



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSGRADO



**MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS
HIDROGRÁFICAS**

**“MANEJO Y PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
EN LA MICROCUENCA DEL TAHUANDO, EN EL CANTÓN IBARRA,
PROVINCIA DE IMBABURA”**

**Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magister en Gestión
Integral de Cuencas Hidrográficas**

AUTORA: Ing. Nidya T. Cuasapud G.

TUTORA: Dra. Patricia Aguirre PhD

Ibarra, Marzo 2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de Grado, presentado por la Ingeniera Nidya Teresa Cuasapud Guadir, para optar por el Título de Magister en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación (pública o privada) y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a 23 días del mes de febrero del 2017.



Dra. Patricia Aguirre, PhD

“MANEJO Y PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, EN LA MICROCUENCA DEL TAHUANDO, EN EL CANTÓN IBARRA, PROVINCIA IMBABURA”

Por: Nidya T. Cuasapud G.

Trabajo de Grado de Maestría aprobado en nombre de la Universidad Técnica del Norte, por el siguiente jurado, el 23 de febrero de 2017.



Ing. Oscar Rosales Msc.
C.I. 1001474574



Ing. Segundo Fuentes Msc.
C.I. 0400933529



Biol. Gafo Pabón Msc.
C.I. 1001784923

DEDICATORIA

Dedicada a DIOS, por haberme dado vida, salud, bienestar, y permanecer junto a la familia que tanto amo; mi hija Yanith Alejandra; y mi esposo Humberto Ortega.

A mis padres por haberme dado la vida y creer en mí, y a todas mis hermanas por el apoyo incondicional durante todo este tiempo, de abnegación, esfuerzo y sacrificio en esta etapa.

Nidya T. Cuasapud G.

AGRADECIMIENTO

A la Demarcación Hidrográfica de Mira de la Secretaría del Agua, por haber sido una escuela durante mi vida profesional y por haberme acogido para el desarrollo de esta investigación.

A todos los profesionales y amigos que aportaron con su experiencia y conocimiento durante el desarrollo y culminación de esta investigación.

Nidya T. Cuasapud G.

AUTORÍA

Yo, Nidya Teresa Cuasapud Guadir declaro bajo juramento que el trabajo aqui descrito es de mi autoria, que no ha sido previamente presentada para ningun grado, ni calificación profesional, que he consultado referencias bibliográficas que se incluyen en este documento y que todos los datos presentados son resultado de mi trabajo.



Nidya Cuasapud
C.C. 0401314935



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO
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: | 0401314935 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Cuasapud Guadir Nidya Teresa | | |
| DIRECCIÓN: | Ibarra, calle Río Aguarico y Pasaje Sin Nombre | | |
| EMAIL: | nidyacg@yahoo.es | | |
| TELÉFONO FIJO: | 062510024 | TELÉFONO MÓVIL: | 0997909212 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|------------------------------------|--|
| TÍTULO: | “Manejo y protección de las fuentes de agua para consumo humano en la microcuenca del Tahuando, en el cantón Ibarra, provincia Imbabura” |
| AUTOR (ES): | Nidya Teresa Cuasapud Guadir |
| FECHA: | 2017-01-06 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input type="checkbox"/> PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Magíster en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas |
| ASESOR /DIRECTOR: | Dra. Patricia Aguirre PhD |

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Nidya Teresa Cuasapud Guadir, con cédula de ciudadanía Nro. 040131493-5, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago 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. CONSTANCIAS

La autora 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 que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 02 días del mes de marzo del 2017

LA AUTORA:



Nidya T. Cuasapud G.

C.C. 040131493-5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, Nidya Teresa Cuasapud Guadir, con cédula de ciudadanía Nro. 040131493-5 manifiesto mi 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 autora del trabajo de grado denominado: "Manejo y protección de las fuentes de agua para consumo humano en la microcuenca del Tahuando, en el cantón Ibarra, provincia Imbabura", que ha sido desarrollado para optar por el título de Magister en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, 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.

Nidya T. Cuasapud G.
C.I. 040131493-5

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--------------------|------|
| ABREVIATURAS | xvii |
| RESUMEN..... | xix |
| SUMMARY | xx |
| INTRODUCCIÓN | xxi |

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

| | |
|--|----|
| 1.1. Contextualización del Problema..... | 22 |
| 1.2. Planteamiento del Problema..... | 23 |
| 1.3. Formulación del Problema | 23 |
| 1.4. OBJETIVOS: | 24 |
| 1.4.1. Objetivo General:..... | 24 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos: | 24 |
| 1.5. Preguntas de Investigación..... | 24 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|--|----|
| 2.1. Cuenca hidrográfica | 25 |
| 2.1.1. Componentes de una Cuenca Hidrográfica..... | 25 |
| 2.1.2. Microcuenca..... | 26 |
| 2.1.3. Microcuenca cómo Unidad Hidrológica..... | 26 |
| 2.2. Manejo de Cuencas Hidrográficas | 26 |
| 2.3. Fuentes Hídricas | 27 |
| 2.3.1. Manejo, conservación y protección de las fuentes y tomas de agua..... | 28 |
| 2.3.2. Protección de las fuentes hídricas | 28 |
| 2.3.3. Área de protección de una fuente hídrica..... | 29 |
| 2.3.4. Restauración y Recuperación de fuentes de agua | 30 |
| 2.4. La Gestión del agua en la política ambiental global | 30 |

| | |
|---|----|
| 2.5. Oferta y Demanda Hídrica | 31 |
| 2.5.1. Oferta Hídrica | 31 |
| 2.5.2. Demanda Hídrica | 31 |
| 2.6. Predicción de la demanda de agua | 32 |
| 2.7. Determinación de la demanda de agua para consumo humano | 33 |
| 2.7.1. Dotaciones de agua para consumo humano | 33 |
| 2.8. Hidrometría Aplicada..... | 34 |
| 2.8.1. Tipos de Aforo..... | 34 |
| 2.9. Zonas de recarga hídrica | 35 |
| 2.9.1. Zonas potenciales de recarga hídrica con participación de actores locales. | 35 |
| 2.10. Cambio Climático: agua y ecosistemas..... | 36 |
| 2.11. Ríos Protegidos en el Ecuador | 37 |
| 2.12. Protección las fuentes de agua en el sur de Ecuador..... | 37 |
| 2.13. El uso de las montañas, los recursos hídricos y los bosques..... | 38 |
| 2.14. Agua, sociedad y medio ambiente..... | 38 |
| 2.15. Normativa y base legal..... | 38 |
| 2.15.1. Constitución de la República del Ecuador | 39 |
| 2.15.2. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua | 39 |
| 2.15.3. Ley de Gestión Ambiental | 41 |
| 2.15.4. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre..... | 41 |
| 2.15.5. Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua..... | 42 |
| 2.16. La ordenanza declarando la protección y manejo de cuencas y microcuencas hidrográficas del cantón Puerto Quito..... | 43 |

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | |
|--|----|
| 3.1. Tipo de investigación | 44 |
| 3.1.1. Investigación de carácter cualitativa | 44 |

| | |
|--|----|
| 3.1.2. Investigación de carácter cuantitativa | 44 |
| 3.2. Método de la investigación | 44 |
| 3.3. Diseño de la Investigación | 45 |
| 3.3.1. Recopilación de información de autorizaciones de uso de agua..... | 45 |
| 3.3.2. Selección de las fuentes de agua a investigar | 46 |
| 3.3.3. Delimitación de la microcuenca y georeferenciación de fuentes de agua | 46 |
| 3.3.4. Hoja de campo o ficha técnica para recopilar datos insitu..... | 46 |
| 3.3.5. Acercamiento con la comunidad..... | 46 |
| 3.3.6. Recopilación de la información en campo..... | 47 |
| 3.3.8. Cálculo de la demanda actual y futura | 48 |
| 3.3.9. Procedimiento para definir los lineamientos de manejo y protección. | 49 |
| 3.4. Descripción del área de estudio..... | 49 |
| 3.4.1. Ubicación del área de investigación | 49 |
| 3.4.2. Ubicación de las fuentes de agua..... | 50 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

| | |
|---|----|
| 4.1. Selección y cuantificación de las fuentes de agua | 51 |
| 4.1.2. Delimitación y georeferenciación de las fuentes de agua..... | 53 |
| 4.2. Estado actual de las fuentes de agua | 55 |
| 4.2.1. Caracterización de las fuentes de agua | 55 |
| 4.3 Oferta y demanda de agua en el sector urbano y rural | 79 |
| 4.3.1 Predicción de la demanda poblacional..... | 79 |
| 4.3.2 Oferta Hídrica Actual..... | 80 |
| 4.3.3. Demanda Hídrica | 83 |
| 4.4. Lineamientos para la protección y manejo de las fuentes de agua..... | 84 |
| 4.4.1 Componente Social..... | 84 |
| 4.4.2 Componente Económico..... | 90 |
| 4.4.3 Componente Técnico-Ambiental..... | 93 |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|----------------------------|-----|
| 5.1. CONCLUSIONES | 99 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 101 |

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

| | |
|-------------------|-----|
| Bibliografía..... | 112 |
|-------------------|-----|

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Tasa de crecimiento de la población | 32 |
| Tabla 2. Dotación de agua litros/habitante/día..... | 34 |
| Tabla 3. División política..... | 50 |
| Tabla 4. Fuentes de agua del sector urbano | 51 |
| Tabla 5. Fuentes de agua del sector rural..... | 52 |
| Tabla 6. Fuentes que abastecen al sector urbano y rural..... | 75 |
| Tabla 7. Caudal histórico 1996 vs caudal medido 2016 | 77 |
| Tabla 8. Disponibilidad hídrica de las fuentes | 77 |
| Tabla 9. Abastecimiento de recurso hídrico..... | 78 |
| Tabla 10. Predicción de la demanda poblacional..... | 79 |
| Tabla 11. Oferta hídrica vs población beneficiada | 82 |
| Tabla 12. Demanda hídrica vs población a beneficiarse..... | 83 |
| Tabla 13. Temática de Capacitación para fortalecimiento organizativo..... | 86 |
| Tabla 14. Comunidades, Juntas de Agua a capacitarse en fortalecimiento organizativo | 87 |
| Tabla 15. Gobierno Autónomo Descentralizado y Comunidad..... | 88 |
| Tabla 16. Comunidades que utilizan la autorización de agua en otro uso | 88 |
| Tabla 17. Acciones para implementar un sistema tarifario..... | 91 |
| Tabla 18. Riesgo de erosión según la pendiente | 96 |
| Tabla 19. Riesgo de pérdida de suelo según la profundidad..... | 97 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Marco legal para los recursos hídricos en el Ecuador | 39 |
| Figura 2. Ubicación política e hidrográfica de la microcuenca del Tahuando | 50 |
| Figura 3. Fuentes de agua mayores a 1.0 l/s del sector urbano..... | 52 |
| Figura 4. Fuentes de agua mayores a 1.0 l/s | 53 |
| Figura 5. Mapa de delimitación y georeferenciación de fuentes de agua..... | 54 |
| Figura 6. Vertiente la fábrica | 55 |
| Figura 7. Vertiente Corrales Viejos | 56 |
| Figura 8. Quebrada la Carbonería 2 (A. Fuente de Agua; B. Toma de datos)..... | 57 |
| Figura 9. Quebrada la Carbonería 1 (A. Captación protegida; B. Caudal de la fuente) | 57 |
| Figura 10. Vertiente Pacaycucho | 58 |
| Figura 11. Quebrada Sin Nombre | 59 |
| Figura 12. Vertiente Sin Nombre desaparecida | 59 |
| Figura 13. Quebrada la Carbonería 3(A. Fuente de Agua; B. Captación) | 60 |
| Figura 14. Vertiente Sin Nombre..... | 60 |
| Figura 15. Vertiente el Reventazón | 61 |
| Figura 16. Vertiente Yuyucocha..... | 62 |
| Figura 17. Quebrada Suruscucho..... | 62 |
| Figura 18. Quebrada Rosauco (A. Fuente de Agua; B. Canal Revestido para agua de riego)63 | |
| Figura 19. Vertiente Santa Marta (A. Fuente de Agua; B. Usuarios de Comunidad Rumipamba)..... | 64 |
| Figura 20. Vertiente Turupamba 1, (A. Fuente de Agua; B. Captación)..... | 64 |
| Figura 21. Quebrada de Rosas | 65 |

| | |
|---|----|
| Figura 22. Vertiente Cuchimbuela, (A. Fuente de Agua; B. Páramos de Angochagua) | 66 |
| Figura 23. Quebrada Cerro Imbabura 2, (A. Fuente de Agua; B. Captación con tubería PVC) | 66 |
| Figura 24. Quebrada Cerro Imbabura 1, (A. Captación; B. Fuente de Agua) | 67 |
| Figura 25. Vertiente Serenia | 68 |
| Figura 26. Vertiente Piucango | 68 |
| Figura 27. Vertiente Guaragzapas | 69 |
| Figura 28. Vertiente el Estanco..... | 70 |
| Figura 29. Vertiente Sin Nombre..... | 70 |
| Figura 30. Vertiente Puñojaka | 71 |
| Figura 31. Vertiente Pogyo Zanja..... | 71 |
| Figura 32. Tipo de Cobertura Vegetal 2016 | 72 |
| Figura 33. Mapa de Cobertura Vegetal en la microcuenca del Tahuando..... | 73 |
| Figura 34. Mapa de Uso Actual del suelo..... | 74 |
| Figura 35. Fuentes de agua con escasa protección | 75 |
| Figura 36. Proyección de la demanda población para Imbabura (2016-2025-2035)..... | 80 |
| Figura 37. Caudal histórico vs caudal actual sector urbano | 80 |
| Figura 38. Caudal histórico vs caudal actual sector rural | 81 |
| Figura 39. Caudal total marzo del 2016..... | 82 |
| Figura 40. Oferta hídrica vs la población beneficiada al 2016 | 83 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Fuentes de agua de consumo humano en la microcuenca del Tahuando..... | 107 |
| Anexo 2. Ficha Técnica del Diagnostico actual de la Fuente Hídrica..... | 110 |
| Anexo 3. Estado actual de las fuentes de agua de consumo humano | 120 |
| Anexo 4. Mapa Unidades Hidrográficas de la Cuenca del Río Mira | 123 |
| Anexo 5. Mapa de delimitación y georeferenciación de fuentes de agua en la microcuenca del Tahuando..... | 124 |
| Anexo 6. Mapa de Cobertura Vegetal | 125 |
| Anexo 7. Mapa de uso actual del suelo | 126 |
| Anexo 8. Imágenes de la investigación que se realizó en la microcuenca del Tahuando | 127 |

ABREVIATURAS

| | |
|----------------|--|
| INERHI | Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos |
| CNRH | Concejo Nacional de Recursos Hídricos |
| SENAGUA | Secretaría Nacional del Agua |
| EMAPA | Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado |
| IGM | Instituto Geográfico Militar |
| CPV | Censo de Población y Vivienda |
| INEC | Instituto Nacional de Censos y Estadísticas |
| LORHUYA | Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamientos del Agua |
| CELADE | Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía |
| BID | Banco Interamericano de Desarrollo |

TABLAS DE MEDIDAS

| | |
|----------------|-------------------------------------|
| Q | Caudal |
| l/s | litros/segundo |
| l/h/día | litros/habitante/día |
| D | Dotación |
| Am | Área mojada |
| V(m/s) | Velocidad del agua |
| m/s | metros/segundos |
| s | Segundos |
| t | Tiempo |
| r | Tasa de crecimiento en % |
| n | años |
| pf | Población Futura |
| pa | Población Actual |
| k | Tasa de crecimiento de la población |

**“MANEJO Y PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO
EN LA MICROCUENCA DEL TAHUANDO, EN EL CANTÓN IBARRA,
PROVINCIA DE IMBABURA”**

Autora: Nidya T. Cuasapud G.
Tutora: Patricia Aguirre Ph.D
Año: 2017

RESUMEN

El agua es un recurso natural importante para la vida y a medida que transcurre los años las fuentes de agua pierden la capacidad hídrica, porque el Estado, los Gobiernos Autónomos Descentralizados y las organizaciones comunitarias no han logrado realizar un manejo adecuado, a pesar de que existe un marco legal en el que hace relación a las áreas y zonas de protección hídrica; es por ello que mediante el análisis cualitativo y cuantitativo se logra extraer datos históricos de caudales autorizados mayores a 1.0 l/s destinados al consumo humano de las parroquias urbanas y rurales que se ubican en la microcuenca del Tahuando, y se obtuvo la oferta y demanda actual y futura de agua mediante dotaciones de 150 l/hab/día para el sector urbano y 100 l/hab/día para el sector rural tomando como referencia para el cálculo las dotaciones establecidas en el manual técnico de procedimiento para la elaboración de informes técnicos para emisión de autorizaciones de uso y aprovechamiento del agua, y el cálculo de la predicción poblacional. Con la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos obtenidos, se desprende que los caudales medidos en el año 2016, han disminuido en un 21.86 % y 20.22% para el sector urbano y rural respectivamente, tomando en cuenta que la población se ha incrementado en los últimos años y respecto a los caudales obtenidos se indica que existe un déficit hídrico para el sector urbano ya que el caudal obtenido es de 234.9 l/s y abastece a 134.185 habitantes y para el sector rural existe un superávit ya que la oferta hídrica es de 42.22 l/s y abastece a 30.128 habitantes, tomando en cuenta que los caudales fueron medidos en época de estiaje con un aforo puntual. En cuanto a los lineamientos de protección y manejo de las fuentes se menciona algunos aspectos técnico-ambiental, social y económico dónde se describe las actividades que se debe realizar para iniciar la declaratoria de las áreas de protección de acuerdo al tipo de fuente.

SUMMARY

Written by: Nidya T. Cuasapud G.

Tutor: Patricia Aguirre Ph.D

Year: 2017

Water is an important natural resource for life and its sources lose the hydric capacity as the years go, since the Central Government, the Decentralized Autonomous Governments and Community Organizations have not been able to properly manage this resource; even though there is a legal framework which relates to the areas and water protection zones; that's why through the qualitative and quantitative analysis, it is achieved extract historical data from authorized flows greater than 1.0 l/s which is destined to the human consumption of the urban and rural parishes that are located in the micro-basin of Tahuando, also the current and future supply and demand of water was obtained through endowments of 150 l / hab / day for urban sector and 100 l /hab / day for rural sector, having as reference for the calculation, the endowments established in the technical procedure manual for technical reports elaboration, and issuance of authorizations for use and management of water, and calculation of population projection. With the collection of qualitative and quantitative data, it is obtained that the flows measured in the year 2016 have decreased by 21.86% and 20.22% for the urban and rural sector respectively considering that the population has increased in the last years and regarding flow rates obtained indicate that there is a water deficit for the urban sector since the obtained flow is 234.9 l / s and provide to 134,185 habitants and for the rural sector there is a surplus because the water supply is 42.22 l / s and provide to 30,128 habitants considering that the flow rates were measured in the dry season with a point capacity. Regarding the guidelines for protection and management of the sources some technical, environmental, social and economic aspects are mentioned where the activities to be performed are described to initiate the declaration of protection areas according to the type of source.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basa en identificar la situación actual de las fuentes hídricas que abastecen a las parroquias urbanas y rurales que se asientan en la microcuenca del Tahuando, para proponer lineamientos de protección en referencia a lo que menciona la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, en vista de que el recurso hídrico ha disminuido y la población sigue incrementándose.

En este contexto, el primer capítulo hace referencia al estado actual de las fuentes de agua para consumo humano para proponer lineamientos técnicos para su protección, ya que las fuentes han disminuido en los últimos años, por falta de desinterés y fortalecimiento organizativo en organizaciones comunitarias; ya que el Estado no dispone de una guía metodológica para delimitar y determinar el área a conservar y proteger.

En el segundo capítulo se hace una recopilación del marco teórico como conceptos de manejo, conservación y protección de fuentes de agua, experiencias consideradas de otros países y metodologías sobre el manejo integral de los recursos hídricos frente a un marco legal vigente, el cual ayudará ampliar conocimientos para el desarrollo de este documento.

La metodología aplicada fue una recopilación de datos cualitativos en cuanto a caudales históricos que existe en la Demarcación Hidrográfica de Mira – Secretaría del Agua, para hacer un análisis comparativo con datos cuantitativos obtenidos con la información recopilada en campo.

En cuanto a los resultados obtenidos, se realizó una evaluación de la situación actual de 26 fuentes hídricas, la disponibilidad hídrica, la oferta vs el índice de crecimiento poblacional, y se propone una línea base con aspectos sociales, económicos, técnicos-ambientales.

Finalmente las conclusiones y recomendaciones que son aplicativas tanto para el sector público y privado; y la bibliografía utilizada en el marco teórico y anexos de la evidencia del trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Contextualización del Problema

El agua es un recurso importante para la vida y cada día que pasa se agranda más la brecha entre las exigencias del agua dulce y de las cantidades concretas que se dispone, y como consecuencia son más las miles de personas que se colocan en situación de riesgo; ya en este momento el impacto social, ambiental, político y económico sobre el inadecuado manejo del recurso agua se está convirtiendo rápidamente en una fuerza desestabilizadora, siendo de hecho varios puntos que conllevan a conflictos relacionados con el recurso hídrico. Sin embargo la capacidad de regeneración del agua ha creado la falsa sensación, mantenida hasta hace pocas décadas, la humanidad ha comenzado a percibir los primeros síntomas de que el recurso hídrico está sometido a grandes abusos, apareciendo problemas de tipo cuantitativo y cualitativo. (Balairon, 2000).

En cuanto a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamientos del Agua 2014, en los articulados 43 de la ley, menciona que la protección, recuperación y conservación de fuentes, la realizará El Estado, los sistemas comunitarios como las juntas de agua potable, juntas de riego, los consumidores y usuarios, quienes son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única y en el artículo 63 del reglamento de esta misma ley, menciona que el área de protección para las fuentes de agua será de más o menos 100 m, en dónde la Autoridad Única del Agua conjuntamente con la Autoridad Ambiental reglamentará el área de protección (Lorhuya, 2014).

Frente a un marco legal que no puntualiza exactamente cuál sería el área de protección, la comunidad o la población no puede proteger y defender las fuentes de agua porque muchas de ellas se encuentran en propiedades privadas y el crecimiento de la densidad poblacional en el sector urbano y rural aumenta, por cuanto las personas que se ubican en los alrededores de los ríos, quebradas, riachuelos, afloramientos han construyendo urbanizaciones y barrios, lo que conlleva a la deforestación, eliminación de la cobertura vegetal, y se autorice

construcciones sobre las fuentes o canales de agua provocando la disminución de la capacidad hídrica y en mucho de los casos las fuentes desaparezcan.

Por lo tanto, lo que pretende esta investigación es proponer lineamientos para manejar y proteger las fuentes de agua destinadas al consumo humano, y se cumpla lo que indica el artículo 63 del Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos y Aprovechamiento del Agua.

1.2. Planteamiento del Problema

Las organizaciones comunitarias o la población en general que se encuentra asentadas en la microcuenca del Tahuando, mantienen un conflicto de carácter social, económico y técnico-ambiental; en vista de que el recurso hídrico autorizado para consumo humano por la Autoridad Única del Agua, ha disminuido en los últimos años.

El incremento demográfico en las parroquias urbanas y rurales, ha hecho que los habitantes construyan viviendas, avancen con la deforestación y no se realice ningún planteamiento para manejar este recurso hídrico, ya que nosotros como habitantes únicamente nos preocupamos del servicio que presta una organización comunitaria o privada.

Sin embargo esta investigación trata de proponer lineamientos técnicos para que las fuentes de agua sean manejadas y protegidas de manera integral, y garantizar agua a las presentes y futuras generaciones.

1.3. Formulación del Problema

¿Cuáles son los lineamientos técnicos para definir el área de protección de las fuentes de agua para consumo humano, en el sector urbano y rural de la microcuenca del Tahuando?

1.4. OBJETIVOS:

1.4.1. Objetivo General:

- Proponer lineamientos técnicos de protección de los recursos hídricos en las fuentes de agua, destinadas al consumo humano en la microcuenca del Tahuando.

1.4.2. Objetivos Específicos:

- Identificar el estado actual de las fuentes de agua mayores a 1,0 l/s en los sectores urbano y rural de la microcuenca del Tahuando.
- Determinar la oferta, y demanda actual y futura de agua, destinada al consumo humano en el sector urbano y rural en la microcuenca del Tahuando.
- Definir lineamientos técnicos de protección para el manejo de las fuentes de agua para consumo humano que se encuentran en la microcuenca del Tahuando.

