

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

**BALANCE HÍDRICO PARA RIEGO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO
BLANCO. CAYAMBE – ECUADOR. 2009.**

AUTORA: CATALINA ELIZABETH SANDOVAL MONTENEGRO

DIRECTOR: ING. CHARLES CACHIPUENDO

QUITO, 2011

Declaración de Responsabilidad

Yo Catalina Elizabeth Sandoval Montenegro, declaro que el contenido de este trabajo es de mi autoría, y no se permite la reproducción ni traducción del documento sin autorización previa de la autora.

La universidad Politécnica Salesiana puede hacer uso de los derechos correspondiente a este trabajo, según establecido en la Ley de Propiedad Intelectual.

Quito, Agosto del 2011

(f): Catalina Elizabeth Sandoval Montenegro

Dedicatoria

El presente trabajo lo dedico con mucho amor a mis padres Manuel Sandoval y Dolores Montenegro, por ser el pilar de mi vida quienes con sus consejos y ejemplos han sabido guiar mi camino.

A mis hermanos Patito y Estefanía Sandoval

A mi querida sobrina María Paz

A mis abuelitos Luis Montenegro y Josefina Díaz

A mi cuñada Jenny Albuja

A mis amigos Carito Moya y Luis Sevilla

Y a mí querido amor Lenyn Pulamarín por estar junto a mí compartiendo mis alegrías, tristezas, retos.

Agradecimiento

Agradezco en especial a mi director Charles Cachipundo, por el tiempo brindado durante la ejecución de la tesis y a mis profesores quienes han aportado en mi formación como profesional y persona: Jansito Beltrán, Narcisa Requelme, Rocio Contero, Gina Tafúr, Santiago Cañizares, Laurita Huachi, Miguelito Manangón, Nancy Bonifaz, Alberto Narváez.

A los estudiantes de séptimo nivel de la Carrera Ingeniería Agropecuaria del la UPS, a los representantes de las comunidades y barrios de la Microcuenca y a las instituciones como el INAMHI, SENAGUA y el Departamento de Agropecuaria del Municipio de Cayambe, por el apoyo y tiempo brindad para la ejecución de este trabajo de tesis.

INDICE

1.	Introducción	17
2.	Objetivos.....	19
2.1.	Objetivo General	19
2.2.	Objetivos Específicos.....	19
3.	Marco Teórico	20
3.1.	Cuenca Hidrográfica	20
3.1.1.	Subcuenca.....	20
3.1.2.	Microcuenca	20
3.2.	Aguas Superficiales	20
3.2.1.	Caudal.....	21
3.2.1.1.	Métodos de Medición de Caudales	21
3.2.1.1.1.	Método del Flotador.....	21
3.2.1.1.2.	Método Volumétrico.....	21
3.3.	Sistema de Producción	22
3.4.	Necesidades hídricas de los cultivos.....	23
3.4.1.	Evapotranspiración	23
3.4.2.	Cálculo de las Necesidades de Agua de los Cultivos.....	23
3.4.2.1.	Método de Blaney – Criddle	23
3.4.2.2.	Coefficiente de Cultivo	24
3.5.	Métodos de Riego	25
3.5.1.	Inundación.....	25
3.5.2.	Surcos.....	25
3.5.3.	Riego por Aspersión	26
3.5.4.	Riego por Goteo.....	26
3.6.	Programación del Riego.....	26

3.6.1. Necesidades Netas de Riego	26
3.6.2. Cálculo de la Precipitación Efectiva	27
3.6.3. Eficiencia de Aplicación	27
3.6.4. Dosis de Riego e Intervalo entre Riegos.....	28
3.6.5. Caudal Necesario.....	29
3.7. Infraestructura de Riego.....	29
3.7.1. Obras de Captación.....	29
3.7.2. Desarenadores	30
3.7.3. Obras de Conducción	30
3.7.4. Obras de Distribución	30
3.8. Gestión social del Agua	31
3.8.1. Concesión del Agua Superficial para Riego	31
3.8.2. Juntas de Agua de Riego	32
3.8.3. Gobiernos Comunitarios.....	32
3.8.4. Distribución del Agua en el Sector Campesino	32
3.9. Gestión Ambiental del Agua	33
3.9.1. Sistemas de Conservación del Agua.....	33
3.10. Balance Hídrico	34
4. Ubicación	35
4.1. Ubicación Política Territorial	35
4.2. Ubicación Geográfica	35
4.3. Condiciones Agroecológicas.....	36
4.3.1. Clima.....	36
4.3.2. Precipitación.....	37
4.4. Suelo.....	37
4.4.1. Características físicas y químicas	37
4.4.2. Topografía	39

5.	 Materiales y Métodos	41
5.1.	 Materiales	41
5.2.	 Métodos.....	41
5.2.1.	 Unidad de Estudio	41
5.2.2.	 Hipótesis	42
5.2.2.1.	 Hipótesis alternativa.....	42
5.2.2.2.	 Hipótesis nula	42
5.2.3.	 Variables.....	43
5.2.3.1.	 Caudal Actual.....	43
5.2.3.1.1.	 Caudal de Entrada	43
5.2.3.1.2.	 Caudal de Salida.....	43
5.2.3.2.	 Cuadal Concesionado.....	44
5.2.3.3.	 Superficie Total y Potencialmente Regable	44
5.2.3.4.	 Sistemas de Producción	45
5.2.3.5.	 Infraestructura de Riego.....	45
5.2.3.6.	 Organización	45
5.2.3.6.1.	 Forma de Organización para la Administración del Agua.....	45
5.2.3.6.2.	 Distribución del Agua.....	46
5.2.3.6.3.	 Establecimiento de Tarifas.....	46
5.2.3.6.4.	 Conservación de Fuentes de Agua	46
5.2.3.7.	 Cálculo de la Demanda de Agua en la Microcuenca del Río Blanco .	46
5.2.3.7.1.	 Necesidad Neta	46
5.2.3.7.2.	 Dosis Neta	47
5.2.3.7.3.	 Dosis Total	47
5.2.3.7.4.	 Intervalo de Riego	47
5.2.3.7.5.	 Caudal de Aplicación	47
5.2.4.	 Mapas Temáticos.....	48

6.	Resultados y Discusión	49
6.1.	Caudal Actual.....	49
6.1.1.	Caudal de Entrada	49
6.1.2.	Caudal de Salida.....	50
6.2.	Cuadal Concesionado.....	51
6.3.	Superficie Total y Potencialmente Regable	53
6.4.	Sistemas de Producción Agrícola	55
6.5.	Infraestructura de Riego.....	57
6.6.	Organización	62
6.6.1.	Forma de Organización para la Administración del Agua.....	62
6.6.1.1.	directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas	64
6.6.1.2.	Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro	65
6.6.1.3.	Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán	66
6.6.1.4.	Junta de Aguas del Río Blanco	67
6.6.2.	Distribución del Agua de Riego	74
6.6.2.1.	Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas	75
6.6.2.2.	Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro	76
6.6.2.3.	Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán	77
6.6.2.4.	Junta de Aguas del Río Blanco	77
6.6.3.	Establecimiento de Tarifas.....	80
6.7.	Gestión Ambiental.....	84
6.7.1.	Conservación de las Fuentes de Agua.....	84

6.8.	Cálculo de la Demanda de Agua en la Microcuenca del Río Blanco	87
6.8.1.	Demanda de Agua para el Cultivo de Pastos.....	87
6.8.2.	Demanda de Agua para el Cultivo de Rosas	89
6.8.3.	Demanda de Agua para el Cultivo de Maíz.....	91
6.8.4.	Demanda de Agua para la Superficie No Cultivada	92
6.9.	Balance hídrico para Riego.....	94
6.10.	Mapas Temáticos.....	96
7.	Conclusiones	100
8.	Recomendaciones	102
9.	Resumen.....	103
10.	Summary.....	105
11.	Bibliografía.....	107
12.	Anexos.....	109

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1. Mapa de Ubicación de la Microcuenca del Río Blanco	36
MAPA 2. Mapa de la Distribución de las Precipitaciones, de la Microcuenca del Río Blanco	37
MAPA 3. Mapa de suelos de la Microcuenca del Río Blanco.....	39
MAPA 4. Mapa de Pendientes de la Microcuenca del Río Blanco.....	40
MAPA 5. Mapa Base de la Microcuenca del Río Blanco.....	97
MAPA 6. Mapa de Ubicación de las Fuentes y Tomas de la Microcuenca del Río Blanco	98
MAPA 7. Mapa de la Superficie Potencialmente Regable de la Microcuenca del Río Blanco	99

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Caudal actual de entrada, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	50
CUADRO 2. Caudal actual de salida, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	51
CUADRO 3. Caudal concesionado para riego, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	52
CUADRO 4. Caudales de entrada, concesionado y de salida para riego, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	53
CUADRO 5. Superficie total y potencialmente regable, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	54
CUADRO 6. Superficie potencialmente regable, caudales de salida y concesionado, en el balance hídrico para riego, en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	55
CUADRO 7. Sistemas de producción agrícola, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	56
CUADRO 8. Infraestructura de riego, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	58
CUADRO 9. Estructura del Directorio y Junta de Agua para Riego, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	63

CUADRO 10. Representantes del Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiaquil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	64
CUADRO 11. Representantes del Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	66
CUADRO 12. Representantes del Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	67
CUADRO 13. Representantes de la Junta de Aguas del Río Blanco, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	68
CUADRO 14. Organización para la Administración del Agua, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	68
CUADRO 15. Roles y Funciones del Presidente y Vicepresidente del Directorio o Junta de Aguas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	70
CUADRO 16. Roles y Funciones del Secretario del Directorio o Junta de Aguas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	71
CUADRO 17. Roles y Funciones del Tesorero del Directorio o Junta de Aguas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	72

CUADRO 18. Roles y Funciones del Administrador del Directorio o Junta de Aguas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	73
CUADRO 19. Roles y Funciones del Procurado Síndico del Directorio o Junta de Aguas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	74
CUADRO 20. Establecimiento de tarifas para el pago de agua de riego por criterios y gestión, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	81
CUADRO 21. Criterios y gestión para el establecimiento de tarifas que cumplen las comunidades, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	82
CUADRO 22. Rubros a cancelar cada año a la SENAGUA, por parte de los usuarios por uso del agua para riego, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	83
CUADRO 23. Acciones para conservar las fuentes de agua, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	85
CUADRO 24. Acciones para conservar las fuentes de agua en las comunidades Santo Domingo N°1 y Ancholag Alto, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	86
CUADRO 25. Demanda de agua para el cultivo de pastos, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	89
CUADRO 26. Demanda de agua para el cultivo de rosas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	90

CUADRO 27. Demanda de agua para el cultivo de maíz, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....92

CUADRO 28. Demanda de agua para la superficie no cultivada, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.93

CUADRO 29. Caudales por cultivos y caudal total por meses, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.94

CUADRO 30. Caudal de entrada en la época de verano e invierno, caudal concesionado y caudal calculado, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.95

INDICE DE FOTOS

FOTO 1. Aforaciones y Georeferenciación de Caudales, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	44
FOTO 2. Sistemas de producción agrícola, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	56
FOTO 3. Captaciones, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	60
FOTO 4. Reservorios, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	61
FOTO 5. Reloj Repartidor y Canales de Distribución de la Acequia los Condueños, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.	79
FOTO 6. Relojes Repartidores del Canal 2 de la Acequia los Condueños, en la en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.....	80

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Ficha de recolección de datos para la determinación de caudales de entrada y ubicación de las fuentes de agua en la Microcuenca del Río Blanco	110
ANEXO 2. Ficha de recolección de datos para la determinación de caudales de salida y ubicación de las tomas o captaciones de agua en la Microcuenca del Río Blanco	111
ANEXO 3. Ficha para determinar el caudal concesionado en la Microcuenca del Río Blanco	112
ANEXO 4. Ficha de levantamiento de superficie regable y no regable de la Microcuenca del Río Blanco	113
ANEXO 5. Ficha para determinar los sistemas de producción de la Microcuenca de Río Blanco	114
ANEXO 6. Preguntas para la entrevista sobre la infraestructura de riego de la Microcuenca del Río Blanco	115
ANEXO 7. Preguntas para la entrevista sobre la organización y administración del agua de riego en la Microcuenca del Río Blanco	116
ANEXO 8. Preguntas para la entrevista sobre el establecimiento de tarifas	117
ANEXO 9. Preguntas para la entrevista sobre la conservación de las fuentes hídricas de la Microcuenca del Río Blanco	118
ANEXO 10. Modelo de distribución de agua de la Junta del Río Blanco	119

1. INTRODUCCIÓN

La Microcuenca hidrográfica del Río Blanco se encuentra ubicada al Nor Este de la Provincia de Pichincha, teniendo las siguientes cotas: a 4 700 m s n m la parte más alta y a 2 790 m s n m en la parte más baja, abarca un área de 4 798 ha aproximadamente, es uno de los sistemas hídricos más importantes para las comunidades de: Santo Domingo N° 1, Ancholag Alto, Ancholag Bajo, Santa Anita de Ancholag, y los barrios: Santo Domingo de Guzmán, Puntiachil, Granobles, Sigzal Bajo, Nápoles, Miraflores, parte urbana de Cayambe y Ayora ya que es la principal fuente de abastecimiento de agua de riego para sus respectivos predios.

El Gobierno Municipal del Cantón Cayambe, no dispone de un inventario organizado de los recursos hídricos para riego de la zona, razón por la cual se hace imperativo realizar el levantamiento de información que permitirá establecer la oferta y demanda de agua en la Microcuenca del Río Blanco.

Por otro lado, en el tema de la demanda hídrica, existe un aumento significativo del consumo de agua, debido al crecimiento social y económico del Cantón. En la actualidad no existe un inventario organizado a nivel cantonal del consumo de agua para riego por parte del sector agrícola y no existe información centralizada y organizada en una sola institución.

Para el desarrollo de las actividades agropecuarias, se hace cada vez más necesario un conocimiento de los volúmenes disponibles de agua, para una buena planificación y administración hídrica; hoy en día no existe información actualizada sobre las fuentes hídricas de la Microcuenca del Río Blanco, por lo tanto es muy difícil realizar estimaciones de la disponibilidad de agua.

Actualmente aunque existen esfuerzos e investigaciones de diferentes entidades encaminadas a la protección y preservación del recurso hídrico, no hay una evaluación de la disponibilidad hídrica actual, por lo que a través del Balance Hídrico se pretende evaluar el estado actual del agua y su equilibrio con la demanda, por medio de un análisis integrado que aborde la determinación de la cantidad de

agua superficial en la Microcuenca, lo que permitirá adoptar lineamientos estratégicos para la planificación de la protección, manejo y distribución del recurso hídrico por parte de los usuarios en los diferentes sistemas de riego existentes en las comunidades y barrios pertenecientes a la Microcuenca del Río Blanco.

Con esta información el Gobierno Municipal del Cantón Cayambe e instituciones que realizan procesos de gestión del agua de riego, tendrán una herramienta que les permitirá determinar su sostenibilidad, así como para orientar la inversión social y económica en el Cantón de acuerdo a las condiciones reales del recurso hídrico.

Parte de la información requerida para el cálculo del balance hídrico en la Microcuenca del Río Blanco, como son los datos climáticos se obtuvo de la base de datos recopilada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Analizar el estado actual del recurso hídrico considerando su distribución espacial y temporal de oferta y demanda para riego, que permita desarrollar un uso adecuado del mismo según las dinámicas productivas de los diferentes usuarios de la Microcuenca.

2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Establecer el estado actual de la oferta de agua superficial para riego en la Microcuenca del Río Blanco.
- ✓ Describir los sistemas de producción predominantes de la Microcuenca del Río Blanco.
- ✓ Determinar la demanda de agua de riego según la superficie potencialmente regable y cultivos principales de la Microcuenca del Río Blanco.
- ✓ Analizar la forma de gestión social y ambiental del agua de riego por parte de los usuarios.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Cuenca Hidrográfica

La cuenca hidrográfica es una unidad territorial de drenaje en la cual escurren las aguas a arroyos y ríos, que en conjunto hacen un sistema con un último colector principal que desagua en los océanos, mares y lagos. Sus límites son las líneas de cumbre de los barrios montañosos desde donde las aguas fluyen en sentidos opuestos. Este espacio también tiene una dimensión vertical comprendida entre la atmósfera y el subsuelo, donde se encuentran las aguas subterráneas.¹

3.1.1. Subcuenca

“Los afluentes. Son los Ríos secundarios que desaguan en el Río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada sub-cuenca.”²

3.1.2. Microcuenca

“Son los afluentes a los Ríos secundarios, entiéndase por caños, quebradas, riachuelos que desembocan y alimentan a los Ríos secundarios.”³

3.2. Aguas Superficiales

Son las aguas que se encuentran en la superficie de la Tierra. Se dividen en aguas corrientes y aguas estancadas. Las aguas corrientes son las masas de agua que se mueven en una misma dirección y pueden circular continuamente, como los Ríos y los arroyos. Las aguas estancadas son las aguas interiores que no presentan corriente continua, como los lagos, las lagunas, las charcas y los pantanos.⁴

¹ TAPIA, Mario, Conceptos Sobre Cuencas Hidrográficas, p 25

² Ortiz, Gabriel, http://foro.gabrielortiz.com/index.asp?Topic_ID=24110

³ Idem, http://foro.gabrielortiz.com/index.asp?Topic_ID=24110

⁴ ALVEAR, Jorge, y otros. Manejo del Agua en la Cuenca y en la Parcela. Quito-Ecuador 1999, p 33

3.2.1. Caudal

El caudal específico, llamado también caudal característico, es el caudal que necesita una hectárea de terreno en forma continua. También se puede entender como el equivalente de las necesidades reales de riego de los cultivos, que generalmente se expresa en mm/día a un caudal en l/seg suministrado a una hectárea en forma continua.⁵

3.2.1.1. Métodos de Medición de Caudales

Se presentan a continuación algunos métodos prácticos y fáciles de usar en terreno, cada vez que sea necesario cuantificar el agua que conduce un cauce en especial.

3.2.1.1.1. Método del Flotador

Corresponde al más fácil y de menor costo que se puede usar. Sin embargo, la calidad de la medición es muy baja. Sólo sirve para tener una idea muy general acerca del caudal que se mide.

3.2.1.1.2. Método Volumétrico

“Método simple y exacto basado en medir el volumen de agua que sale de un conducto cerrado como, por ejemplo, salidas de sifones, tubos rectos, campanas de sistema californiano y algunas cajas de distribución, en un tiempo determinado”.⁶

⁵ CACHIPUENDO, Charles, Módulo de Hidrología I, Cayambe – Ecuador, 2007, p. 92

⁶ Idem, p, 115

3.3. Sistema de Producción

Comprende un área de la tierra donde en forma mayoritaria los usuarios de la tierra desarrollan un conjunto estructurado de actividades agrícolas, pecuarias y no agropecuarias, con el objetivo de garantizar la reproducción de su explotación; resultado de la combinación de los medios de producción (tierra y capital) y de la fuerza de trabajo disponibles en un entorno socioeconómico y ecológico determinado.

