen a la Parroquia la Esperanza

La determinación de la calidad de agua para consumo humano de las vertientes consideradas para el estudio, están directamente relacionadas al cumplimiento de los parámetros establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA, 2015) en donde se menciona los criterios de calidad que debe cumplir una vertiente para ser considerada apta para consumo humano; y la Norma

Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1 108, 2014) ; adicionalmente se toma en cuenta la información de las guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005) .

En la Tabla 2, se detallan los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico según el (TULSMA, 2015).

TABLA N°. 2 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color Real	Unidades de Platino Cobalto	75
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)	DBO3	mg/l	< 2
Hierro total	Fe	mg/l	1
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO3	mg/l	50
Nitritos	NO2	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6_9
Plomo	Pb	mg/l	0,001
Selenio	Se	mg/l	0,001
Sulfatos	SO4	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petroleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	Unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100

Fuente:(TULSMA) 2015
Elaboración: El Autor

En la Tabla 3, se detallan los límites máximos permitidos por la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1 108, 2014)

TABLA N°. 3 Límites máximos permitidos (NTE INEN 1 108, 2014)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
Características físicas		
Color	(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	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN-	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 l)
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃ -	mg/l	50
Nitritos, NO ₂ -	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bg/l	0,5
Radiación total β **	Bg/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04
Requisitos Microbiológicos		
Requisitos Microbiológicos	Máximo	
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml o Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1,1 * < 1 **	
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro	Ausencia	
<i>Giardia</i> , número de quistes/ litro	Ausencia	

Fuente: (NTE INEN 1 108) 2014

Elaboración: El Autor

3.2.4.1 Interpretación de resultados. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano (TULSMA)

Para determinar si los parámetros de las vertientes analizadas se encuentran dentro de los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano, citado en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA, 2015); se generó una Tabla de comparación e interpretación de los resultados emitidos por el laboratorio de EMAPA y PUCE –SI con los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico; ver Tabla 4. Para cada vertiente en estudio, se generó una tabla individual en donde se registró la siguiente información: laboratorio donde se realizó el análisis, parámetros analizados según el laboratorio, criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y los resultados obtenidos de la muestra tomada en la vertiente. Con los resultados obtenidos se realizó una identificación por colores entre valores de parámetros dentro o fuera de los criterios establecidos; identificados los parámetros dentro y fuera de norma se describe si la vertiente cumple o no los criterios de calidad establecidos.

TABLA N°. 4 Análisis de resultados (TULSMA, 2015)

LABORATORIO	PARÁMETROS (Depende de los parámetros analizados en el laboratorios)	CRITERIOS DE CALIDAD (TULSMA, 2015)	UNIDADES	RESULTADOS EN LA VERTIENTE
	Coliformes Fecales	1000	NMP/100 ml	
	Nitratos	50	mg/L	
	Nitritos	0.2	mg/L	
	pH	6-9	unidades de pH	
	Turbiedad	100	UNT	

Elaboración: El Autor

Parámetros dentro de los criterios de calidad (TULSMA, 2015)	
Parámetros fuera de los criterios de calidad (TULSMA, 2015)	

Elaboración: El Autor

3.2.4.2 Interpretación de resultados. Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1 108, 2014) (OMS)

Para interpretar los resultados obtenidos en los laboratorios, se generó una tabla de análisis y comparación con los parámetros establecidos por la Norma Ecuatoriana (NTE INEN 1 108, 2014); ver Tabla 5. Para cada vertiente estudiada, se generó una tabla individual donde se evaluó y registro la siguiente información: el laboratorio donde se realizó el análisis, los parámetros medidos según el laboratorio, los límites permisibles según la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1 108, 2014) la (Organización Mundial de la Salud, 2016) y los resultados en cada punto de muestreo, a excepción del punto de la vertiente que fue analizado anteriormente bajo el TULSMA, 2015.

De los resultados obtenidos se realizó una identificación por colores, entre valores de parámetros fuera y dentro de la norma (NTE INEN 1 108, 2014) y guías de la OMS.

TABLA N°. 5 Análisis de resultados (NTE INEN 1 108, 2014)(OMS)

LABORATORIO	PARÁMETROS (Depende de los parámetros analizados en el laboratorio)	LIMITE PERMISIBLE (NTE INEN 1 108, 2014) (OMS, 2005)	UNIDADES	RESULTADOS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO	
				TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	COMUNIDAD ABASTECIDA
FÍSICOS	pH	6,5 – 8,5	Unidades de pH		
	Turbidez	5	NTU		
	Color	15	pt-Co		
QUÍMICOS	Nitratos	50	mg/l		
	Nitritos	3,0	mg/l		
	Amonio	1.0	mg/l		
	Sulfatos	200	ppm		
	Cobre	2,0	ppm		
	Cloruros	250	ppm		
MICROBIOLÓGICO	COLIFORMES TOTALES	<1,1	NMP/100ml		
		<1	ufc/100ml		

Elaboración: El Autor

Parámetros que se encuentran dentro de los límites permisibles según la norma (NTE INEN 1 108, 2014)	
Parámetros que se encuentran fuera de los límites permisibles según la norma (NTE INEN 1 108, 2014)	

Elaboración: El Autor

Una vez determinados los parámetros dentro y fuera de norma, se realiza una descripción de cada vertiente determinando si el agua es apta para el consumo humano; adicionalmente se describen las posibles causas de la alteración en los parámetros analizados.

3.2.5 Identificación de reserva hídrica o zonas de recarga hídrica

Para identificar las zonas de recarga hídrica se utilizó la Guía práctica para identificar las zonas potenciales de recarga hídrica elaborada por el Centro Agronómico Tropical de Investigación (Matus, 2007). Esta metodología consiste en evaluar las siguientes variables ambientales: la pendiente del suelo, el tipo de suelo, la cobertura vegetal, la geología y el uso del suelo mediante el empleo de la información digital del Sistema Nacional de Información (SIN, 2013) a escala 1:50000 y la aplicación del software de Sistema de Información Geográfica ArcGIS 10.2.

La ponderación usada en la evaluación de cada variable fue de 1 a 5, donde 1 corresponde al valor más bajo (características menos favorables para que ocurra la recarga hídrica) y 5 al valor más alto

Pendiente del suelo

En la Tabla 6, se detalla la ponderación de recarga hídrica según el tipo de pendiente del suelo.

TABLA N°. 6 Ponderación de recarga hídrica según tipo de pendiente del suelo

Pendiente (%)	Posibilidad de recarga	Ponderación
0 - 6	Muy alta	5
6 - 15	Alta	4
15 - 45	Moderada	3
45 - 65	Baja	2
> 65	Muy baja	1

Fuente: Matus (2007)

Elaboración: El Autor

Tipo de suelo

En la Tabla 7, se detalla la ponderación de recarga hídrica del suelo según su textura.

TABLA N°. 7 Ponderación de recarga hídrica del suelo según su textura

Textura	Posibilidad de recarga	Ponderación
Suelos franco arenosos a arenosos, con tamaño de agregados o partículas de gruesos a medios, con muy rápida capacidad de infiltración (más de 25 cm/h)	Muy alta	5
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla, con rápida capacidad de infiltración (12,7 – 25 cm/h)	Alta	4
Suelos franco limosos, con partículas de tamaño medio a finas, con moderada a moderadamente rápida capacidad de infiltración (2 – 12,7 cm/h)	Moderada	3
Suelos franco arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados, con muestras de compactación, con lenta a moderadamente lenta capacidad de infiltración (0,13 – 2 cm/h)	Baja	2
Suelos arcillosos, muy pesados, con partículas muy finas, compactados, con muy lenta capacidad de infiltración (menos de 0,13 cm/h)	Muy Baja	1

Fuente: Matus (2007)

Elaboración: El Autor

Cobertura vegetal

En la Tabla 8, se detalla la ponderación de recarga hídrica según la cobertura vegetal.

TABLA N°. 8 Ponderación de recarga hídrica según la cobertura vegetal

Cobertura vegetal permanente (porcentaje)	Posibilidad de recarga	Ponderación
>80	Muy alta	5
70 – 80	Alta	4
50 – 70	Moderada	3
30 – 50	Baja	2
< 30	Muy Baja	1

Fuente: Matus (2007)

Elaboración: El Autor

Litología

En la Tabla 9, se detalla la ponderación de recarga hídrica según la litología.

TABLA N°. 9 Ponderación de recarga hídrica según el tipo de roca

Rocas	Posibilidad de recarga	Ponderación
Rocas muy permeables, muy suaves, constituidas por cristales o agregados gruesos, con macroporos interconectados; por ejemplo, arena gruesa, piedra pómez, grava o cascajo.	Muy alta	5
Rocas permeables, suaves, constituidas por cristales o agregados medianos, con poros interconectados; por ejemplo, arena fina o arenisca con poca cementación.	Alta	4
Rocas moderadamente permeables, semi suaves, con regular conexión entre poros.	Moderada	3
Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, con presencia de fracturas interconectadas; por ejemplo, la combinación de gravas con arcillas.	Baja	2
Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	Muy baja	1

Fuente: Matus (2007)

Elaboración: El Autor

Uso del suelo

En la Tabla 10, se detalla la ponderación de recarga hídrica según el uso del suelo.

TABLA N°. 10 Ponderación de recarga hídrica según el uso del suelo

Uso del suelo	Posibilidad de recarga	Ponderación
Bosque donde se dan los tres estratos: árboles, arbustos y hierbas o zacate denso	Muy alta	5
Sistemas agroforestales o silvo pastoriles	Alta	4
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo y agua	Moderada	3
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1

Fuente: Matus (2007)

Elaboración: El Autor

La cartografía de las variables mencionadas se realizó mediante el software ArcGIS 10.2, obteniendo una base de datos para la identificación de las áreas de recarga hídrica.

La identificación de las áreas de recarga hídrica se realizó con el siguiente proceso:

1. Recopilación de información cartográfica digital sobre la pendiente del suelo, el tipo de suelo, la cobertura vegetal, la litología y el uso del suelo del Sistema Nacional de Información (SIN, 2013)
2. Clasificación de la información de las variables
3. Análisis, comparación y adaptación de la información en las tablas de atributos de las variables establecidas
4. Cruce de información de las variables estudiadas
5. Cálculo de las áreas de recarga hídrica
6. Análisis y comparación del resultado obtenido en la fórmula de recarga hídrica
7. Identificación de áreas de recarga hídrica
8. Elaboración de mapa de áreas de recarga hídrica

3.2.5.1 Cálculo para la identificación de Áreas de recarga hídrica

La identificación de las áreas de recarga hídrica consistió en el uso de la base de datos sobre: la pendiente del terreno, el tipo de suelo, la cobertura vegetal, la litología y el uso del suelo, procesados en el software ArcGIS 10.2 y a través del análisis con los parámetros establecidos en la metodología, se aplicó la ecuación de áreas de recarga hídrica (ZR). (Matus, 2007)

$$ZR = [0, 27(Pend) + 0, 23(Ts) + 0, 12(Tr) + 0, 25(Cve) + 0, 13(Us)]$$

Dónde:

Pend: Pendiente

Ts: Tipo de suelo

Tr: Tipo de roca

Cve: Cobertura vegetal permanente

Us: Usos del suelo.

3.2.5.2 Identificación de áreas de recarga hídrica

Para determinar las áreas de recarga hídrica de la parroquia La Esperanza y Angochagua se evaluó el resultado obtenido mediante la ecuación de áreas de recarga hídrica (ZR), el valor final dado se comparó con la tabla potencial de recarga hídrica. A continuación se detalla en la Tabla 11, el potencial de recarga hídrica que indica la posibilidad de recarga hídrica y la ponderación.

TABLA N°. 11 Ponderación de recarga hídrica según el modelo propuesto

POSIBILIDAD DE CARGA	PONDERACIÓN
Muy alta	5
Alta	4
Moderada	3
Baja	2
Muy baja	1

Fuente: Matus (2007)

Elaboración: El Autor

3.2.6 Recarga hídrica de las vertientes

Para determinar el potencial de recarga hídrica de las vertientes, se aplicó una extracción de valores de las capas raster de pendiente del terreno, textura del suelo, tipo de roca, uso del suelo y cobertura vegetal, empleando las coordenadas de las vertientes. Los valores de potencial de recarga hídrica se obtuvieron del mapa de zonas de recarga hídrica, en el que se indican cinco rangos que corresponden a las categorías: Muy baja, baja, moderada, alta y muy alta.

3.2.7 Elaboración de la propuesta de intervención

Luego de la sistematización de la información obtenida en las salidas de campo, el análisis de la calidad de agua al que acceden las comunidades de la Parroquia la Esperanza; la determinación de reservas hídricas; se generó una propuesta tomando en cuenta proyectos que den solución a los problemas identificados, los cuales garanticen el acceso al agua de óptima calidad y promuevan la conservación, recuperación de vertientes y zonas de recarga hídrica de mayor importancia

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se da a conocer los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.

4.1 Delimitación del área de estudio.

La investigación se centra en la parroquia rural La Esperanza la que pertenece al cantón Ibarra, provincia de Imbabura, está situada al sureste de la parroquia urbana de Caranqui y a la ciudad de Ibarra comprende un área de 3416,85 ha . Se encuentra sobre el volcán Imbabura, delimitada por la cuenca del río Chota por las cotas altitudinales de 2.700 y 4.630 msnm. Ver Tabla 12; Figura 1; Anexo 1.

Adicionalmente se hace referencia a la parroquia de Angochagua debido a la localización de dos vertientes esenciales que abastecen de agua a la Parroquia la Esperanza.

TABLA N°. 12 Límites de la parroquia La Esperanza

Ubicación	Referencias
Norte	Las comunidades de San Francisco, Santa Rosa, Santa Lucia; que pertenecen a la parroquia Urbana San Francisco
Sur	Estribaciones y laguna Cubilche, loma de Cacholoma, Curiqitaloma, hasta el cerro Imbabura; estos puntos limitan con la parroquia de San Pablo cantón Otavalo.
Este	Rio Tahuando y la quebrada de Pungohuayco, que limita con la parroquia de Angochagua.
Oeste	La Quebrada Seca y las comunidades de San Cristóbal, Naranjito y San Luis, a la vez limitan con la parroquia de Caranqui.

