



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES**  
**RENOVABLES.**

“MODELO DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DEL SISTEMA DE  
AGUA DE CONSUMO HUMANO EN PALO BLANCO, CARCHI”

Trabajo de Titulación previa a la obtención del Título de Ingeniero en Recursos  
Naturales Renovables.

AUTOR

Juan Santiago Guerra Trujillo

DIRECTOR:

Biol. Jorge Renato Oquendo Andino, MSc.

Ibarra – Ecuador

2020



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES**  
**RENOVABLES**

**“MODELO DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DEL SISTEMA DE**  
**AGUA DE CONSUMO HUMANO EN PALO BLANCO; CARCHI.”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su  
presentación como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

APROBADO:

Biól. Renato Oquendo. MSc.  
**DIRECTOR**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. Gabriel Jácome. MSc  
**ASESOR**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. Oscar Rosales. MSc.  
**ASESOR**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ibarra – Ecuador

Febrero – 2020



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1000308592-3		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Guerra Trujillo Juan Santiago		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Barrio San Francisco de Azaya Pasaje 18 y Calle D		
<b>EMAIL:</b>	Jsantiago_t@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	06 254610	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0999884783

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	<b>MODELO DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN PALO BLANCO; CARCHI</b>
<b>AUTOR (ES):</b>	Guerra Trujillo Juan Santiago
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	13 /o2/2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ing. Recursos Naturales Renovables.
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Biól. Renato Oquendo. MSc.

## **2. CONSTANCIAS**

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de febrero de 2020

### **EL AUTOR:**

.....

Guerra Trujillo Juan Santiago

C.C: 100308592-3

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR**

Ibarra, 14 de febrero del 2020

Biol. Jorge Renato Oquendo Andino. MSc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**CERTIFICA:**

Haber revisado el presente informe final del trabajo de titulación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo a su presentación para los fines legales pertinentes.

.....  
Biol. Jorge Renato Oquendo Andino. MSc.

CI: 1711401834

## **REGISTRO BIBLIOGRÁFICO**

**Guía:** FICAYA - UTN

**Fecha:** 14 de febrero de 2020

**JUAN SANTIAGO GUERRA TRUJILLO**

**MODELO DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN PALO BLANCO; CARCHI**

**TRABAJO DE GRADO**

Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte.  
Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, 14 de febrero de 2020.

**DIRECTOR:** Biol. Jorge Renato Oquendo Andino. MSc.

El objeto de la presente investigación fue elaborar un modelo de gestión del recurso hídrico del sistema de agua de consumo humano en Palo Blanco; Carchi

Ibarra, 14 de febrero de 2020

**AUTOR**

**JUAN SANTIAGO GUERRA TRUJILLO**

**DIRECTOR**

**Biol. JORGE RENATO OQUENDO ANDINO. MSc.**

## **AGRADECIMIENTO**

*Me permito hacer un agradecimiento a Dios por darme la fortaleza para seguir adelante en esta etapa de mi vida, a la Universidad Técnica del Norte por permitir mi formación en esta casa de estudios, de forma especial a la Ing. Mónica León por su apoyo para lograr culminar mi trabajo de estudios, al Biólogo Renato Oquendo quién de forma muy acertada dirigió el trabajo de investigación, a los Ingenieros Oscar Rosales y Gabriel Jácome por sus valiosos aportes al presente trabajo, y demás profesionales que me han brindado su amistad y conocimiento.*

*Expreso un profundo agradecimiento a los compañeros y dirigentes de la comunidad Palo Blanco, especialmente a Nelson Villota, Teresa Trujillo, Pedro Villota, Oscar Erazo, Alfonso Bernardo, Rigoberto Quilca, Hugo Villota, quienes han proporcionado las facilidades necesarias para que se desarrolle el presente trabajo. Al Gobierno Provincial del Carchi y al Municipio de Espejo quienes facilitaron sus laboratorios para el análisis de agua, al MAG anteriormente MAGAP, por facilitar la información necesaria, al IEDECA y Municipio de Mira por la intervención en el sistema de agua potable.*

*Sobre todo quiero dar gracias a mi madre Zoilita Trujillo por brindarme su apoyo fundamental durante toda mi formación, a mi Padre José Villota, a mis hermanos Tamara, Zoilita, Pavel y Soledad, quienes siempre estuvieron prestos a ayudarme, a mis esposa Carmita Quenán y mis hijos Santiago y Emily quienes constituyeron el puntal principal para culminar mi carrera.*

**Juan Santiago Guerra Trujillo**

## **DEDICATORIA**

*A mis hijos:*

*Santiago y Emily,*

*Fuente de mi inspiración, quienes me proporcionan mi mayor fortaleza y alegría.*

***Juan Santiago Guerra Trujillo***

## ÍNDICE

### Contenido

INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I .....	3
INTRODUCCIÓN .....	3
1.1. Revisión de antecedentes.....	3
1.2. Problema de investigación y justificación.....	4
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1.Objetivo general .....	5
1.3.2.Objetivos específicos .....	5
1.4. Pregunta directriz.....	6
CAPÍTULO II.....	7
REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1. Enfoque de la gestión integrada de recursos hídricos.....	7
2.2. Cuenca hidrográfica .....	8
2.3. El agua potable en el sector rural .....	9
2.4. Sistema de agua potable .....	9
2.5. Calidad de agua para consumo humano .....	11
2.7. Administración y operación de los sistemas de agua potable comunitarios...14	
2.8. Marco Legal .....	15
CAPÍTULO III .....	17
METODOLOGÍA .....	17
3.1. Descripción del área de estudio .....	17
3.2. Métodos aplicados para la caracterización del sistema de agua potable .....	18

3.2.1. Caracterización física del área de estudio .....	18
3.2.2. Caracterización del clima .....	24
3.2.3. Caracterización geológica .....	26
3.2.4. Caracterización del sistema de agua potable .....	27
3.2.5. Identificación de conflictos ambientales .....	29
3.3. Métodos aplicados para evaluar la oferta y demanda del agua de consumo humano .....	30
3.3.1. Análisis de oferta y demanda.....	30
3.4. Métodos aplicados para el diseño del modelo de gestión del recurso hídrico	33
3.4.1. Diseño del modelo de gestión.....	33
3.5. Materiales y equipos .....	37
CAPÍTULO IV .....	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1. Parámetros físicos del área de estudio .....	38
4.2. Clima de la zona de estudio .....	40
4.3. Geología de la zona de estudio .....	43
4.4. Caracterización del sistema de agua de consumo humano .....	44
4.4.1. Descripción del área de abastecimiento .....	45
4.4.2. Calidad del agua de consumo humano .....	49
4.4.3. Administración y operación del sistema .....	52
4.4.4. Funcionalidad de la infraestructura.....	53
4.5. Conflictos socio ambientales en la zona de estudio.....	54
4.5.1. Clasificación de los conflictos socio ambientales.....	57
4.6. Análisis de la oferta y la demanda .....	60
4.6.1. Población actual y futura.....	60
4.6.2. Uso y consumo del agua.....	61

4.6.3.Caudal requerido para satisfacer las necesidades de la población futura .....	62
4.7. Propuesta del modelo de gestión .....	63
4.7.1.Introducción a la propuesta .....	64
4.7.2.Objetivo de la propuesta.....	65
4.7.3.Alcance de la propuesta.....	65
4.7.4.Misión .....	65
4.7.5.Visión.....	65
4.7.6.Marco legal del modelo de gestión .....	66
4.7.7.Actores territoriales que tienen relación con la gestión del agua.....	66
4.7.8.Estructura organizativa para la gestión del agua.....	67
4.7.9.Programa para la rehabilitación del sistema .....	76
4.7.10.Programa de gestión administrativa.....	79
4.7.11.Programa de gestión financiera .....	84
4.7.12.Programa de operación y mantenimiento.....	86
4.7.13.Programa de monitoreo .....	112
4.7.14.Programa de capacitación .....	114
4.7.15.Programa para la protección de las fuentes de agua .....	116
4.7.16.Sistema tarifario .....	118
CAPÍTULO V.....	120
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	120
5.1. Conclusiones .....	120
5.2. Recomendaciones.....	121
5.3. REFERENCIAS .....	122
5.4. ANEXOS .....	128

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Susceptibilidad de una cuenca a las crecidas. ....	19
Tabla 2. Índice de compacidad de Gravelius. ....	20
Tabla 3. Clasificación del relieve según la pendiente. ....	21
Tabla 4. Clasificación del relieve para Ir según la pendiente. ....	22
Tabla 5. Valores interpretativos de la densidad del drenaje. ....	23
Tabla 6. Parámetros para la clasificación climática según Pourrut. ....	26
Tabla 7. Parámetros físico químicos y bacteriológicos. ....	28
Tabla 8. Clasificación de los conflictos ambientales a partir de su origen .....	29
Tabla 9. Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos. ....	31
Tabla 10. Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio. ....	32
Tabla 11. Porcentajes de fugas a considerarse en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable. ....	32
Tabla 12. Listado de materiales y equipos. ....	37
Tabla 13. Parámetros de la forma de la microcuenca El Rosario .....	38
Tabla 14. Parámetros del relieve de la microcuenca El Rosario. ....	39
Tabla 15. Morfología de la microcuenca El Rosario .....	40
Tabla 16. Parámetros de la red hidrográfica de la microcuenca El Rosario .....	40
Tabla 17. Balance hídrico. ....	41
Tabla 18. Vertientes geo-referenciadas en el área de recarga hídrica principal. ....	46
Tabla 19. Concesiones de agua. ....	46
Tabla 20. Monitoreo de caudal para la vertiente Chiltazón. ....	47
Tabla 21. Monitoreo de caudal para la quebrada Los Montalvos. ....	48
Tabla 22. Evaluación de la funcionalidad de la infraestructura del sistema .....	53
Tabla 23. Tipos de conflictos socios ambientales. ....	58
Tabla 24. Datos poblacionales de Palo Blanco. ....	60
Tabla 25. Actores territoriales relacionados con la conservación del agua y medio ambiente .....	67
Tabla 26. Rol del comité para la asistencia y asesoría .....	70
Tabla 27. Padrón de usuarios .....	75

Tabla 28. Actividades del programa de rehabilitación de la infraestructura del sistema.....	77
Tabla 29. Actividades del programa de mejoramiento administrativo .....	80
Tabla 30. Formulario de notificación.....	82
Tabla 31. Formulario de solicitud para conexión del servicio .....	83
Tabla 32. Actividades del programa de mejoramiento financiero .....	85
Tabla 33. Actividades generales del programa de operación y mantenimiento del sistema.....	88
Tabla 34. Actividades de operación y mantenimiento en la captación. ....	96
Tabla 35. Actividades de operación y mantenimiento en la red de conducción. ...	99
Tabla 36. Actividades de operación y mantenimiento en el filtro dinámico grueso. ....	101
Tabla 37. Actividades de operación y mantenimiento en el filtro lento de arena	104
Tabla 38. Actividades de operación y mantenimiento en el área de desinfección. ....	107
Tabla 39. Actividades de operación y mantenimiento en el tanque de reserva. ..	109
Tabla 40. Actividades de operación y mantenimiento en red de distribución. ....	110
Tabla 41. Formulario de lectura de medidores.....	112
Tabla 42. Formulario de control de cloro residual .....	112
Tabla 43. Actividades del programa de monitoreo de la calidad del agua potable .....	113
Tabla 44. Actividades del programa de capacitación.....	115
Tabla 45. Actividades del programa de protección de las fuentes de agua.....	117
Tabla 46. Presupuesto de gastos.....	118
Tabla 47. Tarifa diferenciada en base al consumo por metro cúbico.....	119

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de un sistema de agua potable. ....	10
Figura 2. Ubicación de la unidad hidrográfica El Rosario.....	17
Figura 3. Ciclo de proyectos de agua potable .....	34
Figura 4. Estructura organizativa de las juntas administradoras de agua potable..	35
Figura 5. Curva hipsométrica de la microcuenca El Rosario.....	39
Figura 6. Diagrama Ombrotérmico .....	41
Figura 7. Climas de la microcuenca El Rosario.....	42
Figura 8. Geología de la microcuenca El Rosario.....	43
Figura 9. Ubicación del sistema de agua de consumo humano de la comunidad Palo Blanco .....	44
Figura 10. Áreas de abastecimiento del sistema de agua de consumo humano de la comunidad Palo Blanco.....	45
Figura 11. Caudal en época seca en la vertiente Chiltazón.....	48
Figura 12. Caudal en época seca en la quebrada Los Montalvos.....	49
Figura 13. Resultados de las muestras de agua de la vertiente Chiltazón.....	50
Figura 14. Resultados de las muestras de agua de la escuela de la comunidad .....	51
Figura 15. Resultados de las muestras de agua del domicilio del Sr. Javier Gonzales.....	51
Figura 16. Funcionalidad del sistema por componente.....	54
Figura 17. Conflictos identificados en la microcuenca El Rosario. ....	57
Figura 18. Puntos de incremento de actividades agrícolas. ....	59
Figura 19. Usos del agua de consumo humano.....	62
Figura 20. Variación de la demanda de caudal. ....	63
Figura 21. Estructura orgánica para la gestión del agua. ....	68
Figura 22. Sistemas de agua de riego y consumo humano. ....	92
Figura 23. Áreas de recarga hídrica. ....	94
Figura 24. Infraestructura de captación.....	95
Figura 25. Infraestructura del desarenador y pre filtro .....	95
Figura 26. Válvula de control.....	97
Figura 27. Válvula de desagüe .....	97
Figura 28. Válvula de aire.....	98

Figura 29. Tanque rompe presión .....	98
Figura 30. Proceso de tratamiento de agua para consumo humano. ....	100
Figura 31. Filtro dinámico grueso.....	100
Figura 32. Filtro lento de arena .....	102
Figura 33. Sistema de cloración .....	106
Figura 34. Tanque de reserva .....	108

## RESUMEN

El acceso al agua potable por parte de las poblaciones rurales en América Latina depende considerablemente de las formas de organización, cooperación y participación. Palo Blanco no es extraño a este fenómeno, a pesar de la inversión realizada por el gobierno en infraestructura para agua de consumo humano, esta comunidad muestra conflictos en relación al acceso al agua potable, incremento de actividades agrícolas y ganaderas en la cuenca de abastecimiento. En este sentido, el presente trabajo se centra en caracterizar el sistema de agua entubada, evaluar la oferta y demanda del recurso hídrico y definir procesos de administración y gestión del recurso hídrico. La primera etapa consistió en georeferenciar las fuentes de agua, medir caudales, identificar conflictos, evaluar la calidad del agua y valorar la funcionalidad de la infraestructura. En la segunda etapa se proyectó la población a 15 años, el caudal máximo para satisfacer las necesidades de consumo y la elaboración del modelo de gestión del recurso hídrico. Los resultados muestran que las afectaciones a las fuentes de agua provienen de actividades agropecuarias, ocasionado deforestación y contaminación por coliformes fecales. La vertiente que abastece al sistema tiene un caudal de 1,5 l/s en periodos críticos, mientras que el caudal máximo para satisfacer las necesidades de consumo es de 1,08 l/s. La infraestructura posee un 70% de funcionalidad a pesar de no existir una entidad constituida. Finalmente se plantea programas de mejoras en las áreas administrativa-financiera, de operación y mantenimiento, capacitación y protección de las fuentes de agua.

## **ABSTRACT**

The access to drinking water for rural communities in Latin America depends considerably on the forms of organization, cooperation and participation. Palo Blanco is not strange to this phenomenon, despite of investment made by the government in infrastructure for water for human consumption. This community shows conflicts related to access to drinking water, increased agricultural and livestock activities in the supply watershed. The present work focuses on characterizing the piped water system, assessing the supply and demand of the water resource and defining its administration and management. In the first stage, water sources was geo-referenced and flow rates, conflicts, water quality, water infrastructure were evaluated. In the second stage future population in 15 year was determined. At the same time the variation in future water consumption and maximum flow rate were estimated. The results show that the affectation on water sources come from agricultural activities, causing deforestation and contamination by fecal coliforms. The main water source which supplies the system has a flow of 1.5 l/s (liters per second) in critical periods. In addition to this, the maximum flow to cover consumption needs was determined in 1.08 l/s. The infrastructure has 70% functionality despite of there is no entity constituted. Finally, improvement programs are being proposed to order to improve administrative-financial, operation, maintenance, and water protection process.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Revisión de antecedentes

El agua dulce del planeta constituye tan solo el 3 %, del cual el 99% está en los glaciares y de forma subterránea, tan solo el 1% es agua superficial fácilmente accesible, a pesar de esta condición, el agua se ha convertido en un recurso estratégico, vulnerable, cada vez más escaso y con importantes funciones, sociales, económicas, culturales y políticas para el desarrollo de las naciones, sin contar con los servicios ambientales que de forma natural presta al planeta como agente estabilizador del clima de la tierra y facilitador de los ciclos biológicos al ser un disolvente universal (Agudelo, 2005).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe “CEPAL” (2013), indica que los países Suramericanos poseen alrededor del 30% de los recursos hídricos renovables del mundo, equivalente al 70% de agua de América Latina y el Caribe, esta característica ha permitido que los modelos de desarrollo de estas naciones se afiancen en el uso intensivo de los recursos hídricos, sin embargo la gestión de este recurso tanto a nivel regional como local es débil o está ausente.

La cobertura de agua potable a nivel mundial sigue siendo un problema, tanto en las ciudades como en la ruralidad. Según Molina, Quesada, Calle, Ortiz y Orellana. (2018), Indican que a mediados del presente siglo, 7000 millones de personas en 60 países sufrirán escasez de agua, en el peor de los casos, y en el mejor se tratará de 2000 millones de personas en 48 países. El cambio climático contribuye en un 20%, en este sentido la medida en que se minimice el uso del agua favorecerá la oferta de este líquido a las poblaciones.

En relación a los sistemas de agua potable del sector rural del Ecuador, los estudios realizados por el Consorcio de Capacitación para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables “CAMAREN” en los años 1999 – 2005, muestra que de los sistemas de agua para consumo humano construidos en este sector, en

un alto porcentaje han dejado de funcionar al poco tiempo de haberse instalado o no se utilizaron adecuadamente debido a los costos inadecuados de operación y mantenimiento, al uso de tecnologías que no eran entendidas por la comunidad o que eran contrarias a los hábitos y costumbres de las comunidades.

En este sentido, el Foro de los Recursos Hídricos, indica que debido a las particularidades del sector rural, la alianza público-comunitaria en la gestión comunitaria del agua constituye un modelo viable, como es el caso de CENAGRAP en Cañar en donde lograron que los sistemas comunitarios doten de agua de calidad, en cantidad suficiente y de manera continua; esta experiencia se basa en un proceso participativo y de retroalimentación entre actores diversos que se juntaron para establecer un consejo de administración del agua, integrado por el Alcalde, 2 miembros del Concejo Cantonal y 3 miembros de las Juntas Administradoras de Agua Potable (Guailas, 2013).

Para el sector de estudio, en el año 2005 la comunidad Palo Blanco es beneficiaria del proyecto PRAGUAS para la rehabilitación del sistema agua potable y saneamiento Palo Blanco - El Tablón, el cual es ejecutado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda “MIDUVI” y el Ilustre Municipio de Mira llegando a mejorar la infraestructura del sistema (Díaz, 2005).

## **1.2. Problema de investigación y justificación**

A pesar de que el estado Ecuatoriano ha invertido en la rehabilitación del sistema de agua potable en Palo Blanco – El Tablón, actualmente la población de este sector consume agua no tratada, además que en periodos secos lo pobladores recurren al sistema de agua de riego para complementar las necesidades de consumo. Este sector también presenta conflictos relacionados con el manejo de los recursos hídricos, debido al incremento de actividades agrícolas y ganaderas en el área de abastecimiento del sistema de agua de consumo humano. (Gobierno Provincial del Carchi, 2016).

Cabe señalar que la zona de recarga hídrica de los sistemas de agua de consumo humano y riego se encuentran dentro de la Reserva Ecológica o Sitio Ramsar El Ángel; actividades que han ocasionado impactos ambientales significativos para los ecosistemas de este lugar (Ministerio del Ambiente, 2015).

Los dirigentes de la comunidad indican que existe un desconocimiento de los procesos que deben ejecutar para realizar una gestión adecuada de los recursos hídricos, no cuentan con una entidad de derecho que pueda implementar un modelo de gestión que permita responder a las necesidades de agua para consumo humano en la población así como minimizar los impactos sobre los ecosistemas frágiles del sector.

En este contexto, el presente trabajo pretende proponer un modelo de gestión del recurso hídrico del sistema de agua de consumo humano de la comunidad Palo Blanco, que permita brindar un servicio de agua de consumo humano que sea segura para la población y que promueva la sostenibilidad de los ecosistemas de paramo de frailejones, bosque andino y de los recursos asociados a estos, mediante la ejecución de actividades coordinadas con otras entidades públicas y privadas que tengan relación con el recurso hídrico.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Proponer un modelo de gestión del recurso hídrico para el sistema de agua de consumo humano en la Comunidad Palo Blanco, cantón Mira, provincia del Carchi.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar el sistema de agua de consumo humano que abastece a la comunidad Palo Blanco.

- Evaluar la oferta y la demanda de agua de consumo humano en el área de influencia del sistema.
- Diseñar un modelo de gestión del recurso hídrico para el sistema de agua potable Palo Blanco.

#### **1.4. Pregunta directriz**

- ¿Cómo incide la incorporación de las variables administrativas, necesidades de la comunidad y conservación de los recursos hídricos en un modelo de gestión del sistema de agua potable?

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

En este apartado se exponen conceptos básicos relacionados con el tema de investigación. La información citada corresponde a libros publicados de forma física o digital, legislación vigente y artículos científicos.

#### **2.1. Enfoque de la gestión integrada de recursos hídricos**

La Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinado del agua, el suelo y sus recursos relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales, es decir un proceso sistemático para asegurar la estabilidad del recurso hídrico en concordancia con los objetivos económicos, sociales y ambientales (Asociación Mundial por el Agua, 2009).

A partir del Foro Mundial del Agua del año 2000, la GIRH se ha enfocado en usar y conservar el agua a nivel de cuenca y promover una visión integradora bajo los principios de descentralización y participación, mejorando la organización y estableciendo relaciones de intercambios y cogestión entre actores gubernamentales, privados y sociales, alcanzando un mayor involucramiento en la solución de sus problemas (Cañéz, 2018).

Para América Latina, la GIRH se ha constituido en una temática de importante análisis debido a la interacción del recurso hídrico con aspectos ambientales, económicos, sociales, culturales y políticos, estos aspectos están relacionados con los problemas ambientales, y a su vez con la mundialización del capital, expresado en la privatización de recursos naturales estratégicos (Ávila, 2015).

Este mismo autor indica que los países de América Latina desde hace 30 años sus modelos económicos se basan en la explotación y privatización de los recursos a través de megaproyectos con inversión extranjera, considerando al recurso como

una mercancía o un bien económico que puede tranzarse en el mercado de derechos. Esta modalidad puede llevar a su acaparamiento y por ende a la exclusión de aquellos actores que no cuenten con el capital suficiente para adquirirlos, aumentando las restricciones que tienen las comunidades indígenas y campesinas para el uso y aprovechamiento del agua.

En el artículo conflictos por el agua en Chile: el gran capital contra las comunidades locales. Análisis comparativo de las cuencas de los ríos Huasco y Baker, muestran similitudes de los conflictos socio - ambientales de las comunidades asentadas en las cuencas al momento de establecer condiciones de negociación ante los megaproyectos hidroeléctricos y mineros debido a un débil tejido social y endeble organización alrededor de la GIRH (Salinas y Carmona, 2009).

En relación a los ecosistemas de paramos Ruiz (2007), manifiesta que las zonas alto andinas especialmente de remanentes de páramo y bosque de niebla, la regulación hídrica de los ecosistemas naturales, tanto en términos de calidad como de cantidad es muy significativo y el servicio ambiental representa un importante aporte económico para las comunidades y ciudades ubicadas en zonas de influencia.

## **2.2. Cuenca hidrográfica**

Se refiere al espacio físico en donde se encuentra un conjunto de cursos de agua que abarcan un río principal desde su nacimiento hasta su desembocadura, cuyos límites se encuentran señalados por la divisoria de aguas, definida por el relieve en sus partes más altas y hasta el punto de salida del río (Rodríguez, 2006).

En la cuenca hidrográfica se producen interrelaciones complejas entre el agua, el suelo, la vegetación, la fauna, el clima y el ser humano; las posibilidades de su interrelación son muy variadas, sin embargo la superveniencia de cada uno de los elementos que la conforman depende directamente de lo que suceda con los

demás, es por esta característica que constituye la mejor unidad para que el ser humano realice una planificación del uso sustentable de los recursos naturales allí presentes (Alvear y Valarezo, 1999).

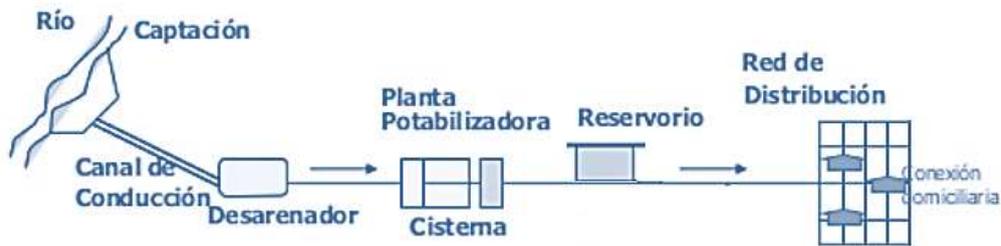
### **2.3. El agua potable en el sector rural**

El acceso al agua por parte de las poblaciones rurales en América Latina depende considerablemente de las formas de organización, cooperación y participación de la población para lograr una materialización de la infraestructura y administración de los sistemas. Sin duda las poblaciones rurales más activas y organizadas, o bien las instituciones públicas eficaces y controladas han logrado un considerable avance en la cobertura de agua (Pinilla y Torres, 2019).

Pinilla y Torres (2019), también señalan que el sector agrícola favorece una mejor gestión de los recursos hídricos, ya que la producción agrícola procura una expansión de la infraestructura hídrica, especialmente en zonas apartadas, lo que suele favorecer a las poblaciones rurales, de igual forma este sector promueve el uso eficiente de los recursos hídricos, favoreciendo a mejorar las tasas de cobertura en agua y saneamiento. Sobre el saneamiento, es el sector agrícola el que registra mejor que otros sectores los beneficios de la utilización del agua residual en la irrigación, pues se promociona el saneamiento en la medida que se reconoce al agua residual como un recurso valioso.

### **2.4. Sistema de agua potable**

Idrovo, Barrera, Espinoza, Ochoa, Reyes y Vásconez (1999), señalan que los sistemas de agua potable comprende el conjunto de obras e instalaciones que van desde la captación de agua hasta las instalaciones domiciliarias; generalmente para pequeñas comunidades se construyen sistemas simples, que trabajan a gravedad y que satisfacen las necesidades de consumo de los usuarios; los componentes del sistema son los siguientes (Figura 1).



**Figura 1.** Componentes de un sistema de agua potable.

- **Captación:** Constituye una estructura colocada directamente en la fuente a fin de captar el caudal deseado y asegura la cantidad y continuidad del agua necesaria para un abastecimiento adecuado de la población (Reyes y Quezada, 2002).
- **Conducción:** Esta línea liga a las estructuras de captación y planta de tratamiento, dependiendo de la topografía y de las condiciones locales se puede conducir el agua a través de canales a flujo libre, en conductos a presión o una combinación de ambos. Con la finalidad de facilitar la operación y mantenimiento de las líneas de conducción, es necesario que se coloque algunos accesorios en la infraestructura como son válvulas de control, válvulas de purga, válvulas de aire y tanques rompe presión (Idrovo et al. 1999).
- **Reservas:** Esta área se encuentra constituida por los tanques para almacenamiento de agua durante la noche o en las horas de menor consumo, con la finalidad de garantizar el suministro de agua de consumo humano a la comunidad en cualquier tiempo y durante las horas de mayor consumo (Idrovo et al. 1999).
- **Planta de tratamiento:** Esta área es diseñada en función de las características que tiene el agua captada, el diseño de la planta estará sujeto a las necesidades del método de tratamiento. Las necesidades de tratamiento y los procesos

exigidos deberán ser determinados de acuerdo a la normativa legal vigente y a normas de calidad (Reyes y Quezada, 2002).

- **Redes de distribución:** Esta infraestructura está compuesta por un sistema de tuberías que van tendidas en las vías o caminos, formando una red, con el fin de distribuir el agua a toda la población, mediante la instalación de redes domiciliarias (Reyes y Quezada, 2002).

## **2.5. Calidad de agua para consumo humano**

Según Pradana y García (2019), indican que no es fácil definir qué es agua de calidad, ya que este recurso en forma natural presenta parámetros físico-químicos y bacteriológicos distintos, dependiendo de las características su lugar de origen y de su propiedad para el transporte de otras sustancias, sin embargo, estas diferencias son mínimas comparadas con las que puede provocar la actividad humana, las cuales pueden modificar de forma importante y permanente la composición físico-química y biológica del agua, en este sentido las entidades internacionales como la Unión Europea, la Organización Mundial de la Salud han fijado parámetros y valores que se debe cumplir al momento de poner el agua a disposición del consumidor, tomando los siguientes aspectos.

### **2.5.1. Parámetros microbiológicos**

En el agua superficial existe una flora microbiana que mantiene el equilibrio del medio acuático, sin embargo los vertidos de las actividades antrópicas incrementan la carga de los microorganismos patógenos principalmente de origen fecal; su crecimiento o permanencia en estado latente es afectada por la temperatura, la radiación solar o la disponibilidad de materia orgánica, por lo que es necesario controlar mediante métodos de tratamiento físico químicos en plantas de tratamiento. La presencia de *Escherichia coli*, *Enterococo* y *Clostridium perfringens* en aguas tratadas es un indicador de un tratamiento ineficaz o ineficiente del agua, así como de la falta de limpieza de las tuberías o de los

tanques de almacenamiento, siendo necesario realizar controles de rutina y la puesta en marcha de mejoras del tratamiento que permitan alcanzar los niveles máximos permisibles establecidos en la normativa vigente (Pradana y García, 2019).

### **2.5.2. Parámetros físico-químicos**

Según Pradana y García (2019), señalan que estos parámetros muestran una posible contaminación del agua por productos provenientes de las actividades, urbanas, industriales, agrícolas o del propio tratamiento del agua; estos pueden ser de carácter orgánicos o inorgánicos, relacionados con los materiales, los sub productos de desinfección, o plaguicidas, lo cual requiere un tratamiento físico, químico o microbiológico hasta alcanzar los límites permisibles establecidos en la normativa de cada país.

Para el caso de Ecuador, la normativa que regula los parámetros físico- químicos y microbiológicos del agua potable es la Norma Técnica INEN-1108-2014, en la cual se establece lo límites máximo permisibles para las sustancias inorgánicas y radioactivas, sustancias orgánicas, plaguicidas, residuos de desinfectantes, subproductos de desinfección, y requisitos microbiológicos (Anexo 1. NTE-1108-2014).

## **2.6. Tratamiento de agua potable**

Según Chulluncuy (2011), los contaminantes que con más frecuencia y en mayor cantidad se encuentran presentes en las aguas potables son los sólidos suspendidos, microorganismos patógenos, orgánicos refractarios, metales tóxicos y sólidos inorgánicos disueltos, y su forma de remoción o neutralización para tratamiento y acondicionamiento del agua son los siguientes:

- *Sólidos suspendidos*
  - Sedimentación

- Tamizado y desintegración
- Filtración
- Flotación
- Coagulación/sedimentación
- ***Patógenos***
  - Cloración
  - Ozonización
  - Radiación uv
  - Desinfección por calor
- ***Orgánicos refractarios***
  - Adsorción con carbón activado
  - Ozonización
  - Osmosis inversa
- ***Metales tóxicos***
  - Precipitación química
  - Intercambio iónico
- ***Sólidos inorgánicos disueltos***
  - Intercambio iónico
  - Osmosis inversa
  - Electrodialisis

También se puede encontrar métodos alternativos de tratamiento de agua en base a filtración lenta, generalmente estos sistemas constan de compartimientos o capas utilizando materiales granulares como: arenas de distinta granulometría, piedra pómez, carbón activado y gravilla, sistemas que pueden reducir coliformes fecales y totales hasta el 99,9 %, la turbiedad hasta en 98 % y el color hasta 83 %, con un pH con valor medido dentro del límite máximo aceptado para agua potable en zonas semi-templadas. Esta tecnología propuesta es de fácil adaptación y difusión, y permite el control de enfermedades de origen hídrico en zonas desprovistas de sistemas de acueducto (Torres y García, 2017).

## 2.7. Administración y operación de los sistemas de agua potable comunitarios

Se refiere a la forma de gobierno que tiene la organización administradora del agua de consumo humano, dentro de la cual los usuarios conforman estructuras administrativas y operativas de tipo horizontal, en donde un titular de una toma servida puede formar parte del comité de administración en turno o del personal operativo para la ejecución de actividades de distribución y mantenimiento; también se hallan sistemas gobernados por ayuntamientos o juntas de gobierno, en donde la estructura administrativa y operativa es de tipo vertical, en cuya toma de decisiones no participan los usuarios, las tareas de operación y administración se encuentran a cargo de una pequeña burocracia contratada, es este sentido, el tipo de gobierno influye de manera directa en la administración y operación de los sistemas de agua potable rurales (Galindo, 2016).

Para Cajas (1999), la administración de un sistema de agua potable comunitario, tiene que responder a los procesos internos que se encuentran claramente identificados y que le dan el carácter empresarial, los siguientes son los más necesarios e importantes para viabilizar la administración de los servicios de agua de consumo humano.

- **Proceso financiero:** Se encarga de todos los aspectos que tienen que ver con lo económico, entre las actividades más importantes está llevar adecuadamente los libros contables, cuentas bancarias y documentos financieros. El manejo de este campo debe ser transparente, lo cual genera confianza en los usuarios del servicio de agua potable (Terrazas, 2009).
- **Proceso administrativo:** Corresponde a las acciones que permiten la planificación, organización, dirección y control de los recursos (humanos, financieros, materiales, tecnológicos, etc.) para que un grupo de personas se encuentren trabajando de forma eficientemente en el alcance de las metas establecidas, estas funciones se encuentran entrelazadas e interrelacionadas, y su ejecución será conforme la situación lo exija. El responsable directo de la

coordinación de todos los procesos, de la delegación de funciones y de la vigilancia del cumplimiento de las mismas será el presidente/a (Arteaga, Intriago y Mendoza, 2016).

- **Proceso técnico:** Este proceso se refiere a todo lo relacionado con la operación y mantenimiento de todas las unidades que conforman el sistema de agua. La persona encargada de ejecutar las acciones de operación y mantenimiento del sistema es el operador/a, el mismo que es contratado por la junta y recibe una bonificación como pago por los servicios que presta (Cajas, 1999).

## **2.8. Marco Legal**

La Constitución de Ecuador garantiza los derechos colectivos y ambientales, estableciendo como eje transversal la filosofía del “buen vivir” o “sumak kawsay” en donde el ser humano tiene derecho a vivir en un entorno sano, ecológicamente equilibrado, en el marco del respeto a los derechos de la naturaleza; el ser humano y el Estado debe procurar la sostenibilidad de los recursos, la preservación de la biodiversidad y el patrimonio genético del país, postulados que se señala en los artículos 12, 14 y 71 de la carta magna (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008).

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas RAMSAR, en el artículo 3, literal 1 señala que las Partes Contratantes deberán elaborar y aplicar su planificación de forma tal que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la lista y en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio.

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua establece las directrices para la administración de los sistemas de agua de consumo humanos así como las obligaciones y derechos que poseen las personas

naturales y jurídicas para hacer uso de los recursos hídricos y del cuidado del entorno para garantizar la permanencia de agua en los ecosistemas, como se establece en los artículos 12, 32, 43, 44, 45 y 46 (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

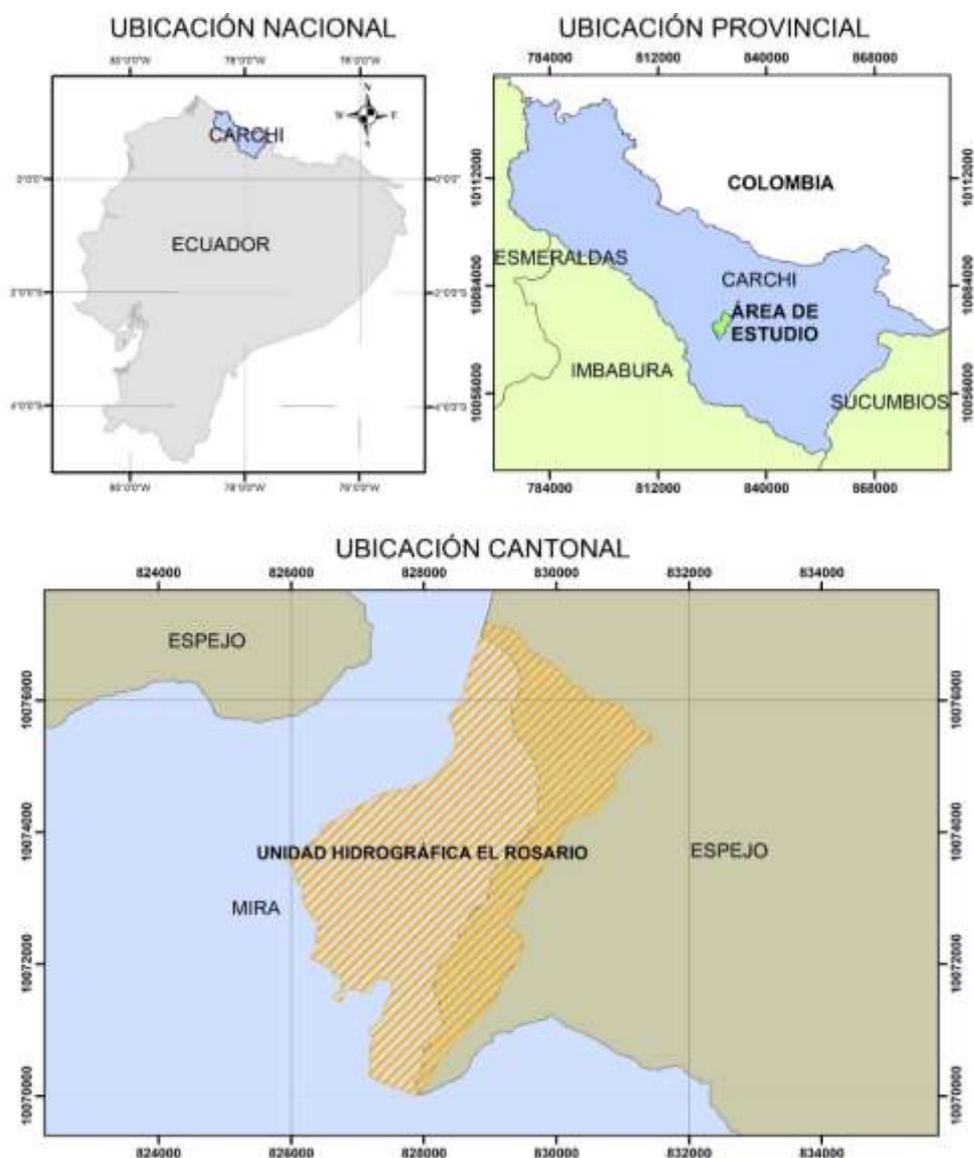
En esta norma jurídica también se establecen las pautas para que las Juntas Comunitarias y el Estado Ecuatoriano en sus diferentes niveles de gobierno, realicen una gestión de los recursos hídricos de forma articulada y colaborativa, así como de las formas de gestión de los recursos económicos que involucran el uso y aprovechamiento del agua, postulados que se señalan en los artículos 50, 56, 136 y 137 (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

El Código Orgánico Ambiental, en el artículo 105 señala las categorías para la conservación de ecosistemas frágiles; el acuerdo 061 Reforma al Libro V del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria en el artículo 229 regula las actividades antrópicas que influyen en los recursos hídricos así como de la calidad del agua; de igual forma la Norma Técnica Ecuatoriana 1108-2014, establece los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano. (Código orgánico Ambiental, 2017, Acuerdo 061, 2015 y NTE-1108-2014).