1.5. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el estado actual de las fuentes de agua en cuanto a caudales y manejo?
- ¿Cuál es el caudal autorizado, medido y proyectado en las fuentes de agua en el sector rural y urbano?
- ¿Qué lineamientos técnicos se deben tomar en cuenta para proteger y manejar las fuentes de agua?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Cuenca hidrográfica

El trabajo de la cuenca hidrográfica se enriquece con el aporte de elementos y herramientas desde una perspectiva socio ambiental, priorizando aspectos relacionados con la participación ciudadana, la promoción de la equidad y la sustentabilidad. Ello promueve plantear una complementariedad entre escalas de abordaje, pasando por la microcuenca y subcuenca. En estos términos, la cuenca es la unidad de análisis y planificación para ordenar y conocer las potencialidades y evaluar los impactos, mientras las parcelas o fincas son las unidades de intervención y manejo (FODEPAL, 2004).

Las cuencas hidrográficas además son territorios delimitados por un parteaguas que es la parte más alta de las montañas, donde se concentran todos los escurrimientos de arroyos, quebradas y ríos, que confluyen y desembocan en un punto común llamado también punto de salida de la cuenca, que puede ser un lago que forma una cuenca denominada endorreica, o el mar llamada cuenca exorreica. En estos territorios hay una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico de los suelos, ecosistema acuático y terrestres, cultivos, agua, biodiversidad, estructura geomorfológica, y geológica (Cotler *et al*, 2013).

2.1.1. Componentes de una Cuenca Hidrográfica

Según Parra (2009), los componentes básicos de un sistema de cuenca con presencia humana, se debe identificar lo siguiente:

- ✓ Componentes o elementos naturales: agua, suelo, vegetación, y clima.
- ✓ Componentes o elementos antrópicos:
 - Socioeconómicos (infraestructura, tecnología, niveles de calidad de vida).
 - Jurídico-Institucionales (normas que regulan el uso de los recursos, política de desarrollo, instituciones involucradas).

Es decir, que en la actualidad existen numerosos organismos internacionales que están llamando a poner énfasis sobre alcanzar un uso racional y eficiente a nivel local, incluyendo instituciones en el manejo del agua que sean apropiadas a las condiciones locales y no impuestas centralmente y de forma inflexible.

2.1.2. Microcuenca

Es una unidad física determinada por la línea divisoria de agua, que delimita los puntos desde los cuales toda el agua escurre hacia un mismo fondo de un mismo valle, ríos, arroyo. Al unirse el caudal y superficie drenada de varias microcuencas, se conforman las cuencas hidrográficas de mayor tamaño.

Además para fines de análisis hidrológico, se consideran pequeñas cuencas hidrográficas a aquellas que presentan una red de drenaje de primer o segundo orden con un área de drenada que puede ir de 1-100 ha (Bahamonde, 2002).

2.1.3. Microcuenca cómo Unidad Hidrológica

Es una unidad topográfica /hidrológica de terreno que es drenada por una misma corriente de agua, Las características de esta corriente están en gran parte determinadas por el uso y manejo de la tierra y la cobertura vegetativa de la microcuenca.

2.2. Manejo de Cuencas Hidrográficas

Según Aguilar (2007), la gestión que realiza el ser humano mediante un proceso de formulación y ejecución de un sistema de acción que incluye el manejo de los recursos de la cuenca para la obtención de bienes y servicios, sin afectar negativamente los recursos suelos y aguas; ya que indica ciertos factores sociales, económicos e institucionales que actúan dentro y fuera del área de la cuenca.

Es decir que el Factor social realiza medidas directas e indirectas asociadas con el manejo de cuencas como estrategia de reducción de vulnerabilidad y gestión de riesgo, para que tengan niveles apropiados de aceptación y participación de distintos grupos de interés dentro de los

espacios biogeográficos seleccionados como cuencas, subcuena y microcuencas; mientras que el factor institucional ayuda al fortalecimiento de la capacidad de los gobiernos locales, las comunidades usuarias y distintos grupos de interés por conocer y administrar sus recursos naturales en función de bases sostenibles y de normas aceptables y aplicables por la mayoría. Adicionalmente, mejorar las capacidades para implementar arreglos institucionales necesarios para coleccionar, almacenar y analizar sistemáticamente información relacionada con la administración y manejo de recursos a nivel de cuencas hidrográficas para fines productivos y de gestión de riesgo, en cuanto a lo tecnológico menciona que las intervenciones de restauración o rehabilitación asociadas con el manejo de los ecosistemas naturales y los recursos que estén vinculados con ellos, permitan su uso sostenible y, a la vez, consideren los aspectos del riesgo frente a desastres; y en lo **económico-financiero** las medidas de manejo de cuencas hidrográficas emprendidas permitan la generación de ingresos y rendimientos económico-financieros, ya sea por los bienes que se producen o por el lado de los servicios ambientales generados.

Es por ello que las actividades económicas, dependen del uso sostenible de la base de recursos naturales y de la generación y mantenimiento de los servicios ambientales, y den a conocer ampliamente para conocer cuál es su grado de participación en la economía nacional y en lo ambiental las acciones de manejo de cuencas garanticen la conservación, estabilidad y resiliencia de los ecosistemas y de los recursos naturales asociados con ellas; y también es preciso que el manejo de cuencas considere la reducción de los elementos que ocasionan vulnerabilidad ambiental (Agilar, 2007).

2.3. Fuentes Hídricas

Las fuentes hídricas son todas las corrientes de agua ya que sea subterránea o superficial, las cuales son aprovechadas en diferentes usos como consumo humano, abrevadero, riego, y otros usos, además las fuentes hídricas pueden ser los ríos, quebradas, manantiales, afloramientos, pozos de ríos subterráneos etc. Las fuentes subterráneas protegidas generalmente están libres de microorganismos patógenos y presentan una calidad compatible con los requisitos para consumo humano. Sin embargo, previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes; y la calidad del agua

superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desechos domésticos, residuos de actividades mineras o industriales, uso de defensivos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos, y otros (Viera M, 2002).

2.3.1. Manejo, conservación y protección de las fuentes y tomas de agua.

Según Saavedra (2009), la protección y conservación de las fuentes de agua son un conjunto de prácticas que se aplican con el objetivo de mejorar las condiciones de uso y aprovechamiento del agua, en cantidad y calidad, reducir o eliminar las posibilidades de contaminación.

La conservación del agua, está relacionada con la recarga de las vertientes y su interrelación con los demás recursos, tales como el suelo y con la cobertura vegetal principalmente. Mediante la implementación de acciones tendientes a mejorar la disponibilidad y la calidad del agua dentro del territorio (microcuenca). Las acciones más importantes para la protección y conservación de las fuentes de agua y de las zonas aledañas son:

- **Prácticas en el área de captación de la fuente**, con el propósito de Aumentar la infiltración del agua en el suelo y recargar la capa freática.
- **Prácticas en el área de afloramiento del agua (naciente)**, con el objetivo de mejorar la captación y almacenamiento y eliminar la contaminación local (Saavedra, 2009).

2.3.2. Protección de las fuentes hídricas

Según Vieira (2002), las fuentes de agua, es un afloramiento natural del agua de la capa freática en un punto de la superficie del terreno, como son las vertientes u ojos de agua, quebradas, ríos, lagos y manantiales, las fuentes pueden ser permanentes (mantienen un caudal durante todo el año) y temporales (se secan durante el verano).

La protección de las fuentes se caracteriza como un conjunto de prácticas que se aplican con el objetivo de mejorar las condiciones de producción de agua, en cantidad y

calidad, reducir o eliminar las posibilidades de contaminación y optimizar las condiciones de uso y manejo. Estas prácticas se pueden clasificar en:

- a) Prácticas en el área de recogimiento de la fuente, con el propósito de aumentar la infiltración de agua en el suelo y recargar la capa freática que la sostiene y evitar la contaminación.
- b) Prácticas en el área de afloramiento del agua, con el objetivo de mejorar la captación y almacenamiento y eliminar la contaminación local.
- c) Prácticas de uso y manejo, con el objetivo de evitar los desperdicios y la contaminación, tanto local como aguas abajo.

El área de protección más cercana a la fuente ubicada inmediatamente aguas arriba del nacimiento, un terreno de por lo menos 3 o 4 tareas (1,500 ó 2,000 m²) debe ser mantenido con vegetación boscosa nativa de múltiples estratos. Si las condiciones socioeconómicas y de tenencia de la tierra lo permiten, esta área debe ser, si es posible, más grande, cubriendo toda el área de recogimiento. Para proteger esta área basta con cercarla. Si los animales no la pastorean y pisotean, la vegetación nativa crecerá naturalmente (Vieira, 2002).

Conant (2006), menciona que proteger un manantial es más barato que perforar un pozo. Y una vez que un manantial está protegido, es relativamente fácil instalar tubería desde el manantial hasta un lugar cercano a la comunidad. Para proteger el área alrededor del manantial, ponga una cerca de 10 metros a la redonda y cave una zanja de drenaje para desviar escurrimientos superficiales y residuos. Si se plantan árboles cerca del manantial, se protegerá aún más la fuente de agua, se evitará la erosión y se hará más agradable la recolección del agua.

2.3.3. Área de protección de una fuente hídrica

Según Muñoz (2007), el área de protección de una fuente se denomina área suficiente que es la superficie al interior de la microcuenca necesaria para el mantenimiento de la productividad de la fuente de agua partiendo de lo que establece el reglamento forestal.

El reglamento forestal establece que hay que proteger 250 m alrededor del nacimiento de una fuente de agua, este parámetro lo considera ENACAL para calcular el área de protección de una fuente (Valdez, 2010).

2.3.4. Restauración y Recuperación de fuentes de agua

Permite recuperar las estructuras y los servicios ecológicos más importantes de los ecosistemas dañados, así como una fracción significativa de la diversidad de formas de vida y especies nativas; es decir lograr el retorno de un ecosistema dado al estado previo, del cual fue sacado como consecuencia de alguna actividad humana (Sánchez, 2005).

Los procesos ecológicos críticos en la restauración del ecosistema son cambios -o conjunto de cambios- que tiene lugar en el seno del ecosistema. Estos cambios interaccionan con la estructura ecosistémica; es decir, con los elementos que forman la arquitectura actual del ecosistema, para generar las funciones de los ecosistemas (Aranson, 2007).

2.4. La Gestión del agua en la política ambiental global

Según Andrade (2004), desde el punto de vista específico del manejo del agua, uno de los hechos más relevantes fue la Conferencia sobre el Agua y el Medio Ambiente, llevada a cabo en Dublín, en 1992. Esta reunión contó con la participación de expertos de cien países y representantes de otros ochenta, tanto gubernamentales como no gubernamentales, y adoptó los siguientes principios guía:

El agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para el sostenimiento de la vida, el desarrollo y el medio ambiente, dado que el agua es fundamental para el sostenimiento de la vida, su manejo demanda un enfoque holístico, con un balance adecuado entre el desarrollo social y el económico y la protección de los ecosistemas. Un manejo efectivo de los recursos hídricos requiere de la articulación de los diferentes usos de la tierra y el agua a través de las grandes cuencas de captación y/o de los acuíferos; otro principio es el desarrollo de los recursos hídricos y su manejo deberán basarse en un enfoque participativo, involucrando a todos los usuarios, planificadores y formuladores de políticas a todos los niveles, dónde el enfoque participativo involucra la formación de conciencia sobre la importancia del agua entre los formuladores de políticas y el público en general; en cuanto a la mujer juega un

papel central en la provisión, manejo y protección del agua, ya que el rol fundamental de las mujeres como usuarias del agua y custodias del ambiente pocas veces ha sido tenido en cuenta en los arreglos institucionales para el desarrollo y manejo de los recursos hídricos. Aceptar e implementar este principio implica políticas dirigidas a las necesidades de género en relación con su participación a todos los niveles en los programas relacionados con el agua, incluyendo la toma de decisiones; y por último el agua tiene un valor económico en todos sus usos y debe ser reconocida como un bien económico ya que este principio, es vital reconocer en primera instancia el derecho básico que tienen todos los seres humanos de tener acceso a aguas limpias y saludables a un precio accesible. Los errores del pasado al no reconocer el valor económico del agua condujeron al derroche y usos ambientalmente insostenibles del recurso. Manejar el agua como un bien económico es una forma importante para alcanzar su uso eficiente y equitativo y para promover su protección y conservación (Andrade, 2004).

2.5. Oferta y Demanda Hídrica

2.5.1. Oferta Hídrica

La oferta hídrica de una cuenca, corresponde también al volumen disponible de agua para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre. Al cuantificar la esorrentía superficial a partir del balance hídrico de la cuenca, se está estimando la oferta de agua superficial de la misma. El conocimiento del caudal del río, su confiabilidad y extensión de la serie del registro histórico son variables que pueden influir en la estimación de la oferta hídrica superficial. Cuando existe información histórica confiable de los caudales con series extensas, el caudal medio anual del río es la oferta hídrica de esa cuenca (Corponariño, 2011).

2.5.2. Demanda Hídrica

La demanda de agua para uso doméstico sólo se refiere al agua para beber, cocinar y bañarse; es decir que la demanda hídrica del agua se refiere a la cantidad de agua que se

necesita para solventar las necesidades de la población y se puede considerar como escasez del agua que implica estrés hídrico o déficit hídrico.

2.6. Predicción de la demanda de agua

Los indicadores de población incluyen a la población urbana y rural. El modelo utilizado es el método exponencial: la población futura se pronostica directamente de acuerdo con la población del año base, con la asistencia técnica del Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE/División de Población de la CEPAL) y el apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en el marco del proyecto VI Censo de Población y V de Vivienda, elaboró y publicó las estimaciones y proyecciones nacionales de población para el período 1950-2025.

$$P_F = P_0(1 + k)^n$$

Donde,

P_t es la población de un periodo t;

P_0 es la población en el año base o actual;

k es la tasa de crecimiento de la población.

n es número de años

Siendo la Tasa de crecimiento de la población para el Ecuador en porcentaje que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Tasa de crecimiento de la población

| Provincia | 1990-2001 (%) | 2001-2010 (%) | 2010-2025 (%) | 2025-2035 (%) |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Azuay | 1,55 | 1,93 | 1,47 | 1,26 |
| Bolívar | 0,80 | 0,90 | 0,71 | 0,61 |
| Cañar | 0,81 | 0,94 | 1,28 | 1,09 |
| Carchi | 0,71 | 0,81 | 1,23 | 1,06 |
| Cotopaxi | 2,16 | 1,77 | 1,81 | 1,51 |
| Chimborazo | 0,93 | 1,43 | 1,13 | 0,95 |
| El Oro | 2,23 | 1,49 | 2,06 | 1,81 |

| | | | | |
|--------------------|-------|------|------|------|
| Esmeraldas | 2,10 | 3,70 | 1,28 | 1,11 |
| Guayas | 2,73 | 2,85 | 0,69 | 0,65 |
| Imbabura | 2,38 | 1,64 | 2,07 | 1,77 |
| Loja | 0,46 | 1,16 | 0,73 | 0,76 |
| Los Ríos | 1,92 | 2,02 | 1,48 | 1,27 |
| Manabí | 1,27 | 1,61 | 1,09 | 0,99 |
| Morona Santiago | 2,91 | 2,80 | 0,76 | 0,72 |
| Napo | -2,40 | 3,05 | 1,89 | 1,59 |
| Pastaza | 3,61 | 3,46 | 1,85 | 1,58 |
| Pichincha | 2,84 | 0,84 | 0,95 | 0,83 |
| Tungurahua | 1,81 | 1,51 | 1,81 | 1,54 |
| Zamora Chinchipe | 1,34 | 1,98 | 0,84 | 0,77 |
| Sucumbíos | 4,81 | 3,54 | 2,39 | 2,02 |
| Orellana | 1,86 | 5,19 | 1,18 | 1,21 |
| Santo Domingo | - | - | 0,51 | 0,52 |
| Santa Elena | - | - | 0,06 | 0,20 |
| Zona No Delimitada | - | - | 2,43 | 1,94 |
| País | 2,12 | 1,97 | 1,12 | 1,02 |

Fuente: INEC, 1990, 2001, 2010; Proyecciones y Estudios Demográficos, CELADE, 2003

2.7. Determinación de la demanda de agua para consumo humano

La demanda de agua para uso doméstico de la población puede ser clasificada en demanda de la población urbana y rural, la cual se calculará con la siguiente fórmula:

$$Q \text{ (ls/sg)} = D \text{ (l/hab/día)} \times Pa$$

D= Dotación de agua

Pa= Población actual

2.7.1. Dotaciones de agua para consumo humano

En el estudio del Plan Nacional de Recursos Hídricos 2015, establece que la dotación de agua para uso doméstico se determina sobre la base del MTP, compilado por SENAGUA, elaborando a base de la Bibliografía Manual de Saneamiento-Vivienda, Agua y Desechos (Dirección de Ingeniería sanitaria- Secretaria de Salubridad y Asistencia, MEXICO, 1971).

En la siguiente Tabla 2 se indica la dotación establecida para los diferentes sectores.

Tabla 2. Dotación de agua litros/habitante/día

| CATEGORÍA | UNIDAD | VALOR ESPECÍFICO MTP | 2010 | 2025 | 2035 | |
|---------------|-------------------|-------------------------|---------|------|------|-----|
| COSTA | Urbana | L/Hab/Día | 250-300 | 250 | 260 | 270 |
| | Rural | L/Hab/Día | 200 | 180 | 190 | 200 |
| SIERRA | Capital | L/Hab/Día | 250-300 | 250 | 260 | 270 |
| | Cabecera Cantonal | L/Hab/Día | 150-200 | 150 | 160 | 170 |
| | Rural | L/Hab/Día | 80-100 | 85 | 90 | 100 |

Fuente: MTP, SENAGUA 2012

Mientras que el Manual técnico de procedimiento para la elaboración de informes técnicos de sustentación para las resoluciones de autorización del derecho de uso y aprovechamiento del agua en el 2012 elaborado por la Secretaría Nacional del Agua, establece las dosificaciones de agua para el sector Urbano en toma domiciliaria desde 150 hasta 250 l/hab/día, utilizando actualmente la dotación de 150 l/hab/día para el sector urbano y 100 l/hab/día para el sector rural, la cual es utilizada para el cálculo de una autorización de uso para consumo humano.

2.8. Hidrometría Aplicada

Según la Secretaria Nacional del Agua en el 2012, entra en vigencia el Manual de procedimientos dónde indica los tipos de mediciones que se realiza para determinar la cantidad de agua existente en los cauces primarios, secundarios y otros en m³ y /o l/s.

Los tipos de mediciones dependen del tipo de fuente superficial o vertimiento que se pretenda aforar, de las características del sitio, de la cantidad de agua y de las condiciones al momento de su realización,

2.8.1. Tipos de Aforo

Aforo Volumétrico.- Es el método más aplicable en la medición de pequeños caudales de acequias, vertientes, y pequeñas quebradas de hasta 10.0 l/s

Formula:

$$Q(l/s) = V(\text{litros})/t(\text{segundos})$$

Aforo con Flotador.- Consiste en medir la velocidad del agua superficial que discurre de la fuente tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme.

Formula:

$$Q (l/s) = Am (m^2) * V (m/s) * factor * 1000$$

Am= Área Mojada

V= Velocidad del agua

Aforo con Vertederos.- Se utiliza principalmente en la medición de caudales en pequeñas corrientes, en canales artificiales y de laboratorio.

Formula:

$$\text{Angulo } 60^\circ: Q=0.80xH^{2.5}$$

$$\text{Angulo } 90^\circ: Q=1.38xH^{2.5}$$

2.9. Zonas de recarga hídrica

La recarga es el proceso de incorporación de agua a un acuífero producido a partir de diversas fuentes: de la precipitación, de las aguas superficiales y por transferencias de otro acuífero; la recarga natural tiene el límite de la capacidad de almacenamiento del acuífero, de forma que en un momento determinado, el agua que llega al acuífero no puede ser ya almacenada y pasa a otra área, superficie terrestre, río, lago, mar o incluso a otro acuífero (Faustino, 2006).

2.9.1. Zonas potenciales de recarga hídrica con participación de actores locales.

Matus *et al.* (2009), mencionan que existen cinco pasos para identificar zonas potenciales con el fin de establecer una metodología adecuada para proteger las zonas de recarga hídrica; es así que el primer paso a considerar es la evaluación y definición de las zonas en donde se va aplicar la metodología, para definir en cuál microcuenca o subcuenca se

debe evaluar las características biofísicas y socioeconómicas, para implementar medidas correctivas de manejo, ordenamiento y gestión, con el propósito de mejorar la disponibilidad de agua y la calidad de la misma; como paso 2, está la capacitación y participación de los diferentes actores locales quienes residen en las comunidades, ya que ellos mejor que nadie conocen su territorio y los actores locales deben ser los protagonistas de los procesos de desarrollo que se generen dentro de su comunidad; de manera conjunta y concertada, con el fin de que ellos busquen alternativas de solución para los problemas que enfrentan.; y como últimos pasos tenemos la Identificación y ubicación de las fuentes de agua, el acercamiento a las zonas potenciales de recarga hídrica a partir del conocimiento y experiencia de los actores locales, y la evaluación de los elementos del modelo propuesto para las zonas potenciales de recarga hídrica que se podrán identificar evaluando básicamente los siguientes elementos biofísicos como: pendiente y micro relieve, tipo de suelo, roca, cobertura vegetal y uso del suelo (Matus *et al*, 2009).

2.10. Cambio Climático: agua y ecosistemas

Según Beltran *et al.* (2011), el tema del cambio climático es un análisis para la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la repercusión en la disponibilidad de agua en las diversas regiones del mundo, es justamente entender que significa un aumento de temperatura y concentración de CO₂ en los ecosistemas y como medirlo. La temperatura y la precipitación junto con características geográficas han determinado la distribución de los ecosistemas a nivel mundial. Las zonas ubicadas en la zona tropical del planeta como es el caso del Ecuador, presenta una estabilidad de temperatura a lo largo del año por lo que no se presentan estaciones climáticas marcadas como en las zonas templadas del mundo. La cantidad de lluvia que recibe nuestro país está estrechamente relacionada a la presencia de las corrientes marinas cálida tropical del Pacífico y la fría de Humboldt que viene desde el sur del continente. Adicionalmente, las grandes masas de humedad generadas en la Amazonía y arrastradas por el viento hacia los Andes provocan gran cantidad de lluvias que ocurren sobre nuestro país.

2.11. Ríos Protegidos en el Ecuador

El Ecuador posee un total de 52 áreas protegidas continentales que cubren aproximadamente el 20% del país. Sin embargo, estas áreas protegidas no se definieron considerando las conexiones entre los diferentes pisos altitudinales y más bien son islas de conservación en medio de áreas altamente intervenidas y degradadas. Los Parques Nacionales Cayambe Coca, Reserva Antisana, Llanganates o Sangay se presentan como islas de conservación en medio de un mosaico de producción agrícola y ciudades. Por esta razón es importante considerar la conectividad longitudinal entre las zonas altas y bajas de los ríos y las áreas protegidas que permitan mantener la conectividad y el flujo de las especies acuáticas. Una de las alternativas para mantener esta conectividad es mediante los corredores riparios. Además, es importante que el Ecuador considere el establecimiento de ríos patrimoniales y protegidos que por su importancia cultural, social, económica y ecológica se mantengan libres de represas en su cauce (Ecuador, 2016).

2.12. Protección las fuentes de agua en el sur de Ecuador

Un estudio de Naturaleza y Cultura Internacional en el 2016, menciona que muchas ciudades en el sur de Ecuador están experimentando una falta creciente de agua potable, debido al rápido crecimiento de la población y a la deforestación y deterioro de sus fuentes de agua; este problema se vuelve más crítico, por el cambio del clima a nivel global, lo que hace a la población aún más vulnerable. Los ciudadanos de Loja están sufriendo racionamientos de agua durante algunos periodos del año y en ciudades más pequeñas como Céllica, el abastecimiento de agua potable es de sólo dos horas al día, durante los meses secos.

El estudio de Naturaleza y Cultura Internacional, encontró que más del 40 por ciento del área dentro de las microcuencas ha sido convertida en pastizales y otros usos antrópicos, lo que ha provocado una severa baja de la calidad y una gran inestabilidad en el suministro de agua cruda para la ciudad. Por este motivo, en el 2006 NCI junto al Municipio de Loja iniciaron medidas para la conservación de la cobertura vegetal.

2.13. El uso de las montañas, los recursos hídricos y los bosques

Los estudios de casos indican que el uso de los recursos de las montañas produce efectos directos e indirectos.

Los efectos directos se refiere al uso del agua de los ríos y acuíferos mediante tomas de superficie y bombeo de agua subterránea repercute sobre la cantidad de agua, y la contaminación de la fuente por la descarga en los ríos de aguas residuales que afecta a la calidad del agua.

Los efectos indirectos que hace referencia al uso de la tierra que altera el ciclo y la cantidad del agua, por ejemplo, el caudal del río; y, la contaminación difusa también llamada contaminación dispersa o zonal, que influye sobre la calidad del agua en muchas partes del mundo que es la causa principal de contaminación de ríos y aguas freáticas; ya que estos efectos son más difícil de identificar y cuantificar que los directos, por las complicadas interacciones de tierra, suelo y vegetación, y son por lo tanto más difíciles de combatir (Maass *et al*, 2007).