A continuación se presenta un ejemplo de la descripción del uso de tierra agrícola:

- *Agricultor Granero Semi Temporal (AAGST): Son agricultores con cultivos predominantes de granos como: maíz, avena y en menor proporción alfalfa. Ocasionalmente cuentan con riego, lo que les permite adelantar sus siembras.*
- *Diversificado Floricultor Intensivo (ADFIN): Comprende zonas con cultivo predominante de flores, siendo esta su principal actividad económica. Además de las flores, los agricultores cultivan diversos cultivos como: papa, haba y maíz en pequeñas superficies para consumo familiar principalmente. Cuentan con abundante agua de riego durante la mayor parte del año, lo que les permite cultivar todo el año.*

A continuación se describen los criterios para los cuatro niveles de intensidad de uso de tierra:

- 1. Intensivo (QN): Uso de Tierra intensivo, se caracteriza por producir por lo menos 3 cultivos por año, generalmente se consideran 3 a 4 cultivos anuales, por lo que cuenta con una elevada cantidad de agua de riego disponible.*
- 2. Semi Intensivo (SI): Uso de tierra semi intensivo, la tierra es utilizada para 2 a 3 cultivos por año. Cuenta con una moderada disponibilidad de agua de riego.*
- 3. Semi Temporal (ST): Uso de Tierra Semi Temporal, la tierra es utilizada mayormente para un cultivo al año, sin embargo el acceso limitado al agua de riego le permite adelantar siembras y garantizar su producción.*
- 4. Temporal (T): Uso de tierra temporal, la tierra es utilizada solamente para siembras de año. Son tierras sin acceso al agua de riego por lo que se cultivan únicamente en época de lluvia.⁷*

⁷ USHIÑA, Wilson, *Análisis de la Influencia de Agua en los Sistemas de Producción Agropecuarios en la Microcuenca del Río la Chimba, en el Ámbito Territorial de las OSG, Corporación de*

3.4. Necesidades hídricas de los cultivos

3.4.1. Evapotranspiración

“Es la cantidad de agua transpirada por el cultivo y evaporada desde la superficie del suelo en donde se asienta el cultivo.”⁸

3.4.2. Cálculo de las Necesidades de Agua de los Cultivos

La determinación de las necesidades de agua de un cultivo se lo realiza por el método Blaney – Criddle, según el método, para calcular la evapotranspiración de un cultivo cualquiera se valora antes la evapotranspiración de un cultivo de referencial, relacionándose ambos mediante un coeficiente obtenido experimentalmente.

$$ET (\text{cultivo}) = ETo \times Kc$$

Donde:

ET (cultivo): evapotranspiración de un cultivo determinado, en mm/día.

ETo: evapotranspiración de un cultivo de referencia, en mm/día.

*Kc: coeficiente de cultivo, variable con el propio cultivo y con su periodo vegetativo.*⁹

3.4.2.1. Método de Blaney – Criddle

Este método se aplica para periodos de un mes. Se parte de la fórmula:

$$f = p (0,46 t + 8,13)$$

Donde:

Comunidades Indígenas de Olmedo y Ayora (COINOA) y la Federación de Organizaciones Populares de Ayora-Cayambe (UNOPAC), Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2008.

⁸ FUENTES, José, Técnicas de Riego, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2003, p 45.

⁹ Idem, p 46.

f = Factor de Blaney-Criddle, expresado en mm de agua diarios. Tiene el mismo valor para todos los días del mes considerado.

t = Temperatura media mensual, expresada en °C

$$\frac{T_{\text{máxima media}} + T_{\text{mínima media}}}{2}$$

p = Tanto por uno de horas diurnas del mes respecto de las totales.

Los efectos del clima sobre los cultivos no quedan definidos únicamente por la temperatura y la duración del día, que son las dos únicas variables relacionadas con el factor *f*. Las necesidades de agua de un cultivo varían considerablemente en climas que tienen la misma temperatura y latitud, pero con variación de otros datos, tales como la humedad, la insolación y el viento.¹⁰

3.4.2.2. Coeficiente de Cultivo

El valor del coeficiente de cultivo depende de las características de la planta, y expresa la variación de su capacidad para extraer el agua del suelo durante su período vegetativo. Esta variación es más evidente en cultivos anuales, que cubren todo su ciclo en un período reducido de tiempo. En estos cultivos hay que distinguir cuatro etapas en su período vegetativo:

Primera etapa: etapa inicial o de establecimiento del cultivo. Abarca desde la siembra o plantación hasta que el cultivo queda plenamente establecido: cubre o sombrea un 10% de la superficie del suelo, suponiendo que los rayos del sol incidan perpendicularmente.

Segunda etapa: etapa de desarrollo del cultivo: o de rápido desarrollo de cultivo. Abarca desde el final de la etapa anterior hasta que el cultivo cubre o sombrea de forma efectiva la superficie del suelo (no menos del 70-80% de ésta).

Tercera etapa: etapa de mediados del período o de máxima evapotranspiración. Abarca desde final de la etapa anterior hasta la iniciación de la maduración del que se manifiesta por el envejecimiento del follaje.

¹⁰ FUENTES, José. Op. Cit. p, 47

*Cuarta etapa: etapa final o de maduración y cosecha. Abarca desde el final de la etapa anterior (que se manifiesta por una marcada disminución en el consumo de agua) hasta la maduración del cultivo o su cosecha.*¹¹

3.5. Métodos de Riego

Los métodos principales usados para el riego son: inundación, surcos, aspersión y riego por goteo.

3.5.1. Inundación

“La característica principal del riego por inundación es que la parcela está nivelada a cero pendiente y no hay desagüe en la parte baja de la parcela, en este caso el agua permanece en el estanque hasta que se infiltra totalmente.”¹²

3.5.2. Surcos

“En este método de riego se disponen en la parcela que se va a regar, surcos, que no son otra cosa que canales pequeños, superficiales y uniformemente espaciados construidos siguiendo la pendiente o transversal a esta”.¹³

¹¹ FUENTES, José. Op. Cit. p, 64-66

¹² ALVEAR, Jorge, y otros, Manejo del Agua en la Cuenca y en la Parcela-. CAMAREN, Quito-Ecuador, 1999,p, 35

¹³ Idem, p, 37.

3.5.3. Riego por Aspersión

“En el riego por aspersión, el agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, mojando una zona determinada que depende del alcance de cada emisor”.¹⁴

3.5.4. Riego por Goteo

“Es el sistema de riego localizado más popular. El agua circula a presión por la instalación hasta llegar a los goteros, en los que se pierde presión y velocidad, saliendo gota a gota.”¹⁵

3.6. Programación del Riego

La programación del riego tiene por finalidad el ahorro de agua y de energía sin reducir la producción, tratando de dar una respuesta a las siguientes preguntas:

¿Cuándo se debe regar?

¿Cuánta cantidad de agua se debe aplicar en cada riego?

¿Cuánto tiempo se debe aplicar el agua en cada riego?

*Para contestar las dos primeras preguntas hay que tener en cuenta las necesidades de agua del cultivo las características del suelo en cuanto a su capacidad para retener el agua. Para la tercera pregunta hay que tener en cuenta la velocidad de infiltración del agua en el suelo.*¹⁶

3.6.1. Necesidades Netas de Riego

Las necesidades netas de riego (Nn) vienen definidas por las siguientes variables:

Las ET (cultivo) evapotranspiración de cultivo.

Aportaciones de la precipitación efectiva Pe.

Aporte capilar desde una capa freática próxima a las raíces.

¹⁴ Idem, p, 39.

¹⁵ ALVEAR, Jorge, Op. Cit, p, 41.

¹⁶ Idem , p, 101

Variación en el almacenamiento de agua en el suelo.

$$Nn = ET \text{ (cultivo)} - Pe - \text{Aporte capilar} - \text{Variación de almacenamiento.}$$

Del total de agua de precipitación que cae sobre la superficie de un terreno, una parte se infiltra y se incorpora a la zona radical, otra parte perece en profundidad fuera del alcance de las raíces, otra parte se pierde por escorrentía superficial y otra parte queda interceptada por la vegetación, desde donde se evapora posteriormente. Se llama precipitación efectiva a la proporción de agua retenida en la capa radical con relación a la cantidad de lluvia caída.¹⁷

3.6.2. Cálculo de la Precipitación Efectiva

Existen diferentes criterios para estimar la precipitación efectiva, según se consideren de mayor o menor peso los diferentes factores que intervienen en el aprovechamiento de la precipitación caída:

- ✓ *En función de la precipitación caída durante el mes (P). Cuando P es superior a 75 mm, la precipitación efectiva (Pe) se puede calcular mediante la fórmula:*

$$Pe = 0,8P - 25$$

Cuando P es inferior a 75 mm se aplica la fórmula:

$$Pe = 0,6P - 10$$

- ✓ *En función de la precipitación mensual en suelos de pendiente ligera.*
- ✓ *En función de la precipitación mensual (P) y del número de precipitaciones habidas durante el mes (n)¹⁸*

$$Pe = 0,8P - 12,5n$$

3.6.3. Eficiencia de Aplicación

Se define como eficiencia de aplicación del agua en un sistema de riego a la proporción entre la cantidad de agua almacenada en la zona del sistema radical (disponible para la planta) y la cantidad de agua aplicada por el sistema de riego.

¹⁷ FUENTES, José. Op. Cit. p, 101-102

¹⁸ FUENTES, José. Op. Cit. p,102

$$Ea = \frac{Nn}{Nt}$$

Donde:

Ea = Eficiencia de aplicación.

Nn = Necesidades netas.

*Nt = Necesidades totales o volumen de agua aplicada.*¹⁹

A continuación se describe la eficiencia de aplicación por método de riego en el sector andino.

“Para el método de riego por aspersión la eficiencia de aplicación (Ea) es de 69%; para el método de riego por goteo la eficiencia de aplicación es de 99%; y para el método de riego superficial la eficiencia de aplicación es del 50%”.²⁰

3.6.4. Dosis de Riego e Intervalo entre Riegos

La dosis de riego es la cantidad de agua que se aplica en cada riego por cada unidad de superficie. Cabe diferenciar entre dosis neta (Dn) y dosis bruta o total (Dt). La dosis neta corresponde a la reserva fácilmente disponible, y viene dada por la fórmula:

$$Dn = 100x H x Da x (Cc - Pm)xf$$

Donde:

Dn = Dosis neta expresada en m³/ha

H = profundidad de las raíces, en m

Da = densidad aparente del suelo

Cc = capacidad de campo, expresado en porcentaje en peso de suelo seco

Pm = punto de marchitamiento, expresado en porcentaje en peso de suelo seco.

f = fracción de agotamiento del agua disponible, expresando en tanto por uno.

La dosis total es:

$$Dt = \frac{Dn}{Ea}$$

¹⁹ Idem, p, 105

²⁰ QUISHPE, Blanca, *Evaluación de dos métodos de Riego (Aspersión y Goteo) en los Cultivos de, Allium fistulosum L. y Solanum tuberosum, en las Comunidades de Porotog y Carrera, Cantón Cayambe*, Universidad Politécnica Salesiana, Quito, 2010.

Se debe regar cuando las extracciones de las plantas agoten la reserva fácilmente disponible. Por consiguiente, el intervalo (*i*) en días será:²¹

$$i = \frac{\text{reserva fácilmente disponible}}{\text{necesidades netas diarias}} = \frac{Dn}{Nn \text{ diarias}} = \frac{Dn}{Et(\text{cultivo}) - Pe}$$

3.6.5. Caudal Necesario

“El caudal de agua necesaria viene dado por la expresión:

$$Q = 10 \frac{S \times Dt}{ir \times T}$$

Donde:

Q= caudal necesario, en m³/hora

S= superficie regable, en ha.

Dt= dosis total, mm de altura de agua.

Ir = número de días empleados en regar, dentro del intervalo de riego.

T= tiempo de riego, en horas/día”.²²

$$t = \frac{T_{\text{máxima media}} + T_{\text{mínima media}}}{2}$$

3.7. Infraestructura de Riego

3.7.1. Obras de Captación

“La función de una obra de captación o bocatoma es derivar de un Río a un caudal una cantidad de agua suficiente como para regar una determinada área. Existen varios tipos de bocatomas de los cuales se va a mencionar los más comunes:

- ✓ Bocatoma rústico

²¹ FUENTES, José. Op. Cit. p,110-111

²² FUENTES, José. Op. Cit. p,113

- ✓ Bocatomas de presa derivadora
- ✓ Bocatoma de tirol”²³

3.7.2. Desarenadores

“Obra civil que es necesario dentro de las captaciones, debido que es, el elemento en donde se depositan las partículas finas y gruesas que el agua lleva, de esta forma se evita la obstrucción del paso del agua a los canales o tubería.”²⁴

3.7.3. Obras de Conducción

“Permiten trasladar el agua en una determinada cantidad al lugar de uso, para el riego de una determinada área. En sistemas de riego existen diversas categorías de conducción:

- ✓ Conducción principal
- ✓ Conducción secundaria
- ✓ Red terciaria, pero se tiene dos tipos de conductores que son:
- ✓ Canales
- ✓ Tubería”²⁵

3.7.4. Obras de Distribución

Las estructuras para distribuir el agua se constituye en los elementos claves en el reparto del agua, por lo que en su caracterización y diseño deberán tomarse en cuenta básicamente los aspectos socios organizativos.

Las estructuras de distribución del agua se utilizan para manejar, controlar y repartir eficientemente el agua desde el canal madre hasta los sitios de

²³ CACHIPUENDO, Charles, Op. Cit, p, 99

²⁴ Idem, p, 104

²⁵ Idem, p, 105

entrada en las parcelas. Las estructuras más utilizadas para la repartición del agua en un sistema de riego son:

- ✓ *Tomas laterales con vertedero z*
- ✓ *Partidores proporcionales fijos*
- ✓ *Partidores proporcionales móviles.*²⁶

3.8. Gestión social del Agua

3.8.1. Concesión del Agua Superficial para Riego

El **artículo 247**, de la Constitución Política del Estado Ecuatoriano dice: “Las aguas son bienes nacionales de uso público, su dominio será inalienable e imprescriptible; su uso y aprovechamiento corresponderá al Estado o a quienes obtengan estos derechos de acuerdo con la ley”²⁷.

En el **artículo 2**, de la Ley de Aguas vigente dice: *Las aguas de ríos, lagos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes, y las subterráneas, afloradas o no, son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible, no son susceptibles de posesión, accesión o cualquier otro modo de apropiación.*²⁸

Entonces, ninguna persona, comunidad, pueden adueñarse del agua o venderla, el agua no es de los dueños del terreno donde brota el agua o de quien tienen dinero. El agua es de todos los ecuatorianos y ecuatorianas.

Art. 5.- *Por derecho de aprovechamiento se entenderá la autorización administrativa, intransferible, para el uso de las aguas con los requisitos prescritos en esta Ley; salvo el caso de transferencia de dominio, con la sola presentación del título de propiedad del predio por parte de su adquirente, el CNRH traspasará automáticamente la concesión del derecho de uso del agua en forma total o proporcional a la superficie vendida al nuevo titular.*

²⁶ CACHIPUENDO, Charles, Op. Cit, p, 111

²⁷ ASAMBLEA CONSTITUYENTE, *Constitución de la República del Ecuador*, Montecristi, 2008, p.93.

²⁸ CONGRESO NACIONAL, *Codificación de la Ley de Aguas*, Quito, 2004, p. 1.

*Se respeta el derecho adquirido de las actuales concesiones legalmente otorgadas, las mismas que estarán sujetas a los derechos y condiciones establecidas en la presente Ley y sus Reglamentos, para su aprovechamiento.*²⁹

“Art. 14.- Sólo mediante concesión de un derecho de aprovechamiento, pueden utilizarse las aguas, a excepción de las que se requieran para servicio doméstico”.³⁰

3.8.2. Juntas de Agua de Riego

*El origen de las juntas de agua de riego nace como parte de los planes gubernamentales que buscan en la organización comunal el aliado para aumentar la cobertura del agua hacia aquellos sitios que no son abastecidos con este recurso, y con ello ayudar para mejorar la calidad de vida de las personas. Esta manera de organizarse surge por la necesidad de administrar y mejorar la infraestructura como captación, conducción y distribución del recurso agua, a los diferentes predios de la zona.*³¹

3.8.3. Gobiernos Comunitarios

Los gobiernos comunitarios son las autoridades que dirigen, controlan y administran sus comunidades, el cual consiste en la conducción política general o ejercicio del poder. En sentido estricto, habitualmente se entiende por tal al órgano (que puede estar formado por un Presidente, Vicepresidente y un número variable de Vocales).

3.8.4. Distribución del Agua en el Sector Campesino

El sistema de distribución de agua sirve para conducir el agua extraída desde la fuente hasta el punto en donde se la entrega a los usuarios. Se entiende por red de distribución interna del agua de riego al conjunto de obras y estructuras tales como el canal o acequia principal, las acequias secundarias y terciarias, los saltos, puentes,

²⁹ Idem, p. 1

³⁰ Idem, p. 14.

³¹ Red Centroamericana de Acción del Agua

sifones y compuertas, entre otros, que permiten la distribución adecuada del agua de riego dentro de la comunidad.

Se tienen dos modalidades de distribución, la primera es la distribución a demanda libre y la segunda la distribución por turnos, la que es estricta en sus reglas y es cuando la organización de riego juega un rol, importante para mantener el orden dentro el sistema.

3.9. Gestión Ambiental del Agua

3.9.1. Sistemas de Conservación del Agua

El agua es un recurso natural indispensable para la vida en el planeta, especialmente para el ser humano; vital para los servicios de saneamiento, la agricultura, la industria; de modo que ocupa un lugar especial en el desarrollo económico, ecológico y social de nuestro país; es influida negativamente al ser utilizada como cuerpo receptor de contaminantes, causantes de enfermedades y muerte de especies que la necesitan para sobrevivir. Como agente dinámico causa inundaciones, erosión, sedimentación y salinización; sin embargo, aunque renovable y demandada cada día en cantidades más crecientes, es escasa, ya que sus condiciones naturales de formación y distribución no siempre resultan homogéneas ni en el espacio ni en el tiempo.

El uso adecuado del recurso agua en la Microcuenca ayuda al ambiente, ahorra dinero y provee las condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas. Algunas formas para reducir la cantidad de agua que se utiliza para riego son: la siembra especies xerofíticos (plantas resistentes a sequías), utilización de material cobertor, añadir material orgánico al suelo, establecimiento de barreras vegetativas o verjas para proteger la vegetación de fuertes vientos y reducir evapotranspiración. El riego de las plantas por las mañanas reduce la pérdida de agua por evaporación.

3.10. Balance Hídrico

“El balance hídrico es el cálculo entre la entrada, salida y contenido de agua en una unidad hidrológica en una cuenca, lago, embalse, sistema de regadío o una zona determinada de suelo.”³²

$$\text{BH} = \text{Oferta} - \text{Demanda hídrica de cultivos}$$

Donde:

BH: Balance Hídrico

³² GAVILANES, Carla, *Construcción de escenarios para una propuesta de Redelimitación de la Reserva Ecológica el Ángel usando como herramientas un Sistema de Información Geográfica*, Escuela Politécnica del Ejercito, Sangolqui, 2004.