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA

### 3.1. Descripción del área de estudio

Según el Plan de Manejo Comunitario de los Recursos Naturales de Palo Blanco del 2005, esta comunidad pertenece al sector rural del Cantón Mira, provincia del Carchi, ubicada en la zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica El Ángel, en la parte alta de la microcuenca del río Santiaguillo, río que constituye el límite cantonal entre Espejo y Mira (Figura2).



**Figura 2.** Ubicación de la unidad hidrográfica El Rosario.

La Sra. Trujillo, Auxiliar de enfermería de la Unidad de Salud de Palo Blanco del ministerio de Salud Pública, indica que la comunidad tiene una población de 235 habitantes, posee servicios básicos de luz eléctrica, teléfono, una red de alcantarillado que conduce las aguas servidas hasta un pozo séptico comunitario, un sistema de agua no tratada para consumo humano; sus habitantes se dedican principalmente a la agricultura y ganadería, actividad que constituye su principal actividad económica (T. Trujillo, comunicación personal, 27 de julio de 2018).

De acuerdo a la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia La Concepción 2014-2019, señala que en la parte alta de la microcuenca del río Santiaguillo, quebrada El Rosario se encuentran los ecosistemas de bosque siempre verde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes, la "Ceja Andina" o vegetación de transición entre los bosques montano altos, páramo y el Rosetal caulescente y Herbazal del Páramo caracterizado por la presencia del frailejón (Villegas y Díaz, 2014).

### **3.2. Métodos aplicados para la caracterización del sistema de agua de consumo humano**

Se señalan los métodos utilizados para determinar los parámetros físicos, morfométricos, de la red hídrica, del clima y la geología de la microcuenca en donde se encuentra el sistema de agua potable, así como la caracterización del sistema en cada uno de sus componentes.

#### **3.2.1. Caracterización física del área de estudio**

En este apartado se determinó los parámetros morfológicos, del relieve y red hidrográfica de la microcuenca de la quebrada El Rosario, lugar de incidencia del sistema de agua de consumo humano de Palo Blanco. La cartografía utilizada se descargó del Sistema Nacional de Información, a una escala 1:25000.

Para determinar el área, perímetro, longitud axial y ancho promedio, se realizó un tratamiento de la información base con el software ArcGis 10.2.2 siguiendo la metodología planteada por Reyes, Ulises y Carvajal.

- **Factor forma**

Para Reyes, Ulises y Carvajal (2010), el factor forma constituye uno de los parámetros necesarios para determinar la tendencia de una cuenca a las crecidas, para su cálculo se utilizó el método del factor de Horton expresada y su resultado se compara con los rangos de susceptibilidad a crecidas (Tabla1).

$$R_f = \frac{A}{L_a^2}$$

Dónde:

Rf: Factor forma.

A: Área de la cuenca

La: Longitud Axial de la cuenca

**Tabla 1.** Susceptibilidad de una cuenca a las crecidas.

<b>Factor forma</b>	<b>Forma</b>	<b>Tendencia</b>
F > 1	Cuenca achatada	Ocurrencia de avenidas
F < 1	Cuenca alargada	Susceptible avenidas

**Fuente:** Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas.

- **Índice de compacidad**

Para Reyes, Ulises y Carvajal (2010), el índice de compacidad es la relación entre una circunferencia de igual área a la de la cuenca con el perímetro de la cuenca en estudio; también es denominado índice de Gravelius expresada en la formula Kc, su resultado fue con el índice de compacidad (Tabla 2).

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Dónde:

Kc: Coeficiente de Compacidad

P: Perímetro de la cuenca

A: Área de la cuenca

$\pi$ : 3,1416

**Tabla 2.** Índice de compacidad de Gravelius.

CLASE	RANGO	FORMA
Kc1	1 – 1,25	Redonda a oval redonda
Kc2	1,25 – 1,5	Oval redonda a oval oblonga
Kc3	1,5 – 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga

**Fuente:** Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas.

- **Curva hipsométrica**

Además del cálculo realizado se efectuó una representación gráfica de la pendiente media de la cuenca en una curva hipsométrica, colocando en el eje de las abscisas las cotas y en las ordenadas los porcentajes acumulados de las áreas de los rangos altitudinales (Reyes et al. 2010).

$$N = \frac{HM - Hm}{6}$$

Dónde:

N: Cociente

HM: Altitud máxima de la cuenca

Hm: Altitud mínima de la cuenca

6: Constante

- **Altitud media de la cuenca por el método área – elevación**

Este parámetro proporciona una idea del relieve de la cuenca y la susceptibilidad a procesos erosivos; su procedimiento consistió en sumar las multiplicaciones de las área parciales por el promedio de las cotas que las limitan, esta sumatoria se

dividió para el área total de la cuenca; durante el procedimiento se aplicó la siguiente ecuación (Reyes et al. 2010).

$$E_m = \frac{\Sigma (h_i * A_i)}{A}$$

Dónde:

$E_m$ : Elevación media de la cuenca

$A_i$ : Área parcial

$h_i$ : Promedio de las cotas

- **Pendiente media de la cuenca**

Según Ramírez, Cruz, Sánchez, y Monterroso (2015), este parámetro se obtiene a partir de un archivo Raster de pendientes y el vector shp de la cuenca; el mapa de pendientes se lo elaboró a en base a la información cartográfica base del Sistema Nacional de información a escala 1:25000. El tratamiento de la información se realizó mediante el software ArGis 10.2.2 y su clasificación en base a las categorías del relieve (Tabla 3).

**Tabla 3.** Clasificación del relieve según la pendiente.

PENDIENTE	PORCENTAJE	TIPO DE RELIEVE
Pendiente 1	0% - 5%	Plano
Pendiente 2	5% - 12%	Ligeramente ondulado
Pendiente 3	12% - 25%	Ondulado
Pendiente 4	25% - 50%	Montañoso
Pendiente 5	50% - 70%	Muy montañoso
Pendiente 6	>70%	Escarpado

**Fuente:** Notas de hidrología preparado para Ingeniería Forestal

- **Longitud del cauce principal**

Para Burbano (1999), corresponde a la distancia total del cauce principal, el cual es medido desde el punto de su nacimiento hasta la el sitio más de cierre de la cuenca

hidrográfica, este parámetro se determinó en base a la información cartográfica del Sistema Nacional de Información, el tratamiento de la información se realizó en el software ArcMap 10.2.

- **Pendiente media del cauce principal**

Burbano (1999), señala que la representación del perfil longitudinal de un cauce proporciona una apreciación del tipo de relieve que atraviesa un río, el cálculo se efectuó mediante la fórmula Ir, sus resultados se contrastaron con la clasificación del relieve para Ir (Tabla 4).

$$Ir = \frac{HM - Hm}{1000 * Lr} (100)$$

Dónde:

Ir : Pendiente media del cauce principal

HM: Altitud máxima del cauce principal

Hm: Altitud mínima del cauce principal

Lr: Longitud del cauce principal

**Tabla 4.** Clasificación del relieve para Ir según la pendiente.

<b>Ir %</b>	<b>RELIEVE</b>
2	Llano
5	Suave
10	Accidentado medio
15	Accidentado
25	Fuertemente accidentado
50	Escarpado
>50	Muy Escarpado

**Fuente:** Notas de hidrología preparado para Ingeniería Forestal p.23

- **Densidad de drenaje**

Según Burbano (1999), este parámetro proporciona información sobre la facilidad de una cuenca hidrográfica para evacuar el escurrimiento de las aguas superficiales después de un periodo de precipitación. El trazado de la red hidrográfica se efectuó con el software ArcGis 10.2.2 y la asignación de las

categorías en base a la clasificación de Schumm. Para su cálculo de este parámetro se aplicó el método de Horton expresado en la ecuación  $D_d$ , este resultado es cotejado con los valores interpretativos de densidad de drenaje (Tabla 5).

Dónde:

$$D_d = \frac{\sum L_x}{A}$$

$D_d$  : Densidad de drenaje

$L_x$ : Longitud de los cursos de agua

$A$ : área de la cuenca

**Tabla 5.** Valores interpretativos de la densidad del drenaje.

DENSIDAD DE DRENAJE KM/HM <sup>2</sup>	CATEGORÍA
< 1	Baja
1 – 2	Moderada
2 – 3	Alta
> 3	Muy alta

**Fuente:** Notas de hidrología preparado para Ingeniería Forestal

- **Coefficiente de torrencialidad**

Para Burbano (1999), este parámetro se utiliza para el estudio de máximas crecidas dando una idea de las características físicas y morfológicas de la cuenca. Sus valores se calcularon utilizando la siguiente formula.

Dónde:

$$I_t = D_d * \frac{N^{\circ}_1}{A}$$

$D_d$ : Densidad de drenaje

$I_t$ : Coeficiente de torrencialidad

$N^{\circ}_1$ : Número de cauces de agua de primer orden.

$A$ : área de la cuenca

- **Patrón de drenaje**

Según Reyes, Ulises, y Carvajal, (2010), este patrón muestra la forma en la cual los canales de drenaje recogen las aguas de toda la cuenca y las vierte en el río

principal, estos se encuentran relacionados con la geología del terreno. Para su cálculo se efectuó un trazado de la red hidrográfica utilizando el software ArcGis 10.2.2.

- **Tiempo de concentración**

Según Reyes et al. (2010), se define como el tiempo que tarda en correr una gota de agua desde el punto más lejano de la cuenca con respecto al punto de cierre o punto de interés. Su cálculo se realizó mediante la siguiente fórmula.

$$T_c = \frac{8,1572 * A^{0,316}}{S_0^{0,17} * S^{0,55}}$$

Dónde:

Tc: Tiempo de concentración.

A: área de la cuenca Km<sup>2</sup>

S: pendiente promedio de la cuenca en %

S<sub>0</sub>: pendiente del cauce principal

### **3.2.2. Caracterización del clima**

Corresponde al análisis realizado de las variables de precipitación, temperatura y evapotranspiración para determinar los meses secos en el área de estudio, así como de los climas que se encuentran presentes en el área de estudio.

Los datos utilizados para la elaboración del diagrama ombrotérmico corresponde al periodo 1952 - 2017 y la de temperatura fue de 1965 – 2017 de la estación meteorológica El Ángel. Para la elaboración de la cartografía de isotermas, isoyetas y clima, se efectuó con el software ArcGis 10.2.2 utilizando los datos de las estaciones meteorológicas El Ángel, Mira FAO granja La Portada, La Concepción, FFCC Carchi, Chalpatan y Tufiño.

Para determinar los periodos de estiaje y superávit se efectuó un balance hídrico en base al cálculo de la evapotranspiración potencial “ETP”, mediante la metodología planteada por Holdridge, quien indica que el valor promedio anual de

la ETP se obtiene simplemente multiplicando la biotemperatura anula promedio “ $T^{bio}$ ” por el factor numérico 58,93 cuando se trata de climas y suelos zonales (Estrada, 2012).

$$FH = \frac{Dm * 58,93}{Da}$$

Dónde:

FH: Factor de Holdridge

Dm: Días del mes

58,93: Constante numérico de Holdridge

Da: Días del año

$$ETP_c = \frac{FH * T^{bio}}{2}$$

Dónde:

ETP<sub>c</sub>: Evapotranspiración potencial calculada (mm)

FH: Factor de Holdridge

T<sup>bio</sup>: Biotemperatura (°C)

$$BH = \frac{Px_m}{ETP_c}$$

Dónde:

BH: Balance hídrico

ETP<sub>c</sub>: Evapotranspiración potencial calculada (mm)

Según Estrada (2012), la biotemperatura es la temperatura efectiva en el crecimiento de las plantas y se calcula reemplazando los valores inferiores a cero por cero y los mayores de treinta por treinta. En la zona tropical es igual a la temperatura media.

La caracterización climática de la zona de estudio se basó en la metodología planteada por Pourrut, Róvere, Romo y Villacrés (1995), para lo cual se tomó en consideración el régimen de lluvias, la altura anual de las precipitaciones y las temperaturas medias anuales, considerando las siguientes categorías (Tabla 6).

**Tabla 6.** Parámetros para la clasificación climática según Pourrut.

Parámetro	Categoría	Característica
Según el régimen de lluvias	Ecuatorial	Cuando se registran dos picos pluviométricos más o menos ligados al movimiento del sol, dos estaciones lluviosas coinciden con el equinoccio, una estación relativamente seca coincide con el solsticio de verano y una estación poco lluviosa se sitúa en el solsticio de invierno.
	Tropical	Cuando se registra un máximo lluvioso y una sola estación seca muy marcada.
	Uniforme	Cuando las lluvias se distribuyen relativamente bien a lo largo de todo el año.
Según la altura anual de las precipitaciones	Árido a semi-árido	Menor a 500 mm
	Seco a semi-húmedo	De 500 a 1000 mm
	Húmedo	De 1000 a 2000 mm
	Muy húmedo	Mayor a 2000 mm
Según la temperatura media anual	Megatérmico	Mayor a 22°C
	Mesotérmico	Entre 12 y 22 °C
	Frío	Menor a 12 °C

**Fuente:** El agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones y escorrentía. Pourrut, Róvere, Romo y Villacrés (1995). ADAPTACIÓN: El Autor

### 3.2.3. Caracterización geológica

Para determinar las formaciones geológicas presentes en el área de estudio se utilizó información secundaria proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, del proyecto Levantamiento de Cartografía Temática escala 1:25.000, lote 2 del MAGAP-SIGTIERRAS (2015), misma que fue tratada con el software ArcGis 10.2.2

La información proporcionada por el MAG, corresponde a una escala 1: 25.000, su unidad mínima de mapeo es de una hectárea, el sistema espacial de referencia corresponde a SIRGAS UTM Zonas 17S y 18S; el tipo de formación geológica es definida por su localidad de donde, generalmente, reciben su nombre (MAGAP y TRACASA-NIPSA 2015).

### 3.2.4. Caracterización del sistema de agua potable

Para la determinación de las características del sistema de agua de consumo humano se analizó cada uno de los componentes y se realizó un análisis de las condiciones actuales de las fuentes de agua, de las unidades del sistema y la administración de la Junta; las actividades requirieron la aplicación de los siguientes métodos:

- Georeferenciación de las fuentes de agua y delimitación del área de abastecimiento mediante recorridos de campo y la utilización de sistemas de posicionamiento geográfico y cartografía digital 1:25000 del Instituto Geográfico Militar. La información se la procesó con el software ArcGis 10.2.2, el levantamiento de datos en campo se corroboró con cartografía base digital y orto fotografías del proyecto SIG TIERRAS 2015 siguiendo la metodología propuesta por la universidad de Córdova (Gónima, Ruiz y González, 2010).
- Se determinó el caudal de la vertiente que abastece el sistema de agua de consumo humano, para lo cual se procedió a ubicar un punto de monitoreo a la entrada de la infraestructura de captación, el cual fue georeferenciado utilizando un GPS y posteriormente representado en un mapa con el software ArcGis 10.2.2. El monitoreo del caudal se efectuó durante los meses de época seca y época lluviosa; para la medición del caudal se realizó mediante el método volumétrico propuesto por el Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas de la Universidad Tecnológica de Panamá (2006).
- Se seleccionó tres puntos de muestreo de forma aleatoria para determinar los parámetros físico- químicos de la calidad de agua. Cabe señalar que para el muestreo de agua se ha tomado en cuenta la distribución de los componentes del sistema de agua de consumo humano dentro de la

unidad hidrográfica, la necesidad de determinar el estado actual de la infraestructura del sistema y, los periodos de estiaje y época lluviosa.

- Toma de muestras puntuales para el análisis en laboratorio. Para la toma de muestras de agua y preservación de las mismas se realizó en base a la normativa NTE INEN 2176:2013 “Agua. calidad del agua. muestreo. técnicas de muestreo” y NTE INEN 1105:1983 “aguas. muestreo para exámenes microbiológico”. Para determinar la calidad de agua en esta zona se utilizó la NTE INEN 1108:2011 “Agua potable. requisitos” Las muestras fueron etiquetadas y enviadas al laboratorio de la Empresa Municipal de Agua Potable y Saneamiento Ambiental de Espejo, Laboratorio del Gobierno Provincial de Carchi, y laboratorio de la Empresa de agua potable de Ibarra. los parámetros analizados fueron los siguientes (Tabla 7).

**Tabla 7.** Parámetros físico químicos y bacteriológicos

<b>Parámetro</b>	<b>unidad de medida</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>
Potencial de Hidrógeno		6,5-8,5
Turbiedad	NTU	5
Color	Unidades de color	20
Hierro total	mg/l	0,3
Nitratos	mg/l	10
Nitritos	mg/l	0,2
Sulfatos	mg/l	250
Dureza	mg/l	500
Alcalinidad Total	mg/l	
Amoniaco	mg/l	0-1
Fosfatos	mg/l	0-4,1
Bacterias totales		0
Coliformes totales	Colonias/100 ml	<1
Coliformes fecales	Colonias/100 ml	<1

**Fuente:** NTE INEN 1108:2011 “Agua potable. Requisitos”

- Se realizó una lista de chequeo de los componentes del sistema en base al proyecto original y se ejecutó recorridos para identificar el estado actual del sistema. Ésta actividad tuvo el acompañamiento de técnicos de la empresa de agua Potable del Municipio de Mira, del Instituto de Ecología y Desarrollo de Cayambe IEDECA.

- Para determinar la forma de administración del sistema fue mediante reuniones participativas con los dirigentes de la comunidad, además se revisó las actas de reuniones de la entidad encargada de administrar el sistema.

### 3.2.5. Identificación de conflictos ambientales

Se identificó los conflictos ambientales en el área de abastecimiento en base a los criterios propuestos por Walter (2009) en donde plantea una clasificación a partir de los orígenes que puede tener un conflicto (Tabla 8).

**Tabla 8.** Clasificación de los conflictos ambientales a partir de su origen

Clasificación	Característica
Por información	Se produce cuando existen desacuerdos sobre las fuentes, el análisis o la interpretación de la información.
Por relaciones	Cuando el conflicto nace de la desconfianza, la falta de credibilidad o la duda sobre la integridad de las partes.
Por intereses	Se expresan como disputas sobre posiciones, pero por detrás de ellos se dirimen necesidades, temores y preocupaciones que podrían ser contrapuestos.
Estructurales	Se producen cuando hay límites físicos, Institucionales o formales que impiden a los diferentes actores resolver sus demandas. De no levantarse esta limitación, el conflicto será recurrente.
Por valores	Estos conflictos se vinculan con una disputa en torno de distintos sistemas de creencias. En este sentido, se ha sostenido que donde existen conflictos ambientales irresueltos, seguramente no sólo se dirime una discrepancia en torno a un único sistema de valoración sino una inconmensurabilidad entre las formas de valoración

**Fuente:** Conflictos ambientales, socio ambientales, ecológico distributivos de contenido ambiental. Reflexionando sobre enfoques y definiciones. Pág. 6

Para el levantamiento de la información en campo se efectuaron reuniones con los representantes del Comité de Salud, el Presidente de la comunidad, el presidente de la Junta de Aguas de Riego y la aplicación de la encuesta (formulario A),

información que se contrastó con el catastro de concesiones de agua del área de abastecimiento y el mapa de cobertura vegetal. Finalmente se elaboró un mapa de conflictos con el software ArcGis 10.2.2.

### **3.3. Métodos aplicados para evaluar la oferta y demanda del agua de consumo humano**

Se presenta la metodología utilizada para identificar si existe o no en la vertiente que abastece al sistema, el agua suficiente para satisfacer las necesidades de consumo de la población actual y futura.

#### **3.3.1. Análisis de oferta y demanda**

Este análisis se efectuó en base a parámetros establecidos en la norma CO. 10.7 - 602 de SENAGUA, con datos estadísticos de población del Sub centro de Salud Pablo Blanco del Ministerio de Salud Pública, organizaciones de la comunidad y la aplicación de una encuesta previamente elaborada.

Para el análisis de la oferta y la demanda de agua potable se analizó la posible población a quince años.

##### **a) Población futura**

Para el cálculo se utilizó los métodos geométrico y exponencial, se tomó como referencia una tasa de crecimiento anual del 2.8% otorgado por el INEC del censo 2010 para la parroquia la Concepción.

*Método geométrico*, La fórmula para su cálculo es la siguiente (Norma CO. 10.7 - 602 SENAGUA, 2012)

$$Pd = Pa(1 + r)^t$$

Dónde:

Pd: Población de diseño (hab)

Pa: Población Actual (hab)

r: Tas de crecimiento (hab/año)

t: Periodo de diseño (años)

**Método Exponencial**, La fórmula para su cálculo es la siguiente (Norma CO. 10.7 - 602 SENAGUA, 2012)

$$Pd = Pa(e)^{r.t}$$

Dónde:

Pd: Población de diseño (hab)

Pa: Población Actual (hab)

r: Tas de crecimiento (hab/año)

t: Periodo de diseño (años)

#### **b) Cálculo de caudales para satisfacer las necesidades de agua de consumo humano**

Para el cálculo de estos parámetros se utilizó la metodología establecida en la norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, además de los parámetros establecidos en la Norma CO. 10.7 - 602 – revisión de SENAGUA. (Tablas 9,10 y 11).

**Tabla 9.** Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.

<b>NIVEL</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
Ia	EE	Grifos públicos
	AP	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	EE	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
	AP	Letrinas sin arrastre de agua
IIa	EE	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	AP	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	EE	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
	AP	Sistema de alcantarillado sanitario

Simbología utilizada: AP: Agua potable  
EE: Eliminación de excretas  
ERL: Eliminación de residuos líquidos

**Fuente:** Tabla 5.2 Norma CO. 10.7 - 602 - revisión SENAGUA.

**Tabla 10.** Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.

<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>CLIMA FRIO (l/hab*día)</b>	<b>CLIMA CALIDO (l/hab*día)</b>
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

**Fuente:** Tabla 5.3. Norma CO. 10.7 - 602 - revisión SENAGUA.

**Tabla 11.** Porcentajes de fugas a considerarse en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.

<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>PORCENTAJE DE FUGAS</b>
Ia y Ib	10 %
IIa y IIb	20 %

**Fuente:** Tabla. 5.4. Norma CO. 10.7 - 602 - revisión. SENAGUA

**Caudal medio diario ( $Q_{md}$ ),** Para su cálculo se utilizó la siguiente ecuación (Norma CO. 10.7 - 602 SENAGUA, 2012)

$$Q_{md} = \frac{f \cdot P_d \cdot D}{86400 \text{ seg}}$$

Dónde:

Q<sub>md</sub>: Caudal medio diario (l/s)

F: Factor de corrección por pérdida de fugas.

P<sub>d</sub>: Población de diseño (hab)

D: Dotación futura (l/hab/día)

**Caudal máximo diario ( $Q_{MD}$ ),** Para su cálculo se utilizó la siguiente ecuación (Norma CO. 10.7 - 602 SENAGUA, 2012)

$$Q_{MD} = K_{MD} \cdot Q_{md}$$

Dónde:

Q<sub>MD</sub>: Caudal máximo Diario l/s

Q<sub>md</sub>: Caudal medio diario (l/s)

K<sub>MD</sub>: Factor de mayorización máximo diario.

**Caudal máximo horario ( $Q_{MH}$ ),** Para su cálculo se utilizó la siguiente ecuación (Norma CO. 10.7 - 602 SENAGUA, 2012)

$$QMH = KMH * Qmd$$

Dónde:

QMH: Caudal máximo horario l/s

Qmd: Caudal medio diario (l/s)

KMH: Factor de mayorización máximo horario.

### **c) Datos socio-económicos**

Para esta información socio-económica se efectuó una encuesta previamente elaborada por el Ministerio de Salud Pública a la cual se realizó modificaciones acorde al objetivo de la investigación. Debido a que la comunidad está conformada por 65 familias, se aplicaron encuestas a cada una de las familias de la comunidad, a la información recabada se aplicó un análisis estadístico descriptivo.

### **3.4. Métodos aplicados para el diseño del modelo de gestión del recurso hídrico**

Se describe la metodología utilizada para la elaboración del modelo de gestión de recurso hídrico, y de cálculo tarifario tomando como referencia el postulado de que el que más contamina más paga.

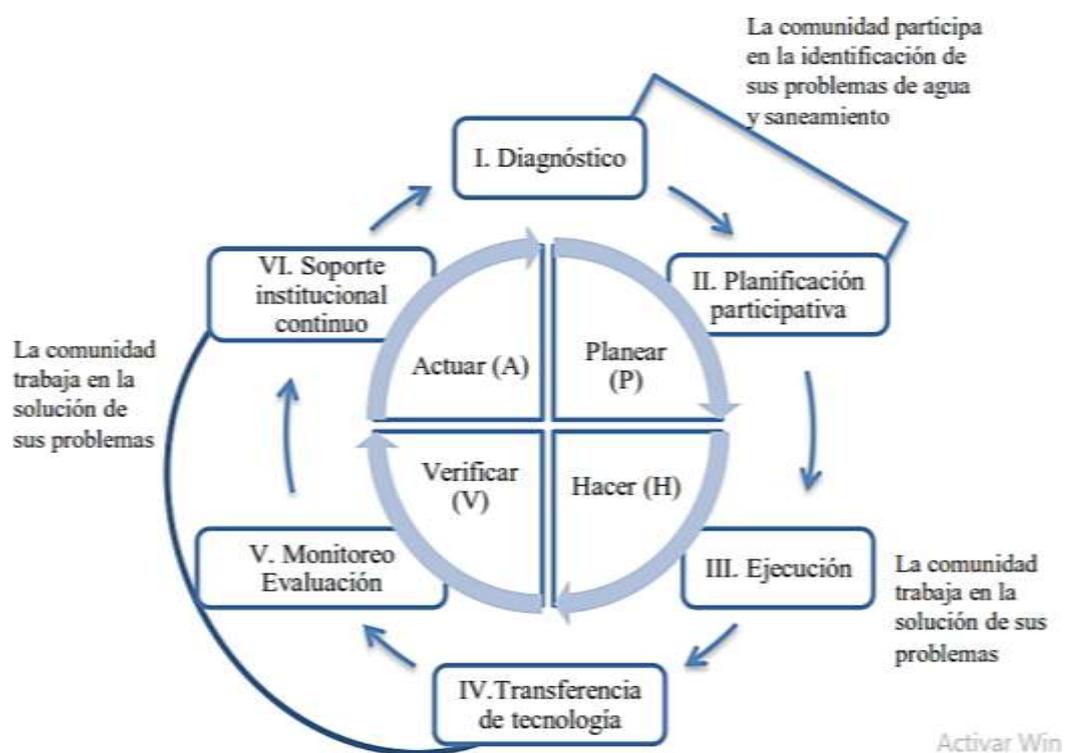
#### **3.4.1. Diseño del modelo de gestión**

Una eficiente gestión de los sistemas de agua potable del sector rural en el Ecuador, está muy relacionada con la calidad de vida de las comunidades y con las capacidades que hayan generado después de concluido la asistencia financiera, administrativa de las entidades gubernamentales o no gubernamentales que acompañaron la construcción del sistema (Cajas y Maldonado, 2009).

Estos mismos autores señalan que los sistemas de agua pueden alcanzar la sostenibilidad en la medida que mantengan o aumenten los niveles de satisfacción de sus necesidades de desarrollo en un extenso periodo de tiempo; en este sentido

la administración de un sistema se constituye en un factor relevante para alcanzar la sostenibilidad.

Para la construcción del modelo de gestión se partió de la metodología desarrollada por el Consorcio de Capacitación para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables “CAMAREN” para proyectos de sistemas de agua potable sostenibles en el sector rural y se complementó con el ciclo de Deming para la mejora continua de los procesos establecidos en el modelo de gestión (Figura 3).



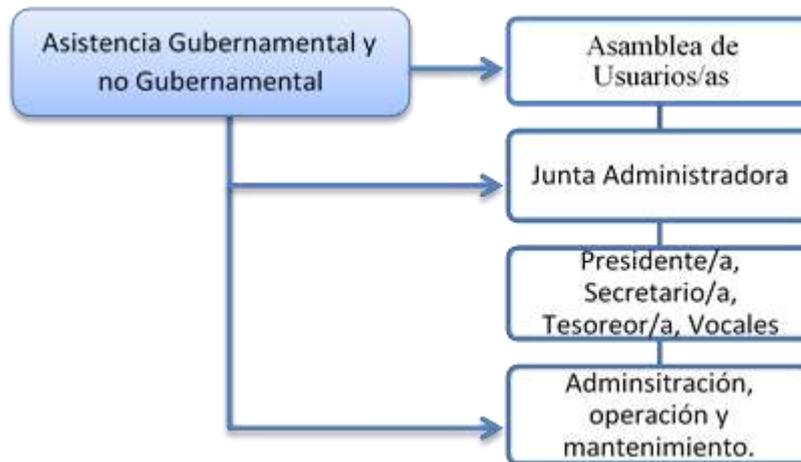
**Figura 3.** Ciclo de proyectos de agua potable

**Fuente:** Grafico No 5. Introducción a la gestión local de los sistemas de agua potable. CAMAREN 1999/ Adaptación: El Autor

- **Estructura organizativa de la Junta Administradora de Agua Potable.**

Se tomó la estructura propuesta por el Consorcio de Capacitación para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables para la administración de los sistemas de agua potable del sector rural (Cajas, 1999) y se complementó con el Instructivo para Conformación y legalización de Juntas Administradoras de Agua Potable y

Saneamiento; Juntas Administradoras de Agua Potable y Saneamiento Regional; y, Asociaciones de Juntas, y al reglamento a la Ley Organiza de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua (Figura 4).



**Figura 4.** Estructura organizativa de las juntas administradoras de agua potable  
**Fuente:** Figura 3. Administración de los sistemas de potable. CAMAREN 1999.

- **Establecimiento de programas**

Los procesos que deben ejecutar como Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento señalados en la metodología desarrollada por CAMAREN son los siguientes:

- Programa de gestión administrativa financiera
- Programa de operación y mantenimiento del sistema.
- Programa de capacitación.
- Programa de monitoreo y evaluación
- Programa para la protección de microcuencas

Cada uno de los programas contiene objetivos concretos y reales, se establece las metas a ser alcanzadas, el detalle de las actividades a ser ejecutadas fijando plazos, recursos, responsable, duración, valor económico e indicadores que permitan evidenciar la consecución de los objetivos planteados.

- **Alianzas Publico Privadas**

Partiendo del marco jurídico de la Constitución del 2008, en el Art. 318 que indica que *“El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y lo comunitario para la prestación de servicio”* y El Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua en el Artículo 43 sobre la relación con el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, se ha realizado la identificación de actores que tienen un accionar territorial entorno a la conservación de los recursos hídricos y prestación de servicio de agua potable, con la finalidad de establecer alianza que permitan la consecución de las fases III, IV, V y VI del modelo de gestión.

- **Calculo de Tarifas**

Se utilizó el método propuesto por Cornelio (1999) que se basa en la estructuración del presupuesto de gastos, para lo cual se necesita conocer los rubros de remuneraciones, materiales y accesorio, insumos de productos químico, gastos administrativos y fondo de capitalización.

Para el cálculo de la cantidad de cloro que se necesita diariamente se aplicó la siguiente formula:

$$Cg = \frac{(C*Q)*86,4}{R}$$

Dónde:

Cg: Cantidad de cloro necesario Día/g

C: Concentración deseada mg/l

Q: Caudal a tratar l/s

R: Rendimiento comercial del cloro en %

El fondo de capitalización sirve para cubrir los gastos de reparaciones de daños del sistema, así como para realizar las ampliaciones de la cobertura del servicio o mejoras del sistema; Cornelio (1999) recomendó que su valor debe ser del 20 al 30% de la sumatoria de los rubros antes mencionados.

### 3.5. Materiales y equipos

Se muestra el listado de materiales y equipos utilizados en el trabajo de investigación. Dentro de los recursos humanos se ha considerado la contratación y colaboración de guías locales que apoyaron en las visitas al área de estudio (Tabla 12).

**Tabla 12.** Listado de materiales y equipos.

<b>EQUIPOS</b>	<b>MATERIALES</b>
Navegador geográfico	Software ArcGis.10.2.2
Cámara fotográfica.	Cartografía del lugar 1:25000
Computador	Fotografías aéreas
Impresora.	Recipientes para muestras de de 500 ml
	Etiquetas
	Cooler
	Materiales de oficina

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presentan los resultados más relevantes del trabajo investigativo, así como un análisis del modelo de gestión de los recursos hídricos de la junta de aguas de consumo humano, además de un contraste del presente trabajo con investigaciones similares.

#### 4.1. Parámetros físicos del área de estudio

La microcuenca El Rosario tiene una superficie de 16,91 km<sup>2</sup>, un perímetro de 21,75 Km y una longitud axial 7,27 km, resultados que evidencian una microcuenca de tamaño pequeño; el factor forma indica que se trata de una cuenca alargada susceptible a inundaciones, en este mismo sentido el índice de Gravelius muestra que esta área pertenece a la clase 2 con una forma oval redonda a oval oblonga (Tabla 13).

**Tabla 13.** Parámetros de la forma de la microcuenca El Rosario

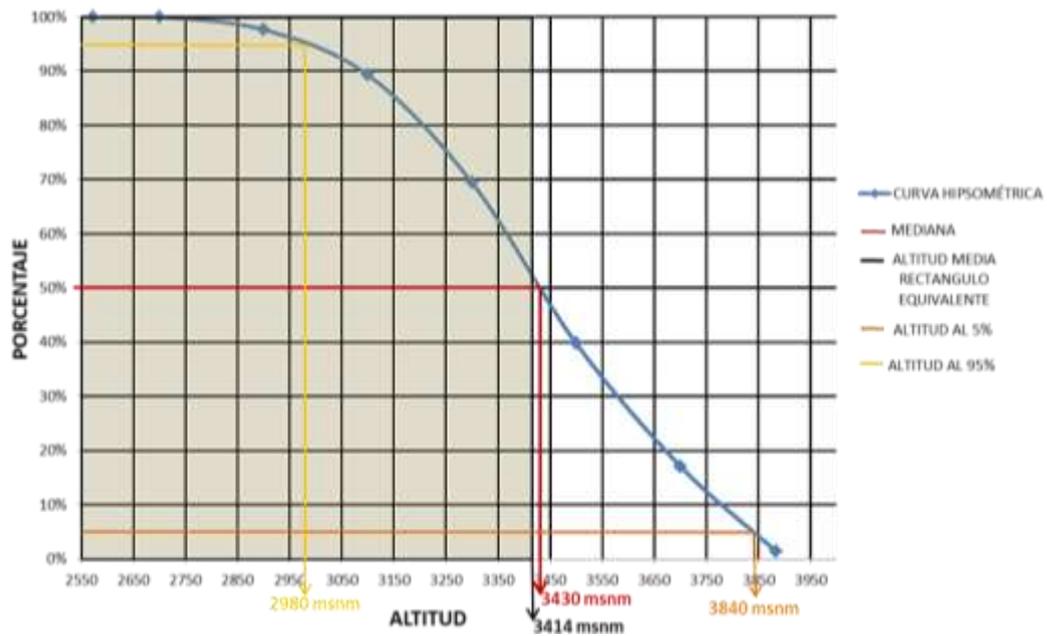
PARÁMETRO	RESULTADO
Área	16,91 Km <sup>2</sup>
Perímetro	21,75 Km
Longitud axial	7,27 Km
Ancho promedio	2,33 Km
Factor forma	0,32
Índice de Compacidad	1,49
Tiempo de concentración	1,16 horas

Los parámetros del relieve demuestran que el área de estudio tiene una altitud media de 3329 y se caracteriza por tener un relieve montañoso con un promedio de pendientes de 35%; estos parámetros indican que la microcuenca El Rosario es susceptible a procesos erosivos. Hincapié y Tobón (2012), señalan que a medida que el ángulo de inclinación de la pendiente aumenta existe un incremento en la magnitud del movimiento del agua, disminuye la densidad aparente y se incrementa la porosidad y la conductividad hidráulica (Tabla 14).

**Tabla 14.** Parámetros del relieve de la microcuenca El Rosario

PARÁMETRO	RESULTADO
Curva hipsométrica	3430 msnm
Altitud media	3329 msnm
Pendiente media	35 %

Los resultados de la curva hipsométrica muestran que al 50% tiene una altitud media de 3430 msnm, la forma de la curva es de campana. Para Lux (2016), esta tipología de curva corresponde a una formación geológica reciente, sus ríos y quebradas son jóvenes y por ende se encuentra en una etapa de desequilibrio y susceptibilidad a procesos erosivos (Figura 5).



**Figura 5.** Curva hipsométrica de la microcuenca El Rosario

El análisis de las pendientes de la microcuenca El Rosario indican que el 69% del terreno tiene una pendiente que va de suavemente inclinada a moderadamente inclinada, que corresponde mayoritariamente a la parte alta y el lado occidental de la cuenca, con una superficie de 1179, 2 hectáreas (Tabal 15).

**Tabla 15.** Morfología de la microcuenca El Rosario

<b>MORFOLOGÍA</b>	<b>ÁREA EN ha</b>	<b>PORCENTAJE DEL ÁREA</b>
Plana	122,3	7%
Suavemente inclinada	534,2	31%
Moderadamente inclinada	639,0	38%
Fuertemente inclinada	251,7	15%
Montañosa	111,8	7%
Escarpada	31,5	2%

Los parámetros de la red hidrográfica muestran que el cauce principal es de tamaño pequeño, atraviesa un relieve accidentado, su patrón de drenaje es un tipo dendrítico con una densidad de drenaje alta de 3km/km<sup>2</sup>, el tiempo de recorrido del agua desde el punto más lejano hasta la desembocadura es de 1,16 horas (Tabla 16).

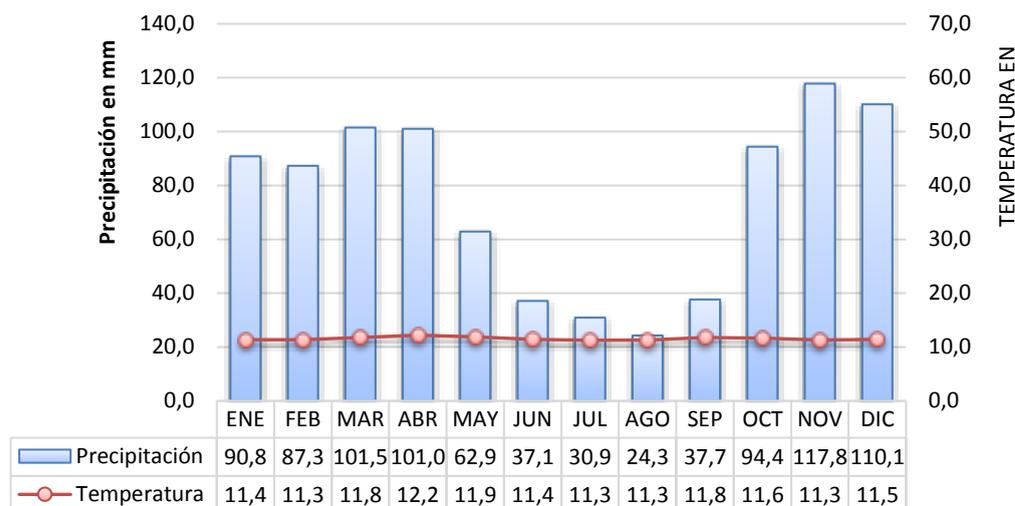
**Tabla 16.** Parámetros de la red hidrográfica de la microcuenca El Rosario

<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>
Longitud del cauce principal	8,51 Km
Pendiente media del cauce principal	14 %
Densidad de drenaje	3 Km/Km <sup>2</sup>
Coefficiente de torrencialidad	12.1
Patrón de drenaje	Dendrítico
Tiempo de concentración	1,16 horas

De acuerdo a la alta densidad de drenaje, la microcuenca el Rosario se caracteriza por producir un flujo rápido de las escorrentía superficial cuando se producen altas precipitaciones, esto disminuye el tiempo de concentración así como de la infiltración (Chorley, 1969).