Elaboración: El Autor.

GRAFICO N°. 1 Ubicación del Área de Estudio



4.2 Identificación de vertientes

La parroquia La Esperanza es abastecida por cuatro vertientes principales: Guaraczapas, Naranja Pogyo, Santa Marta y Chilco Cochimbuela; de las cuales para la presente investigación no fue considerada la vertiente de Guaraczapas la misma que está administrada en su totalidad por LA EMAPA-I y da cumplimiento a la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1108, 2014) según datos históricos. Para el estudio actual fueron consideradas las vertientes que de manera directa o indirecta están administradas por Juntas de Agua, siendo las que se indican en la Tabla 13, Anexo 2.

TABLA N°. 13 Vertientes Hídricas

VERTIENTES	COORDENADAS		ALTITUD msnm
	X	Y	
NARANJA POCGYO	81630	1002786	3625
SANTA MARTA	82633	1002504	2929
CHILCO COCHIMBUELA	82926	1002483	3589

Elaboración: El Autor

Las vertientes en estudio abastecen a la mayoría de comunidades de la Parroquia la Esperanza; son administradas y dan cobertura a las comunidades que se muestran en la Tabla 14.

TABLA N°. 14 Administración y cobertura de vertientes hídricas

VERTIENTE	COBERTURA	ADMINISTRACIÓN
NARANJA POCGYO	Cashaloma	JUNTA DE AGUA COMUNITARIA
SANTA MARTA	Rumipamba La Florida Pedregal Pungohuayco	JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA RUMIPAMBA Y LA FLORIDA; administración independiente cuyo organismo de apoyo es el MIDUVI
	Chiriguasi Bajo San Clemente Bajo Naranjito Bajo Sanc Cristobal Bajo	EMAPA PROYECTO SUR ORIENTAL
CHILCO COCHIMBUELA	Chaupilan El Abra Chirihuasi Alto San Clemente Alto Naranjito Alto San Cristóba Alto Manzanal Catzoloma Chorlavico	EMAPA PROYECTO SUR ORIENTAL

Fuente: PDOT La Esperanza (2011)

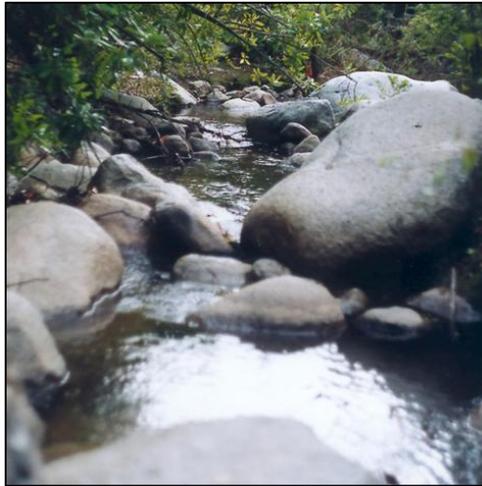
Elaboración: El Autor

Vertiente Naranja Pocgyo

Se encuentra dentro de los límites de la parroquia la Esperanza en la parte alta del cerro Imbabura a 4200 msnm y es administrada por una Junta de Agua Comunitaria abastece a la comunidad de Cashaloma; el agua llega desde la vertiente hasta un tanque de almacenamiento en donde se realiza inicialmente un tratamiento de filtración y purificación con arena, para después ser sometida a una etapa de desinfección con cloro, de donde se dirige hacia los hogares de la comunidad mencionada.

Predomina la vegetación arbustiva de páramo; se encuentra en una zona en donde los deslaves son muy evidentes por lo que el mantenimiento de la vertiente y el acceso hacia la misma es muy dificultoso; no existen afecciones por parte de personas y tampoco de animales ajenos a este ecosistema.

GRAFICO N°. 2 Vertiente Naranja Pocgyo



Vertiente Santa Marta

Se encuentra a 2929 msnm en la parroquia de Angochagua es administrada por la Junta administradora de agua Rumipamba y la Florida, la cual es una administración independiente cuyo organismo de apoyo es el MIDUVI ; abastece a las comunidades de La Florida, Pedregal, Rumipamba , Pungohuayco. El líquido vital es recolectado en un sistema de captación que recoge el agua proveniente de la vertiente. De este lugar es conducida sin ningún tipo de tratamiento a travez de tuberia de acero e impulsada por bombas de aire en lugares donde el caudal no es suficiente para que siga su trayecto. El agua llega al tanque principal de almacenamiento, tratamiento y distribución ubicado en la comunidad de la Florida en donde recibe el tratamiento de cloración mediante un clorador provichlortab modelo 18 t.

En esta zona predomina la vegetación de bosque alto andino; no presenta afectación antrópica ni de animales que no correspondan a este ecosistema; esto debido a que se encuentra dentro de los predios de la Hacienda Zuleta, propiedad privada que restringe el acceso a sus predios.

GRAFICO N°. 3 Vertiente Santa Marta



Vertiente Chilco Cochimbuela

Esta vertiente se encuentra ubicada en la Parroquia de Angochagua a una altitud de 3625 msnm dentro del bosque protector Zuleta; es administrada por la EMAPA-I y abastece a la mayoría de las comunidades y sectores de la Parroquia de la Esperanza como son: Chaupilan, El Abra , Chirihuasi Alto, San Clemente Alto, Naranjito Alto, San Cristóbal Alto,Manzanal,Catzoloma y Chorlavicito

Desde la vertiente el agua es conducida por tubería de acero, hasta llegar a la planta compacta de tratamiento de agua potable en El Cunrro; esta planta fue facilitada por la EMAPAPA-I la cual realiza en forma continua y simultanea las operaciones de regulación y control de caudal, coagulación , oxigenación y mezcla rapida, floculación, presedimentación, sedimentación, filtración y desinfección. La planta esta ubicada en el Cunrru desde donde distribuye el liquido vital hacia las comunidades mencionadas anteriormente.

GRAFICO N°. 4 Vertiente Chilco Cochimbuela



4.3 Muestreo y análisis de aguas

En la Tabla 14, se muestran los puntos de muestreo establecidos para la vertiente Naranja Pocgyo, cuyos análisis fueron realizados en el laboratorio de EMAPA. Ver Anexo 2

TABLA N°. 15 Puntos de muestreo Vertiente Naranja Pocgyo

VERTIENTE NARANJA POCGYO			
PUNTO DE MUESTREO	VERTIENTE	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	DOMICILIO COMUNIDAD CASHALOMA
CÓDIGO DE MUESTRA	Muestra N°1	Muestra N°2	Muestra N°4

Elaboración:El Autor

En la Tabla 15, se muestran los puntos de muestreo establecidos para la vertiente Santa Marta, cuyos análisis fueron realizados en el laboratorio de la PUCE – SI. Ver Anexo 3

TABLA N°. 16 Puntos de muestreo Vertiente Santa Marta

VERTIENTE SANTA MARTA						
PUNTO DE MUESTREO	VERTIENTE	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	DOMICILIO COMUNIDAD FLORIDA	DOMICILIO COMUNIDAD PEDREGAL	DOMICILIO COMUNIDAD RUMPAMBA	DOMICILIO COMUNIDAD PUNGO HUAYCO
CÓDIGO DE MUESTRA	M8:7	M7:10	M9:3	M5:5	M6:9	M4:8

Elaboración:El Autor

En la Tabla 16 se muestran los puntos de muestreo establecidos para la vertiente Chilco Cochimbuela, cuyos análisis fueron realizados en el laboratorio de la PUCE – SI. Ver Anexo 4.

TABLA N°. 17 Puntos de muestreo Chilco Cochimbuela

VERTIENTE CHILCO COCHIMBUELA				
PUNTO DE MUESTREO	VERTIENTE	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	PLANTA COMPACTA	DOMICILIO SAN CLEMENTE
CÓDIGO DE MUESTRA	M13:N13	M11: N11	M12:N12	M10:9-9

Elaboración: El Autor

4.4 Determinación de la calidad de agua para consumo humano en las vertientes que abastecen a la parroquia la Esperanza

Los resultados que se presentan por cada vertiente; son de acuerdo al TULSMA y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108, 2014.

4.4.1 Vertiente Naranja Pocgyo

4.4.1.1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico

En la Tabla 17, se muestra los resultados de calidad de fuentes de agua.

TABLA N°. 18 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico (TULSMA)

VERTIENTE NARANJA POCGYO JUNTA DE AGUA COMUNITARIA				
ANÁLISIS LABORATORIO EMAPA	PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO	CRITERIOS DE CALIDAD (TULSMA, 2015)	UNIDADES	VERTIENTE Muestra N°1
FÍSICOS	COLOR	75	(pt-Co)	0
	pH	6-9	unidades de pH	7,61
	TURBIEDAD	100	NTU	0,27
QUÍMICOS	HIERRO	1	mg/L	0,05
	MAGNESIO	30	mg/L	6,32
MICROBIOLÓGICOS	Coliformes Fecales	1000	NMP/100MI	66

Elaboración: El Autor

La calidad de agua de la vertiente Naranja Pogyo se encuentra dentro de los criterios de calidad de fuentes de agua establecidos por el TULSMA, lo que indica que es una vertiente apta para consumo humano y doméstico.

4.4.1.2 Límites permisibles según Norma Técnica Ecuatoriana NTE 1108, 2014

En la Tabla 18, se muestra los resultados obtenidos para agua potable de consumo humano.

TABLA N°. 19 Límites permisibles según Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1 108, 2014)

VERTIENTE NARANJA POCGYO JUNTA DE AGUA COMUNITARIA					
ANÁLISIS LABORATORIO EMAPA	PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO	LIMITE PERMISIBLE (NTE 1 108) (OMS, 2005)	UNIDADES	RESULTADOS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO	
				TANQUE DE DISTRIBUCIÓN Muestra N°2	DOMICILIO COMUNIDAD CASHALOMA Muestra N°4
FÍSICOS	COLOR	15	(pt-Co)	0	0
	pH	6.5-8.5	Unidades de pH	7,63	7,92
	TURBIEDAD	5	NTU	0,36	0,89
QUÍMICOS	HIERRO	0,3	mg/L	0	0,08
	DUREZA TOTAL	300	mg/L	55,5	74
	CALCIO	70	mg/L	11,84	19,24
	MAGNESIO	30	mg/L	6,32	6,31
MICROBIOLÓGICOS	Coliformes Fecales	<1	ufc/100 ml	2	0

Elaboración: El Autor

Como se observa en la Tabla 18; el agua potable de la comunidad de Cashaloma cumple con los parámetros establecidos por la NTE INEN 1 108, 2014; la presencia de coliformes antes de llegar al domicilio de la comunidad abastecida, indica la importancia del tratamiento físico y de desinfección con el objetivo de cumplir con la NTE INEN 1 108, 2014.

La presencia de coliformes en el tanque de almacenamiento, indica con claridad que el sistema no está siendo operado de manera correcta; puede ser por errores en la dosificación

de cloro o la limpieza y desinfección del tanque es inadecuada o insuficiente; otro factor puede ser que el sistema se encuentre averiado.

4.4.2 Vertiente Santa Marta

4.4.2.1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico

En la Tabla 19, se muestra los resultados de calidad de fuentes de agua.

TABLA N°. 20 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico (TULSMA)

VERTIENTE SANTA MARTA JUNTA DE AGUA ADMINISTRADORA RUMIPAMBA Y LA FLORIDA-MIDUVI				
ANÁLISIS LABORATORIO PUCE-SI	PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO	CRITERIOS DE CALIDAD (TULSMA, 2015)	UNIDADES	VERTIENTE M8:7
FÍSICOS	pH	6-9	Unidades de pH	6,44
	Turbidez	100	NTU	0
	Color	75	pt-Co	37
QUÍMICOS	Nitratos	50	Mg/l	2,7
	Nitritos	0,2	Mg/l	0,06
	HierroTotal	1,0	ppm	0,17
	Sulfatos	500	ppm	4
	Cobre	2,0	ppm	0,23
MICROBIOLÓGICOS	Coliformes Fecales	1000	NMP/100 ml	10

Elaboración: El Autor

La calidad de agua de la vertiente Santa Marta se encuentra dentro de los criterios de calidad de fuentes de agua establecidos por el TULSMA, lo que indica que es una vertiente apta para consumo humano y doméstico.

4.4.2.2 Límites permisibles según Norma Técnica Ecuatoriana NTE 1108, 2014

En la Tabla 20, se muestra los resultados obtenidos para agua potable de consumo humano.

TABLA N°. 21 Límites permisibles según Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1 108, 2014)

VERTIENTE SANTA MARTA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA RUMIPAMBA Y LA FLORIDA – MIDUVI								
LAB. PUCE -SI	PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO	LIMITE PERMISIBLE (INEN, 2014) (OMS, 2005)	UNIDADES	RESULTADOS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO				
				TANQUE DE DISTRIBUCIÓN M7:10	DOMICILIO			
					FLORIDA M9:3	PEDREGAL M5:5	RUMIPAMBA M6:9	PUNGO HUAYCO M4:8
FÍSICOS	pH	6,5 – 8,5	Unidades de pH	6.65	6.74	6.83	6.98	6,68
	Turbidez	5	NTU	0.87	0.39	0.18	0.18	0,12
	Color	15	pt-Co	17	41	10	33	22
QUÍMICOS	Nitratos	50	mg/l	2,6	3,00	4,2	4,1	0,02
	Nitritos	3,0	mg/l	0.06	0,06	0,02	0,02	3,3
	Amonio	1,0	mg/l	0,66	0,62	0,63	0,64	0,57
	Sulfatos	200	Ppm	9	7,00	3	4	4
	Hierro Total	0,30	Ppm	0,15	0,33	0,19	0,84	0,29
	Cobre	2,0	Ppm	0,25	0,30	0,33	0,24	0,25
	Cloruros	250	Ppm	0,03	0,20	0	0	0,02
MICROBIOLÓ GICOS	Coliformes Fecales	<1	ufc/100 ml	0	0	0	0	0

Elaboración: El Autor

Como se observa en la Tabla 20, el punto en donde el agua para consumo humano se encuentra dentro de lo establecido en la norma NTE INEN 1108, 2014 es el de la comunidad del Pedregal.