4. UBICACIÓN

4.1. Ubicación Política Territorial

La Microcuenca del Río Blanco se encuentra ubicada:

País : Ecuador

Provincia : Pichincha

Cantón : Cayambe

Parroquias : Ayora y Juan Montalvo

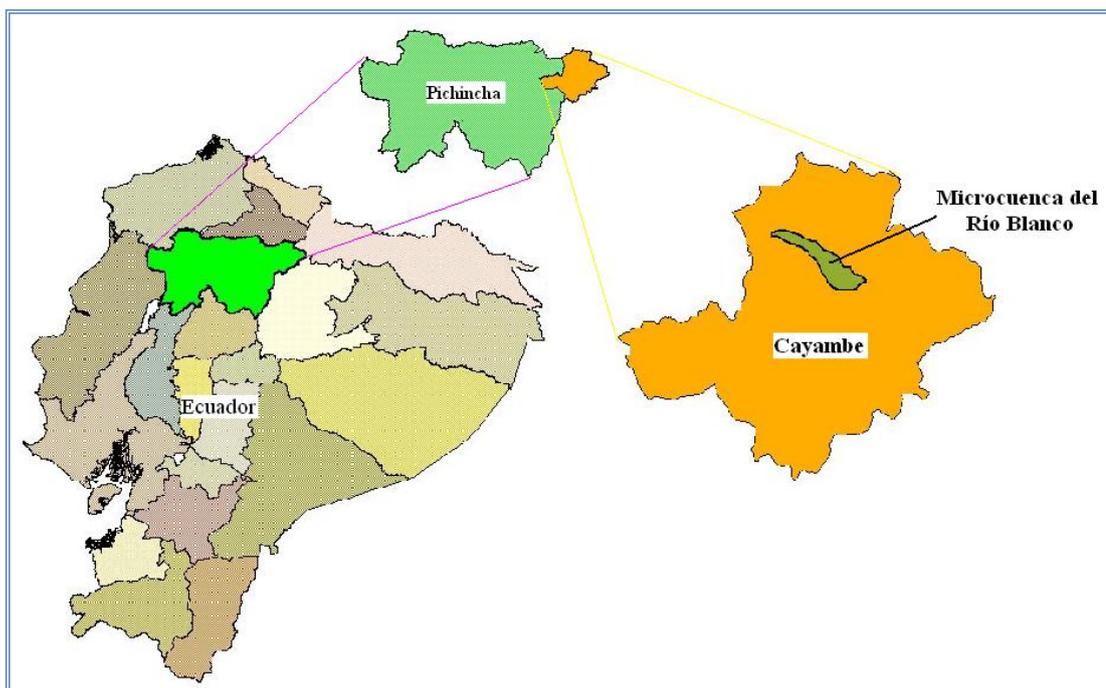
Comunidades: Santo Domingo # 1, Ancholag Alto, Ancholag Bajo, Santa Anita de Ancholag.

Barrios : Santo Domingo de Guzmán, Puntiachil, Sigzal Bajo, Nápoles, Miraflores, parte urbana de Cayambe y Ayora.

4.2. Ubicación Geográfica

El área de estudio abarca la Microcuenca del Río Blanco, se localiza entre los 0° 1' y los 0° 3' de latitud Norte y entre los meridianos 78° 0' y los 78° 10' de longitud Oeste, en el cantón Cayambe, provincia de Pichincha, al Noreste de la ciudad de Quito y aproximadamente a 3 000 metros sobre el nivel del mar. El Río Blanco nace, en las estribaciones del nevado Cayambe a una altura de 4 560 m.s.n.m., con el nombre de arroyo Blanquillo y en su discurrir de Este a Oeste es alimentado por vertientes y arroyos en casi toda su trayectoria hasta tributar sus aguas al Río Granobles.

MAPA 1. Mapa de Ubicación de la Microcuenca del Río Blanco



Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

4.3. Condiciones Agroecológicas

4.3.1. Clima

El clima en la Microcuenca del Río Blanco presenta variaciones debido a que se ve afectado por el relieve, la temperatura, precipitaciones y la circulación de los vientos. En la parte baja se presentan temperaturas medias comprendidas entre los 10 °C y los 12 °C, una humedad relativa entre 75 y 85%; las precipitaciones se reparten durante todo el año con diferencias estacionales mínimas. En cambio, en la zona alta, sobre los 4 000 msnm, la temperatura fluctúa entre los 2 °C y los 4 °C, con una humedad relativa sobre el 80%³³.

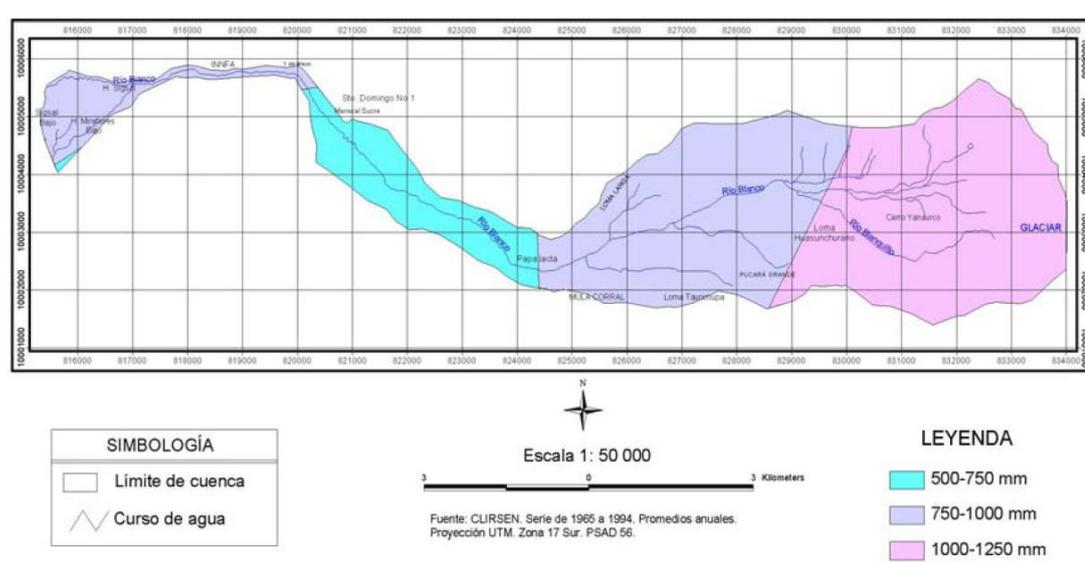
³³ ARCE, Sebastián y MORENO, Julio, *Riesgos Hidrogeomorfológicos en la Cuenca del Río Blanco Cantón Cayambe*, Quito-Ecuador, 2003 p, 100.

4.3.2. Precipitación

Las mayores precipitaciones en la cuenca se dan desde los 3.800 msnm, con 1.000 a 1.500 mm de precipitación media anual. Las precipitaciones se reducen de 750 a 1.000 mm/año, desde los 3.200 a los 3.800 msnm.

Los menores valores de precipitación se encuentran entre los 2.920 y 3.200 msnm, con 500 a 750 mm de precipitación media anual, sin embargo, se observa que, entre los 2.740 a 2.920 msnm, hay un aumento de los valores de precipitación media anual que va de los 750 a 1.000 mm.³⁴

MAPA 2. Mapa de la Distribución de las Precipitaciones, de la Microcuenca del Río Blanco



Fuente: Riesgos Hidrogeomorfológicos en la Cuenca del Río Blanco. Cantón Cayambe
Elaborado por: Sebastián Arce y Julio Moreno

4.4. Suelo

4.4.1. Características físicas y químicas

Según el Mapa 3, desde los 3.200 msnm, se encuentran dos unidades de suelos, los Db, que, según la Soil Taxonomy de la USDA, son Dystric Cryandep, suelos pseudo limosos muy negros. Su temperatura es menor a 10 °C a 50 cm

³⁴Idem, p, 109.

de profundidad, derivados de cenizas volcánicas. Se localizan sobre el páramo o en fuertes pendientes. Suelos con matorrales, pastos de páramo y pastos para ganado ovino, limitados por las heladas y el exceso de humedad.

Los suelos Misceláneos, ocupan la mayor extensión en esta área de la cuenca alta y no tienen clasificación, se localizan en pendientes abruptas, más del 70%, donde no hay ninguna utilización posible para la agricultura o la ganadería.

Desde los 3.040 a los 3.200 msnm, se tiene la unidad de suelo Cn (Durostoll), cangahua, sin meteorización a 40 cm de profundidad, horizonte más negro, un poco duro a 10 cm. El suelo está seco menos de tres meses cada año. Se encuentran pastos naturales, bosque de montaña y cultivos como trigo y cebada. La limitación de estos suelos es la erosión por pendiente. Desde los 2.820 a los 3.040 msnm, se encuentran tres unidades de suelo.

Hc, (Andic Argiudoll), suelos negros profundos, limosos, con arena muy fina, de 0 hasta 50 cm de espesor, se observa presencia de arcilla, pero menos de 30%. Halloysita; se ubican en ondulaciones suaves o pendientes más o menos fuertes pero regulares, con quebradas profundas. Son suelos cultivados, sin limitaciones.

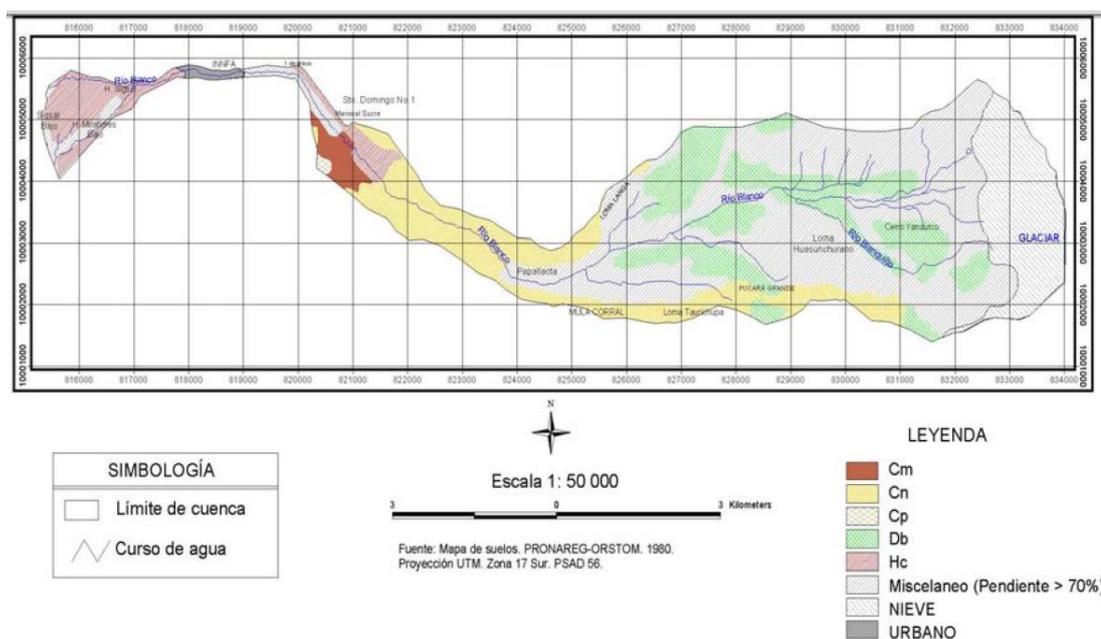
Cm (Durostoll), cangahua sin meteorización a 70 cm de profundidad, el horizonte más negro, un poco duro, está de 40 a 70 cm de profundidad. Suelos con pastos naturales, bosque, cultivos de maíz y hortalizas. Limitados por la erosión, ya que ubican en vertientes o lomas de pendientes muy variables.

Cp (Durostoll), cangahua sin meteorización a 20 cm de profundidad, el horizonte es más negro, un poco duro, está a 10 cm. Suelos con pastos naturales, bosque y pastos cultivados con bajo rendimiento. La limitación de estos suelos es ser muy secos y por estar localizados en pendientes variables, sufren de erosión.

Finalmente, desde los 2.740 hasta los 2.820 msnm, donde se localiza el valle, se encuentran los suelos Hc (Andic argiudoll), descritos anteriormente en la zona de los 2.820 a 3.040 msnm.³⁵

³⁵ Idem,p, 106

MAPA 3. Mapa de suelos de la Microcuenca del Río Blanco.



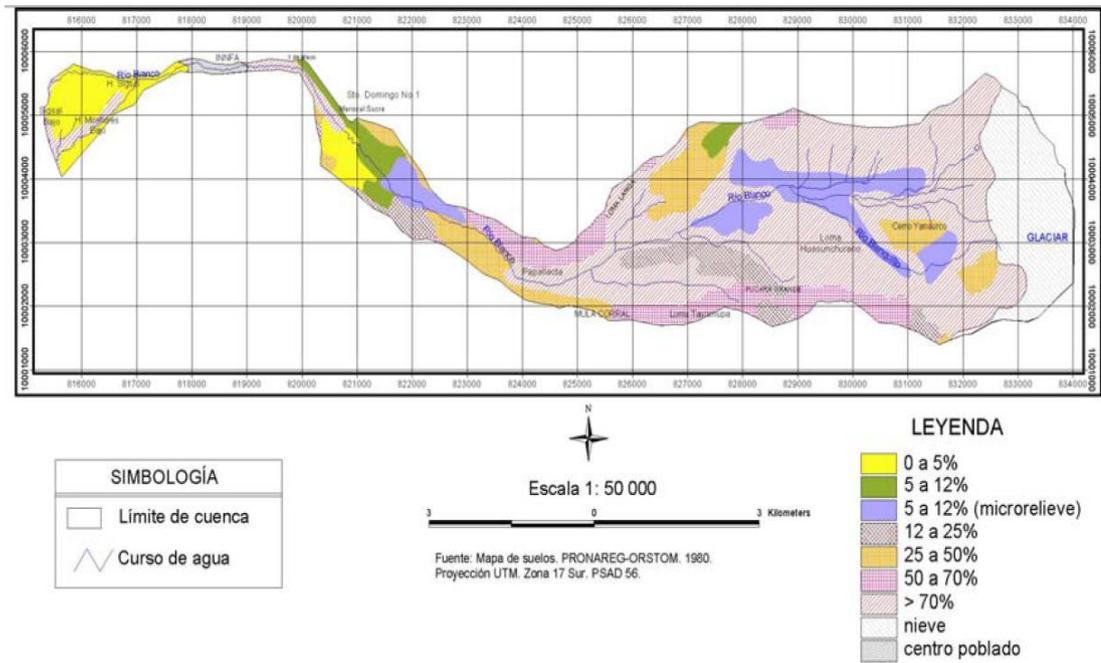
Fuente: Riesgos Hidrogeomorfológicos en la Cuenca del Río Blanco. Cantón Cayambe
Elaborado por: Sebastián Arce y Julio Moreno

4.4.2. Topografía

Según el mapa 4), desde los 3 200 msnm, predominan las pendientes mayores a 50%, cuya dinámica muestra: caída, colapso y avalanchas, arroyada en reguero concentrado, torrenteras, con escaso desarrollo y alta vulnerabilidad en los suelos. Entre los 2 820 y los 3 200 msnm, predominan los tramos de pendiente de 25 a 50% y de 5 a 12%, donde ocurren deslizamientos y flujo, arroyada en surco, además tienen buenas condiciones para el desarrollo del suelo con vulnerabilidad media. Finalmente, en la zona del valle, la pendiente dominante es de 0 a 5%, la cual sufre ligero lavado, y presenta condiciones óptimas para el desarrollo del suelo y muy baja vulnerabilidad.³⁶

³⁶ Idem, p.112

MAPA 4. Mapa de Pendientes de la Microcuenca del Río Blanco



Fuente: Riesgos Hidrogeomorfológicos en la Cuenca del Río Blanco. Cantón Cayambe
Elaborado por: Sebastián Arce y Julio Moreno

5. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se describe los materiales y métodos empleados durante la investigación.

5.1. Materiales

- ✓ Equipo GPS
- ✓ Encuestas
- ✓ Cinta Métrica
- ✓ Flotador
- ✓ Cronómetro
- ✓ Libreta de apuntes y esfero
- ✓ Cámara
- ✓ Grabadora

5.2. Métodos

5.2.1. Unidad de Estudio

La unidad de estudio comprende todas las comunidades y barrios que se encuentran dentro de la Microcuenca del Río Blanco y se las describe a continuación:

Margen Derecho:

Santo Domingo N°1
Santo Domingo de Guzmán
Barrio de la Zona Urbana de Ayora
Nápoles
Granobles

Margen Izquierdo:

Ancholag Alto

Ancholag Bajo
Santa Anita de Ancholag
Puntiachil
Barrio de la Zona Urbana de Cayambe
Sigzal Bajo
Miraflores

Se realizó acercamientos directos con los respectivos representantes de cada comunidad y barrio perteneciente a la Microcuenca del Río Blanco, a través de la Dirección de Desarrollo Agropecuario del Municipio del Cantón Cayambe.

Para la ejecución del presente estudio se tuvo la colaboración de estudiantes de una cooperativa de estudio que cursaron el cuarto nivel de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Politécnica Salesiana periodo 35. Los mismos que apoyaron en el trabajo de campo con la recolección de datos en la Comunidad de Santo Domingo #1 en medición de caudales, georeferenciación de tomas, vertientes,

5.2.2. Hipótesis

5.2.2.1. Hipótesis alternativa

- ✓ Los caudales en la Microcuenca del Río Blanco abastecen el 100% de los requerimientos hídricos de los cultivos predominantes.

5.2.2.2. Hipótesis nula

- ✓ Los caudales en la Microcuenca del Río Blanco no abastecen el 100% de los requerimientos hídricos de los cultivos predominantes.

5.2.3. Variables

En el presente estudio se analizó las siguientes variables.

5.2.3.1. Caudal Actual

Para el análisis de esta variable se tomó en cuenta el caudal de entrada (oferta) y el caudal de salida (demanda) de la Microcuenca del Río Blanco.

5.2.3.1.1. Caudal de Entrada

Para esta variable se recolectó información sobre la medición de caudales de un día, para ello se realizó aforamientos y georeferenciación en las vertientes, que se encuentran en la parte alta de las comunidades de Ancholag y Santo Domingo N°1. Para lo cual se empleó el método del flotador, GPS y una ficha (ver Anexo 1).

5.2.3.1.2. Caudal de Salida

Para el cálculo de esta variable de igual manera se recolectó información sobre la medición de caudales de salida de un día, realizando aforamientos y georeferenciando en las bocatomas, acequias y distribuidores que se encuentran en cada comunidad y barrio objeto de estudio. Para esto se utilizó un GPS, ficha (ver Anexo 2) y el método del flotador.



FOTO 1. Aforaciones y Georeferenciación de Caudales, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Fuente: La Investigación

5.2.3.2. Cuadal Concesionado

Mediante una ficha (ver Anexo 3) que se llenó con los dirigentes de las comunidades y barrios de la Microcuenca, se registró las respectivas concesiones de las acequias asignadas a cada uno y se comparó con las concesiones registradas de la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA).