#### **4.2. Clima de la zona de estudio**

La zona de estudio presenta una temperatura promedio de 11,6 °C y una precipitación anual de 896 mm; según el diagrama ombrotérmico no existen periodos secos, sin embargo los meses de junio, julio, agosto y septiembre muestran precipitaciones inferiores a los 40 mm (Figura 6).



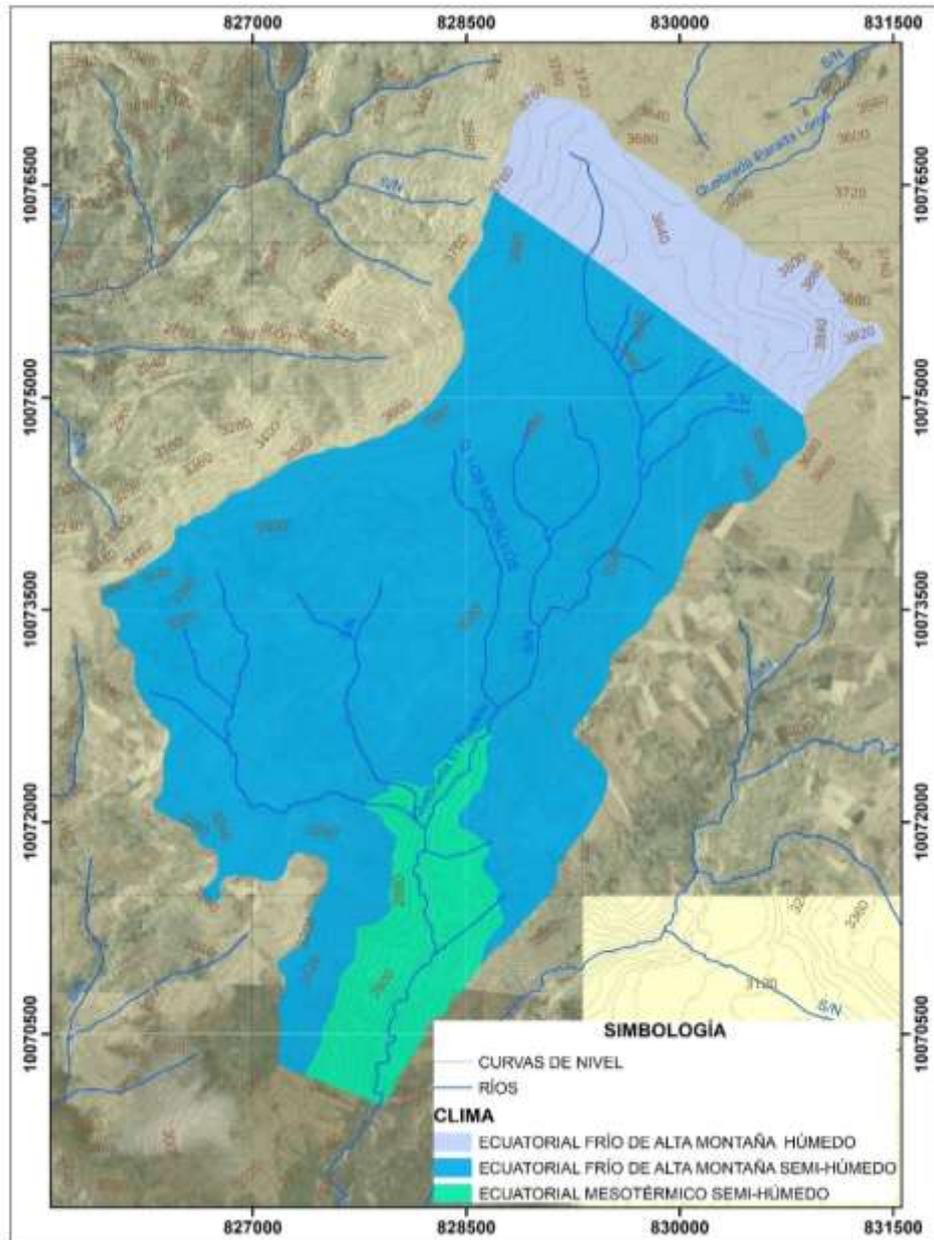
**Figura 6.** Diagrama Ombrotérmico

El balance hídrico indica que los meses de mayor recarga hídrica son noviembre y diciembre ya que sobrepasan los 80mm, sin embargo el mes ecológicamente seco es agosto con un déficit 4mm. Resultados que concuerdan con el estudio realizado por Cuasque y Sangurima (2019), señalando que el mes ecológicamente seco es Agosto con precipitaciones inferiores a 20mm (Tabla 17).

**Tabla 17.** Balance hídrico.

MESES	Ene	Feb	Ma	Abr	My	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Nº días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Factor de Holdridge	5,0	4,5	5,0	4,8	5,0	4,8	5,0	5,0	4,8	5,0	4,8	5,0	58,9
Temperatura media = $T^{bio} \text{ } ^\circ\text{C}$	11,4	11,3	11,8	12,2	11,9	11,4	11,3	11,3	11,8	11,6	11,3	11,5	11,6
ETP/mes mm	57,0	51,3	59,1	59,1	59,4	55,2	56,4	56,6	56,9	58,2	54,7	57,3	681
Precipitación media mm	90,8	87,3	102	101	62,9	37,1	30,9	24,3	37,7	94,4	118	110	895
1/2 ETP	28,5	25,6	29,5	29,6	29,7	27,6	28,2	28,3	28,5	29,1	27,4	28,7	
	62,3	61,7	71,9	71,5	33,2	9,5	2,7	-4,0	9,2	65,3	90,4	81,5	

El Rango altitudinal de la cuenca va desde los 2545msnm a los 3800 msnm en este sentido la temperatura media en la parte baja es de 15 °C y en la parte alta es de 6 °C, la distribución de las precipitaciones es entre los 750 y 1050 mm al año. Estas características han permitido identificar la presencia de tres zonas climáticas, siendo el clima ecuatorial frío de alta montaña semi - húmedo el que mayor influencia tiene sobre el área de estudio (Figura 7)

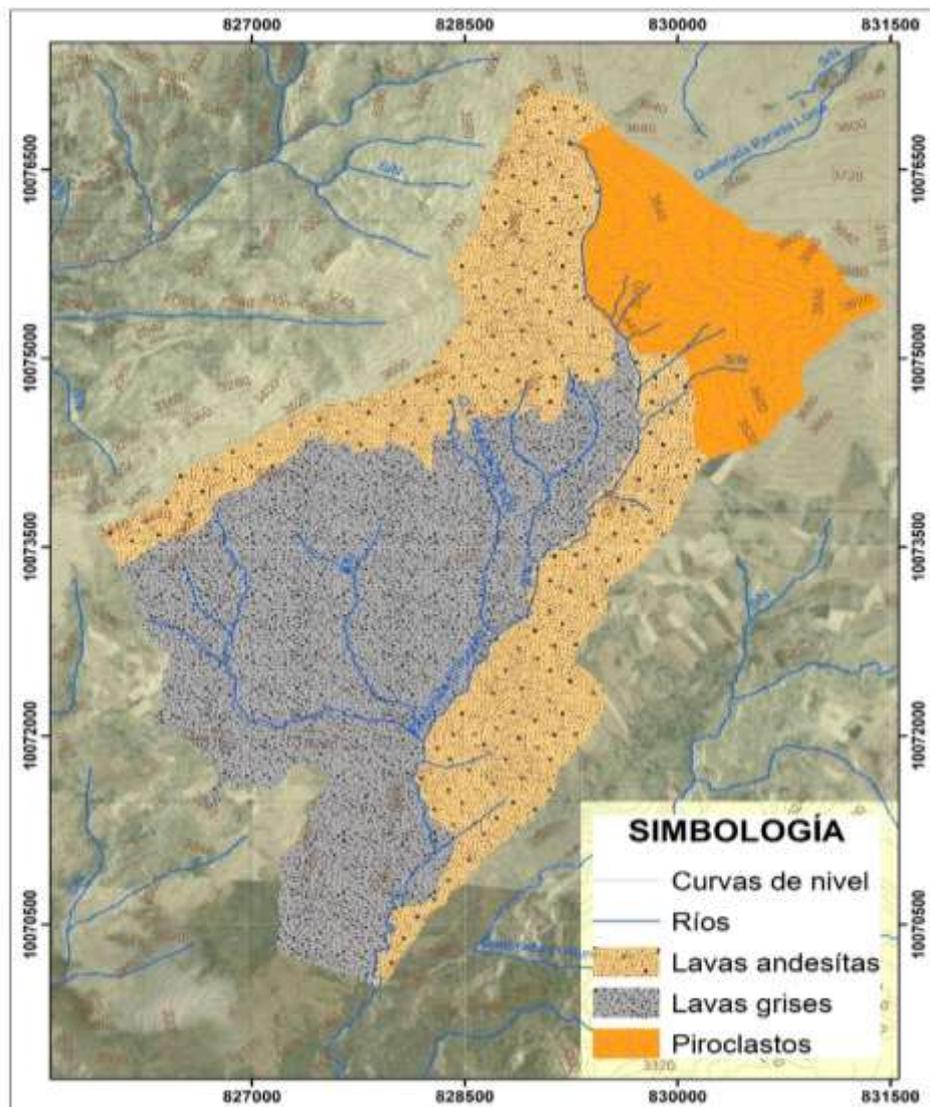


**Figura 7.** Climas de la microcuenca El Rosario.

Estos resultados concuerdan con los estudios realizados por Pourrut sobre los climas del Ecuador, en el cual manifiesta que en la región andina el clima ecuatorial frío de alta montaña se encuentra por sobre los 3000 msnm, que las temperaturas máximas rara vez sobrepasan los 20°C y la gama de los totales pluviométricos van desde los 800mm a los 2000mm.

### 4.3. Geología de la zona de estudio

El mapa geológico de la microcuenca El Rosario muestra la presencia de rocas ígneas de origen volcánico, principalmente lavas andesíticas, grises y piroclastos, según García y Martínez (2011), este tipo de rocas caracterizadas por poseer una composición intermedia de plagioclasa como son las anoritas, albitas y ortoclasa, ricas en aluminosilicatos (Figura 8).



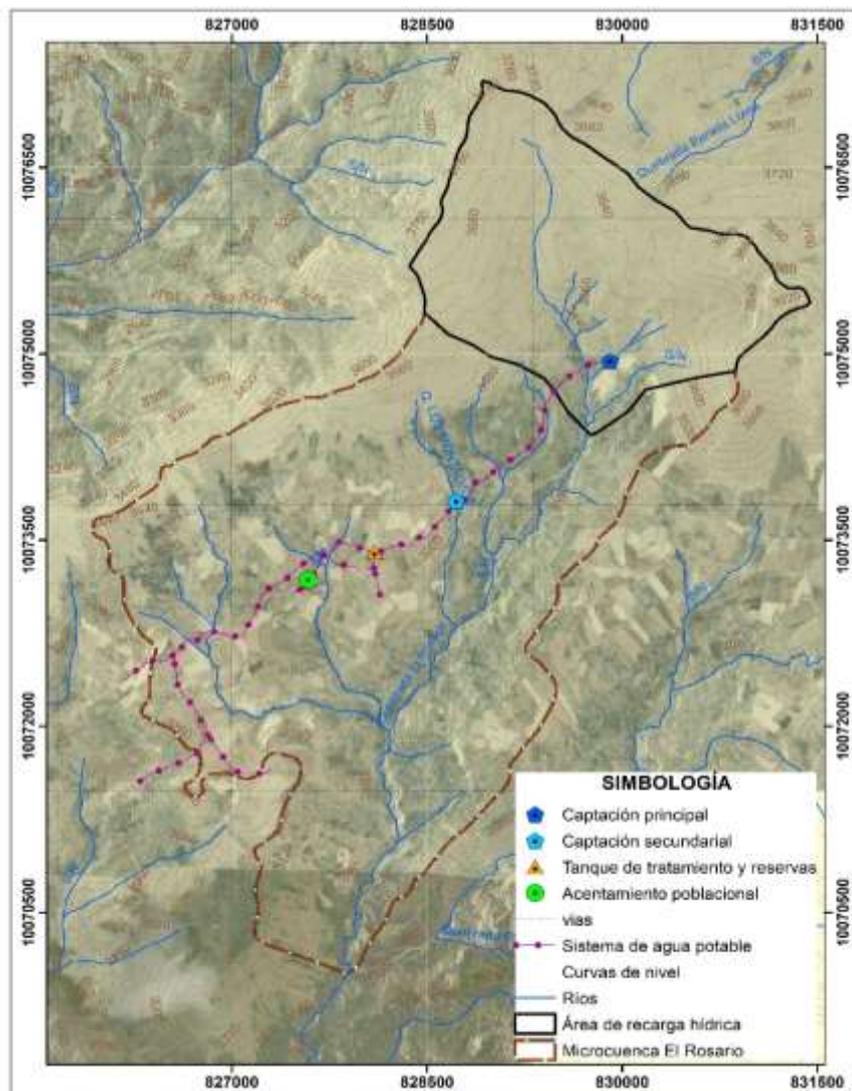
**Figura 8.** Geología de la microcuenca El Rosario.

Según el Plan de Manejo de la reserva ecológica El Ángel (2015), el sector se caracteriza por la presencia de depósitos volcánicos constituidos

principalmente por lavas andesitas basálticas, también señala que el área de la REEA registra dos formaciones litológicas en las que se destacan depósitos volcánicos pliocénicos del período terciario superior y depósitos glaciares cuaternarios.

#### 4.4. Caracterización del sistema de agua de consumo humano

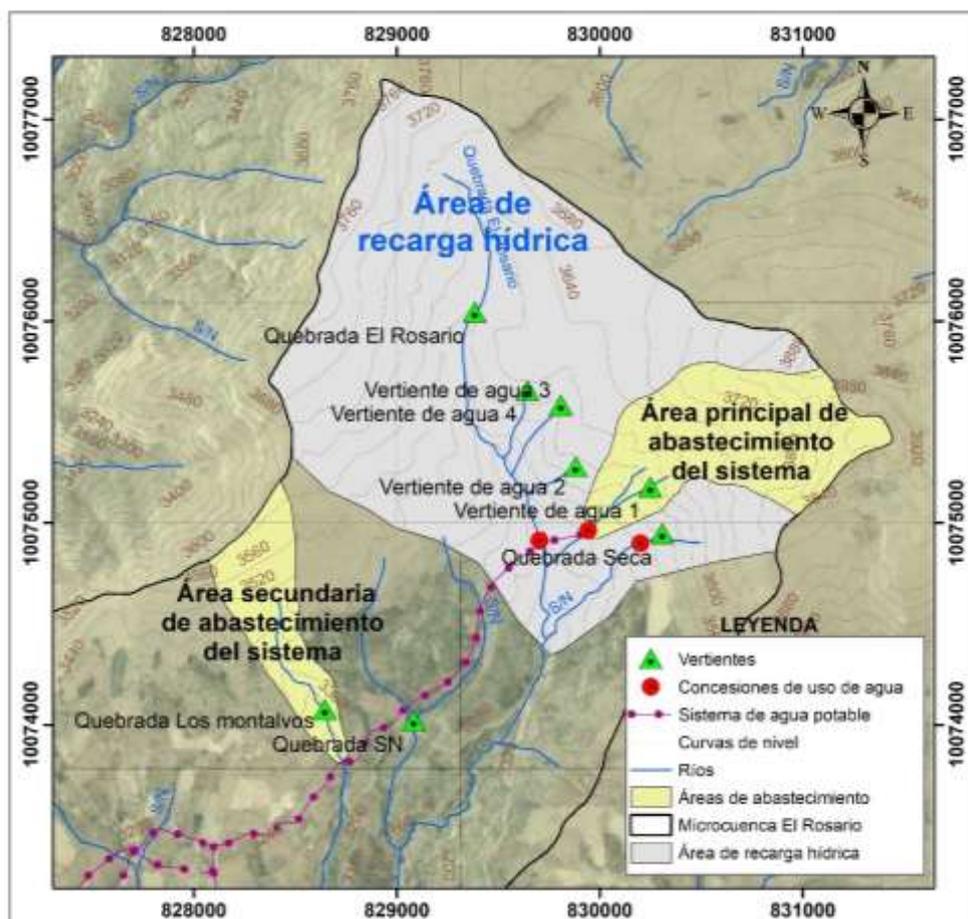
En este apartado se efectúa una caracterización del área de recarga hídrica, de los componentes del sistema de agua de consumo humano como es captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución, de igual forma se presenta un análisis del componente administrativo (Figura 9).



**Figura 9.** Ubicación del sistema de agua de consumo humano de la comunidad Palo Blanco

#### 4.4.1. Descripción del área de abastecimiento

El análisis de la cartografía base de las áreas de donde la población de Palo Blanco hace uso del agua, nos muestra que existe una área de recarga hídrica de 447 ha de donde captan el agua para riego y para consumo humano, sin embargo el abastecimiento del sistema de agua de consumo humano lo realizan principalmente de la vertiente Chiltazón que se encuentra en el cantón Espejo, la cual posee un área de 76 ha, de igual manera el sistema cuenta con una fuente de aprovisionamiento secundaria denominada Los Montalvos, la cual posee un área de abastecimiento de 35 ha (Figura 10)



**Figura 10.** Áreas de abastecimiento del sistema de agua de consumo humano de la comunidad Palo Blanco

Los resultados concuerdan con el informe de la Comisión Técnica para la protección de las fuentes de agua del río Santiaguillo en donde indica que el área donde se encuentran las fuentes de agua que abastecen a la comunidad Palo Blanco están principalmente en el Cantón Espejo y el área de recarga hídrica es de 400 ha (Gobierno Provincial del Carchi, 2016).

#### 4.4.1.1. Fuentes de agua en el área de abastecimiento

Se identificó 6 fuentes de agua, las cuales se encuentran dentro de circunscripción territorial del cantón Espejo y dos en el cantón Mira (Tabla 18).

**Tabla 18.** Vertientes geo-referenciadas en el área de recarga hídrica principal

Nombre	X	Y	Z msnm
Vertiente 3	829929	10075328	3583
Vertiente 4	829808	10075584	3567
Quebrada El Rosario	829644	10075657	3595
Vertiente 2	830224	10075270	3576
Vertiente 1 (Chiltazon)	830249	10075178	3572
Quebrada Seca	830309	10074947	3521
Quebrada Los Montalvos	828645	10074075	3340
Quebrada SN	829083	10074021	3280

Estos resultados se los constataron con información de otorgamientos de derechos de usos de agua concedidos por la Demarcación Hidrográfica Mira de SENAGUA, encontrando que en el sector hay dos concesión para Riego y una para Consumo Humano (Tabla 19), en este sentido se puede deducir que en el sector existe una creciente demanda del recurso hídrico.

**Tabla 19.** Concesiones de agua.

NOMBRE	NOMBRE DE LA FUENTE	USO	CAUDA AUTORIZADO	X	Y	Z msnm
Erazo Trujillo Luis Fabián	Quebrada Seca	Riego	2 l/s	830182	10075189	3434
Junta De Aguas Palo Blanco	Quebrada El Rosario	Riego	14,8 l/s	829960	10075282	3412
Junta De Agua Comunidad Palo Blanco	Rio Santiaguillo - Vertiente Chiltazon	Uso Domestico	1,1 l/s	829960	10075291	3428

**Fuente:** Secretaría Nacional del Agua, Demarcación Hidrográfica Mira (2014).

#### 4.4.1.2. Caudal de las fuentes de abastecimiento del sistema de consumo humano

Se exponen los resultados de la medición de caudales en la vertiente Chiltazón y la quebrada Los Montalvos, fuentes de abastecimiento del sistema de agua de consumo humano.

##### a) Vertiente Chiltazón

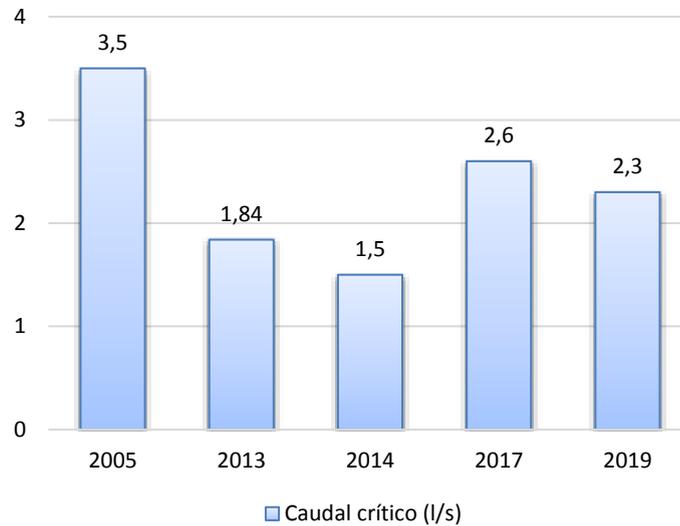
De acuerdo al monitoreo de caudales para la vertiente Chiltazón durante el periodo 2013 al 2017, se registró un caudal máximo en mayo del 2014 con 11.22 l/s y un caudal mínimo de 1.5 l/s en julio del mismo año (Tabla 20). Estos resultados fueron contrastados con la información del diagnóstico realizado en el año 2005 por MIDUVI-PRAGUAS y el gobierno municipal de Mira para la rehabilitación del sistema agua potable y saneamiento Palo Blanco --El Tablón, en el cual se establece que en los periodos críticos la vertiente presenta un caudal para captación de 3,5 l/s, en este sentido se evidencia que el caudal crítico ha disminuido en un 40% en relación al caudal del diseño del proyecto.

**Tabla 20.** Monitoreo de caudal para la vertiente Chiltazón.

FECHA	CAUDAL MEDIDO l/s
9 de septiembre del 2013	1,84
22 de diciembre del 2013	10,64
17 de abril del 2014	7,53
13 de mayo del 2014	11,22
12 de julio del 2014	1,5
20 de junio de 2017	2,6
14 de julio de 2019	2,3

Al realizar un análisis de los caudales en época seca se determinó que en el año 2014 presenta el caudal más crítico con 1.5l/s, esta situación concuerda con los datos presentados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología “INAMHI” en el análisis climatológico de canal para esos periodos. En este

sentido se puede decir que existe una tendencia a la disminución de caudal a excepción del 2017 en donde se observa la presencia de lluvias no comunes reportadas por el INAMHI (Figura 11).



**Figura 11.** Caudal en época seca en la vertiente Chiltazón.

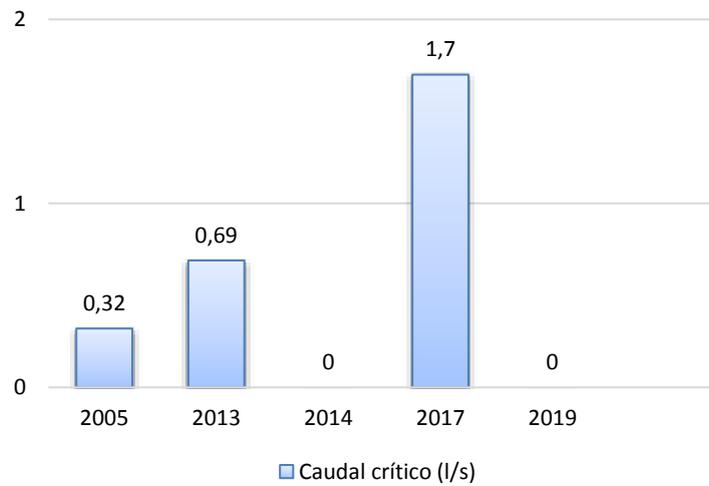
#### b) Quebrada Los Montalvos

De acuerdo al monitoreo de caudales de la quebrada Los Montalvos durante el periodo 2013 - 2017, se registró un caudal máximo en mayo del 2014 con 5.23 l/s y escasas de agua en julio del mismo año (Tabla 21), en este sentido evidencia que el caudal crítico ha disminuido en un 100% época seca.

**Tabla 21.** Monitoreo de caudal para la quebrada Los Montalvos.

FECHA	CAUDAL MEDIDO l/s
9 de septiembre del 2013	0,69
22 de diciembre del 2013	0,71
17 de abril del 2014	0,72
13 de mayo del 2014	5,23
12 de julio del 2014	0,0
20 de junio de 2017	1,7
14 de julio de 2019	0

Los resultados fueron contrastados con la información del diagnóstico realizado en el año 2005 por MIDUVI-PRAGUAS y el gobierno municipal de Mira para la rehabilitación del sistema agua potable y saneamiento Palo Blanco -El Tablón, en el cual se establece que en los periodos críticos la quebrada los Montalvos tiene un Caudal de 0,32 l/s, sin embargo en julio de 2014 llegó a desaparecer. En ese sentido se puede determinar que al igual que la fuente de abastecimiento principal, existe una tendencia a la disminución del caudal (Figura 12).



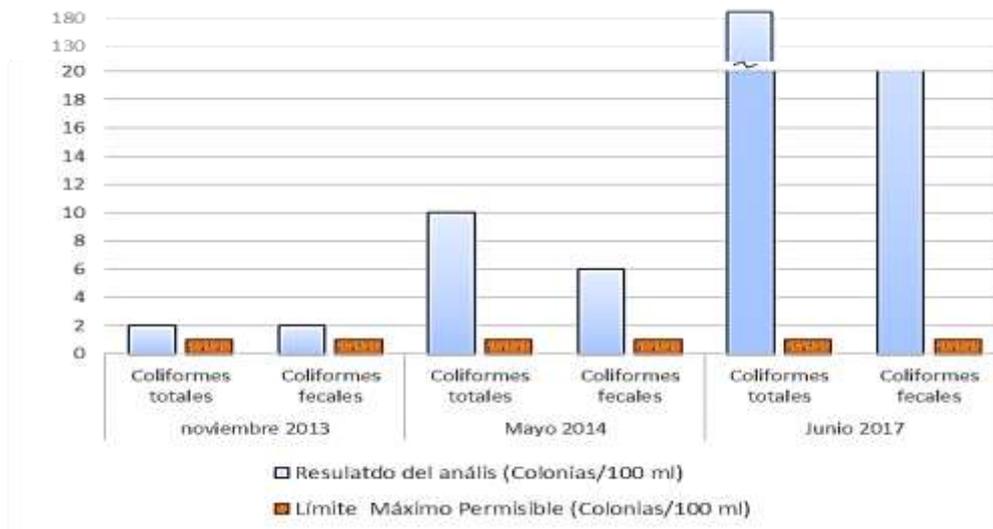
**Figura 12.** Caudal en época seca en la quebrada Los Montalvos.

#### 4.4.2. Calidad del agua de consumo humano

Se muestran los resultados más relevantes de los análisis físicos químicos y bacteriológicos de las muestras de agua que sobrepasan los límites permisibles establecidos en la norma INEN 1108 2014.

##### a) Fuente de abastecimiento principal

Los análisis físico-químico y bacteriológico muestran que la principal contaminación del agua está dada por la presencia de coliformes fecales, su mayor concentración corresponde a los periodos lluviosos de julio del 2017 (Figura 13). Al comparar estos resultados con la Norma Técnica Ecuatoriana, requisitos para agua potable, se determina que el agua está contaminada por bacterias de origen fecal.



**Figura 13.** Resultados de las muestras de agua de la vertiente Chiltazón

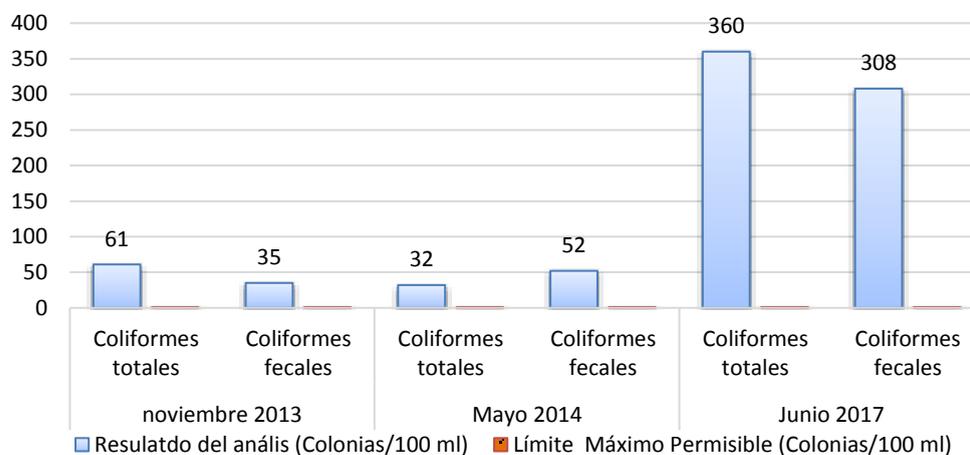
De igual manera, los análisis físico-químicos y bacteriológicos realizados por el Ministerio de Salud Pública el 4 de febrero del 2019, indican que no se evidencia presencia de cloro, el PH es normal, sin embargo no es apta para consumo humano.

Caso similar se cita en el Plan de Manejo de la Reserva Ecológica El Ángel REEA, sobre el estudio realizado en el año 2013 por la mancomunidad del río mira, en la microcuenca del río Colorado-Mal Paso, en el cual se indica que la calidad del agua se mantiene dentro de los límites permisibles, sin embargo la presencia de ganado en la zona podría dar un indicio del exceso de coliformes totales en el agua que abastece a las poblaciones locales en torno a la REEA. Para el caso de la zona de estudio, su contaminación puede ser ocasionada por el arrastre de desechos del ganado por la escorrentía superficial hasta las vertientes (Ministerio del Ambiente 2015).

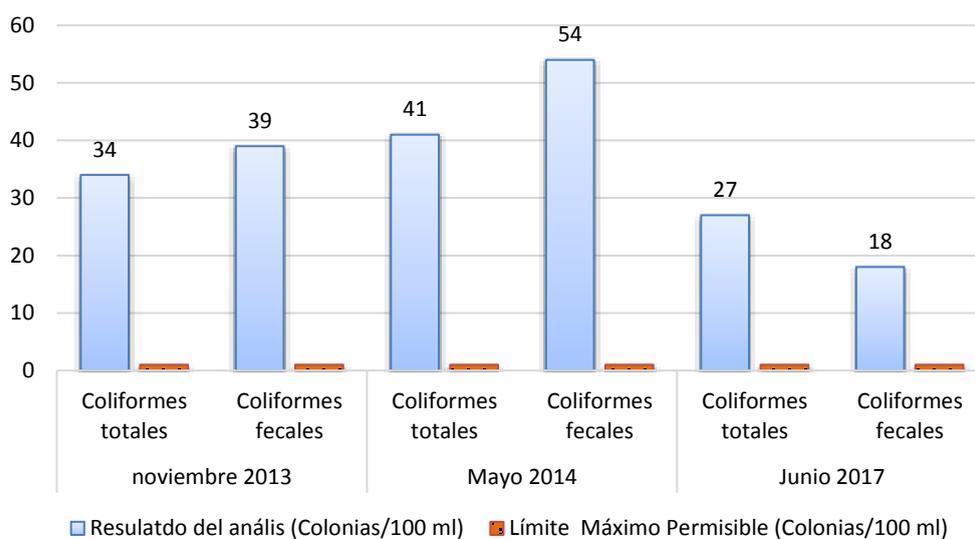
#### **b) Red de distribución**

Los análisis de agua muestran una concentración de hasta 360 colonias de bacterias, especialmente en época lluviosa, lo que indica que las escorrentías arrastran los desechos de la actividad agropecuaria hasta las obras de captación del agua. Estos resultados se corroboran con información del centro de salud de la

comunidad, indicando que entre las enfermedades más frecuentes del sector se encuentran las gastrointestinales (Figuras 14 y 15).



**Figura 14.** Resultados de las muestras de agua de la escuela de la comunidad



**Figura 15.** Resultados de las muestras de agua del domicilio del Sr. Javier Gonzales

Al igual que en la captación, los análisis físico-químicos y bacteriológicos realizados por el Ministerio de Salud Pública el 4 de febrero del 2019, indican que no se evidencia presencia de cloro, el pH es normal, sin embargo no es apta para consumo humano.

De acuerdo al análisis de salud en las poblaciones cercanas a la REEA, presentado en plan de manejo de la reserva indica que “las enfermedades más recurrentes en

el año 2013, fueron: infecciones respiratorias agudas, enfermedades diarreicas y artritis. Entre los grupos poblacionales más afectados constan niños y adultos mayores”. Para la comunidad Palo Blanco las infecciones gastrointestinales representan el 14% de las enfermedades prevalentes en el sector.

#### **4.4.3. Administración y operación del sistema**

La administración del sistema ha estado a cargo de la directiva de la comunidad, no se ha consolidado un organismo que se encargue específicamente de la administración del sistema. La Junta Administradora de Agua Potable de Palo Blanco, se encuentra en el proceso de adquirir personería jurídica ante la Secretaría Nacional del Agua “SENAGUA”.

El Sr. Erazo, presidente de la comunidad Palo Blanco indica que los organismos ejecutores del proyecto PRAGUAS en el año 2015, no han entregado a la comunidad las memorias técnicas ni manuales de operación del sistema de agua de consumo humano, que se establecen en el diseño del proyecto (O. Erazo, comunicación personal, 27 de julio de 2018).

Para la operación del sistema se cuentan con un operario el cual recibe un reconocimiento de 30 dólares por mantener el flujo continuo del líquido. Para cubrir los gastos de operación y mantenimiento han fijado una tarifa fija de un dólar con 20 centavos mensuales por familia, lo cual apenas alcanza para cubrir los gastos del operador.

Las experiencias de México sobre la Administración de los sistemas de agua potable en el sector rural expuestos por Galindo y Palerm (2007), nos dejan ver que el tipo de gobierno influye de manera directa en la administración y operación, lo mismo que en la cantidad de personal contratado y la cadena de mando, de igual forma se introducen principios de equidad y legitimidad al momento de establecer tarifas y categoría de usuarios, en este sentido existe una relación con la forma de administración del sistema de agua Palo Blanco en donde

se requiere un fortalecimiento de la organización social alrededor de la junta de agua para combatir los problemas de carácter administrativo y el establecimiento de procesos de forma participativa.

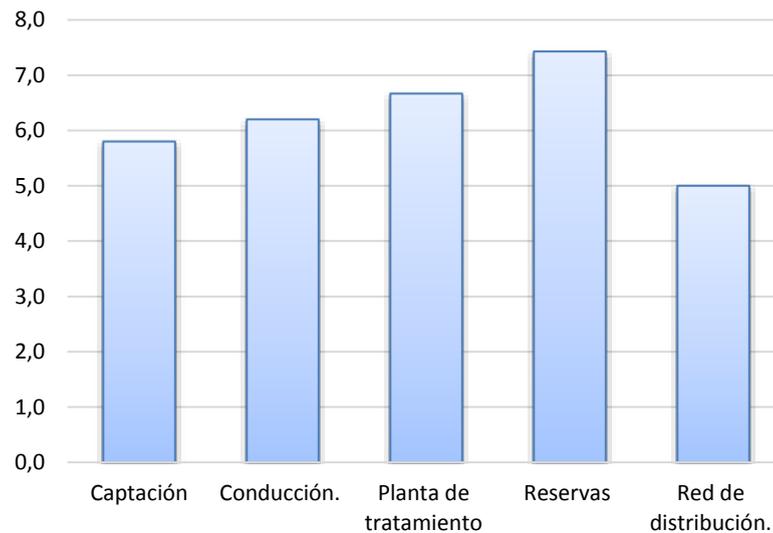
#### 4.4.4. Funcionalidad de la infraestructura

Luego de la evaluación técnica por parte de funcionarios del Instituto de Ecología y Desarrollo de Cayambe, se estableció una calificación de 7 para el funcionamiento del sistema en general, considerando 1 como menor y 10 el de mayor funcionalidad (Tabla 22).

**Tabla 22.** Evaluación de la funcionalidad de la infraestructura del sistema

INFRAESTRUCTURA	PRESENCIA	AUSENCIA	CANTIDAD	CALIFICACIÓN
Captación				
Tanque de captación	x		1	6
Cámara seca	x		1	6
Accesorios de control	x		3	6
Filtro de grava	x		1	10
Infraestructura de protección		x	0	1
Conducción.				
Tubería PVC 0,80 Mpa	x		2,5 km	8
Tanque rompe presión	x		1	7
Válvulas de aire	x		3	8
Válvulas de desagüe	x		2	8
Obras de protección		x	0	1
Planta de tratamiento				
Cuarto de maquinas	x		1	8
Equipo de cloración automático	x		1	7
Depósito para alimentación de agua al hipoclorador.	x		1	7
Reservas				
EI tanque de reserva	x		1	7
Cámara de válvulas	x		1	7
Respiraderos	x		1	9
Indicadores de nivel	x		1	8
By pass	x		2	7
Válvula de desagüe.	x		1	8
Obras de protección.	x		1	8
Red de distribución.				
Tubería PVC y	x		5 Km	9
Manguera de 25mm.,	x		2Km	9
Válvulas de aire	x		1	7
Válvulas de desagüe	x		1	7
Medidores	x		50	1
Obras de protección	x		2	1
<b>FUNCIONALIDAD</b>			<b>7</b>	

Al analizar cada componente del sistema se identificó que la red de distribución presenta mayor deficiencia en la prestación del servicio debido a que las válvulas de aire y de desagüe se encuentran tapadas y carentes de infraestructura de protección, de igual forma los medidores de agua no están funcionando, situación que se refleja en llaves que permanecen abiertas constantemente (Figura 16).



**Figura 16.** Funcionalidad del sistema por componente

Según el estudio sobre el funcionamiento y la sostenibilidad de las intervenciones de agua potable y saneamiento en áreas rurales en Paraguay en un periodo de 15 años, se encontró que la funcionalidad es muy alta en los primeros 4 años, con un valor de funcionalidad media del sistema, las redes de distribución tienden cada vez a ser menos funcionales (Moriarty, Smits, Butterworth y Franceys, 2013).

#### **4.5. Conflictos socio ambientales en la zona de estudio**

En este ítem se presentan los principales conflictos ambientales identificados en el área de abastecimiento y a lo largo del recorrido del sistema de agua de consumo humano, así como de los ecosistemas asociados al recurso hídrico.

### **a) Intervención ambiental en el área de abastecimiento principal**

En el trabajo con la comunidad se ha podido evidenciar el interés de los comuneros por proteger las vertientes que dotan de agua de consumo humano y riego a la comunidad. Es así que en el 2010 coordinan con la Corporación Provincial de Organizaciones Campesinas del Carchi "COPOCCAR", la Unidad Educativa Particular a Distancia "Nuestra Tierra", el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Sr. España E. en calidad de propietario del sector donde se encuentran las vertientes, y se realizaron actividades para la reforestación con plantas nativas en este sector.

Sin embargo en esta área para el año 2012, se realizan actividades agrícolas mecanizadas por parte del propietario, ocasionado que los dirigentes de la comunidad busquen la forma de llegar a un acuerdo con el propietario, sin lograr resultados, de igual forma el Ministerio del Ambiente inicia un proceso administrativo al propietario, sin embargo a inicios del 2015 se produce otra afectación por parte del propietario a pesar de que el Ministerio del Ambiente ha emitido una prohibición de labores agrícolas en la propiedad.

Con este antecedente en Marzo del 2015, la comunidad hace un llamado al Gobierno Autónomo descentralizado del Cantón Mira (GAD-MIRA), Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi (GPC), Secretaria Nacional del Agua Demarcación Hidrográfica Mira (SENAGUA), Ministerio del Ambiente, Gobierno Parroquial La Concepción, Dirección Distrital de Salud Espejo-Mira, Instituto de Ecología y Desarrollo de las Comunidades Andinas (IEDECA), Corporación Grupo Randi Randi, representantes de las Comunidades de: Juan Montalvo, Santa Luisa, Santiaguillo, Santa Ana, Estación Carchi y comunidades pertenecientes a la Parroquia la Concepción para tratar de establecer estrategias de conservación de las fuentes de agua. (Gobierno Provincial del Carchi, 2015).

Según las actas de reunión de la Comisión Técnica para la Protección de las Fuentes de Agua de Palo Blanco (2015), indica que uno de los principales

obstáculos para la protección de la fuente de agua es la incongruencia entre leyes orgánicas tanto para SENAGUA como para el MAE quienes en base a sus competencias no han podido identificar estrategias claras para la protección de las fuentes.