A pesar que las comunidades abastecidas cuentan con un tratamiento de desinfección mediante cloración; en la Florida, Rumipamba, Pungohuayco; los parámetros están fuera de lo establecido por la Norma INEN 1108, 2014; entre estos el color, nitritos hierro, siendo indispensable mejorar y controlar el sistema de tratamiento. El hierro y color indica la presencia de corrosión en la las tuberías de distribución a las viviendas, sumado a esto la presencia de nitritos es importante mejorar el control, manejo y mantenimiento de todo el sistema de tratamiento y distribución.

4.4.3 Vertiente Chilco Cochimbuela

4.4.3.1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico

En la Tabla 21, se muestra los resultados de calidad de fuentes de agua.

TABLA N°. 22 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico (TULSMA)

VERTIENTE CHILCO COCHIMBUELA EMAPA – PROYECTO SUR ORIENTAL				
ANÁLISIS LABORATORIO EMAPA	PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO	UNIDADES	CRITERIOS DE CALIDAD (TULSMA, 2015)	VERTIENTE Muestra N°1
FÍSICOS	Ph	Unidades de pH	6-9	6,75
	Turbidez	NTU	100	4,36
	Color	pt-Co	75	52
QUÍMICOS	Nitratos	mg/l	50	3,5
	Nitritos	mg/l	0,2	0,06
	Hierro Total	ppm	1,0	0,86
	Sulfatos	ppm	500	5
	Cobre	ppm	2.0	0,23
MICROBIOLÓGICOS	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1000	2

Elaboración: El Autor

La calidad de agua de la vertiente Santa Marta se encuentra dentro de los criterios de calidad de fuentes de agua establecidos por el TULSMA, lo que indica que es una vertiente apta para consumo humano y doméstico.

4.4.3.2 Límites permisibles según Norma Técnica Ecuatoriana NTE 1108, 2014

En la Tabla 22, se muestra los resultados obtenidos para agua potable de consumo humano.

TABLA N°. 23 Límites permisibles según Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1 108, 2014)

VERTIENTE CHILCO COCHIMBUELA EMAPA – PROYECTO SUR ORIENTAL						
ANÁLISIS LAB PUCESI	PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO	LIMITE PERMISIBLE (INEN, 2014) (OMS, 2005)	UNIDADES	RESULTADOS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO		
				TANQUE DE ALMACENAMIENTO M11: N11	PLANTA COMPACTA M12:N12	DOMICILIO SAN CLEMENTE M10:9-9
FÍSICOS	pH	6.5 - 8.5	Unidades de pH	6,09	6,5	6,87
	Turbidez	5	NTU	0,25	0,63	0,24
	Color	15	pt-Co	13	8	5
QUÍMICOS	Nitratos	50,0	mg/l	3,30	3,40	3,2
	Nitritos	3,0	mg/l	0,05	0,06	0,06
	Amonio	1,0	mg/l	0,86	0,58	0,86
	Hierro Total	0,30	ppm	0,16	0,35	0,28
	Sulfatos	200	ppm	4,00	4,00	4
	Cobre	2,0	ppm	0,43	0,19	0,28
	Cloruros	250	ppm	0,16	0,14	0
MICROBIOL ÓGICOS	Coliformes Fecales	<1 ufc/	100 ml	31	0	0

Elaboración: El Autor

Como se observa en la Tabla 22; el agua potable de San Clemente para consumo humano, cumple con lo establecido en la norma (NTE INEN 1108, 2014).

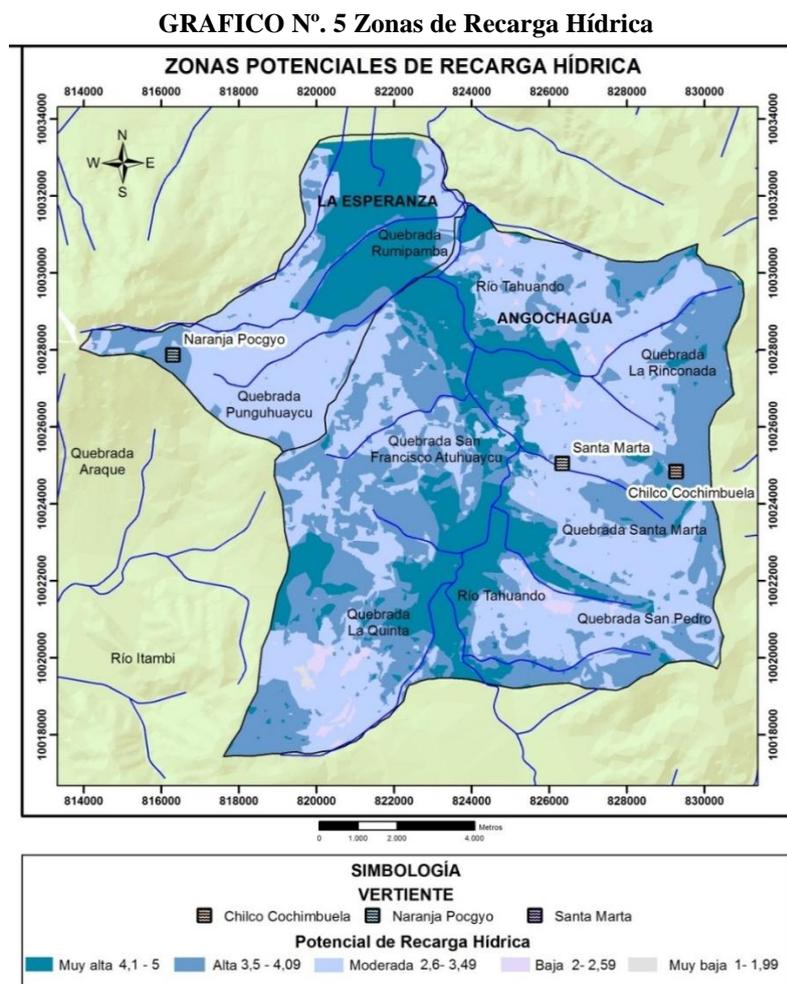
Al igual que la comunidad de San Clemente; las comunidades de Chaupilan, El Abra, Chirihuasi Alto, San Clemente Alto, Naranjito Alto, San Cristóbal Alto, Manzanal y Catzoloma se benefician del líquido vital proveniente de una planta compacta de tratamiento de agua potable. Esta planta constituye uno de los sistemas más completos que tiene la parroquia la Esperanza, debido a que realiza en forma continua y simultánea las operaciones de regulación y control de caudal, coagulación, oxigenación y mezcla rápida, floculación, presedimentación, sedimentación, filtración y desinfección; lo que

garantiza la calidad de agua potable, como se comprueba en los resultados indicados en la Tabla 22.

Los parámetros fuera de norma en el tanque de almacenamiento no son de mayor consideración ya que al llegar a la planta compacta estos son controlados; pero su presencia puede estar relacionada a la falta de limpieza, mantenimiento y control en el tanque.

4.5 IDENTIFICACIÓN ZONAS DE RECARGA HÍDRICA

Se identificaron las áreas de recarga hídrica en la Parroquia la Esperanza y Angochagua, obteniendo como resultado un 44,77 % de zonas de recarga moderada dominando estas el área de estudio, mientras que un 32,51% presenta zonas con recarga alta; seguida de un 21,30% que corresponde a zonas de recarga muy altas; y finalmente zonas de recarga bajas con un 1,33% y muy bajas con el 0,07% siendo estas las que menor dominancia tienen. Ver Figura 6; Anexo 5



Chamorro (2016) menciona que en la cuenca del río Tahuando se identificó que las zonas con recarga alta se localizan en la parte alta de la cuenca, y las zonas con recarga moderada se distribuyen en casi la totalidad de la cuenca media y baja. En el presente estudio realizado en la parroquia la Esperanza y Angochagua se encontró un 44,77% de zonas de recarga moderada, corroborando lo mencionado por la mencionada autora.

Ruiz (2016), menciona que en la cuenca del río Tahuando se identificaron las zonas de recarga hídrica obteniendo como resultado un 42,73% de recargas moderadas siendo las de mayor dominio en su el área de estudio, los resultados obtenidos la presente investigación son de 44,77% de zonas de recarga hídrica moderada, encontrándose una similitud entre los resultados de los dos estudios, pues la cuenca estudiada por Ruiz (2016) se encuentra dentro de los límites de la presente investigación.

En la Tabla 23 se detalla cada una las áreas de recarga hídrica presentes en la Parroquia la Esperanza y Angochagua con la cantidad en hectáreas y el porcentaje que ocupan del área total. Adicionalmente se muestran en los anexo 6 7, 8, y anexo 10 los mapas de las variables analizadas para la determinación de las zonas de recargas hídrica

TABLA N°. 24 Áreas de recarga hídrica en la Parroquia la Esperanza y Angochagua

POTENCIAL DE RECARGA	Área (ha)	Porcentaje
Muy alta	3321,78	21,30 %
Alta	5068,45	32,51 %
Moderada	6980,54	44,77 %
Baja	208,06	1,33 %
Muy baja	11,84	0,07 %
TOTAL	15590,67	100 %

Fuente: Mapa de zonas de recarga hídrica

Elaboración: El Autor

Zonas de Recarga hídrica muy alta

Las zonas de recarga hídrica muy alta cubre un 21,30 %, con un área de 3321,78 Ha, estas se encuentran en un rango de pendiente entre 0 – 6 %, con suelos franco arenosos a arenosos con textura gruesa, y un bosque de 3 estratos presenta una cobertura vegetal de paramo.

Zonas Recarga hídrica alta

Las zonas de recarga hídrica alta cubren un 32,51 % de la zona de estudio, con un área de 5068,45 Ha, estas se encuentran en un rango de pendiente entre 6 – 15% moderado ondulado o cóncavo, en su mayoría en suelos francos, y rocas permeables, suaves; constituidas por cristales o agregados medianos, con poros interconectados; con suelos aptos para sistemas agroforestales o silvopastorales con partes iguales de arena, limo y arcilla; poseen rápida capacidad de infiltración. Dentro de esta zona de recarga hídrica se encuentra la vertiente Naranja Pocgyo ubicada en la Parroquia la Esperanza y la vertiente Chilco Cochimbuela ubicada en la parroquia de Angochagua.

Zonas Recarga hídrica moderada

Las zonas de recarga hídrica moderada cubren un 42,73%, siendo estas de mayor dominancia en la zona de estudio con un área de 6980,54 Ha, estas se encuentran en un rango de pendiente entre 15–45%, con suelos en su mayoría franco limosos, con rocas moderadamente permeables, con áreas cultivadas con obras de conservación de suelo y agua; en esta zona de recarga se encuentra la vertiente de Santa Marta.

Zonas de Recarga hídrica baja

Las zonas de recarga hídrica baja cubren un 1,33 % de la zona de estudio con un área de 208,06 Ha, estas se encuentran en un rango de pendiente entre 45 – 65%, en su mayoría en suelos franco arcillosos con muestras de compactación, con zonas de terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.

Recarga hídrica muy baja

Las zonas de recarga hídrica muy baja cubren 0,07 % de la zona de estudio con un área de 11, 84 Ha, estas se encuentran en un rango de pendiente <65 %, en su mayoría en suelos arcillosos compactados con muy lenta capacidad de infiltración con rocas impermeables, suelos erosionados, terrenos agropecuarios con manejo intensivo y tierras improductivas.

4.5.1 Recarga hídrica de las vertientes

De acuerdo al mapa de zonas de recarga hídrica se determinó que las vertientes Chilco Cochimbuela y Naranja Pocgyo, tienen un potencial de recarga alto, ya que el valor potencial de recarga fue de 3,76 y 3,61 respectivamente. Mientras que la vertiente de Santa Marta tiene un potencial de recarga moderado 3,03. Las Vertientes Chilco Cochimbuela y Naranja Pocgyo presentan potencial de recarga alto debido a que se encuentran en las partes altas de la cuenca del Rio Tahuando, donde la precipitación alcanza valores altos de precipitación por año entre 1124 – 2000 mm al año, además la cobertura vegetal corresponde a páramo herbáceo. La vertiente de Santa Marta se ubica en áreas de cultivos y pastos con pendientes onduladas, precipitaciones entre los 980– 1550 mm al año, por lo que el potencial de recarga corresponden a la categoría moderada; Ver tabla 24.

TABLA N°. 25 Áreas de recarga hídrica en la Parroquia la Esperanza y Angochagua

VERTIENTE	VALOR POTENCIAL DE RECARGA	POTENCIAL DE RECARGA
CHILCO COCHIMBUELA	3,76	Alta
NARANJA POCGYO	3,61	Alta
SANTA MARTA	3,03	Moderada

Fuente: Mapa de zonas de recarga hídrica

Elaboración: El Autor

4.6 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La propuesta de intervención consta de 3 proyectos que dan solución a los problemas identificados, los cuales garanticen el acceso al agua de óptima calidad y promuevan la conservación, recuperación de vertientes y zonas de recarga hídrica de mayor importancia.

En la Tabla 5, se mencionan los problemas identificados y los proyectos que aportan con la solución de los mismos.