5.2.3.3. Superficie Total y Potencialmente Regable

Por medio de la aplicación de una ficha (ver Anexo 4) se obtuvo información necesaria para estimar la superficie total y potencialmente regable, la misma que se verificó con la información existente en la cartográfica del Cantón Cayambe disponible en Ilustre Municipio de Cayambe.

5.2.3.4. Sistemas de Producción

A través de la ficha (ver Anexo 5) que se realizó a los usuarios de cada comunidad y barrio, se describió los sistemas de producción existentes en la Microcuenca del Río Blanco, mediante la coordinación previa con los dirigentes de los directorios y junta de agua de riego de cada comunidad y barrio.

5.2.3.5. Infraestructura de Riego

Para obtener la información sobre la infraestructura de riego existente en cada comunidad y barrio de la Microcuenca del Río Blanco se aplicó una entrevista (ver Anexo 6) y se realizó un recorrido por comunidad, barrio y acequia, en la cual se recogió los datos de:

- ✓ Captación.
- ✓ Conducción
- ✓ Distribución
- ✓ Almacenamiento
- ✓ Aplicación (método de riego)

5.2.3.6. Organización

5.2.3.6.1. Forma de Organización para la Administración del Agua

Para esta variable se realizó una entrevista (ver Anexo 7) personal al representante de cada comunidad, barrio y/o acequia involucrada en la Microcuenca del Río Blanco, sobre la manera de organizarse para la administración del recurso agua para riego.

5.2.3.6.2. Distribución del Agua

Mediante una entrevista (ver Anexo 7) al dirigente de cada comunidad y barrio se llevó a cabo la recolección de información sobre las formas de distribución del agua de riego de las diferentes acequias pertenecientes a la Microcuenca del Río Blanco.

5.2.3.6.3. Establecimiento de Tarifas

A través de una entrevista (ver Anexo 8) personal al representante de cada comunidad y barrio, en donde se obtuvo información sobre el establecimiento de tarifas y además se consultó A la SENAGUA, la cantidad que cada concesionario debe cancelar por la utilización del agua para riego.

5.2.3.6.4. Conservación de Fuentes de Agua

Por medio de la entrevista (ver Anexo 9) al representante de cada comunidad y barrio de la Microcuenca del Río Blanco, se obtuvo información sobre el manejo y mantenimiento de las fuentes hídricas existentes en la Microcuenca del Río Blanco.

5.2.3.7. Cálculo de la Demanda de Agua en la Microcuenca del Río Blanco

Con la información recolectada durante todo el proceso de campo y procesada, se procedió a calcular las siguientes variables aplicando las respectivas formulas.

5.2.3.7.1. Necesidad Neta

Para el cálculo de las necesidades netas se requirió los siguientes datos: Necesidades de agua del cultivo (ETc) y aportaciones de precipitación efectiva (Pe).

La fórmula a utilizada fue:

$$Nn = ET (\text{cultivo}) - Pe$$

5.2.3.7.2. Dosis Neta

Para el cálculo de la dosis neta se requirió de la siguiente información:

Profundidad de la raíz (H), densidad aparente del suelo (Da), capacidad de campo (Cc), punto de marchitamiento (Pm) y fracción de agotamiento de agua (f). Se empleó la siguiente fórmula:

$$Dn = 100 \times H \times Da \times (Cc - Pm) \times f$$

5.2.3.7.3. Dosis Total

Para el cálculo de la dosis total se necesitó los siguientes datos:

Dosis neta (Dn) y eficiencia de aplicación (Ea). Para ello se aplicó la formula:

$$Dt = \frac{Dn}{Ea}$$

5.2.3.7.4. Intervalo de Riego

Para el cálculo del intervalo de riego se utilizó la siguiente información:

Dosis neta (Dn), necesidades de agua del cultivo (ETc), y precipitación efectiva (Pe)

La fórmula empleada para intervalo de riego fue:

$$i = \frac{\text{reserva facilmente disponible}}{\text{necesidades netas diarias}} = \frac{Dn}{Nn \text{ diarias}} = \frac{Dn}{Et(\text{cultivo}) - Pe}$$

5.2.3.7.5. Caudal de Aplicación

Para el cálculo del caudal de aplicación se requirió de los siguientes datos: Superficie regable (S), dosis total (Dt), número de días empleados en regar (i) y tiempo de riego (T). Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q = 10 \frac{S \times Dt}{ir \times T}$$

5.2.4. Mapas Temáticos

Con los resultados obtenidos se elaboraron mapas temáticos de superficie potencialmente regable por comunidad y/o, barrio, mapas de ubicación de fuentes y tomas de agua, los mismos que se definieron con la Dirección de Desarrollo Agropecuario del Municipio del Cantón Cayambe en el transcurso de la investigación.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Caudal Actual

El caudal actual está formado por el caudal de entrada y el caudal de salida que a continuación se describe.

6.1.1. Caudal de Entrada

El caudal de entrada es el recurso hídrico que alimenta y forma el Río Blanco. En el cuadro 1, se detalla los aforamientos realizados en un día en la época de verano en la Microcuenca del Río Blanco. Los caudales de entrada que alimentan al Río Blanco son: 668,63 l/seg, el sitio de aforamiento es en el Río Blanquillo, el mismo que está formado por los deshielos del Nevado Cayambe a los que se asuman vertientes que dan lugar a la formación de pantanos, esponjas o colchones de agua cuyos drenajes dan origen al Río Blanquillo, que está ubicado en las coordenadas: 828699 E, 10003900 N, 3 687 m s n m; 0,28 l/seg el sitio de aforamiento es Huáscar Churana ubicado en la comunidad de Ancholag en las siguientes coordenadas UTM: 828678 E, 10003108 N, 3905 m s n m; 0,95 l/seg el sitio se llama Yanahurco Salero de la comunidad de Ancholag ubicado en las coordenadas 848437 E, 10002642 N, 3 840 m n s m; y 49,21 l/seg, el lugar de aforamiento se llama Totoras que está en la comunidad de Santo Domingo N°1, se encuentran en las coordenadas 828078 E, 10004217 N, 3 735 m s n m. El caudal total de entrada aforado en la época de verano es de 719,07 l/seg.

CUADRO 1. Caudal actual de entrada, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Puntos	Comunidad	Sitio de Aforamiento	Ubicación			Caudal en Verano(l/s)
			Este	Norte	Cota	
1	Ancholag	Río Blanquillo	828699	10003900	3687	668,63
2		Huasca Churana	828678	10003108	3905	0,28
3		Yanahurco Salero	828437	10002642	3840	0,95
4	Santo Domingo N° 1	Vertiente Totoras	828078	10004217	3735	49,21
TOTAL CAUDAL DE ENTRADA						719,07

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

6.1.2. Caudal de Salida

El caudal de salida es la cantidad de agua para riego que ingresa a las diferentes captaciones que se encuentran en el trayecto del Río Blanco. Los datos corresponden a mediciones realizadas en la época de verano, en donde el caudal total de salida en la microcuenca es de 611,01 l/seg y está distribuido de la siguiente manera; la acequia Baja riega a las comunidades de Ancholag (parte alta) y Santa Anita de Ancholag con un caudal de 191,63 l/seg; la acequia San Antonio riega a la comunidad de Ancholag (parte baja) y al barrio Puntiachil con un caudal de 138,36 l/seg; la acequia Romerillo y las aguas de las vertientes Totoras riega a la comunidad de Santo Domingo N°1 con los siguientes caudales de 126,17 y 49,21 l/seg respectivamente; la acequia Montalvo abarca a los barrios: 1 ero de Mayo, los Laureles, a la comunidad de Santo Domingo de Guzmán y a la empresa florícola Hilsea Investments que riega con un caudal de 29,24 l/seg; y la acequia los Condueños que riega a los barrios: Nápoles, Miraflores, Sigzal Bajo y Granobles con un caudal de 76,39 l/seg, estos datos se detallan en el cuadro 2.

CUADRO 2. Caudal actual de salida, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Puntos	Sitio de Aforamiento	Comunidad/Barrio	Ubicación			Caudal en Verano(l/s)
			Este	Norte	Cota	
1	Acequia Baja	Ancholag Alta	827100	10003300	3650	191,63
2		Santa Anita de Ancholag				
3	Acequia San Antonio	Barrio Puntiachil	825900	10002400	3420	138,36
4		Ancholag Bajo				
5	Acequia Romerillo	Santo Domingo N° 1	823324	10003130	3136	126,17
6	Vertientes Totoras		828078	10004217	3735	49,21
7	Acequia Montalvo	Barrio los Laureles	819840	10000580	2920	29,24
8		Barrio Iero de Mayo				
		Santo Domingo de Guzmán				
9		Empresa Hilsea Investments LTDA.				
10	Acequia los Condueños	Barrio Nápoles	818279	10005752	2844	76,39
11		Barrio Granobles				
12		Barrio Sigzal Bajo				
13		Barrio Miraflores				
TOTAL CAUDAL DE SALIDA						611,01

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

6.2. Caudal Concesionado

El caudal total concesionado para riego del Río Blanco es de 650,38 l/seg, en el cuadro 3, se detalla el lugar de aprovechamiento, la fecha de concesión, el concesionario, el uso y el caudal asignado. En resumen la acequia el Molino tiene una concesión de 22, 84 l/seg; la acequia San Antonio tiene una concesión de 102,74 l/seg; la acequia Baja tiene un caudal concesionado de 129,19 l/seg; la acequia los Condueños un caudal concesionado de 286,39 l/seg; la acequia Romerillo se ha concesionado un caudal de 30 l/seg; en las vertientes del sector Totoras se han concesionado 17 l/seg; y la acequia Montalvo tiene una concesión de 62,22 l/seg.

CUADRO 3. Caudal concesionado para riego, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Acequia	Fecha de Concesión	Concesionario	Fuente	Uso	Caudal Concesionado (l/s)
El Molino	23/03/2000	Parceleros de la Hcda. Nápoles	Río	Riego	22,84
Total Caudal Concesionado A. El Molino					22,84
San Antonio	30/11/1981	Junta de Agua del Río Blanco	Río	Riego	52,85
	10/10/1995	Compañía Rosinvar S.A	Río	Riego	7,04
	14/02/2000	Aguirre Herrera Luis Antonio	Río	Riego	2,48
		Junta de Aguas de la Acequia San Antonio del Río Blanco	Río	Riego	7,48
	28/01/2002	Del Pino Veintimilla Fernando y del Pino Heike	Río	Riego	4,12
	11/04/2002	Vergara Garces José Antonio	Río	Riego	6,00
	21/07/2003	Rodriguez Espinosa Galo Enrique	Río	Riego	13,94
	27/01/2010	Compañía Enderroses LTDA.	Río	Riego	3,83
11/06/2010	Grijalva Garzon Hugo	Río	Riego	5,00	
Total Caudal Concesionado A. San Antonio					102,74
Baja	29/01/1975	Drouet Carmela	Río	Riego	9,00
	13/03/1998	Sociedad en Predios Rústicos Ancholag Alto S.A.	Río	Riego	8,00
					71,50
04/09/2006	Herdoiza Guerrero María Belén	Río	Riego	40,69	
Total Caudal Concesionado A. Baja					129,19
Los Condueños	08/03/1994	Borja Cevallos Luis Felipe	Río	Riego	8,50
		Egas Grijalva Francisco	Río	Riego	8,50
	23/07/1998	Egas Grijalva Francisco	Río	Riego	8,75
	24/10/2000	PerAlta Coronel Quintiliano	Río	Riego	7,97
	06/05/2002	Ferrero Marcelo	Río	Riego	3,10
	07/01/2003	Compania Agrifeg S. A.	Río	Riego	8,50
	07/02/2003	Egas Grijalva Francisco	Río	Riego	8,50
	10/02/2003	Cartagena Sánchez María Lucila	Río	Riego	32,50
		Chiriboga Álvarez José Ruben	Río	Riego	1,00
		Compañía Difiori LTDA.	Río	Riego	12,00
		Compañía Flores de Nápoles Flomapol S. A.	Río	Riego	9,14
		Compañía Flores del Río Ecuador S. A. Floriver	Río	Riego	19,30
		Compañía Flores Ecuatorianas de Ecuador S. A. Florecal	Río	Riego	27,00
		Compañía Florícola San Jorge Florjor Compania LTDA.	Río	Riego	3,50
		Compañía Jardines de Cayambe Compañía LTDA.	Río	Riego	10,00
		Fontana Zamora Victor Manuel	Río	Riego	23,40
		Maldonado Pérez Luisa Inés	Río	Riego	16,00
		Novoa Sánchez Martha Beatriz	Río	Riego	4,29
	30/06/2003	Salvador Moreno Mary Yolanda, Jijon Salvador Rosa Laura, Ruben y Alegria	Río	Riego	20,00
		Cadena Fuertes Eduardo	Río	Riego	20,50
04/11/2003	Arroyo Arias Zoila Rosa y Hdros. Egas Medrano Carlos Leonidas	Río	Riego	5,00	
	Novoa Albuja Carlos Hdros. Novoa Rafael	Río	Riego	5,00	
26/02/2009	Compañía Casriba Investments	Río	Riego	23,94	
Total Caudal Concesionado A. Los Condueños					286,39
Romerillos	31/07/2009	Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria San Pedro	Río	Riego	30,00
Vertiente Totoras			Vertiente		17,00
Total Caudal Concesionado A. Romerillo y V. Totoras					47,00
Montalvo	13/01/1999	Comité Pro-Mejoras del Barrio Iero de Mayo	Río	Riego	1,75
	23/07/1999	Dirección de Industrias del Ejército "DINE"	Río	Riego	8,16
	28/03/1994	Compañía Exagropec S.A.	Río	Riego	3
		Dávila Saltos Rosa María	Río	Riego	40
	23/07/2007	Río Blanco	Río	Riego	4,7
18/08/2010	Empresa Hilsa Investments LTDA.	Río	Riego	4,61	
Total Caudal Concesionado A. Montalvo					62,22
TOTAL CAUDAL CONCESIONADO					650,38

Fuente: Secretaria Nacional del Agua

Elaborado por: La Autora

En el cuadro 4, se puede observar que todos los beneficiarios de las acequias Baja, San Antonio, Romerillo, Montalvo y la vertiente Totoras tienen un caudal superior al asignado en las concesiones respectivas. Mientras que los usuarios de la acequia los Condueños tienen un caudal inferior al asignado en la respectiva concesión de agua.

Cabe señalar que la acequia el Molino en la actualidad no tiene un caudal de salida porque dicha acequia ha desaparecido por las construcciones de viviendas que se han ido ubicando poco a poco por el trayecto de esta acequia.

CUADRO 4. Caudales de entrada, concesionado y de salida para riego, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Descripción	Uso	Caudal de Entrada(l/s)	Caudal Concesionado(l/s)	Caudal de Salida(l/s)
Acequia Baja	Riego	719,07	129,19	191,63
Acequia San Antonio			102,74	138,36
Acequia Romerillo			30,00	126,17
Vertientes Totoras			17,00	49,21
Acequia Montalvo			62,22	29,24
Acequia los Condueños			286,39	76,39
Acequia el Molino			22,84	0,00
TOTAL			650,38	611,01

Fuente: La Investigación, Secretaría Nacional del Agua
Elaborado por: La Autora

6.3. Superficie Total y Potencialmente Regable

La Microcuenca del Río Blanco tiene una superficie total de 4 799 ha, de las cuales 1 927 ha es superficie potencialmente regable, 1 774 ha están bajo riego, 1 979 ha es superficie protegida y 893 ha es la superficie poblada, esto se detalla en el cuadro 5.

CUADRO 5. Superficie total y potencialmente regable, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Comunidad / Barrio	Superficie Total (ha)	Superficie Potencialmente Regable (ha)	Superficie Bajo Riego (ha)	Superficie Protegida (ha)	Superficie Poblada (ha)
Ancholag Alto	2.000	428	410	1.568	4
Santa Anita de Ancholag	30	28	25	-	2
Ancholag Bajo	196	193	187	-	3
Puntiachil	30	25	20	-	5
Zona Urbana de Cayambe	557	-	-	-	557
Miraflores	271	260	200	-	11
Santo Domingo N° 1	817	401	400	411	5
Santo Domingo de Guzmán	97	80	70	-	17
Barrio 1ero de Mayo	13	6	4	-	7
Zona Urbana de Ayora	250	-	-	-	250
Nápoles	322	300	270	-	22
Granobles	178	170	158	-	8
Sigzal Bajo	38	36	30	-	2
TOTAL	4.799	1.927	1.774	1.979	893

Fuente: La Investigación, Información Catastral del Municipio de Cayambe,
Elaborado por: La Autora

Las comunidades de Ancholag y Santo Domingo N°1 tienen área protegida que pertenece al Parque Nacional Cayambe, la zona urbana de Cayambe y Ayora no cuentan con superficie bajo riego, ya que el área que era regable está siendo urbanizada y este sector perdió el derecho del uso del agua para riego por no actualizar los datos técnicos y legales de la sentencia de agua concesionada hace más de 10 años.

Para correlacionar la superficie potencialmente regable, los caudales de salida y concesionado, en el cuadro 6 se puede observar que la acequia Baja abarca una superficie potencial de 456 ha con un caudal de salida de 191,63 l/seg y un caudal concesionado de 129,19 l/seg; la acequia San Antonio tiene una superficie potencial de 218 ha con un caudal de salida de 138,36 l/seg y con un caudal concesionado de 102,74 l/seg; la acequia Romerillo y la vertiente Totoras engloban una superficie potencial de 401 ha con un caudal de salida de 126,17 l/seg y una concesión de 47 l/seg; la acequia Montalvo abarca una superficie potencial de 86 ha con un caudal de salida de 49,21 pero con un caudal concesionado de 62,22 l/seg; y la acequia los Condueños engloban una superficie potencial 766 ha con un caudal de salida de 76,39 l/seg y un caudal de concesionad de 286,39 l/seg.

Los caudales de salida de las acequias Baja, San Antonio, Romerillo y de la vertiente Totoras, es superior al caudal concesionado. Mientras que el caudal de salida de las acequias Montalvo y los Condueños son inferiores al caudal concesionado.

CUADRO 6. Superficie potencialmente regable, caudales de salida y concesionado, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Aprovechamiento	Comunidad / Barrio	Superficie Potencialmente Regable (ha)		Caudal de Salida (l/s)	Caudal Concesionado (l/s)
Acequia Baja	Ancholag Alto	428	456	191,63	129,19
	Santa Anita de Ancholag	28			
Acequia San Antonio	Puntiachil	25	218	138,36	102,74
	Ancholag Bajo	193			
Acequia Romerillo	Santo Domingo N° 1	401	401	126,17	47,00
Vertientes Totoras					
Acequia Montalvo	Santo Domingo de Guzmán	80	86	49,21	62,22
	Barrio 1ero de Mayo	6			
Acequia los Condueños	Miraflores	260	766	76,39	286,39
	Nápoles	300			
	Granobles	170			
	Sigzal Bajo	36			
TOTAL		1.927	1.927	611,01	650,38

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

6.4. Sistemas de Producción Agrícola

Dentro de la Microcuenca del Río Blanco, los sistemas de producción predominantes son: cultivo de pastos, cultivo de rosas y cultivo de maíz.