Esta problemática que dificulta la protección de las fuentes de agua en Palo Blanco presenta una similitud con el estudio realizado por Torres y García (2009), sobre los conflictos para gestión de los recursos hídricos debido a la ausencia de un tejido social fuerte y con recursos económicos insuficientes para negociar las formas de protección de los recursos hídricos. Astinza Cubero y Posada (2007), en el estudio del cantón Quijos indican que uno de los factores para que se generen problemas con la gestión de recursos hídricos es la dispersión de acciones de las instituciones competentes.

#### **b) Intervención ambiental en el área de abastecimiento secundaria**

Al realizar el recorrido por este lugar se observó que desde el punto de captación aguas arriba en el margen izquierdo existe la presencia de actividades agrícolas y pecuarias muy cercanas al cauce, la vegetación circundante es arbustiva principalmente de bambú (carrizo) la cual es utilizada para el pastoreo de ganado vacuno y caballar. También se observó que ésta quebrada recibe aportes de agua del canal de riego el cual se encuentra aguas arriba de la captación debido a que en periodos de estiaje la quebrada se ve completamente seca.

#### **c) Intervención ambiental en la red de conducción y distribución del agua**

A lo largo de la red de conducción y distribución no existen afectaciones significativas debido a que el sistema de tubería se encuentra a 1.5 m de profundidad y cruza extensiones dedicadas a la agricultura y ganadería.



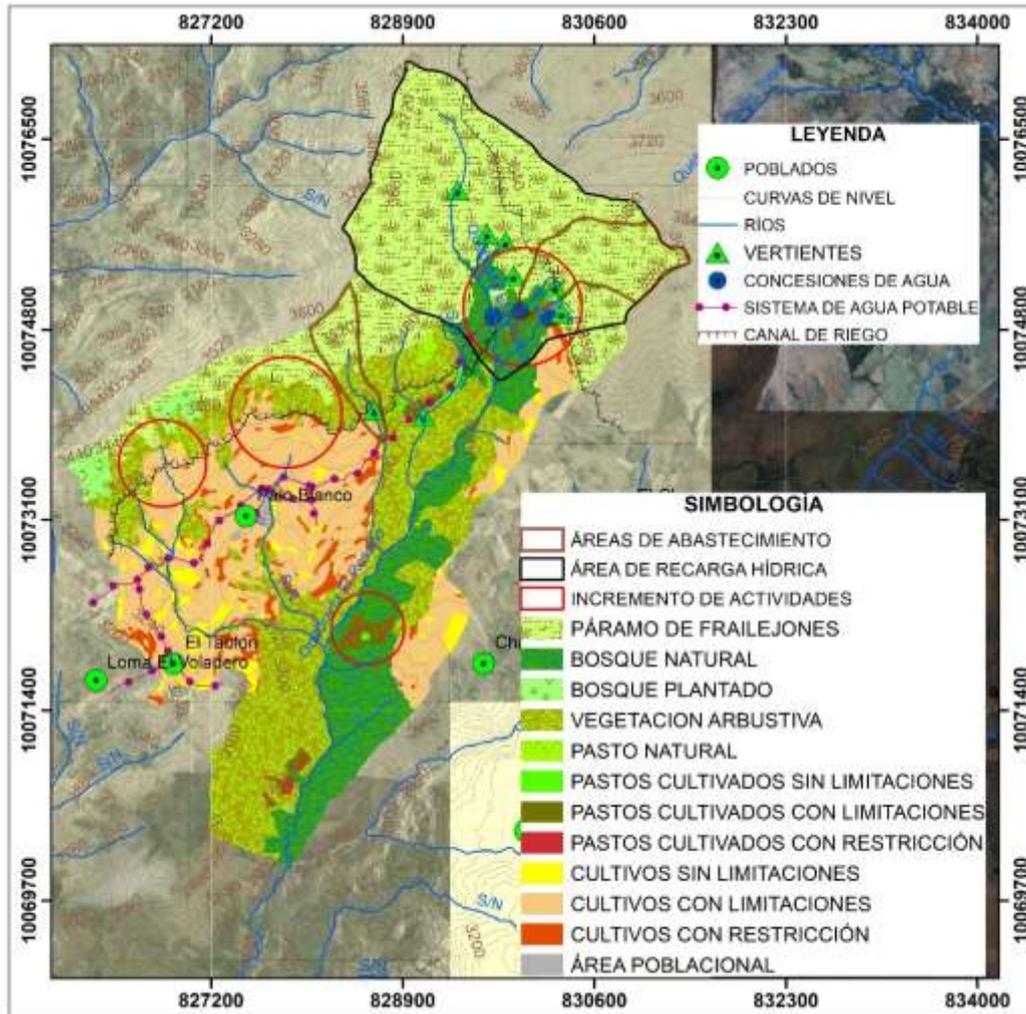
Los conflictos socio ambientales que se identificaron en la microcuenca El Rosario tiene su origen en las relaciones de intereses sobre el usos del agua y suelo, así como la ausencia institucional tanto a nivel comunitario y del Estado, que brinde alternativas frente a los conflictos suscitados (Tabla 23).

**Tabla 23.** Tipos de conflictos socios ambientales.

TIPO DE CONFLICTO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	
		NATURALEZA	SOCIEDAD
<b>Por intereses:</b> Los propietarios realizan actividades agropecuarias en zonas reforestadas y cerca de fuentes de agua, mientras que los comuneros buscan su protección.	Propietarios de tierras buscan usufructuar el suelo para cumplir con obligaciones bancarias. Propietarios de tierras buscan aumentar la plusvalía de los predios	Contaminación del agua. Disminución de caudales Pérdida de ecosistemas.	Acceso limitado al recurso hídrico. Aumento de enfermedades en los pobladores de la comunidad.
<b>Estructural:</b> Limitaciones para la protección de las fuentes por competencias territoriales de los GADs, las vertientes se encuentran en el Cantón Espejo y los beneficiarios en el Cantón Mira.	Las limitaciones político administrativas a nivel cantonal. Legislación contradictoria Duplicidad de competencias gubernamentales. Ausencia de una entidad comunitaria que administre el recurso hídrico.	Pérdida de cobertura vegetal y del recurso hídrico por falta de acciones gubernamentales y no gubernamentales oportunas.	Acceso limitado al recurso hídrico. Incremento de desigualdades sociales.
<b>Por relaciones:</b> A pesar del establecimiento de acuerdos existe una reincidencia de las actividades agropecuarias en áreas donde se encuentran las fuentes de agua.	Sistema burocrático lento entono a la aplicación de la ley en el ámbito ambiental. Legislación contradictoria. Ausencia de una entidad comunitaria que realice gestión de los recursos hídricos.	Avance de la frontera agrícola. Pérdida de ecosistemas frágiles.	División comunitaria en torno a la protección de las fuentes de agua. Incremento de desconfianza sobre la GRH.

Las relaciones socio ambientales en este sector indican que el área de recarga hídrica posee una considerable demanda de agua para riego y consumo humano,

enfrentando las necesidades de protección de las fuentes de agua con el desarrollo agropecuario, esto sumado la ausencia de una institucionalidad que regule las actividades en el sector, provoca una pérdida de la cobertura vegetal y por consiguiente a la escasez de agua (Figura 18).



**Figura 18.** Puntos de incremento de actividades agrícolas.

Situación similar presenta el estudio realizado por Mónaco (2016) en la que sostiene que el avance de la agricultura de forma no controlada, es uno de los factores que determina la reducción y fragmentación de los bosques, la contaminación de las napas freáticas por el uso de fertilizantes y pesticidas, la pérdida de biodiversidad y de los servicios socio-ambientales, acompañados de profundas consecuencias sociales, tales como la pérdida de trabajo rural, aumento

de la pobreza, disminución de la calidad de vida de miles de familias y el consecuente éxodo rural que incrementa los cordones de miseria que se encuentran a los alrededores de grandes ciudades.

#### **4.6. Análisis de la oferta y la demanda**

Es muy importante que el sistema de agua de consumo humano tenga la capacidad adicional suficiente para satisfacer la demanda de agua frente al crecimiento poblacional del sector. Según la literatura realizada por el Consorcio CAMAREN en el libro Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Evaluación de los Sistemas de Agua Potable, recomienda que un sistema de agua potable debe diseñarse para un periodo mayor a diez años. Para el caso de Palo Blanco el periodo de proyección para el sistema es de 15 años conforme al proyecto de diseño.

##### **4.6.1. Población actual y futura**

De acuerdo al censo poblacional del Centro de Salud Palo Blanco, para el 2018 existe una población de 235 habitantes, con respecto a los otros periodos no muestra variaciones significantes (Tabla 24).

**Tabla 24.** Datos poblacionales de Palo Blanco.

<b>Año</b>	<b>Población</b>
2012	230
2013	226
2014	195
2015	200
2016	217
2017	231
2018	235

**Fuente:** Centro de Salud Palo Blanco.

La comunidad Palo Blanco presenta en crecimiento poblacional irregular, según la señora Trujillo, auxiliar de enfermería de la comunidad, este comportamiento se

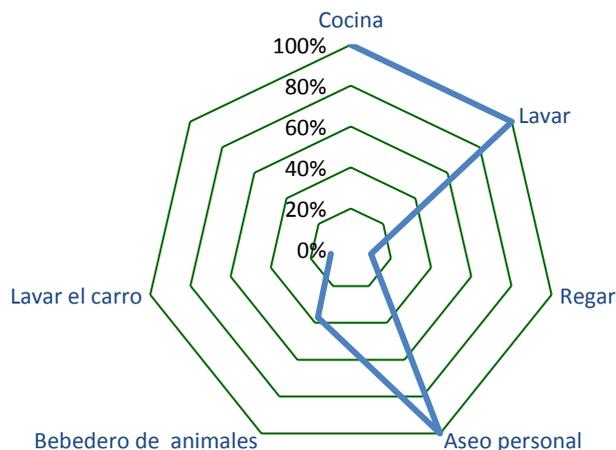
debe a que la población juvenil migra a la ciudad por motivos de estudios, al igual las familias salen de la comunidad para buscar mejores condiciones de vida y muy pocas familias regresan. (T. Trujillo, comunicación personal, 27 de julio de 2018).

De igual forma se ha considerado un periodo de crecimiento poblacional de 15 años, con una tasa referencial de crecimiento de 2.8% dada por el INEC, en este sentido se estableció que para el año 2033 la población de la comunidad Palo Blanco será de 350 habitantes con un margen de error de uno a dos habitantes según el método utilizado.

En contraste con el estudio realizado por Eguiguren (2017), en el cual indica que las migraciones en Ecuador se asociaron con categorías como “campesinado” y “mano de obra”, cuya movilidad se explicaría a partir de factores de expulsión y atracción, a su vez vinculados con los modelos de desarrollo y sus transformaciones como la modernización agrícola. Este fenómeno tiene similitud con la el poco crecimiento poblacional que experimenta la comunidad Palo Blanco.

#### **4.6.2. Uso y consumo del agua**

Se ha identificado que la población también utiliza el agua de consumo humano para para fines productivos, especialmente para abrevadero de animales. En los derechos de uso y aprovechamiento del agua otorgada por la agencia de recursos hídricos, indica que el uso es exclusivamente para consumo humano. Para Frutos (2006), el agua posee una multifuncionalidad en el ámbito económico, social y ambiental, estas características hacen que se produzcan conflictos alrededor del su uso, esta particularidad hace que en el sector rural a más del satisfacer las necesidades de consumo de las comunidades, el uso para actividades de desarrollo es de suma importancia (Figura 19).



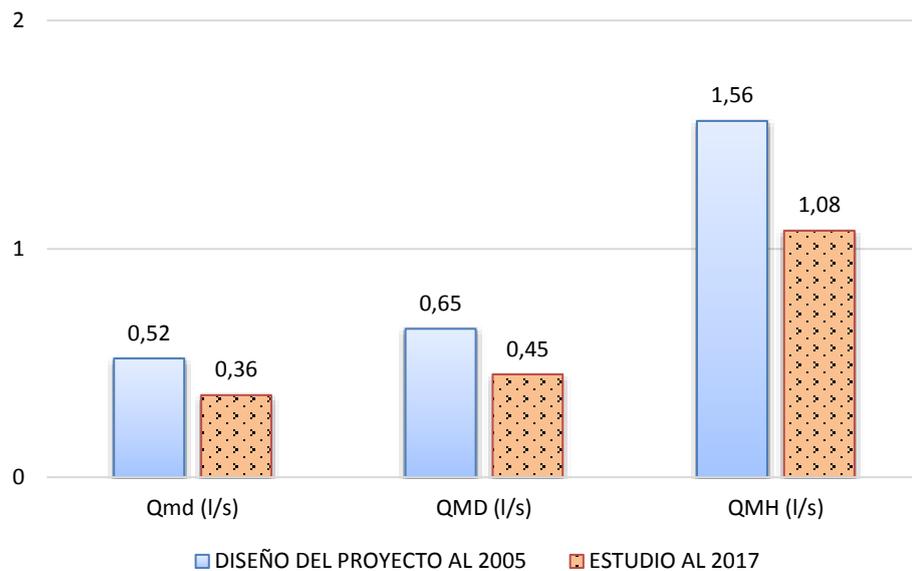
**Figura 19.** Usos del agua de consumo humano.

Similar situación se presenta en el estudio realizado por Cevallos y Vallejos (2018) en el cual se indica que el uso del agua del sistema Cochas - La Merced se destina a consumo humano, uso agrícola y como abrevaderos de ganado, aun estando al margen de la Ley, situación que tiene similitud con el sector de estudio.

#### **4.6.3. Caudal disponible y requerido para satisfacer las necesidades de la población futura**

De acuerdo al análisis realizado sobre el sistema de agua de consumo humano, se ha determinado que el caudal mínimo en época seca es de 1,5 l/s, que los usuarios poseen una conexión domiciliaria con más de un grifo por casa, la eliminación de aguas residuales lo realiza por alcantarillado sanitario, de acuerdo a la norma CO. 10.7 - 602 de SENAGUA le corresponde el nivel de servicio IIb, una dotación de agua de 75 l/hab/día para poblaciones en clima frío.

En este sentido el caudal máximo requerido para satisfacer las necesidades de consumo para una población de 350 habitantes y que la utilización del agua sea simultánea, se requiere de 1,08 l/s, en contraste los caudales del diseño del proyecto se puede evidenciar que no existen variaciones significativas con respecto a los caudales disponibles (Figura20).



**Figura 20.** Variación de la demanda de caudal.

#### **d) Volumen de almacenamiento**

La norma de diseño señala que en poblaciones inferiores a cinco mil habitantes no se debe considerar volumen a ser utilizados contra incendios ni emergencias y que en ningún caso el volumen de almacenamiento será inferior a  $10\text{m}^3$ , su capacidad de almacenamiento será el 50 % del volumen medio diario futuro.

De acuerdo a los cálculos realizados y en contraste con manual para proyectos de agua potable para sectores rurales de García (2009) el sistema de agua de consumo humano de Palo Blanco tiene la capacidad de infraestructura para dotar de agua a la población, sin embargo es importante realizar las adecuaciones necesarias para prolongar la vida útil del sistema.

#### **4.7. Propuesta del modelo de gestión**

Se presentan las acciones que se deben realizar para establecer o mejorar los procesos administrativo, financiero, de operación y mantenimiento para brindar un servicio de agua segura de consumo humano para la comunidad Palo Blanco, así

como la conservación del recurso hídrico y de los ecosistemas asociados a la zona de abastecimiento.

Con la finalidad de contar con un horizonte se ha fijado objetivos, una misión y visión que marcan la ruta a seguir en la gestión de los recursos hídricos, así como la identificación de aliados territoriales que pueden facilitar la consecución de los objetivos propuestos; de igual manera se ha establecido una estructura organizativa, el establecimiento de derechos y obligaciones de los usuarios, así como las funciones que tiene cada uno de los representantes de la junta.

Finalmente se ha establecido programas para la rehabilitación del sistema, para la gestión administrativa y financiera de la junta, de operación y mantenimiento del sistema, de capacitación a los directivos y protección de las fuentes de agua; en cada programa se han fijado objetivos, metas e indicadores, así como los documentos técnicos a ser utilizados.

#### **4.7.1. Introducción a la propuesta**

Tradicionalmente las comunidades campesinas e indígenas han realizado una administración comunitaria de los recursos naturales, ésta forma les ha permitido hacer efectivo el derecho al acceso al agua y a la vez adquirir experiencia en la gestión de sus recursos y el fortalecimiento de las estructuras sociales subyacentes para el desarrollo local (Bernal, Rivas, y Peña, 2014).

La Comunidad Palo Blanco no ha sido diferente a esta realidad, siendo la encargada de suministrar agua de consumo humano a sus habitantes, en este sentido el presente trabajo pretende proporcionar las herramientas necesarias en el ámbito administrativo, financiero, técnico y de capacitación para que se logre entregar un servicio de agua potable de calidad y la conservación del recurso hídrico.

En este sentido la participación de todos los usuarios ha constituido un ejercicio importante para determinar procesos y acciones que han permitido realizar acercamientos y gestiones en torno a los recursos hídricos y mejoramiento del sistema de agua potable.

#### **4.7.2. Objetivo de la propuesta**

Establecer procesos claramente definidos en relación a la conservación de las fuentes de agua, administración, operación y mantenimiento del sistema de agua de consumo humano, para proporcionar agua potable a la población de Palo Blanco.

#### **4.7.3. Alcance de la propuesta**

Proporcionar herramientas de gestión a los usuarios del sistema de agua de consumo humano de Palo Blanco en el ámbito administrativo financiero, técnico de operación y mantenimiento del sistema, así como en la conservación de los recursos hídricos con la finalidad de garantizar el suministro de agua potable en base a la norma vigente y en un extenso periodo de tiempo.

#### **4.7.4. Misión**

Suministrar el agua de consumo humano con niveles de calidad y de forma ininterrumpida a la población de Palo Blanco y el Tablón, para contribuir al bienestar y mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

#### **4.7.5. Visión**

Constituir una organización administradora de agua potable comunitaria que sea referente en la gestión del recurso hídrico, encaminado a lograr el manejo adecuado del agua y de los ecosistemas a ella asociada, en concordancia con la normativa legal vigente.

#### **4.7.6. Marco legal del modelo de gestión**

Corresponde a la normativa vigente que respaldan de forma legal las acciones planteadas en el modelo de gestión del sistema de agua de consumo humano de Palo Blanco.

La Constitución del a República del Ecuador garantiza el derecho a vivir en m ambiente sano en armonía con los ecosistemas, respetando los derechos otorgados a la naturaleza, postulados señalados en los artículos 12, 14 y 71 (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008).

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014) señala las formas de administración comunitaria del agua, así como las obligaciones y derechos que tiene las Juntas Administradoras del Agua para proteger las vertientes, gestionar los recursos hídricos y las directrices para brindar un servicio de calidad a los usuarios, normas establecidas en los artículos 12, 32, 43, 44, 45, 46, 50, 56, 135 y 136.

Los sistemas de abastecimiento de agua potable deberían acogerse al Reglamento de buenas prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública y deben cumplir con los requisitos establecidos en la normativa vigente (NTE-1108-2014).

#### **4.7.7. Actores territoriales que tienen relación con la gestión del agua**

Se presentan las instituciones tanto públicas, privadas, naturales y jurídicas que se encuentran operando dentro del territorio en relación a la dotación de agua de consumo humano y la conservación de los recursos naturales, con quienes la comunidad mantiene vínculos de cooperación. (Tabla 25)

**Tabla 25.** Actores territoriales relacionados con la conservación del agua y medio ambiente

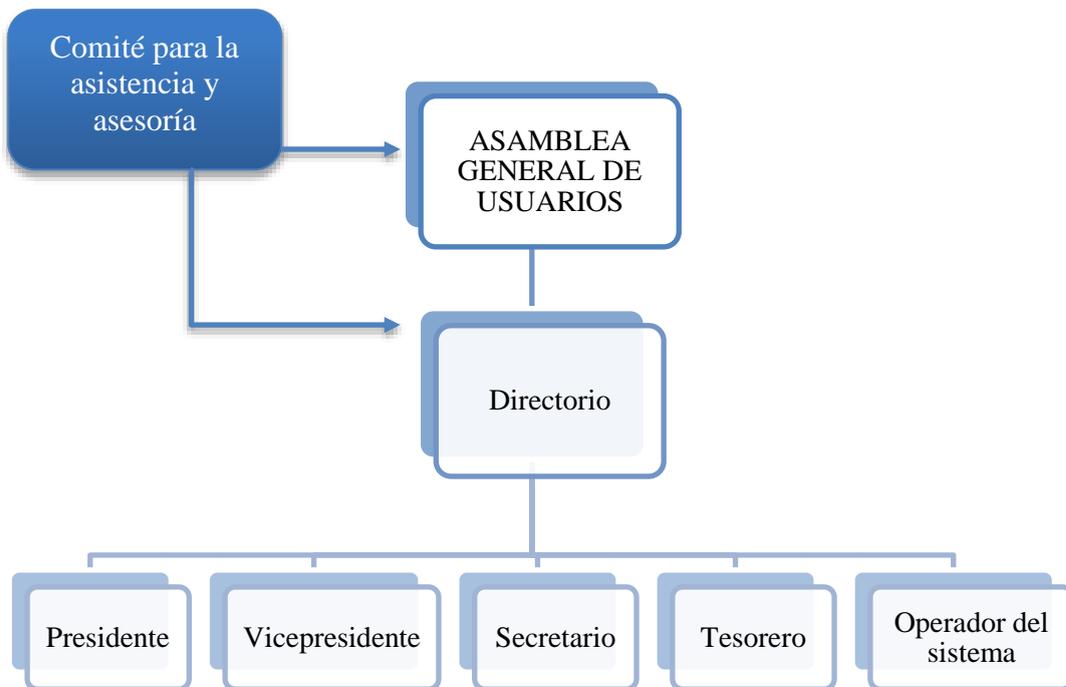
ACTOR	COMPETENCIA/FIN	FORMAS DE INTERVENCIÓN EN LA LOCALIDAD
GAD - Mira	Controlar el uso y ocupación del suelo Servicios de agua potable, alcantarillado, manejo de desechos, y saneamiento ambiental	Se ha comprometido a presupuestar los estudios para la puesta en marcha de la operatividad de la infraestructura al 2020
Subcentro de Salud (MSP)	Brindar atención primaria en salud	Verificación de la calidad del agua.
Unidad Educativa (MINEDUC)	Brindar Educación Básica	Educación ambiental
Reserva Ecológica El Ángel (MAE)	Protección de páramos y humedales	Control de las actividades en el área de abastecimiento
Gobierno Provincial del Carchi	La gestión ambiental provincial	Apoyo en la conformación de mesa técnica para la protección de las fuentes de agua
Instituto de Ecología y Desarrollo de las Comunidades Andinas	Promover y ejecutar proyectos orientados a la elevación de la producción campesina y el mejoramiento de los recursos naturales	Mejoramiento de la infraestructura de captación del sistema.
Corporación Grupo Randi Randi	Fomentar la conservación de los recursos naturales, el desarrollo sustentable y la equidad social y de género	Apoyo en la conformación de mesa técnica para la protección de las fuentes de agua
Junta de regantes Palo Blanco y La Palma.	Brindar servicios de agua de riego	Gestión para la conservación de las fuentes de agua.

#### 4.7.8. Estructura organizativa para la gestión del agua

Considerando que se trata de un sistema que beneficia a 65 familias, y en el sector se encuentran siete actores relacionados con la gestión del agua, se ha planteado

con la comunidad establecer un modelo de gestión en el marco de la alianza público privada en donde las instituciones gubernamentales y no gubernamentales formen un comité de asistencia y asesoría para la Junta Administradora de Agua Potable.

La estructura orgánica de la Junta Administradora de Agua Potable sigue los lineamientos establecidos en el “Instructivo para Conformación y Legalización de Juntas Administradoras de Agua Potable y Saneamiento; Juntas Administradoras de Agua Potable y Saneamiento Regional y el “Instructivo para Conformación y Legalización de Juntas de Riego y/o Drenaje” (Figura 21).



**Figura 21.** Estructura orgánica para la gestión del agua.

La conformación del comité para la asistencia y asesoría se ha conformado en el marco constitucional de que el Estado tiene la rectoría sobre los recursos hídricos y la elaboración de la política pública sobre los mismos; la ley le faculta a la institución rectora del agua ejercer la vigilancia y control del uso del agua, en este mismo sentido por mandato legal se otorga la facultad de administrar y brindar el

servicio de agua de consumo humano a los GADs Municipales o a niveles comunitarios.

En el marco mencionado, el Estado tiene la responsabilidad de planificar e invertir para garantizar el derecho constitucional que tiene la ciudadanía sobre el agua para consumo humano, sin embargo ni los sectores rurales ni los municipios ni las juntas administradoras de agua por separado han logrado garantizar los servicios de agua potable, por lo que la forma más viable de ampliar la cobertura y ganar eficiencia esta entre la complementariedad entre los municipios y los sistemas comunitarios, acción que se enmarca en los (Guailas, 2013)

#### **4.7.8.1. Función del comité para la asistencia y asesoría**

El comité para la asistencia y asesoría está conformado por delegados del Gobierno Municipal de Mira, el Subcentro de Salud de la comunidad, la Unidad Educativa, la Administración de la Reserva Ecológica El Ángel, el Gobierno Provincial del Carchi, el Instituto de Ecología y Desarrollo de las Comunidades Andinas IEDECA y la Corporación Grupo Randi Randi, organismo que se encarga de la ejecución de actividades de cooperación con la Junta Administradora de Agua Potable durante cada una de las etapas del accionar de la Junta, con la finalidad de alcanzar la sostenibilidad del sistema (Tabla 26)

**Tabla 26.** Rol del comité para la asistencia y asesoría

<b>FASE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ROL DEL COMITÉ</b>	<b>ROL DE LA JUNTA</b>
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Actividad anual en la que se establecen las metas y se priorizan las acciones de mejoras que se realizarán durante el año, en el marco de la garantía constitucional del derecho al agua.</li> <li>▪ Actividad anual de fijación de tarifas conforme a la ley vigente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Formular de manera participativa las prioridades de atención</li> <li>▪ Presupuestar las prioridades en sus planes anuales de trabajo</li> <li>▪ Regular las tarifas.</li> <li>▪ Definir un derecho mínimo de consumo.</li> <li>▪ Cofinanciación progresiva de tarifas a personas en estado de vulnerabilidad.</li> <li>▪ Apoyo en la formulación de normativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Facilitar la información necesaria.</li> <li>▪ Trabajar con el comité en la definición y planificación de intervenciones</li> <li>▪ Fijar contrapartes de inversión</li> <li>▪ Garantizar que el proceso sea participativo.</li> <li>▪ Establecer el régimen tarifario de acuerdo a las características particulares del sector y en función de la sostenibilidad del sistema,</li> <li>▪ Asegurar la sostenibilidad del sistema</li> </ul>
Ejecución.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proceso en el cual se realizan las obras y acciones de mejoramiento del sistema.</li> <li>▪ Cumplimiento de actividades que permitan brindar un servicio de calidad y la conservación del recurso hídrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Destinar los recursos necesarios de acuerdo a los compromisos adquiridos.</li> <li>▪ Establecer procesos de contratación, fijar mecanismos de financiamiento y control de la ejecución de las obras.</li> <li>▪ Suscribir convenios de colaboración para el financiamiento de programas integrales de mejoras.</li> <li>▪ Apoyar investigaciones para de sistemas de agua alternativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Destinar los recursos necesarios de acuerdo a los compromisos adquiridos.</li> <li>▪ Ejecución de los programas administración, operación, mantenimiento y de protección de fuentes de agua.</li> <li>▪ Proporcionar las evidencias de la ejecución de obras y programas.</li> </ul>

**Tabla 26.** Rol del comité para la asistencia y asesoría (continuidad)

<b>FASE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ROL DE COMITÉ</b>	<b>ROL DE LA JUNTA</b>
Transferencia de tecnología.	Cosiste en la transmisión científica, tecnológica, del conocimiento y de los medios que permitan una mejora continua del servicio y conservación del recurso hídrico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Institucionalizar mecanismos para el fortalecimiento de la organización comunitaria.</li> <li>▪ Financiar actividades de capacitación en el ámbito administrativo, financiero, de operación y mantenimiento del sistema y liderazgo.</li> <li>▪ Fomentar programas para la generación de conciencia ambiental en la población.</li> <li>▪ Vigilar el cumplimiento de los programas financiados.</li> <li>▪ Apoyo en la gestión comunitaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ejecutar el programa de capacitación.</li> <li>▪ Garantizar la participación de la comunidad en los procesos de capacitación</li> <li>▪ Proporcionar las evidencias de la ejecución de programas.</li> <li>▪ Apropiación y responsabilización del sistema</li> </ul>
Monitoreo y evaluación	Tiene la finalidad de garantizar la calidad del agua y verifica los objetivos y metas que se ha establecido en los programas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facilitar los procesos de alianzas del sistema comunitario con laboratorios públicos o privados.</li> <li>Establecer la técnica de monitoreo, indicadores de calidad y control en base a la normativa vigente.</li> <li>Promover proyectos para tratamiento de aguas residuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejecuta el programa de monitoreo de la calidad de agua.</li> <li>Desarrollar buenas prácticas de uso del agua al interior de la comunidad.</li> <li>Cuidar las fuentes de agua.</li> </ul>

#### **4.7.8.2. Competencia de la Asamblea General de Usuarios “AGU”**

La Asamblea General de Usuarios es la máxima autoridad de la Junta Administradora de Agua Potable y del Directorio quien tendrá las siguientes atribuciones:

- a) Elegir a los miembros del directorio mediante votación secreta nominal o nominativa.
- b) Dictar los estatutos y reglamento interno que regulará la vida jurídica de la Junta Administradora de Agua Potable “JAAP”.
- c) Conocer los informes de cada una de las actividades que realice la directiva.
- d) Conocer y aprobar el plan de actividades y el presupuesto que presente la directiva, dentro del primer mes de cada año.
- e) Fijar, aprobar y modificar las cuotas de ingreso, así como las ordinarias y extraordinarias y definir su utilización.
- f) Conocer, aprobar, negar u observar el informe semestral o anual que presente la directiva a través del presidente sobre la ejecución de sus actividades.
- g) Solicitar a la directiva cuanto informe estime necesario para conocer, aprobar, negar u observar sus actuaciones.
- h) Ordenar la fiscalización de los recursos económicos y financieros en cualquier momento en que así lo considere conveniente.
- i) Aprobar y resolver sobre la compra, venta, hipoteca y demás gravámenes sobre los bienes de la JAAP.
- j) Conocer en segunda y última instancia sobre las denuncias y demás actos internos que haya o no sido resueltos por la directiva.
- k) Nombrar las comisiones necesarias para el funcionamiento y cumplimiento de los fines, objetivos y las obligaciones estatutarias.
- l) Designar una comisión del seno de la Asamblea de Usuarios para fiscalizar los fondos de la JAAP.
- m) Discutir y resolver los puntos sometidos a su consideración tanto por el directorio o por cualquiera de sus miembros.

- n) Discutir, remover o reemplazar a los miembros del directorio, por infracciones debidamente comprobadas
- o) Incentivar a todos sus miembros a la autogestión técnico-administrativa, para el mejoramiento del sistema.
- p) Determinar los honorarios que han de percibir los funcionarios de la JAAP, sin perjuicio de lo estipulado en la legislación vigente.
- q) Las demás atribuciones que determinen la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, sus Reglamentos y el Estatuto de la JAAP.

- **Derechos de los usuarios**

- a) Usar y gozar del agua de acuerdo a la disponibilidad del recurso, mediante el uso de medidores de agua.
- b) Tener voz y voto en la Asamblea general de usuarios.
- c) Elegir y ser elegido miembro del directorio, así como integrar las comisiones que se crearen.
- d) El usuario tiene pleno derecho de presentar ante el directorio los reclamos pertinentes por cualquier anomalía que le resultare perjudicial en su aprovechamiento y en caso de no ser atendido por el Directorio acudirá a la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) como instancia superior.
- e) Proponer ante el directorio las acciones que considere necesarias para mejorar el servicio de uso doméstico.
- f) Denunciar documentadamente ante el directorio los abusos e incorrecciones cometidos por los dirigentes, usuarios y/o por terceras personas.
- g) Las demás atribuciones que determinen la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, sus Reglamentos y el Estatuto de la JAAP

- **Obligaciones de los usuarios**

- a) Asistir a las sesiones de Asamblea General de usuarios debidamente convocadas.
- b) Contribuir con la construcción, refacción o mejoramiento de las obras necesarias para ejercitar el derecho de aprovechamiento individual o colectivo, así como satisfacer los gastos para su operación, mantenimiento y mejoras a prorrata de sus derechos de uso.
- c) Entregar oportunamente y con veracidad la información que se requiera para elaborar y mantener actualizado el padrón de usuarios.
- d) Desempeñar los cargos para las comisiones que fueren designados.
- e) Facilitar a los responsables de la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua para consumo humano, el libre acceso para efectos de inspección, operación y mantenimiento de la misma.
- f) Respetar y acatar las resoluciones emanadas por la Asamblea General de Usuarios y del Directorio.
- g) Observar el mejor comportamiento en las sesiones de la Asamblea General de Usuarios, del Directorio u otras reuniones oficiales del Organismo.
- h) El usuario permitirá los trabajos de reparaciones y, si el caso lo requiere, de nuevas variantes del acueducto principal o nuevas acometidas domiciliarias sin derecho a indemnización de ninguna clase.
- i) Cancelar con puntualidad las obligaciones económicas adquiridas con la JAAP:
- j) Las demás atribuciones que determine la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, sus Reglamentos y el Estatuto de la JAAP

- **Padrón de Usuarios**

Se cuenta con 56 usuarios que poseen 59 instalaciones domiciliarias; en la comunidad existen familias que no cuentan con el servicio de agua para consumo humano (Tabla 27)

**Tabla 27. Padrón de usuarios**

<b>NOMBRE Y APELLIDO</b>	<b>Nº DE CÉDULA</b>	<b>Nº DE INSTALACIONES</b>
Rigoberto Quilca	060316314-7	1
Telmo Benavides	040175754-7	1
Manuel A. Pozo	040067466-9	1
David Chafuelán	040178363-4	1
Elvia Carlosama	040142076-5	1
José Cahandi	040069985-6	1
Ángel Carlosama	100365354-8	1
Homero Caicedo	040033182-3	2
Nestor Caicedo	040100898-2	1
Roman Caicedo	040142546-7	1
Efraín Portilla	040019867-7	1
Arnulfo A Pérez B	100060355-3	1
José L. Benavides	100063517-5	1
Héctor España	040049941-4	1
Narcisa Portilla	040067845-4	1
Alfredo Urresta	100364889-4	1
Carlos Estrada	100092145-0	1
Rosario Bolaños	040042657-3	1
Manuel Rivera	100364888-6	1
Wilson Portilla	040082611'1	1
Wilson Villota	040090347-1	1
Rosa Vaca	040075587-2	2
Marina Rosero	100312389-8	1
Beatriz Vaca	040070880-6	1
Ángel Vaca	040070887-1	1
Magdalena Chauca	170484432-1	1
Magdalena Delgado	040086598-6	1
Antonio Imbaquingo	040159587-1	2
Edy Altamirano	040115502-3	1
Nelson Villota	0400604401-5	1
Blanca Cunguan	040112371-6	1
Fredy Vaca	040167503-8	1
Blanca Muñoz	040069972-4	1
German Caicedo	040095667-8	1
Carlos Reina	100051364-6	1
Milton Erazo	040118400-7	1
Alfonso Bernardo	100159087-4	1
Jorge Meneses	040043239-9	1

**Tabla 27.** Padrón de usuarios (continuidad)

<b>NOMBRE Y APELLIDO</b>	<b>Nº DE CÉDULA</b>	<b>Nº DE INSTALACIONES</b>
Puesto de Salud		1
Jorge Erazo	040130592-3	1
Maritza Auz	040074672-3	1
Rosa Villota	040112483-4	1
Oscar Chauca	100261038-2	1
Asociación Palo Blanco		1
Aracely Quelal	040182931-2	1
Leonardo Benavidez	100326247-2	1
Marina Gonzales	100214911-8	1
Elvia Gonzales	040077876-7	1
Gladys Gonzales	040127428-7	1
Marco Ruano	040025403-3	1
Magdalena López	040052477-3	1
Santiago Erazo	100395177-7	1
Maritza Reina	040133818-1	1
Ramiro Erazo	040152713-0	1
Blanca Aules	171637668-4	1
Raúl Portilla	040143039-2	1

#### **4.7.9. Programa para la rehabilitación del sistema**

La comunidad Palo Blanco cuenta con la infraestructura de un sistema de agua instalado hace 18 años, el cual se encuentra a nivel operativo en un 60%, por lo que constituye la primera acción en conjunto del directorio para poner en funcionamiento al sistema en un 100%

- **Objetivo del programa**

Alcanzar niveles óptimos de funcionamiento de la infraestructura del sistema de agua de consumo humano.

- **Metas**

Alcanzar un 100 % de los niveles operativos de la infraestructura del sistema

**Tabla 28.** Actividades del programa de rehabilitación de la infraestructura del sistema

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PLAZO</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>VALOR ANUAL</b>
Propiciar una reunión de trabajo con el comité de asistencia y asesoría para cooperación del programa	Inmediato	Convocatorias	Presidente, Secretario	Una sola vez	30
Ejecución de labores de limpieza de cajas de válvulas, lavado de tanques, de almacenamiento, vía de red de conducción y distribución.	Inicio de la ejecución del plan	Jornales (Minga)	Presidente, Secretario, Operador	Una sola vez	670
Rehabilitación de un equipo clorado automático	Inicio de la ejecución del plan	Un equipo clorado automático	Presidente y Tesorero	Una vez al año	1000
Implementación de filtros dinámicos de grava y arena	15 días a partir de la implementación del sistema automatizado	Tres filtros	Presidente y Tesorero	Una vez al año	4500
Construcción de obras de protección	Inicio de la ejecución del plan	6 protecciones de cajas de válvulas 4 protección para cajas rompe presión	Presidente, Tesorero Operador	Una sola vez	2000
Reemplazo de válvulas de aire	Inicio de la ejecución del plan	3 válvulas de aire	Presidente, Tesorero Operador	Durante el año	90
Reemplazo de válvulas de desagüe	Inicio de la ejecución del plan	2 válvulas de desagüe	Presidente, Tesorero Operador	Una sola vez	60
Pintado de infraestructura	Inicio de la ejecución del plan	Pintura anti corrosiva Jornales (minga)	Presidente, Tesorero Operador	Una sola vez	800
<b>INDICADORES ASOCIADOS:</b>					
Informes de monitoreo de cloro residual					

#### **4.7.9.1. Competencias del Directorio.**

El directorio constituye el organismo ejecutor de las actividades de la JAAP y estará integrado por el Presidente, Vicepresidente y Secretario. Son deberes y atribuciones del Directorio las siguientes:

- a) Elaborar y poner en conocimiento por intermedio de su presidente a la asamblea general el presupuesto y plan anual de trabajo para su aprobación.
- b) Utilizar con celo y responsabilidad los fondos de la JAAP, así como de sus bienes muebles e inmuebles.
- c) Conformar comisiones que se requieran de entre los miembros y que tengan relación con el ámbito de acción, fines y objetivos de la JAAP.
- d) Conocer y resolver sobre las faltas leves y graves en primera instancia.
- e) Conocer y resolver sobre los requerimientos, denuncias y demás actos generados por los usuarios o terceras personas.
- f) Adoptar resoluciones transitoriamente sobre asuntos no contemplados en el estatuto hasta que se reúna la AGU, y ratifique o revoque lo aprobado.
- g) Revisar, analizar y emitir criterio/informe positivo o negativo sobre las solicitudes de ingreso de nuevos usuarios.
- h) Rendir cuentas a los usuarios, al menos dos veces al año, por iniciativa propia o a petición de la directiva o la JAAP.
- i) Cumplir y hacer cumplir las disposiciones técnicas y administrativas dictadas por la autoridad única del agua.
- j) Hacer respetar los derechos que correspondan a cada uno de los usuarios, así como hacer cumplir las disposiciones de la AGU.
- k) Planificar y controlar la correcta operación y mantenimiento del sistema de agua y su mejoramiento.
- l) Controlar que las inversiones se realicen de acuerdo a los presupuestos aprobados.
- m) Aplicar las sanciones legales a los usuarios, por incumplimiento de sus obligaciones.