TABLA N°. 26 Problemas Identificados

PROBLEMAS IDENTIFICADOS	PROYECTO
Falta de conocimiento por parte de las Juntas Administradoras de Agua, en el manejo técnico administrativo, de los sistemas de agua potable para consumo humano, en la Parroquia la Esperanza.	Fortalecimiento técnico administrativo, de las Juntas Administradoras de Agua Potable, en la Parroquia la Esperanza
Deficiente educación ambiental por parte de los moradores de la Parroquia la Esperanza; específicamente en el recurso agua.	Proyecto de Educación Ambiental “El agua - Fuente de vida”
Afectaciones en las vertientes y zonas de recarga hídrica; sistemas de abastecimiento de agua potable para consumo humano deficientes.	Gestión integral para el mejoramiento continuo de los sistemas de agua de la parroquia La Esperanza.

Elaboración: El Autor

4.6.1 PROYECTO 1: Fortalecimiento técnico administrativo; de las Juntas Administradoras de Agua Potable en la Parroquia la Esperanza

JUSTIFICACIÓN

Al identificar la falta de conocimiento en el manejo de los sistemas de potabilización de agua para consumo humano, se ha generado la necesidad de trabajar en el fortalecimiento técnico administrativo de las Juntas Administradoras de Agua de la parroquia la Esperanza, para que en forma organizada asuman dichas responsabilidades involucradas a un manejo y monitoreo continuo de los sistema de agua.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Fortalecer a las Juntas Administradoras de Agua Potable, en el manejo técnico administrativo de los sistemas de agua para consumo humano, en la Parroquia la Esperanza.

Objetivos Específicos

- Levantamiento de la Línea Base de la situación organizacional actual de las Juntas Administradoras de Agua Potable existentes en las comunidades

- Capacitar a las juntas Administradoras de Agua Potable en el manejo técnico administrativo de los sistemas de potabilización de agua.

ACTIVIDADES POR OBJETIVO

En la Tabla 26, se describen las actividades que deben realizarse para cumplir de cada objetivo planteando, para el proyecto.

TABLA N°. 27 Actividades para cumplimiento de objetivos del Proyecto 1

OBJETIVO	ACTIVIDAD	DESARROLLO
Levantamiento de la Línea Base de la situación organizacional actual de las Juntas Administradoras de Agua Potable existentes en las comunidades	Taller de levantamiento de línea base	Bajo la autorización del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial La Esperanza, se convocara a los directivos, usuarios y todo el personal inmerso en la administración del agua para consumo humano en la parroquia, a una reunión en donde se levantara la información sobre la situación y organización actual de las Juntas, donde se establecerá el organigrama institucional y sus funciones a desarrollar.
Capacitar a las juntas Administradoras de Agua Potable en el manejo técnico administrativo de los sistemas de potabilización de agua.	Realizar capacitaciones continuas sobre el manejo técnico administrativo de los sistemas de potabilización de agua.	Convocar a las autoridades parroquiales, juntas administradoras de agua y responsables en el manejo de los sistemas de agua, para recibir las capacitaciones con temas relacionados al manejo técnico administrativo de los sistemas de agua

Elaboración: El Autor

4.6.2 PROYECTO 2: Proyecto de Educación Ambiental “El agua - Fuente de vida”

JUSTIFICACIÓN

En las salidas de campo y las reuniones mantenidas con los habitantes de la comunidad se evidencio la deficiente educación ambiental acerca del recurso Agua; por lo que es importante la concientización de la población en el cuidado de este recurso.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Promover en los habitantes parroquiales la toma de conciencia de la importancia del medio ambiente, el desarrollo de valores y nuevas actitudes que contribuyan al uso racional del Agua.

Objetivos Específicos

- Coordinar con el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Esperanza, y los actores principales de las diferentes instituciones presentes en la Parroquia, para la implementación del Proyecto de Educación Ambiental “El Agua - Fuente de Vida”.
- Formar clubs ecológicos y educadores ambientales, que den el soporte necesario en el programa de educación ambiental “El Agua- Fuente de vida”.

ACTIVIDADES POR OBJETIVO

En la Tabla 27, se describen las actividades que deben realizarse para cumplir de cada objetivo planteando, para el proyecto.

TABLA N°. 28 Actividades para cumplimiento de objetivos del Proyecto 2

OBJETIVO	ACTIVIDAD	DESARROLLO
Coordinar con el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Esperanza, y los actores principales de las diferentes instituciones presentes en la Parroquia, para la implementación del Proyecto de Educación Ambiental “El Agua - Fuente de Vida	Definir la modalidad de intervención con los beneficiarios	Coordinar una convocatoria a una reunión de trabajo con el apoyo del GAD-parroquial, con las instituciones competentes (GPI-SDGA, MAE, GAD-cantonal), instituciones educativas y dirigentes comunitarias, para definir la modalidad de intervención con los beneficiarios.
	Talleres de sensibilización y concienciación ambiental	Con el apoyo de los involucrados (instituciones públicas y educativas), definir y priorizar los temas a tratarse en los talleres de sensibilización y concienciación ambiental.
	Consensuar un cronograma de ejecución	Conjuntamente con los participantes del taller se realizará un cronograma de ejecución de los talleres de sensibilización y concienciación.
	Elaboración de una guía de educación ambiental	La guía de educación ambiental elaborada con los representantes de las instituciones educativas y los dirigentes de las comunidades acerca de la importancia uso y manejo del recurso agua. Para sensibilizar a los estudiantes.
Formar clubs ecológicos y educadores ambientales, que den el soporte necesario en el programa de educación ambiental “El Agua- Fuente de vida”	Talleres de capacitación para los educadores ambientales	Con el apoyo del GAD-parroquial se coordinara una convocatoria a un taller de capacitación a los futuros educadores ambientales de las instituciones educativas los mismos que van a socializar lo aprendido a la población de la Parroquia La Esperanza
	Talleres de trabajo en las comunidades	Con la coordinación del GAD-parroquial se convocará en cada una de las comunidades a talleres de trabajo con el apoyo de los educadores ambientales y clubs ecológicos ,utilizando material didáctico para sensibilizar a toda la población

Elaboración: El Autor

4.6.3 PROYECTO 3: Gestión integral para el mejoramiento continuo de los sistemas de agua de la parroquia La Esperanza.

JUSTIFICACIÓN

Durante las salidas de campo, se identificó las condiciones de las vertientes, zonas de recarga hídrica y los problemas de infraestructura presentes en los sistemas de agua; además del incumplimiento en los parámetros establecidos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108, 2014 para agua potable de consumo humano; por lo que es indispensable adoptar las medidas necesarias para mejorar los sistemas de potabilización del agua, principalmente en las juntas administradoras de agua independientes, donde existe mayores incumplimientos de parámetros.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Mejorar las condiciones de vertientes, zonas de recarga hídrica y sistemas de abastecimiento de agua potable para consumo humano.

Objetivos Específicos

- Realizar mingas de protección física y biológica en las vertientes y zonas de recarga hídrica que abastecen de agua para consumo humano a las comunidades de la parroquia La Esperanza.
- Realizar un diagnóstico y análisis de las condiciones en las que se encuentran los sistemas de agua que abastecen a las comunidades.
- Compra de suministros, equipos, o sistemas de potabilización de agua para reemplazo de equipos obsoletos o fuera de servicio.

ACTIVIDADES POR OBJETIVO

En la Tabla 28, se describen las actividades que deben realizarse para cumplir de cada objetivo planteando, para el proyecto.

TABLA N°. 29 Actividades para cumplimiento de objetivos del Proyecto 3

OBJETIVO	ACTIVIDAD	DESARROLLO
Realizar mingas de protección física y biológica en las vertientes y zonas de recarga hídrica que abastecen de agua para consumo humano a las comunidades de la parroquia La Esperanza.	Ejecución de las mingas	Las mingas se realizarán con la participación de los usuarios y los representantes del GAD- parroquial y otras instituciones públicas como son GPI-SDGA, MAE, MAGAP, EMAPA. El orden de las mingas estará sujeto al cronograma de intervención establecido, con la participación de los usuarios y actores principales.
Realizar un diagnóstico y análisis de las condiciones en las que se encuentran los sistemas de agua que abastecen a las comunidades.	Levantamiento de información del estado de los sistemas de agua	Conjuntamente con las autoridades Parroquiales y Juntas Administradoras de Agua se, elaborara un cronograma de salidas de campo para registrar datos acerca del funcionamiento, integridad y estado de los equipos, plantas y el sistema en general de suministro de agua potable para consumo humano para la Parroquia la Esperanza
	Manejo, control y mantenimiento de los sistemas, en general, de suministro de agua para la Parroquia la Esperanza	Con la participación de Presidentes de las Juntas de Agua y Autoridades parroquiales se programará un plan de manejo, en donde se plasme el cronograma de mantenimiento preventivo de tanques de almacenamiento, plantas de tratamiento, tuberías de distribución, equipos de cloración y filtración y todas las partes del sistema de suministro de agua potable para su correcto funcionamiento.
Compra de suministros, equipos, o sistemas de potabilización de agua para reemplazo de equipos obsoletos o fuera de servicio.	Designación de presupuesto	El GAD parroquial destinara un porcentaje del presupuesto participativo anual para realizar la compra de suministros, equipos o sistemas de potabilización de agua.
	Instalación de suministros, equipos o sistemas de potabilización de agua.	Con personal técnico calificado se procederá a la instalación de los suministros, equipos o sistemas de potabilización según el requerimiento de las comunidades.

Elaboración: El Autor

4.6.4 Presupuesto general de la propuesta de intervención

TABLA N°. 30 Presupuesto general de la propuesta de intervención.

N°	PROYECTO	DURACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICOS	INTERVENCIÓN	RESULTADO	RESPONSABLE DE LA GESTIÓN	PRESUPUESTO TOTAL
1	Fortalecimiento técnico administrativo; de las Juntas Administradoras de Agua Potable en la Parroquia la Esperanza	1 año	Fortalecer a las Juntas Administradoras de Agua Potable, en el manejo técnico administrativo de los sistemas de agua para consumo humano, en la Parroquia la Esperanza.	<ul style="list-style-type: none"> •Levantamiento de la Línea Base de la situación organizacional actual de las Juntas Administradoras de Agua Potable existentes en las comunidades •Capacitar a las juntas Administradoras de Agua Potable en el manejo técnico administrativo de los sistemas de potabilización de agua. 	PERMANENTE	Al finalizar el año 2017 la Parroquia de la Esperanza, cuenta con Juntas de Agua con completo conocimiento técnico y admintartivo de acuerdo a sus funciones y responsabilidades asignadas.	GAD Parroquial	2000
2	Proyecto de Educación Ambiental “El agua - Fuente de vida”	2 años	Promover en los habitantes parroquiales la toma de conciencia de la importancia del medio ambiente, el desarrollo de valores y nuevas actitudes que contribuyan al uso racional del Agua.	<ul style="list-style-type: none"> •Coordinar con el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Esperanza, y los actores principales de las diferentes instituciones presentes en la Parroquia, para la implementación del Proyecto de Educación Ambiental “El Agua - Fuente de Vida”. •Formar clubs ecológicos y educadores ambientales, que den el soporte necesario en el programa de educación ambiental “El Agua- Fuente de vida”. 	PERMANENTE	Se logró realizar capacitación y concientización con los beneficiarios, acerca de la importancia del agua	GAD Parroquial	10000
3	Gestión integral para el mejoramiento continuo de los sistemas de agua de la parroquia La Esperanza.	2 años	Mejorar las condiciones de vertientes, zonas de recarga hídrica y sistemas de abastecimiento de agua potable para consumo humano.	<ul style="list-style-type: none"> •Realizar mingas de protección física y biológica en las vertientes y zonas de recarga hídrica que abastecen de agua para consumo humano a las comunidades de la parroquia La Esperanza. •Realizar un diagnóstico y análisis de las condiciones en las que se encuentran los sistemas de agua que abastecen a las comunidades. •Compra de suministros, equipos, o sistemas de potabilización de agua para reemplazo de equipos obsoletos o fuera de servicio 	PERMANENTE	Al finalizar el 2019 las vertientes hídricas, contarán con protección física y bilógica; además los sistemas de potabilización de agua en la Parroquia se encontraran 100% funcionales.	GAD Parroquial	30000

Observación: El presupuesto que se muestra fue elaborado con el apoyo técnico de EMAPA-I El mismo que se encuentra sujeto a cambios y observaciones tanto técnicas como financieras, por el responsable de la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- Las vertientes de Naranja Pocgyo, Santa Marta y Chilco Cochimbuela que actualmente son consideradas como fuentes abastecedoras de agua para la parroquia La Esperanza ; cumplen con todos los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico de acuerdo al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA, 2015); reafirmandolas en este sentido , como vertientes aptas para su aprovechamiento como abastecedoras de agua para la Parroquia la Esperanza
- Las comunidades abastecidas por las vertientes de Chilco Cochimbuela: Chaupilan, El Abra , Chirihuasi Alto, San Clemente Alto, Naranjito Alto, San Cristóbal Alto, Manzanal, Catzoloma, Chorlavico y la vertiente de Naranja Pocgyo: Cashaloma ambas administradas por la EMAPA-I y la Junta de Agua Sur Oriental, tienen acceso a agua potable para consumo humano de acuerdo a lo establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108,2014.
- La comunidades abastecidas por la vertiente de Santa Marta: La Florida, Rumipamba, Pungohuayco administradas por Junta administradora de agua Rumipamba y la Florida no tienen acceso a agua potable para consumo humano; la única comunidad que accede al líquido vital bajo norma INEN 1108,2014 es el la comunidad del Pedregal
- La administración de las vertientes y el manejo de los sistemas de tratamiento, influye en la calidad de agua abastecida; la EMAPA-I y la Junta de Agua Sur Oriental presentan una mejor administración de este recurso, pues cumplen con provision de agua potable para consumo humano bajo norma INEN 1108,2014; a diferencia de la Junta administradora de agua Rumipamba y la Florida cuya administración es inpediente y no cumple con la norma establecida.
- En la Parroquia la Esperanza y Angochagua se identificaron cinco zonas de recarga hídrica; siendo las más importantes; la zona de recarga hídrica moderada, dentro de la

cual se encuentra la vertiente de Santa Marta y la Zona de recarga hídrica alta, en donde se encuentran las vertiente de Naranja Pocgyo y vertiente Chilco Cochimbuela.