2.14. Agua, sociedad y medio ambiente

Según (Ávila, 2000), considera que el agua es uno de los recursos naturales que mayor importancia tiene para la sociedad y el medio ambiente, ya que es un elemento necesario para el funcionamiento de los ecosistemas, la supervivencia de la población y la producción agropecuaria e industrial.

2.15. Normativa y base legal

Dentro del marco legal y constitucional del Ecuador, existen leyes y reglamentos basados en la protección y conservación de los recursos naturales, es por ello que mediante la pirámide de Kelsen, se da a conocer el marco legal que interviene en esta investigación, (Figura 1).

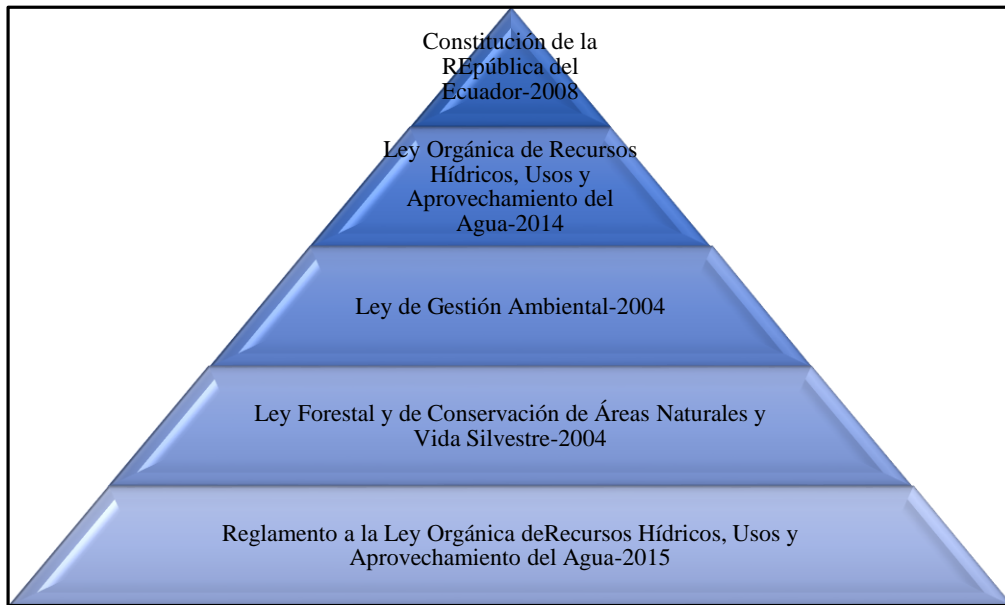


Figura 1. Marco legal para los recursos hídricos en el Ecuador

Fuente: Legislación del Ecuador 2016

2.15.1. Constitución de la República del Ecuador

Artículo 12.- Derecho al Agua. “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”.

Artículo 71.- Derecho de la Naturaleza. “La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema”.

2.15.2. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

Artículo 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes. “El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios,

son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley”.

Artículo 14.- Cambio de uso el suelo. “El Estado Regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego; con base en estudios de impacto ambiental que aseguren la mínima afectación y la restauración de los mencionados ecosistemas”.

Artículo 64.- Conservación del agua. “La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida. En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

- a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;
- b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico;
- d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación; y, 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”.

Artículo 78.- Áreas de protección hídrica. “Se denominan áreas de protección hídrica a los territorios donde existan fuentes de agua declaradas como de interés público para su mantenimiento, conservación y protección, que abastezcan el consumo humano o garanticen la soberanía alimentaria, las mismas formarán parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

La Autoridad Única del Agua, previo informe técnico emitido por la Autoridad Ambiental Nacional y en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el

ámbito de sus competencias, establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica que sean necesarias para el mantenimiento y conservación del dominio hídrico público”.

El uso de las áreas de protección hídrica será regulado por el Estado para garantizar su adecuado manejo. El régimen para la protección que se establezca para las áreas de protección hídrica, respetará los usos espirituales de pueblos y nacionalidades. En el Reglamento de esta Ley se determinará el procedimiento para establecer estas áreas de protección hídrica, siempre que no se trate de humedales, bosques y vegetación”.

Artículo 111.- Protección en fuentes de agua. “La Autoridad Única del Agua y la Autoridad Ambiental Nacional emitirán las regulaciones necesarias para garantizar la conservación y el equilibrio de los ecosistemas, en especial de las fuentes y zonas de recarga hídrica”.

2.15.3. Ley de Gestión Ambiental

Artículo 9. Literal d). “Coordinar con los organismos competentes para expedir y aplicar normas técnicas, manuales y parámetros generales de protección ambiental, aplicables en el ámbito nacional; el régimen normativo general aplicable al sistema de permisos y licencias de actividades potencialmente contaminantes, normas aplicables a planes nacionales y normas técnicas relacionadas con el ordenamiento territorial”.

Artículo 12. Literal d). “Coordinar con los organismos competentes para expedir y aplicar las normas técnicas necesarias para proteger el medio ambiente con sujeción a las normas legales y reglamentarias vigentes y a los convenios internacionales”.

2.15.4. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre

Artículo 5. Literal g).- “Promoverá la acción coordinada con entidades, para el ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas, así como, en la administración de las áreas naturales del Estado, y los bosques localizados en tierras de dominio público”.

2.15.5. Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

Artículo 61.- Formas de protección del dominio hídrico público. “Constituyen formas de protección del dominio hídrico público y, singularmente de las fuentes de agua, las servidumbres de uso público, las zonas de protección hídrica y las zonas de restricción hídrica”.

Artículo 64.- Zonas de protección hídrica: Extensión y Modificación. “La zona de protección hídrica tendrá una extensión de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce o de la máxima extensión ordinaria de la lámina de agua en los embalses superficiales, pudiéndose variar por razones topográficas, hidrográficas u otras que determine la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental”.

Artículo 68.- Delimitación de fuentes de agua. “La Secretaría del Agua, a través de las Autoridades de Demarcación Hidrográfica, llevará a cabo un programa sistemático de delimitación de fuentes de agua a cuyos efectos existirá la apropiada partida económica en los presupuestos anuales hasta que tal programa sea completado. El aporte de las tarifas que se establezcan en aplicación de lo previsto en el artículo 137 de la Ley, se vinculará al financiamiento de este programa. A efectos de la delimitación de las fuentes de agua, la Secretaría del Agua determinará el procedimiento correspondiente”.

Artículo 69.- Régimen jurídico de la zona delimitada como fuente de agua. “Cuando la delimitación afecte a terrenos que en ese momento sean de propiedad privada, deberá llevarse a cabo la compensación adecuada a su titular. Todo ello si la ocupación del terreno por el privado ha sido legítima. En caso contrario, no habrá derecho a ningún tipo de compensación...”

Artículo 70.- Régimen jurídico de las áreas de influencia de las fuentes de agua.- “La resolución determinará también un área de influencia de la fuente de agua en la que se condicionará los usos y actividades que puedan realizarse en ella...”

2.16. La ordenanza declarando la protección y manejo de cuencas y microcuencas hidrográficas del cantón Puerto Quito.

Según Párraga, (2011), menciona algunas categorías en los márgenes de protección para el sector rural como son los ríos que debe respetarse los 30 metros, esteros 15 metros, quebradas 10 metros, vertientes 50 metros de diámetro a la redonda, y las lagunas y lagos 10 metros desde su ribera; este margen será aplicado en las dos riberas de los ríos, esteros, quebradas del área cantonal, tomando como base las riberas y línea de máxima creciente en las partes planas, y en el caso de quebradas serán contadas desde el borde superior de los mismos; y, en el sector urbano, los márgenes de las zonas de protección en las que no se permite ningún tipo de construcción, serán de quince metros de retiro contados desde la línea de máxima creciente, en las partes planas, y en el caso de quebradas y taludes, serán de diez metros contados desde el borde superior de los mismos, conforme lo prescribe la ordenanza que Sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación

En este estudio se aplicó los siguientes tipos de investigación que son de carácter cualitativo y cuantitativo.

1.1.1. Investigación de carácter cualitativa

Se recopiló datos de caudales históricos de las parroquias urbanas y rurales que se ubican en la microcuenca del Tahuando, e información relacionada a manejo y protección de fuentes de agua en base a experiencias de otros países.

1.1.2. Investigación de carácter cuantitativa

Permite evaluar, verificar y analizar el estado actual de las fuente de agua que se encuentran en las parroquias de Angochagua, la Esperanza, San Francisco y el Sagrario, para obtener datos de oferta, demanda actual y futura del agua vs la población.

1.1.3. Investigación de carácter propositiva

Permite proponer lineamientos para manejar y proteger las fuentes de agua que se destinan al consumo humano en la microcuenca del Tahuando.

3.2. Método de la investigación

Esta investigación es de carácter descriptiva e explicativa, porque se trata de variables medibles y cuantificables, para proponer una línea base de protección y manejo de las fuentes de agua en función de lo observado y analizado en relación a la investigación cualitativa y cuantitativa.

Para la toma de datos insitu se utilizó varias herramientas o equipos como: Banco Nacional de Autorizaciones (BNA) de caudales histórico mayores a 1.0 l/s que dispone la Autoridad Única del Agua; equipos hidrométricos para determinar la cantidad de agua en la fuente, y cartografía libre acceso SNI (2013) a escala 1:50.000, con el fin de elaborar mapas de pendiente, cobertura vegetal, uso del suelo, taxonomía y profundidad del suelo, para lograr definir lineamientos de manejo y protección de las fuentes en estudio.

3.3. Diseño de la Investigación

Para cumplir los objetivos propuestos en esta investigación, se realizó una metodología por fases, con el fin de cumplir las actividades que llegarán al producto final.

Fase I: Estado actual de las fuentes de agua mayores a 1.0 l/s

Se realizará una caracterización de cada una de las fuentes de agua para definir el estado actual de cada una de ellas, a partir de la observación.

3.3.1. Recopilación de información de autorizaciones de uso de agua

Para identificar el estado actual de las fuentes de agua, se recopiló información sobre el Banco Nacional de Autorizaciones de uso de agua destinadas al consumo humano, que fueron emitidas anteriormente por el EX-INERHI, Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) y actualmente la Subsecretaría de la Demarcación Hidrográfica de Mira, de la Secretaría del Agua.

Para definir las fuentes de agua se analizó parámetros únicamente de consumo humano en los sectores urbano y rural de la microcuenca como: número de expediente, nombre del usuario o actor, nombre de la fuente, aprovechamiento, uso, parroquia, caudal (l/s), año de medición y coordenadas geográficas. (Según se puede visualizar en el Anexo. 01).

3.3.2. Selección de las fuentes de agua a investigar

Una vez obtenido la tabla de fuentes de agua autorizadas para consumo humano en el sector urbano y rural, se definió el número total de fuentes de agua en la microcuenca del Tahuando, y se seleccionó las fuentes mayores a 1.0 l/s; en el cual se establece rangos de < 1.0 l/s; 1.1-5.0 l/s; 5.1-10.0 l/s; y > a 10.1 l/s, con el fin de conocer el número de fuentes de agua de acuerdo al rango indicado.

3.3.3. Delimitación de la microcuenca y georeferenciación de fuentes de agua

Mediante el software de ArcGis 10.1 y la división hidrográfica de Fafstteter Nivel 5 a escala 1: 50.000, y cartografía, en dónde se delimitará la microcuenca del Tahuando y se georeferenciará el número de fuentes hídricas seleccionadas para determinar la ubicación exacta de las fuentes de agua, e iniciar el levantamiento de información en campo, por cada uno de los sectores y comunidades conjuntamente con los beneficiarios del recurso hídrico.

3.3.4. Hoja de campo o ficha técnica para recopilar datos insitu

Se elaboró una hoja de campo contiene información básica como: nombre de la fuente, actor, parroquia, familias beneficiadas, ubicación geográfica, tipo de vegetación, método de aforo, datos de medición de caudales y observaciones, con el fin de identificar el estado actual de la fuente.

3.3.5. Acercamiento con la comunidad

Una vez obtenida la información base, se procede a contactar a los usuarios del recurso hídrico de acuerdo a los datos proporcionados por la Subsecretaría de la Demarcación Hidrográfica de Mira, con el fin de socializar y coordinar el acompañamiento a cada una de las fuentes de agua y evitar conflictos sociales tomando en cuenta que se trata de personas naturales o jurídicas que prestan el servicio de agua potable al sector urbano y rural.

3.3.6. Recopilación de la información en campo

Con los datos de autorizaciones de uso de agua recopilados, se procede a levantar la información en cada una de las fuentes de agua, iniciando por el sector rural y continuar por el sector urbano, de acuerdo a la hoja de campo estructurada.

FASE II: Determinar la oferta, demanda actual y futura de agua

Estos resultados se obtuvieron con el fin de conocer cuál es la disponibilidad hídrica de la fuente actual y realizar análisis de la oferta actual y futura vs la población proyectada 2025 y 2035.

3.3.7. Cálculo de la oferta hídrica de las fuentes de agua

Para obtener los caudales de las fuentes de agua se realizó mediciones de caudales en el mes de marzo y abril en el año del 2016, con la ayuda de diferentes instrumentos y equipos hidrométricos como flotadores, fexómetros, tubo PVC, recipiente de 10 litros y cronómetro de acuerdo a la cantidad de agua existente en la fuente.

Con los datos obtenidos se realizó el cálculo de la oferta hídrica utilizando el método del flotador y volumétrico para obtener el caudal en litros/segundo de cada una de las fuentes de agua, con el fin de obtener la oferta hídrica actual.

Para el cálculo de la oferta hídrica, se utilizó las siguientes fórmulas de acuerdo al manual técnico de procedimientos para la elaboración de informes técnicos de sustentación para las resoluciones de autorización del derecho de uso y aprovechamiento del agua (SENAGUA, 2012).

Método del Flotador

$$Q (l/s) = Am (m^2) * V (m/s) * factor * 1000$$

Am= Área Mojada

V= Velocidad del agua

Método Volumétrico

$$Q (l/s) = V (l) / t(s)$$

V= Volumen

T= Tiempo

3.3.8. Cálculo de la demanda actual y futura

Para el cálculo de la demanda actual y futura, se realiza en función de la población actual y futura mediante las siguientes fórmulas, considerando la tasa de crecimiento para el año 2010-2025 (2.07 %) y el año 2025-2035 (1.77 %), de acuerdo al Censo Poblacional y Vivienda para el período 1950-2025 y la dotación de agua litros/habitante/día de acuerdo a al Manual Técnico de procedimiento para la elaboración de informes técnicos de sustentación para las resoluciones de autorización del derecho de uso y aprovechamiento del agua; es decir, para el sector urbano la dotación es 150 litros/habitante/día y para el sector rural (100 litros/hab/día).

$$Pf = Pa (1+r)^n$$

Pf = Población Futura

Pa = Población Actual

r = Tasa de Crecimiento (%)

n = Número de años

$$Q (l/s) = D(l/hab/día) x Pa$$

D= Dotación de agua

Pa= Población actual

Para esto se realizó tablas y gráficas de acuerdo a la tendencia de oferta y demanda del recurso hídrico vs el crecimiento poblacional, y sus proyecciones en años 2010-2025 y 2025-2035.

FASE III: Lineamientos de protección para manejo de las fuentes de agua.

Según el artículo 78 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos y Aprovechamiento del Agua y Art. 64 del Reglamento menciona “*La Autoridad Única del Agua previo informe técnico emitido por la Autoridad Ambiental Nacional y en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el ámbito de sus competencias, establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica que sean necesarias para el mantenimiento y conservación del dominio hídrico público...*”.

3.3.9. Procedimiento para definir los lineamientos de manejo y protección.

En mención a los articulados anteriores y en función de los resultados de los objetivos 1 y 2, se definirá los lineamientos técnicos a partir de la planificación del manejo y protección de fuentes de agua, dónde se definirá componentes sociales, económicos y técnico-ambientales.

3.4. Descripción del área de estudio

3.4.1. Ubicación del área de investigación

La microcuenca del Tahuando se encuentra ubicada al norte con el río Ambí, al sur y occidente con la falda del cerro Imbabura y al oriente con la margen izquierda del río Tahuando con un área de 351 Km², y las afluentes principales que conforma esta microcuenca son: quebrada la Chimba, el Chilco, San pedro, Santa Martha, Chilca, Quibianchi, Punguhuayco, Rumipamba, Cucho de Torres, Lulunquí, Manzano Huaycu, San Clemente, Zagalahuaycu, Alcantarilla, San Antonio, Tanguarín, La Compañía, y el río Cariacu, y Chorlavi (PFAFSTTETER, 2008)

La división hidrográfica según el Manual técnico de procedimiento se encuentra en la Vertiente: Pacífico (P); Sistema: Río Mira (02); Cuenca: Río Mira (02); Subcuenca: Río Mira (01); Microcuenca: Río Tahuando (04); Código Pfafstetter 15482, (Figura 2).

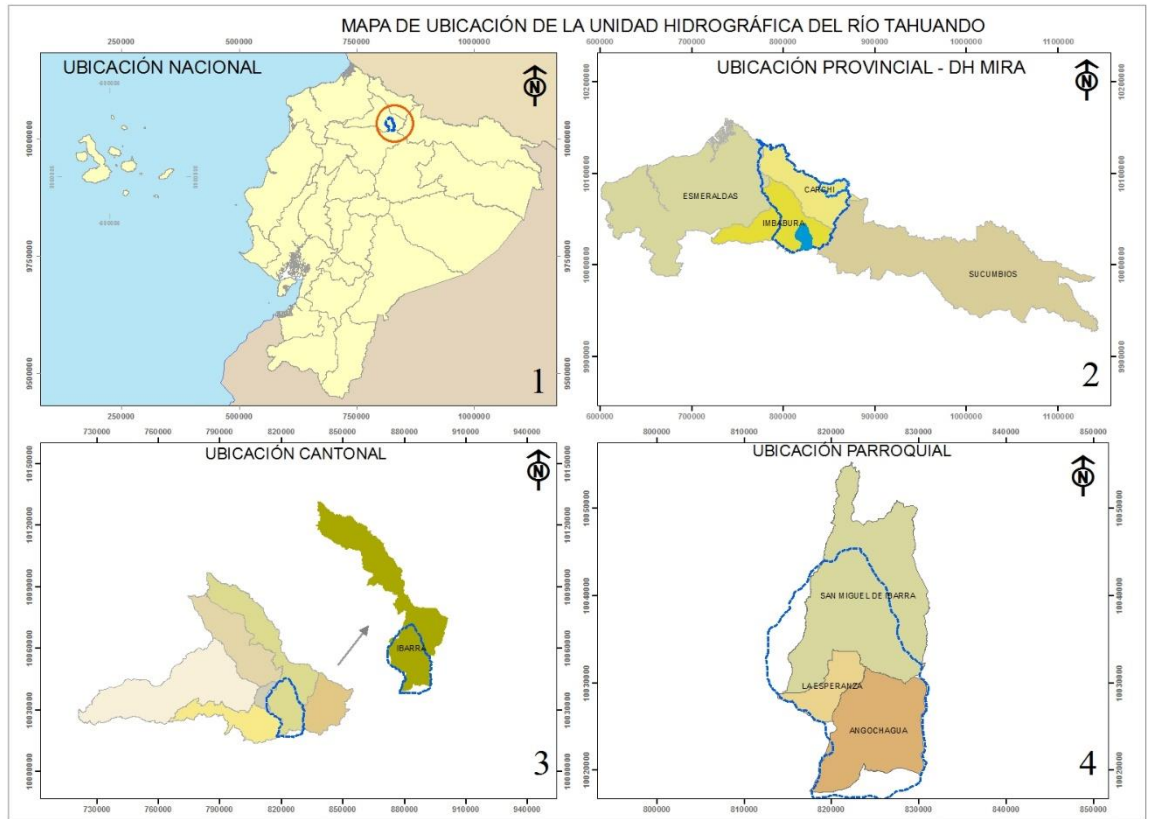


Figura 2. Ubicación política e hidrográfica de la microcuenca del Tahuando
Fuente: Este estudio (2016) en base de los datos de la Demarcación Hidrográfica Mira

3.4.2. Ubicación de las fuentes de agua

De acuerdo a datos del (INEC 2010) la división política se encuentra ubicadas en las parroquias San Francisco, el Sagrario, la Esperanza y Angochagua, tal como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3. División política

| PROVINCIA | CANTÓN | CÓDIGO | PARROQUIA |
|---------------|-------------|---------|---------------|
| Imbabura (10) | Ibarra (01) | 10 1 3 | El Sagrario |
| | | 10 1 4 | San Francisco |
| | | 10 1 52 | Angochagua |
| | | 10 1 54 | La Esperanza |

Fuente: Este estudio (2016), en base a datos INEC 2010

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron durante el desarrollo de la investigación, van de acuerdo a los objetivos propuestos, con el fin de obtener datos cuantitativos que servirán como herramienta para obtener un manejo y protección de las fuentes de agua.

4.1. Selección y cuantificación de las fuentes de agua

Del Banco Nacional de Autorizaciones de Uso y Aprovechamiento del recurso hídrico que dispone la Secretaría del Agua por medio de la Demarcación Hidrográfica de Mira, se desprende que existe un número de 52 fuentes de agua para consumo humano las cuales fueron autorizadas o concesionadas por INERHI, CNRH, y actualmente SENAGUA, en la microcuenca del Tahuando, tal como se ilustra en el Anexo 1.

En las Tablas 4, 5 y figura 3 y 4, se diferencia el número de fuentes de agua menores y mayores a 1.0 l/s para el sector urbano y rural.

Tabla 4. Fuentes de agua del sector urbano

| VARIABLE | RANGO DE CAUDALES | | | | Total |
|--------------------------|-------------------|----------|------------|--------|-----------|
| | < 1 | 1,01-5,0 | 5,01-10,00 | >10 | |
| Nº Fuentes Totales | 13 | 8 | 2 | 4 | 27 |
| Nº Fuentes Seleccionadas | - | 8 | 2 | 4 | 14 |
| Caudal l/s | 6.08 | 19.7 | 14.15 | 135.41 | 175.34 |

Fuente: Este estudio (2016), en base de los datos de la Demarcación Hidrográfica Mira

En la Tabla 4, se determina dos variables dónde se identifica el número de fuentes de agua y el caudal (l/s), y los rangos de caudales propuestos, con el fin de conocer el número de fuentes de agua a investigar, dónde se identificó un número de 14 fuentes de agua mayores a un litro sobre segundo.

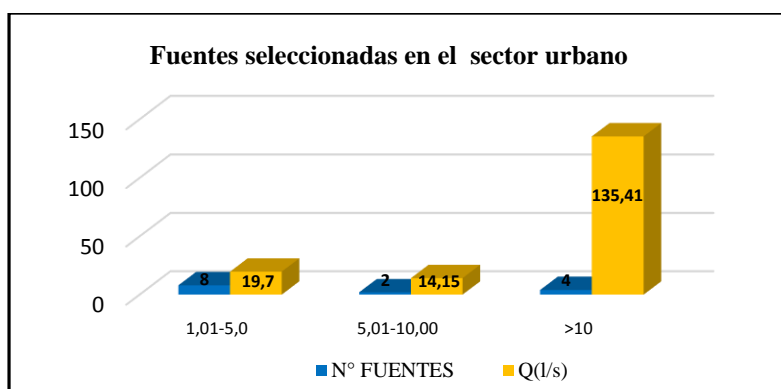


Figura 3. Fuentes de agua mayores a 1.0 l/s del sector urbano

Fuente: Este estudio (2016), en base de los datos de la Demarcación Hidrográfica Mira

De este análisis se indica que existen 8 fuentes de agua que se encuentran en un rango de 1.01-5.0 l/s con un caudal de 19.7 l/s; 2 en el rango de 5.01 – 10 l/s con un caudal de 14.15 l/s, y mayores a 10 l/s existen 4 fuentes con un caudal de 135.41 l/s.

Tabla 5. Fuentes de agua del sector rural

| VARIABLES | RANGO DE CAUDALES | | | | Total |
|--------------------------|-------------------|----------|------------|-----|-----------|
| | < 1 | 1,01-5,0 | 5,01-10,00 | >10 | |
| N° Fuentes Totales | 12 | 10 | 1 | 1 | 26 |
| N° Fuentes Seleccionadas | - | 10 | 1 | 1 | 12 |
| Caudal l/s | 6.13 | 27.11 | 6.6 | 158 | 197.84 |

Fuente: Este estudio (2016), en base de los datos de la Demarcación Hidrográfica Mira

En la Tabla 5, de igual manera existen dos variables dónde se identifica el número de fuentes de agua y el caudal (l/s), y los rangos de caudales propuestos para conocer el número de fuentes de agua a investigar, dónde se identificó un número de 12 fuentes de agua mayores a un litro sobre segundo.