En el cuadro 7, se observa que todas las comunidades y barrios de la Microcuenca dedican sus predios a cultivar pastos en una superficie de 1 453 ha y en 56 ha cultivan maíz, siendo 1 ha la superficie más baja destinada para este cultivo.

Mientras que en Ancholag Bajo, Miraflores, Nápoles, Granobles y Sigzal, se dedican al cultivo de rosas en una superficie de 265 ha.

CUADRO 7. Sistemas de producción agrícola, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Acequia	Comunidad / Barrio	Superficie Bajo Riego (ha)	Superficie en Pasto (ha)	Superficie en Flores(ha)	Superficie en Maíz (ha)
Baja	Ancholag Alto	410	406	-	4
	Santa Anita de Ancholag	25	22	-	3
San Antonio	Ancholag Bajo	187	125	58	4
	Puntiachil	20	16	-	4
Romerillo V. Totoras	Santo Domingo N° 1	400	395	-	5
Montalvo	Santo Domingo de Guzmán	70	47	-	23
Los Condueños	Barrio 1ero de Mayo	4	-	-	4
	Miraflores	200	183	14	3
	Nápoles	270	121	146	3
	Granobles	158	121	35	2
	Sigzal Bajo	30	17	12	1
TOTAL	TOTAL	1.774	1.453	265	56

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora



FOTO 2. Sistemas de producción agrícola, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Fuente: La Investigación

6.5. Infraestructura de Riego

En el cuadro 8, se detalla los componentes de la infraestructura de riego para cada comunidad y barrios de la Microcuenca del Río Blanco. Empezando desde la captación todas las comunidades y barrios de la Microcuenca son de hormigón, algunas cuentan con una compuerta que permite regular la entrada del caudal hacia la acequia y otras no las tienen esto se puede observar en la Foto 3. Las comunidades y barrios pertenecientes a la Microcuenca del Río Blanco, sus conducciones y redes de distribución del agua para riego lo hacen a canal abierto y entubada. Cuentan con reservorios de tierra, revestidos con geomembrana y de hormigón ver Foto 4. La mayoría de las acometidas a los predios es entubada y aplican como métodos de riego el superficial, aspersion y goteo.

CUADRO 8. Infraestructura de riego, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Comunidad/B arrio	Captación		Conducción		Almacenamiento			Redes de Distribución		Acometidas	Equipo Movil	Método de Riego		
	Simple	Hormigón	Tierra	Entubada	Reservorio	Cantidad	Revestido	Material	% Entubado			Superficial	Aspersión	Goteo
Anchlag Alto y Bajo	No	Si	Si	Si	Si	5	Geomem-brana	Entubada y a Canal Abierto	75	Entubada	Si	Si	Si	Si
Santa Anita de Anchlag	No	Si	No	Si	No	0	No	Entubada	80	Entubada	Si	Si	Si	No
Puntiachil	No	Si	Si	No	Si	1	Hormigón	Entubada	95	Entubada	Si	Si	Si	Si
Miraflores	No	Si	No	Si	Si	1	Tierra	Entubada y a Canal Abierto	60	Entubada	Si	Si	Si	Si
Santo Domingo N°1	Si	Si	Si	No	Si	8	Tierra	Entubada	98	Entubada	Si	No	Si	No
Santo Domingo de Guzmán	No	Si	Si	No	Si	2	Tierra y Hormigón	Entubada y a Canal Abierto	50	Entubada	No	Si	No	No
Barrio lero de Mayo	No	Si	Si	No	No	0	No	Canal Abierto	0	No	No	Si	No	No
Nápoles	No	Si	Si	No	Si	1	Tierra	Entubada y a Canal Abierto	45	Entubada	Si	Si	Si	Si
Granobles	No	Si	Si	No	Si	1	Tierra	Entubada y a Canal Abierto	45	Entubada	Si	Si	Si	Si
Sigsal Bajo	No	Si	Si	No	Si	1	Tierra	Entubada y a Canal Abierto	80	Entubada	Si	Si	Si	Si

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

La Microcuenca del Río Blanco en la actualidad cuenta con una infraestructura basada en las necesidades que los usuarios de la Microcuenca han demandado a través del tiempo, tomando en cuenta que a partir de la reforma agraria hace más de 40 años existió una mala repartición tanto de tierra como del agua, ya que las tierras más productivas y las fuentes de agua quedaron en manos de las grandes haciendas, de ello partamos que algunas obras de infraestructura dentro de la Microcuenca del Río Blanco se las hicieron bajo las condiciones a las que nos condujo la reforma agraria.

Al no existir un ente organizativo general promovido por los mismos usuarios de la Microcuenca las obras de infraestructura a lo largo del Río Blanco son heterogéneas, por ello a continuación realizo el siguiente análisis, sobre la infraestructura de riego:

✓ **Captaciones**

Las obras de infraestructura que permiten captar los caudales de agua para el riego a lo largo del Río Blanco en un 95% son de hormigón armado, sin embargo en un 70% no son eficientes al momento de captar el caudal de agua que debe ingresar a determinado sistema de riego, este problema de eficiencia se genera principalmente por la disminución del caudal de agua que a través del tiempo ha sufrido la Microcuenca del Río Blanco, provocando que las obras de captación construidas queden por encima del nivel del espejo de agua, dificultando la normal captación del caudal en las épocas de mayor sequía, por ello el rediseño de las obras de captación basadas en el caudal de agua existente actualmente, un eficiente sistema de sedimentaciones y compuertas que permitan captar los caudales asignados de acuerdo a las necesidades hídricas de la zona es primordial para lograr una eficiente captación al momento de abastecer a los diferentes sistemas de riego de la Microcuenca del río blanco.



FOTO 3. Captaciones, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Fuente: La Investigación

✓ Almacenamiento

La presencia de reservorio como se puede observar en la foto 4, construidos en las comunidades y barrios de la Microcuenca, permite almacenar el agua para los tiempos de sequía.



FOTO 4. Reservorios, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Fuente: La Investigación

✓ **Conducción**

En cuanto a la infraestructura de conducción hacia los diferentes sistemas de riego existentes dentro de la Microcuenca del Río Blanco, todavía se lo realiza en canales de tierra, esto provoca que al ser conducciones de largas distancias, que en algunos casos alcanzan los 5 km de distancia entre la toma y los predios a regar disminuya el caudal real disponible, volviendo ineficiente el sistema de conducción. Pero también existe conducciones que lo realiza en tubería PVC de alta presión, esto ha permitido que se optimice de un 70 al 80% la eficiencia al momento de conducir el agua.

✓ **Distribución**

En cuanto a la infraestructura de distribución y acometidas no disponen de redes que cubran la superficie de terreno cultivable en un 100%.

En torno a los sistemas de riego dentro de la Microcuenca del Río Blanco, en el caso de los usuarios que pertenecen a las comunidades de la zona han optado por realizar un manejo comunitario de los sistemas de riego, a través de los directorios de agua de riego; sin embargo, en el caso de las haciendas y empresas florícolas no se ve una organización comunitaria para el manejo del agua de riego, sino que se ha individualizado el uso del agua para riego, accediendo a concesiones de agua individuales, donde cada propietario se encarga de conducir el agua de riego desde la captación a su predio según convenga.

Esta situación ha repercutido en el manejo global del recurso agua dentro de la Microcuenca, ya que no se analizan temas fundamentales, como la disminución general del caudal dentro de la Microcuenca, las sobre concesiones de caudales y peor aun la distribución equitativa del recurso agua.

De hecho la infraestructura irregular que existe no ha permitido realizar una buena gestión en torno al agua, al contrario se ha generado una desorganización en la repartición de los caudales, desinteresándose del tema ambiental y buscando únicamente por parte de los usuarios satisfacer intereses individuales o en el mejor de los casos intereses de una determinada comunidad o directorio de agua si fuera el caso.

6.6. Organización

6.6.1. Forma de Organización para la Administración del Agua

De acuerdo al artículo 29 de la Ley de Aguas, dice:

“Si más de cinco (5) usuarios tuvieran derecho al aprovechamiento de aguas en un cauce común, formarán un organismo de dirección y administración de ellas que se denominará Directorio de Aguas, al que se añadirá el nombre del acueducto cuya dirección y administración le fueren encomendadas”³⁷.

Por lo anterior descrito para la administración del agua de riego, las comunidades y barrios pertenecientes a la Microcuenca del Río Blanco se han organizado en directorios y juntas de aguas, teniendo cada administración la siguiente estructura.

CUADRO 9. Estructura del Directorio y Junta de Agua para Riego, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Directorio de Aguas para Riego	Juntas de Aguas para Riego
CARGO	
Presidente	Presidente
Vicepresidente	Vicepresidente
Secretario	Secretario
Tesorero	Tesorero
Síndico	Vocal 1
Administrador	Vocal 2
Vocal 1	
Vocal 2	

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

El directorio de Aguas de riego está formado por presidente, vicepresidente, secretario, tesorero, síndico, administrador y vocales. La junta de agua de riego la conforman presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y vocales.

³⁷ CONGRESO NACIONAL, Op. Cit. p. 5.

6.6.1.1. Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiaquil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas

Las comunidades de Ancholag Alta y Baja, Santa Anita de Ancholag y el barrio Puntiaquil, a través de la resolución 18-10-563 de la SENAGUA, aprueba la elección del Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiaquil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas, pertenecientes a la jurisdicción de la Parroquia Juan Montalvo, Cantón Cayambe, Provincia Pichincha, extendiendo los nombramientos a favor de las siguientes personas y cuyas funciones ejercerán.

CUADRO 10. Representantes del Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiaquil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Cargo	Responsable
Presidenta	María Magdalena Freire Valencia
Vicepresidente	Agustín Álvarez Estévez
Secretario	Víctor Pulamarín Pulamarín
Tesorero	Raúl Pulamarín Quimbiulco
Procurador Síndico	Filiberto Catucuango Gualavisí
Administrador	Sebastián Urbina Gloor
Primer Vocal Principal	Alex Bustos Guerra
Segundo Vocal Principal	Galo Rodríguez Espinosa
Tercer Vocal Principal	Agustín Sánchez Arias
Cuarto Vocal Principal	Antonio Aguirre Herrera
Primer Vocal Suplente	Fernando Pino Veintimilla
Segundo Vocal Suplente	Javier Valdospino Cisneros
Tercer Vocal Suplente	Antonio Vergará Garcés
Cuarto Vocal Suplente	Hugo Grijalva Garzón

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

Además dentro del trámite No 616-09-AE, en calidad de presidenta la señora Magdalena Freire solicita se le apruebe el proyecto de Estatutos del Directorio de

Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas y por lo expuesto en uso de las atribuciones que le confiere el artículo 78 de la ley de Aguas que dice:

Sus estatutos, aprobados por organización y funcionamiento de los mismos, así como el reparto, explotación y conservación de las aguas.

*El Consejo Nacional de Recursos Hídricos intervendrá en todos los conflictos que se suscitaren en los directorios de aguas o juntas administradoras de agua potable y arbitrará las medidas convenientes a fin de que éstos cumplan sus funciones y atribuciones.*³⁸

Resuelven aprobar el Estatuto del Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas, pertenecientes a la jurisdicción de Juan Montalvo, cantón Cayambe, provincia de Pichincha, en 45 artículos, constantes en 12 hojas sin ninguna modificación por estar acorde con la Ley de Aguas y su Reglamento.

6.6.1.2. Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro

La administración del agua de riego de la comunidad de Santo Domingo N°1, está bajo la tutela del Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro. Cada año eligen la directiva encargada de administrar el agua de riego a través de la asamblea general, y cada año realizan los respectivos trámites para registrar la nueva directiva en la SENAGUA. Actualmente se encuentran en el proceso de validar la directiva actual. En el cuadro 11, se describe los miembros de la directiva.

³⁸ CONGRESO NACIONAL, Op. Cit. p. 13.

CUADRO 11. Representantes del Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Cargo	Responsable
Presidente	Manuel Farinango
Vicepresidente	Eriberto Conlago
Secretario	Vicente Farinango
Tesorero	María Chancosí
Procurador Síndico	Marco Checa
Administrador	Iván Farinango
Primer Vocal Principal	Marco Conlago
Segundo Vocal Principal	Rosa Farinango
Tercer Vocal Principal	Sergio González
Primer Vocal Suplente	Pedro Quimbiamba
Segundo Vocal Suplente	Gerardo Guaján
Tercer Vocal Suplente	Alberto Chancosí

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

Esta directiva está regida bajo un estatuto aprobado por la SENAGUA.

6.6.1.3. Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán

El barrio Santo Domingo de Guzmán se encuentra en los respectivos trámites en la SENAGUA, para ser nombrados como Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán y aprobados los estatutos correspondientes. En el cuadro 12, se describe los representantes actuales que están al frente de la administración del agua para riego.

CUADRO 12. Representantes del Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Cargo	Responsable
Presidente	Carlos Gualavisí
Vicepresidente	Emilio Robalino
Secretario	Hernán Robalino
Tesorero	Esperanza Ulcuango
Primer Vocal Principal	Manuel Quimbiamba
Segundo Vocal Principal	Carlos Ulcuango
Tercer Vocal Principal	Luis Quimbiamba
Primer Vocal Suplente	Alfredo Cachiguango
Segundo Vocal Suplente	Pedro Sanchés
Tercer Vocal Suplente	María Gualavisí

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

6.6.1.4. Junta de Aguas del Río Blanco

Los usuarios de los barrios Nápoles, Granobles, Sigzal Bajo y Miraflores, aprovechan las aguas del Río Blanco que entran a la Acequia los Condueños, mismos que el 8 de noviembre del 2001, conformaron la Junta de Aguas del Río Blanco y que hasta la actualidad no se han modificado la directiva de la junta de Aguas. Por lo que a continuación en el cuadro 13 se describe a los representantes.

CUADRO 13. Representantes de la Junta de Aguas del Río Blanco, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Cargo	Responsable
Presidente	Rubén Jijón
Vicepresidente	Jorge Vela
Secretario	Rita Usbeck
Tesorero	Jaime Barrera
Primer Vocal Principal	Marcelo Ferrero
Segundo Vocal Principal	Antonio Cañizares
Tercer Vocal Principal	Bolivar Flores
Primer Vocal Suplente	Gonzalo Vela
Segundo Vocal Suplente	Cristian Proaño
Tercer Vocal Suplente	Señor Tobar

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

CUADRO 14. Organización para la Administración del Agua, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Organización	Comunidades / Barrios	Acequias/Vertientes	Inscritos en el SENAGUAS	Estatutos	Estructura Organizativa
Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiaichil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas	Ancholag Alto y Bajo, Santa Anita de Ancholag, Puntiaichil	San Antonio, Baja, Huasza Churana, Yanahurco	Legal	Aprobados	Presidenta, Vicepresidente Secretario Tesorero Porcurador Síndico Administrador 4 Vocales Principales 4 Vocales Suplentes
Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro	Santo Domingo N° 1	Totoras, Romerillo	En trámite	Aprobados	Presidenta, Vicepresidente Secretario Tesorero Porcurador Síndico Administrador 3 Vocales Principales 3 Vocales Suplentes
Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán	Santo Domingo de Guzmán	Montalvo	En trámite	En trámite	Presidenta, Vicepresidente Secretario Tesorero 3 Vocales Principales 3 Vocales Suplentes
Junta de Aguas del Río Blanco	Napoles, Granobles, Sigzal Bajo, Miraflores	Los Condueños	Caducada	Caducados	Presidenta, Vicepresidente Secretario Tesorero 3 Vocales Principales 3 Vocales Suplentes

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

Una junta de agua es autónoma y cuenta con personería jurídica, mientras que un directorio de agua no cuenta con personería jurídica y no es autónomo.

En el cuadro 15, se describe los roles y funciones que deben realizar cada presidente y vicepresidente de los directorios o junta de aguas. En este cuadro se puede dar cuenta que solamente dos directorios de aguas de las acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar churana, Yanahurco y Monjas; y de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro, sus presidentes y vicepresidentes cumplen los roles y funciones designadas. Mientras que el directorio de aguas del comité pro-mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán no cumple con la totalidad de los roles y funciones, ya que es un directorio que se encuentran en su proceso de formación legal y se encuentran en la elaboración de sus estatutos y reglamentos. Por lo contrario la Junta de aguas del Río Blanco, su presidente y vicepresidente electo en el año 2001, no se encuentra desempeñado ningún rol y función porque están desorganizados.

CUADRO 15. Roles y Funciones del Presidente y Vicepresidente del Directorio o Junta de Aguas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Roles y Funciones	Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiaquil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas	Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro	Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán	Junta de Aguas del Río Blanco
PRESIDENTE				
El presidente es el representante legal del directorio o junta de agua	Si	Si	Si	No
Convocar a las sesiones cuando considere necesario.	Si	Si	Si	No
Presidir las sesiones del directorio o junta de agua .	Si	Si	Si	No
Suscribir conjuntamente con el secretario las actas de sesiones del directorio o junta de agua.	Si	Si	Si	No
Autorizar los gastos en la cuantía fijada por el directorio o junta de aguas y firmar con el tesorero los recibos correspondientes.	Si	Si	Si	No
Velar por el cumplimiento de la ley de aguas, los reglamentos, estatutos internos y las disposiciones emanadas tanto por la Secretaría Nacional del Agua.	Si	Si	No	No
Vigilar que los concesionarios de las aguas, cumplan sus obligaciones, ya en la reglamentación, como en los demás aspectos inherentes al servicio.	Si	Si	No	No
Presentar el informe anual de las labores realizadas, para conocimiento de los miembros del directorio o junta de aguas.	Si	Si	Si	No
VICEPRESIDENTE				
En ausencia del presidente cumplirá las mismas atribuciones establecidas.	Si	Si	Si	No
Cooperar con el presidente en las gestiones encaminadas al bienestar del directorio o junta de aguas.	Si	Si	Si	No

Fuente: La Investigación

Elaborado por: La Autora

En el cuadro 16, se detalla los roles y funciones que debe cumplir el secretario de cada directorio y junta de aguas que pertenecen a la Microcuenca del Río Blanco. Es así que los secretarios de los directorios de aguas de las acequias San Antonio, Puntiaquil, Carbonería, Huáscar churana, Yanahurco y Monjas; Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro, y el Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán, vienen desempeñando sus funciones de acuerdo a los establecido por cada directorio. De igual manera el secretario de la Junta de Aguas

del Río Blanco, sólo ha sido elegido, pero no vienen realizando ninguna función descrita, ya que su junta se encuentra dispersa y todo ha quedado en papeles.