- n) Convocar a las reuniones de AGU mediante citación firmada por el Secretario.
- o) En casos de emergencia, derrumbes o daños en acueductos y demás instalaciones del sistema de agua potable, se establecerán las gestiones y acciones respectivas para remediar los daños
- p) Las demás atribuciones que determinen la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, sus Reglamentos y el Estatuto de la JAAP

#### **4.7.10. Programa de gestión administrativa**

Este proceso se refiere a la administración misma del sistema, está relacionado con la gestión de la Asamblea, los responsables directos son el /la presidente/a, vicepresidente/a y secretario/a, ellos son los encargados de coordinar todos los procesos que realiza la Asamblea así como la orientación de la delegación de funciones y el control en el cumplimiento de las mismas.

- **Objetivo del programa**

Mejorar la gestión de la Junta Administradora de Agua Potable mediante la coordinación general de los procesos en cada una de las fases del sistema con la finalidad de brindar un servicio de calidad y eficiencia.

- **Metas:**

- Lograr una cobertura del 100% del servicio de agua potable en la comunidad Palo Blanco.
- Implementar un sistema de información automatizado que brinde información actualizada del estado de los usuarios, estados financieros y disponibilidad equipos e insumos.
- Coordinar la ejecución del 100% de los programas.

**Tabla 29.** Actividades del programa de mejoramiento administrativo

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PLAZO</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>VALOR ANUAL</b>
Implementar un sistema automatizado de información y cobro	Un mes a partir de la ejecución del programa	Un computador de escritorio Un software para agua potable.	Presidente y Tesorero	Una vez al año	1700
Implementar un sistema automatizado de control de bodega	Dos meses a partir de la ejecución del programa	Software de control	Presidente y Tesorero	Una vez al año	200
Ingreso del padrón de usuarios al sistema	15 días a partir de la implementación del sistema automatizado	Dos delegados de la junta	Presidente y Secretario	Una sola vez	30
Ingreso de nuevos usuarios en el sistema	Tres días a partir de la solicitud	Solicitud de ingreso	Presidente y Secretario	Durante el año	40
Construcción del reglamento interno	Tres meses a partir de la ejecución del programa	Un técnico	Presidente y Secretario	Una sola vez	300
Efectuar reuniones mensuales para evaluación y ejecución de programas	Un mes a partir de la ejecución del programa	Informes de ejecución de programas	Presidente y Secretario	Durante el año	100
Efectuar reuniones cuatrimestrales con el comité de asistencia y asesoría para evaluar avances de programas.	Cuatro meses a partir de la ejecución del programa.	Informes de ejecución de programas	Presidente y Secretario	Cuatro veces al año	150
<b>INDICADORES ASOCIADOS:</b>					
Número de familias beneficiadas del servicios de agua potable					
Nivel de satisfacción de los usuarios					
Número de acuerdos de cooperación.					

#### **4.7.10.1. Funciones del presidente**

- a) Velar por el cumplimiento de los acuerdos y resoluciones tomadas por el Directorio de Aguas.
- b) Convocar y presidir las sesiones de la Junta Administradora de Agua Potable así como del Directorio.
- c) Legalizar conjuntamente con el Secretario las Actas de las sesiones y las comunicaciones oficiales.
- d) Rubricar los libros de Secretaría, Tesorería y el Libro de Registro de Usuarios para asegurar su integridad.
- e) Suscribir conjuntamente con el Tesorero cheques, vales, comprobantes de pago y demás documentos de gastos.
- f) Suscribir con el Tesorero los contratos o convenios autorizados por el Directorio.
- g) Presentar al término de su ejercicio el informe anual de las actividades y,
- h) Las demás atribuciones que determinen la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, sus Reglamentos y el Estatuto de la JAAP.

#### **4.7.10.2. Funciones del vicepresidente**

El Vicepresidente subrogará al presidente en ausencia temporal o definitiva., y tendrá las siguientes atribuciones:

- a) Reemplazar al Presidente en caso de ausencia temporal o definitiva, con las atribuciones que el presente Estatuto le otorga.
- b) Actuar como tal en las sesiones de la Junta General y de la Directiva, con derecho a voz y voto.
- c) Todas las que la Junta General y/o la Junta Directiva le encarguen.

### 4.7.10.3. Funciones del secretario

- a) Llevar el Libro de Actas debidamente certificadas de las sesiones del Directorio y de la AGU, así como dar el trámite respectivo a todas las resoluciones.
- b) Por disposición del presidente citar a las sesiones ordinarias y extraordinarias de la JAAP y del Directorio.
- c) Informar por escrito al Tesorero de las resoluciones en lo pertinente al área financiera.
- d) Comunicar a los usuarios la imposición de cuotas ordinarias o extraordinarias por escrito, así como de las multas.
- e) Con autorización del presidente conferir copias de los documentos que fueren solicitados por escrito.
- f) Cualquier certificación pedida por un usuario, organismo o institución, será abalizada por el secretario, previa revisión de los originales correspondientes.
- g) Las demás atribuciones que determinen la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, sus Reglamentos y el Estatuto de la JAAP.

- **Documentos administrativos**

**Tabla 30.** Formulario de notificación

<b>NOTIFICACIÓN</b>			
Usuario: .....		Dirección: .....	
Fecha: .....		Cuenta N°: ..... Medidor N°: .....	
La Junta Administradora de Agua Potable Palo Blanco, le comunica que se procederá a suspender el servicio en el lapso de 48 horas por concepto de:			
Falta de pago	<input type="checkbox"/>	Conexión directa	<input type="checkbox"/>
Retiro del medidor	<input type="checkbox"/>	Uso indebido	<input type="checkbox"/>
.....			
Presidente			

**Tabla 31.** Formulario de solicitud para conexión del servicio

<b>SOLICITUD PARA CONEXIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE</b>			
<input style="width: 90%;" type="text" value="N°:....."/>	Palo Blanco,.....de .....del 20.....		
Nombre del solicitante: .....			
Dirección: .....			
TIPO DE INSTALACIÓN			
Nuevo	<input type="checkbox"/>	Industrial	<input type="checkbox"/>
Residencial	<input type="checkbox"/>	Público	<input type="checkbox"/>
Comercial	<input type="checkbox"/>	Reconexión	<input type="checkbox"/>
INFORME			
Aceptado	<input type="checkbox"/>	.....	
Negado	<input type="checkbox"/>	.....	
Fecha.....			
COSTO DE LA CONEXIÓN			
Instalación del servicio	USD		
Materiales	USD		
Medidor	USD		
Mano de obra	USD		
TOTAL		<input style="width: 90%;" type="text"/>	
FORMA DE PAGO			
Contado	USD		
Crédito	USD		
Jornales	USD		
TOTAL		<input style="width: 90%;" type="text"/>	
Dividendos mensuales de.....			
VALOR DE LA TARIFA			
Categoría	Base en m <sup>3</sup>	Valor USD* m <sup>3</sup>	Costo de exceso m <sup>3</sup>
Residencial	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Comercial	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Industrial	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Pública	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>
El solicitante acepta sujetarse a la Ley Orgánica de Recursos hídricos, Uso y Aprovechamiento del agua y los reglamentos internos de la Junta Administradora de Agua Potable de Palo Blanco.			
.....		.....	
Solicitante		Presidente IA AD DR	

#### **4.7.11. Programa de gestión financiera**

Constituye uno de los procesos más importantes de la junta, el responsable directo es el tesorero/a quien debe llevar los documentos contables, cuentas bancarias, informes de manera oportuna sobre los movimientos económicos y de inversión que se realizan en cada uno de los procesos del sistema, por tal motivo es necesario brindar una capacitación previa sobre el manejo de esta área.

- **Objetivo del programa**

Proporcionar información oportuna y confiable del estado económico de la Junta Administradora de Agua Potable para el planeamiento y la toma de decisiones estratégicas, sobre la sostenibilidad del sistema.

- **Metas**

- Implementar un sistema automatizado que brinde información actualizada del estado financieros de la Junta Administradora de Agua Potable.
- Reducir en un 100% la tasa de pérdida económica producto de la actividad de prestación de servicios.

- **Acciones**

Manejar los aspectos económicos referentes a las cuentas de los usuarios, facturas de cobros, registros de ingresos y egresos, comprobantes de ingresos y movimientos de caja, así como el manejo del sistema automatizado de cobros.

**Tabla 32.** Actividades del programa de mejoramiento financiero

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PLAZO</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>VALOR ANUAL</b>
Implementación de un sistema automatizado de cobros	Un mes a partir de la ejecución del programa	Un computador	Tesorero y presidente	Una sola vez en	1000
Control de hojas de lectura de medidores	A partir de la rehabilitación del sistema.	Software de cobro Trabajo técnico	Tesorero Operador	Una vez cada mes	156
Facturación de cobros tarifarios	Un mes después de rehabilitado el sistema.	Software de cobro Trabajo técnico	Tesorero	Una vez cada mes	156
Elaboración de informes de ingresos y egresos.	Un mes a partir de la ejecución del programa	Software de cobro Trabajo técnico	Presidente y Secretario	Dos veces al año	30
Efectuar reuniones mensuales con el directorio para entregar balance económico	Un mes a partir de la ejecución del programa	Software de cobro Trabajo técnico	Tesorero	Una vez cada mes	156
<b>INDICADORES ASOCIADOS:</b>					
Número de informes económicos favorables					
Bajo % de morosidad					

#### **4.7.11.1. Funciones del tesorero**

- a) Presentar el informe administrativo, los estados financieros y balances para conocimiento del directorio o la JGU
- b) Recaudar todos los valores que correspondan al directorio y llevará la contabilidad.
- c) Llevar un inventario de los bienes muebles e inmuebles de la Entidad, los mismos que permanecerán bajo su custodia y responsabilidad.
- d) Abrir las cuentas corrientes o de ahorros conjuntamente con el presidente en cualquier institución financiera que el directorio estime conveniente
- e) Informar mensualmente al directorio sobre el cumplimiento de las obligaciones de los usuarios en cuanto a los pagos de las cuotas y multas.
- f) Firmar conjuntamente con el presidente los cheques y demás documentos que impliquen manejo de dineros y bienes de la JAAP.
- g) Llevar un libro de control de ingresos y egresos con los respectivos comprobantes de sustento y responderá por sus valores.
- h) Verificar pagos con los requisitos legales y llevar libros de caja, debidamente rubricados por el presidente.
- i) Concurrir con voz informativa a las sesiones de la Junta de Usuarios, del Directorio en los asuntos económicos a conocerse y que son de su competencia. y,
- j) Las demás atribuciones que determinen la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, sus Reglamentos y el Estatuto de la JAAP

#### **4.7.12. Programa de operación y mantenimiento**

Se refiere al proceso de mantenimiento y operación de las unidades que conforma el sistema de agua potable. El administrador/a del agua es la persona encargada de ejecutar las tareas de operación y mantenimiento previo procesos de capacitación del funcionamiento de las unidades, equipos, accesorios y válvulas que componen el sistema.

- **Objetivo del programa**

Proporcionar el servicio de agua potable de forma ininterrumpida durante las 24 horas, los 365 días del año.

- **Metas**

- Incrementar la funcionalidad del sistema en un 100%
- Mantener los límites permisibles microorganismos y elementos orgánicos e inorgánicos por debajo de los límites permisibles establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108

- **Acciones**

Además de las actividades que el operador debe realizar para reparar daños en la infraestructura del sistema, se plantea acciones que se deben realizar en cada uno de los componentes para prevenir la ocurrencia de daños y el mal funcionamiento del sistema; esta última acción es la más importante ya que permite reducir costos de inversión y garantiza que la población tenga agua de calidad para consumo humano de forma ininterrumpida.

La ejecución de las actividades de operación y mantenimiento demandan de una considerable cantidad de tiempo y esfuerzo para una sola persona, es por esta razón que se vuelve indispensable el involucramiento de todos los usuarios para ayudar a vigilar que no se realicen afectaciones a la infraestructura y de darse el caso denunciar inmediatamente a la autoridad competente.

Para orientar la ejecución de las actividades se ha planteado un manual de operación y mantenimiento en el cual se describen las actividades y la frecuencia con la que se debe efectuar en cada uno de los componentes.

**Tabla 33.** Actividades generales del programa de operación y mantenimiento del sistema

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PLAZO</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>VALOR ANUAL</b>
Ejecución de actividades de operación y mantenimiento del sistema.	Inmediato después de ejecutar el programa de rehabilitación	Pago mensual del operador	Operador	Diario	4728
Aporte patronal a IESS	Un mes después de celebrar el contrato con el Operador	Pago de aporte patronal	Tesorero	Mensual	528
Adquisición de un stock de repuestos para reparar daños en el sistema.	Dos meses después de implementar el plan de rehabilitación	Repuestos de fontanería de 25 y 40 mm. Una válvula de aire, desagüe y paso.	Tesorero	Anual	500
Adquisición de herramientas para actividades de operación y mantenimiento.	Dos meses después de implementar el plan de rehabilitación	Llave de pico, llave de tubo, destornillador estrella y plano, alicate, red, pala, machete, cubo de 10 L	Tesorero	Anual	300
Adquisición de insumos para desinfección	Inmediato después de ejecutar el programa de rehabilitación	Hipoclorito de sodio	Operador	Anual	100
Adquisición de equipos para medir el cloro libre residual	A partir de la rehabilitación del sistema	Clorímetro	Operador	Anual	100
Ejecución de mingas para limpieza de tanque de reserva	A los seis meses después del funcionamiento del sistema	Refrigerios para participantes	Presidente	Semestral	50
Ejecución de mingas para limpieza y repintado de infraestructura	Al año después del funcionamiento del sistema	Pintura, Brochas, Refrigerios para participantes	Presidente	Anual	200
Ejecución de mingas para lavado de filtros de arena.	A los cinco años después del funcionamiento del sistema	Palas, brochas, desinfectante y Refrigerios para participantes	Presidente	Cada 5 años	200
<b>INDICADORES ASOCIADOS:</b>					
Número de informes de cloro residual que cumplen con las normas para agua potable					
Bajo porcentaje de informes de daños y reparación					

#### **4.7.12.1. Manual de Operación y Mantenimiento**

El manual de operación y mantenimiento del sistema de agua constituye una herramienta fundamental en el cumplimiento de los objetivos trazados; en el presente manual se describen los procesos básicos para el manejo, cuidado y mantenimiento de la infraestructura del sistema así como de la importancia que tiene los recursos hídricos para la comunidad.

##### **a) Objetivo del manual de operación y mantenimiento**

Establecer procedimientos para la operación y mantenimiento del sistema de agua potable Palo Blanco.

##### **b) Definiciones**

Se presentan algunos conceptos que deben conocerse para el manejo y funcionamiento de los componentes del sistema de agua de consumo humano.

- **Cuenca Hidrográfica**

Es un área geográfica de captación natural de las lluvias que hace converger los escurrimientos hacia un mismo lecho; está formada por un río principal y una red de drenaje que confluyen hasta llegar a un mismo punto de salida.

- **Fuentes de agua**

Las fuentes superficiales de agua se encuentran en ríos, lagos y lagunas, estas son susceptibles de emplearse con o sin tratamiento previo, para su consumo como agua potable; las fuentes subterráneas son aquellas aguas que se encuentran bajo la superficie y que deben extraerse a través de la perforación de un pozo, la calidad de estas aguas es mejor que las que se encuentran en la superficie, ya que es difícil o poco probable que estén contaminadas.

- **Reforestación**

Se denomina reforestación a la acción de trasplantar árboles en un territorio que hace un tiempo reciente su bosque natural fue deforestado por diversas razones.

- **Mantenimiento correctivo**

Hace referencia a las actividades reparación que se deben realizar a causa de daños accidentales o por desgates de los componentes del sistema de agua potable

- **Mantenimiento preventivo**

Corresponde a la ejecución de actividades necesarias para evitar daños de la infraestructura e instalaciones, así como para alargar la vida útil de los equipos.

- **Caudal hídrico**

Se denomina caudal al volumen de agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinados, suele medirse en  $m^3/s$

- **Golpe de ariete**

Se refiere al choque violento que se produce sobre las paredes de una tubería cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente, es decir cuando se cierra una válvula muy rápidamente.

**c) El agua, fuente de vida**

El agua es un elemento fundamental para el sostenimiento y el desarrollo de la vida así como para generar y sostener las actividades productivas de la localidad; a pesar de ser un recurso abundante en el plantea, la disponibilidad de agua para el

uso del ser humano es muy limitado, es así que muchos millones de personas en todo el mundo luchan diariamente para conseguir agua apta para el consumo y para atender a sus necesidades básicas

- **El ciclo hidrológico**

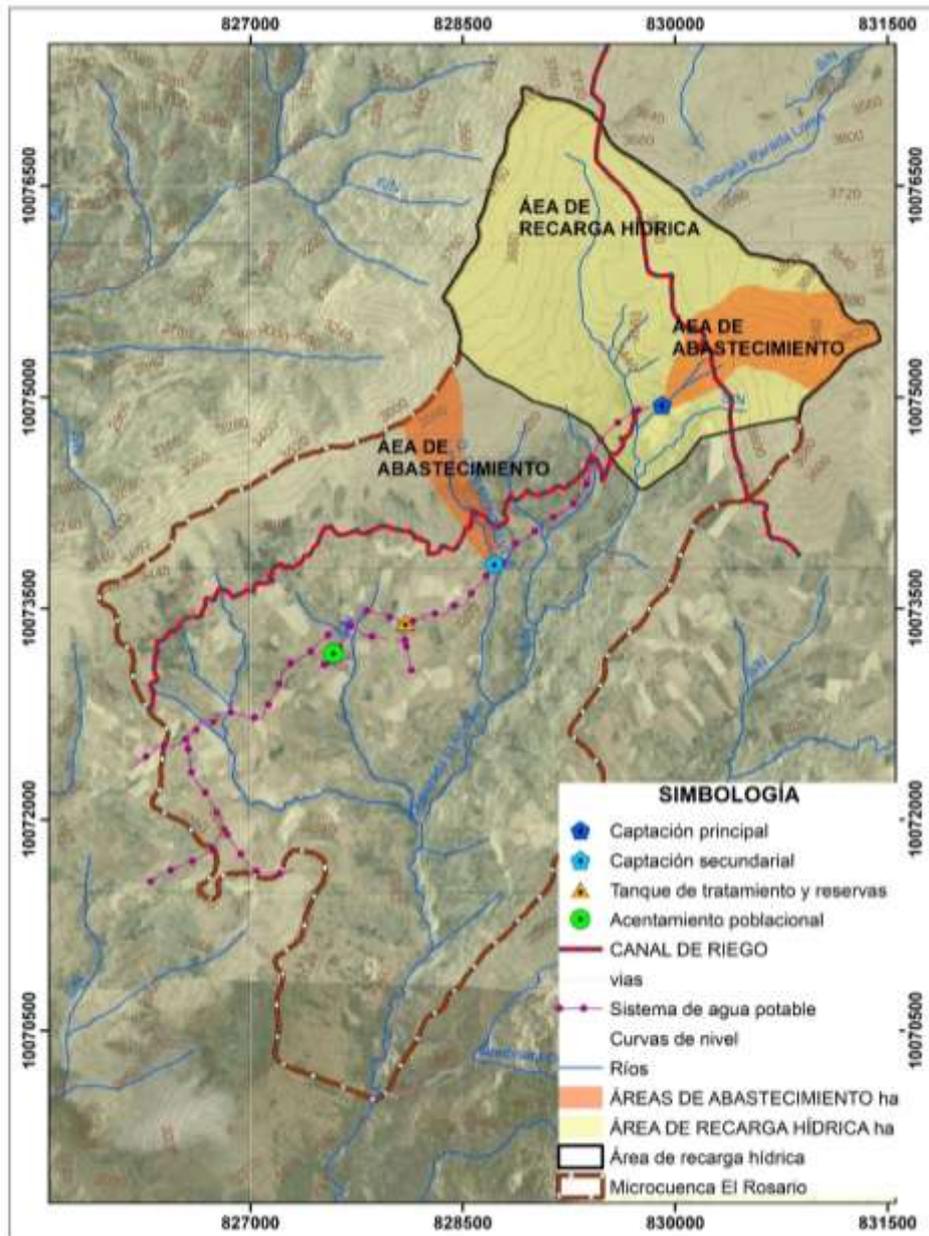
El agua en la naturaleza se puede encontrar de forma líquida, sólida o gaseosa; el paso de un estado a otro permite que este líquido circule desde la superficie terrestre hasta la atmosfera y el retorno a la tierra, generando un ciclo permanente y muy necesario para el desarrollo de los procesos físicos y biológicos del planeta.

Este proceso constante se produce por acción del sol, el viento y la gravedad; el calor solar y el viento ocasionan que el agua del suelo, del mar, de los lagos y de las plantas se evapore pasando a un estado gaseoso; este vapor de agua es llevado por las corrientes de aire hasta las montañas en donde el frío lo condensa volviéndola a su estado líquido en forma de lluvia, por acción de la gravedad esta cae hacia el suelo formando los ríos y lagos otra parte se infiltra hasta las capas de agua subterránea, para posteriormente regresar al mar.

Gracias a este proceso permanente de transporte, cíclico e indefinido que involucra reacciones químicas complejas, permite la regulación de la temperatura de la tierra, la purificación del agua y el almacenamiento en reservas, así como la creación de las condiciones necesarias para el desarrollo de los procesos biológicos en el planeta tierra, y por ende el desarrollo de las actividades productivas, económicas y de recreación del ser humano.

- **El agua en la comunidad**

Las principales fuentes de agua para la comunidad Palo Blanco se encuentra en el páramo de frailejones, dentro de los límites de la Reserva Ecológica El Ángel, en el Cantón Espejo, de donde se abastecen de agua para consumo humano y riego (Figura 22).



**Figura 22.** Sistemas de agua de riego y consumo humano.

De las seis fuentes identificadas dentro de esta área, dos vertientes tienen permiso de uso de agua para riego, las cuales captan 16,9 l/s y una fuente se encuentra concesionada para uso doméstico del agua en un caudal de 1,1 l/s; Los principales usos del agua son para consumo humano, para el cultivo de papas, pasto y abrevaderos de animales, así como en la industria de lácteos.

El área donde se encuentra las fuentes de abastecimiento es de propiedad privada, lo cual ha ocasionado que se desarrolle principalmente la actividad ganadera, provocando una contaminación de los recursos hídricos y un deterioro del ecosistema de páramo de frailejones.

- **El agua y la salud**

El agua en forma natural presenta parámetros físico-químicos y bacteriológicos dependiendo de las características de su lugar de origen y su propiedad para el transporte de otras sustancias, sin embargo las actividades humanas pueden modificar de forma importante y permanente la composición físico-química y biológica del agua.

La Organización Mundial de la Salud indica que más de 1000 millones de personas no tienen acceso al agua potable y 2600 millones carecen de saneamiento adecuado. Las enfermedades infecciosas transmitidas por el agua cobran anualmente hasta 3,2 millones de vidas, la carga de morbilidad por falta de agua, saneamiento e higiene es de 1,8 millones de defunciones.

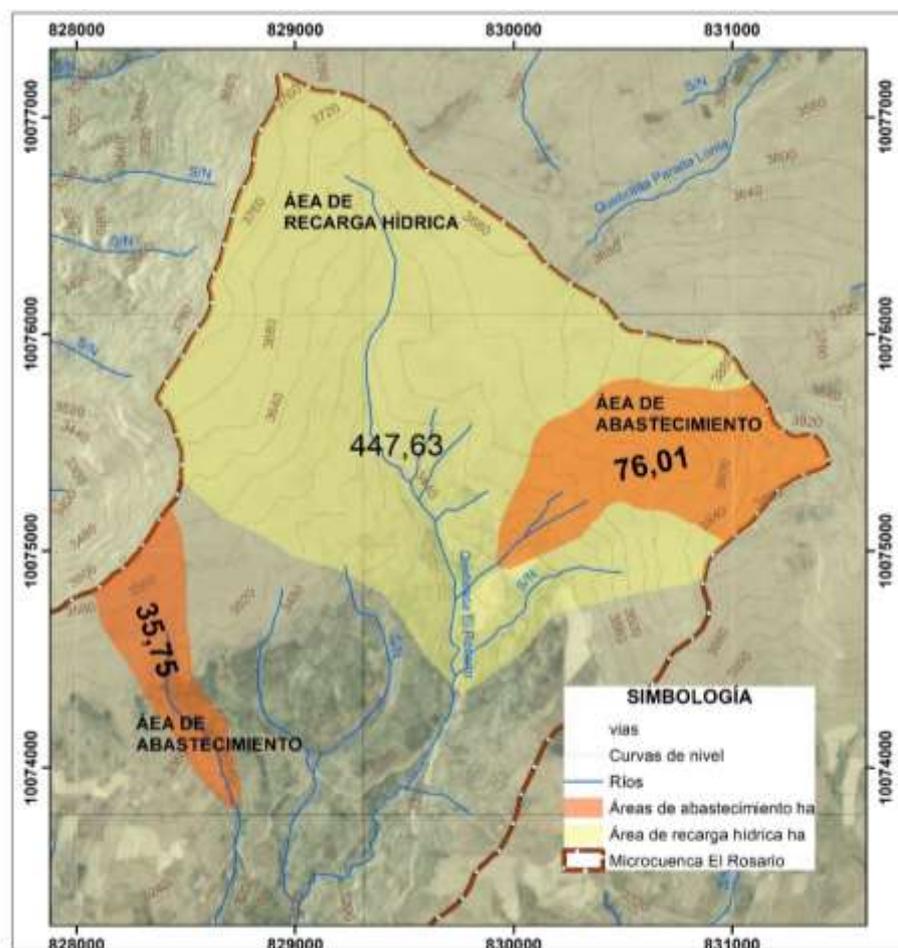
Cada persona necesita al día entre 20 y 50 litros de agua potable para consumo humano. Se ha demostrado que las inversiones en abastecimiento de agua potable y saneamiento tiene una estrecha relación con el mejoramiento de la salud humana y la productividad económica.

- d) El sistema de agua potable**

El sistema de agua potable comprende en su conjunto desde el área donde se encuentran las fuentes de agua que abastece al sistema, la infraestructura de captación, la tubería de conducción, la planta de tratamiento, los tanques de reservas y la red de distribución hasta el medidor; debido a las condiciones topográficas del sector Palo Blanco, el sistema trabaja a gravedad.

- **Área de recarga hídrica**

El área principal se encuentra en el cantón Espejo, tiene una extensión de 447 hectáreas de páramo de frailejones junto con bosque de transición y vegetación arbustiva, la cual alberga a seis vertientes de agua, el área secundaria se localiza en el cantón Mira, específicamente en la quebrada Los Montalvos, su área de recarga es de 25 hectáreas, sin embargo en época seca su caudal desaparece (figura 23).



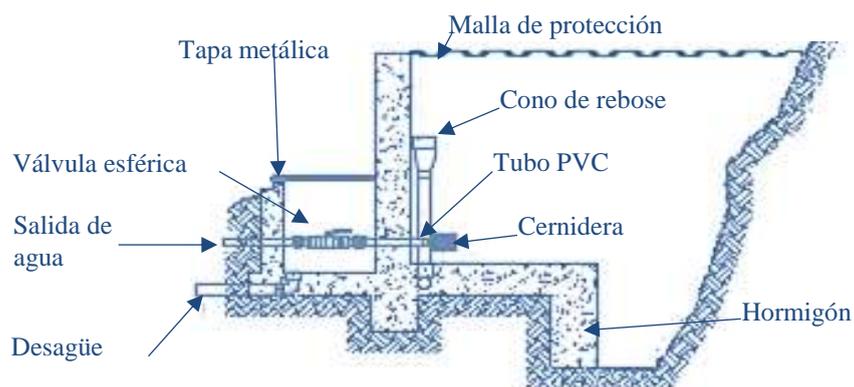
**Figura 23.** Áreas de recarga hídrica.

Debido a la complejidad que tiene la protección de las fuentes de agua en este sector, producto del alcance territorial de los Municipios y al ser parte de una área protegida, dentro del modelo de gestión se ha creado un programa para la protección de las fuentes de agua. Sin embargo para efectos del presente manual se plantea las siguientes actividades generales:

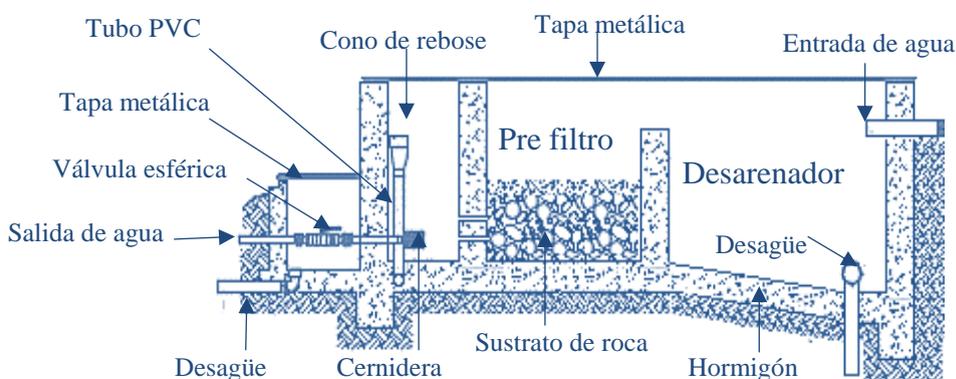
- ✓ Verificar de forma periódica si en el área se desarrollan actividades agropecuarias y ganaderas. De darse el caso informar a la Junta Administradora de Agua Potable.
- ✓ Consensuar con los propietarios de los predios la realización de actividades de protección de las fuentes.
- ✓ Reforestación con plantas nativas las áreas intervenidas por las actividades ganaderas o agrícolas.

- **Captación**

Corresponde a la infraestructura que permiten captar el agua y llevarla hasta la línea de conducción; consta de una captación y un desarenador con pre filtro. Sus componentes son los siguientes (Figuras 24 y 25).



**Figura 24.** Infraestructura de captación



**Figura 25.** Infraestructura del desarenador y pre filtro

Las obras deben contar con infraestructura de protección como cerramiento, zanja de coronamiento, tapas de inspección con candados y una acera; para la operación y el mantenimiento de este componente se establece las siguientes actividades (Tabla 33)

**Tabla 34.** Actividades de operación y mantenimiento en la captación.

FRECUENCIA	ACTIVIDAD	MATERIALES
Semanal	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar si existe la formación de charcos y grietas en el terreno y en el hormigón.</li> <li>✓ Verificar si existe filtración por las válvulas o accesorios.</li> <li>✓ Controlar el ingreso y salida de caudales.</li> <li>✓ Revisar la infraestructura de protección.</li> <li>✓ Limpieza de material orgánico sobre rejillas de protección en la captación</li> <li>✓ Limpiar maleza, escombros o cualquier material extraño al sistema</li> <li>✓ Observar si existe presencia de animales.</li> </ul>	Pala, rastrillo o recogedor, cepillo, guantes, botas, llave maestra Limnímetro
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Medir el caudal de la fuente de abastecimiento</li> <li>✓ Limpieza de la cámara de desarenamiento</li> <li>✓ Limpieza del pre filtro</li> </ul>	
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar el funcionamiento de las válvulas.</li> <li>✓ Lubricar dispositivos de apertura y cierre de compuertas de seguridad como picaportes, aldabas, bisagras, candados, etc.</li> <li>✓ Verificar si existe metal expuesto, de ser el caso cubrir con pintura anticorrosiva.</li> </ul>	Aceite, Grasa cepillo metálico, brochas, pintura anticorrosiva.

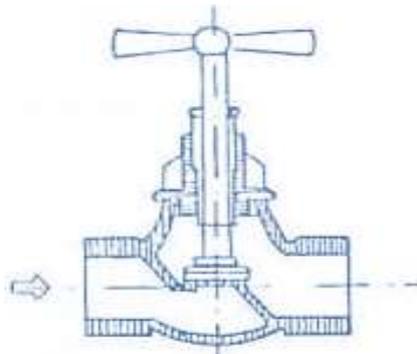
Para evitar el desabastecimiento de agua en el momento de realizar la limpieza del desarenador de debe instalar una tubería de paso directo o by-pass. Antes de realizar la limpieza del desarenador o el pre filtro, cierre la válvula de salida de agua a la tubería de conducción y abra la válvula del by-pass, para evitar el ingreso de aire en el sistema.

- **Conducción**

La línea de conducción liga las estructuras de captación y la planta de tratamiento; debido a la topografía del terreno se conduce el agua a través de conductos a

presión, instalando a lo largo de la vía válvulas del control, válvulas de desfogue, válvulas de aire y tanques rompe presión, para evitar la rotura y taponamiento de la tubería.

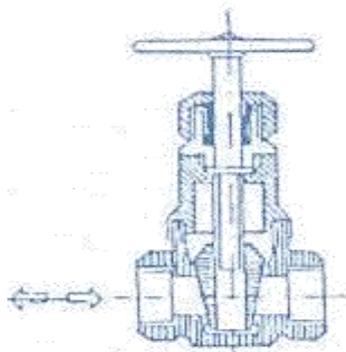
Las válvulas de control son colocadas al inicio y al final de la conducción, así como en algunos puntos intermedios convenientemente ubicados para aislar algún tramo de la conducción para reparaciones o mantenimiento (Figura 26).



**Figura 26.** Válvula de control

**Fuente:** Figura # 9. Diseño, construcción, operación, mantenimiento y evaluación de sistemas de agua potable. CAMAREN.

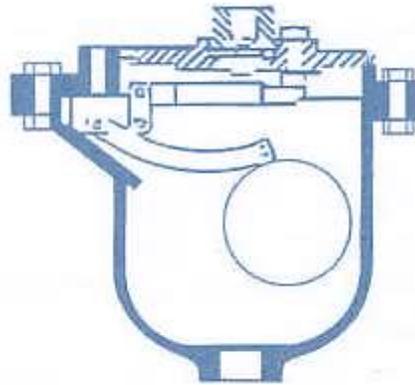
Las válvulas de desfogue son colocadas en los puntos bajos de la red como una derivación de la línea para permitir la salida de agua y vaciar la tubería para reparaciones o limpieza de sedimentos acumulados en estos puntos. Para Idrovo et al. (1999) El diámetro de la derivación no debe ser inferior al 1/6 del diámetro de la conducción, preferiblemente mayor, la mitad del diámetro de la tubería de conducción es bastante adecuado (Figura 27).



**Figura 27.** Válvula de desfogue

**Fuente:** Figura # 9. Diseño, construcción, operación, mantenimiento y evaluación de sistemas de agua potable. CAMAREN.

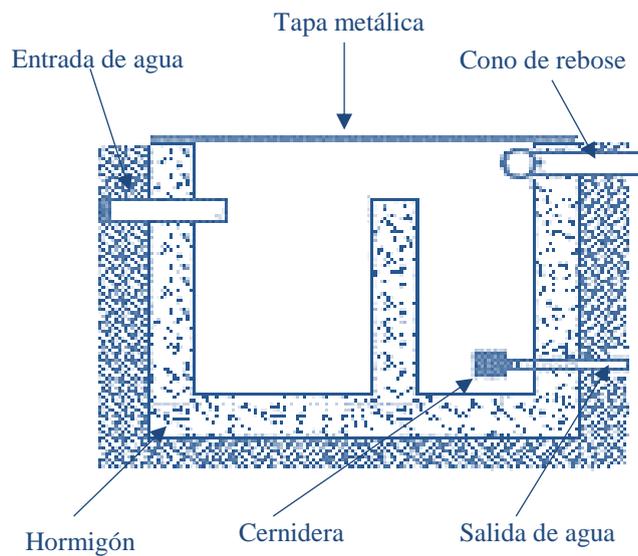
Las válvulas de aire son colocadas en los puntos elevados de las tuberías y están destinadas para permitir la expulsión de aire durante el llenado de la tubería o la inyección de aire en la tubería cuando se está vaciando (Figura 28).



**Figura 28.** Válvula de aire

**Fuente:** Figura # 10. Diseño, construcción, operación, mantenimiento y evaluación de sistemas de agua potable. CAMAREN.

El tanque rompe presión está constituido de estructuras de hormigón que se ubica en puntos estratégicos de la tubería de conducción para evitar que la línea piezométrica corte el perfil de la conducción, y principalmente para disminuir la presión en los tramos subsiguientes (Figura 29).



**Figura 29.** Tanque rompe presión

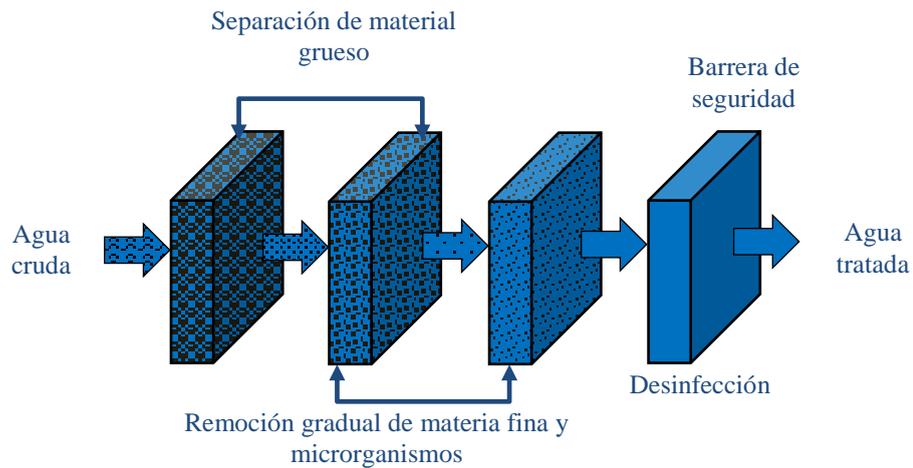
Los problemas más frecuentes en la línea de conducción están relacionados con las obstrucciones de la tubería por material que llega desde la captación, la presencia de aire que impide el flujo continuo del agua y la rotura por debilitamiento de las tuberías; para su correcto funcionamiento se establecen las siguientes actividades (Tabla 35).

**Tabla 35.** Actividades de operación y mantenimiento en la red de conducción.

FRECUENCIA	ACTIVIDAD	MATERIALES
Semanal	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar la tubería para detectar fugas, daños y repararlas de forma inmediata</li> <li>✓ Verificar que el chorro en la cámara de quiebre de presión o tanque rompedor de presión esté sumergido.</li> </ul>	Pala, machete, rastrillo o recogedor, cepillo, guantes, botas, llave maestra,
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mantener libre de maleza el camino por donde se encuentra la tubería.</li> <li>✓ Verificar que no existan tramos de tubería expuestos al sol, si esta situación se presenta, hay que cubrir la tubería a una altura mínima de 60 centímetros por encima del lomo del tubo</li> <li>✓ Abrir periódicamente las válvulas de desfogue para drenar los sedimentos acumulados en el fondo de las tuberías.</li> </ul>	pegamento, uniones, cepillo y aceite lubricante.
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar el funcionamiento de las válvulas de control, aire y desfogue.</li> <li>✓ Lubricar dispositivos de apertura y cierre de compuertas de seguridad como picaportes, aldabas, bisagras, candados, etc.</li> <li>✓ Verificar si existe metal expuesto, de ser el caso cubrir con pintura anticorrosiva.</li> </ul>	Aceite, Grasa cepillo metálico, brochas, pintura anticorrosiva.

- **Planta de tiramiento de agua para consumo humano**

Es un sistema de fácil adaptación y manejo, consiste en hacer pasar el agua en un cierto periodo de tiempo por tanques que contienen capas de grava y arena de diferente espesor y granulometría; finalmente se agrega un desinfectante como una barrera de seguridad (Figura 30).