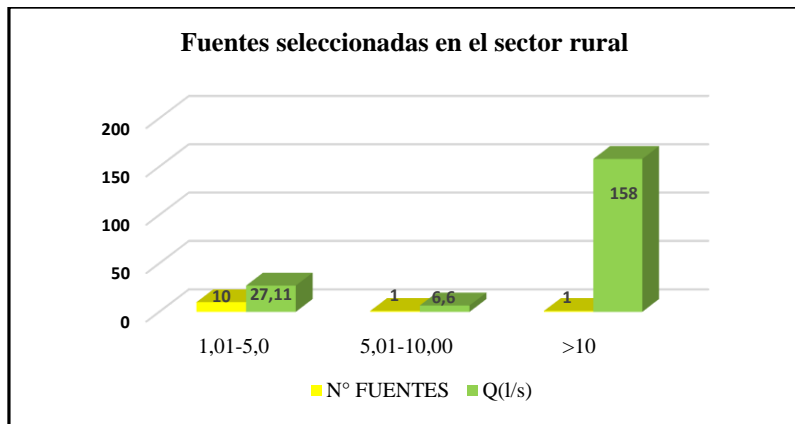


Figura 4. Fuentes de agua mayores a 1.0 l/s

Fuente: Este estudio (2016)

En esta figura se indica que existen 10 fuentes de agua que se encuentran en un rango de 1.01-5.0 l/s con un caudal de 27.11 l/s; una fuente en el rango de 5.01 – 10 l/s con un caudal de 6.6 l/s, y mayores a 10 l/s existen una fuente con un caudal de 135.41 l/s.

De los datos recopilados y analizados se desprende que existe un número de 26 fuentes de agua mayores a un litro por segundo; es decir, 14 corresponden al sector urbano y 12 al sector rural.

4.1.2. Delimitación y georeferenciación de las fuentes de agua

Mediante el software ArcGis 10.2, se delimitó y se georeferenció las 26 fuentes de agua identificadas en la microcuenca del Tahuando, como se muestra en la figura 5.

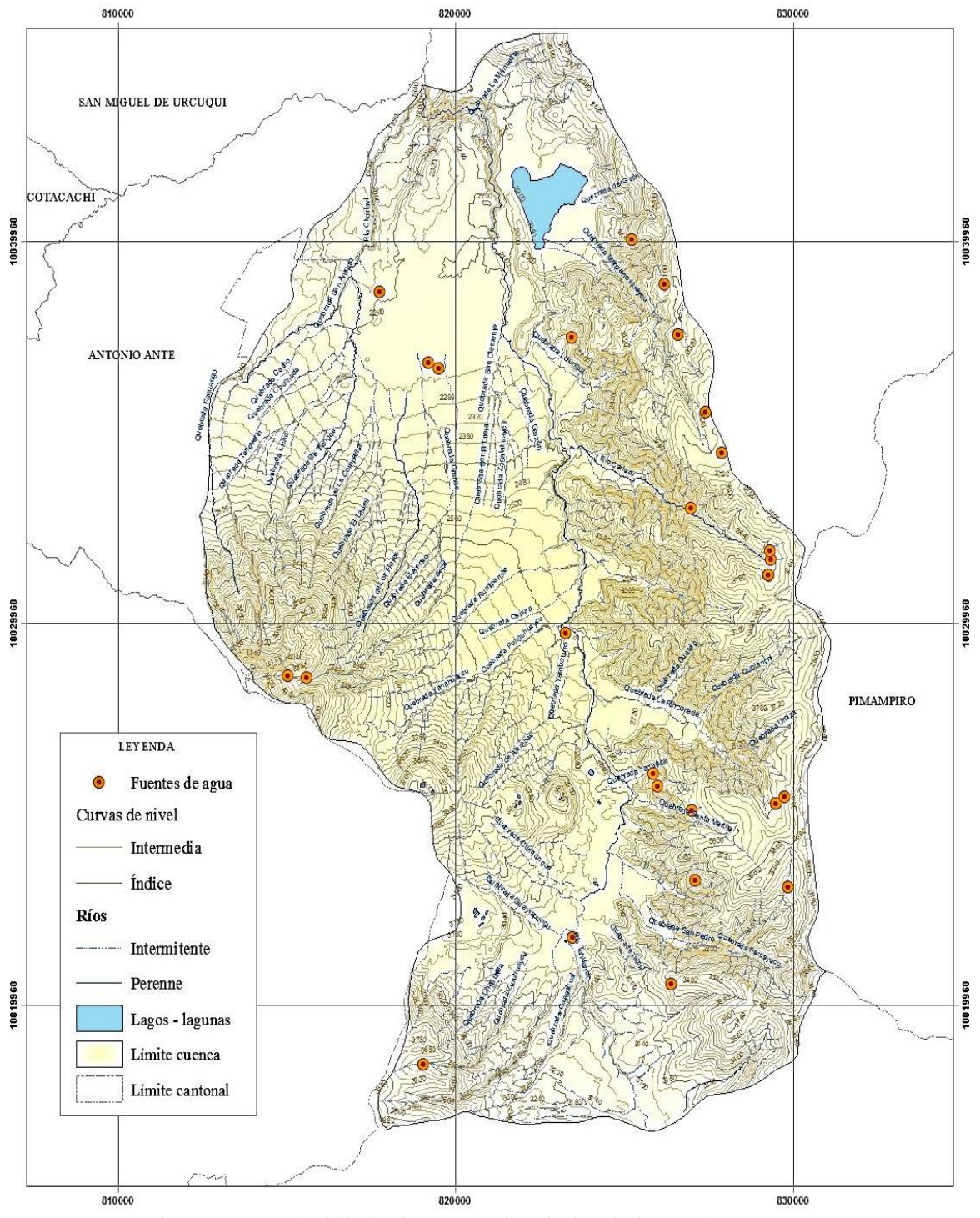


Figura 5. Mapa de delimitación y georeferenciación de fuentes de agua

Fuente: Este estudio (2016), de acuerdo a datos del IGM y Demarcación Hidrográfica de Mira

4.2. Estado actual de las fuentes de agua

La situación actual se obtuvo a partir de la observación y verificación de cada una de las fuentes, con el acompañamiento de varios representantes que prestan el servicio de agua potable en el sector urbano y rural.

4.2.1. Caracterización de las fuentes de agua

Para determinar la situación actual de las fuentes de agua en campo, se consideró parámetros como: nombre de la fuente, actor, parroquia, familias beneficiadas, ubicación geográfica, tipo de vegetación, método de aforo, otro uso y otros; a continuación se muestra a detalle cada una de las fuentes de agua de acuerdo a lo observado en campo.

a. Vertiente la fábrica

Esta fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 822620 mE; Y: 10038850 mN; Z: 3.102 m.s.n.m en la parroquia el Sagrario, el día de la verificación mediante el método del flotador midió un caudal de 0.8 l/s y no presenta ningún tipo de protección en la fuente por lo que existe contaminación animal, debido a que el ganado ingresa a beber, y esta fuente se encuentra desprotegida de vegetación.

El uso para el cual fue autorizado no se ha respetado, ya que el agua es utilizada en riego de las propiedades de la Junta de Agua de la Asociación Gonzalo Zaldumbide, (Figura 6).



Figura 6. Vertiente la fábrica

b. Vertiente Corrales Viejos

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 827422 mE; Y: 10035488 mN; Z: 3.250 m.s.n.m en la parroquia el Sagrario, el día de la verificación mediante el método del flotador se midió un caudal de 1.8 l/s y no existe ningún tipo de protección en la fuente por lo que existe presencia de contaminación animal, y se encuentra en una zona de pajonales, abasteciendo a 200 familias de las comunidades de Yuracruz, y Yuracruz Alto, (Figura 7).



Figura 7. Vertiente Corrales Viejos

c. Quebrada la Carbonería 2

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 829339 mE; Y: 10031634 mN; Z: 3.574 m.s.n.m en la parroquia el Sagrario, del cantón Ibarra, el día de la verificación utilizando el método volumétrico se midió un caudal de 4.1 l/s, esta fuente se encuentra protegida con materiales de hormigón y alambre de púa aproximadamente 25 m²; esta fuente se encuentra en una zona donde existen manchas de bosque nativo abasteciendo a 250 familias de las comunidades de Aloburo, Priorato, Añaspamba.

En la Figura 8, se evidencia la captación de agua y la toma de datos de esta fuente.



Figura 8. Quebrada la Carbonería 2 (A. Fuente de Agua; B. Toma de datos)

d. Quebrada la Carbonería 1

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 829270 mE; Y: 10031225 mN; Z: 3.590 m.s.n.m en la parroquia el Sagrario, el día de la verificación mediante el método volumétrico se midió un caudal de 4.3 l/s, existe una protección 24 m² con hormigón y malla para evitar el ingreso de animales, esta se encuentra en una zona de bosque nativo, abasteciendo a 300 familias de las comunidades de Chilcapamba, y Pogllocunga, (Figura 9).



Figura 9. Quebrada la Carbonería 1 (A. Captación protegida; B. Caudal de la fuente)

e. Vertiente Pacaycucho

En la Figura 10 se visualiza el estado de la captación, la misma que se ubica en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 825218 mE; Y: 10040015 mN; Z: 2.514m.s.n.m en la parroquia el Sagrario, el día de la verificación mediante el método volumétrico se midió un caudal de 1.2 l/s y se evidencia que no existe ningún tipo de protección en la fuente permitiendo que exista manipulación por personas ajenas a la lotización; esta fuente se encuentra en una zona de matorral, abasteciendo a 63 familias que se encuentra dentro y fuera de la Lotización Diana Licia.



Figura 10. Vertiente Pacaycucho

f. Quebrada Sin Nombre

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 826970 mE; Y: 10032990 mN; Z: 3.100 m.s.n.m en la parroquia el Sagrario, el día de la verificación mediante el método del flotador se midió un caudal de 2.0 l/s y no existe ningún tipo de protección en la fuente por lo que existe presencia de contaminación animal, y se encuentra en una zona de matorral, abasteciendo a 112 familias de las comunidades Trasquila y Cachipamba y quien presta el servicio es EMAPA, (Figura 11).



Figura 11. Quebrada Sin Nombre

g. Vertiente Sin Nombre desaparecida

En la Figura 12 se evidencia que la fuente ha desaparecido, la cual se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 817754 mE; Y: 10038648 mN; Z: 2.182m.s.n.m en la parroquia el Sagrario.



Figura 12. Vertiente Sin Nombre desaparecida

h. Quebrada la Carbonería 3

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 829313 mE; Y: 10031872 mN; Z: 3.586 m.s.n.m en la parroquia el Sagrario, el día de la verificación mediante el método volumétrico se midió un caudal de 3.05 l/s, no existe protección de la fuente y se encuentra en una zona de bosque

nativo, abasteciendo a 280 familias de la comunidad de Yuracucito, Tejar Loma, Piman, Comunidad Alto de Reyes, Mirador Santa Teresa, (Figura 13).



Figura 13. Quebrada la Carbonería 3(A. Fuente de Agua; B. Captación)

i. Vertiente Sin Nombre

En la Figura 14, se muestra que el caudal es mínimo, la misma que se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 823450 mE; Y: 10037450 mN; Z: 2.400 m.s.n.m en la parroquia San Francisco, el día de la verificación mediante el método del flotador se midió un caudal de 0.8 l/s y se evidenció que no existe ningún tipo de protección de la fuente ocasionando contaminación por ganado; ésta fuente se encuentra en una zona sin vegetación y a unos 10 metros aproximadamente existen cultivos agrícolas, y abastece a 61 familias de la comunidad Guardianía.



Figura 14. Vertiente Sin Nombre

j. Vertiente el Reventazón

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 819200 mE; Y: 10036800 mN; Z: 2.235 m.s.n.m en la parroquia San Francisco, el día de la verificación mediante otro método se midió un caudal de 0.5 l/s y no existe ningún tipo de protección en la fuente por lo que existe presencia de contaminación animal, y se encuentra en una zona sin vegetación y utilizan únicamente para abrevadero de animales la familia Simbaña, (Figura 15).



Figura 15. Vertiente el Reventazón

k. Vertiente Yuyucocha

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 819508 mE; Y: 10036654 mN; Z: 2.235 m.s.n.m en la parroquia San Francisco, el día de la verificación se evidenció que la vertiente tiene un caudal de 78.5 l/s, y se conecta hacia la infraestructura hidráulica donde se encuentra 3 pozos de agua que no se encuentran legalizados, y se encuentra administrada por EMAPA, éste caudal abastece a 6000 familias aproximadamente en la parte central del sector urbano de Ibarra, y esta fuente no tiene ningún perímetro de protección, ya que aflora en el lugar dónde se encuentran las instalaciones de bombeo, tal como se muestra en la Figura 16.



Figura 16. Vertiente Yuyucocha

I. Quebrada Suruscucho

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 829429 mE; Y: 10034619 mN; Z: 3.112 m.s.n.m en la parroquia el Sagrario, el día de la verificación mediante el método del flotador se midió un caudal de 3.0 l/s, no presenta ningún tipo de protección en la fuente por lo que existe presencia de contaminación animal, ubicada en una zona de matorral, abasteciendo a 43 familias de la Junta de Agua de Suruscucho, (Figura 17).



Figura 17. Quebrada Suruscucho

m. Quebrada Rosauco

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 8265937 mE; Y: 10037534 mN; Z: 1.899 m.s.n.m en la parroquia el Sagrario, el día de la verificación mediante el método del flotador se midió un caudal de 1.1 l/s y no existe ningún tipo de protección en la fuente por lo que existe presencia de contaminación animal, y se encuentra en una zona de matorral, utilizada exclusivamente para riego de la Junta de Riego de Aloburo, en la figura 18 se muestra que en la actualidad ya existe un canal revestido.



Figura 18. Quebrada Rosauco (A. Fuente de Agua; B. Canal Revestido para agua de riego)

n. Vertiente Santa Marta

La fuente se encuentra ubicada en las coordenadas UTM proyección WGS84 X: 826000 mE; Y: 10025700 mN; Z: 3.280 m.s.n.m en la parroquia rural de Angochagua, el día de la verificación mediante el método del flotador se midió un caudal de 12.00 l/s, se encuentra en los páramos de Angochagua en el área de bosque y vegetación protectora Zuleta y Anexos Cía. Ltda., cerca de la fuente no existe ningún tipo de protección y abastece a 300 familias de las comunidades de Rumipamba, la Magdalena y parte del sector urbano y es administrada por EMAPA-I, ver Figura 19.



Figura 19. Vertiente Santa Marta (A. Fuente de Agua; B. Usuarios de Comunidad Rumipamba)

o. Vertiente Turupamba 1

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 819061 mE; Y: 10018414 mN; Z: 3.627 m.s.n.m en la parroquia de Angochagua, el día de la verificación mediante el método volumétrico se midió un caudal de 3.59 l/s, la fuente de captación se encuentra cercada en un área de 204 m², se encuentra en una zona de matorral, abasteciendo a 183 familias de la Junta Administradora de Agua Potable de Cochas la Merced, (Figura 20).



Figura 20. Vertiente Turupamba 1, (A. Fuente de Agua; B. Captación)

p. Quebrada de Rosas

En la Figura 21, se visualiza que la quebrada de Rosas se encuentra sin uso, la cual se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X:

823271 mE; Y: 10029708 mN; Z: 2.608 m.s.n.m en la parroquia de Angochagua, el día de la verificación mediante el método del flotador se midió un caudal de 7.35 l/s, la fuente no se encuentra protegida existiendo contaminación animal, ubicada en una zona de matorrales, ya que la comunidad mantiene esta fuente en calidad de reserva y la Comunidad San José del Cacho se abastece de la vertiente Guaragzapas.



Figura 21. Quebrada de Rosas

q. Vertiente Cuchimbuela

La fuente se encuentra ubicada en las coordenadas UTM proyección WGS84 X: 829500 mE; Y: 10025225 mN; Z: 3.615 m.s.n.m en la parroquia de Angochagua, ésta fuente midió un caudal de 1.30 l/s, no se encuentra protegida y se ubica en los páramos de Angochagua existiendo la presencia de matorrales, la cual abastece a 50 familias de las comunidad de Angochagua, y esta fuente es administrada por EMAPA - I, (Figura 22).



Figura 22. Vertiente Cuchimbuela, (A. Fuente de Agua; B. Páramos de Angochagua)

r. Quebrada Cerro Imbabura 2

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 815605 mE; Y: 10028542 mN; Z: 3.736 m.s.n.m en la parroquia la Esperanza en el Cerro Imbabura, el día de la verificación mediante el método volumétrico se midió un caudal de 3.00 l/s, la fuente no presenta ningún tipo de protección evidenciándose matorrales a su entorno y abastece a 123 familias de la parroquia la Esperanza, la cual es administrada por EMAPA-I, (Figura 23).



Figura 23. Quebrada Cerro Imbabura 2, (A. Fuente de Agua; B. Captación con tubería PVC)

s. Quebrada Cerro Imbabura 1

En la Figura 24, se observa la captación de la fuente la cual se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 815047 mE; Y: 10028592 mN; Z: 3.833 m.s.n.m en la parroquia la Esperanza, el día de la verificación mediante el método volumétrico se midió un caudal de 3.17 l/s y no existe ningún tipo de protección en la fuente, evidenciándose escasa vegetación y una topografía sumamente quebrada de difícil acceso, abasteciendo a 48 familias de la comunidad el Abhra Alto.



Figura 24. Quebrada Cerro Imbabura 1, (A. Captación; B. Fuente de Agua)

t. Vertiente Serenia

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 823484 mE; Y: 10021735 mN; Z: 2.900 m.s.n.m en la parroquia de Angochagua, el día de la verificación mediante el método del flotador se midió un caudal de 2.58 l/s y no existe ningún tipo de protección en la fuente, y se encuentra en una zona de matorral, abasteciendo a 100 familias de la comunidad de Zuleta, (Figura 25).



Figura 25. Vertiente Serenia

u. Vertiente Piucango

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 827105 mE; Y: 10023242 mN; Z: 3.100 m.s.n.m en la parroquia Angochagua, el día de la verificación mediante el método del flotador se midió un caudal de 4,73 l/s, no existe ningún tipo de protección en la fuente, y se encuentra en una zona de bosque nativo, abasteciendo a 150 familias de las comunidades de Zuleta y la Magdalena, (Figura 26).



Figura 26. Vertiente Piucango

v. Vertiente Guaragzapas

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 824572 mE; Y: 10025498 mN; Z: 2899 m.s.n.m en la parroquia de Angochagua, el día de la verificación mediante una regleta de precisión instalada se observó un caudal de 132.00 l/s, éste sistema abastece a la ciudad de Ibarra, la parroquia la Esperanza, Caranqui, y alrededor del 50 % de la población de San Antonio, abasteciendo a más de 25.000 familias; los afloramientos de la vertiente Guaragzapas se encuentran distribuidos en un área de 4 hectáreas, la cual se encuentra cercada, y EMAPA es quien presta el servicio de agua potable, (Figura 27).



Figura 27. Vertiente Guaragzapas

w. Vertiente el Estanco

En la figura 28, se observa a la fuente de agua, la cual se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 8214380 mE; Y: 10025928 mN; Z: 3.300 m.s.n.m en la parroquia de Angochagua, el día de la verificación mediante el método del vertedero se midió un caudal de 2.10 l/s y no existe ningún tipo de protección en la fuente por lo que existe presencia de contaminación animal.



Figura 28. Vertiente el Estanco

x. Vertiente Sin Nombre

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 826400 mE; Y: 10020500 mN; Z: 3.200 m.s.n.m en la parroquia de Angochagua, el día de la verificación mediante el método volumétrico se midió un caudal de 1.58 l/s y no existe ningún tipo de protección en la fuente por lo que existe presencia de contaminación animal, y se encuentra en una zona de matorral, abasteciendo a 135 familias de la comunidad de la Riconada, (Figura 29).



Figura 29. Vertiente Sin Nombre

y. Vertiente Puñojaka

La fuente se encuentra ubicada en las coordenadas UTM proyección WGS84 X: 829859 mE; Y: 10023058 mN; Z: 3.600 m.s.n.m en la parroquia de Angochagua, el

día de la verificación mediante el método del vertedero se midió un caudal de 1.57 l/s, que abastece a 140 familias de Angochagua, y no existe ningún tipo de protección en la fuente, ubicada en una zona de matorrales, (Figura 30).



Figura 30. Vertiente Puñojaka

z. Vertiente Pogyo Zanja

La fuente se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM proyección WGS84 X: 825854 mE; Y: 10026036 mN; Z: 3.420 m.s.n.m en la parroquia de Angochagua, el día de la verificación mediante el método volumétrico se midió un caudal de 3.00 l/s, no existe ningún tipo de protección en la fuente abasteciendo a 140 familias de las comunidades de la Magdalena y Otra, ubicada en una zona de topografía pronunciada con escasa vegetación, (Figura 31).



Figura 31. Vertiente Pogyo Zanja

4.2.2 Tipo de vegetación

Para analizar el tipo de vegetación se definió 4 categorías como bosque, matorral, pajonal y otros, en donde se determina que el tipo de vegetación de las fuentes de agua es de 61.54 % para la zona de matorrales, 15.38 % para el área de bosques, 19.23 % para otras áreas como pasto, cultivos y sin vegetación y 3.85 % para el área de páramo; en la figura 32 se ilustra el tipo de cobertura vegetal

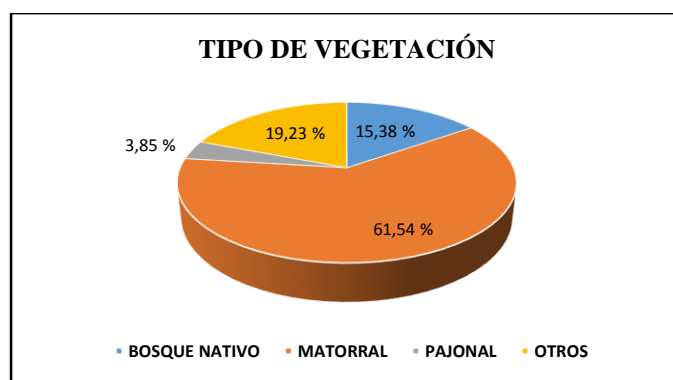


Figura 32. Tipo de Cobertura Vegetal 2016

Fuente: Este estudio (2016)

Por lo que se puede indicar que la mayor cantidad de fuentes de agua se encuentran en el área de matorral y en otras áreas; y, siendo valores inferiores para la zona de bosque y pajonal. Y si comparamos con el mapa de cobertura vegetal 2016 se desprende de igual manera que el 50 % de las fuentes de agua se encuentran en vegetación arbustiva y herbácea con un número de 13, ya que se puede considerar al matorral como un área de vegetación arbustiva y herbácea. Ver figura 33.

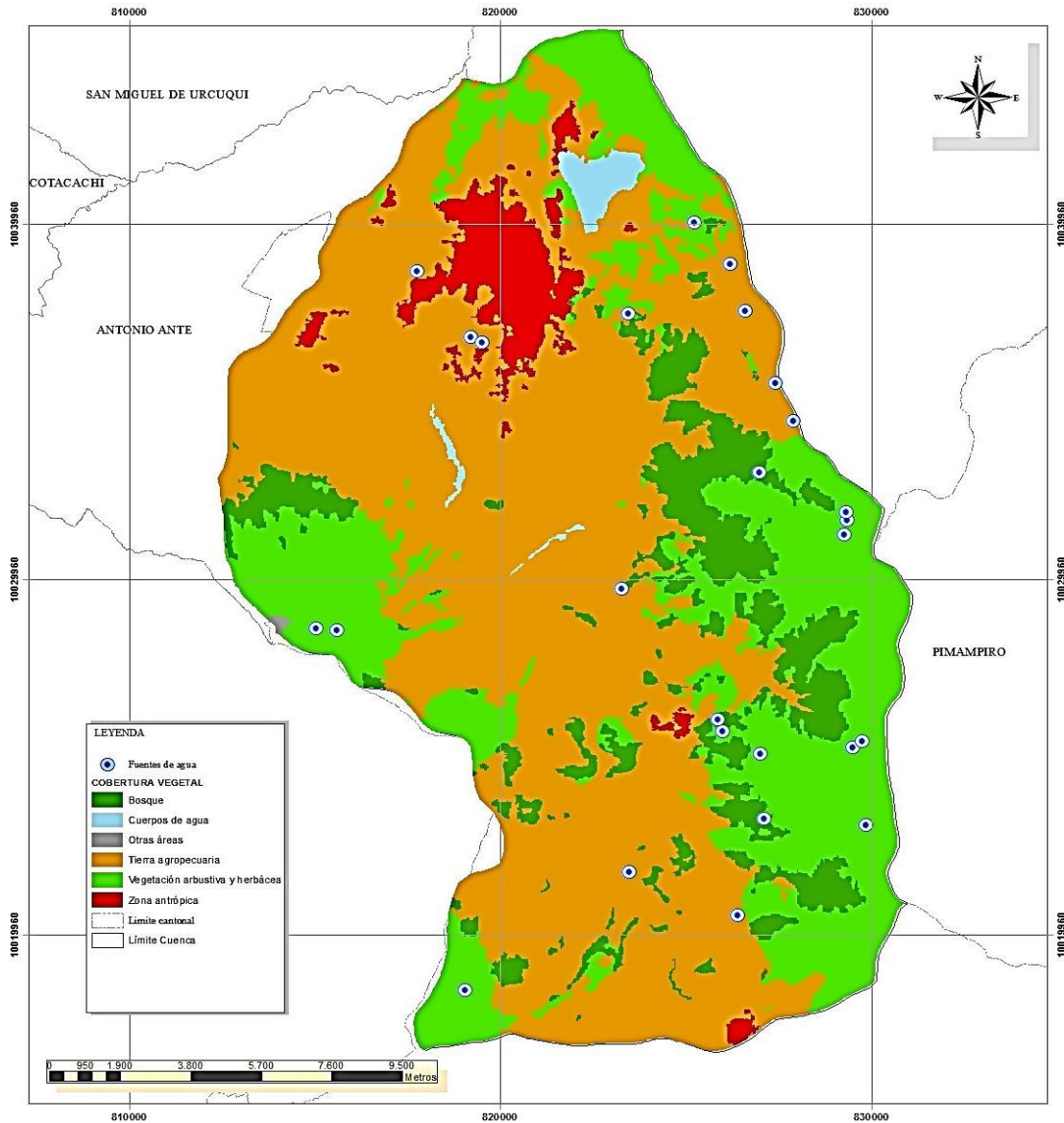


Figura 33. Mapa de Cobertura Vegetal en la microcuenca del Tahuando

Fuente: Este estudio (2016), referencia base IGM 2013.