CUADRO 16. Roles y Funciones del Secretario del Directorio o Junta de Aguas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Roles y Funciones	Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas	Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro	Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán	Junta de Aguas del Río Blanco
El secretario será nombrado por el directorio o junta de aguas.	Si	Si	Si	Si
Redactar y suscribir las actas de las sesiones y demás trámites administrativos.	Si	Si	Si	No
Llevar detalladamente los libros de las actas, el registro y los demás trámites administrativos, para la mejor marcha del directorio o junta de aguas.	Si	Si	Si	No
Responder por el archivo de la entidad, el mismo que recibirá y entregará previo inventario.	Si	Si	Si	No
Con autorización del presidente, conferirá copias de los documentos que el fueren solicitados.	Si	Si	Si	No
En caso de ausencia del secretario, lo representará un secretario alterno con las mismas funciones y atribuciones del titular.	Si	Si	Si	No

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

En el cuadro 17, se representa los roles y funciones que debería desempeñar el tesorero del directorio o junta de aguas, tanto el directorio de aguas de las acequia San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar churana, Yanahurco y Monjas; Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro, están realizando todos los roles y funciones. Mientras que el directorio de aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán que se encuentran en los respectivos trámites para su legalidad, su tesorero está cumpliendo con algunos roles y funciones que al alcance de él los puede ejercer, pero debería por parte del directorio motivar para que se cumpla en su totalidad las funciones que como tesorero debería desarrollarlas. El tesorero de la Junta de Aguas del Río Blanco, no realiza ninguna de los roles y

funciones que debería desempeñar como tesorero ya que su junta se encuentra totalmente desorganizada.

CUADRO 17. Roles y Funciones del Tesorero del Directorio o Junta de Aguas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Roles y Funciones	Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiaquil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas	Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro	Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán	Junta de Aguas del Río Blanco
El tesorero será nombrado por el directorio o junta de aguas	Si	Si	Si	Si
Mantener bajo su custodia y reponsabilidad los bienes, dinero y pertenencias del directorio o junta de aguas, todo lo cual será debidamente inventariado.	Si	Si	Si	No
Recuadar las cuotas ordinarias y extraordinarias que sean fijadas por el directorio o junta de aguas.	Si	Si	Si	No
Efectuar los gastos aprobados por el directorio o junta de aguas.	Si	Si	Si	No
Presentar el estado de caja o el manejo de fondos, cuando le pidiere el directorio o la junta de aguas.	Si	Si	Si	No
Abrir una cuenta banacaria con la autorización del presidente	Si	Si	No	No
Llevar el libro de cuentas	Si	Si	No	No
Prohibido conceder préstamos de los fondos del directorio	Si	Si	Si	No
Los pagos se realizarán con la orden correspondiente del presidente.	Si	Si	Si	No
El tesorero concurrirá a las sesiones del directorio o junta de aguas.	Si	Si	Si	No

Fuente: La Investigación

Elaborado por: La Autora

En el cuadro 18, se detalla los roles y funciones que debería cumplir el administrador del directorio y junta de aguas. Tanto el administrador del directorio de las acequias San Antonio, Puntiaquil, Carbonería, Huáscar churana, Yanahurco y Monjas; y de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro, solamente cumplen un 57% de sus roles y funciones, por motivos de tiempo y trabajos que deben cumplir en las empresas que laboran. Mientras que el directorio de aguas del Comité Pro-Mejoras

del Barrio Santo Domingo de Guzmán y la Junta de Aguas del Río Blanco, en su estructura organizativa no cuentan con un administrador.

CUADRO 18. Roles y Funciones del Administrador del Directorio o Junta de Aguas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Roles y Funciones	Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas	Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro	Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán	Junta de Aguas del Río Blanco
Cumplir y hacer cumplir los acuerdos y resoluciones del directorio o junta de aguas.	Si	Si	No	No
Llevar los registros diarios de los caudales del acueducto y velar porque el agua, tenga uso eficiente, sin contaminación y justo destino.	No	No	No	No
Denunciar al directorio o junta de aguas las sustracciones de las aguas, alteraciones del reparto y destrucciones.	Si	Si	No	No
Vigilar las suspensiones del servicio impuestas por el directorio o junta de aguas y la Secretaría Nacional del Agua SENAGUA.	Si	Si	No	No
Dar a conocer el estado sobre la conservación y mantenimiento de los cauces naturales y artificiales que conducen las aguas, su captación y demás otras complementarias que permitan la operación y mantenimiento de todo el sistema, al directorio o juntas de aguas.	Si	Si	No	No
Elaborar y mantener actualizado el padrón de usuarios y Calendario de riego.	No	No	No	No
En coordinación con el Tesorero, mantener una Base de Datos de los usuarios, con los datos de las tarifas, Volumétricas y de Operación y mantenimiento.	No	No	No	No

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

En el cuadro 19, se describe los roles y funciones que debe desempeñar el procurador síndico del directorio o junta de aguas. De igual manera el directorio de aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán y la Junta de Aguas del Río Blanco, en su estructura organizativa no cuentan con un procurador síndico. En cambio, los directorios de aguas de las acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar churana, Yanahurco y Monjas; y de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro, el procurador síndico de ambos directorios cumple con

un 44% de sus roles y funciones, ya que deben cumplir con otras obligaciones laborales.

CUADRO 19. Roles y Funciones del Procurado Síndico del Directorio o Junta de Aguas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Roles y Funciones	Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas	Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro	Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán	Junta de Aguas del Río Blanco
Vigilar el cumplimiento de las funciones, de todos los miembros del directorio o junta de aguas.	No	No	No	No
Controlar oportunamente el buen uso de los ingresos económicos.	No	No	No	No
Fiscalizar y corregir las acciones que estuviera perjudicando al directorio o junta de aguas	No	No	No	No
Programar, organizar, dirigir, coordinar y controlar las actividades relacionadas con estudios jurídicos.	Si	Si	No	No
Intervenir en los trámites legales, judiciales y extrajudiciales que le competan al directorio o junta de aguas.	Si	Si	No	No
Mantener un archivo actualizado y especializado de procesos y documentación correspondiente a las actividades de asesoría jurídica.	No	No	No	No
Presentar al directorio o junta de aguas informes sobre las actividades que realiza.	Si	Si	No	No
Participar y vigilar el trámite de los procesos civiles, penales, laborales y administrativos propuestos contra el directorio o junta de aguas o que ésta inicie contra terceros.	Si	Si	No	No
Procurar el mejoramiento continuo de los procesos del directorio o junta de aguas.	No	No	No	No

Fuente: La Investigación

Elaborado por: La Autora

6.6.2. Distribución del Agua de Riego

La manera que se está distribuyendo el agua de riego en la Microcuenca del Río Blanco, se lo detallará por directorio y junta de agua de riego.

6.6.2.1. Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas

Para acceder al agua de riego, los usuarios deben estar perteneciendo y ser miembros activos, es decir, estar al día con mingas, cuotas, reuniones en sus respectivas comunidades o barrios, en este caso las comunidades que están dentro de este Directorio son: Ancholag Alto y Bajo, Santa Anita de Ancholag y el barrio Puntiachil.

En la actualidad no existe una planificación de distribución del agua de riego. La manera de cómo llega el agua a la parcela es de la siguiente manera:

El agua del Río Blanco que ingresa a las acequias Baja o Carbonería y San Antonio a través de la infraestructura de captación, es conducida a canal abierto hasta un divisor de caudales tipo punta de diamante, que divide las aguas para las comunidades de Ancholag Alto y Bajo, Santa Anita de Ancholag y el barrio Puntiachil.

En el caso de la comunidad de Santa Anita de Ancholag desde el divisor de caudales, el agua que le corresponde lleva en tubería PVC, hasta los predios de los usuarios pertenecientes a esta comunidad.

La comunidad de Ancholag Alto y Bajo, desde el divisor de caudales conduce el agua a canal abierto y otros en tubería hasta los reservorios y desde los reservorios el agua es conducida a los respectivos predios de los usuarios a canal abierto y también en tubería.

El barrio Puntiachil desde el divisor de caudales lleva el agua a canal abierto hasta el reservorio que tiene construido en las siguientes coordenadas 819448 E, 10004521 N a 2 980 m s n m, de allí se distribuye el agua hacia los predios en tubería PVC.

En la época de verano, cuando escasea este valioso recurso (Agua) para riego cada comunidad y barrio pone su respectivo aguatero para cuidar el agua. Ya que cada uno tiene su respectivo caudal asignado, desde la captación hasta el distribuidor conducen

juntos el agua por la misma acequia, llega al repartidor y se distribuye a cada sector, es allí donde el aguatero vigila que el agua siga su curso sin desviaciones. Dentro de cada comunidad y barrio saben los usuarios los turnos de agua que les corresponde, para regar no toman en cuenta las necesidades hídricas del cultivo ni la superficie a regar. El agua que ingresa a la captación, va por la acequia y llega al distribuidor es permanente, pero lo que no es permanente es el caudal, que disminuye en verano. Y cuando realizan la limpieza de la acequia desvían el cauce al Río Blanco.

6.6.2.2. Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro

Los usuarios del agua de riego de la comunidad de Santo Domingo N°1, se encuentran organizados para la distribución del agua, de la siguiente manera. Cada usuario tiene su turno de agua dependiendo de la superficie que tenga y el lugar donde se encuentre el predio, por lo que, el que tenga más superficie tendrá más turnos de agua del que posee menor superficie, por ejemplo si un usuario tiene 1 hectárea su turno de riego será de 1 día y el usuario que tenga 10 ha en dos sectores diferentes 5 ha en el sector A y 5 ha en el sector B, el turno de riego será de 2 días, para las 5 ha del sector A y 2 días para el sector B.

Como Dice Don Manuel Farinango³⁹: *cada usuario tiene grabado en su memoria los días que les toca el turno de agua y no es necesario recordarles que les toca coger el agua y depende de cada usuario si riega o no.*

El caudal del Río Blanco que le corresponde al Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro, ingresa por la acequia Romerillo hacia los reservorios al igual que el caudal de las vertientes Totoras. La comunidad cuenta con 8 reservorios los mismos que son llenados con los caudales de la acequia Romerillo, vertiente Totoras y la acequia Tubajo. Las aguas de la acequia Tubajo no pertenecen a la Microcuenca del Río Blanco, sino que desembocan en la quebrada Puluví y está en el Río San José.

³⁹ Presidente del Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuarios de San Pedro

6.6.2.3. Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán

Para la distribución del agua de riego para el barrio Santo Domingo de Guzmán, el agua del Río Blanco ingresa a la acequia Montalvo por medio de la captación construida en el margen derecho del río. Esta acequia conduce el agua para los barrios Santo Domingo de Guzmán, Los Laureles y Primero de Mayo y la empresa Hilsea Investments.

El barrio Santo Domingo de Guzmán actualmente solamente tiene en papeles la forma de distribuir el agua (módulos de riego) ya que algunos usuarios han participado en talleres sobre riego que ha facilitado la Fundación Casa Campesina Cayambe, pero no lo aplican. El barrio Santo Domingo de Guzmán está dividido en dos módulos la parte de alta y la parte baja; entonces cuando le toca el turno a la parte baja, los de la parte alta interrumpen el paso del agua y se llevan a los predios por lo cual no hay un control y respeto de los turnos por parte de los usuarios.

La forma de conducir y aplicar el agua a la parcela desde la captación y el reservorio es canal abierto y por riego superficial. Don Carlos Gualavisí ⁴⁰ comenta: *en verano el agua no abastece a regar toda la superficie del barrio, por lo que están en los trámites para instalar el sistema de riego por aspersión y terminar la construcción de los reservorios y así al futuro realizar un manejo adecuado del agua llegar a distribuir el agua de acuerdo a las necesidades de cada cultivo y a la cantidad de terreno de cada usuario y aprovechar el invierno para guardar agua.*

6.6.2.4. Junta de Aguas del Río Blanco

Esta junta tiene la administración de la acequia los Condueños, que forman parte cuatro barrios Nápoles, Granobles, Sigzal Bajo y Miraflores. El señor Rubén Jijón ⁴¹ manifiesta que: *años ha venido tratando de organizar a los usuarios no solamente a*

⁴⁰ Presidente del Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán

⁴¹ Presidente de la Junta de Aguas del Río Blanco

la parte baja de la Microcuenca sino a todos los que forman la Microcuenca pero ha sido un fracaso, por lo que desde el año 2001, cuando le eligieron como presidente nunca más volvieron a reunirse para darle vida a la junta por lo que en la actualidad cada quien vela por sus intereses.

De igual manera solamente tienen en papeles la distribución del agua, ver Anexo 10, pero nadie respeta lo acordado dice el señor Rubén Jijón. En la realidad el agua es captada a través de la acequia los Condueños, la misma que es conducida a canal abierto de hormigón hasta un reloj repartidor (ver foto 6) de allí sale a los 5 canales, los canales 1, 3, 5 y 6 llevan el agua a canal abierto de hormigón y tierra hasta los predios de los usuarios. Mientras que el canal 2 en su trayecto a canal abierto va distribuyendo el agua por medio de tres relojes distribuidores ver foto 7.



FOTO 5. Reloj Repartidor y Canales de Distribución de la Acequia los Condueños, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Fuente: La Investigación



FOTO 6. Relojes Repartidores del Canal 2 de la Acequia los Condueños, en la en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Fuente: La Investigación

6.6.3. Establecimiento de Tarifas

Para el establecimiento de tarifas en el cuadro 20, se detalla los criterios y gestión actual identificada durante la investigación en cada directorio y junta de aguas. Es así que los criterios principales son: tenencia de la tierra (superficie), el que tiene más tierra paga más; el sistema de producción al que se dedican (cultivo), necesidad del cultivo; y fijan un aporte económico igual para todos los que hacen uso de agua de riego, independientemente de que un usuario tiene más superficie que otro, o el cultivo que tengan (igualdad).

De la misma manera para establecer una tarifa cada directorio y junta toman en cuenta el pago a las gestiones que se hace en torno al manejo del agua para riego, por ello han tomado en cuenta lo siguiente: cada año se debe pagar al SENAGUA,

por el derecho de aprovechamiento del agua para riego, que se encuentran fijadas en un reglamento tanto para las personas naturales como a las jurídicas; para la compra de materiales cuando existe algún problema, cambio de tubería, construcción de tanques en el sistema (mantenimiento); se debe reconocer el trabajo de la persona encargada de velar por el funcionamiento del sistema de riego (pago al aguatero); y existe muchas obras por hacer y mejorar entonces cada directorio y junta se dirige con propuestas a instituciones públicas y privadas (gestión de proyectos de riego). Con lo mencionado anteriormente cada directorio y junta debe tomar en cuenta y lo tienen presente para establecer una tarifa para el uso del agua de riego.

CUADRO 20. Establecimiento de tarifas para el pago de agua de riego por criterios y gestión, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Criterios	Gestión
Superficie	Pago a SENAGUA
Cultivo	Pago para mantenimiento
Igualdad	Pago para el aguatero
	Pago gestión para proyectos de riego

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

En el cuadro 21 se puede observar los criterios y gestión que cada directorio y juntas toman en cuenta para el establecimiento de tarifas. Solamente el Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción agropecuaria de San Pedro, han fijado una tarifa por superficie, la cuota que aporta cada usuarios del agua de riego de la Comunidad Santo Domingo N°1 es de 1 dólar por hectárea mensualmente. Este dinero es destinado para el pago a SENAGUA, para el mantenimiento del sistema, y la gestión de proyectos de riego. El Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción agropecuaria de San Pedro, no realizan el pago al aguatero, porque cada usuario se turna para el cuidado del agua.

Los Directorios de Aguas; de las Acequias San Antonio, Puntiaquil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas; y del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo

Domingo de Guzmán; fijan cuotas iguales para todos los usuarios, sin tomar en cuenta la superficie o cultivo, este dinero es recaudado para los pagos de gestión en: pago al SENAGUA por el caudal concesionado, para el mantenimiento del sistema, para el pago del aguatero y la gestión de proyectos de riego. Mientras que la Junta de Aguas del Río Blanco cada concesionario paga directamente en el SENAGUA el costo por el aprovechamiento del agua para riego.

La tarifa fijada por el uso agrario, no representa el valor del servicio del agua. Muchas veces los valores recaudados no cubren los gastos generados en la gestión del recurso agua, porque no toman en cuenta algunos criterios como: el que tienen más tierra pague más; los cultivos que requieren más agua igual paguen más. Se debería crear políticas internas o acuerdos entre los usuarios para evitar inconvenientes cuando se le presenta algún problema como rotura de tuberías, etc.

CUADRO 21. Criterios y gestión para el establecimiento de tarifas que cumplen las comunidades, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Organización	Comunidades/ Barrios	Criterios			Gestión			
		Superficie	Cultivo	Igualdad	Pago a SENAGUA	Pago para mantenimiento	Pago para el aguatero	Pago gestión para proyectos de riego
Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntíachil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas	Ancholog Alto y Bajo, Santa Anita de Ancholog, Puntíachil	No	No	No	Si	Si	Si	Si
Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro	Santo Domingo N° 1	No	No	No	Si	Si	Si	Si
Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán	Santo Domingo de Guzmán	No	No	No	Si	Si	Si	Si
Junta de Aguas del Río Blanco	Napoles, Granobles, Sigzal Bajo, Miraflores	No	No	No	Si	No	No	No

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

Los recursos económicos principalmente cubren el pago anual al SENAGUA, por uso del agua del río Blanco para riego. Los usuarios de la acequia Baja pagan 232,54 dólares; los usuarios de la acequia San Antonio pagan 184,93 dólares; los usuarios de la acequia romerillo y totoras deben cancelar 84,60 dólares; los usuarios de la acequia Montalvo pagan 34,72 dólares; y los usuarios de la acequia los Condueños deben cancelar 515,50 dólares. El ingreso anual que recibe la SENAGUA de la Microcuenca del Río Blanco es de 1 052, 30 dólares.

CUADRO 22. Rubros a cancelar cada año a la SENAGUA, por parte de los usuarios por uso del agua para riego, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Aprovechamiento	Comunidad / Barrio	Organización	Caudal Concesionado (l/s)	Pago anual al SENAGUA
Acequia Baja	Ancholag Alto	Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio,	129,19	\$ 232,54
	Santa Anita de Ancholag			
Acequia San Antonio	Puntiachil	Puntiachil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas	102,74	\$ 184,93
	Ancholag Bajo			
Acequia Romerillo Vertientes Totoras	Santo Domingo N° 1	Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro	47,00	\$ 84,60
Acequia Montalvo	Santo Domingo de Guzmán	Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán	19,29	\$ 34,72
	Barrio Iero de Mayo Empresa Hilsea Investment			
Acequia los Condueños	Miraflores	Junta de Aguas del Río Blanco	286,39	\$ 515,50
	Nápoles			
	Granobles			
	Sigzal Bajo			
TOTAL			584,61	\$ 1.052,30

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

6.7. Gestión Ambiental

La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación y utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables. Dentro de la gestión ambiental se enmarca acciones que contribuyan a la conservación y el aprovechamiento sustentable del recurso agua.

6.7.1. Conservación de las Fuentes de Agua

Como parte de la gestión ambiental para la conservación de las fuentes de agua de la Microcuenca del Río Blanco, los directorios y junta de aguas de riego deberían ejecutar acciones que se describen en el cuadro 23.