CAPÍTULO VI

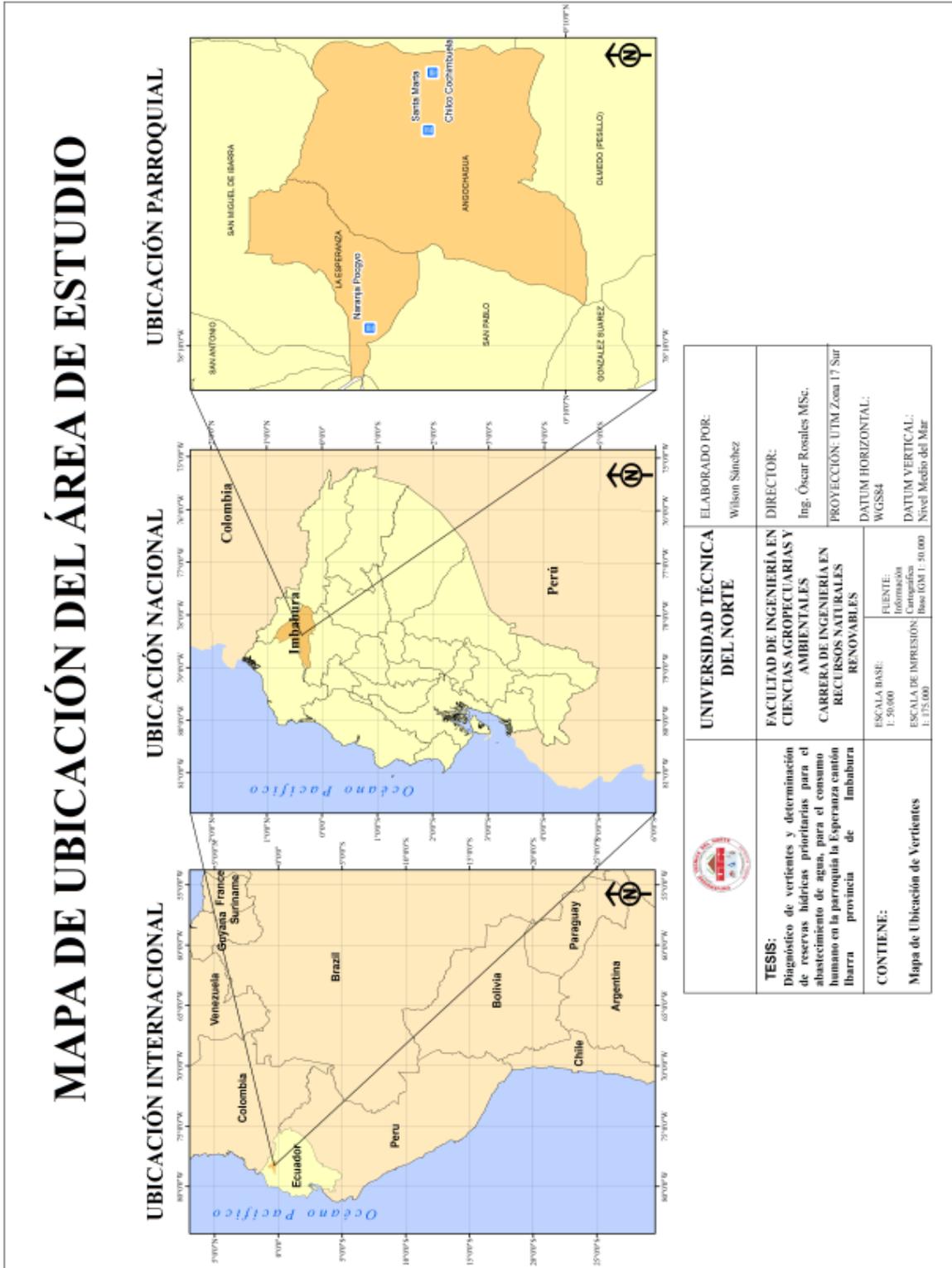
6. RECOMENDACIONES

- En todos los proyectos que brinden un beneficio a la comunidad, debe involucrarse de manera participativa a las autoridades parroquiales y entidades responsables del manejo del recurso agua, para en forma conjunta garantizar la generación y ejecución de proyectos de calidad, relacionados principalmente al recurso hídrico.
- Realizar un cronograma de monitoreo de calidad de agua para consumo humano semestral, para constatación de la calidad de agua para consumo humano, suministrada a los habitantes Parroquiales.
- Gestionar con organizaciones no gubernamentales, proyectos integrales de conservación, manejo y abastecimiento de agua de calidad para consumo humano.

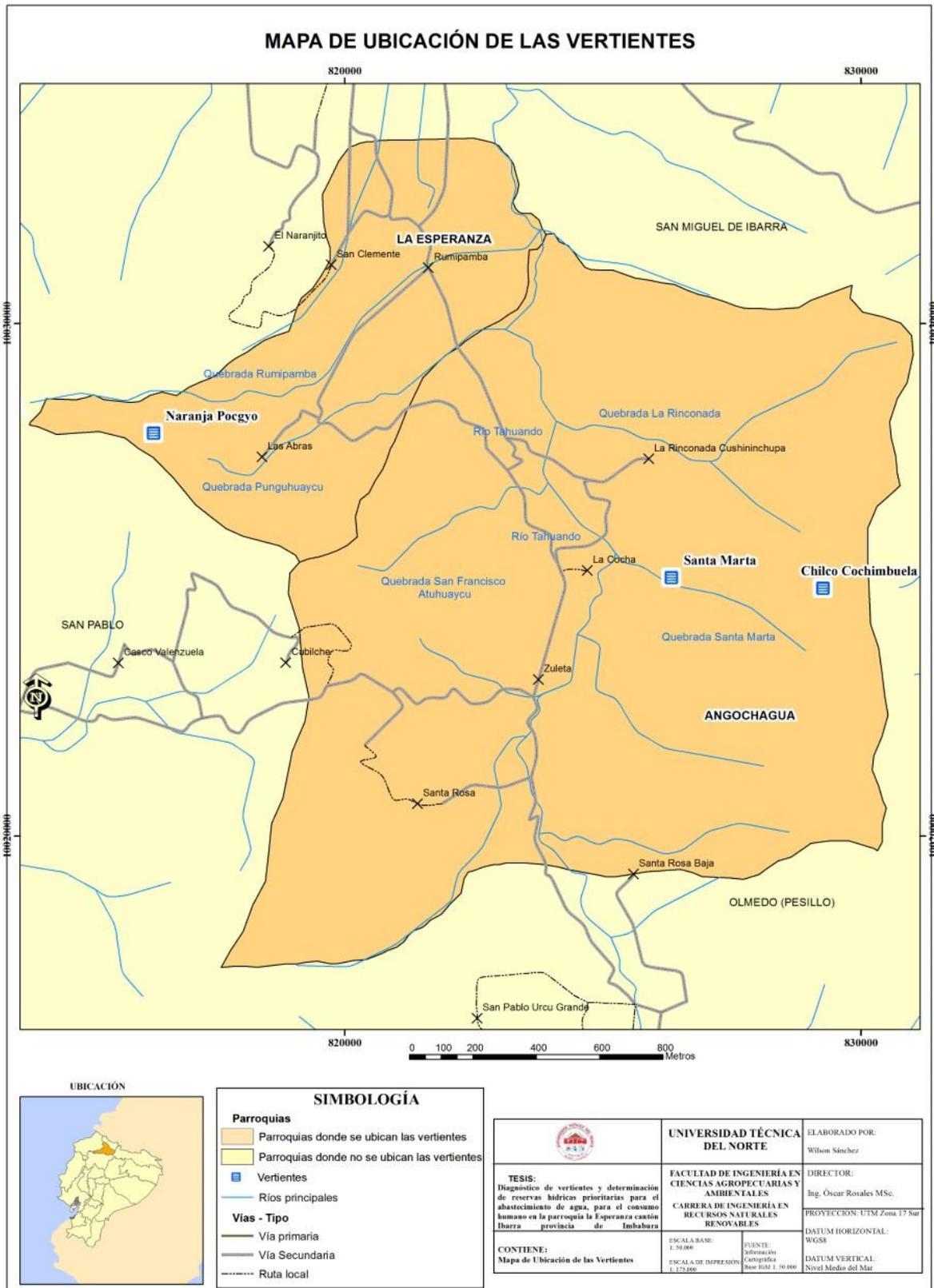
CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo1. Mapa de ubicación del área de estudio



Anexo2. Mapa de ubicación de vertientes



Anexo 3. Resultados de análisis físicos químicos y microbiológicos Laboratorio de EMAPA.



EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE
Y ALCAANTARILLADO DE IBARRA



UNIDAD DE CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA Y ALIMENTOS

Planta de Tratamiento de Agua Potable Av. Atahualpa Tf: 2950-302

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia la Esperanza

ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS													
Parámetros		Color	pH	Conductividad	Sólidos Totales Disueltos	Turbiedad	Hierro	Dureza Total	Calcio	Magnesio	Alcalinidad	COLIFORMES TOTALES	E. COLI
Unidades		u.c.u./l		u.c.u./l	mg/l	NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	u.c.u./100 ml	u.c.u./l
Límites permisibles		15	7.0-8.5	-	7000	5	4.0	700	70	70	-	0	0
No	Muestra	Fecha											
1	Vertiente	0	7.61	72.70	39.00	0.27	0.05	66.60	16.28	6.32	48.00	88	06
2	Vertiente	0	7.63	74.30	40.00	0.36	0.00	55.50	11.84	6.32	40.00	108	2
3	Pueblo	0	7.69	74.00	39.00	0.25	0.05	55.50	8.80	6.12	80.00	850	0
4	Pueblo	0	7.92	134.00	71.00	0.89	0.08	74.00	19.24	6.31	72.00	0	0

* Parámetros tomados de la Norma INEN 1108 -2008

Atentamente:


Bq. Carla Velazco
DE CONTROL DE CALIDAD



Anexo 4: Resultados de análisis físicos químicos y microbiológicos Laboratorio de PUCE-SI.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA
LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME DE RESULTADOS

Datos:

Solicitado por: Sr. Wilson Sánchez
Muestra de: Agua
Número de Muestras: 13
Fecha de recepción: 24-01-2013
Fecha de análisis: 24 al 04 de febrero de 2013

Descripción:

Código de laboratorio: 07.0109
Estado: Muestras líquidas
Fecha entrega de resultados: 05-02-2013
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada en laboratorio.
Resultados comparados con la Norma Técnica IENEN NTE 1108 para agua Potable.

Muestreado por: Cliente
Análisis Solicitado: FÍSICO, QUÍMICO, MICROBIOLÓGICO

RESULTADOS:

Propiedades Organolépticas:

Muestra	Corresponde	Color	Olor	Material Particulado
M1	4	No objetable	No objetable	Escaso
M2	6	No objetable	No objetable	Escaso
M3	2	No objetable	No objetable	No perceptible
M4	8	No objetable	No objetable	No perceptible
M5	5	No objetable	No objetable	No perceptible
M6	9	No objetable	No objetable	No perceptible
M7	10	No objetable	No objetable	No perceptible
M8	7	No objetable	No objetable	Considerable
M9	3	No objetable	No objetable	No perceptible
M10	9-9	No objetable	No objetable	No perceptible
M11	N-11	No objetable	No objetable	No perceptible
M12	N -12	No objetable	No objetable	No perceptible
M13	N-13	No objetable	No objetable	Considerable

ANÁLISIS FÍSICO**M1: 4**

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	7.78	6.5 – 8.5	Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	187.3	-	-
Turbidez	NTU	0.19	5	Cumple
Color	UC	9	15	Cumple
Temperatura	°C	19.1	-	-
Densidad	g/ml	0.9992	-	-
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	170	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	45	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	125	-	-

M2: 6

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	6.36	6.5 – 8.5	No Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	242.0	-	-
Turbidez	NTU	0.05	5	Cumple
Color	UC	0	15	Cumple
Temperatura	°C	19.0	-	-
Densidad	g/ml	0.9992	-	-
Sólidos totales Disueltos	mg/L	195	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	50	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	145	-	-

M3: 2

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	6.72	6.5 – 8.5	Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	241.0	-	-
Turbidez	NTU	0.13	5	Cumple
Color	UC	80	15	No Cumple
Temperatura	°C	18.9	-	-
Densidad	g/ml	0.9994	-	-
Sólidos totales Disueltos	mg/L	225	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	55	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	170	-	-

M4: 8

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	6.68	6.5 – 8.5	Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	239.0	-	-
Turbidez	NTU	0.12	5	Cumple
Color	UC	22	15	No Cumple
Temperatura	°C	18.9	-	-
Densidad	g/ml	0.9994	-	-
Sólidos totales Disueltos	mg/L	205	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	35	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	170	-	-

M5: 5

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	6.83	6.5 – 8.5	Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	238.0	-	-
Turbidez	NTU	0.18	5	Cumple
Color	UC	10	15	Cumple
Temperatura	°C	18.8	-	-
Densidad	g/ml	0.9994	-	-
Sólidos totales Disueltos	mg/L	155	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	120	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	35	-	-

M6: 9

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	6.98	6.5 – 8.5	Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	240.0	-	-
Turbidez	NTU	0.18	5	Cumple
Color	UC	33	15	No Cumple
Temperatura	°C	18.9	-	-
Densidad	g/ml	0.9994	-	-
Sólidos totales Disueltos	mg/L	190	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	40	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	150	-	-

M7: 10

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	6.65	6.5 – 8.5	Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	239.0	-	-
Turbidez	NTU	0.87	5	Cumple
Color	UC	17	15	No Cumple
Temperatura	°C	18.9	-	-
Densidad	g/ml	0.9994	-	-
Sólidos totales Disueltos	mg/L	200	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	70	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	130	-	-