Una vez que se compara con el mapa de uso actual del suelo 2016, se determina que existen 17 fuentes que se encuentran en diferentes usos de suelo como pasto, cultivos agrícolas, frutales, y 9 se encuentran en la zona de páramo; considerando que la zona de páramo está inmersa en la zona de vegetación arbustiva y herbácea tal como se indicó en el mapa de cobertura vegetal figura 34.

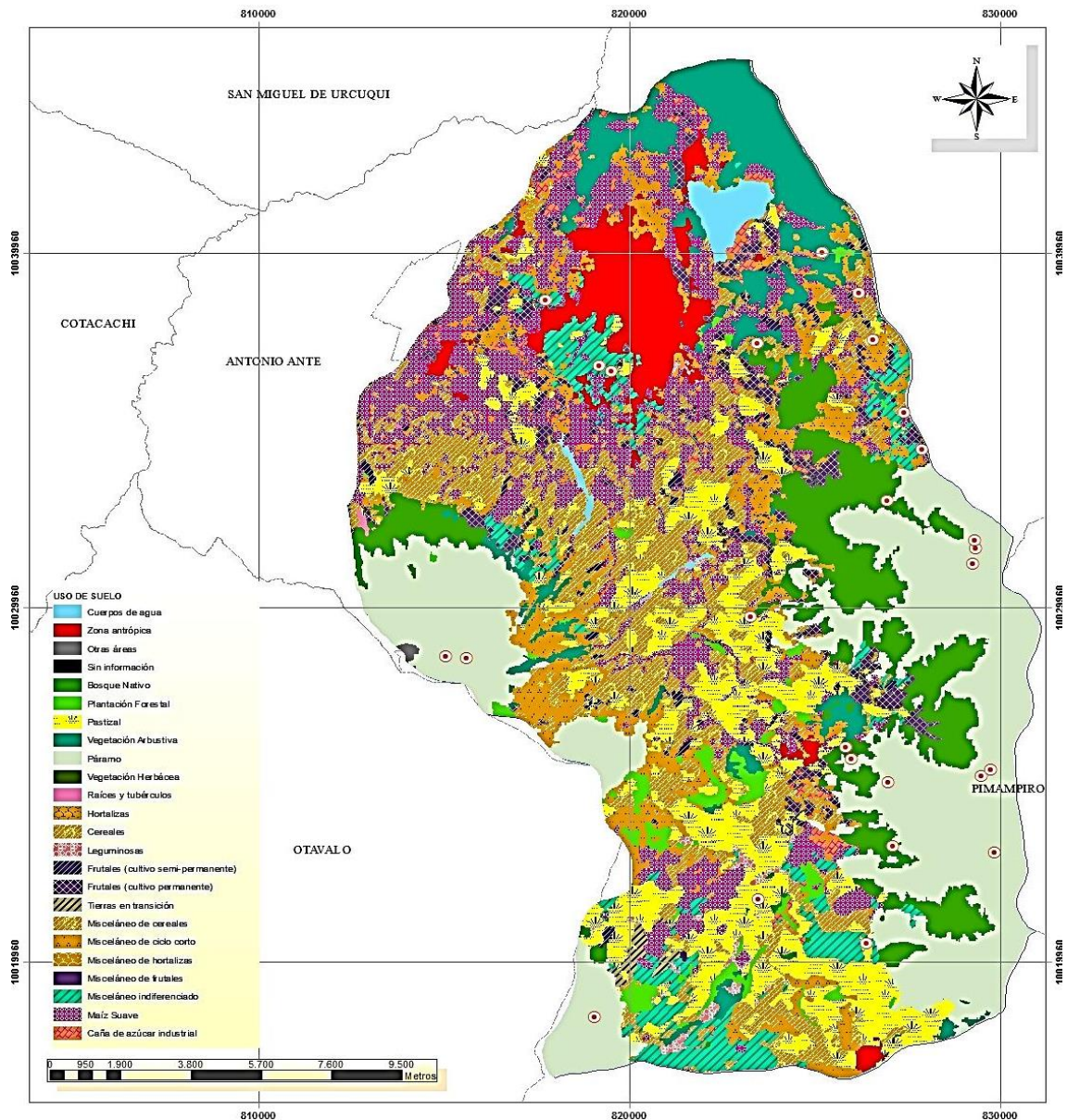


Figura 34. Mapa de Uso Actual del suelo

Fuente: Este estudio (2016), referencia base IGM 2013.

4.2.3 Protección de fuentes de agua

Según lo observado en campo, se determina que la mayor parte de las fuentes de agua no se encuentran protegidas, en este caso se indica un número de 21 fuentes que se encuentran sin protección provocando contaminación directa por animales que pastan o botan basura, y 6 fuentes de agua se encuentran protegidas con materiales como postes de

hormigón y alambrado; ya que existe despreocupación por parte de las organizaciones comunitarias, y el Estado. Ver figura 35.

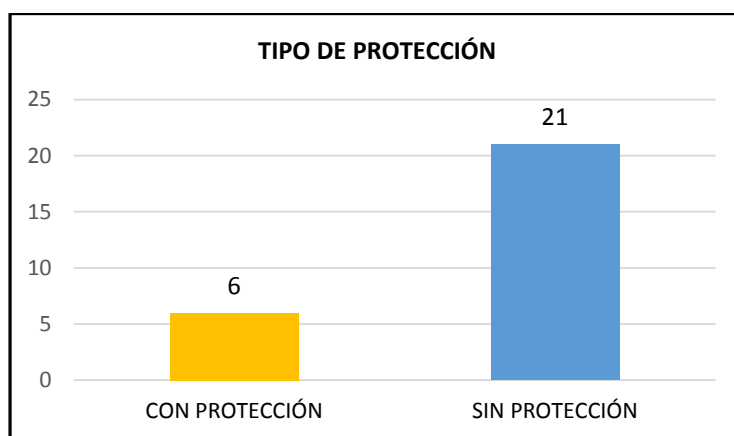


Figura 35. Fuentes de agua con escasa protección

Fuente: Este estudio 2016

4.2.4 Abastecimiento de recurso hídrico en el sector urbano y rural

De las 26 fuentes de agua que se encuentran ubicadas en el sector urbano y rural, se puede indicar que existen varias fuentes que se ubican en el sector rural y abastecen al sector urbano y otras abastecen a los dos sectores; es decir que del 100 % de las fuentes el 66,67 % abastecen al sector urbano y el 33,33 % al sector rural, en la tabla 6 se indica las fuentes que abastecen a los dos sectores.

Tabla 6. Fuentes que abastecen al sector urbano y rural

| SECTOR | FUENTE | Q(l/s) 2016 | Q(l/s) TOTAL |
|--------|---------------------------|-------------|--------------|
| | Vertiente la Fabrica | 0.8 | |
| | Vertiente Corrales Viejos | 1.8 | |
| | Quebrada Carbonería 2 | 4.1 | |
| | Quebrada Carbonería 1 | 4.3 | |
| | Vertiente Pacaycucho | 1.2 | |
| | Quebrada Sin Nombre | 2.0 | |
| | Vertiente Sin Nombre | 0.0 | |
| | Quebrada la Carbonería 3 | 3.0 | |
| | Vertiente sin nombre | 0.8 | |
| | Vertiente Reventazón | 0.5 | |

| | | | |
|---------------|-------------------------------|--------|-------|
| URBANO | Vertiente Yuyucocha | 78.5 | 234.9 |
| | Quebrada Suruscucho | 3.0 | |
| | Quebrada Rosauco | 1.1 | |
| | Vertiente Santa Martha | 2.00 | |
| | Vertiente Cuchimbuela | 1.30 | |
| | Qda. Cerro Imbabura no 2 | 3.00 | |
| | Qda. Cerro Imbabura no 1 | 3.17 | |
| | Vertiente Guaragzapas | 122.00 | |
| | Vertiente Puñojaka | 0.79 | |
| | Vertiente Pogyo zanja y otras | 1.50 | |
| RURAL | Vertiente Santa Martha | 10.00 | 42.22 |
| | Qda. Turupamba 1 | 3.59 | |
| | Quebrada de Rosas | 7.35 | |
| | Vertiente Serenia | 2.58 | |
| | Vertiente Piucango | 4.73 | |
| | Vertiente Guaragzapas | 8.00 | |
| | Vertiente el Estanco y Otras | 2.10 | |
| | Vertiente Sin Nombre | 1.58 | |
| | Vertiente Puñojaka | 0.79 | |
| | Vertiente Pogyo Zanja y Otras | 1.50 | |

Fuente: Este estudio (2016)

4.2.5 Disponibilidad Hídrica de las fuentes vs caudal histórico 1996

De la medición realizada a las fuentes de agua que abastecen al sector urbano se obtuvo un caudal de 234.9 l/s y para el sector rural el caudal fue de 42.22 l/s medidos durante el mes de marzo en época de estiaje.

A continuación se muestra, como disminuyó el caudal actual 2016 vs el caudal histórico 1996 de cada una de las fuentes de agua para el sector urbano en las parroquias El Sagrario, San Francisco y el sector rural de las parroquias la Esperanza y Angochagua.

En la Tabla 7 se visualiza las fuentes que abastecen al sector urbano.

Tabla 7. Caudal histórico 1996 vs caudal medido 2016

| N° | FUENTE | CAUDAL (l/s) HISTÓRICO (1996) | Q(l/s) ACTUAL (MARZO-2016) |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Vertiente la Fabrica | 13.01 | 0.8* |
| 2 | Vertiente Corrales Viejos | 2.00 | 1.8 |
| 3 | Quebrada Carbonería 2 | 6.20 | 4.1 |
| 4 | Quebrada Carbonería 1 | 15.60 | 4.3 |
| 5 | Vertiente Pacaycucho | 2.00 | 1.2 |
| 6 | Quebrada Sin Nombre | 5.00 | 2.0 |
| 7 | Vertiente Sin Nombre | 2.10 | 0.0* |
| 8 | Quebrada la Carbonería 3 | 7.95 | 3.0 |
| 9 | Vertiente Sin Nombre | 2.00 | 0.8 |
| 10 | Vertiente la Reventazón | 1.10 | 0.5 |
| 11 | Vertiente Yuyucocha | 88.80 | 78.5 |
| 12 | Quebrada Suruscucho | 3.50 | 3.0 |
| 13 | Quebrada Rosauco | 2.00 | 1.1* |
| 14 | Vertiente Santa Martha | 4.00 | 2.00 |
| 15 | Vertiente Cuchimbuela | 2.00 | 1.30 |
| 16 | Qda. Cerro Imbabura 2 | 2.00 | 3.00 |
| 17 | Qda. Cerro Imbabura 1 | 3.00 | 3.17 |
| 18 | Vertiente Guaragzapas | 148.00 | 122.00 |
| 19 | Vertiente Puñojaka | 2.50 | 0.79 |
| 20 | Vertiente Pogyo Zanja y Otras | 2.50 | 1.50 |
| CAUDAL TOTAL | | 315.26 | 234.9 |

Fuente: Este estudio (2016), obtenidos de la medición de caudales en el mes de marzo, 2016

De la tabla de datos se desprende que 3 fuentes de agua no se encuentran prestando el servicio de agua potable, como la vertiente la Fábrica, vertiente sin nombre y quebrada Rosauco; en vista de que están utilizando para otro uso como riego, se abastecen de otra fuente y, ya no existe recurso hídrico.

En la Tabla 8 se visualiza datos de las fuentes que abastecen al sector rural.

Tabla 8. Disponibilidad hídrica de las fuentes

| FUENTE | CAUDAL (l/s) HISTÓRICO 1996 | CAUDAL (l/s) ACTUAL 2016 |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Vertiente Santa Martha | 14.00 | 10.00 |
| Qda. Turupamba 1 | 1.30 | 3.59 |
| Quebrada de Rosas | 2.00 | 7.35* |
| Vertiente Serenia | 2.00 | 2.58 |

| | | |
|-----------------------|--------------|--------------|
| Vertiente Piucango | 1.81 | 4.73 |
| Vertiente Guaragzapas | 10.00 | 8.00 |
| Vertiente el Estanco | 6.60 | 2.10 |
| Vertiente Sin Nombre | 3.00 | 1.58 |
| Vertiente Puñojaka | 2.50 | 0.79 |
| Vertiente Pogyo Zanja | 2.50 | 1.50 |
| CAUDAL TOTAL | 45.71 | 42.22 |

Fuente: Caudales medidos en el mes de marzo 2016

De igual manera para este sector se desprende que la quebrada de Rosas no se encuentra prestando el servicio de agua potable, en vista de que se abastecen de otra fuente, y esta se encuentra en calidad de reserva.

A continuación se muestra en la tabla 9 el caudal histórico 1996 y caudal actual 2016 total, en función de la cantidad de agua que abastece a cada sector.

Tabla 9. Abastecimiento de recurso hídrico

| ABASTECIMIENTO | Q (l/s) HISTÓRICO 1996 | Q(l/s) ACTUAL 2016 |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| URBANO | 315.26 | 234.9 |
| RURAL | 45.71 | 42.22 |
| TOTAL | 360.97 | 277.12 |

Fuente: Este estudio (2016), y datos de autorizaciones de la Demarcación Hidrográfica Mira

Es decir, que el porcentaje de disminución es similar para las parroquias urbanas y rurales de la microcuenca del Tahuando con 21.86 % y 20.22 % respectivamente, en comparación con los caudales autorizados que se encuentra en resolución emitidos por la Autoridad Única del Agua, considerando que las mediciones de caudales son puntuales para los dos casos.

4.3 Oferta y demanda de agua en el sector urbano y rural

4.3.1 Predicción de la demanda poblacional

Para calcular la demanda se utilizó la tasa de crecimiento de la población de la provincia de Imbabura de acuerdo a los datos del Censo Poblacional 2010 establecida para los años 2010-2025 la tasa de crecimiento del 2.07 % y para los años 2025-2035 la tasa de 1.77 %.

Para determinar la población actual se obtuvo datos del censo poblacional y Vivienda-CPV 2010. En la siguiente tabla se indica el crecimiento poblacional de las parroquias urbanas y rurales que se asientan sobre la microcuenca del Tahuando. Ver tabla 10.

Tabla 10. *Predicción de la demanda poblacional*

| CRECIMIENTO POBLACIONAL | | | | |
|--------------------------------|-------------|-------------|------------------|------------------|
| SECTOR | 2010 | 2016 | 2010-2025 | 2025-2035 |
| URBANO | 137323* | 155286 | 186730 | 222542 |
| RURAL | 10626* | 12016 | 14449 | 17220 |
| TOTAL | 147949 | 167302 | 201180 | 239763 |

Fuente: Este estudio (2016), a partir de la tasa de crecimiento poblacional * Base de datos del INEC 2003

De acuerdo al cálculo de la predicción población se determina que para el año 2016 la población total es de 167.302 habitantes; proyectado al año 2025 la población será de 201.180 y proyectado al año 2035 será de 239.763 habitantes para las parroquias urbanas y rurales que se encuentran asentadas en la microcuenca del Tahuando de acuerdo al índice de crecimiento poblacional, tal como se muestra en la figura 36.

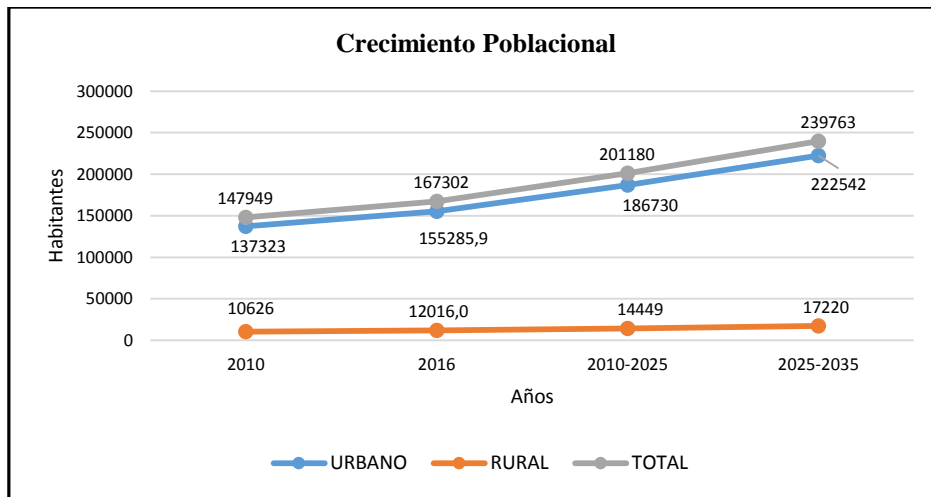


Figura 36. Proyección de la demanda población para Imbabura (2016-2025-2035)

Fuente: Este estudio (2016)

4.3.2 Oferta Hídrica Actual

Para el cálculo de la oferta hídrica se consideró las fuentes de agua que se encuentran prestando el servicio de agua potable, en un número de 22 fuentes tomando en cuenta que cuatro fuentes no prestan el servicio de agua potable, porque los usuarios están utilizando en otro uso, no utilizan, o han desaparecido.

Es decir que la oferta hídrica para el sector urbano de las parroquias El Sagrario y San Francisco es **232.96 l/s**. En la figura 38 se indica cómo fue la disminución de cada una de las fuentes de agua.

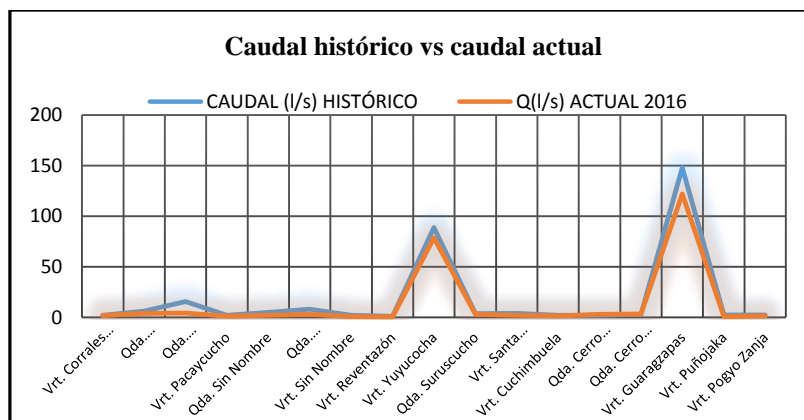


Figura 37. Caudal histórico vs caudal actual sector urbano

Fuente: Este estudio 2016

En esta figura, se indica cómo disminuyó el recurso hídrico en comparación al caudal histórico, dónde se determina que existe una disminución del 21.86 % para el sector urbano.

En cuanto al sector rural se indica que la oferta hídrica para las parroquias La Esperanza y Angochagua es de **34.87 l/s**, porque existe una fuente que no presta el servicio de agua potable. En la figura 38 se indica cómo fue la disminución en cada una de las fuentes de agua.

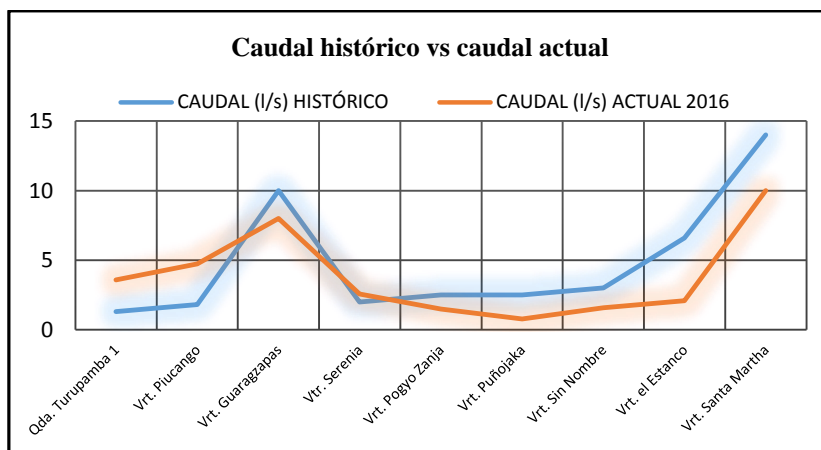


Figura 38. Caudal histórico vs caudal actual sector rural

Fuente: Este estudio 2016

Por lo que se podría concluir que en los últimos 20 años el caudal ha disminuido en un 20.22 % en comparación con el caudal histórico autorizado en el sector rural; considerando que la disminución del recurso hídrico para el sector urbano y rural son similares.

En la figura 39 se muestra la oferta hídrica total de los caudales medidos que abastece a las parroquias urbanas y rurales que se encuentran asentadas en la microcuenca del Tahuando.

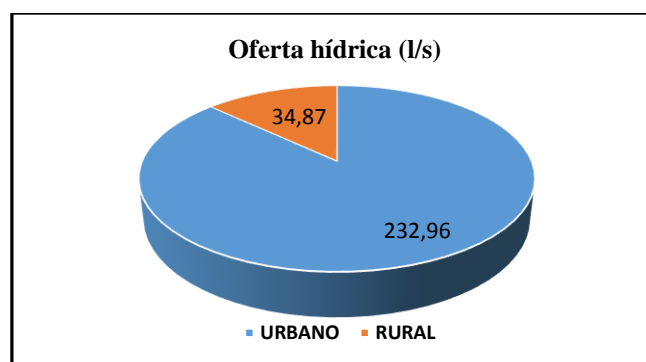


Figura 39. Caudal total marzo del 2016

Fuente: Este estudio 2016

4.3.2.1. Oferta hídrica vs la población abastecida

En la tabla 11 y figura 14 se indica la cantidad de agua que se dispone vs la población a la que abastece de acuerdo a la dotación litros/habitante/día considerada en el manual de procedimiento para la elaboración de informes técnicos de la Secretaría del Agua, esto es 150 l/hab/día para el sector urbano y 100 l/hab/día para el sector rural.

Tabla 11. Oferta hídrica vs población beneficiada

| SECTOR | OFERTA HÍDRICA (l/s) | POBLACIÓN BENEFICIADA |
|--------|----------------------|-----------------------|
| URBANO | 232.96 | 134.185 |
| RURAL | 34.87 | 30.128 |
| TOTAL | 267.83 | 164.313 |

Fuente: Este estudio (2016), datos obtenidos a partir del cálculo de la oferta hídrica y dotación.