CUADRO 23. Acciones para conservar las fuentes de agua, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Acciones para Conservar las Fuentes de Agua
Evitar el sobrepastoreo en los páramos de la Microcuenca del Río Blanco
Controlar y sancionar la quema del pajonal de la Microcuenca del Río Blanco
Declarar zonas protegidas las áreas donde se encuentran las fuentes de la Microcuenca del Río Blanco
En áreas con problemas, realizar repoblamiento de la pradera natural de la Microcuenca del Río Blanco
En las laderas de la Microcuenca del Río Blanco realizar reforestación con plantas nativas
Construir zanjas de infiltración, en laderas de la Microcuenca del Río Blanco donde técnicamente sea factible realizarlas
Realizar mediciones periódicas de las fuentes de agua de la Microcuenca del Río Blanco, para conocer su rendimiento
Evitar el avance de la frontera agrícola de la Microcuenca del Río Blanco
Evitar la tala de árboles de la Microcuenca del Río Blanco
Preservar los bosques y vegetación nativa madura de la Microcuenca del Río Blanco
No reforestar (exóticas y nativas) en áreas con buena cobertura vegetal de la Microcuenca del Río Blanco
Efectuar un monitoreo diseñado de tal manera que permita sacar conclusiones importantes en pocos años de la Microcuenca del Río Blanco
Estudiar, documentar, monitorear las acciones de conservación de “fuentes” de la Microcuenca del Río Blanco
Implementar monitoreo básico en la Microcuenca del Río Blanco
Elaborar y aplicar un plan de conservación de fuentes en la Microcuenca del Río Blanco

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

Los páramos con los que cuenta la Microcuenca del Río Blanco se encuentran ubicadas en las comunidades de Santo Domingo N°1 y en Ancholag Alto y actualmente son las únicas comunidades que están ejecutando acciones en beneficio de la conservación de las fuentes de agua, esto se puede observar en el cuadro 24. El resto de comunidades y barrios que forman parte de la microcuenca y son beneficiados directos de este valioso recurso (agua), no contribuyen a la

conservación, porque no existe una gestión integral del agua a nivel de la microcuenca que permita involucrar a todos los actores y ser parte de este accionar que llevan adelante las comunidades anteriormente señaladas.

CUADRO 24. Acciones para conservar las fuentes de agua en las comunidades Santo Domingo N°1 y Ancholag Alto, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Acciones para Conservar las Fuentes de Agua	Comunidades	
	Santo Domingo N°1	Ancholag Alto
Evitar el sobre pastoreo en los páramos de la Microcuenca del Río Blanco	Si	Si
Controlar y sancionar la quema del pajonal de la Microcuenca del Río Blanco	Si	Si
Declarar zonas protegidas las áreas donde se encuentran las fuentes de la Microcuenca del Río Blanco	Si	Si
En áreas con problemas, realizar repoblamiento de la pradera natural de la Microcuenca del Río Blanco	No	No
En las laderas de la Microcuenca del Río Blanco realizar reforestación con plantas nativas	No	No
Construir zanjas de infiltración, en laderas de la Microcuenca del Río Blanco donde técnicamente sea factible realizarlas	No	No
Realizar mediciones periódicas de las fuentes de agua de la Microcuenca del Río Blanco, para conocer su rendimiento	No	No
Evitar el avance de la frontera agrícola de la Microcuenca del Río Blanco	No	No
Preservar los bosques y vegetación nativa de la Microcuenca del Río Blanco	Si	Si
No reforestar (exóticas y nativas) en áreas con buena cobertura vegetal de la Microcuenca del Río Blanco	No	No
Efectuar un monitoreo diseñado de tal manera que permita sacar conclusiones importantes en pocos años de la Microcuenca del Río Blanco	No	No
Estudiar, documentar, monitorear las acciones de conservación de “fuentes” de la Microcuenca del Río Blanco	No	No
Implementar monitoreo básico en la Microcuenca del Río Blanco	No	No

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

Las acciones que realizan las comunidades de Ancholag y Santo Domingo N° 1, como Evitar el sobre pastoreo en los páramos, ha sido una decisión que les ha llevado años en aceptar, por lo que poco a poco han bajado la carga animal del páramo, lo ideal sería que ya no exista la presencia del ganado vacuno y equino en los páramos de la Microcuenca del Río Blanco; Controlar y sancionar la quema del pajonal, si antes era una práctica la quema para atraer las lluvias, así mismo los efectos han sido graves, como esperar años de años para que nuevamente se recupere el páramo, produciendo erosión del suelo, baja retención del agua, deslaves ya que la cobertura vegetal protege al suelo. A través de capacitaciones, talleres y de las cosas que les han tocado sobrellevar a las comunidades, se han dado cuenta que la quema del páramo es algo que les destruye y por lo que son decisiones irreversibles de controlar y sancionar y a más aún que la ley apoya a la conservación, se sancionará a quien atente contra la naturaleza.

Otra de las acciones puntuales que cada comunidad ha puesto en marcha es Preservar los bosques y vegetación nativa de la Microcuenca, evitando la tala. Tomando en cuenta que los páramos de la Microcuenca del Río Blanco pertenecen al Parque Nacional Cayambe, las comunidades internamente han Declarado zonas protegidas las áreas donde se encuentran las fuentes de agua, para protegerles y conservarles, ya que son su suministro de vida.

Cabe señalar que aún falta mucho por hacer para preservar, mantener, conservar, y recuperar la fuente de vida que son los páramos. Acciones como evitar el avance de la frontera agrícola, ver que se hace con las ha sembradas de pino.

6.8. Cálculo de la Demanda de Agua en la Microcuenca del Río Blanco

6.8.1. Demanda de Agua para el Cultivo de Pastos

En el cuadro 25, se detalla que dentro de la Microcuenca del Río Blanco se está cultivando alrededor de 1 453 ha de pasto, utilizando el método de riego por

aspersión, para los respectivos cálculos de la demanda de agua se ha tomado en cuenta el manejo que le dan los ganaderos al cultivo, que realizan 20 cortes al año, con 21 días de intervalo entre corte.

Los meses con mayor necesidad de agua (N_n) son: julio, agosto y septiembre con $32,49 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$; $33,90 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$, y $31,51 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$ respectivamente; el mes que requiere menor cantidad de agua es el mes de octubre con $16,83 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$, y los meses que el cultivo de pasto (rye grass) no requiere agua por presencia de lluvias son: abril, mayo y diciembre. Los intervalos de riego (i) en los meses de enero, octubre y noviembre es de 3 días, en los meses de febrero, marzo, junio, julio, agosto y septiembre es de 2 días. La cantidad de agua que se debe aplicar en cada riego por unidad de superficie está determinada por la dosis total (D_t), en los meses de enero, febrero, marzo, se debe aplicar 64 mm, 44 mm y 43 mm respectivamente, en los meses de junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre se debe aplicar 72 mm, 76 mm, 80 mm, 74 mm, 59 mm y 72 mm. Los meses que requieren de mayor caudal necesario (Q), ya que las precipitaciones son bajas son: julio, agosto y septiembre, con $766,12 \text{ l}/\text{seg}$, $867,68 \text{ l}/\text{seg}$, y $816,21 \text{ l}/\text{seg}$ correspondientemente.

CUADRO 25. Demanda de agua para el cultivo de pastos, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Datos			
Cultivo	Pastos	Método de Riego	Aspersión
Superficie (ha)	1.453	Duración del ciclo (días)	21

Mes	Nn (m ³ /ha día)	Nn (m ³ /ha mes)	i ajust(días)	Dt ajust (mm)	Q (m ³ /hora)	Q (l/seg)
Enero	18,06	559,71	3	64	1447,39	402,05
Febrero	18,67	522,65	2	44	1031,32	286,48
Marzo	18,20	564,11	2	43	980,16	272,27
Abril	-9,64	-289,14	0	0	0,00	0,00
Mayo	-5,08	-157,43	0	0	0,00	0,00
Junio	30,52	915,74	2	72	2758,04	766,12
Julio	32,49	1007,04	2	76	3123,66	867,68
Agosto	33,90	1050,76	2	80	3400,80	944,67
Septiembre	31,51	945,21	2	74	2938,37	816,21
Octubre	16,83	521,85	3	59	1258,19	349,50
Noviembre	20,48	614,27	3	72	1861,47	517,08
Diciembre	-6,58	-151,37	0	0	0,00	0,00

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

6.8.2. Demanda de Agua para el Cultivo de Rosas

En el cuadro 26, se detalla que se está cultivando alrededor de 265 ha del cultivo de rosas en la Microcuenca del Río Blanco, bajo el método de riego por goteo. La duración entre corte y corte es de 90 días aproximadamente, por lo que realizan 4 cortes en el año.

Las necesidades de agua (Nn) máximas, para el primer corte es en el mes de diciembre de 60,70 m³/ha/día; para el segundo corte es el mes de abril de 59,20 m³/ha/día; para el tercer corte es el mes de junio de 65,90 m³/ha/día; y para el cuarto corte es el mes de septiembre de 58,20 m³/ha/día.

Los intervalos de riego (i) para los cuatro cortes durante el año del cultivo de rosas es de 1 día. La dosis total aplicar en cada riego (Dt), por corte en el cultivo de rosas es: para el primer corte la dosis total máxima es en el mes de Diciembre con 61 mm; para el segundo corte la dosis total máxima es en el mes de abril con 60 mm; en el tercer corte la dosis total máxima es en el mes de junio con 67 mm; y en el cuarto corte la dosis total máxima es en el mes de septiembre con 59 mm.

El caudal necesario (Q) mayor en cada corte y mes son; en el primer corte el mes que requiere mayor caudal es diciembre de 172,95 l/seg; en el segundo corte el mes de máxima necesidad de caudal es abril de 164,51 l/seg; para el tercer corte se requiere un caudal máximo de 203,86 l/seg en el mes de junio; y para el cuarto corte el mes que necesita mayor caudal es septiembre de 159,00 l/seg.

CUADRO 26. Demanda de agua para el cultivo de rosas, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Datos							
Cultivo	Rosas	I Fecha de Corte	Febrero				
Superficie(ha)	265	Método de Riego	Goteo				
Duración del ciclo			99				
	Mes	Nn(m ³ /ha día)	Nn(m ³ /ha mes)	i ajust(días)	Dt ajust (mm)	Q (m ³ /hora)	Q (l/seg)
1er Corte	Diciembre	60,70	1881,70	1	61	622,63	172,95
	Enero	57,60	1785,60	1	58	560,66	155,74
	Febrero	57,80	1618,40	1	58	564,56	156,82
2do Corte	Marzo	56,60	1754,60	1	57	541,36	150,38
	Abril	59,20	1776,00	1	60	592,24	164,51
	Mayo	53,80	1667,80	1	54	489,13	135,87
3er Corte	Junio	65,90	1977,00	1	67	733,88	203,86
	Julio	65,60	2033,60	1	66	727,22	202,00
	Agosto	65,30	2024,30	1	66	720,58	200,16
4to Corte	Septiembre	58,20	1746,00	1	59	572,40	159,00
	Octubre	54,70	1695,70	1	55	505,63	140,45
	Noviembre	53,80	1506,40	1	54	489,13	135,87

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

En el periodo de verano aumenta la temperatura del aire y del suelo, se producen vientos de mayor velocidad, aumenta la radiación solar y disminuye la humedad ambiente, lo que ligado a un mayor crecimiento vegetativo y estado de desarrollo del cultivo, provocan un aumento considerable en la demanda de agua por las plantas.

6.8.3. Demanda de Agua para el Cultivo de Maíz

En el cuadro 27, se describe que se está cultivando alrededor de 56 ha del cultivo de maíz en la Microcuenca del Río Blanco, bajo el método de riego superficial. Los agricultores realizan dos ciclos de cultivo de 150 días cada uno. El primero comenzaría en el mes de septiembre y el segundo ciclo empezaría en el mes de marzo, las cosechas se realizarían en los meses de febrero y agosto por lo que en el cuadro 28, las necesidades hídricas del cultivo es un número negativo ya que en estos meses no se requiere de agua.

Para el primer ciclo de cultivo de maíz los meses de mayor necesidad de agua (Nn) son: noviembre y diciembre con $27,89 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$ y $23,31 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$, y el mes de menor necesidad de agua es octubre con $12,41 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$. Para el segundo ciclo de cultivo de maíz los meses de mayor necesidad de agua (Nn) son: junio y julio con $37,99 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$ y $25,49 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$, y los meses de marzo, abril y mayo, no se requiere de agua gracias a la presencia de las lluvias.

El intervalo de riego (i) en el primer ciclo de cultivo de maíz en el mes de septiembre es de 4 días, en los meses de octubre a diciembre es de 4 días y en el mes de enero es de 5 días. Para el segundo ciclo el intervalo de riego (i), en el mes de junio es de 1 día; y en el mes de julio es de 2 días.

La dosis total a aplicar por riego en el primer ciclo de cultivo de maíz en los meses septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero son: 108 mm, 50 mm, 112 mm, 108 mm, y 108 mm respectivamente. Para el segundo ciclo de cultivo la dosis total para los meses de junio, y julio es: 108 mm, y 108 mm.

El caudal necesario (Q), en el primer ciclo del cultivo de maíz para los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero son: 18,92 l/seg, 8,06 l/seg, 40,75 l/seg, 32,96 l/seg, 14,76 l/seg respectivamente. Para el segundo ciclo del cultivo el caudal necesario (Q) para los meses de junio, julio es: 53,72 l/seg, 36,05 l/seg.

CUADRO 27. Demanda de agua para el cultivo de maíz, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Datos				
Cultivo	Maíz	Fecha de I siembra	5 de Septiembre	Método de Riego
Superficie (ha)	56	Fecha de II siembra	6 de Marzo	Superficial
Duración del ciclo (días)			150	

	Mes	Nn (m3/ha día)	Nn (m3/ha mes)	i ajust(días)	Dt ajust (mm)	Q (m3/hora)	Q (l/seg)
I SEMBRA	septiembre	13,38	334,55	4	108	68,13	18,92
	octubre	12,41	384,65	2	50	29,03	8,06
	noviembre	27,89	836,81	2	112	146,70	40,75
	diciembre	23,31	722,48	2	108	118,65	32,96
	enero	10,44	323,50	5	108	53,13	14,76
	febrero	-228,22	-456,43	0	0	0,00	0,00
Cosecha							
II SEMBRA	marzo	-3,63	-90,74	0	0	0,00	0,00
	abril	-0,12	-3,66	0	0	0,00	0,00
	mayo	-0,42	-12,88	0	0	0,00	0,00
	junio	37,99	1139,64	1	108	193,39	53,72
	julio	25,49	790,34	2	108	129,79	36,05
	agosto	-8,33	-25,00	0	0	0,00	0,00
Cosecha							

Fuente:

La Investigación
Elaborado por: La Autora

6.8.4. Demanda de Agua para la Superficie No Cultivada

La superficie potencialmente regable de la Microcuenca del Río Blanco es de 1927 ha de las cuales bajo riego se encuentran 1774 ha. Si a las 153 ha sin cultivo se pronosticaría cultivar en este caso pasto (rye grass), las necesidades hídricas (Nn)

para este cultivo y superficie máxima es en el mes agosto de 33,90 m³/ha/día; los intervalos de riego están entre 3 días para los meses de enero, febrero, marzo, y octubre; de 2 días para los meses de junio, julio, agosto, septiembre y noviembre.

La dosis total aplicar por riego mayores es en los meses de julio, agosto y septiembre con 76 mm, 80 mm, 74 mm, respectivamente y el caudal máximo necesario es de 99,47 l/seg en el mes de agosto y para los meses de abril, mayo y diciembre no se requiere de un caudal determinado por las precipitaciones en estos meses. Ver cuadro 28.

CUADRO 28. Demanda de agua para la superficie no cultivada, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Datos			
Cultivo	Pastos	Fecha de I siembra	1 de Enero
Superficie (ha)	153	Duración del ciclo (días)	21

Mes	Nn (m³/ha día)	Nn (m³/ha mes)	i ajust(días)	Dt ajust (mm)	Q (m³/hora)	Q (l/seg)
Enero	18,06	559,71	3	64	152,41	42,34
Febrero	18,67	522,65	3	66	162,90	45,25
Marzo	18,20	564,11	3	64	154,82	43,00
Abril	-9,64	-289,14	0	0	0,00	0,00
Mayo	-5,08	-157,43	0	0	0,00	0,00
Junio	30,52	915,74	2	72	290,42	80,67
Julio	32,49	1007,04	2	76	328,92	91,37
Agosto	33,90	1050,76	2	80	358,10	99,47
Septiembre	31,51	945,21	2	74	309,41	85,95
Octubre	16,83	521,85	3	59	132,49	36,80
Noviembre	20,48	614,27	2	48	130,67	36,30
Diciembre	-6,58	-151,37	0	0	0,00	0,00

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

6.9. Balance hídrico para Riego

Para el balance hídrico de riego en la Microcuenca del Río Blanco, se realizó con los cultivos de maíz, pasto y rosas en una superficie bajo riego de 1774 ha. En el cuadro 29, en la columna del Total se detalla que los meses de mayor necesidad de caudal de agua son: junio, julio y agosto (verano) con 1023,70 l/seg, 1105,87 l/seg y 1144,83 l/seg, y el caudal de menor necesidad es en el mes de mayo con 135,87 l/seg, debido a las precipitaciones en todo este mes.

Del 100 % de la superficie bajo riego, el 81,9 % de la superficie está destinada para el cultivo de pasto, por lo que el requerimiento de agua en el mes crítico (agosto) es de 944,67 l/seg; el 14,9% de la superficie se está cultivando rosas requiriendo un caudal de 203 l/seg en el mes de junio; y el 3,2 % de la superficie se dedica al cultivo de maíz para el cual se requiere un caudal de 53,72 l/seg.

CUADRO 29. Caudales por cultivos y caudal total por meses, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Mes	Cultivos			Total Q (l/seg)
	Pasto Q (l/seg)	Rosas Q (l/seg)	Maíz Q (l/seg)	
Enero	402,05	155,74	14,76	572,55
Febrero	286,48	156,82	0,00	443,30
Marzo	272,27	150,38	0,00	422,65
Abril	0,00	164,51	0,00	164,51
Mayo	0,00	135,87	0,00	135,87
Junio	766,12	203,86	53,72	1023,70
Julio	867,68	202,00	36,05	1105,74
Agosto	944,67	200,16	0,00	1144,83
Septiembre	816,21	159,00	18,92	994,14
Octubre	349,50	140,45	8,06	498,01
Noviembre	517,08	135,87	40,75	693,69
Diciembre	0,00	172,95	32,96	205,91

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

Para el cálculo del balance hídrico para riego de la Microcuenca del Río Blanco, se tomó en cuenta los caudales de entrada (oferta) medidos un día en la época de verano e invierno y el caudal calculado (demanda) del mes de mayor demanda que es el mes de agosto.

En el cuadro 30, se muestra que el caudal de entrada en la época de verano e invierno son: 719,07 l/seg, y 1445,62 l/seg correspondientemente. El Caudal Concesionado es de 807,38 l/seg. El caudal calculado en el mes más crítico que es de agosto (verano) es de 1144,83 l/seg. Demostrando que existe un déficit de agua para la época de verano de - 425,76 l/seg, y teniendo un exceso en la época de invierno de 300,75 l/seg.