M8: 7

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	6.44	6.5 – 8.5	No Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	239.0	-	-
Turbidez	NTU	0	5	Cumple
Color	UC	37	15	No Cumple
Temperatura	°C	18.9	-	-
Densidad	g/ml	0.9994	-	-
Sólidos totales Disueltos	mg/L	220	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	60	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	160	-	-

M9: 3

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	6.74	6.3 – 8.3	Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	240.0	-	-
Turbidez	NTU	0.39	5	Cumple
Color	UC	41	15	No Cumple
Temperatura	°C	18.8	-	-
Densidad	g/ml	0.9994	-	-
Sólidos totales Disueltos	mg/L	215	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	65	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	150	-	-

M10: 9-9

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	6.87	6.3 – 8.3	Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	241.0	-	-
Turbidez	NTU	0.24	5	Cumple
Color	UC	5	15	No Cumple
Temperatura	°C	18.9	-	-
Densidad	g/ml	0.9994	-	-
Sólidos totales Disueltos	mg/L	205	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	40	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	165	-	-

M11: N 11

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	6.09	6.3 – 8.3	No Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	98.2	-	-
Turbidez	NTU	0.25	5	Cumple
Color	UC	13	15	Cumple
Temperatura	°C	20.6	-	-
Densidad	g/ml	0.9990	-	-
Sólidos totales Disueltos	mg/L	145	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	55	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	90	-	-

M12: N 12

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	6.44	6.3 – 8.3	No Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	120.7	-	-
Turbidez	NTU	0.63	5	Cumple
Color	UC	8	15	Cumple
Temperatura	°C	20.6	-	-
Densidad	g/ml	0.9990	-	-
Sólidos totales Disueltos	mg/L	160	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	60	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	100	-	-

M13: N 13

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NTE 1108	Diagnóstico
pH	-	6.73	6.3 – 8.3	Cumple
Conductividad Eléctrica CE	us/cm	113.9	-	-
Turbidez	NTU	4.36	5	Cumple
Color	UC	32	15	No Cumple
Temperatura	°C	20.6	-	-
Densidad	g/ml	0.9990	-	-
Sólidos totales Disueltos	mg/L	160	1000	Cumple
Sólidos Volátiles totales (SVT)	mg/L	70	-	-
Sólidos Fijos Totales (SFT)	mg/L	90	-	-

ANÁLISIS QUÍMICO

M1: 4

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108*	Diagnóstico
Nitratos (NO ₃)	mg/l	3.1	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.02	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₄)	mg/l	0.40	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	1.3	1.0	Fuera de norma
Hierro Total	ppm	0.70	0.3	Fuera de norma
Sulfatos (SO ₄)	ppm	3	200	Cumple
Cobre	ppm	0.24	2.0	Cumple
Cloruros (Cl)	ppm	22	250	Cumple
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	90	300	Cumple
Dureza Cálctica	mg/L Ca	69.2	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	20.8	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	264	-	-

M2: 6

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108*	Diagnóstico
Nitratos (NO ₃)	mg/l	3.4	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.01	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₄)	mg/l	0.59	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	1	1.0	En el límite
Hierro Total	ppm	0.13	0.3	Cumple
Sulfatos (SO ₄)	ppm	3	200	Cumple
Cobre	ppm	0.24	2.0	Cumple
Cloro total	ppm	0	0	-
Cloro residual	ppm	0	0	-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	90	300	Cumple
Dureza Cálctica	mg/L Ca	70	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	20	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	324	-	-

M3: 2

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108 [#]	Diagnóstico
Nitratos (NO ₃)	mg/l	3.3	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.02	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₄)	mg/l	0.70	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	0.8	1.0	Cumple
Hierro Total	ppm	0.09	0.3	Cumple
Sulfatos (SO ₄)	ppm	7	200	Cumple
Cobre	ppm	0.26	2.0	Cumple
Cloro total	ppm	0.04		-
Cloro residual	ppm	0.04		-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	114	300	Cumple
Dureza Cálcica	mg/L Ca	84.4	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	29.6	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	346	-	-

M4: 8

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108 [#]	Diagnóstico
Nitratos (NO ₃)	mg/l	0.02	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	3.3	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₄)	mg/l	0.57	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	1.4	1.0	Fuera de norma
Hierro Total	ppm	0.29	0.3	Cumple
Sulfatos (SO ₄)	ppm	4	200	Cumple
Cobre	ppm	0.25	2.0	Cumple
Cloro total	ppm	0.02		-
Cloro residual	ppm	0.02		-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	234	300	Cumple
Dureza Cálcica	mg/L Ca	202.8	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	31.2	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	308	-	-

M5: 5

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108 [#]	Diagnóstico
Nitratos (NO ₃)	mg/l	4.2	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.02	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₄)	mg/l	0.63	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	0.5	1.0	Cumple
Hierro Total	ppm	0.19	0.3	Cumple
Sulfatos (SO ₄)	ppm	3	200	Cumple
Cobre	ppm	0.33	2.0	Cumple
Cloro total	ppm	0		-
Cloro residual	ppm	0		-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	160	300	Cumple
Dureza Cálcica	mg/L Ca	136	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	24	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	342	-	-

M6: 9

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108*	Diagnóstico
Nitratos (NO ₃)	mg/l	4.1	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.02	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₄)	mg/l	0.64	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	1	1.0	En el límite
Hierro Total	ppm	0.84	0.3	Fuera de norma
Sulfatos (SO ₄)	ppm	4	200	Cumple
Cobre	ppm	0.24	2.0	Cumple
Cloro total	ppm	0		-
Cloro residual	ppm	0		-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	202	300	Cumple
Dureza Cálcica	mg/L Ca	176.4	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	25.6	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	304	-	-

M7: 10

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108*	Diagnóstico
Nitratos (NO ₃)	mg/l	2.6	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.06	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₄)	mg/l	0.66	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	2.1	1.0	Fuera de norma
Hierro Total	ppm	0.15	0.3	Cumple
Sulfatos (SO ₄)	ppm	9	200	Cumple
Cobre	ppm	0.25	2.0	Cumple
Cloro total	ppm	0.03		-
Cloro residual	ppm	0		-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	116	300	Cumple
Dureza Cálcica	mg/L Ca	92.8	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	23.2	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	322	-	-

M8: 7

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108*	Diagnóstico
Nitratos (NO ₃)	mg/l	2.7	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.06	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₄)	mg/l	0.70	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	1.3	1.0	Fuera de norma
Hierro Total	ppm	0.17	0.3	Cumple
Sulfatos (SO ₄)	ppm	4	200	Cumple
Cobre	ppm	0.23	2.0	Cumple
Cloruros (Cl)	ppm	20.5	250	Cumple
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	254	300	Cumple
Dureza Cálcica	mg/L Ca	226.8	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	27.2	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	340	-	-

M9: 3

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108*	Diagnóstico
Nitratos (NO ₃)	mg/l	3	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.06	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₄)	mg/l	0.62	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	1.3	1.0	Fuera de norma
Hierro Total	ppm	0.33	0.3	En el límite
Sulfatos (SO ₄)	ppm	7	200	Cumple
Cobre	ppm	0.30	2.0	Cumple
Cloro total	ppm	0.2		-
Cloro residual	ppm	0.0		-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	490	300	Fuera de norma
Dureza Cálctica	mg/L Ca	467.6	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	22.4	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	300	-	-

M10: 9-9

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108*	Diagnóstico
Nitratos (NO ₃)	mg/l	3.2	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.06	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₄)	mg/l	0.86	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	0.7	1.0	Fuera de norma
Hierro Total	ppm	0.28	0.3	Cumple
Sulfatos (SO ₄)	ppm	4	200	Cumple
Cobre	ppm	0.28	2.0	Cumple
Cloro total	ppm	0		-
Cloro residual	ppm	0		-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	116	300	Cumple
Dureza Cálctica	mg/L Ca	83.6	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	30.4	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	300	-	-

M11: N11

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108*	Diagnóstico
Nitratos (NO ₃)	mg/l	3.3	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.05	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₄)	mg/l	0.86	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	1.5	1.0	Fuera de norma
Hierro Total	ppm	0.16	0.3	Cumple
Sulfatos (SO ₄)	ppm	4	200	Cumple
Cobre	ppm	0.43	2.0	Cumple
Cloro total	ppm	0.16		-
Cloro residual	ppm	0.07		-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	44	300	Cumple
Dureza Cálctica	mg/L Ca	26.4	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	17.6	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	26	-	-

M12: N12

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108 [#]	Diagnóstico
Nitritos (NO ₂)	mg/l	3.4	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.06	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₃)	mg/l	0.58	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	1.8	1.0	Fuera de norma
Hierro Total	ppm	0.35	0.3	Cumple
Sulfatos (SO ₄)	ppm	4	200	Cumple
Cobre	ppm	0.19	2.0	Cumple
Cloro total	ppm	0.14		-
Cloro residual	ppm	0.10		-
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	42	300	Cumple
Dureza Cálcica	mg/L Ca	36.4	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	3.6	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	16	-	-

M13: N13

Parámetro	Unidades	Resultado	Valores Norma NT 1108 [#]	Diagnóstico
Nitritos (NO ₂)	mg/l	3.5	10.0	Cumple
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0.06	0.0	Fuera de norma
Amonio (NH ₃)	mg/l	0.62	1.0	Cumple
Fosfatos (PO ₄)	ppm	1.4	1.0	Fuera de norma
Hierro Total	ppm	0.86	0.3	Fuera de norma
Sulfatos (SO ₄)	ppm	5	200	Cumple
Cobre	ppm	0.23	2.0	Cumple
Cloruros (Cl)	ppm	22.5	250	Cumple
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	38	300	Cumple
Dureza Cálcica	mg/L Ca	25.2	-	-
Dureza Magnésica	mg/L Mg	12.8	-	-
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	36	-	-

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Muestras	Corresponde	E. Coli (UFC/ml)	Coliformes Totales (UFC/ml)
M1	4	-	34
M2	6	-	-
M3	2	-	-
M4	8	-	-
M5	5	-	-
M6	9	-	-
M7	10	-	-
M8	7	-	10
M9	3	-	-
M10	9-9	-	-
M11	N-11	-	31
M12	N-12	-	-
M13	N-13	-	2

MÉTODOS DE LABORATORIO

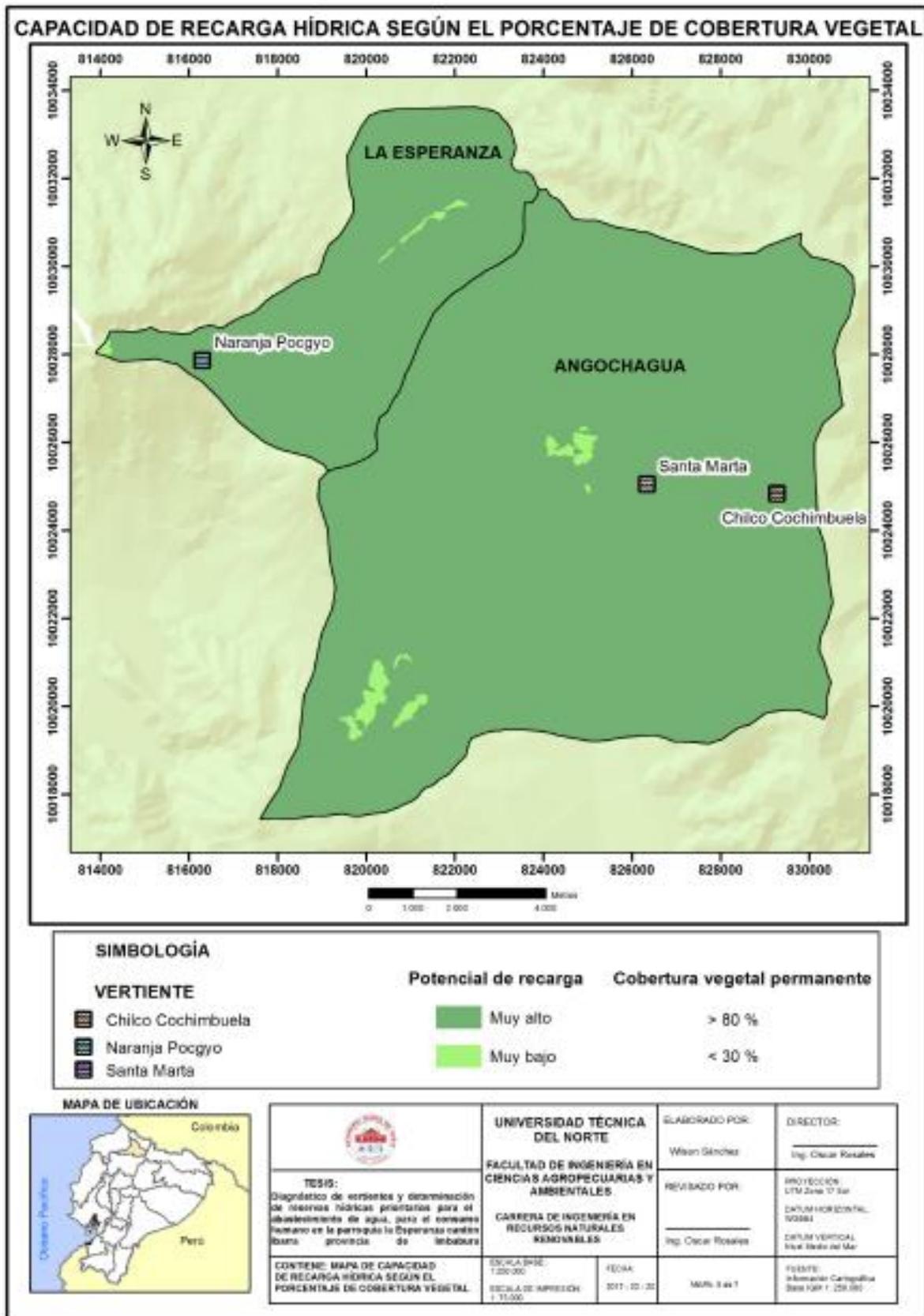
Determinación de	Método
pH	Potenciométrico
Conductividad	Conductimétrico
Densidad, Sólidos	Gravimétrico
Turbidez	Nefelométrico
Color	Colorimétrico
Cationes, aniones	Fotométrico
Dureza, Alcalinidad	Volumétrico