Del cálculo de la oferta hídrica se desprende que el caudal existente abastece a 164.313 habitantes de las parroquias urbanas y rurales que se asientan en la microcuenca del Tahuando; si se analiza con la población actual calculada para el año 2016 que es de 167.302 habitantes, se puede indicar que el caudal existente no satisface las necesidades de la población actual de acuerdo a las dotaciones establecidas de 150/habitante/día para el sector urbano y 100 l/habitante/día para el sector rural de acuerdo a lo que establece el manual técnico de procedimientos para la elaboración de informes técnicos de sustentación para las

resoluciones de autorización del derecho de uso y aprovechamiento del agua (SENAGUA, 2012)

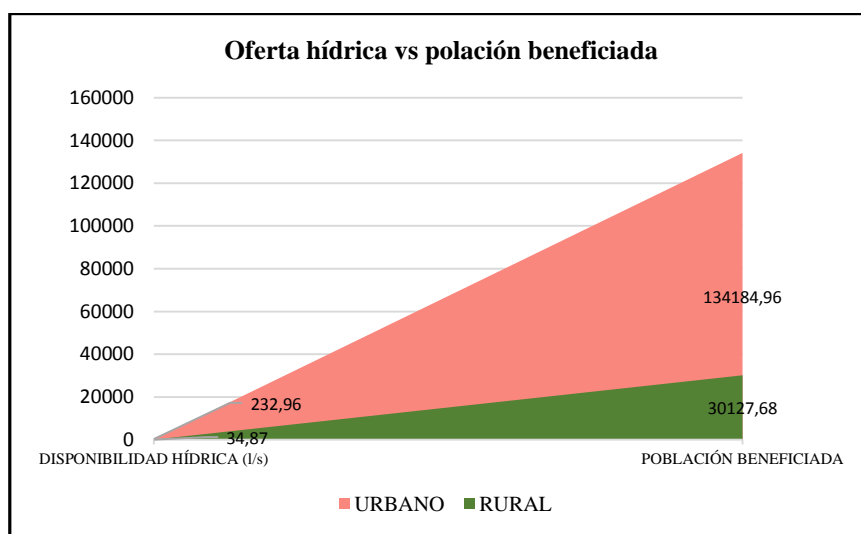


Figura 40. Oferta hídrica vs la población beneficiada al 2016

Fuente: Este estudio (2016)

En La figura 41 se puede apreciar que el caudal de 34.87 l/s abastece a 30.127 habitantes para el sector rural y para el sector urbano se abastece a 134.184 con un caudal de 232.96 l/s.

4.3.3. Demanda Hídrica

En cuando a la demanda hídrica, se obtiene a partir del cálculo de la predicción poblacional de acuerdo a la tasa de crecimiento poblacional proyectado para años 2025 y 2035, tomando en cuenta la dotación litros /habitante/días, como se indica en la tabla 12.

Tabla 12. Demanda hídrica vs población a beneficiarse

| SECTORES | POBLACIÓN | DEMANDA | POBLACIÓN | DEMANDA |
|----------|------------|---------|------------|---------|
| | FUTURA | HÍDRICA | FUTURA | HÍDRICA |
| | AÑO (2025) | Q (l/s) | AÑO (2035) | Q (l/s) |
| URBANO | 186730 | 324.18 | 222542 | 386.36 |
| RURAL | 14449 | 16.72 | 17220 | 19.93 |
| TOTAL | 201179 | 340.91 | 239762 | 406.29 |

Fuente: Este estudio (2016)

La cantidad de recurso hídrico que se necesita para abastecer a una población de 201.179 habitantes para el año 2025 es de 340.91 l/s; y para el año 2035 se necesita 406.29 l/s para satisfacer a 239.762 habitantes.

Si comparamos los caudales requeridos por sectores de acuerdo a la oferta hídrica actual que es de 232.96 l/s, se indica que existiría un déficit hídrico para el sector urbano para los años 2025 y 2035 y para el sector rural existe un superávit ya que la disponibilidad hídrica es de 34.87 l/s.

Los datos obtenidos es a partir de información emitida por la Autoridad Única del Agua, ya que son datos registrados y publicados en el Banco Nacional de Autorizaciones que es una base oficial, pero existen fuentes de agua que abastecen al sector urbano que no se encuentran legalizadas. Esta situación irregular debe ser corregida por los prestadores de servicios.

4.4. Lineamientos para la protección y manejo de las fuentes de agua

Una vez caracterizado las 26 fuentes de agua mayores a un litro/segundo, se evidencia que existe una disminución de recurso hídrico en los últimos 20 años, y las fuentes en su mayor parte no presentan un área de protección y existe una escasa cobertura vegetal, tomando en cuenta que la población que se encuentra asentada en la microcuenca del Tahuando sigue incrementándose y en la actualidad ya existe déficit hídrico para el sector urbano de acuerdo a las autorizaciones de uso de agua que reporta la autoridad Única del Agua.

Es por ello que en esta investigación se propone lineamientos técnicos para lograr manejar y proteger las fuentes de agua fundamentados en aspectos sociales, económicos, y técnico-ambiental, dónde el manejo se realice de manera integral, tomando como referencia lo que menciona el artículo 12, 13 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua y 63, 64 del Reglamento de aplicación.

4.4.1 Componente Social

El objetivo del componente social, se refiere a los lineamientos de capacitación para fortalecer las capacidades de los usuarios, consumidores o miembros de los recursos hídricos

comunitarios o municipales, para lograr una gestión sustentable en el manejo y protección de los recursos hídricos.

4.4.1.1 Problema del componente social de las fuentes de agua

Durante el análisis de resultados de esta investigación se evidencia que existe escaso fortalecimiento organizativo en las comunidades, organizaciones comunitarias, personas particulares y el Gobierno Autónomo Descentralizado por medio de EMAPA-I, desconociendo cuál es el procedimiento de legalización de autorizaciones de uso de agua, cómo organizar una junta administradora de agua potable y cuales son pasos a seguir para declarar zonas de protección hídrica.

4.4.1.2 Principales causas

Desconocimiento del marco legal de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamientos del Agua, Reglamento de Aplicación e Instructivo de Juntas Administradoras de Agua Potable y Saneamiento.

4.4.1.3 Acciones propuestas

Se debe realizar un proceso de capacitaciones con temas acordes a las necesidades de la comunidad, juntas, GAD, con el fin de crear conciencia en las obligaciones y responsabilidades que tiene el usuario al momento que la Autoridad única del Agua emite una resolución de uso de agua y es quien se encarga de proteger y manejar la fuente y prestar el servicio de agua potable.

A continuación en la tabla 13 se detalla una tabla con los temas de capacitación de acuerdo al componente social.

Tabla 13. *Temática de Capacitación para fortalecimiento organizativo*

| CAPACITACIÓN | CONTENIDO | TIEMPO (horas) |
|---|---|-----------------------|
| LORHUYA y Reglamento de Aplicación | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Infraestructura y clasificación de los Recursos Hídricos. ▪ Requisitos y procedimiento para legalizar autorizaciones de uso de agua para consumo humano. ▪ Gestión Comunitaria del Agua ▪ Las Juntas Administradoras de Agua Potable ▪ El Agua y los Gobiernos Autónomos Descentralizados. ▪ Derechos colectivos de comunas y comunidades ▪ Caudal Ecológico y Áreas de Protección Hídrica. ▪ Usos del Agua ▪ Protección de fuentes de agua | 8 |
| Instructivo para conformación y legalización de JAAP y/o Saneamiento. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Requisitos para conformar una Junta Administradora de Agua Potable. ▪ Procedimiento de Aprobación del estatuto y personería jurídica. ▪ Registro y cambio de directiva ▪ Reglamento interno de la Junta (obligaciones y responsabilidades de usuarios y consumidores.) | 8 |

Fuente: Este estudio (2016)

4.4.1.4 Priorización de actividades

Para las capacitaciones se priorizará a las comunidades, organizaciones, personas particulares, Gobierno Autónomo Descentralizado de acuerdo al caudal medido vs la población beneficiada calculada al 2016 de acuerdo al siguiente orden de importancia, en las tablas 14, 15 y 16 se visualiza la prioridad uno, dos y tres respectivamente.

- **Prioridad uno**

En esta prioridad se encuentran los usuarios que corresponden a comunidades y juntas administradoras de agua potable, dónde se necesitan que exista la intervención en un programa de capacitación en temas de fortalecimiento organizativo.

Tabla 14. *Comunidades, Juntas de Agua a capacitarse en fortalecimiento organizativo*

| N ^o | ACTOR | FUENTE | Q(l/s) ACTUAL 2016 | POBLACIÓN ABASTECIDA |
|----------------|--|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 | Comunidad Zuleta y la Magdalena | Vrt. Piucango | 4.73 | 4086.72 |
| 2 | Junta Administradora de Agua Potable Cochabamba | Qda. Turupamba 1 | 3.59 | 3101.76 |
| 3 | Comunidad Zuleta | Vrt. Serenia | 2.58 | 2229.12 |
| 4 | Junta de Aguas Angochagua | Vrt. Pogyo Zanja | 3 | 2160 |
| 5 | Junta de Aguas Suruscucho | Qda. Suruscucho | 3 | 1728 |
| 6 | Comunidad Zuleta | Vrt. Sin Nombre | 1.58 | 1365.12 |
| 7 | Junta de Agua Comunidad Perlamar de Yuracruz Alto/Junta de Agua Comunidad Yuracruz | Vrt. Corrales Viejos | 1.8 | 1036.8 |
| 8 | Lotización Diana Alicia | Vrt. Pacaycucho | 1.2 | 691.2 |
| 9 | Comunidad Guardiania de la Fe | Vrt. Sin Nombre | 0.8 | 460.8 |
| 10 | Simbaña Pedro y Otros | Vrt. Reventazón | 0.5 | 288 |

Fuente: Este estudio (2016)

En la tabla se visualiza que existe un número de 10 comunidades u organizaciones comunitarias, a las cuales deberá capacitarse de acuerdo a los temas propuestos en la tabla 13.

- **Prioridad dos**

En esta prioridad se encuentran las fuentes que se son administradas por la empresa municipal de agua potable de Ibarra, y se consideró esta segunda prioridad tomando en cuenta que EMAPA-I tiene una administración organizada en la prestación del servicio, pero existe una escasa protección, y usos de agua que no se encuentran legalizados por la Autoridad del Agua.

Tabla 15. Gobierno Autónomo Descentralizado y Comunidad

| N° | ACTOR | FUENTE | Q(l/s) ACTUAL 2016 | POBLACIÓN ABASTECIDA |
|----|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 | EMAPA Y Otra | Vrt. Guaragzapas | 130 | 77184 |
| 2 | EMAPA | Vrt. Yuyucocha | 78.5 | 45216 |
| 3 | EMAPA – I | Vrt. Santa Martha | 12 | 9792 |
| 4 | EMAPA- I y otra | Qda. Carbonería 1 | 4.3 | 2476.8 |
| 5 | EMAPA-I y otra | Qda. Carbonería 2 | 4.1 | 2361.6 |
| 6 | EMAPA-I | Qda. Cerro Imbabura 1 | 3.17 | 1825.92 |
| 7 | EMAPA (ZULETA) | Vrt. El Estanco | 2.10 | 1814.4 |
| 8 | EMAPA Otras Comunidades | Qda. Carbonería 3 | 3 | 1728 |
| 9 | EMAPA-I y Comunidad Abhra | Qda. Cerro Imbabura 2 | 3 | 1728 |
| 10 | EMAPA y otra | Qda. Sin Nombre | 2 | 1152 |
| 11 | EMAPA y Comunidad Angochagua | Vrt. Puñojaka | 1.58 | 1137.6 |
| 12 | EMAPA – I | Vrt. Cuchimbuela | 1.3 | 748.8 |

Fuente: Este estudio (2016)

En la prioridad dos se intervendrán a EMAPA-I y a otras comunidades en un número de 12 fuentes, a las cuales deberá capacitarse de acuerdo a los temas propuestos en la tabla 13.

- **Prioridad tres**

Se consideró a cuatro actores, dónde se les deberá direccionar para que realicen los trámites pertinentes, y logren legalizar el uso, o a su vez las aguas se viertan al Estado y lograr autorizar el uso de agua a otras comunidades que necesiten, ver tabla 16.

Tabla 16. Comunidades que utilizan la autorización de agua en otro uso

| N ° | ACTOR | FUENTE | Q (L/S) ACTUAL 2016 | OBSERVACIONES |
|-----|---|-----------------|------------------------|---|
| 1 | Junta de Agua Asociación Gonzalo Zaldumbide | Vrt. La Fabrica | 0.8 | Reforma, por que utiliza el agua en riego |
| 2 | Huertos Familiares | Vrt. Sin Nombre | 0 | Cancelar el uso porque ya no existe agua |
| 3 | Sector Trasquila y Cachipamba | Qda. Rosauco | 1.1 | Reforma, por que utiliza el agua en riego |
| 4 | Comunidad San José del Cacho y Otra | Qda. Rosas | 7.35 | Cancelar el uso y se vierte al Estado |

Fuente: Este estudio (2016)

4.4.1.5 Plan de Capacitaciones

Esta actividad es clave para priorizar las necesidades de capacitación en las comunidades, juntas, y Gobierno Autónomo Descentralizado, ya que en esta fase se incluirá lo siguiente:

- Realizar un acercamiento con los actores involucrados para acordar días y horas de visita con los dirigentes implicados en el sector agua, de acuerdo a las prioridades de la comunidad.
- Elaborar una ruta de capacitaciones con actores de acuerdo al orden de prioridad propuesta anteriormente.
- Desarrollar la temática de capacitaciones

4.4.1.6 Responsables

- De acuerdo a las competencias que le atribuyen la Constitución y la LORHUYA, le corresponde a la Autoridad Única del Agua fortalecer a las organizaciones comunitarias, emitir las personerías jurídicas, resoluciones de autorización de uso de agua y reglamentar las zonas de protección de fuentes de agua para su manejo.
- La Autoridad Ambiental, quien coordina con la Autoridad Única del Agua para emitir informes vinculantes de acuerdo al EX - SNAP para realizar la declaratoria de las fuentes de agua.
- Ministerio de Salud, quien se encuentra inmerso en la calidad de agua desde el sistema de agua potable hasta el lugar de consumo.
- Los Gobiernos Autónomos Descentralizados, quienes cumplirán coordinadamente actividades de colaboración y complementariedad entre los distintos niveles de gobierno y los sistemas comunitarios de conformidad a la Constitución y la ley, para la gestión integrada e integral del agua. Y,

- Los usuarios de las fuentes de agua de cumplir y hacer cumplir lo que estipula el estatuto y reglamento interno basado en el marco legal del Ecuador, para que exista una buena administración del agua y cuidado de las fuentes.

4.4.1.7 Duración y Costos

La duración del fortalecimiento está previsto para cada organización de acuerdo a la temática planteada; es decir que se necesita 16 horas de capacitación por cada actor, como se trata de 26 usuarios de agua o representantes se requiere 416 horas que equivalen a 52 días.

Esta capacitación se la puede considerar a corto plazo, siempre y cuando existan los medios y la logística necesaria para que se lleve a cabo, estimando un costo promedio por evento de 700 dólares de acuerdo a experiencias mantenidas en otros talleres con un máximo de 100 personas realizadas en la Demarcación Hidrográfica de Mira, dando un total de 18.200 dólares para fortalecer a 26 usuarios del agua.

4.4.2 Componente Económico

4.4.2.1 Problema del componente económico en los usuarios

Durante la visitas de campo se evidencia que los usuarios o representantes de las organizaciones comunitarias, no cuentan con un plan operativo anual sobre un sistema de tarifas por prestación de servicio de agua potable y por conservar los bienes que perciben de la naturaleza; y de igual forma los GAD no cuentan con un proyecto de pagos por servicios ambientales, tomando en cuenta que hasta la presente fecha lo único que pagan los consumidores es por el servicio que presta las Juntas de Agua y el GAD, ya que al momento existen 20 fuentes de agua que se encuentran sin protección, y con escasa cobertura vegetal.

4.4.2.2 Principales causas

Los usuarios desconocen del marco legal y las instituciones que tienen responsabilidades en establecer tarifas por uso del agua y de servicio del agua, donde se contempla un componente para conservación del dominio hídrico público con prioridad en fuentes de agua.

4.4.2.3 Acciones propuestas

La Autoridad Única del Agua por medio de la Agencia de Regulación y Control del Agua debe implementar un sistema tarifario de acuerdo a sus competencias, (Tabla17)

Tabla 17. *Acciones para implementar un sistema tarifario*

| ACCIÓN | ACTIVIDAD |
|--|---|
| Evaluar el sistema de agua potable | <ul style="list-style-type: none">• Cantidad de agua autorizada• Número de consumidores a beneficiarse• Número de medidores o acometidas que abastece el sistema (consumo humano, residencial, comercial, otros)• Ubicación de la fuente y trayecto del sistema• Identificar las necesidades del sistema de agua (Cambio de tubería, rompe presiones, acometidas, desinfección doméstica a través de la cloración, tanques, planta de tratamiento, protección de la fuente, obras de captación, etc.)• Mantenimiento y reparación del sistema de agua• Incorporar la protección y manejo de la fuente para garantizar suficiente recurso hídrico. |
| Implementar el costo tarifas para conseguir un uso eficiente del agua. | <ul style="list-style-type: none">• De acuerdo a la evaluación de la fuente y el sistema de agua se deberá determinar o se calculará la tarifa anual de acuerdo a las necesidades de acuerdo al consumo en metros cúbicos. |
| Sistema eficiente de recaudación que | Los usuarios o representantes de las |

| | |
|---|--|
| <p>facilitará el buen uso, la protección y conservación de las fuentes.</p> | <p>organizaciones comunitarias deben implementar un sistema de recaudación, dónde exista los libros contables, los pagos sean puntuales por parte de los consumidores, se emita las respectiva factura y se realice un informe económico semestralmente con el fin de que los consumidores adopten las necesidades y la fuente y el sistema se vuelvan sustentables y sostenibles.</p> |
|---|--|

4.4.2.4 Priorización de actividades

El grado de priorización es para las 19 fuentes de agua, ya que existe una administración tradicional, donde la comunidad y la asamblea fijan las tarifas por prestación del servicio al no existir una fijación de tarifa técnica basada en la realidad territorial.

4.4.2.6 Responsables

- Autoridad Única del Agua
- Agencia de Regulación y Control (ARCA)
- Gobierno Autónomo Descentralizado
- Usuarios
- Consumidores

4.4.2.7 Duración y Costos

La duración del sistema tarifario debe realizarse en cada organización de acuerdo a las acciones que deben implementarse, con el fin de que las fuentes de agua y el sistema de agua se vuelvan sustentables y sostenibles, partiendo de que el caudal ha disminuido en un 21.86 % y 20.22 % para el sector urbano y rural respectivamente.

El sistema tarifario debe realizarse a corto plazo, es decir un año, ya que se trata de 20 fuentes o sistemas de agua, las cuales deben ser coordinadas con las instituciones que tienen relación en el tema, y por experiencia laboral en similares actividades se deduce que se necesita 5 días

para evaluar la fuente y un sistema de agua potable dependiendo de la extensión del sistema; es decir, que se necesita 100 días laborables, con un costo referencial de USD 20.000, para los 20 sistemas.

4.4.3 Componente Técnico-Ambiental

4.4.3.1 Problemática del componente técnico-ambiental

De los resultados obtenidos en esta investigación se determina que las fuentes de agua no se encuentran protegidas en su mayor parte ocasionando contaminación animal, y se ubican en zonas con escasa cobertura vegetal, porque no existe una reglamentación para definir las áreas de protección tal como lo establece la Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua.

4.4.3.2 Principales causas

La Autoridad Única del Agua, los GAD y los usuarios del recurso no han implementado lo que estipula el marco legal respecto a protección de fuentes de agua, porque las fuentes se encuentran en propiedades privadas y los usuarios mantienen conflictos, en vista de que no pueden proteger sus fuentes y no existe una reglamentación para definir el área de protección.

4.4.3.3 Acciones propuestas

De acuerdo al marco legal, la Autoridad Única del Agua establecerá y reglamentará las zonas de áreas de protección hídrica en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional con el fin de establecer el procedimiento orientado a delimitar las áreas de protección hídrica declaradas de interés público y las áreas de influencia.

4.4.3.4. Plan de intervención

Una vez obtenido los resultados de las 26 fuentes de agua se propone lineamientos de intervención, partiendo de que el usuario no es el responsable directo del cuidado y manejo

de las fuentes de agua, ya que existe un marco legal vigente y las instituciones que tiene responsabilidades no han logrado plantear y ejecutar el procedimiento para delimitar las áreas de protección para el manejo y cuidado de los recursos hídricos.

A continuación se menciona las actividades que deben tomarse en cuenta para lograr que cada una de las fuentes sea protegida y manejada adecuadamente.

- **Inventario de fuentes de agua por unidad hidrográfica o microcuenca**

Una vez caracterizada las 26 fuentes de agua, se debe realizar un inventario de los usos de hecho o ilegales que no se encuentran debidamente autorizados por la Autoridad Única del Agua, los cuáles serán detectados en el momento de la verificación de las fuentes de agua, con el fin de conocer la disponibilidad hídrica de la microcuenca en estudio.

- **Identificación y delimitación de las fuentes de agua a proteger**

Se debe realizar una delimitación provisional del área a ser delimitada, que será de acuerdo a la zona de servidumbre que es de cinco metros, pudiendo variar en más o menos, por razones topográficas, hidrográficas a partir del punto de máxima crecida de la lámina de agua a cada lado de la orilla aguas arriba.

- **Delimitación del área de influencia de las fuentes de agua**

La delimitación del área de influencia de la fuente se la realizará a partir del punto delimitado como fuente de agua (5 m).

Para realizar la delimitación se debe obtener información básica del Modelo Digital del Terreno (MDT) de la cuenca, y mediante este modelo se deberá generar el mapa de dirección de flujo; con este mapa y el punto determinado como fuente de agua se obtendrá el área de la cuenca que drena hacia este punto, a la cual se le denominará área de influencia de la fuente de agua.

A continuación se detalla el procedimiento para la delimitación del área de influencia de las fuentes de agua:

- Crear el mapa de modelo digital del terreno de la unidad hidrográfica (nivel Pfastetter 5), en dónde se ubicarán los puntos a proteger, utilizando un MDT de 90 x 90 m.
- Crear el mapa de dirección de flujo a partir del MDT
- A partir del mapa de dirección de flujos y los puntos de captación, delimitar el área de influencia que drena hacia estos puntos

- **Intersección con las áreas protegidas**

Previo a la caracterización física del área de influencia, se deberá comprobar si existe solapamiento con las áreas gestionadas por el Ministerio del Ambiente con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

En caso de que exista solapamiento, estas zonas o territorios serán excluidos de las áreas de protección hídrica, debido a que poseen una figura de protección y conservación.

El certificado de intersección se lo puede obtener a través de la página web del MAE, Sistema Único de Información Ambiental.

- **Caracterización física del área de influencia**

Deberán conocer el estado del área y tomar las medidas oportunas para su protección; dónde se debe contener la siguiente información cartográfica, misma que se detalla a continuación.

Tenencia de la tierra

Se deberá elaborar el mapa de tenencia de tierras del área de influencia, el cual debe contener la delimitación de los terrenos de las fuentes de agua y el nombre de los titulares, la elaboración de este mapa debe realizarse en coordinación con los GADs, ya que la Autoridad única del Agua debe solicitar un informe técnico que comprende los mapas de áreas de protección prioritaria para conservar las fuentes de agua de acuerdo al último Plan de Ordenamiento Territorial y los mapas de tenencia disponibles .

Se deberá elaborar un mapa de propiedad de la tierra del área de influencia, para socializar con los propietarios del terreno, siempre y cuando se encuentren legalizados.

Mapa de riesgo potencial de degradación del suelo

Se obtiene del cruce del mapa de pendientes del terreno y el mapa de profundidad del suelo, que nos ayudará a conocer el riesgo de estos territorios en cuanto a la conservación de las cuencas hidrográficas de montaña y evitar la degradación del suelo de estos territorios.

Para esta clasificación se utilizará el método propuesto por la FAO en su “*Guía de conservación y Manual de campo para la ordenación y planificación de Cuencas hidrográficas*” como referencia, y se deberá adaptar a los lineamientos enfocados en la protección y manejo de las fuentes de agua.

Para la obtención del mapa de riesgo potencial de degradación del suelo, se deberá cruzar el mapa de pendientes del terreno y profundidad del suelo.

Para la pendiente del terreno y la pérdida del suelo según la profundidad se utilizará la siguiente clasificación de acuerdo a datos de la FAO, ver tabla 17 y 18.

Tabla 18. Riesgo de erosión según la pendiente

| PENDIENTE | | TIPO | RIESGO DE EROSIÓN |
|------------|----------------|------------------|-------------------|
| GRADOS (°) | PORCENTAJE (%) | | |
| <7 | <12 | PLANA A SUAVE | MUY BAJO |
| 7-15 | 12-27 | MODERADA | BAJO |
| 15-20 | 27-36 | FUERTE | MEDIO |
| 20-25 | 36-47 | MUY FUERTE | MEDIO ALTO |
| 25-30 | 47-58 | ACUSADA | ALTO |
| >30 | 58 | MUY ACUSADA | MUY ALTO |

Fuente: FAO

Tabla 19. Riesgo de pérdida de suelo según la profundidad

| PROFUNDIDAD | TIPO | RIESGO DE PÉRDIDA DE SUELO |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| <20 cm | MUY SOMEROS | MUY ALTOS |
| 20-50 cm | SOMEROS | MEDIO ALTO |
| 50-90 cm | MODERADAMENTE PROFUNDOS | MEDIO |
| >90 cm | PROFUNDOS | BAJO |

Fuente: FAO

Evaluación del uso de tierra para su priorización

Este mapa debe obtenerse del cruce de los mapas de riesgo potencial de degradación de tierras y del mapa de uso del suelo que deberá utilizar el mapa de uso de Ecuador (MAGAP).