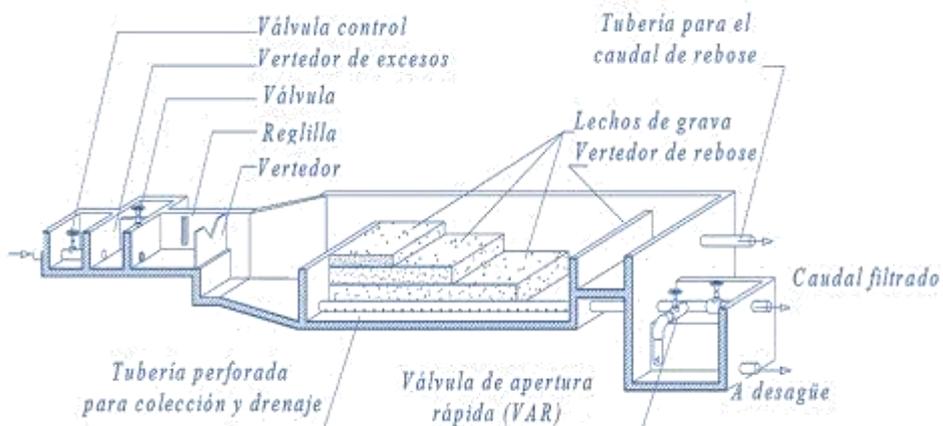
**Figura 30.** Proceso de tratamiento de agua para consumo humano.

**Fuente:** Figura 1. Guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas, OMS 2005

Esta combinación consecutiva de proceso físico – químicos permiten remover los contaminantes y alcanzar los niveles establecidos en la normativa para agua de consumo humano.

### *Filtración dinámica gruesa*

El filtro para la remoción de marial grueso contiene una capa delgada de grava fina en la superficie, sobre un lecho de grava más grueso y un sistema de drenaje en el fondo (Figura 31)



**Figura 31.** Filtro dinámico grueso

**Fuente:** Figura 2. Guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas, OMS 2005

Su utilización ayuda a proteger la planta de tratamiento al reducir la turbiedad cuando la fuente de agua transporta altas concentraciones de sólidos fácilmente sedimentables, quedando atrapados en la capa delgada de grava fina evitando parcial o totalmente el paso del agua.

La operación de los filtros gruesos ascendentes está relacionada con el control de la velocidad de filtración y el control de la calidad de agua que ingresa al sistema, permitiendo al operador mantener la rutina de mantenimiento y la eficiencia en el tratamiento del agua. Se recomienda señalar con pintura indeleble el nivel del agua del filtro grueso en la cámara de entrada, con la finalidad de que el operador pueda realizar una fácil lectura de la pedida de carga de agua en el sistema (Tabal 36).

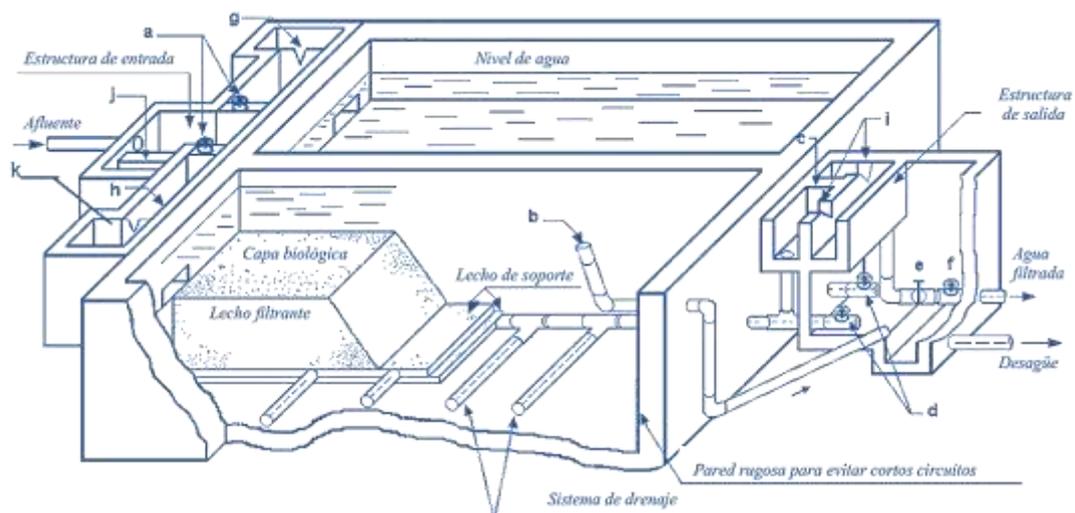
**Tabla 36.** Actividades de operación y mantenimiento en el filtro dinámico grueso.

FRECUENCIA	ACTIVIDAD	MATERIALES
Diaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar el nivel de agua del lecho filtrante con respecto a la cámara de entrada y anotar en el registro diario.</li> <li>✓ Si es necesario ajustar la válvula de entrada hasta alcanzar el nivel de operación del filtro.</li> <li>✓ Medir la turbiedad del agua tanto a ingreso como a la salida y anotar en el registro diario.</li> <li>✓ Retirar con una red el material flotante</li> </ul>	Registro diario, esfero, red, turbidímetro
Semanal	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar la tubería para detectar fugas y daños y repararla de forma inmediata.</li> <li>✓ Abrir las válvulas de desagüe para limpiar los sedimentos acumulados en la tubería de recolección y drenaje</li> </ul>	Llave maestra
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lubricar dispositivos de apertura y cierre de compuertas de seguridad como picaportes, aldabas, bisagras, candados, etc.</li> <li>✓ Verificar si existe metal expuesto, de ser el caso cubrir con pintura anticorrosiva.</li> <li>✓ Control de malezas</li> </ul>	Aceite, Grasa cepillo metálico, brochas, pintura anticorrosiva.
Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Repintar la infraestructura</li> </ul>	

Limpeza del filtro se realiza cuando el caudal filtrado disminuye de forma considerable, para lo cual se realiza un rastrillado de unos 20 cm de la capa superficial del filtro, se cierra la válvula de salida de agua filtrada y se abre los desagües para hacer correr agua; finalmente se nivela la superficie del lecho y se ajusta el caudal captado y el caudal filtrado

### *Filtración lenta de arena*

El filtro para remoción de material fino consiste en un tanque que contiene una capa de arena de 90 cm sobre capas de 10 cm de grava que aumenta su granulometría a medida que desciende el filtro, estas capas descansan en un lecho de rocas en donde se encuentra la tubería de drenaje. Según la literatura desarrollada por CAMAREN, la velocidad de filtración se encuentra entre los  $12\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ , con un periodo de retención del agua de 2 horas; este sistema permite mejorar la calidad bacteriológica del agua, debido a la creación de un ecosistema acuático sobre el lecho de arena que controla el crecimiento microbiológico (Figura 32).



**Figura 32.** Filtro lento de arena

**Fuente:** Figura # 31. Diseño, construcción, operación, mantenimiento y evaluación de sistemas de agua potable. CAMAREN.

Con la finalidad de mantener un flujo constante de agua, se recomienda instalar mínimo 2 o 4 filtros, para que al momento de limpiar un filtro el sistema este funcionando a un 50 o 75% respectivamente, ya que su tiempo de maduración requiere un tiempo aproximado de tres semanas para que la capa biológica alcance su madurez.

Al momento de iniciar la operación de un filtro lento de arena ya sea por su reciente instalación o después de un lavado total, es importante que esta actividades se la realice de forma lenta para alcanzar en un tiempo más corto la formación de la película biológica.

- ✓ En el primer filtro, el llenado se lo realiza de arriba hacia abajo.
- ✓ Aumentar la velocidad de filtración 0.02 m/h cada semana hasta alcanzar la velocidad de diseño (generalmente 0.10 o 0.15 m/h). Si a pesar de haber alcanzado la velocidad de diseño se continua con una turbiedad superior a 5 UNT, se debe continuar con la misma velocidad hasta que la turbiedad sea inferior a 5 UNT
- ✓ Se realiza las mediciones de los parámetros físicos microbiológicos para verificar el cumplimiento del mismo.
- ✓ Una vez alcanzado los parámetros establecidos, en los siguientes filtros se procede a abrir la válvula de comunicación entre filtros y llenar con agua filtrada de abajo hacia arriba hasta 30 cm sobre el nivel de la capa filtrante; esto permitirá la eliminación de aire acumulado entre las partículas de arena así como la formación de la piel de filtro.
- ✓ Una vez llenado los filtros cierra la válvula de comunicación entre filtros y se abre la válvula de alimentación de agua proveniente del filtro dinámico grueso.

De igual forma se deben ejecutar actividades periódicas para evitar el deterioro de la infraestructura y el mal funcionamiento del sistema, así como a la limpieza del entorno donde se encuentran los filtros (Tabla 37).

**Tabla 37.** Actividades de operación y mantenimiento en el filtro lento de arena

FRECUENCIA	ACTIVIDAD	MATERIALES
Diaria	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Verificar el nivel de agua del lecho filtrante con respecto a la cámara de salida y anotar en el registro diario.</li><li>✓ Medir la turbiedad del agua tanto a ingreso como a la salida y anotar en el registro diario.</li></ul>	Registro diario, esfera, red, turbidímetro
Semanal	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Retirar con una red el material flotante</li><li>✓ Revisar la tubería para detectar fugas y daños y repararla de forma inmediata</li><li>✓ Abrir las válvulas de desagüe para limpiar los sedimentos acumulados.</li></ul>	Llave maestra
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Lubricar dispositivos de apertura y cierre de compuertas de seguridad como picaportes, aldabas, bisagras, candados, etc.</li><li>✓ Verificar si existe metal expuesto, de ser el caso cubra con pintura anticorrosiva.</li><li>✓ Control de malezas alrededor de los tanques.</li></ul>	Aceite, Grasa cepillo metálico, brochas, pintura anticorrosiva, pala, carretilla.
Anual Cada 5 años	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Repintar la infraestructura</li><li>✓ Realizar un lavado completo del filtro.</li></ul>	Brochas, pintura, pala, carretilla, manguera.

La frecuencia del raspado del filtro es muy variable, generalmente se la realiza cuando el nivel del agua en la caja del filtro llega al máximo y el agua empieza salir por el rebose, para realizar esta actividad se debe seguir los siguientes pasos

- a) Retirar el material flotante utilizando una red
- b) Limpiar las paredes del filtro con un cepillo
- c) Drenar el agua sobrante para lo cual se procede cerrar la válvula de entrada y abrir la válvula de vaciado.
- d) El vaciado del agua del filtro se lo debe realizar hasta que el nivel de agua se encuentre a 20 cm por debajo de la piel del filtro, para lo cual se excava un orificio para verificar el nivel.
- e) Una vez alcanzado el nivel deseado, cerrar la válvula de vaciado.
- f) Retirar una capa de arena de 5cm de profundidad y 40 cm de ancho.
- g) Colocar de forma horizontal una tabla sobre la cual el operador se apoyará para retirar la capa de arena.

- h) Rapar en franjas de 30 a 40 cm de ancho por 5 cm de profundidad.
- i) Retirar el material raspado hasta el canal del lavado y su posterior almacenamiento para ser utilizada en el rearenamiento del filtro.
- j) Nivelar la superficie con un rastrillo
- k) Llenar de agua de abajo hacia arriba.
- l) Dar tiempo para la maduración biológica.
- m) En los días posteriores realizar mediciones de la calidad de agua,
- n) Una vez alcanzado los niveles requeridos incorporar a la red de suministro.

El rearenamiento del filtro se realiza cuando la capa de arena llega a los 50 cm después de sucesivos raspados, el material utilizado es la arena que se ha retirado de los raspados y que posteriormente fue lavada y almacenada, para lo cual se debe realizar los siguientes pasos:

1. Realizar los pasos para el raspado hasta vaciar completamente el agua del filtro y retirar una capa de arena de 5 cm; Arrinconar toda la arena hasta el extremo donde se encuentra la tubería de salida.
2. En el espacio libre colocar una capa de arena lavada; la arena debe ser lavada y desinfectada previamente.
3. Realizar esta sucesión de etapas hasta dejar la arena nueva debajo de la vieja. Para la incorporación al sistema se procede conforme a los pasos propuestos para la puesta en marcha del filtro.

Para la ejecución de esta actividad se debe tomar las siguientes consideraciones:

- ✓ Se debe programar con anticipación las tareas de mantenimiento.
- ✓ Para el mantenimiento de los filtros se recomienda realizar el drenaje del agua en horas de la noche y el raspado o rearenamiento a primeras horas de la mañana.
- ✓ La limpieza general del filtro se la realiza cada 5 años, siguiendo los procedimientos antes señalados, colocando de forma separada la capa de

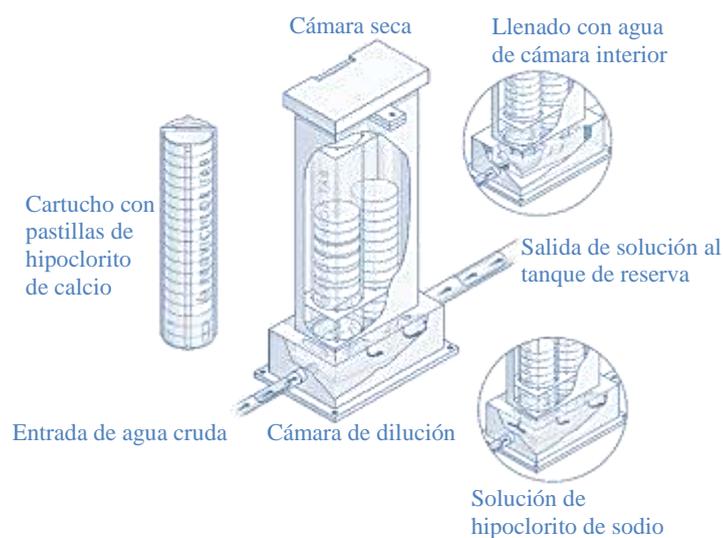
arena y el lecho de roca, lo cual permitirá un lavado de las paredes interiores del filtro y su instalaciones de drenaje.

- ✓ Al igual que en el caso de la infraestructura del desarenador, se debe instalar un by-pass entre cada filtro para mantener funcionando constantemente el sistema de tratamiento de agua.
- ✓ Se debe llevar un registro de las actividades de mantenimiento en cada uno de los filtros.

### *Desinfección*

Constituye una barrera de seguridad en la cual se elimina cualquier organismo patógeno que ha pasado los filtros de arena, mediante el uso de un clorador automático de cámara seca, este método permite dosificar desde bajas concentraciones hasta los niveles más elevados requeridos de manera controlada y uniforme.

Desde la red de agua filtrada, se realiza una derivación de agua hasta un flujómetro que controla el caudal de ingreso al equipo clorador para conseguir una solución de cloro que se vierte en el tanque de reserva (Figura 33).



**Figura 33.** Sistema de cloración

**Fuente:** PROVITAB 3 Cloración Automatizada. SPIN GRUPO

Este sistema depende directamente del caudal que entra en contacto con las pastillas, a medida que el agua que corre por la cámara húmeda va disolviendo las pastillas, por lo que es necesario que un operador controle el caudal de ingreso y realice una lectura diaria del cloro libre residual en la red de distribución, para alcanzar lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN-1108 (Tabla 38)

**Tabla 38.** Actividades de operación y mantenimiento en el área de desinfección.

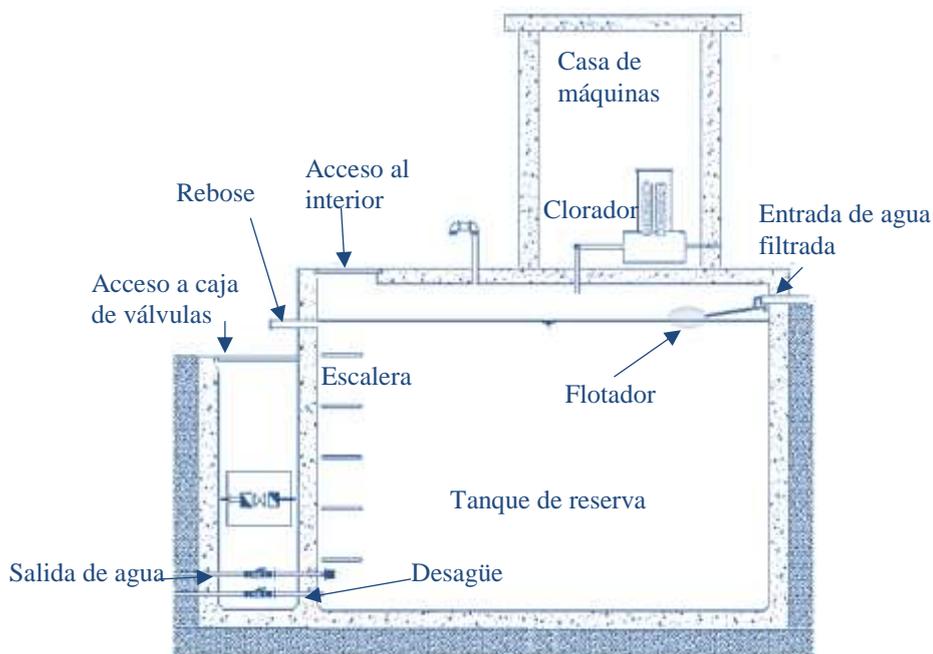
FRECUENCIA	ACTIVIDAD	MATERIALES
Diaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar el caudal de ingresos al equipo clorador.</li> <li>✓ Verificar el caudal de salida al tanque de almacenamiento.</li> <li>✓ Verificar el funcionamiento correcto del flujómetro.</li> </ul>	Registro diario Llave maestra
Semanal	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar la tubería para detectar fugas y daños y repararla de forma inmediata</li> </ul>	
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lubricar dispositivos de apertura y cierre de compuertas de seguridad como picaportes, aldabas, bisagras, candados, etc.</li> <li>✓ Verificar si existe metal expuesto, de ser el caso cubrir con pintura anticorrosiva.</li> </ul>	Aceite, Grasa cepillo metálico, brochas, pintura.
Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Repintar la infraestructura</li> </ul>	

Es importante alcanzar un punto de equilibrio en cuanto al tiempo de contacto del agua con las pastillas, si el tiempo de contacto es prologado se elevan las concertaciones de cloro ocasionado un mal sabor y olor del agua, en cambio si existe un breve periodo de contacto, no eliminará los organismos patógenos que pueden encontrarse en el tanque de reserva y en la red de distribución. Para regular el tiempo de contacto se recomienda calibrar el flujometro a 6 L/min o 0,1 l/s, para lograr una solución para que a la red llegue salga una concentración de 0,8 mg/L.

- **Reservas**

Corresponde a la infraestructura de hormigón, conectada a la planta de tratamiento, la cual permiten acumular agua para hacer frente a las variaciones de consumo, por ejemplo en las noches y en algunas horas del día para ocuparla cuando se la necesite.

Esta infraestructura consta de un tanque con capacidad de almacenar de 25 m<sup>3</sup> de agua, una caja de válvulas de salida, una válvula para el control del ingreso de agua, conexión al sistema de desinfección, by pass o tubería de conexión directa a la red de distribución e infraestructura de protección (Figura 34)



**Figura 34.** Tanque de reserva

Se recomienda que las labores de mantenimiento en esta área se la debe realizar entre dos personas, mientras el operario ingresa al interior del tanque o la caja de válvulas, otra persona debe quedar en la parte exterior para vigilar la seguridad del operador.

Las actividades de mantenimiento operación que debe ejecutar el operador en el tanque de almacenamiento y la frecuencia con que debe realizarlas se describen a continuación (Tabla 39)

**Tabla 39.** Actividades de operación y mantenimiento en el tanque de reserva.

<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>MATERIALES</b>
Diaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar el ingreso del caudal</li> <li>✓ Verificar que las tapas o compuertas de las cámaras de válvulas se encuentren cerradas.</li> <li>✓ Observar si existen grietas, fugas y rajaduras para corregirlas.</li> <li>✓ Verificar que no exista acumulación de sedimentos en el fondo del tanque.</li> <li>✓ Verificar si existe la presencia de animales o agentes extraños al sistema.</li> </ul>	Pala, arena, cemento, botas, llave maestra
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limpiar los sedimentos acumulados en el fondo del tanque para lo cual se debe conectar el by pass a la red de distribución y abrir válvula de desagüe.</li> </ul>	Manguera, botas, y llave maestra.
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conectar el by pass a la red de distribución al vaciar el tanque</li> <li>✓ Limpiar los sedimentos acumulados en el fondo del tanque</li> <li>✓ Ventilar el tanque por dos horas</li> <li>✓ Verificar si al interior del tanque existen grietas,</li> <li>✓ Limpiar las paredes con un cepillo y agua.</li> </ul>	Cepillo, manguera, cubo, botas, y llave maestra.
Anual	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar el funcionamiento de las válvulas.</li> <li>✓ Lubricar dispositivos de apertura y cierre de compuertas de seguridad.</li> <li>✓ Verificar si existe metal expuesto, de ser el caso cubrir con pintura anticorrosiva.</li> </ul>	Aceite, Grasa cepillo metálico, brochas, pintura anticorrosiva.

- **Red de distribución**

Es la parte del sistema en donde se suele encontrar más averías y por ende el operador ocupa más tiempo en esta área, los daños ocasionados generalmente son provocados por las siguientes acciones:

- ✓ Rotura de tubería debido al desplazamiento del terreno donde se encuentra enterrada la red de distribución.
- ✓ Desplazamiento de la tubería por raíces de árboles.
- ✓ Asentamiento o desplazamiento del terreno donde están cimentados o enterrados.
- ✓ Rotura de tuberías en la vías debido al tránsito de transporte pesado.
- ✓ Rotura de tuberías por excesos de presión en los puntos más bajos de la red.
- ✓ Interrupción del flujo por falta de presión en los puntos más altos de la red.

- ✓ Rotura por la mala calidad de los materiales de repuesto.
- ✓ Daños ocasionados por manipulación de personal no calificado.

A más de las actividades señaladas en la tubería de conducción, para este componente se debe realizar los siguientes trabajos (Tabla 40)

**Tabla 40.** Actividades de operación y mantenimiento en red de distribución.

<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>MATERIALES</b>
Diario	✓ Verificar que no existan instalaciones clandestinas.	Kit de medición
	✓ Realizar lectura de cloro libre residual.	
Mensual	✓ Lectura de medidores.	
	✓ Verificar que no haya fugas en los medidores.	
	✓ Limpiar la cámara donde se aloja el medidor.	
	✓ Si existen fugas después del medidor, pedir a los usuarios que reparen.	

- **Reparaciones**

Para la realización de las reparaciones en cualquier componente del sistema se debe tomar las siguientes consideraciones:

- ✓ Dependiendo de la gravedad del daño, se debe suspender el servicio previa comunicación a los usuarios.
- ✓ Contar con un stock necesario de repuestos y herramientas de todos los componentes del sistema.
- ✓ La reparación debe realizarse en el menor tiempo posible.
- ✓ Señalizar y aislar con cinta de peligro los lugares donde se desarrollan los trabajos de reparación.
- ✓ Llevar un registro de las reparaciones.
- ✓ En área poblada, la instalación de una red pública debe ser de 0.6 a 0.8 metros de profundidad.
- ✓ En áreas agrícolas, la instalación de la red debe ser de 1,2 metros de profundidad.

*Herramientas*

Las herramientas más frecuentes para realizar las actividades de reparación son las siguientes:

- ✓ Sierra para cortar hierro.
- ✓ Segueta.
- ✓ Alicates.
- ✓ Destornillador plano y estrella.
- ✓ Llave de tubo.
- ✓ Llave de pico.
- ✓ Cepillo de hierro.

#### *Stock de repuestos*

Para la adquisición de los repuestos del sistema se debe considerar que la tubería de conducción es de PVC de presión de 63 mm de diámetro, la red de distribución principal es de tubería PVC de presión de 40 mm de diámetro y la red de distribución secundarias es de tubería PVC y manguera de 25 mm de diámetro.

El stock de repuestos se debe contar con accesorios según los diámetros de la tubería:

- ✓ Codo a 90°
- ✓ Codo 45°
- ✓ Codo adaptador
- ✓ Tee
- ✓ Cruz
- ✓ Unión Universal
- ✓ Unión Reparación
- ✓ Unión con rosca
- ✓ Reducción
- ✓ Tapón Macho
- ✓ Tapón Hembra
- ✓ Adaptador macho

✓ Adaptador hembra

- **Documentos técnicos**

**Tabla 41.** Formulario de lectura de medidores

<b>HOJA DE LECTURA DE MEDIDORES DE LA JUNTA ADMINISTRADORA AGUA POTABLE DE PALO BLANCO</b>		
Mes: ..... Fecha de entrega: ..... Operador/a: .....		
Medidor N°	Nombre del usuario	m <sup>3</sup>

**Tabla 42.** Formulario de control de cloro residual

<b>CONTROL DE CLORO RESIDUAL</b>				
Día	Reservas	Punto extremo	Punto opcional	Observación

#### **4.7.13. Programa de monitoreo**

- **Objetivo del programa**

Mantener los estándares de calidad de agua potable en relación a los criterios de calidad de la Norma INEN 1108

- **Meta**

Cumplir al 100% los requerimientos de la norma Norma INEN 1108 para agua potable.

**Tabla 43.** Actividades del programa de monitoreo de la calidad del agua potable

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PLAZO</b>	<b>RECURSO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>VALOR ANUAL</b>
Fijación de puntos de control	Un mes a partir de la rehabilitación del sistema	Técnico de campo	Presidente, Operador	Una sola vez	30
Toma de muestras compuestas	A los cuatro meses de la ejecución del programa	Un técnico de campo	Presidente, Operador	Cuatrimestral	64
Análisis de muestras en laboratorio acreditado	Hasta las 24 horas de la toma de muestras	Pago al laboratorio	Presidente y tesorero	Cuatrimestral	400
Informe de puntos críticos de afectación.	A los seis meses de la ejecución del programa	Un técnico de campo	Presidente y tesorero	Cuatrimestral	64
Indicadores asociado					
Informes favorables de calidad ambiental de aguas superficiales por parte de la autoridad ambiental					
Mantenimiento de la vida útil de los equipos					

#### **4.7.14. Programa de capacitación**

La capacitación en todo sus niveles constituye un proceso formativo que garantiza el funcionamiento del sistema y la generación de una conciencia ambiental en los usuarios, por tal motivo se ha planteado su consecución tanto al interior de la estructura organizativa como al exterior con la comunidad.

- **Objetivo del programa**

- Proporcionar los conocimientos necesarios sobre los procesos en cada una de los componentes del sistema.
- Propiciar una conciencia ambiental sobre el buen uso del recurso hídrico en la comunidad Palo Blanco.

- **Metas**

- Generar al menos dos acuerdos de cooperación con instituciones que tengan relación con el manejo de los sistemas de agua potable y la transferencia de conocimientos.
- Visitar al menos una junta de aguas comunitaria que posea procesos bien definidos.
- Implementar al menos un taller de capacitación por cada componente del sistema.
- Implementar al menos un taller de educación ambiental con jóvenes y niños.

- **Acciones**

Para la ejecución de este programa es importante realizar un trabajo coordinado con el comité de asistencia y asesoría para el aprovechamiento adecuado de los recursos técnicos y tecnológicos que cada institución posee.

**Tabla 44.** Actividades del programa de capacitación.

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PLAZO</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>VALOR ANUAL</b>
Propiciar una reunión de trabajo con el comité de asistencia y asesoría para cooperación del programa	Inmediato	Convocatorias	Presidente, Secretario	Una sola vez	30
Ejecutar un taller en coordinación con IEDECA sobre los procesos administrativos financieros fundamentales	Al inicio de la ejecución del plan de rehabilitación	Técnico Alquiler de Proyector computador	Presidente, Secretario	Una sola vez	150
Ejecutar un taller en coordinación con IEDECA sobre los procesos de operación y mantenimiento	Al inicio de la ejecución del plan de rehabilitación	Técnico. Alquiler de Proyector computador	Presidente, Secretario	Una sola vez	150
Ejecutar una visita a SENAGRAP en Cañar	A los cuatro meses de iniciado el proyecto	Transporte	Presidente, Secretario	Una sola vez	500
Ejecutar un taller en coordinación con Grupo RANDI RANDI, sobre estrategias de conservación de fuentes de agua	A los tres meses	Técnico. Alquiler de Proyector computador	Presidente, Secretario	Una sola vez	150
Implementar cinco talleres de capacitación sobre buen uso del agua, en coordinación con la Unidad Educativa de la comunidad y el ministerio de salud.	Inicio del periodo escolar	Técnico. Alquiler de Proyector computador	Presidente, Secretario	Bimensual	200
<b>INDICADORES ASOCIADOS:</b>					
Bajo porcentaje de informes de averías y desabastecimiento del sistema.					

#### **4.7.15. Programa para la protección de las fuentes de agua**

Es importante establecer estrategias de cooperación con los propietarios en donde se encuentran las fuentes de agua, así como con las instituciones gubernamentales y no gubernamentales que se relacionen con la gestión de los recursos hídricos.

- **Objetivo del programa**

Implementar acciones que permitan la conservación del recurso hídrico y de los ecosistemas asociados a este.

- **Meta**

Proteger las 6 vertientes que se encuentran dentro del área de abastecimiento del sistema

- **Acciones**

Debido a que se trata de una microcuenca intercantonal y tomando en consideración el informe emitido por la Comisión Técnica para la Conservación de la Quebrada El Rosario en el 2015, se plantea las siguientes opciones de protección:

- Declaratoria de Utilidad Pública del sector de abastecimiento de agua de consumo humano por parte de los municipios de Mira y Espejo, en al COOTAD en los artículos Art 446.- Expropiación y Art. 447.- Declaratoria de Utilidad Pública.
- Declaratoria de zona de restricción basada en lo que estipula El Reglamento a la Ley Orgánica de los Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua en los artículos 13 y 66.
- Compra del área de abastecimiento por parte de la Comunidad Palo Blanco mediante las juntas de riego y agua potable.
- Establecimiento de convenios que permitan realizar un manejo adecuado del agua entre gobiernos seccionales y las comunidades, de la zona alta, media y baja.

**Tabla 45.** Actividades del programa de protección de las fuentes de agua

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PLAZO</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>VALOR ANUAL</b>
Propiciar una reunión de trabajo con el comité de asistencia y asesoría para evaluar las opciones de protección.	Inmediato	Convocatorias	Presidente, Secretario	Conforme lo requiera	30
Establecer un diálogo permanente con los propietarios donde se encuentran las vertientes	Al mes de la reunión con el comité de asistencia y asesoría	Convocatorias	Presidente, Secretario	Conforme lo requiera	30
Construir un fondo común para actividades de protección de fuentes de agua	Inmediato	Convocatoria a AGU	Presidente, Secretario	Una sola vez	10
Implementar un vivero con plantas nativas	A los seis meses de ejecutado el proyecto	Materiales de construcción para viveros	Vicepresidente	Una sola vez	500
<b>INDICADORES ASOCIADOS:</b>					
Bajo porcentaje de informes de averías y desabastecimiento del sistema.					

#### 4.7.16. Sistema tarifario

Las principales fuentes de ingreso económico que ayudará a cubrir los costos de operación, mantenimiento y administración del sistema de agua potable constituye las tarifas de consumo de agua por m<sup>3</sup>; los principales gastos para el funcionamiento del sistema están constituidos por pago de remuneraciones, insumos de oficina, compra de hipoclorito de calcio para desinfección y un fondo de capitalización (Tabla 46)

**Tabla 46.** Presupuesto de gastos

<b>RUBRO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>VALOR MENSUAL</b>
Pago de operador	1 Remuneración básica unificada	394	394
Pago al tesorero	1 Jornal semanal	12	50
Pago al administrador	1 Jornal semanal	12	50
Compra de materiales de oficina	1 Resma de papel y tinta	10	10
Compra de hipoclorito de calcio al 80%	3,54 kg	5,22	18,48
<b>SUBTOTAL</b>			<b>522,48</b>
Fondo capitalización	de (20% anual)		8,70
<b>TOTAL</b>			<b>531,18</b>

La norma CO. 10.7 - 602 de SENAGUA para este nivel de servicio en clima frío, indica que se debe alcanzar una dotación de agua de 75 l/hab/día, es decir que cada habitante consume 2250 litros al mes. La encuesta aplicada nos indica que en la comunidad Palo Blanco existe un promedio de 4 integrantes por familia, es decir una familia promedio estaría consumiendo 9m<sup>3</sup> de agua al mes; los datos de la encuesta también indican que existen 59 instalaciones domiciliarias, que el ingreso mensual tiene un promedio de 300 dólares, los tres ingresos más altos se

encuentran sobre los 900 dólares y los tres ingresos más bajos son inferiores a los 150 dólares.

En base a los gastos de administración y operación del sistema, las necesidades de consumo de la población, así como de las realidades económicas del sector, se ha establecido que la tarifa base es de un dólar por metro cúbico, costo que se mantendrá en un rango de 0 - 9 m<sup>3</sup> de consumo por acometida, una vez que sobrepase esta se incrementará en un 50% hasta los 18m<sup>3</sup> y un 75% si sobrepasa este límite. (Tabla 47).

**Tabla 47.** Tarifa diferenciada en base al consumo por metro cúbico

<b>CONSUMO m<sup>3</sup></b>	<b>TARIFA BÁSICA POR m<sup>3</sup></b>	<b>TARIFA AGREGADA POR m<sup>3</sup> ADICIONAL</b>
0 - 9	1 USD/ m <sup>3</sup>	0 USD/ m <sup>3</sup>
9 -18	1 USD/ m <sup>3</sup>	0,5 USD/ m <sup>3</sup>
> 18	1 USD/ m <sup>3</sup>	0,75 USD/ m <sup>3</sup>

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

En Palo Blanco existe una incipiente gestión para la conservación de las fuentes de agua, así como deficiencias en la operación, mantenimiento y administración del sistema, debido a la ausencia de una institución legalmente constituida, con procesos claramente establecidos alrededor de la gestión de los recursos hídricos y prestación del servicio de agua potable.

Debido a la deficiencia en el manejo del sistema, el agua de consumo humano se encuentra contaminada principalmente por coliformes fecales, como es el caso de las muestras de la escuela en donde se reportan 360 colonias en 100 ml de agua, sobrepasando los límites establecidos en la norma INEN 11.8 del 2014, por lo tanto se requiere realizar un tratamiento físico y químico del agua.

Para abastecer una población futura de 350 habitantes que usen simultáneamente el agua (caudal máximo horario) se requiere 1,08 l/s; al tomar como referencia el caudal crítico de 1,5 l/s de la vertiente Chiltazón registrado en 2014 y el caudal otorgado por SENAGUA de 1,1 l/s, el caudal máximo horario es 0,7 l/s más bajo que el caudal que posee la vertiente y 1,20 l/s más bajo que el caudal otorgado por SENAGUA; esto indica que el déficit hídrico para consumo humano no se basa en la condición de la disponibilidad de agua sino en la forma cómo se suministra el recurso hídrico a la población.

Los usuarios del sistema de agua de consumo humano identificaron que la principal necesidad para establecer un modelo de gestión del agua, es la conformación de una organización que permita establecer los procesos técnicos y administrativos.

## **5.2. Recomendaciones**

Es necesario realizar investigaciones sobre incidencia de las actividades antrópicas que se desarrollan en la parte alta de la microcuenca del río Santiaguillo, sobre la calidad de vida de las comunidades que se encuentran asentadas en la parte media y baja de la unidad hidrográfica antes mencionada.

Efectuar investigaciones para la recuperación de la cobertura vegetal nativa en el área de recarga hídrica de la quebrada Los Montalvos, debido a que esta vertiente proporciona agua para riego en la parte media de la microcuenca.

Establecer estrategias que permitan el ordenamiento de las actividades en la microcuenca del río Santiaguillo en base a la determinación de unidades ambientales necesarias para garantizar la presencia de los recursos hídricos en la zona.

### 5.3. REFERENCIAS

- Acuerdo 061. Reforma de libro VI del texto unificado de legislación secundaria. (TULSMA). (2015). *Registro Oficial Edición Especial N° 316 de 04 de mayo de 2015*
- Agudelo, M. (2005). El agua, recurso estratégico del siglo XXI. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 23, 11.
- Alvear, J. Valarezo, C. Valarezo, L. (1999) *Manejo del agua en la cuenca y en la parcela*. Cuenca. Ecuador. Gráficas Hernández.
- Asociación Mundial por el Agua. (2009). *Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas*. Francia. Empresa Gráfica Mosca
- Astinzá, M. Cubero, L. y Posada, A. (2007). Agua y globalización: tensiones y balances asociados al recurso hídrico en Ecuador: El caso de los páramos del cantón de Quijos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 39-51.
- Arteaga, H. Intriago, D. y Mendoza, K. (2016). La ciencia de la administración de empresas. *Revista científica Dominio de las Ciencias*. (2) 421-431
- Ávila, P. (2015) Hacia una ecología política del agua en Latinoamérica. *Revista de Estudios Sociales*, (55), 18-31
- Bernal, A., Rivas, L. y Peña, P. (2014). Propuesta de un modelo de co-gestión para los pequeños abastos comunitarios de agua en Colombia. *Perfiles Latinoamericanos*, (43), 159–184
- Burbano, F. (1999) *Notas de hidrología preparado para ingeniería forestal*. manuscrito no publicado.
- Cañéz, A. (2018). Influencia de estructuras de gobernanza internacionales en la política de agua en México. *Norteamérica*, 85–109.
- Cajas, C. (1999). *Administración de los Sistemas de Agua Potable*. Cuenca. Ecuador: Gráficas Hernández.
- Cajas, C. Maldonado, J. (2009). *Agua para el consumo humano. Administración de un sistema de agua potable*. Cuenca. Ecuador
- Centro de investigaciones hidráulicas e hidrotécnicas de la Universidad Tecnológica de Panamá. (2006). *Procedimiento para la prueba de aforo volumétrico*. Panamá: UTP

- Chulluncuy, N. (2011) Tratamiento de agua para consumo humano. *Ingeniería Industrial* n° 29, 2011, ISSN 1025-9929, pp. 153-170
- Chorley, R. (1969). The drainage basin the fundamental geomorphic unit. *Water, Earth and Man: A Synthesis of Hydrology, Geomorphology and Socio-Economic Geography*.
- Código Orgánico Ambiental. (COA). (06-abr-2017) *Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017, Última modificación: 21-ago.-2018*
- Comisión Económica Para América Latina y el Caribe “CEPAL” (2013), Recursos Naturales en UNASUR, situación y tendencias para una agenda de desarrollo regional.
- Cornelio, C. (2000). *Administración de los sistemas de agua potable*. Cuenca. Ecuador. Gráficas Hernández
- Cevallos, B. y Vallejos, S. (2018). *Evaluación del sistema de agua potable “cochas la merced” y propuesta de modelo de gestión*. (Trabajo de titulación previa a la obtención del título de ingenieros en recursos naturales renovables). Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.
- Constitución de la República del Ecuador. (Registro Oficial 449 de 20-oct-2008), *Última modificación: 01-ago-2018*
- Corporación Grupo RandiRandi, PCC/ Fundación MacArtur, (2005). *Plan de Manejo Comunitario de los Recursos Naturales de Palo Blanco, Cantón Mira, Carchi Ecuador*
- Cuasquer, F. y Sangurima, A. (2019). *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal y uso del suelo en la reserva ecológica El Ángel, periodo 1990-2017*. (Trabajo de titulación previa a la obtención del título de ingenieros en recursos naturales renovables). Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.
- Díaz, F. (2005). *Diseño y rehabilitación del sistema de agua potable y saneamiento Palo Blanco el Tablón*. MIDUVI -PRAGUAS -GOBIERNO MUNICIPAL DE MIRA. Manuscrito no publicado.
- Estrada, W. (2012). *Guía didáctica Meteorología y Climatología*. Manuscrito no publicado.