Revisado por:

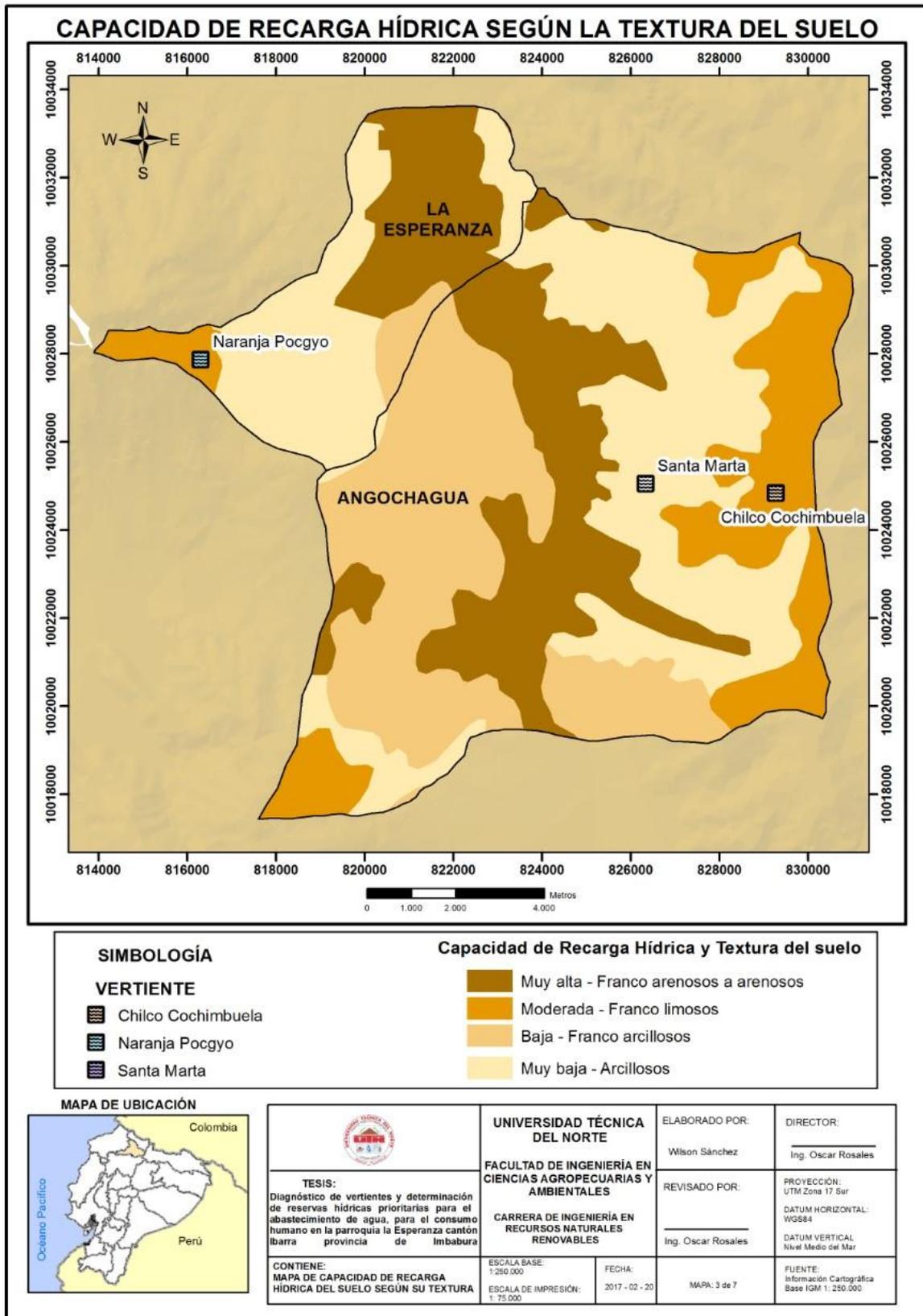

Dra. Moraima Mera
Jefa Laboratorios ECAA



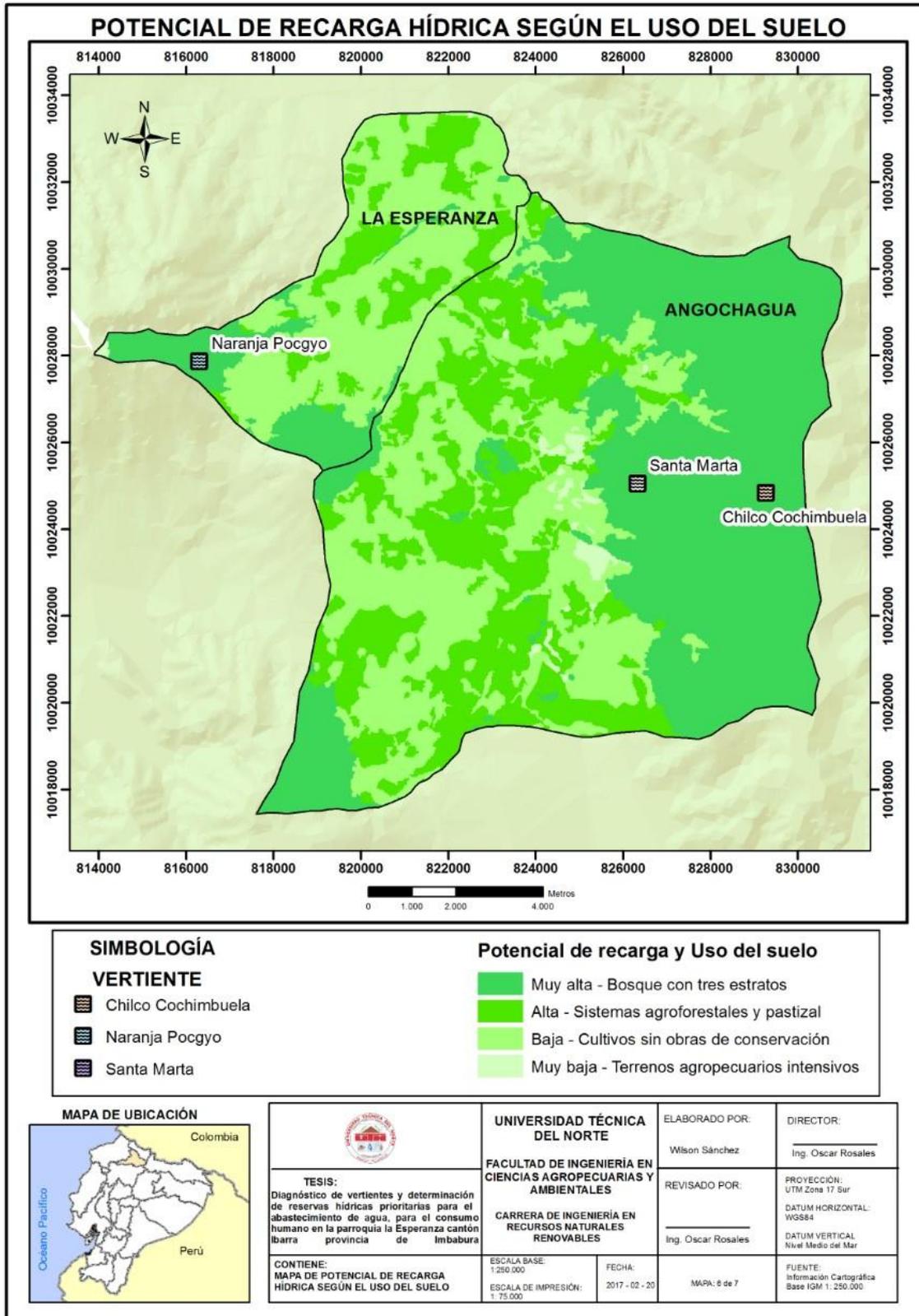
Anexo 5. Mapa de capacidad de recarga hídrica según el porcentaje de cobertura vegetal



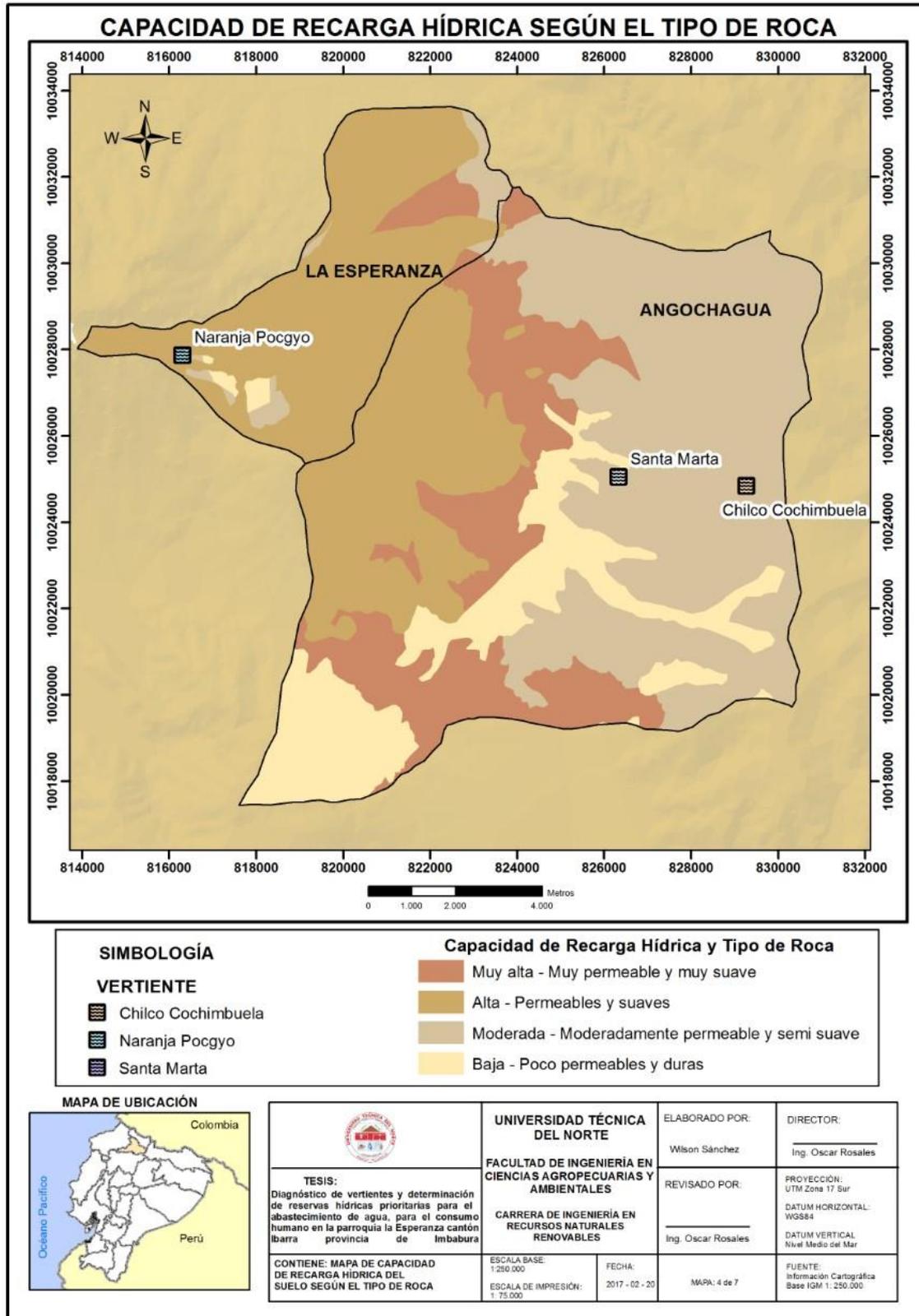
Anexo 6. Mapa de capacidad de recarga hídrica según la textura del suelo



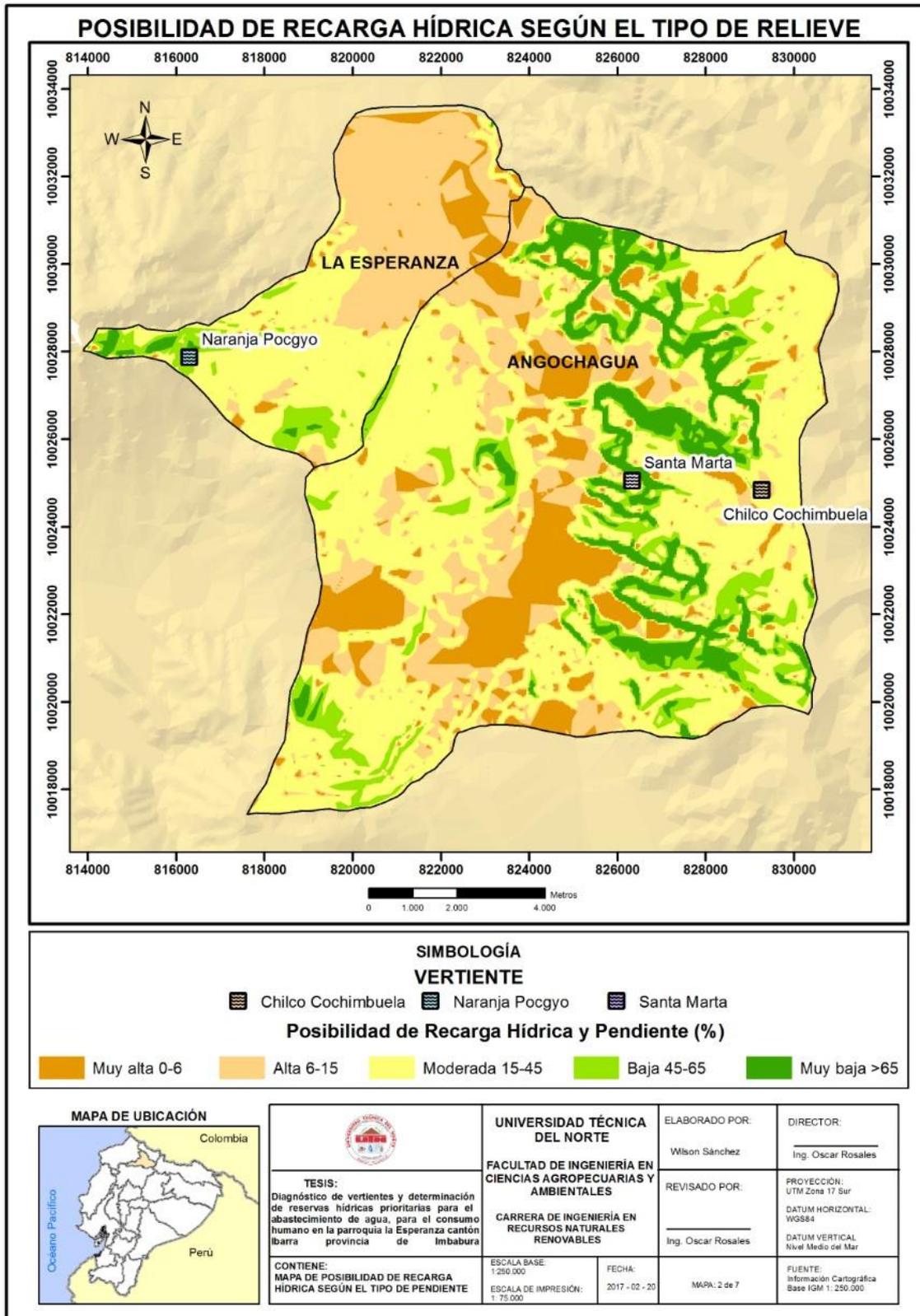
Anexo 7. Mapa de capacidad de recarga hídrico según el uso del suelo