El mapa que se empleará es el mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador Continental 2013-2014 elaborado por el MAGAP; ya que las definiciones del nivel II fueron generadas por el Ministerio del Ambiente como Bosque, Vegetación Arbustiva y Herbácea, tierra agropecuaria, dónde se determinará los distintos rangos de prioridad para la realización de actuaciones de sostenibilidad dentro del área de influencia.

Con todas estas herramientas, se definirá con exactitud cuánto es el área de protección de las fuentes de agua, y una vez que las organizaciones comunitarias, el GAD, obtengan el procedimiento para la declaratoria de protección de fuentes hídricas lograrán en conjunto proteger, conservar y proteger las fuentes de agua, donde iniciarán un proceso de recuperación de fuentes, cerramiento de las fuentes y sus captaciones, para evitar ingreso de agentes externos.

4.4.3.6 Responsables

- **Autoridad Única del Agua**

Es la autoridad encargada de ejercer la rectoría para la gestión integral de los recursos hídricos, y emite los instrumentos de gestión de las áreas de protección hídrica en coordinación con la Autoridad Ambiental.

- **Autoridad Nacional Ambiental**
 Autoridad encargada de ejercer la rectoría de la gestión ambiental garantizando una relación armónica entre los ejes económicos, social y ambiental que asegure el manejo sostenible de los recursos naturales y es quien actúa dentro del proceso de delimitación y establecimiento de las áreas de protección hídrica.

- **Agencia de Regulación Control del Agua (ARCA)**
 Es el que emite las regulaciones para dar cumplimiento a los lineamientos técnicos establecidos por la Autoridad del Agua, para proteger las zonas de protección hídrica.

- **Usuarios**
 Son las personas naturales o jurídicas que mantienen una autorización de uso de agua y son quienes pueden solicitar se priorice un área de protección hídrica.

- **Titulares y o poseionarios de terrenos**
 Son las personas que poseen el título de propiedad de sus tierras, dónde se pretende delimitar el área de protección hídrica y que podría ser afectado por las resoluciones que emita la Autoridad Única del Agua.

4.4.4.7 Duración y Costos

La duración para declarar como áreas de protección hídrica es a corto plazo, ya que el Estado por medio de la Autoridad Única del Agua, debe incorporar estos lineamientos de manera urgente ya que las 26 fuentes de agua han disminuido en los últimos 20 años.

Considerando un costo estimado de 2000 dólares por cada una de las fuentes dando un total de 40000 dólares para el manejo y protección de estas fuentes.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Del número total de 52 fuentes de agua autorizadas por el INERHI, CNRH y SENAGUA, 26 poseen un caudal superior a 1.0 l/s, las que se encuentran distribuidas en las parroquias urbanas y rurales de la microcuenca del Tahuando.
- La mayor cantidad de fuentes de agua se encuentran en el área de matorral y en otras áreas con el 61.54 % y 19.23 % respectivamente, y de acuerdo al mapa de cobertura vegetal 2016 existe el 50 % de fuentes de agua que se encuentran en la zona de vegetación arbustiva y herbácea, considerando al matorral inmerso en esta categoría, y existe un gran número de fuentes que carecen de protección, por lo que están siendo afectadas por contaminación de origen animal.
- Del 100 % de las fuentes de agua en estudio el 66.67 % abastecen al sector urbano con un caudal de 234.90 l/s y el 33,33 % al sector rural con un caudal de 42.22 l/s, ya que las fuentes que se ubican en sector rural abastecen al sector urbano y los caudales fueron medidos en el mes de marzo en el año 2016 en época de estiaje.
- De acuerdo a la tasa de crecimiento poblacional de las parroquias establecida para los años 2010-2025 es de 2.07 % y para los años 2025-2035 de 1.77 %, y se calcula que la población actual al año 2016 es de 167.302 y se incrementará para el año 2025 a 201.180 y para el año 2035 a 239.763 habitantes.
- Del cálculo de la oferta hídrica se determina que existe un caudal de 232.96 l/s para abastecer al sector urbano el cual beneficia a una población de 134.185; y para el sector rural la oferta hídrica es de 34.87 l/s que beneficia a una población de 30.128 habitantes

- La oferta hídrica actual de 267.83 l/s abastece a 164.312 habitantes, por lo que aproximadamente 3000 personas no dispondrían de este recurso. Ello se explica por la existencia de fuentes de agua no registradas o legalizadas.
- La oferta hídrica actual vs la demanda proyectada para los años 2025 y 2035 indica que existiría un déficit hídrico para el sector urbano y un superávit para el sector rural.
- Los lineamientos se propone con el fin de que se cumpla lo que estipula el Artículo 63 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, ya que el marco legal menciona sobre la protección y conservación de las fuentes, y es por ello que estos aspectos que se considera deben ser aplicados para iniciar el proceso de delimitación y determinación de áreas de protección hídrica a nivel de unidad hidrica.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar una recopilación de datos de las fuentes de agua para todos los usos en la microcuenca del Tahuando, con el fin de determinar en territorio o campo si varias de las autorizaciones de uso y aprovechamiento del agua que emitió la Autoridad Única del Agua son utilizadas para el uso indicado y en especial las de consumo humano.
- Que todas las Organizaciones Comunitarias y Gubernamentales, se encarguen del cuidado y protección de la captación de la fuente de agua para evitar la contaminación de origen animal y humana, ya que durante la investigación se evidenció que varias no presentan ningún tipo de protección.
- Tomar en cuenta las fuentes que se ubican en ciertos cantones, parroquias, con el fin de determinar cuáles son las que abastecen a otras localidades a pesar de que el sitio de captación se encuentra en otra jurisdicción.
- Debe analizarse todo el componente agua otorgado para diferentes usos por la Autoridad Única del Agua, con el fin de conocer la cantidad de recurso hídrico que existe y priorizar el consumo humano, tal como lo estipula la Constitución de la República del Ecuador.
- Realizar un inventario hídrico por unidad hidrográfica o microcuenca, con el fin de conocer las fuentes de agua que sirven de abastecimiento al sector urbano y rural, e identificar cuáles son las fuentes de agua que no se encuentran autorizadas para obtener una oferta hídrica real y lograr obtener el requerimiento hídrico.
- Que exista fortalecimiento organizativo permanente en organizaciones comunitarias, para que exista una mayor concientización en el buen uso y aprovechamiento del agua.
- Recomendar a la Autoridad Única del Agua por medio de la Subsecretaría de la Demarcación Hidrográfica de Mira, revisar las dotaciones establecidas para consumo

humano de acuerdo a la situación actual de la zona, con el fin optimizar el recurso hídrico.

- Los lineamientos que se proponen para el cuidado y protección de las fuentes de agua, deben de ser implementados mediante la delimitación y determinación del área de protección hídrica, con el fin de que la Autoridad Única del Agua inicie el proceso de declaratoria de estas áreas y los usuarios, consumidores, el GAD conjuntamente con la Autoridad Ambiental y la Autoridad Única del Agua, logren el manejo sustentable de las fuentes y los sistemas de agua potable se vuelvan sostenibles.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, I. (2007). “Las Cuencas y la gestión del riesgo a los desastres naturales en Guatemala”. Editorial: Serviprensa S.A. Guatemala.
- Andrade, A. (2004). Lineamientos para la aplicación del Enfoque Ecosistémico a la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Programa de las Naciones unidas para el medio Ambiente. Editorial PNUMA. México
- Astorga, Y. (2004). “Curso de Gestión integrada del recurso hídrico”. Maestría de manejo integrado de cuencas hidrográficas. Editorial CATIE. Costa Rica.
- Astorga, Y. (2013). Guía para la aplicación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) a nivel municipal. Editorial Central América. Honduras.
- Balairon, L. (2000). Gestión de Recursos Hídricos. Editorial Ediciones UPC. España.
- Beltrán K; Sierra R; Calles J; Velástegui A; Castro M; López M (2011). Estudio de Vulnerabilidad al Cambio Climático Subcuenca del Río Coca. Proyecto Cambio climático y Fortalecimiento a Gobiernos Locales. Eco Ciencia. Quito-Ecuador.
- Bifani, P. (1994). Desarrollo Sostenible hacia un nuevo enfoque educativo. II Congreso Andaluz de Educación Ambiental. Sevilla, Obtenido el 03 de Agosto del 2016, de www.magrama.gob.es
- Colom, E. (2003). “En busca de una gobernabilidad eficaz para el agua en Centroamérica.”. Una visión regional sobre desarrollo sostenible. Editorial UICN SUR. Ecuador.
- Conant, L. (2006). “Agua para vivir”. Fundación Hesperian. Estados Unidos. Obtenida el 22 de Enero del 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/>.

- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Editorial CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES. Ecuador.
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua y su reglamento. Ecuador (2014).
- Cotler, H. (2013). “Cuencas Hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión.” México. Obtenido el 27 de Enero del 2016, de www.researchgate.net.
- Cotler, H. y Caire, G. (2009). “Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México.” Instituto Nacional de Ecología. México. Obtenido el 2 de Febrero del 2016, de scholar.google.com/
- Dore, J.; Robinson J; Smith, M. (2011). Lograr acuerdos acerca del agua. Editorial. San José, Costa Rica.
- FAO, (1993). Monitoreo y Evaluación de logros en proyectos de ordenamiento de cuencas hidrográficas. Guía FAO-Conservación N° 24. Roma.
- Faustino, J. (2006). “Notas de clase para el curso identificación, evaluación y manejo de zonas de recarga hídrica. Editorial CATIE. El Salvador.
- Flores A; Lucero E; Duque M (1992). La cuenca hidrográfica como una unidad de análisis y planificación territorial. Obtenido el 29 de Septiembre del 2016, de http://telesecundaria.gob.mx/mesa_tecnica/files/Sistema-Cuenca_Hidrografica
- FODEPAL, (2004). Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas. Curso a Distancia. Obtenido el 04 de Septiembre del 2016, de portal.ustadistancia.edu.co
- GWP (2002). TAC N° 4. Teoría desarrollada sobre la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (definición, principios, herramientas para su implementación). Honduras.
- INEC, (2010). “Censo de Población y Vivienda” Instituto Nacional de Estadística y Censos. Quito-Ecuador.

- Internacional, (2016), Naturalezaycultura.org. Obtenido de la página <http://naturalezaycultura.org/spanish/htm/ecuador/areas-watersheds.htm> el 18 de Diciembre de 2016.
- Jiménez, F. (2002). “Manejo de Cuencas y Prevención de Desastres”. Curso Corto. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Nicaragua.
- Maass, J.M. y Cotler, H. (2007). “El protocolo para el manejo de ecosistemas en cuencas hidrográficas”. Editorial SEMARNAT, Mexico.
- Matus O; Faustino J; Jimenes Francisco. (2009). Guía para la Identificación Participativa de Zonas con Potencial de Recarga Hídrica. Editoria CATIE. Costa Rica:.
- Matus O; Faustino J; Jiménez F. (2009). Guía para la Identificación Participativa de Zonas con Potencial de Recarga Hídrica. Primera Edición. Editorial CATIE, Costa Rica.
- Medrano L; Adela M. (2008). La Regulación Internacional del Agua Dulce. Práctica Española. Prólogo Carlos Jiménez Piernas. Editorial Arazandi, S.A. España.
- Ministerio del Ambiente de España, (2001). Texto Refundido de la Ley de Aguas. BOE-A-2001-14276. España. Obtenido el 2 de Febrero del 2016, de www.boe.es.
- Morán C, Morales E (2011). Política Nacional del Agua de Guatemala y su Estrategia. Gabinete Específico del Agua. Editorial de la Cruz. Guatemala.
- Muñoz, F. (2007). “Manejo de Cuencas Hidrográficas Tropicales.” CCE-L. Ecuador. Obtenido el 7 de Febrero del 2016, de <http://dspace.utpl.edu.ec/>
- Ortega, D. (2007). Ley General de Aguas Nacionales N° 620 y Reglamento de Ley General de Aguas Nacionales Decreto N° 44-2010. Nicaragua. Obtenido el 7 de Febrero del 2016, de <http://www.ifrc.org>.
- Parra, O. (2009). “Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas”, Centro de Ciencias Ambientales, EULA-Chile. Obtenido 10 de Febrero del 2016, de <http://www.eula.cl/>

- Párraga N. (2011). Ordenanza Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Puerto Quito.
- Rodríguez, F. (2003). Procesos de Potabilización del Agua. Editorial Díaz de Santos, S.A. España.
- Saavedra, C. (2009). “El manejo, protección, y conservación de las fuentes de agua y recursos naturales-Guía del Capacitador”. La Paz – Bolivia. Primera Edición
- SENAGUA (2013). “Curso Nacional de facilitadores de procesos sociales de gestión social del agua y el ambiente en cuencas.” CURNAF - GSAAC. Pag. 5 Quito – Ecuador.
- SENAGUA, (2013). Políticas Públicas Sectoriales del Agua. Quito-Ecuador.
- SENAGUA, (2014). “Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural”. Quito-Ecuador.
- SENAGUA (2012). Manual técnico de procedimiento para la elaboración de informes técnicos de sustentación para las resoluciones de autorización del derecho de uso y aprovechamiento del agua. Quito.
- SENAGUA, (2016). “Banco Nacional de Autorizaciones de uso y Aprovechamiento del Agua” SDH-MIRA. Ecuador.
- Umaña, E. (2002). “Manejo de Cuencas Hidrográficas y Protección de Fuentes de Agua”. Obtenido el 12 de Febrero del 2016, de <http://www.academia.edu/>
- Valdés, M. (2010). Las áreas de protección del artículo 33 de la Ley Forestal: El caso de la Quebrada Los Negritos en el sector Montes de Oca. Costa Rica. Obtenido el 15 de Febrero del 2016, de <http://biblioteca.icap.ac.cr/>
- Vieira, M. (2002). “Protección y captación de pequeñas fuentes de agua”. Proyecto CENTA-FAO-HOLANDA. El Salvador. Obtenido el 15 de Febrero del 2016, de <http://www.fao.org/>

ANEXOS

Anexo I. Fuentes de agua de consumo humano en la microcuenca del Tahuando.

| N° | AUTORIZADO | PARROQUIA | FUENTE | CAUDAL(l/s) | AÑO DE AUT. | X (mE) | Y (mN) | Z(m.s.n.m) |
|----|---|------------|--|-------------|-------------|--------|----------|------------|
| 1 | COMUNIDAD ZULETA Y LA MAGDALENA | ANGOCHAGUA | VERTIENTE PIUCANGO | 1.81 | 1996 | 827105 | 10023242 | 3100 |
| 2 | COMUNIDAD ZULETA | ANGOCHAGUA | VERTIENTE EL ESTANCO | 0.20 | 1994 | 821419 | 10025946 | 3362 |
| 3 | EMAPA-I Y OTRO | ANGOCHAGUA | RIO CARIACU - QUEBRADA CHILCA | 11,50 | 1995 | 829759 | 10025406 | 3625 |
| 4 | CHUROCHUMBE LUIS ENRIQUE | ANGOCHAGUA | VERTIENTE GUAMBAQUI | 0.03 | 1997 | 824550 | 10029500 | 2670 |
| 5 | QUITO JOSÉ OSWALDO Y OTROS | ANGOCHAGUA | VERTIENTE SANTIAGO BAJO | 0.50 | 1997 | 825048 | 10026013 | 2790 |
| 6 | COMUNIDAD EL CHILCO | ANGOCHAGUA | VERTIENTE CHUPA CORRAL | 1.00 | 1997 | 829300 | 10025900 | 3400 |
| 7 | COMUNIDAD INGATOLA | ANGOCHAGUA | VERTIENTE YACUHUAYCU | 1.00 | 1999 | 821600 | 10019800 | 2880 |
| 8 | JAAP. POTABLE SAN JUAN DE INGATOLA | ANGOCHAGUA | VERTIENTE SURUHUAYCU NO. 1 Y 2 | 0.60 | 2005 | 821179 | 10019100 | 3150 |
| 9 | COMUNIDAD SAN JOSÉ DEL CACHO Y OTRA | ANGOCHAGUA | QUEBRADA DE ROSAS ANGOCHAGUA | 2.00 | 2006 | 823507 | 10030092 | 2630 |
| 10 | ASO. DE TRABAJADORES AUTO. 28 DE OCTUBRE | ANGOCHAGUA | RIO TAHUANDO | 0.50 | 2008 | 824187 | 10027785 | 2692 |
| 11 | FLORES VÍCTOR | ANGOCHAGUA | VERTIENTE VALENTÍN LOMA | 0.20 | 1978 | 823388 | 10029949 | 2912 |
| 12 | EMPRESA ZULETA Y ANEXAS COMPAÑÍA LIMITADA | ANGOCHAGUA | ACEQUIA QUEBRADA SAN PEDRO | 0.20 | 2005 | 826500 | 10024510 | 3100 |
| 13 | JAAP. DE AGUA POTABLE COCHAS LA MERCED | ANGOCHAGUA | VERTIENTE SIN NOMBRE- CERRO RODEOCUNGA | 1.30 | 2013 | 819055 | 10018413 | 3625 |
| 14 | EMAPA (ZULETA) | ANGOCHAGUA | VERTIENTE EL ESTANCO Y OTRAS | 6.60 | 1988 | 827000 | 10025050 | 3300 |
| 15 | ASC. TRABAJADORES AUT. STA. ROSA DE LA MERCED | ANGOCHAGUA | VERTNTE TURUPAMBA | 1.00 | 1986 | 820124 | 10018699 | 3503 |
| 16 | COMUNIDAD RUMIPAMBA | ANGOCHAGUA | VERTIENTE SANTA MARTHA | 6.00 | 1990 | 826000 | 10025700 | 2840 |
| 17 | COMUNIDAD LA MAGDALENA | ANGOCHAGUA | VERTIENTE SANTA MARTHA | 2.00 | 1991 | 826700 | 10025300 | 3130 |
| 18 | COMUNIDAD ZULETA | ANGOCHAGUA | VERTIENTE SIN NOMBRE | 3.00 | 1993 | 826400 | 10020500 | 3200 |

| | | | | | | | | |
|----|---|-------------|-----------------------------------|-------|------|--------|----------|------|
| 19 | EMAPA I | ANGOCHAGUA | QUEBRADA SANTA MARTHA Y OTRAS | 10.00 | 1995 | 827166 | 10027977 | 3430 |
| 20 | EMAPA - I | ANGOCHAGUA | VERTIENTE CUCHIMBUOLA | 2.00 | 1994 | 829425 | 10025486 | 3600 |
| 21 | EMAPA - COMUNIDAD ANGOCHAGUA Y OTRAS | ANGOCHAGUA | QUEBRADA PUÑOJACA | 5.00 | 1995 | 829859 | 10023058 | 3600 |
| 22 | EMAPA - JUNTA DE AGUA ANGOCHAGUA | ANGOCHAGUA | VERTIENTE POGYO ZANJA Y OTRAS | 5.00 | 1995 | 827832 | 10026148 | 3425 |
| 23 | JUNTA DE AGUA TEJAR - LOMA ALTO DE REYES | EL SAGRARIO | VERTIENTE YURACRUCITO | 0.40 | 1985 | 824578 | 10038451 | 2820 |
| 24 | JAAP. GONZALO ZALDUMBIDE | EL SAGRARIO | VERTIENTE LA FABRICA | 13.01 | 2004 | 827800 | 10038500 | 3100 |
| 25 | EMPRESA INGENIO AZUCARERO DEL NORTE | EL SAGRARIO | RIO TAHUANDO | 0.50 | 2003 | 821250 | 10042080 | 2150 |
| 26 | EMAPA-I | EL SAGRARIO | VERTIENTE LA CARBONERÍA 3 | 3.20 | 2008 | 829300 | 10032040 | 3580 |
| 27 | EMAPA- I | EL SAGRARIO | VERTIENTE LA CARBONERÍA 2 | 7.60 | 2007 | 829400 | 10031800 | 3590 |
| 28 | QUILUMBA YÁNEZ SEGUNDO MANUEL | EL SAGRARIO | VERTIENTE EL POGYO | 0.05 | 2008 | 829102 | 10042000 | 2918 |
| 29 | LOTIZACIÓN DIANA ALICIA | EL SAGRARIO | VERTIENTE PACAYCUCHO | 2.00 | 2009 | 825218 | 10040015 | 2514 |
| 30 | BARRIO ALTO DE REYES Y OTROS | EL SAGRARIO | VERTIENTE SIN NOMBRE | 0.40 | 1973 | 821952 | 10041199 | 2271 |
| 31 | COMUNIDAD POGYOCUNGA CHILCAPAMBA | EL SAGRARIO | ACEQUIA CARBONERIA | 3.00 | 1993 | 827300 | 10037200 | 3460 |
| 32 | SECTOR TRASQUILA Y CACHIPAMBA | EL SAGRARIO | ACEQUIA QUEBRADA ROSAUCO | 2.00 | 1986 | 826544 | 10036892 | 1899 |
| 33 | EMAPA | EL SAGRARIO | QUEBRADA SIN NOMBRE | 5.00 | 1986 | 826970 | 10032990 | 3100 |
| 34 | EMAPA | EL SAGRARIO | ACEQUIA QUEBRADA LA CARBONERIA | 8.00 | 1987 | 826200 | 10034300 | 2950 |
| 35 | HUERTOS FAMILIARES | EL SAGRARIO | VERTIENTE SIN NOMBRE | 2.10 | 1989 | 817754 | 10038648 | 2182 |
| 36 | BARRIO EL MILAGRO CANANVALLE | EL SAGRARIO | VERTIENTE SIN NOMBRE | 0.10 | 1989 | 818776 | 10039103 | 2170 |
| 37 | TAPIA SANTOS JORGE GONZALO Y OTRO | EL SAGRARIO | VERTIENTE SIN NOMBRE | 0.64 | 1992 | 817400 | 10040100 | 2100 |

| | | | | | | | | |
|----|---|---------------|-------------------------------|-------|------|--------|----------|------|
| 38 | VALENZUELA FAUSTO Y OTRA | EL SAGRARIO | VERTIENTE EL PANTANAL | 0.80 | 1994 | 826500 | 10038800 | 3600 |
| 39 | JAAP. LA CARBONERIA - ROSAUCO Y ZAPALLO | EL SAGRARIO | VERTIENTE MISHQUI YACU | 1.00 | 1994 | 826297 | 10038183 | 2950 |
| 40 | COMUNIDAD TEJAR LOMA, PIMAN Y OTRAS | EL SAGRARIO | QUEBRADA LA CARBONERIA | 7.95 | 1979 | 829531 | 10031605 | 3586 |
| 41 | COMUNIDAD ALOBURO | EL SAGRARIO | ACEQUIA ROSAUCO Y ZAPALLO | 2.00 | 1979 | 826198 | 10037911 | 3046 |
| 42 | JAAP. YURACRUZ Y OTRA | EL SAGRARIO | VERTIENTE CORRALES VIEJOS | 7.00 | 2004 | 827422 | 10035488 | 3250 |
| 43 | COMUNIDAD SAN CLEMENTE | LA ESPERANZA | QUEBRADA LA TOMA | 0.80 | 1973 | 815894 | 10028874 | 3734 |
| 44 | EMAPA-I | LA ESPERANZA | VERTIENTE CERRO IMBABURA No 1 | 3.00 | 2004 | 815680 | 10028880 | 3720 |
| 45 | EMAPA-I | LA ESPERANZA | VERTIENTE CERRO IMBABURA No 2 | 2.00 | 2004 | 816580 | 10029040 | 3560 |
| 46 | COMUNIDAD GUARDIANA DE LA FE | SAN FRANCISCO | VERTIENTE SIN NOMBRE | 2.00 | 1999 | 823450 | 10037450 | 2400 |
| 47 | BARRIOS MALVINAS ROSA ALTA Y BAJA | SAN FRANCISCO | VERTIENTE PISTACUCHO | 1.00 | 2004 | 823580 | 10036980 | 2360 |
| 48 | MADERA MIRIAN SUSANA Y OTROS | SAN FRANCISCO | VERTIENTE PITASCUCHO | 0.74 | 2004 | 824277 | 10036112 | 2395 |
| 49 | MADERA MIRIAN SUSANA | SAN FRANCISCO | VERTIENTE PITASCUCHO | 0.74 | 1974 | 824277 | 10036112 | 2395 |
| 50 | SIMBAÑA PEDRO Y OTROS | SAN FRANCISCO | VERTIENTE LA REVENTAZÓN | 1.10 | 1991 | 819200 | 10036800 | 2235 |
| 51 | EMAPA | SAN FRANCISCO | VERTIENTE YUYUCOCHA Y OTRO | 88.80 | 1989 | 819674 | 10036951 | 2235 |

Fuente: Datos obtenidos del Banco Nacional de Autorizaciones de Uso y Aprovechamientos del Agua, de la Demarcación Hidrográfica de Mira-SENAGUA, 2016