- Eguiguren, María. (2017). Los estudios de la migración en Ecuador: del desarrollo nacional a las movilidades. *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, 59-81.
- Frutos, L. (2006). El agua como factor de desarrollo rural. *Norba, revista de geografía*. XI. 51.68.
- Galindo, E. (2016). Sistemas de agua potable rurales. Instituciones, organizaciones, gobierno, administración y legitimidad. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, VII, 17–34.
- Galindo, E. Palerm, J. (2007). Pequeños sistemas de agua potable: entre la autogestión y el manejo municipal en el Estado de Hidalgo, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 4(2), 127-145
- García, E. (2009). *Manual para proyectos de agua potable en sectores rurales*. Fondo Perú – Alemania.
- García, G. y Martínez, R. (2011). Geología y geoquímica de las lavas pleistocénicas del estratovolcán Telapón, Sierra Nevada, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. (28) 301-322
- Gobierno Provincial del Carchi. (2016). *Informe de la comisión técnica para la protección de las fuentes de agua del río Santiaguillo*. Manuscrito no publicado. Tulcan, Ecuador.
- Gónima, L. Ruiz, L. y González, M. (2010). Desarrollo de una metodología sencilla para la georreferenciación y medición de distancias a partir de imágenes de satélite sistemáticamente georreferenciadas. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 39 (1)
- Guaillas, S. (2013) La gestión comunitaria del agua mediante la alianza Público–Comunitaria. *Foro de los Recursos Hídricos*.
- Hincapié, E. Tobón, C. (2012). Dinámica del Agua en Andisoles Bajo Condiciones de Ladera. *Revista Soil Water Dynamics in Andisols Under Hillslope Condition*.
- Idrovo, D. Barrera, R. Espinoza, L. Ochoa, F. Reyes, E. y Vásquez, P (1999). *Diseño, Construcción Operación, mantenimiento y evaluación de sistemas de agua potable*, Cuenca. Ecuador. Gráficas Hernández.
- Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología. Análisis climatológico decenal. Quito Ecuador. 2017

- Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología. (2017) *Boletín agrometeorológico mensual*. Quito - Ecuador.
- Isch, E. (2006). Agua y servicios ambientales: visiones críticas desde los Andes Quito, EC: Ediciones Abya-Yala.
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua. (LORHUA), (05-08-2018) *Registro Oficial Suplemento 305 del 06 -08 – 2014*
- Lux, B. (2016). Conceptos básicos de Morfometría de Cuencas Hidrográficas. Universidad San Carlos de Guatemala.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Plan de Manejo de la Reserva Ecológica El Ángel*. Quito-Ecuador
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca. Consorcio TRACASA-NIPSA (2015). Metodología. *Levantamiento de cartografía temática escala 1:25.000, lote 2*.
- Molina, E. Quesada, F. Calle, A. Ortiz, J. y Orellana, D. (2018). Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca. *Revista de Ciencia y Tecnología INGENIUS*.
- Mónaco, C. (2016). El avance de la frontera agrícola y su impacto: 9 de Julio, Chaco. 1990-2010, *Revista del Departamento de Ciencias Sociales*, Vol. 3 Nro. 1:117-138
- Moriarty, P., Smits, S., Butterworth, J. y Franceys, R. (2013). Trends in Rural Water Supply: Towards a Service Delivery Approach. *Water alternatives*, 329-349.
- Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. (CO. 10.7 – 602). *Revisión. SENAGUA. Primera edición*. Quito. Ecuador.
- Norma Técnica ecuatoriana. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo (NTE INEN 2176) (2013) Quito. Ecuador
- Norma Técnica Ecuatoriana. Agua Potable Requisitos (NTE INEN 1108). (2014). Quito. Ecuador.
- Norma Técnica Ecuatoriana. Aguas. Muestreo para examen microbiológico. (NTE INEN 1105:1983). (29-10-2012). *Primera edición*. Quito. Ecuador.

- Pinilla, D. y Torres, Y. (2019). Gasto público social, el acceso al agua potable y el saneamiento de las poblaciones rurales en América Latina. *Problemas Del Desarrollo*, 50(196).
- Pradana, P. y García, J. (2019). *Criterios de calidad y gestión del agua potable*. Madrid – España.
- Pourrut, P. Róvere, O. Romo, I. y Villacrés, H. (1995). *El agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones y escorrentía*. Quito, Ecuador. RR Editores Asociados.
- Ramírez, A. Cruz, L. Sánchez, P, y Monterroso, A. (2015). La caracterización morfométrica de la subcuenca del Río Moctezuma, Sonora: ejemplo de aplicación de los sistemas de información geográfica. *Revista de Geografía Agrícola*, (55),27-43.
- Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua. Quito. Ecuador. 21 de agosto del 2015.
- Reyes, E. Quezada, G. (2002). *Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable*. Quito, Ecuador. CAMAREN.
- Reyes, A. Ulises, F. y Carvajal, Y. (2010). *Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas*. Cali, Colombia Editorial Universidad del Valle
- Rodríguez, F. (2006). Cuencas Hidrográficas, Descentralización y Desarrollo Regional Participativo. *Revista de las Sedes Regionales*, VII, 113–125.
- Ruiz, J. (2007). Servicios ambientales, agua y economía. *Revista de Ingeniería. Universidad de Los Andes*, (Cc).
- Salinas, R. y Carmona, A. (2009). Conflictos por el agua en Chile : el gran capital contra las comunidades locales . Análisis comparativo de las cuencas de los ríos Huasco ( desierto de Atacama ) y Baker ( patagonia austral ). *Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología*, 18(4), 695–708.
- Sánchez, P. Marín, J. Merecí, C y Martínez, V. (2017). Presión demográfica sobre el recurso hídrico y su relación con la sostenibilidad de los destinos turísticos. Un análisis para el sur de ecuador. *Revista portuguesa de estudios regionales*.21-36
- Terrazas, R. (2009). Modelo de gestión financiera para una organización.

*Perspectivas.* (23) 55-72

- Torres, C., García, C., García, J., García, M., y García, R. (2017). Agua segura para comunidades rurales a partir de un sistema alternativo de filtración. *Salud Pública*, 19(4), 453–459.
- Torres, R. y García C. (2009). Conflictos por el agua en Chile: el gran capital contra las comunidades locales. Análisis comparativo de las cuencas de los ríos Huasco y Baker, *Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología*, (4), 695-70
- Villamarín, C. Prat, N y Rieradevall, M. (2014). Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú *Revista latinoamericana de investigación acuática*, (5), 1072-1086.
- Villegas, W. Díaz, V. y Villegas, C. (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial La Concepción 2014-2019 Carchi. Ecuador
- Walter, M. (2009): “Conflictos ambientales, socio ambientales, ecológico distributivos de contenido ambiental. Reflexionando sobre enfoques y definiciones”. *Boletín ECOS*, 6/ febrero-abril.

# Anexos

## Anexo 1. Norma INEN 1108-2014

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>AGUA POTABLE REQUISITOS</b>	<b>NTE INEN 1108:2014 Quinta revisión 2014-01</b>
---	------------------------------------	---

### 1. OBJETO

**1.1** Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

### 2. CAMPO DE APLICACIÓN

**2.1** Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros.

### 3. REFERENCIAS NORMATIVAS

APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water World Association) y WEF (Water Environment Federation). *Métodos Estandarizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales* (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) en su última edición.

Ministerio de salud Pública *REGLAMENTO DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA ALIMENTOS PROCESADOS* Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002

### 4. DEFINICIONES

**4.1** Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

**4.1.1 Agua potable.** Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.

**4.1.2 Agua cruda.** Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.

**4.1.3 Límite máximo permitido.** Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma y aplicando las reglas para redondear números, (ver NTE INEN 052).

**4.1.4 ufc/ml.** Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.

**4.1.5 NMP.** Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los tubos múltiples.

**4.1.6 mg/l.** (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

**4.1.7 Microorganismo patógeno.** Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.

**4.1.8 Plaguicidas.** Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nemátodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.

**4.1.9 Desinfección.** Proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentar los agentes microbianos patógenos, constituye una medida preventiva esencial para la salud pública.

**4.1.10 Subproductos de desinfección.** Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.

**4.1.11 Cloro residual.** Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.

**4.1.12 Sistema de abastecimiento de agua potable.** El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.

**4.1.13 Sistema de distribución.** Comprende las obras y trabajos auxiliares construidos desde la salida de la planta de tratamiento hasta la acometida domiciliaria.

## 5. REQUISITOS

**5.1** Los sistemas de abastecimiento de agua potable deberían acogerse al Reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública.

**5.2** El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación, en las tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

**TABLA 1. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas**

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
<b>Inorgánicos</b>		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN <sup>-</sup>	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 <sup>1)</sup>
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50
Nitritos, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04
<small>           1) Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos            * Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>210</sup>Po, <sup>226</sup>Ra, <sup>228</sup>Ra, <sup>230</sup>Th, <sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U, <sup>238</sup>Pu            ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>60</sup>Co, <sup>90</sup>Sr, <sup>90</sup>Sr, <sup>125</sup>I, <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb, <sup>210</sup>Ra         </small>		

**TABLA 2. Sustancias orgánicas**

	<b>UNIDAD</b>	<b>Limite máximo permitido</b>
<b>Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP</b>		
Benzo [a] pireno	mg/l	0,0007
<b>Hidrocarburos:</b>		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitrilotriacético	mg/l	0,2

**TABLA 3. Plaguicidas**

	<b>UNIDAD</b>	<b>Limite máximo permitido</b>
Atrazina y sus metabolitos cloro-s-triazina	mg/l	0,1
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrin y Dieldrin	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrin	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0,2

**TABLA 4. Residuos de desinfectantes**

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monocloramina,	mg/l	3
Si pasa de 1,5 mg/l investigar: N-Nitrosodimethylamine	mg/l	0,000 1

**TABLA 5. Subproductos de desinfección**

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
<b>Trihalometanos totales</b>	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:	mg/l	0,06
• Bromodiclorometano	mg/l	0,3
• Cloroformo		
Tricloroacetato	mg/l	0,2

**TABLA 6. Cianotoxinas**

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microcistina-LR	mg/l	0,001

**5.3** El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.

**TABLA 7. Requisitos Microbiológicos**

	Máximo
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml ó Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1,1 * < 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/ litro	Ausencia
* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm <sup>3</sup> ó 10 tubos de 10 cm <sup>3</sup> ninguno es positivo	
** < 1 significa que no se observan colonias	
(1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida	

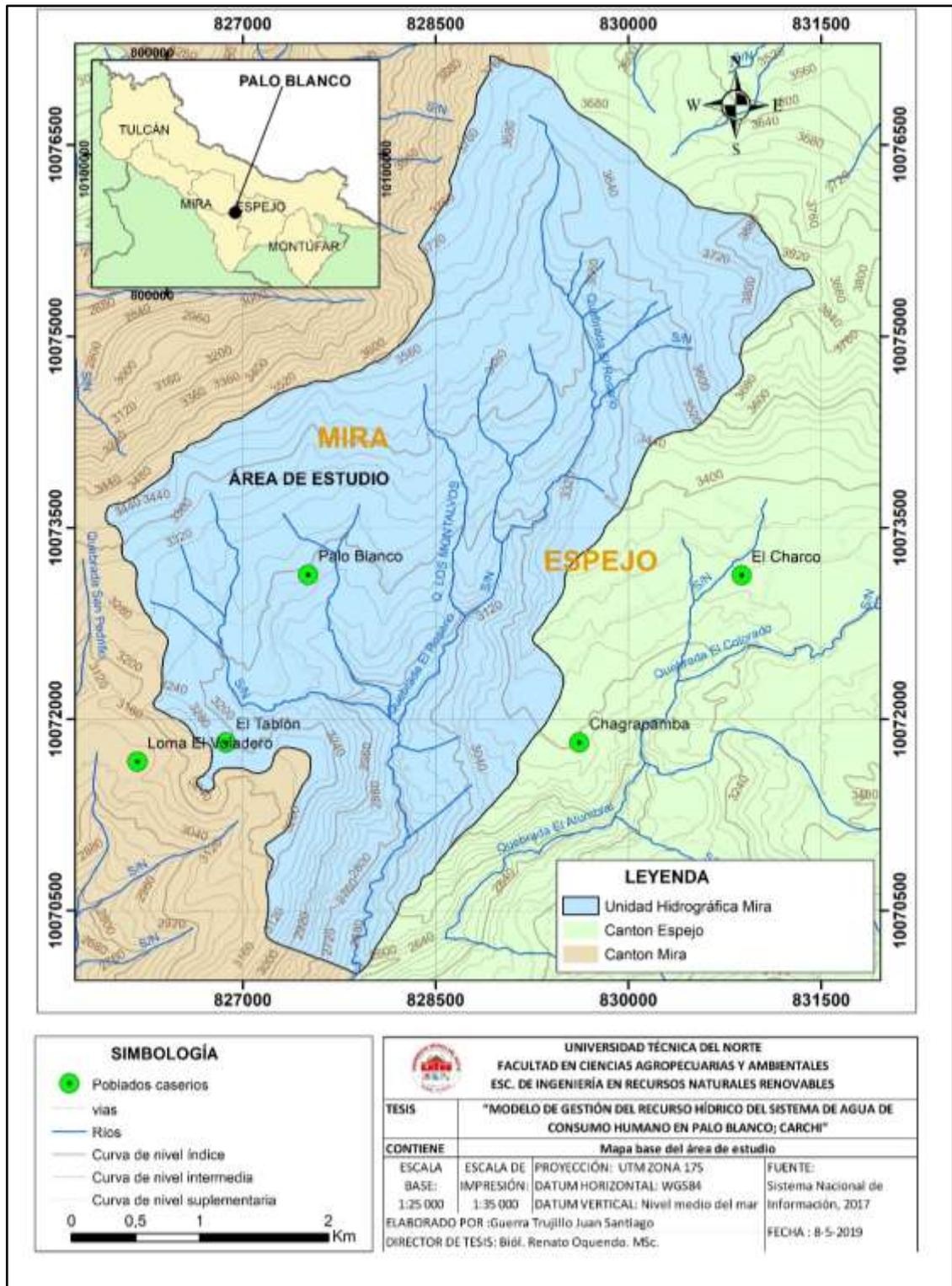
## 6. INSPECCIÓN

### 6.1 Muestreo

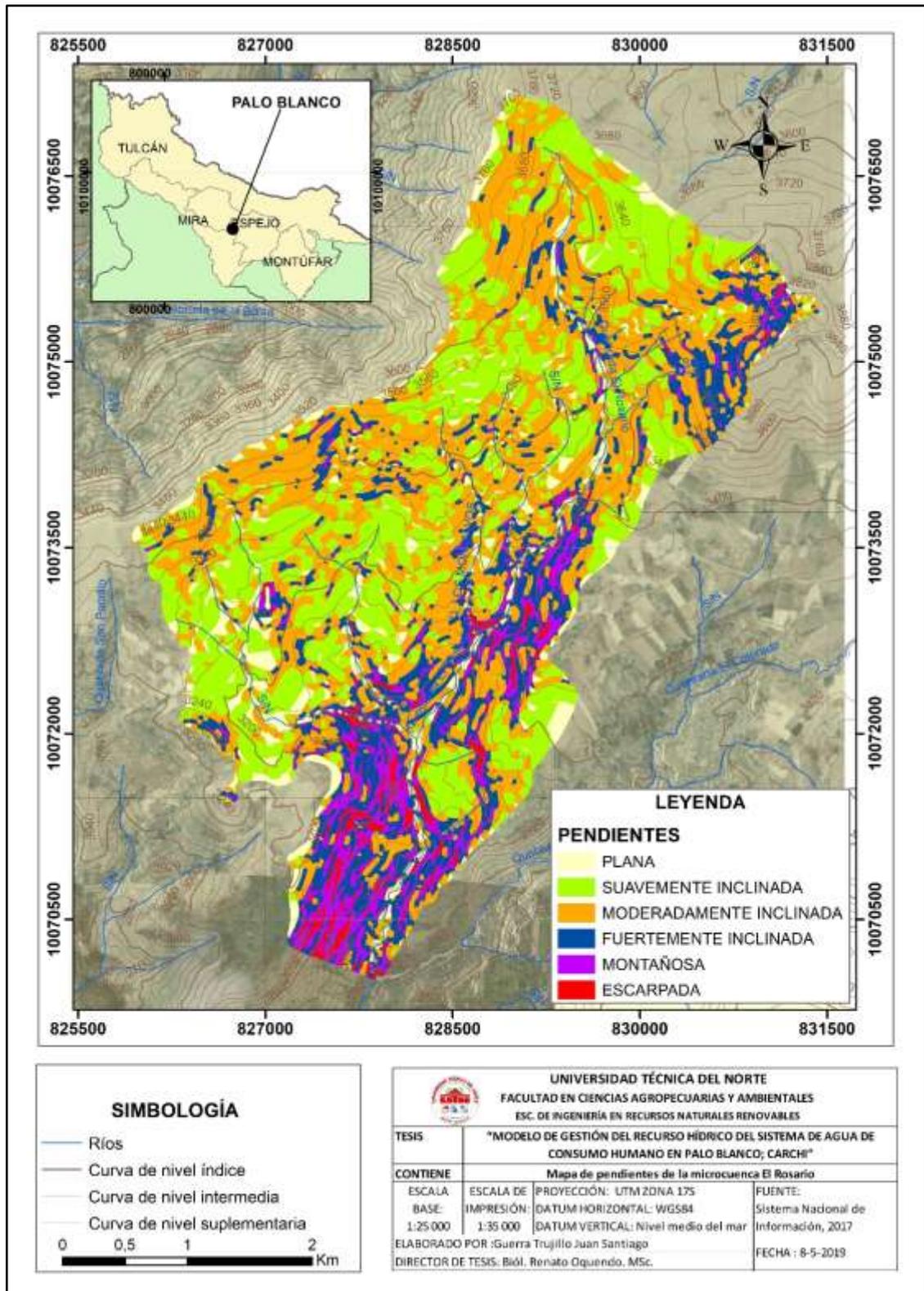
**6.1.1** El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

**6.1.2** El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

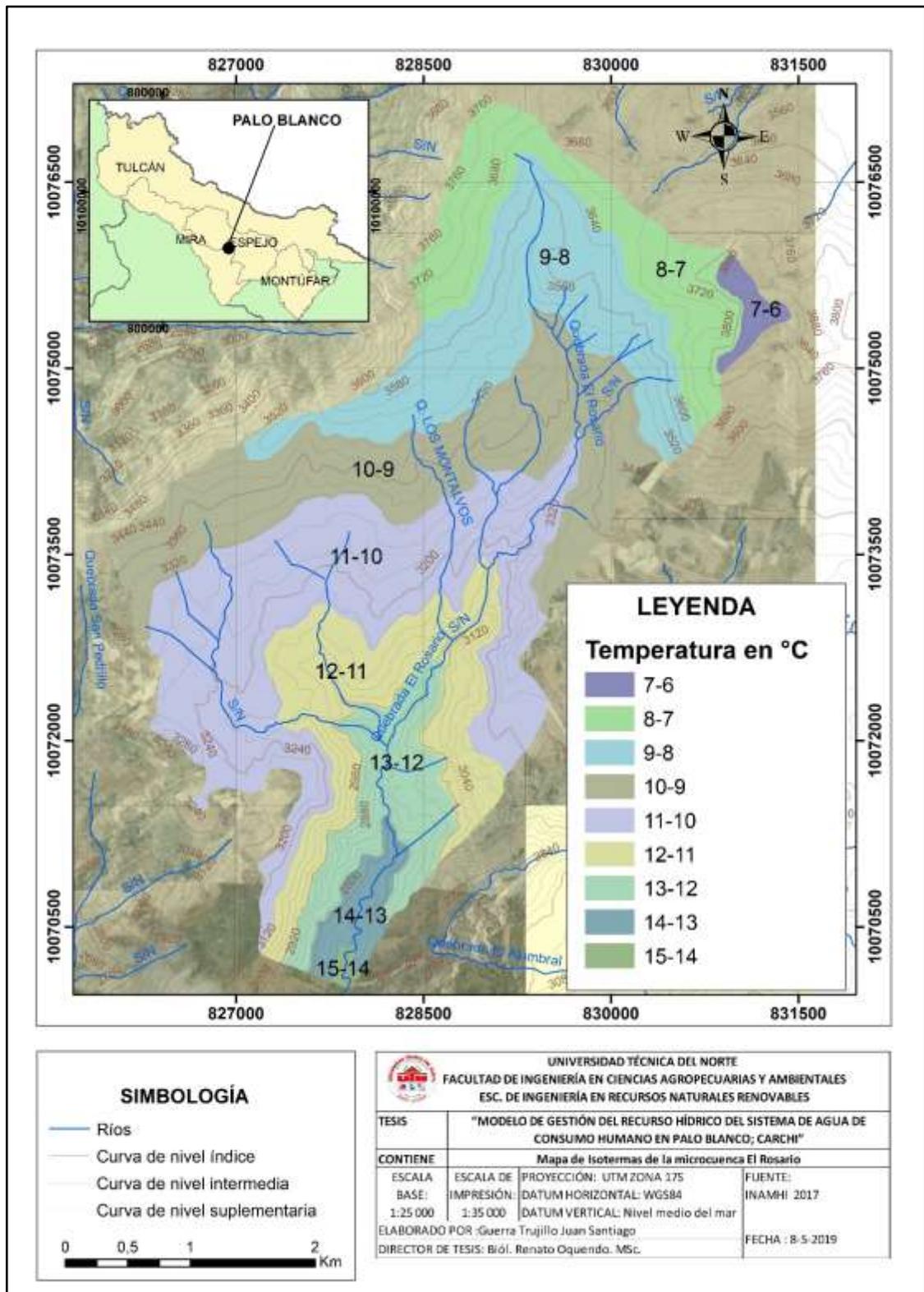
Anexo 2. Mapa base



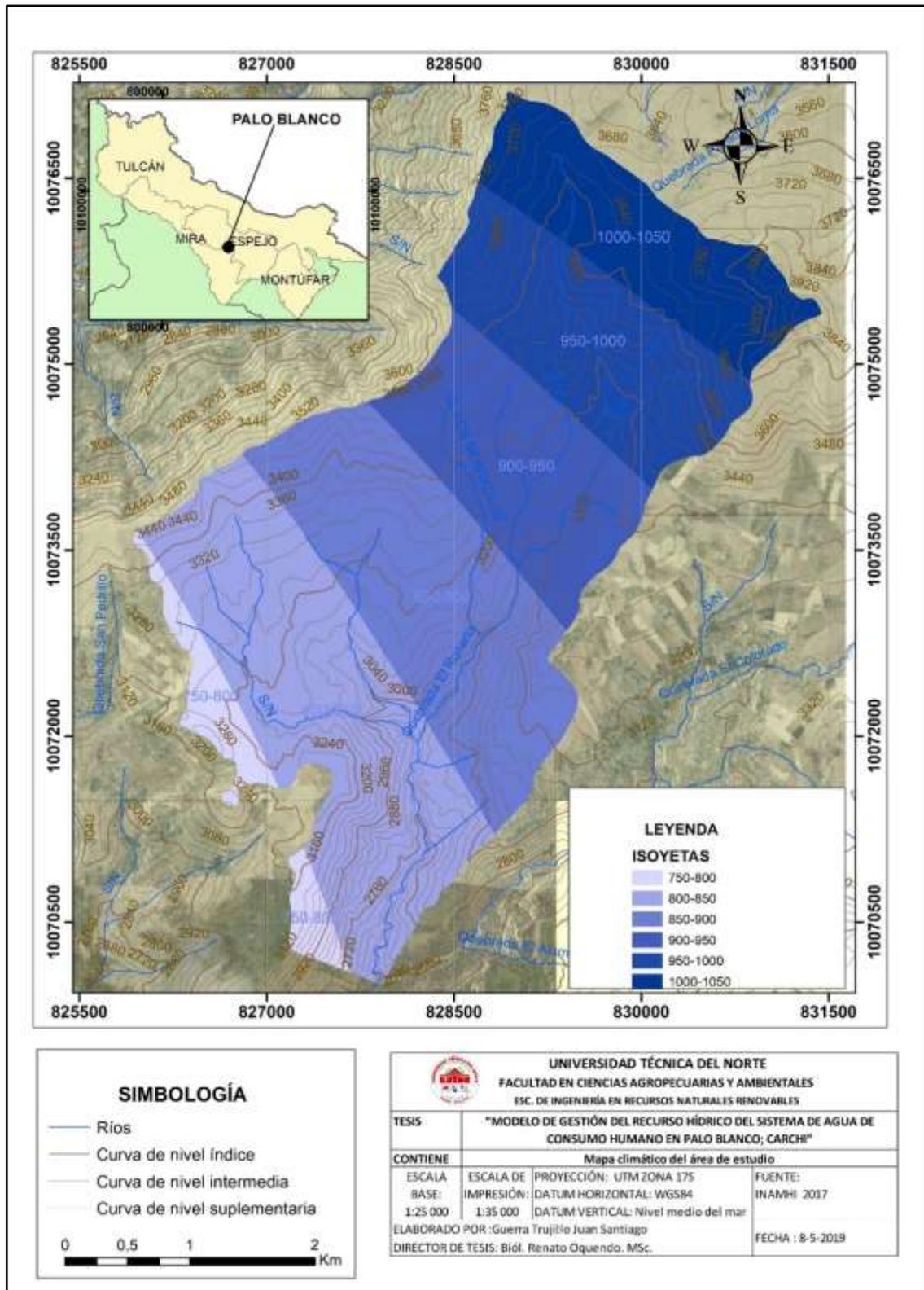
Anexo 3. Mapa de pendientes de la microcuenca El Rosario



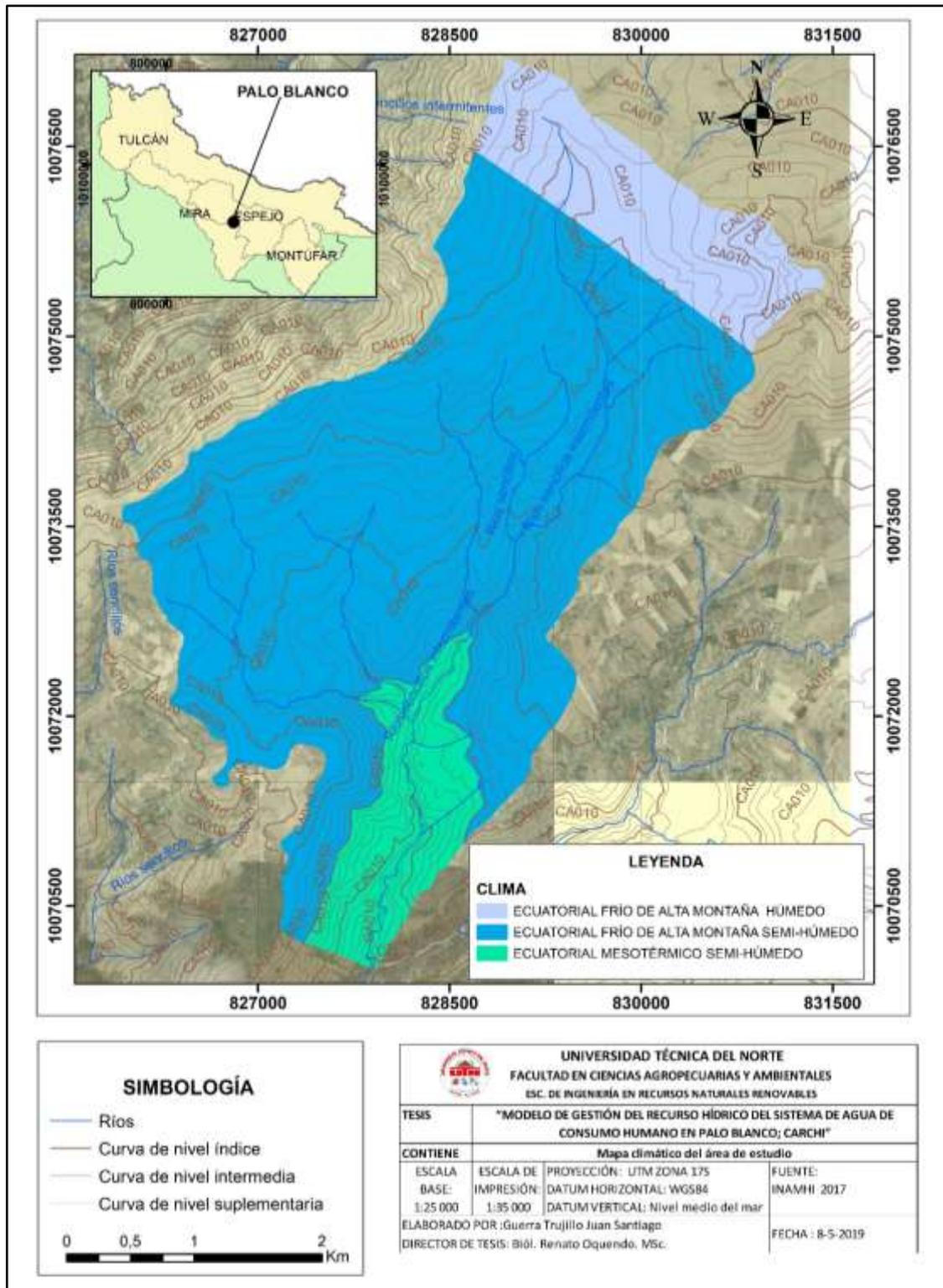
Anexo 4. Mapa de isotermas de la microcuenca El Rosario



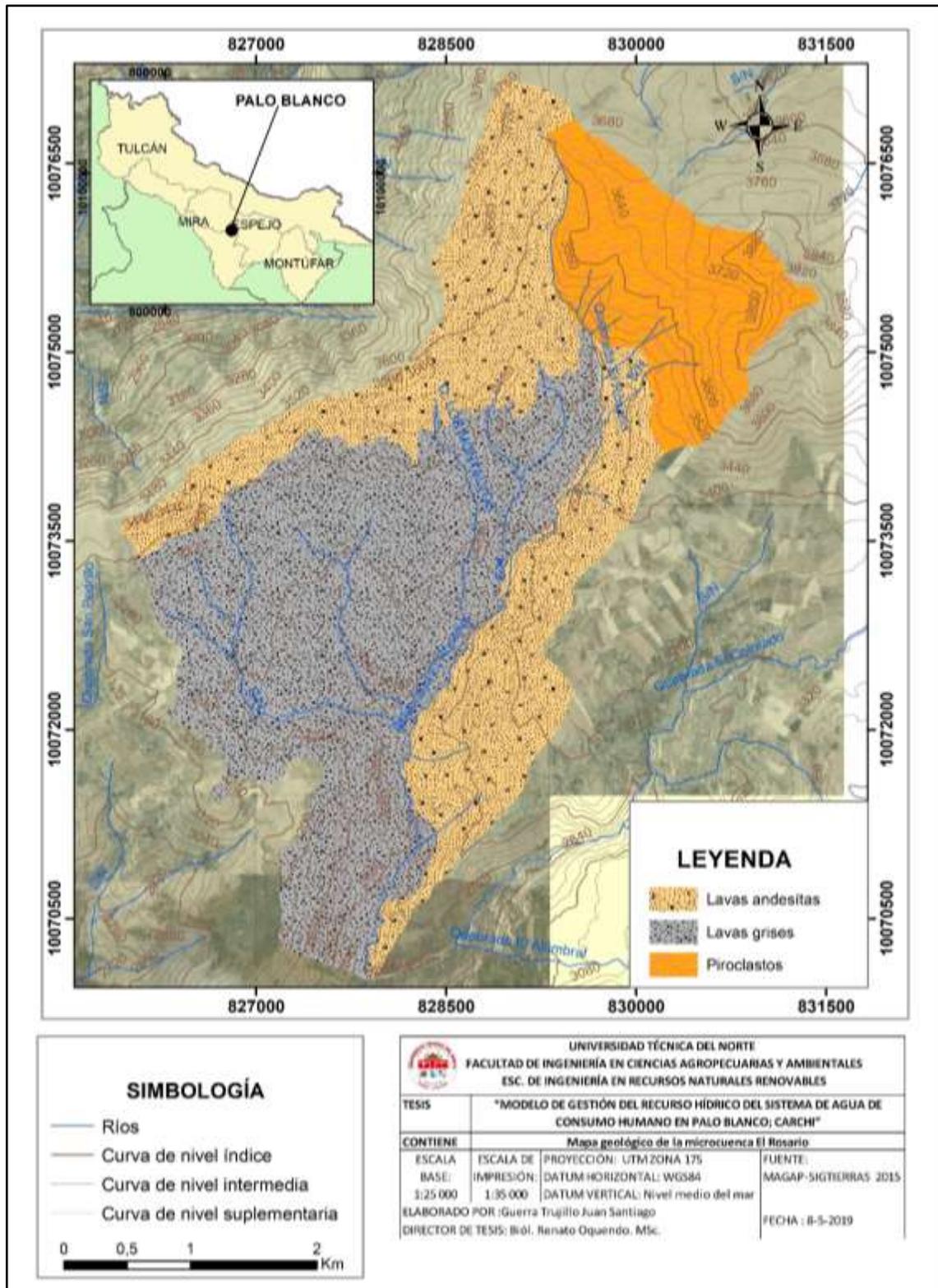
Anexo 5. Mapa de isoyetas de la microcuenca El Rosario



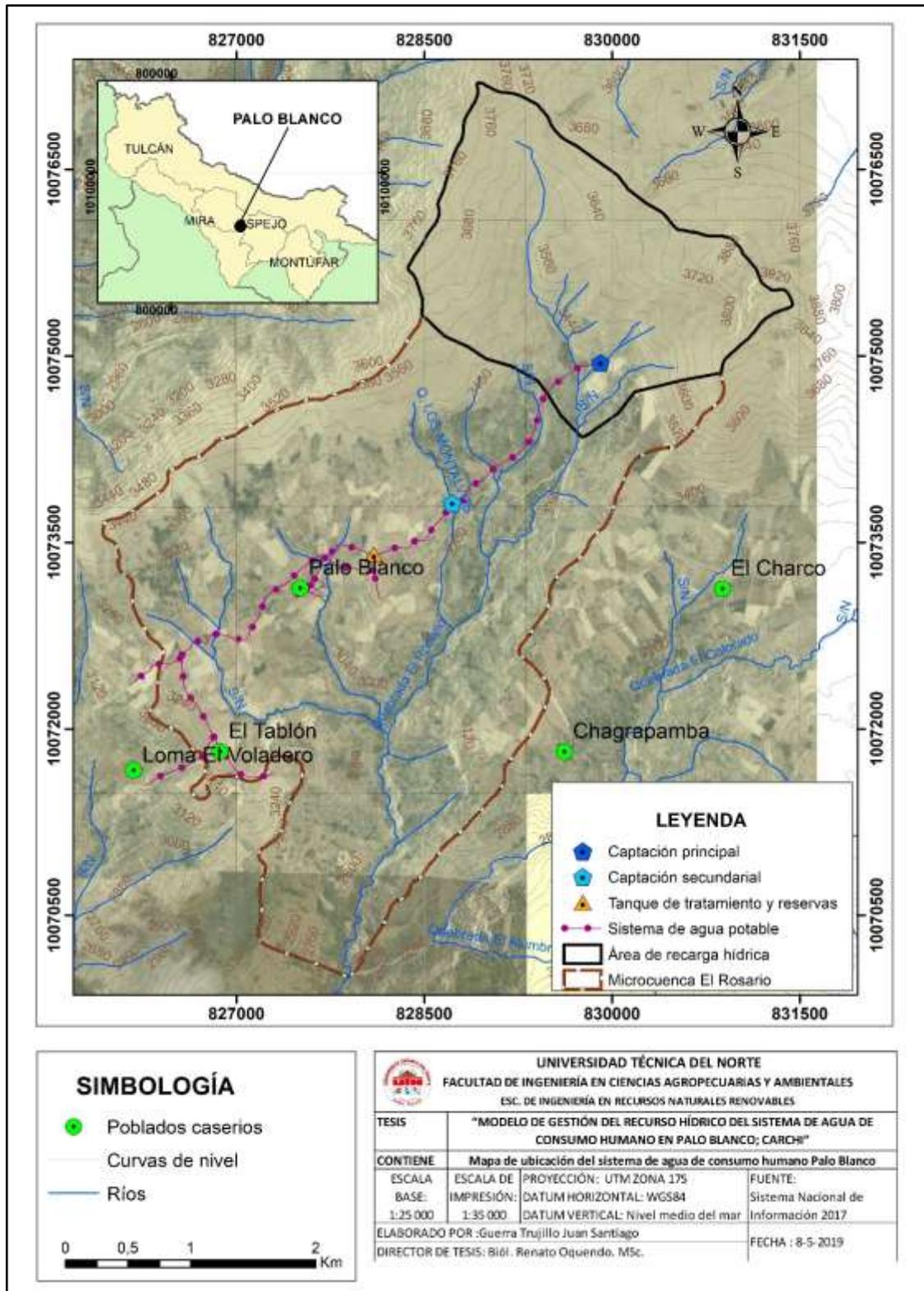
Anexo 6. Mapa climático de la microcuenca El Rosario



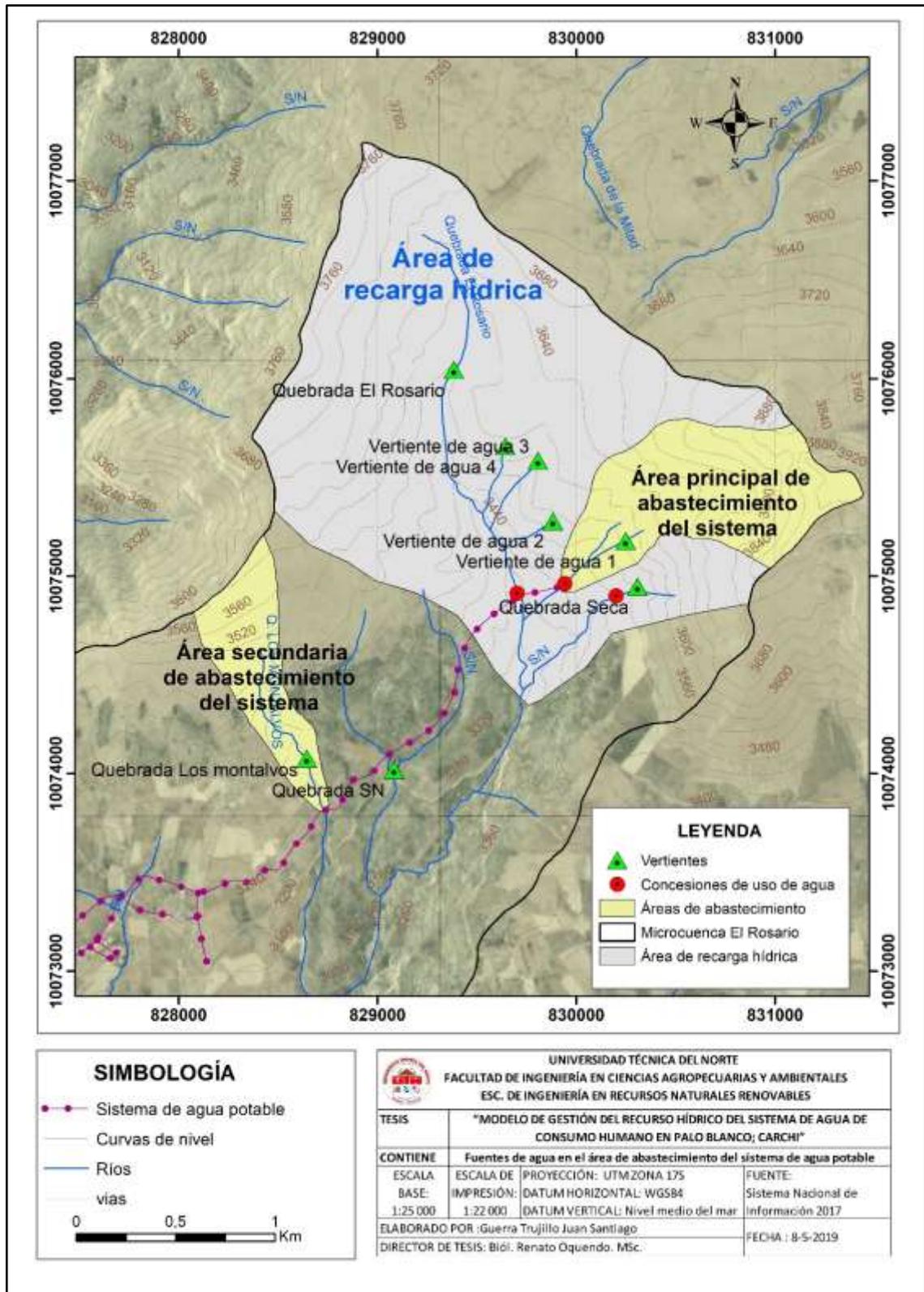
Anexo 7. Mapa geológico de la microcuenca El Rosario