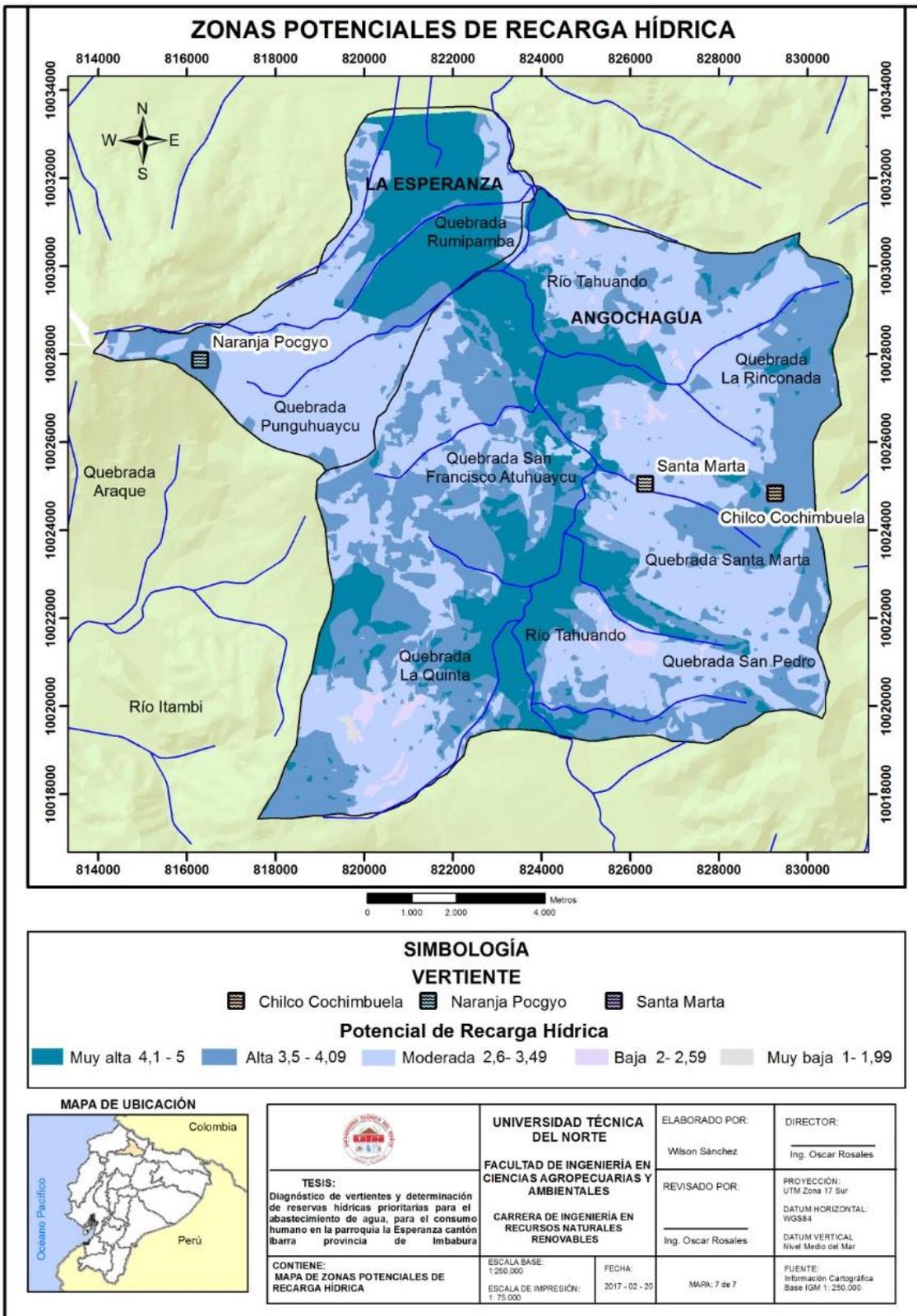
Anexo 8. Mapa de capacidad de recarga hídrico según el tipo de roca



Anexo 9. Mapa de capacidad de recarga hídrico según el tipo de relieve



ANEXO 10. Mapa de Zonas de Recarga Hídrica



BIBLIOGRAFÍA

- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. (2009). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. USA*
- ANAM. (Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá). 2007. *Estrategia y plan de acción para la implementación de la política nacional de recursos hídricos*. Panamá, PA.
- Asamblea Nacional. (2014). Ley organica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del Agua. Quito: LEXIS.
- Barrantes, G; Castro, E. 1999. *Estructura tarifaria hídrica ambientalmente ajustada: internalización de variables ambientales*.
- Camaren. (2003) *Foro de los recursos hídricos, segundo encuentro nacional*. Quito-Ecuador[www.flacsoandes.org/biblio/catalog/resGet.php?resId=16384] (Rev:17/08/2012)
- Chamorro, M. (2016). “IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE RECARGA HÍDRICA MEDIANTE HERRAMIENTAS SIG DE LOS ACUÍFEROS LA CARBONERÍA, GUARACZAPAS, YUYUCOCHA Y SANTA CLARA PARA LA PROTECCIÓN DE LAS FUENTES DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA EN LA ZONA URBANA DE IBARRA”.
- Constitución de la República del Ecuador (2008). Ciudad Alfaró: Asamblea Constituyente.
- Custodio, G. 1998. *Recarga a los acuíferos: aspectos generales sobre el proceso, la evolución y la incertidumbre*. Boletín Geológico y Minero 109-4: 13-29.
- Domínguez, J. (2014). PLAN DE MANEJO PARTICIPATIVO PARA EL APROVECHAMIENTO RACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES DEL CERRO CUBILCHE PROVINCIA DE IMBABURA. Ibarra.
- Faustino, J. 2006(b). *Manejo de Cuencas II*. Documento base. Turrialba, CR. CATIE. 218 p.
- Fundación General de la Universidad de Salamanca . (6 de Enero de 2016). *Fundación General de la Universidad de Salamanca* . Obtenido de <http://fundacion.usal.es/>: <http://fundacion.usal.es/es/formacion-especializada/cursos-on-line/cursos-on-line-de-seguridad-y-calidad-alimentaria/curso-en-analisis-microbiologico-del-agua-tecnicas-laboratorio-virtual-y-casos-practicos>
- Gerbrandy, G. (1998). *Aguas y Acequias*. En G. Gerbrandy, *Aguas y Acequias* (págs. 39-40). Bolivia: Plural editores.
- Giraldo, B. 2003. *Agua, no la tenemos tan segura*: Día Interamericano del Agua. Lima, PE , CEPIS/OPS. 24 p.

Gobierno de Córdoba. (2000). *AREAS NATURALES DE LA PROVINCIA DE CORDOBA-LEY N° 6964*. Córdoba, Córdoba: AGENCIA CORDOBA AMBIENTE S.E. – Area Ordenamiento Ambiental.

González Carrasco, W. d. (2011). *Manejo y protección de zonas de recarga hídrica y fuentes de agua para consumo humano en la subcuenca del río Zaratí*, Panamá. Costa Rica.

Gubio, J., Terán, K., & Caicedo, O. (9 de marzo de 2015). *app.sni.gob.ec*. Obtenido de [app.sni.gob.ec:http://app.sni.gob.ec/snlink/sni/%23recycle/PDyOTs%202014/1060016260001/PDyOT/13022013_171610_PDyOTs%20La%20esperanza.pdf](http://app.sni.gob.ec/http://app.sni.gob.ec/snlink/sni/%23recycle/PDyOTs%202014/1060016260001/PDyOT/13022013_171610_PDyOTs%20La%20esperanza.pdf)

INAB (Instituto Nacional de Bosques). 2003. Metodología para la determinación de áreas críticas de recarga hídrica natural. Manual Técnico. Guatemala, GT, INAB. 106 p.

INAB. (2003). Metodología para la determinación de áreas críticas de recarga hídrica natural. Guatemala: CATI. 106p

INEC (2010). Censo población y vivienda, disponible en URL:
<http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>

INEN. (2014). AGUA POTABLE. REQUISITOS - Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108. Ecuador: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (Sabado de enero de 2016). *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - República de Colombia*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174>

Kramer y García (2003). *Educación Ambiental Para El Desarrollo Sostenible de Sudamérica*.

Lapeña, M. R. (1990). *Tratamiento de aguas industriales: Aguas de proceso y residuales*. Barcelona-España: Marcombo Boixareu.

León, J; Prins, C. 2010. Gestión territorial para la protección colectiva del agua. *Demarcación participativa de la zona productora de agua, Carrizalón, Honduras*. Turrialba, CR, CATIE. 48 p. (Serie técnica. Boletín técnico No 41).

Losilla, M. 1986. Aguas subterráneas; generalidades, ocurrencia, tipos de acuíferos. *In Curso bases hidrológicas para el manejo de cuencas*. Mayo 1987. Turrialba, CR, CATIE. 9 p.

MAE. Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2010). *Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Quito

- Matus. (2007). *Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas, aplicada a la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa Nicaragua*. Turrialba.
- Mena, P., (2001). *Indicadores de calidad de los Páramos de Ecuador y Colombia para el diagnóstico ambiental de los sistemas lacustres*. Quito. PUCE.
- Ministerio del Ambiente. (2015). Texto unificado de legislación secundaria medio ambiental TULSMA. Quito: CEP.
- Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible. (2009). *MANUAL METODOLOGÍAS PARTICIPATIVAS*. Madrid: Observatorio Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible.
- OMS. (2005). *Guías para la calidad del agua potable, Volumen 1*. Editorial OMS, tercera Edición. Organización Mundial de la Salud. (6 de enero de 2016). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de http://www.who.int/http://www.who.int/topics/escherichia_coli_infections/es/
- Ortiz, G. A; Espinoza, E. 2009. *Algunas reflexiones sobre la ley de aguas nacionales, sus modificaciones, alcances, limitaciones y retos para una efectiva gestión integrada del agua*. In Vargas, S; Soares, D; Pérez, O; Ramírez, A, I. La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectiva.2:15-39.
- Pabón, G., Oña, T., Velarde, E., Ochoa, M., (2008). *Guía de plantas del sendero Imbabura*. Ibarra Ecuador
- Pourrut, P. Los climas del Ecuador – Fundamentos Explicativos. Orstom. Quito 1983
- Ramírez, LM; Vargas, R. 2010. *Delimitación y evaluación de las zonas de recarga hídrica para las Montañas de El Volcán y La Chorrera, Honduras. Proyecto especial de graduación del Programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente*. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 27p.
- Ramos, R., Sepúlveda, R., & Villalobos, F. (2003). *El agua en el medio ambiente Muestra y análisis*. Mexico: Plaza y Valdes, Sa. de C.V.
- Reinoso M.-*Agua y Comunidades*, 2001, Quito – Ecuador.
- Rodríguez, DM; Pérez, P. 2014. Determinación de la recarga hídrica potencial en la cuenca hidrográfica Guara. Cuba
- Ros, G. D. (1992-1994). *LA CONTAMINACION DE AGUAS EN ECUADOR*. Quito-Ecuador : @abyayala.org.
- Saavedra, C. (2009). *El manejo, protección y conservación de las fuentes*. La Paz: Comunicación Integral.

Samboni, Carvajal, & Escobar. (Diciembre de 2007). *Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua*. REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN VOL. 27.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades, 2. (2013-2017). Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Quito: Senplades.
SENAGUA. (2012). DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DEL AGUA. Quito: CEPAL.

Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador. (6 de ENERO de 2010). *SISTEMA DE INDICADORES SOCIALES DEL ECUADOR*. Obtenido de <http://www.siise.gob.ec/siiseweb/>

Standard Methods. 1995 *Standard Methods for the Examination of Water and Waste* 19th. Ed., American Public Health Association, Washington, DC.

Tixilima, N. (2015). *PLAN DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA ACEQUIA ROSAS PAMBA, PARA FORTALECER EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA LA ESPERANZA*, Ibarra: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4452/1/03%20RNR%20193%20TESIS.pdf>.

Vélez, V. M. (2009). Métodos para determinar la recarga en acuíferos. Medellín.