Anexo 2. Ficha Técnica del Diagnostico actual de la Fuente Hídrica

| FICHA TÉCNICA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO TAHUANDO | | | |
|--|---|--|--|
| Fuente: | <input style="width: 95%;" type="text"/> | Ficha N° | <input style="width: 95%;" type="text"/> |
| Actor: | <input style="width: 95%;" type="text"/> | Parroquia: | <input style="width: 95%;" type="text"/> |
| Sector: | <input style="width: 95%;" type="text"/> | Teléfono: | <input style="width: 95%;" type="text"/> |
| Flias Beneficiadas | <input style="width: 95%;" type="text"/> | T.Consumidores: | <input style="width: 95%;" type="text"/> |
| Ubicación Geográfica Datun WGS84 Zona 17 Sur | | | |
| X: | <input style="width: 95%;" type="text"/> mE | Y: | <input style="width: 95%;" type="text"/> mN |
| | | Z: | <input style="width: 95%;" type="text"/> m.s.n.m |
| Tipo de Vegetación: | | Croquis | |
| 1.- Pastizal/Cultivo | <input style="width: 95%;" type="text"/> | <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div> | |
| 2.- Matorral | | | |
| 3.- Bosque | | | |
| 4.- Plantación | | | |
| Perímetro del Espej | <input style="width: 95%;" type="text"/> | | |
| Prondidad | <input style="width: 95%;" type="text"/> | | |
| Caudal | <input style="width: 95%;" type="text"/> | | |
| Método de Medición | Datos de Medición | | |
| Volumétrico | <input style="width: 95%;" type="text"/> | <div style="border: 1px solid black; height: 80px; width: 100%;"></div> | |
| Flotador | <input style="width: 95%;" type="text"/> | | |
| Vertedero | <input style="width: 95%;" type="text"/> | | |
| Molinete | <input style="width: 95%;" type="text"/> | | |
| Otros | <input style="width: 95%;" type="text"/> | | |
| Observaciones: | | | |
| | | | |

Anexo 3. Estado actual de las fuentes de agua de consumo humano

| N° | PROC ESO | AUTORIZACIÓN | FUENTE | X (mE) | Y (mN) | Z (m.s.n.m) | Q (l/s) HIS. | Q (l/s) ACT. | ABASTEC IMIENTO | TIPO DE VEGETACIÓN | OBS. |
|----|-------------|--|---------------------------|-----------|----------|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------------|------------------|
| 1 | 448* | JUNTA DE AGUA ASOCIACIÓN GONZALO ZALDUMBIDE | VERTIENTE LA FABRICA | 826201 | 10038850 | 3102 | 13.01 | 0.8 | URBANO | SIN VEGETACIÓN | RIEGO |
| 2 | 555* | JUNTA DE AGUA COMUNIDAD PERLAMAR DE YURACRUZ ALTO/JUNTA DE AGUA COMUNIDAD YURACRUZ | VERTIENTE CORRALES VIEJOS | 827422 | 10035488 | 3250 | 2.00 | 1.8 | URBANO | PAJONAL | NINGUNA |
| 3 | 644* | EMAPA-I | QUEBRADA CARBONERÍA 2 | 829339 | 10031634 | 3574 | 6.20 | 4.1 | URBANO | BOSQUE NATIVO | NINGUNA |
| 4 | 645* | EMAPA- I | QUEBRADA CARBONERÍA 1 | 829270 | 10031225 | 3590 | 15.60 | 4.3 | URBANO | BOSQUE NATIVO | NINGUNA |
| 5 | 967* | LOTIZACIÓN DIANA ALICIA | VERTIENTE PACAYCUCHO | 825218 | 10040015 | 2514 | 2.00 | 1.2 | URBANO | MATORRAL | NINGUNA |
| 6 | 2430* | EMAPA | QUEBRADA SIN NOMBRE | 826970 | 10032990 | 3100 | 5.00 | 2.0 | URBANO | MATORRAL | NINGUNA |
| 7 | 2607* | HUERTOS FAMILIARES | VERTIENTE SIN NOMBRE | 817754 | 10038648 | 2182 | 2.10 | 0.0 | URBANO | SIN VEGETACIÓN | DESAPAREC IDA |
| 8 | 391* (1) | COMUNIDAD YURACRUCITO/TEJAR LOMA/PIMAN/PARCELEROS DE PIÑAN Y HEREDEROS/COMUNIDAD ALTO REYES | QUEBRADA LA CARBONERIA 3 | 829313 | 10031872 | 3586 | 7.95 | 3.0 | URBANO | BOSQUE NATIVO | NINGUNA |
| 9 | 306* | COMUNIDAD GUARDIANA DE LA FE | VERTIENTE SIN NOMBRE | 823450 | 10037450 | 2400 | 2.00 | 0.8 | URBANO | SIN | NINGUNA |

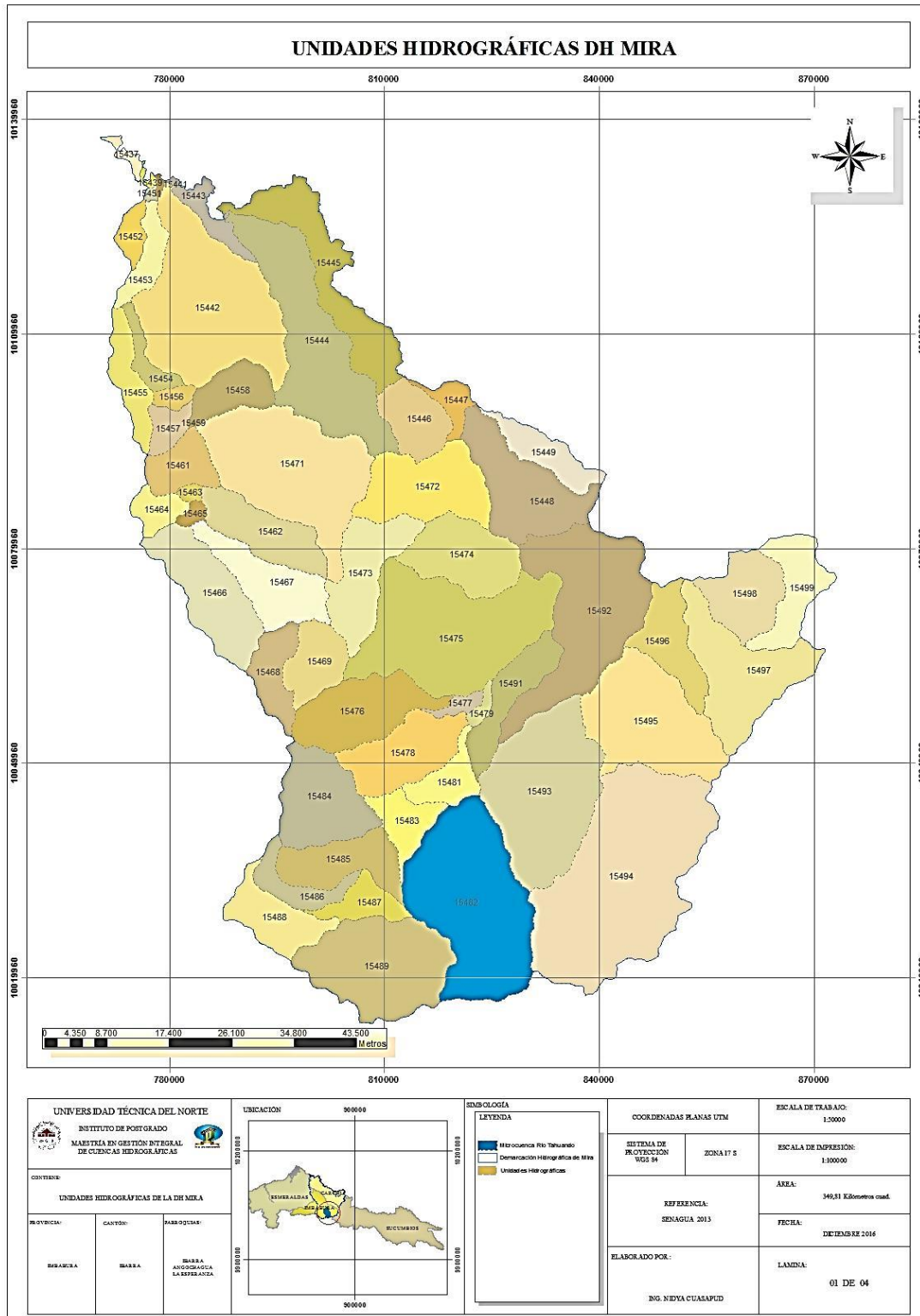
| | | | | | | | | | | VEGETACIÓN | |
|----|--------|---|----------------------------|--------|----------|------|--------|-------|--------|----------------|------------|
| 10 | 1555* | SIMBAÑA PEDRO Y OTROS | VERTIENTE LA REVENTAZÓN | 819200 | 10036800 | 2235 | 1.10 | 0.5 | URBANO | SIN VEGETACIÓN | NINGUNA |
| 11 | 2807 * | EMAPA | VERTIENTE YUYUCOCHA Y OTRO | 819508 | 10036654 | 2235 | 88.80 | 78.5 | URBANO | SIN VEGETACIÓN | ES UN POZO |
| 12 | 650 * | JUNTA DE AGUAS SURUSUCUCHO | QUEBRADA SURUSUCUCHO | 829429 | 10034619 | 3112 | 3.50 | 3.0 | URBANO | MATORRAL | NINGUNA |
| 13 | 2301 * | SECTOR TRASQUILA Y CACHIPAMBA | QUEBRADA ROSAUCO | 826593 | 10037534 | 1899 | 2.00 | 1.1 | URBANO | MATORRAL | RIEGO |
| 14 | 2963 * | EMAPA – I | VERTIENTE SANTA MARTHA | 826000 | 10025700 | 3280 | 18.00 | 12.00 | URBANO | MATORRAL | SIN CERCAR |
| 15 | 1597 * | JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE COCHAS LA MERCED | QDA. TURUPAMBA 1 | 819061 | 10018414 | 3627 | 1.30 | 3.59 | RURAL | MATORRAL | NINGUNA |
| 16 | 831 * | COMUNIDAD SAN JOSÉ DEL CACHO Y OTRA | QUEBRADA DE ROSAS | 823271 | 10029708 | 2608 | 2.00 | 7.35 | RURAL | MATORRAL | SIN CERCAR |
| 17 | 3442 * | EMAPA – I | VERTIENTE CUCHIMBUELA | 829500 | 10025225 | 3615 | 2.00 | 1.30 | URBANO | MATORRAL | SIN CERCAR |
| 18 | 634 * | EMAPA-I | QDA. CERRO IMBABURA No 2 | 815605 | 10028542 | 3736 | 2.00 | 3.00 | URBANO | MATORRAL | SIN CERCAR |
| 19 | 633 * | EMAPA-I | QDA. CERRO IMBABURA No 1 | 815047 | 10028592 | 3833 | 3.00 | 3.17 | URBANO | MATORRAL | SIN CERCAR |
| 20 | 2 * | COMUNIDAD ZULETA | VERTIENTE SERENIA | 823484 | 10021735 | 2900 | 2.00 | 2.58 | RURAL | MATORRAL | SIN CERCAR |
| 21 | 3 * | COMUNIDAD ZULETA Y LA MAGDALENA | VERTIENTE PIUCANGO | 827105 | 10023242 | 3100 | 1.81 | 4.73 | RURAL | BOSQUE NATIVO | SIN CERCAR |
| 22 | 53 * | JUNTA DE AGUA ACEQUIA | VERTIENTE GUARAGZAPAS | 829759 | 10025406 | 3625 | 158.00 | 7.00 | 90 % | MATORRAL | SIN CERCAR |

| | | | | | | | | | | | |
|----|--------|--------------------------------------|-------------------------------|--------|----------|------|------|------|--------------------------|----------|------------|
| | | QUEBRADA CARIACU; EMAPA Y OTRO | | | | | | | URBANO Y 10 % RURAL | | |
| 23 | 2280* | EMAPA (ZULETA) | VERTIENTE EL ESTANCO Y OTRAS | 827000 | 10025050 | 3300 | 6.60 | 2.10 | RURAL | MATORRAL | SIN CERCAR |
| 24 | 3301 * | COMUNIDAD ZULETA | VERTIENTE SIN NOMBRE | 826400 | 10020500 | 3200 | 3.00 | 1.58 | RURAL | MATORRAL | SIN CERCAR |
| 25 | 3448 * | EMAPA - COMUNIDAD ANGOCHAGUA Y OTRAS | VERTIENTE PUÑOJAKA | 829859 | 10023058 | 3600 | 5.00 | 1.57 | 50 % RURAL Y 50 % URBANO | MATORRAL | SIN CERCAR |
| 26 | 3449 * | EMAPA - JUNTA DE AGUAS ANGOCHAGUA | VERTIENTE POGYO ZANJA Y OTRAS | 825854 | 10026036 | 3420 | 5.00 | 3.00 | 50 % RURAL Y 50 % URBANO | MATORRAL | SIN CERCAR |

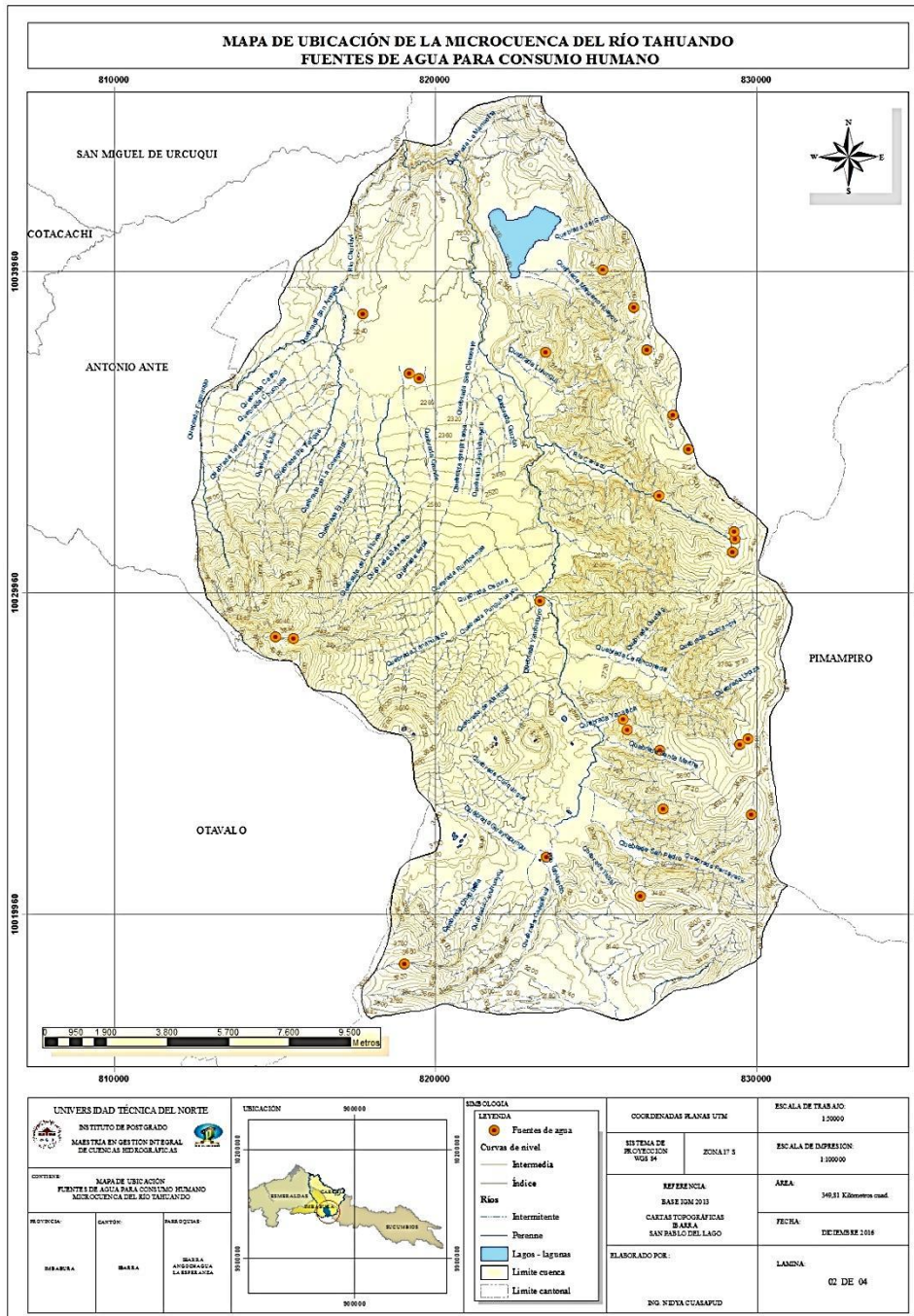
Fuente: * Subsecretaría de la Demarcación Hidrográfica de Mira-SENAGUA 2016

Este estudio (2016) obtenidos en base a datos recopilados a partir de la Base de datos de la Demarcación Hidrográfica de Mira-SENAGUA

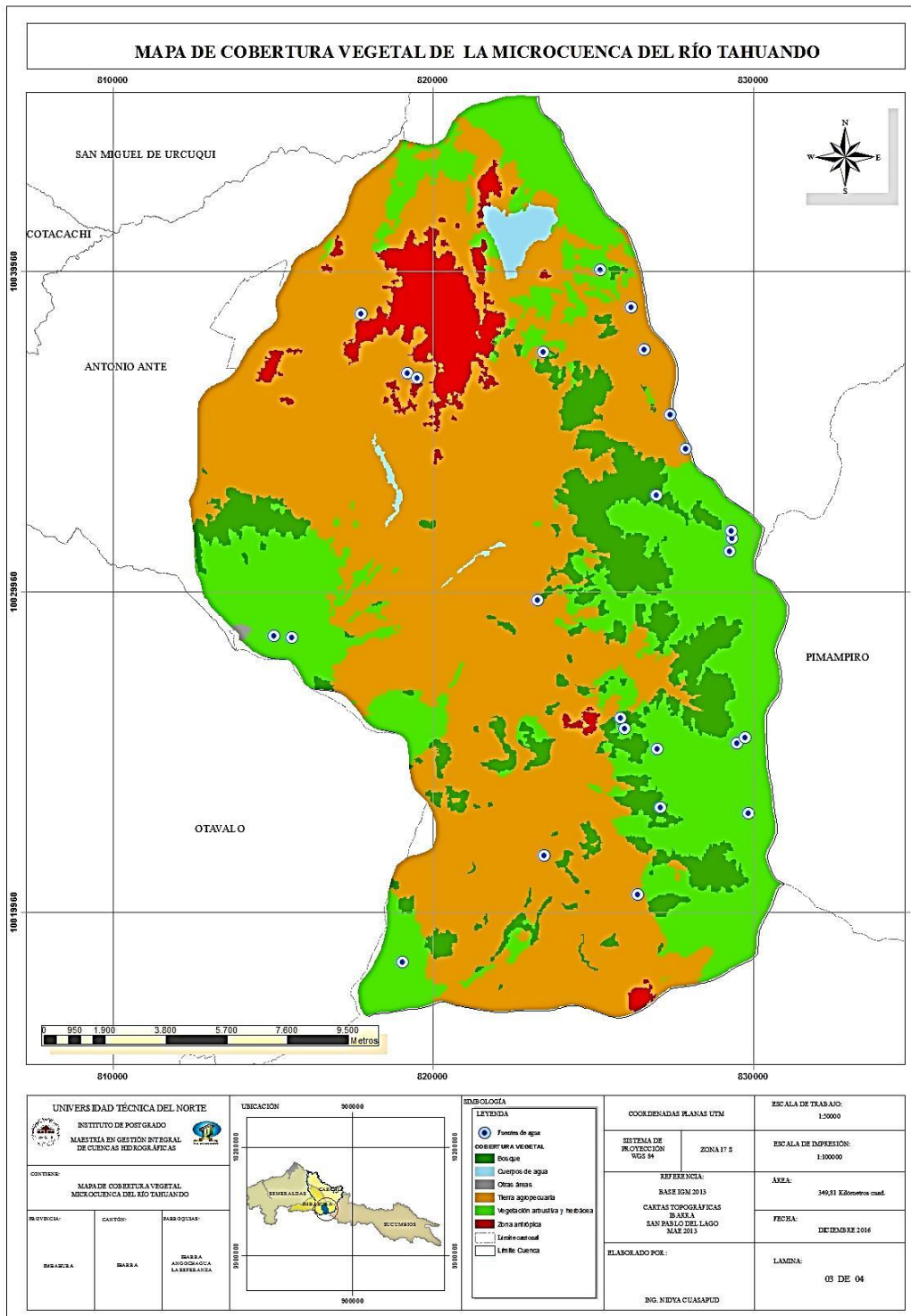
Anexo 4. Mapa Unidades Hidrográficas de la Cuenca del Río Mira



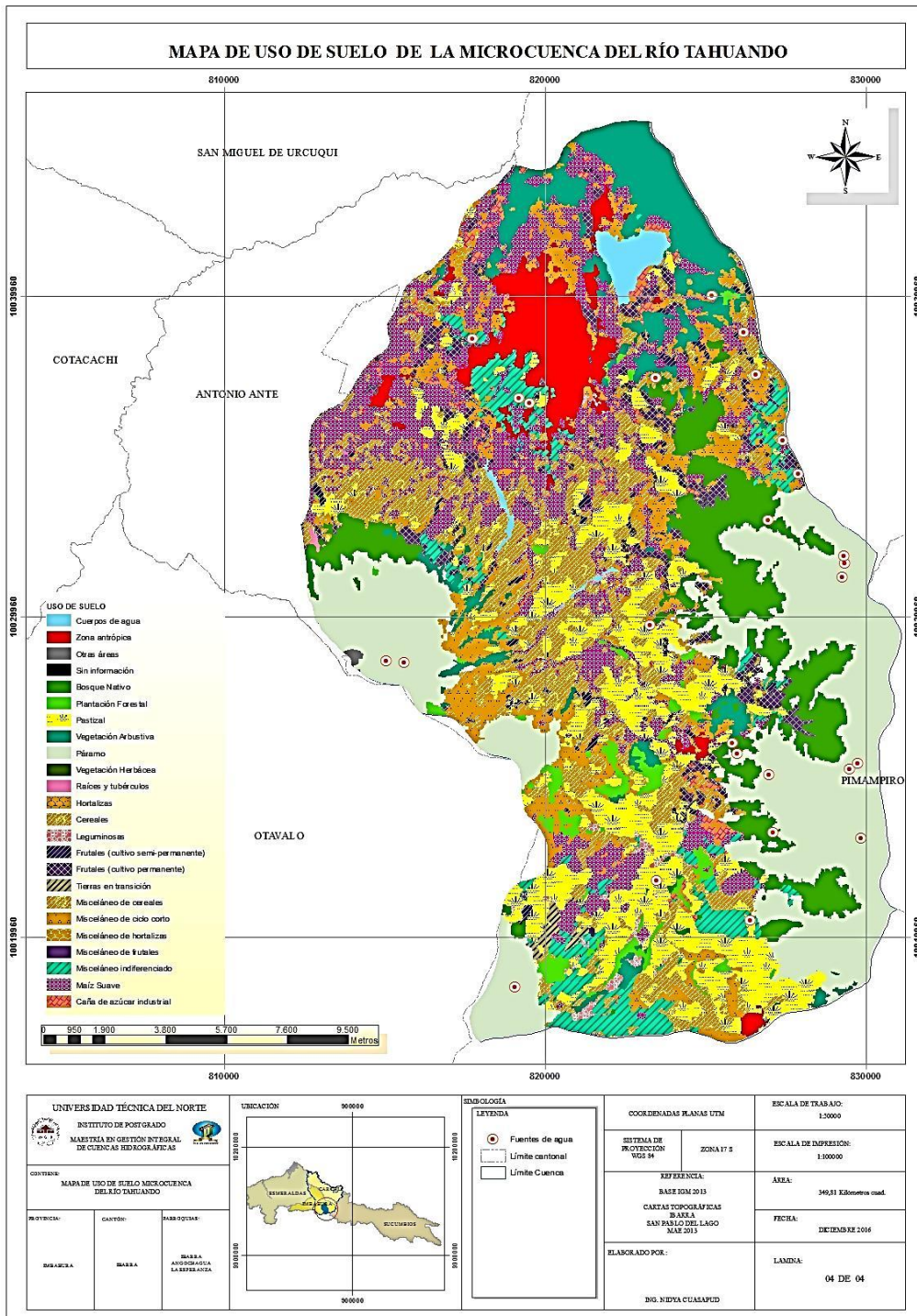
Anexo 5. Mapa de delimitación y georeferenciación de fuentes de agua en la microcuenca del Tahuando



Anexo 6. Mapa de Cobertura Vegetal



Anexo 7. Mapa de uso actual del suelo



Anexo 8. Imágenes de la investigación que se realizó en la microcuenca del Tahuando