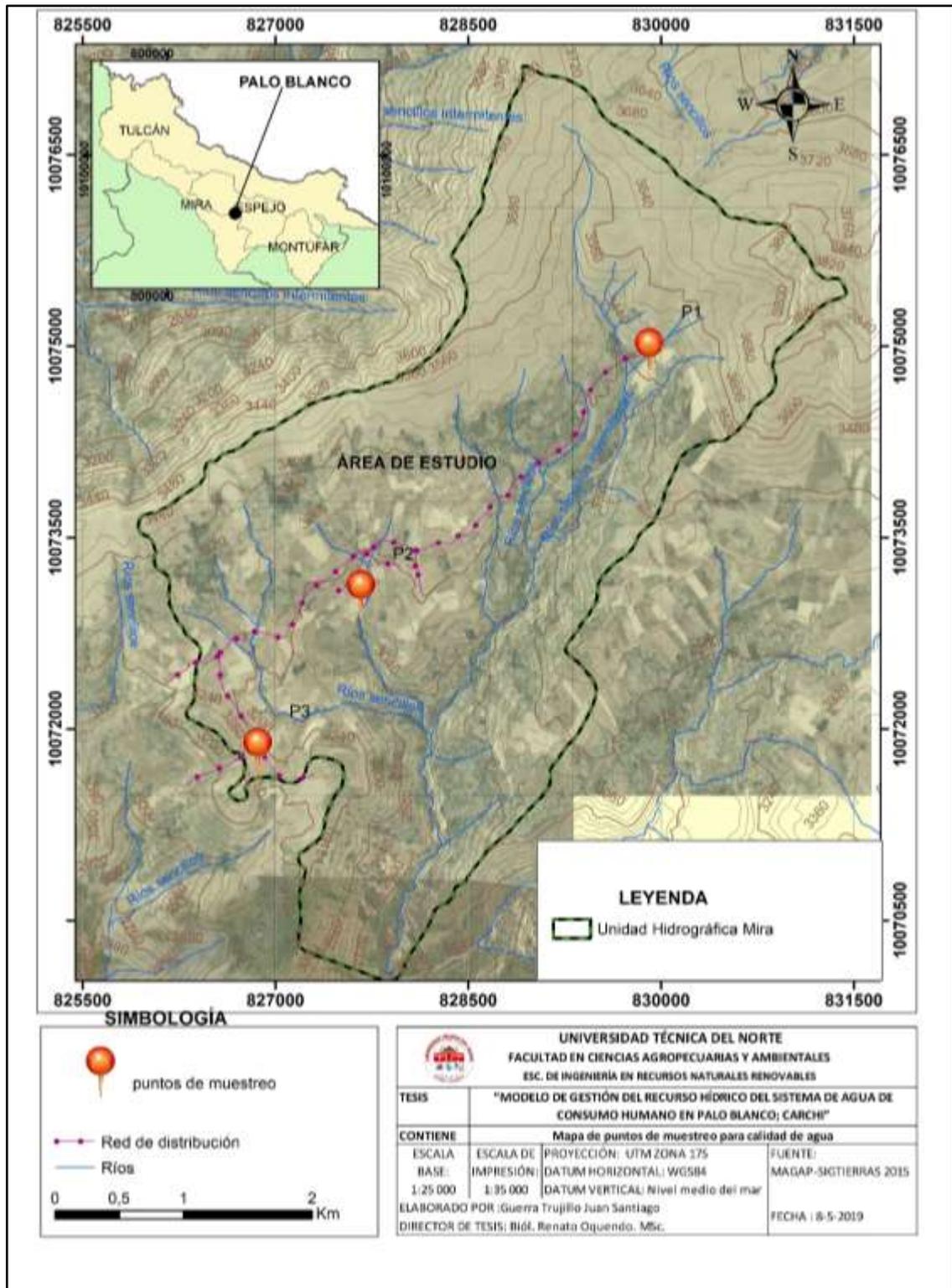
Anexo 8. Mapa de ubicación del sistema de agua de consumo humano



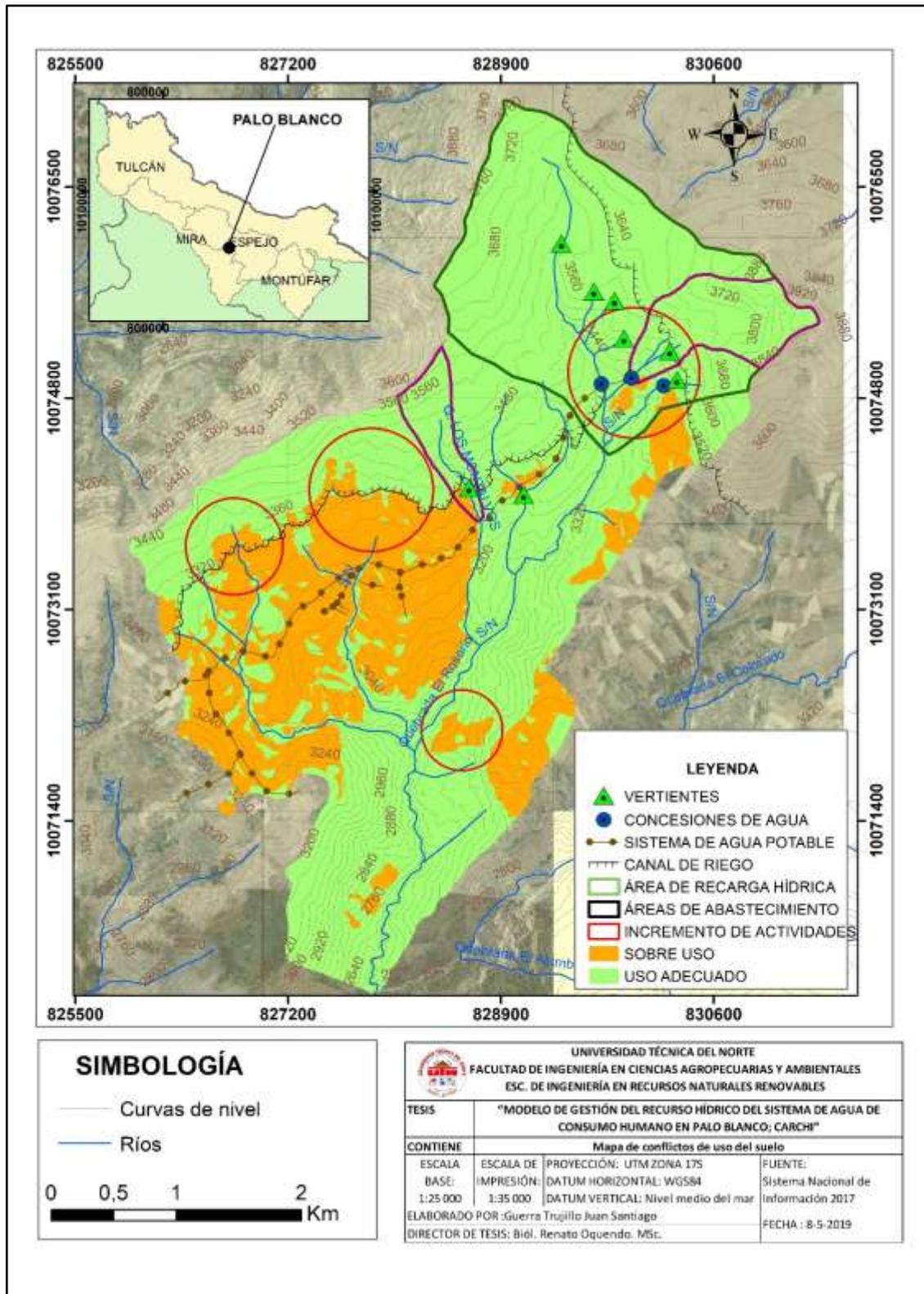
Anexo 9. Mapa de fuentes de agua en el área de abastecimiento



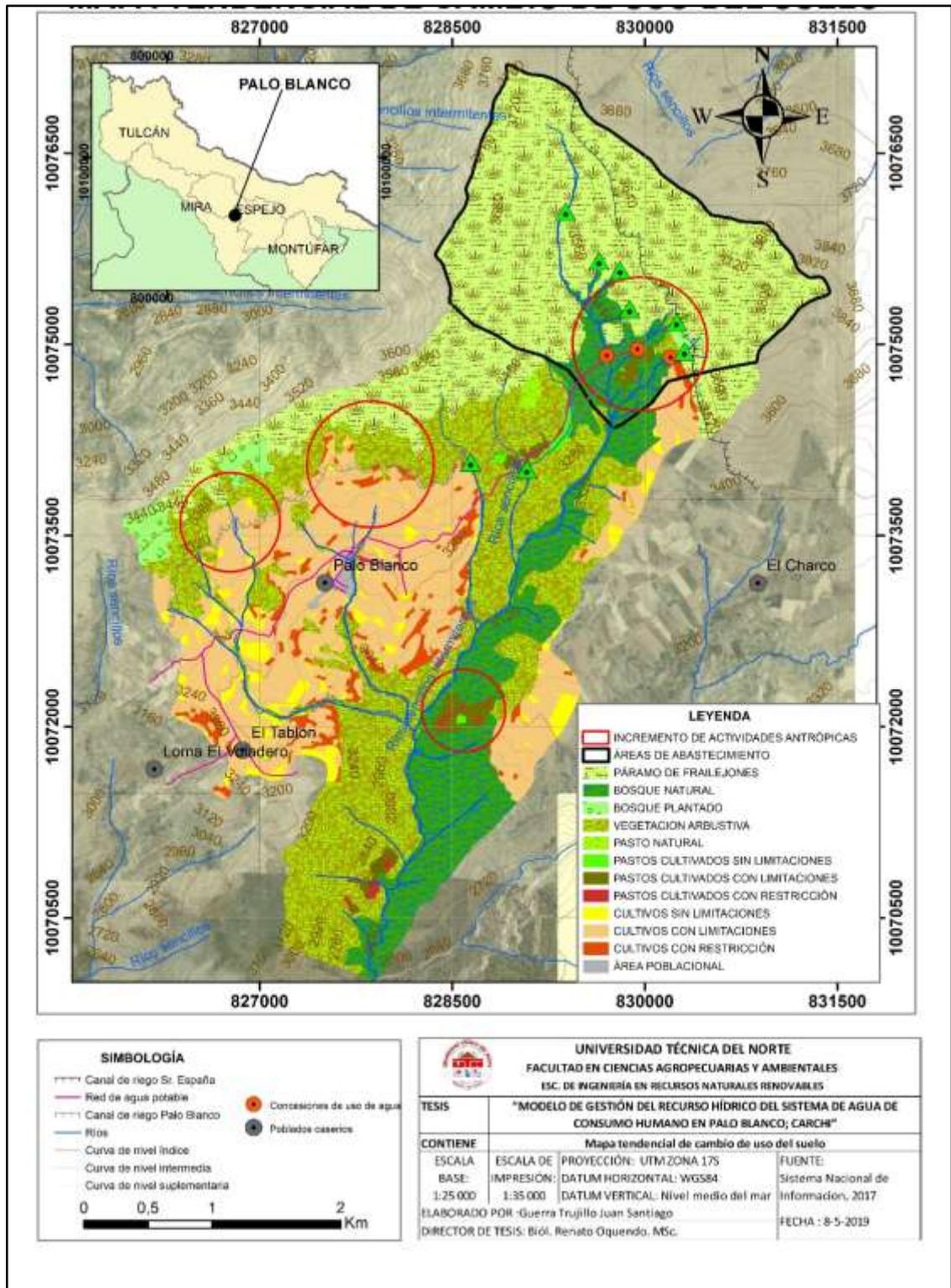
Anexo 10. Mapa de puntos de muestreo para calidad de agua



Anexo 11. Mapa de conflictos de uso del suelo



Anexo 12. Mapa tendencial de cambio de uso del suelo



Anexo 13. Encuesta aplicada

**Actualización de datos socioeconómicos, salud y vivienda de la Comunidad Palo Blanco.**

Provincia: Carchi	Parroquia: La Concepción
Cantón: Mira	Lugar: Palo Blanco
Encuestador: <i>Santiago Guerra</i>	Casa N° <i>14</i>
Sector: <i>S9</i>	Código: <i>S2-C14-F1</i>

**P1. Datos generales**

1 Fecha: <i>13-04-2018</i>	10 ¿Cuándo se presentan dolores estomacales, gripes. Los trata primeramente?
2 Nombre: <i>Sandra Marcela Arezab</i>	<input checked="" type="checkbox"/> a Con remedios caseros?
3 Edad: <i>27</i>	<input type="checkbox"/> b Acudiendo al Centro de Salud?
4 Género?	<input type="checkbox"/> c Otro: .....
<input type="checkbox"/> a Masculino	11 ¿Su familia tiene un huerto de plantas medicinales u hortalizas?
<input checked="" type="checkbox"/> b Femenino	<input type="checkbox"/> a Si
5 ¿Tiempo de residencia en la comunidad?	<input checked="" type="checkbox"/> b No (por qué <i>desuso</i> )
<i>15</i>	12 ¿Cuál es la actividad principal de su familia?

**P2. Información de la Familia**

1 ¿Quién es el jefe de hogar en su familia?	13 ¿Cuánto es el ingreso promedio de su familia?																								
<input checked="" type="checkbox"/> a Padre	<i>300</i>																								
<input type="checkbox"/> b Madre	14 ¿Con qué frecuencia consume víveres (arroz, azúcar, fideos, aceite, etc.)																								
<input type="checkbox"/> c Hermano mayor	<input checked="" type="checkbox"/> a Diariamente?																								
<input type="checkbox"/> d Otros: .....	<input type="checkbox"/> b Tres veces en semana?																								
2 (En su familia cuántas personas son?)	<input type="checkbox"/> c Una vez a la semana?																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Hombres</th> <th>Mujeres</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 1 año</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1 - 4 años</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5 - 9 años</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>10 - 14 años</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>15 - 19 años</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>20 - 64 años</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>&gt; 65 años</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Hombres	Mujeres	< 1 año			1 - 4 años			5 - 9 años	1	1	10 - 14 años			15 - 19 años			20 - 64 años	1	1	> 65 años			<input type="checkbox"/> d Una vez al mes?
	Hombres	Mujeres																							
< 1 año																									
1 - 4 años																									
5 - 9 años	1	1																							
10 - 14 años																									
15 - 19 años																									
20 - 64 años	1	1																							
> 65 años																									
3 ¿Cuántos miembros de su familia se encuentran en la escuela?	<input type="checkbox"/> e No consume?																								
<i>2</i>	15 ¿Con qué frecuencia consume verduras?																								
4 ¿Cuántos miembros de su familia se encuentran en el colegio?	<input checked="" type="checkbox"/> a Diariamente?																								
<i>0</i>	<input type="checkbox"/> b Tres veces en semana?																								
5 ¿Cuántos miembros de su familia se encuentran en la universidad?	<input type="checkbox"/> c Una vez a la semana?																								
<i>0</i>	<input type="checkbox"/> d Una vez al mes?																								
6 ¿Cuántos miembros de su familia son profesionales?	<input type="checkbox"/> e No consume?																								
<i>0</i>	16 ¿Con qué frecuencia consume Frutas?																								
7 ¿En su familia hay personas que no saben leer ni escribir?	<input checked="" type="checkbox"/> a Diariamente?																								
<input type="checkbox"/> a Si (cuántas .....)	<input type="checkbox"/> b Tres veces en semana?																								
<input checked="" type="checkbox"/> b No	<input type="checkbox"/> c Una vez a la semana?																								
8 En su familia hay personas con discapacidad?	<input type="checkbox"/> d Una vez al mes?																								
<input type="checkbox"/> a Si (De qué tipo: .....	<input type="checkbox"/> e No consume?																								
<input checked="" type="checkbox"/> b No	17 ¿Tenencia de la vivienda?																								
9 ¿Cuáles son las enfermedades más frecuentes en su familia?	<input checked="" type="checkbox"/> a Propia																								
<i>Gripe</i>	<input type="checkbox"/> b Arrendada																								
<i>Dolores Estomacales</i>	<input type="checkbox"/> c Prestada																								
.....	<input type="checkbox"/> d Otro? .....																								
.....	18 ¿La casa es usada para?																								
.....	<input checked="" type="checkbox"/> a Solo vivienda?																								
.....	<input type="checkbox"/> b Vivienda mas actividad productiva?																								
.....	<input type="checkbox"/> c Otro? .....																								

¿La vivienda esta ocupada por?

a Una sola familia

b Dos familias?

c Mas de tres familias?

---

¿Tipo de construcción de la vivienda?

a Casa?

b Mediagua?

c Rancho?

d Choza?

e Otro? .....

---

¿El material predominante del techo o cubierta de la casa?

a Hormigón (losa / cemento)?

b Asbesto (eternit / euroilit)?

c zinc?

d Teja?

e Paja?

f Otro? .....

---

¿Estado del techo de la vivienda está?

a Bueno?

b Regular?

c Malo?

---

¿El material predominante en las paredes exteriores es?

a Hormigón?

b Ladrillo / Bloque?

c Adobe / Tapia?

d Tabla Tratada?

e Tabla sin tratar?

f Otro? .....

---

El estado de las paredes exteriores de la vivienda está?

a Buenas?

b Regulares?

c Malas?

---

¿El material predominante del piso de la vivienda es de?

a Duela / Tablón Tratado?

b Tabla sin tratar?

c Cerámica / baldosa?

d Ladrillo / cemento?

e Tierra/

f Otro? .....

---

¿El estado del piso de la vivienda esta?

a Bueno?

b Regular?

c Malo?

---

¿El servicio higiénico o escusado de la vivienda es?

a Conectado al alcantarillado?

b Conectado a posos séptico?

c Con descarga a quebrada o laguna?

d Letrina?

e No tiene (causa) .....

---

¿El servicio de energía eléctrica proviene de?

a Red publica?

b Planta eléctrica?

c Panel solar?

d No tiene? (Continúe desde la pregunta 4)

Los focos de su vivienda son?

Ahorradores (Nº 3)

Incandescentes (Nº .....

---

¿Cada cuanto paga por el servicio eléctrico?

a Mensual (\$ 4.....)

b Trimestral (\$ .....

c Otro?..... (\$ .....

---

¿El servicio telefónico recibe de?

a Base CNT?

b Base Claro /Movistar?

c No tiene? (Continúe desde la pregunta 6)

---

¿Cada cuanto paga por el servicio telefónico?

a Mensual (\$ .....

b Trimestral (\$ .....

c Otro?..... (\$ .....

---

El servicio de telefonía celular es de tipo?

a Prepago?

b Plan?

c No tiene?

---

¿De dónde proviene principalmente el agua que recibe su vivienda?

a Red de agua de la comunidad? Llenar formulario A

b Pozo?

c Rio, vertiente? Llenar formulario B

d Acequia?

e Otro? .....

---

**PS Ambiente**

1. La comunidad recibe el servicio de recolección de basura del Municipio

a Si (cada que tiempo: 15 días)

b No

---

2. Que tipo de tratamiento le da a los desechos de la cocina?

a Pone al carro recolector

b Arroja a la quebrada o vertiente

c Coloca directamente en el huerto

d Realiza compost

e Otro animales chanchos

---

3. Que tipo de tratamiento le da a los plásticos y vidrios

a Pone al carro recolector

b Arroja a la quebrada o vertiente

c La entierra

d La quema

e Otro .....

---

4. Tiene cuyes, chanchos o gallinas

a Si

b No (Finalizar)

---

5. En que lugar mantiene los cuyes?

a En el interior de la casa

b junto a la casa

c Alejado de la casa

d Otro .....

---

6. En que lugar mantiene los chanchos?

a Al aire libre en la comunidad

b junto a la casa

c alejado de la casa

d Otro .....

FORMULARIO A

CÓDIGO S2-C1#-1

1 ¿La disponibilidad del agua de la red comunitaria es?

a Todos los días de la semana?

b De uno a tres días en semana?

c Algunas horas al día? (horas .....)

2 ¿El agua que proviene de la red la?

a Consume sin darle ningún tratamiento?

b La hierve antes de consumirla?

c Le coloca cloro?

d Otro tratamiento? .....

3 ¿El agua llega hasta su vivienda con?

a Bastante fuerza?

b Poca fuerza?

c Con las justas?

d No llega?

4 ¿Realiza algún tipo almacenamiento del agua?

a Si

b No (Continúe desde la pregunta 7)

5 ¿Almacena el agua en?

	Nº recip	Lit recip
Lavandería		
Tanques		
canecas		
Otro.....		

6 ¿Cada que tiempo lava los recipientes de almacenamiento?

7 ¿El agua que recibe de la red comunitaria es utilizada para?

Cocinar?	<input checked="" type="checkbox"/>
Lavar?	<input checked="" type="checkbox"/>
Regar?	<input type="checkbox"/>
Aseo personal?	<input checked="" type="checkbox"/>
Para dar de beber a los animales?	<input type="checkbox"/>
Lavar el carro?	<input type="checkbox"/>
Otro.....	<input type="checkbox"/>

8 ¿Existe un comité u organización para administrar el agua de consumo humano en la comunidad?

a Si

b No

9 ¿Cree usted que se debe mejorar la administración del agua en la comunidad?

a Si

b No

10 ¿Cada cuanto paga por el servicio de agua?

a Mensual (\$ 1.500.)

b Trimestral (\$ .....)

c Otro?..... (\$ .....)

11 ¿Cree usted que lo que paga por el servicio de agua es?

a Bajo?

b Justo?

c Elevado?

12 ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar al mes por un servicio de agua de calidad?

2.

Anexo 14. Análisis de laboratorio



**EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
AMBIENTAL DE ESPEJO EMAPSA - E**

SOLICITADO POR:  
FECHA DE RECOLECCION:  
TEMPERATURA MUESTRA:  
TEMPERATURA AMBIENTAL:  
ORIGEN DE LA MUESTRA:  
ELABORADO POR:

GADM  
08/11/2013  
7.8°C  
17°C  
Q. DEL ROSARIO  
Uc. Juan Guerrero LABORATORISTA

HORA:  
Provincia:  
Canton:  
LOCALIDAD  
N° Analisis  
FECHA DE INF.

08:00AM  
Cochi  
MIRA  
P. BLANCO  
1  
08/11/2013



PARAMETROS	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	RESULTADOS
Temperatura		Condición Natural + - 3 grados	7.8°C
Potencial de Hidrogeno		6.5 - 8.5	7.88
Turbiedad	NTU	5	0.3
Color	Unidades de Color	20	0
Hierro Total	mg/l	0.3	0
Nitritos	mg/l	10	0.2
Nitritos	mg/l	1	0.003
Sulfuros	mg/l	250	0
Dureza	mg/l	500	0
Cloruros	mg/l	250	117
Cloro Libre			
Cloro Combinado			
Cloro Residual	mg/l	0.3 - 1.5	
Alcalinidad Total	mg/l		
Bacterias Totales		0	5
Coliformes Totales	Colonias / 100 ml	<2	1
Coliformas Fecales	Colonias / 100 ml	<2	2
Amoníaco	mg/l	0-1	0.0001
Fosforos	mg/l	0-4.1	1.2



Lic. Juan Guerrero  
LABORATORISTA DE EMAPSA-E



EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
AMBIENTAL DE ESPEJO EMAPSA - E

SOLICITADO POR:  
FECHA DE RECOLECCION:  
TEMPERATURA MUESTRA:  
TEMPERATURA AMBIENTAL:  
ORIGEN DE LA MUESTRA:  
ELABORADO POR:

GADMIRA  
30/05/2014  
12°C  
16°C  
Q. del ROSARIO  
Lic. Juan Guerrero LABORATORISTA

HORA: 12PM  
Provincia: Carchi  
Canton: Mira  
LOCALIDAD: Palo Blanco  
N° Analisis: 1,2  
FECHA DE INF: 30/05/2014

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	RESULTADOS
Temperatura		Condición Natural + - 3 grados	EN LA RED 12°C
Potencial de Hidrógeno		6.5 - 8.5	8.28
Turbiedad	NTU	5	0.32
Color	Unidades de Color	20	0
Hierro Total	mg/l	0.3	0.45
Nitratos	mg/l	10	0.53
Nitritos	mg/l	1	0.001
Sulfatos	mg/l	250	15
Dureza	mg/l	500	0.2
Cloruros	mg/l	250	81
Cloro Libre			
Cloro Combinado			
Cloro Residual	mg/l	0.3 - 1.5	
Alcalinidad Total	mg/l		65
Bacterias Totales		0	25
Coliformes Totales	Colonias / 100 ml	<2	45
Coliformes Fecales	Colonias / 100 ml	<2	41
Amoniacaco	mg/l	0 - 1	0.2
Fosfatos	mg/l	0.4.1	0.87

  
Lic. Juan Guerrero  
LABORATORISTA DE EMAPSA-E



EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
AMBIENTAL DE ESPEJO EMAPSA - E



SOLICITADO POR: GADM  
FECHA DE RECOLECCION: 08/11/2013  
TEMPERATURA MUESTRA: 9.3°C  
TEMPERATURA AMBIENTAL: 19°C  
ORIGEN DE LA MUESTRA: Q. DE MONTALVO  
ELABORADO POR: Lic. Juan Guerrero LABORATORISTA

HORA: 10:00AM  
Provincia: Carchi  
Canton: MIRA  
LOCALIDAD: P. BLANCO  
N° Analisis: 2  
FECHA DE INF.: 08/11/2013

INFORME DE RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	RESULTADOS	EN LA RED
Temperatura		Condicion Natural + - 3 grados		9.3°C
Potencial de hidrogeno		6.5 - 8.5		7.82
Turbiedad	NTU	5		0.34
Color	Unidades de Color	20		0
Hierro Total	mg/l	0.3		0.01
Nitritos	mg/l	10		0.18
Nitritos	mg/l	1		0.002
Sulfatos	mg/l	250		0
Dureza	mg/l	500		0
Cloruros	mg/l	250		121
Cloro Libre				
Cloro Combinado				
Cloro Residual	mg/l	0.3 - 1.5		
Alcalinidad Total	mg/l	0		20
Bacterias Totales	Colonias / 100 ml	<2		0
Coliformes Totales	Colonias / 100 ml	<2		140
Coliformes Fecales	mg/l			96
Amoniaco	mg/l	0 - 1		0.01
Fosfidos	mg/l	0 - 4.1		0.89



Lic. Juan Guerrero  
LABORATORISTA DE EMAPSA-E



**EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
AMBIENTAL DE ESPEJO EMAPSA - E**

SOLICITADO POR: GADMIRA  
 FECHA DE RECOLECCION: 30/05/2014  
 TEMPERATURA MUESTRA: 12,3°C  
 TEMPERATURA AMBIENTAL: 16°C  
 ORIGEN DE LA MUESTRA: Montalvos  
 ELABORADO POR: Lic. Juan Guerrero LABORATORISTA

HORA: 07:40am  
 Provincia: Carchi  
 Canton: Miro  
 LOCALIDAD: Palo Blanco  
 Nº Analisis: 2,1  
 FECHA DE INF.: 30/05/2014

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	RESULTADOS
Temperatura			EN LA RED
Potencial de Hidrogeno		Condición Natural + - 3 grados	12,3°C
Turbiedad	NTU	6,5 - 8,5	8,24
Color	Unidades de Color	5	0,42
Hierro Total	mg/l	20	0
Nitratos	mg/l	0,3	0,25
Nitritos	mg/l	10	1
Sulfatos	mg/l	1	0,001
Sulfuros	mg/l	250	0
Dureza	mg/l	500	0
Cloruros	mg/l	250	155
Cloro Libre			
Cloro Combinado			
Cloro Residual	mg/l	0,3 - 1,5	
Alcalinidad Total	mg/l		
Bacterias Totales		0	20
Coliformes Totales	Colonias / 100 ml	<2	34
Coliformes Fecales	Colonias / 100 ml	<2	39
Amoniacco	mg/l	0-1	61
Fosfatos	mg/l	0-4,1	0,2
			0,94

  
 Lic. Juan Guerrero  
 LABORATORISTA DE EMAPSA-E



EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
 AMBIENTAL DE ESPEJO EMAPSA - E

GADM 08/11/2013

SOLICITADO POR:  
 FECHA DE RECOLECCION:  
 TEMPERATURA MUESTRA:  
 TEMPERATURA AMBIENTAL:  
 ORIGEN DE LA MUESTRA:  
 ELABORADO POR:

GADM  
 08/11/2013  
 13.2°C  
 17°C  
 Sr. PEREZ  
 Lic. Juan Guerrero LABORATORISTA

HORA: 11:00AM  
 Provincia: Carchi  
 Canton: MIRA  
 LOCALIDAD P. BLANCO  
 Nº Analisis 5  
 FECHA DE INF. 08/11/2013



INFORME DE RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	RESULTADOS
Temperatura			EN LA RED 13.2°C
Potencial de Hidrógeno		Condición Natural + - 3 grados	7.82
Turbiedad	NTU	6.5 - 8.5	0.27
Color	Unidades de Color	5	0
Hierro Total	mg/l	20	0.01
Nitratos	mg/l	0.3	0.2
Nitritos	mg/l	10	0
Sulfatos	mg/l	1	0
Sulfuros	mg/l	250	0
Dureza	mg/l	500	0
Cloruros	mg/l	250	51
Cloro Libre	mg/l		96
Cloro Combinado	mg/l		
Alcalinidad Total	mg/l	0.3 - 1.5	
Bacterias Totales	mg/l		25
Coliformes Totales	Colonias / 100 ml	0	15
Coliformes Fecales	Colonias / 100 ml	<2	58
Amoniaco	mg/l	<2	44
Fosfatos	mg/l	0 - 1	0.01
	mg/l	0-4.1	0.98



Lic. Alejandro Jijena  
 GERENTE DE EMAPSA-E

Lic. Juan Guerrero  
 LABORATORISTA DE EMAPSA-E



**EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
AMBIENTAL DE ESPEJO EMAPSA - E**

SOLICITADO POR: GAD MIRA  
 FECHA DE RECOLECCION: 30/05/2014  
 TEMPERATURA MUESTRA: 12,5°C  
 TEMPERATURA AMBIENTAL: 17,6°C  
 ORIGEN DE LA MUESTRA: ESC. ANA BURBANO  
 ELABORADO POR: Lic. Juan Guerrero LABORATORISTA

HORA: 05:55am  
 Provincia: Carchi  
 Canton: Mira  
 LOCALIDAD: Palo Blanco  
 N° Analisis: 5,1  
 FECHA DE INF.: 30/05/2014

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	RESULTADOS
Temperatura			EN LA RED
Potencial de Hidrogeno		Condicion Natural + -3 grados	12,5°C
Turbiedad	NTU	6,5 - 8,5	8,14
Color	Unidades de Color	5	0,33
Hierro Total	mg/l	20	0
Nitritos	mg/l	0,3	0,4
Nitritos	mg/l	10	0,9
Sulfatos	mg/l	1	0,001
Sulfuros	mg/l	250	0
Dureza	mg/l	500	0
Cloruros	mg/l	250	1,47
Cloro Libre			
Cloro Combinado			
Cloro Residual	mg/l	0,3 - 1,5	
Alcalinidad Total	mg/l	0	
Bacterias Totales	mg/l	0	25
Coliformes Totales	Colonias / 100 ml	<2	22
Coliformes Fecales	Colonias / 100 ml	<2	32
Amoniacaco	mg/l	0-1	52
Fosfatos	mg/l	0-4,1	0,1
			0,69

  
 Lic. Juan Guerrero  
 LABORATORISTA DE EMAPSA-E



**EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
AMBIENTAL DE ESPEJO EMAPSA - E**



SOLICITADO POR:  
FECHA DE RECOLECCION:  
TEMPERATURA MUESTRA:  
TEMPERATURA AMBIENTAL:  
ORIGEN DE LA MUESTRA:  
ELABORADO POR:

GADM  
08/11/2013  
12.2°C  
16.2°C  
ESCUELA  
Lic. Juan Guerrero LABORATORISTA

HORA: 10:40AM  
Provincia: Carchi  
Cantón: MIRA  
LOCALIDAD: P. BLANCO  
N° Andita: 4  
FECHA DE INF.: 08/11/2013

INFORME DE RESULTADOS			RESULTADOS	
PARAMETROS	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE		EN LA RED
Temperatura				12.2°C
Potencial de Hidrogeno		Condición Neutral ± - 3 grados		7.71
Turbiedad	NTU	6.5 - 8.5		0.38
Color	Unidades de Color	5		0
Hierro Total	mg/l	20		0
Nitritos	mg/l	0.3		0.16
Nitritos	mg/l	10		0.001
Sulfatos	mg/l	1		0
Sulfatos	mg/l	250		0
Dureza	mg/l	500		0
Cenizas	mg/l	250		1.60
Cenizas Libres				
Cenizas Combinado				
Cenizas Residual				
Alcalinidad Total	mg/l	0.3 - 1.5		
Bacterias Totales	mg/l			10
Coliformes Totales	Colonias / 100 ml	0		10
Coliformes Faciles	Colonias / 100 ml	<2		61
Amoníaco	mg/l	<2		35
Fosfatos	mg/l	0-1		0.1
	mg/l	0-4.1		0.79



Lic. Juan Guerrero  
LABORATORISTA DE EMAPSA-E



**EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
AMBIENTAL DE ESPEJO EMAPSA - E**

SOLICITADO POR: GAD MIRA  
 FECHA DE RECOLECCION: 30/05/2014  
 TEMPERATURA MUESTRA: 12°C  
 TEMPERATURA AMBIENTAL: 16°C  
 ORIGEN DE LA MUESTRA: Sr. Javier Gonzalez  
 ELABORADO POR: Lic. Juan Guerrero LABORATORISTA

HORA: 06:25am  
 Provincia: Carchi  
 Cantón: Mira  
 LOCALIDAD: Palo Blanco  
 N° Andes: 6.1  
 FECHA DE INF: 30/05/2014

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	RESULTADOS
Temperatura			EN LA RED 12°C
Potencial de Hidrogeno			8.35
Turbiedad			0.45
Color	NTU	6.5 - 8.5	5
Hierro Total	Indicador de Color	20	0
Nitritos	mg/l	0.3	0.32
Nitros	mg/l	10	0.01
Sulfatos	mg/l	1	0
Sulfuros	mg/l	250	2
Dureza	mg/l	500	0.01
Cloruros	mg/l	250	50
Cloro Libre			
Cloro Combinado			
Cloro Residual	mg/l	0.3 - 1.5	
Alcalinidad Total	mg/l	0	38
Bacterias Totales			26
Coliformes Totales	Colonias / 100 ml	<2	41
Coliformes Fecales	Colonias / 100 ml	<2	54
Amonio	mg/l	0.1	0.2
Fosfatos	mg/l	0.4.1	0.85

Lic. Juan Guerrero  
 LABORATORISTA DE EMAPSA-E

Anexo 15. Registro Fotográfico



**Fotografía 1:** Aforamiento en vertiente Chiltazon y Q. los Momtalvos



**Fotografía 2:** Toma de muestras de agua



**Fotografía 3:** Medición de parámetros físico in situ



**Fotografía 4:** Socialización de encuesta.



**Fotografía 5:** Aplicación de encuestas.



**Fotografía 6:** Reuniones de trabajo con autoridades y la comunidad.



**Fotografía 7:** Planta de almacenamiento y tratamiento de agua



**Fotografía 8:** Afectación en el área de abastecimiento



**Fotografía 9:** Dialogo con autoridades y propietario para acuerdos de protección de las fuentes de agua.

Anexo 16. Padrón de usuarios

**JUNTA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE  
"PALO BLANCO"**

NOMBRE Y APELLIDO	Nº CÉDULA	Nº DE ACOMETIDA	FIRMA
Rigoberto Oulca	060376374-7	1	Rigoberto Oulca
Telmo Benavides	040175854-7	1	Telmo Benavides
Manuel A. Pozo	040067466-9	7	Manuel A. Pozo
David Chafurón	040179263-4	1	David Chafurón
Elysa Parlasama	040142076-5	1	Elysa Parlasama
José Chomeli	040069995-6	1	José Rafael Chomeli
David Sotomayor	102365354-5	1	David Sotomayor
Homeru Caricuto	040053122-8	2	Homeru Caricuto
Jesús Torres	100154958-1	1	Jesús Torres
Néstor Caicedo	040100948-2	1	Néstor Caicedo
Román Caicedo	040142546-7	1	Román Caicedo
Yusef Paredes	040019967-7	1	Yusef Paredes
Amalfi A. Pérez B	100060355-3	7	Amalfi A. Pérez B
José P. Benavides	100067547-5	7	José P. Benavides
José J. Espinoza	040069944-4	1	José J. Espinoza
Nancy Portillo	040067845-6	1	Nancy Portillo
Alfredo Urresta	100364889-4	7	Alfredo Urresta
Ramiro Beltrán	191053311-6	1	Ramiro Beltrán
Juan Carlos G.P.	040161458-1	1	Juan Carlos G.P.
Carlos Estrada	100092111-50	1	Carlos Estrada
Morales Beltrán	040042657-3	1	Morales Beltrán
Manuel Sotomayor	100310188-6	1	Manuel Sotomayor
Wilson Portillo	040082611-1	1	Wilson Portillo

**JUNTA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE  
"PALO BLANCO"**

NOMBRE Y APELLIDO	Nº CÉDULA	Nº DE ACOMETIDA	FIRMA
Wilson Villegas	0400903471	1	Wilson Villegas
Rosa Vaca	0110075587-2	2	Rosa Vaca
Mariana Rosero	100312389-8	1	Mariana Rosero
Beatriz Vaca	040070880-6	1	Beatriz Vaca
Angel Vaca	040070887-1	1	Angel M. Vaca P.
Magdalena Churru	030487432-1	1	Magdalena Churru
Magdalena Delgado	0400865986	1	Magdalena Delgado
Antonio Intorquero	040159567-7	2	Antonio Intorquero
Eddy Altamirano	040115502-3	1	Eddy
Nelson Villegas	040050401-5	1	Nelson Villegas
Blanca Cuzco	040112371-6	1	Blanca Cuzco
Freddy Vaca	040167503-8	1	Freddy Vaca
Blanca Muñoz	040069972-9	1	R
Germán Carcelo	040095667-8	1	Germán Carcelo
Carlos Reina	100051304-6	1	Carlos Reina
Milton Erazo	040118400-7	1	Milton Erazo
Alfonso Benavente	100159087-4	1	Alfonso Benavente
Jorge Meneses	040093239-4	1	Jorge Meneses
PUESTO DE SAN PEDRO BARRIO		1	PUESTO DE SAN PEDRO

**JUNTA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE  
"PALO BLANCO"**

NOMBRE Y APELLIDO	Nº CÉDULA	Nº DE ACOMETIDA	FIRMA
Jorge Enz	01151205727	7	<i>Jorge Enz</i>
Maritza Auzt	0400746723	7	<i>Maritza Auzt</i>
Rosa Victoria	0407124829	7	<i>Rosa Victoria</i>
Oscar Alvarez	600261039-2	7	<i>Oscar Alvarez</i>
Asociación Palo Blanco	04900430609	7	<i>AB</i>
Aracely Quintal	0401039319	1	<i>Aracely Quintal</i>
Leonardo Berrueta	1003262422	1	<i>Leonardo Berrueta</i>
Marina Gonzalez	1002144779	1	<i>Marina Gonzalez</i>
Elvia Gonzalez	0400778767	1	<i>Elvia Gonzalez</i>
Gladis Gonzalez	0407274287	1	<i>Gladis Gonzalez</i>
Marcela Ramirez	01100254037	7	<i>Marcela Ramirez</i>
Magdalena Lopez	0400524773	1	<i>Magdalena Lopez</i>
Santiago Erazo	1003951777	1	<i>Santiago Erazo</i>
Manzo Pino	040133818-1	1	<i>Manzo Pino</i>
Ramiro Erazo	040152713-0	1	<i>Ramiro Erazo</i>
Blanca Avila	17037605-4	1	<i>Blanca Avila</i>
Raúl Portillo	090193039-2	1	<i>Raúl Portillo</i>