Como se puede observar el cuadro 30, el caudal concesionado es mayor que el caudal de entrada en la época de verano en la Microcuenca del Río Blanco, sabiendo que en verano es donde se requiere este liquido vital para las actividades agrícolas de la zona. Con el caudal de entrada, no abastece para cubrir el caudal calculado (demanda) para esta época, provocando un déficit hídrico. Mientras que el caudal de entrada en la época de invierno es superior al caudal concesionado y que en esta época no se requiere regar los cultivos a campo abierto gracias a las precipitaciones, sino que se debería almacenar para las épocas críticas (verano), y con esto compensar la falta de agua.

CUADRO 30. Caudal de entrada en la época de verano e invierno, caudal concesionado y caudal calculado, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009.

Época	Caudal de Entrada Q (l/seg)	Caudal Concesionado Q (l/seg)	Caudal Calculado Q (l/seg)	Balance Hídrico Q (l/seg)
Verano	719,07	807,38	1144,83	-425,76
Invierno	1445,62	807,38	1144,83	300,79

Fuente: La Investigación
Elaborado por: La Autora

6.10. Mapas Temáticos

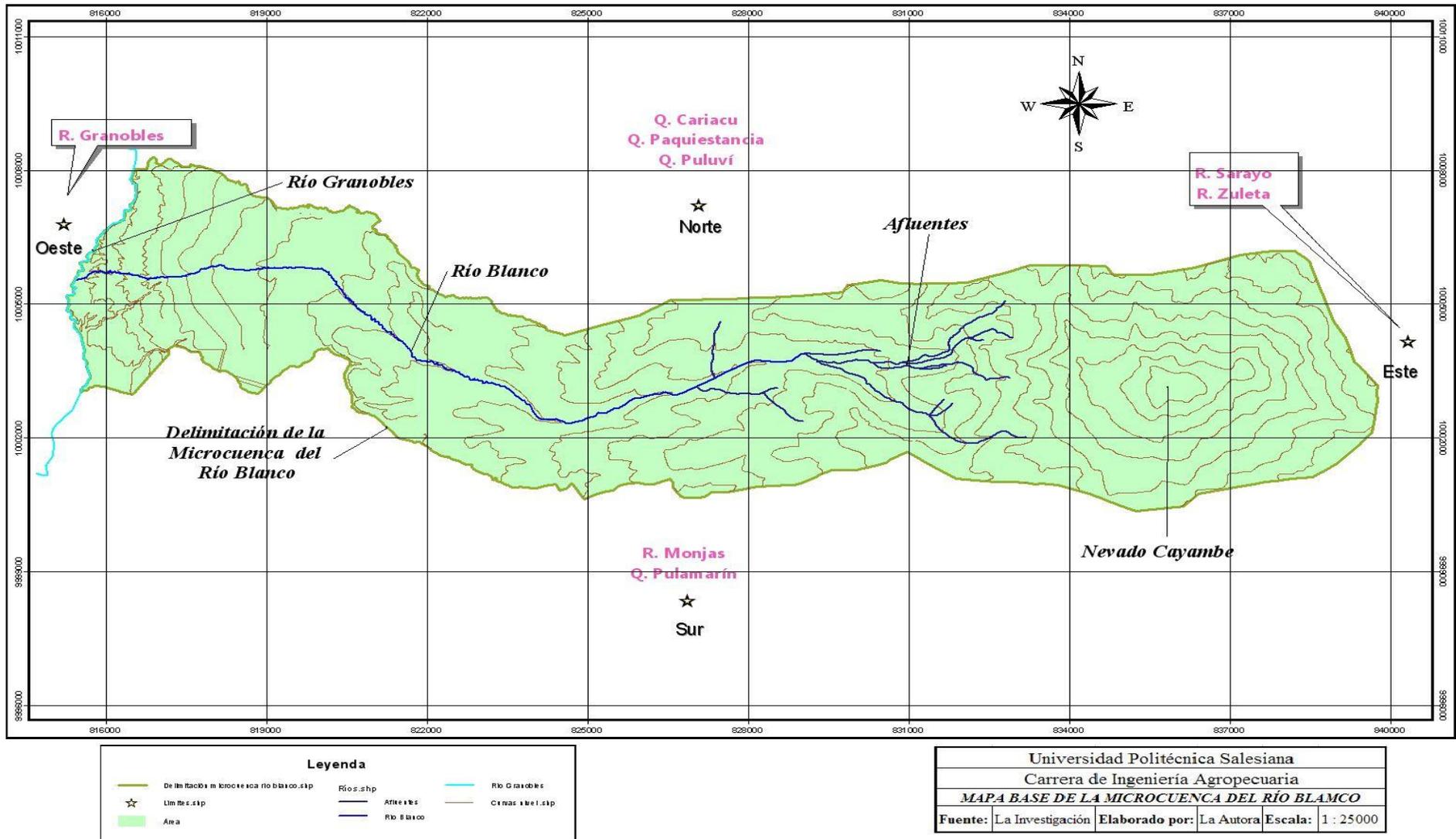
Con los resultados obtenidos se elaboraron 3 mapas temáticos que permiten visualizar la realidad de la Microcuenca del Río Blanco y los diferentes actores de la microcuenca puedan tomar decisiones relevantes y eficientes, los mismos que se definieron con la Dirección de Desarrollo Agropecuario del Municipio del cantón Cayambe.

El Mapa 5, contempla la delimitación de la Microcuenca del Río Blanco; el área de la Microcuenca; sus límites al Norte: las Quebradas Cariacu, Paquiestancia y Puluvi, al Sur: el Río Monjas y la Quebrada Pulamarín, al Este: los Ríos Sarayo y Zuleta, y al Oeste: el Río Granobles; los afluentes que alimentan el Río Blanco; la ubicación del río Blanco y el río Granobles; y las curvas de nivel.

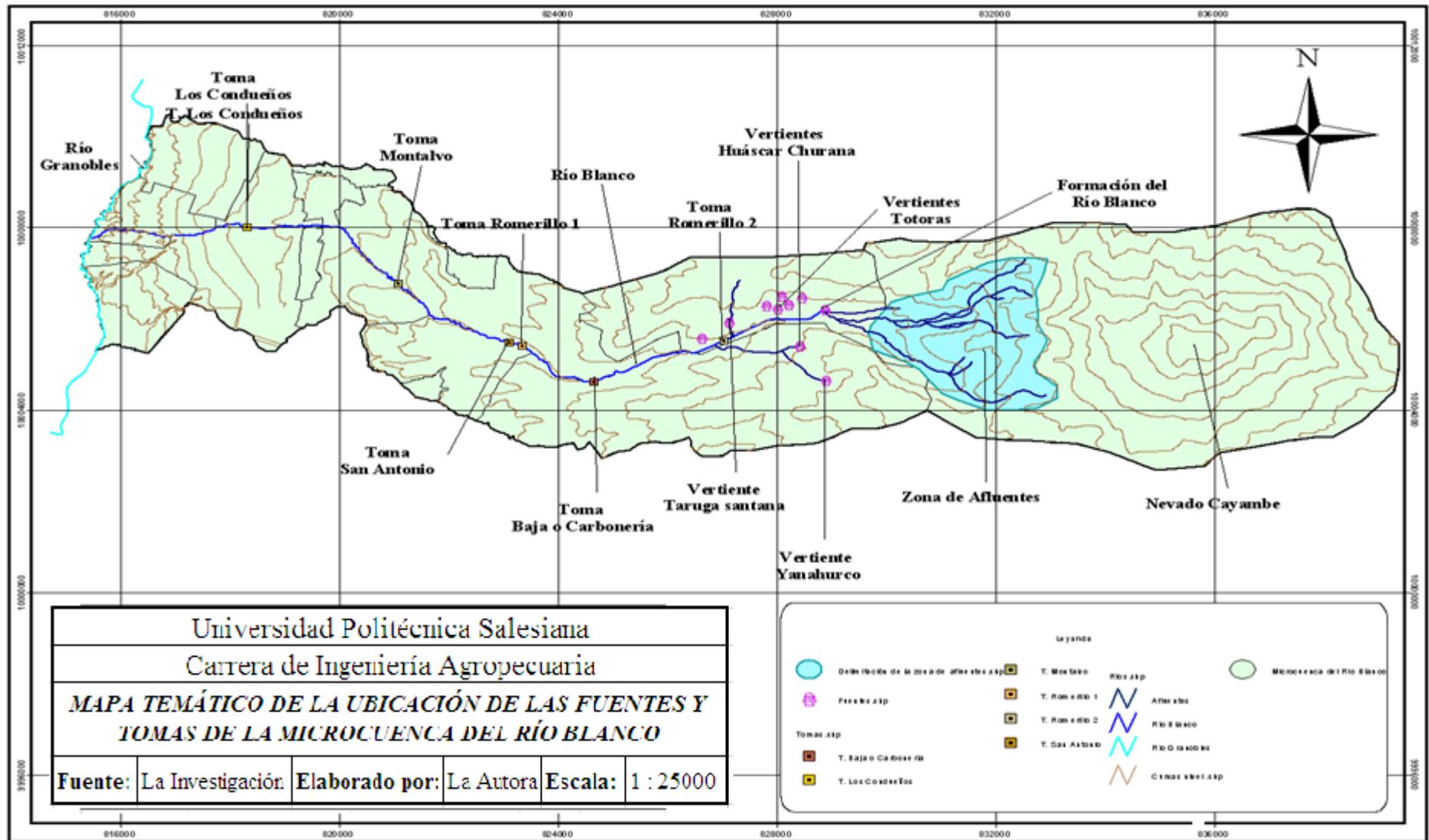
El Mapa 6, contiene la zona de afluentes donde nace el río Blanco, la ubicación de las vertientes (Totoras, Huaca Churana, Taruga Santana, Yanahurco) que alimentan al Río Blanco, la trayectoria del Río Blanco hasta la unión con el Río Granobles, las tomas o captaciones que salen del Río Blanco (Romerillo, Carbonería, San Antonio, Montalvo, Los Condueños), de color celeste se detalla la zona de afluentes de la Microcuenca.

En el Mapa 7, se detalla la superficie potencial regable en hectáreas por comunidad, la zona protegida de la Microcuenca y la trayectoria del Río Blanco hasta su desembocadura en el Río Granobles.

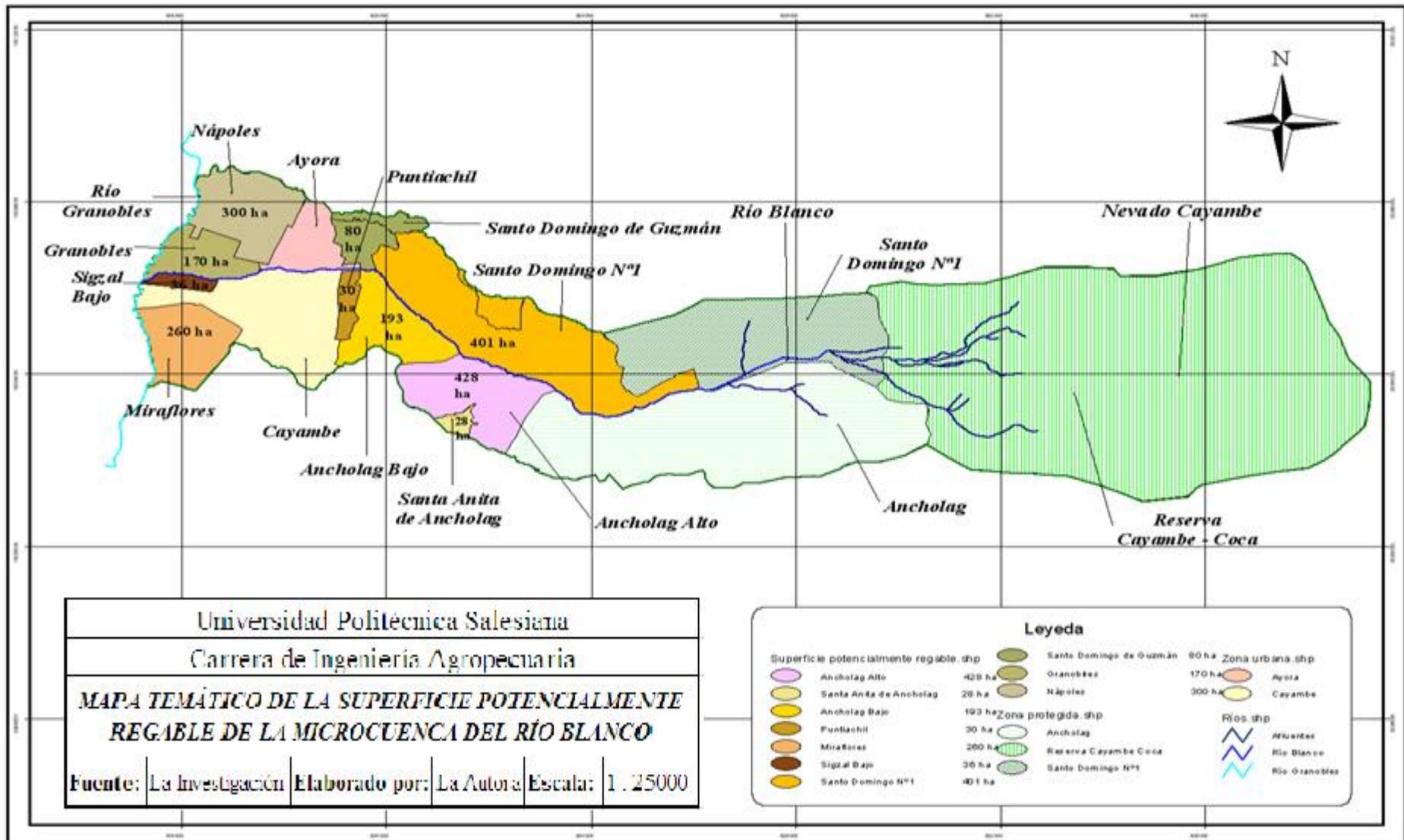
MAPA 5. Mapa Base de la Microcuenca del Río Blanco



MAPA 6. Mapa de Ubicación de las Fuentes y Tomas de la Microcuenca del Río Blanco



MAPA 7. Mapa de la Superficie Potencialmente Regable de la Microcuenca del Río Blanco



7. CONCLUSIONES

- ✓ Tomando en cuenta la época de sequía (verano), se realizó el aforamiento de las vertientes cuyas aguas forman el Río Blanco. Como resultado de los aforamientos se estima una oferta de agua de 719,07 l/seg disponibles para riego, uso doméstico y abrevadero de animales. Para determinar la cantidad de agua utilizada para riego se midieron los caudales que ingresan a las tomas de los canales de conducción para riego, de ellos se obtuvo un caudal total de 658,12 l/seg, que se lo utiliza para las prácticas agrícolas.

- ✓ Los sistemas de producción predominantes de la Microcuenca del Río Blanco son: con 1453 ha el cultivo de pasto; con 256 ha el cultivo de rosas; y con 56 ha el cultivo de maíz.

- ✓ La Microcuenca del Río Blanco cuenta con una superficie potencialmente regable de 1 927 ha, de las cuales 1 774 ha están bajo riego con los cultivos predominantes de pasto, rosas y maíz, para lo cual se necesita un caudal máximo de 1 144,83 l/seg. Se debe tomar en cuenta que existe 153 ha que no están cultivadas, y si se asumiera que está superficie se cultivará pasto se necesitaría un caudal adicional de 99,47 l/seg. La demanda de agua necesaria para regar las 1 927 ha es de 1 244,30 l/seg.

- ✓ En el trayecto de la Microcuenca se han concesionado aproximadamente 611,01 l/seg para riego, habiendo un caudal de oferta de 719,07 l/seg, y requiriendo (demanda) un caudal para riego de 1 144,83 l/seg.

- ✓ Para la gestión social se presenta tres escenarios a lo largo de la Microcuenca del Río Blanco. Las comunidades Ancholag Alto, Ancholag Bajo, Santa Anita de

Ancholag, y el barrio Puntiachil se encuentran organizados legalmente en un directorio de aguas para riego. El barrio Santo Domingo de Guzmán está en el proceso de legalización como directorio de aguas de riego. El escenario más crítico en cuanto a la gestión ocurre en la parte baja de la Microcuenca, donde los barrios Nápoles, Miraflores, Granobles y Sigzal Bajo no están organizados de ninguna forma, sin embargo tienen la necesidad de utilizar el agua de riego.

- ✓ En la gestión ambiental las comunidades de Santo Domingo N° 1 y Ancholag están realizando acciones para conservar las fuentes de agua, el resto de comunidades y barrios que pertenecen a la Microcuenca del Río Blanco no están involucradas en estos accionares, por falta de una gestión integral de la Microcuenca.

- ✓ Finalmente se concluye que el caudal de la Microcuenca del Río Blanco no abastece el 100% de los requerimientos hídricos de los cultivos predominantes.

8. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda que exista una organización que involucre a todos los usuarios de la Microcuenca del Río Blanco, la misma que sería responsable de la gestión del agua destinada para riego de una manera que se realice una distribución participativa y equitativa. A esta administración se articularían los directorios y juntas de agua de riego de las diferentes comunidades y barrios que se encuentran dentro de la Microcuenca.

- ✓ Se recomienda redistribuir el caudal para riego que existe en el Río Blanco, tomando en cuenta la superficie regable y el cultivo implementado.

- ✓ En cuanto a las captaciones o tomas de agua se recomienda realizar un mejoramiento de la infraestructura que permita el ingreso del agua de acuerdo a los caudales asignados en las respectivas concesiones que cada comunidad y barrio tienen; y mejorar los sistemas de conducción tomando en cuenta criterios técnicos, económicos y ambientales. juntemos

- ✓ Se sugiere elaborar un plan participativo integral (donde se involucre a todos los usuarios de la Microcuenca) de manejo y conservación de los recursos naturales que garanticen la provisión de agua a todos los usuarios que se encuentran dentro de la Microcuenca del Río Blanco.

- ✓ Se recomienda implementar una red de monitoreo de caudales en todas las tomas de la Microcuenca del Río Blanco, con el fin de planificar una mejor distribución del agua para riego.

9. RESUMEN

La Microcuenca del Río Blanco, contempla las comunidades Ancholag Alto, Ancholag Bajo, Santa Anita de Ancholag, Santo Domingo N^o1 y los barrios Puntiachil, Santo Domingo de Guzmán, Nápoles, Miraflores, Granobles, Sigzal Bajo y la zona urbana de Cayambe y Ayora.

Para la ejecución del este estudio se conto con el apoyo del municipio, estudiantes de la carrera de ingeniería agropecuaria de la Universidad Politécnica Salesiana, y colaboración de las comunidades y barrios pertenecientes a la Microcuenca. Además se conto con el apoyo del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), quienes permitieron acceder a la base de datos de meteorología de la zona de Cayambe y de las concesiones de agua realizadas en la Microcuenca del Río Blanco.

En la Microcuenca del Río Blanco se ha concesionado un caudal de 650,38 l/seg para riego distribuido de la siguiente manera: en las acequias Baja 129,12 l/seg; San Antonio 102,74 l/seg; Romerillo 30 l/seg; Totoras 17 l/seg; Montalvo 62,22 l/seg; los Condueños 286,39 l/seg; y el Molino con 22,84 l/seg.

La oferta de agua superficial para riego en la época de verano es de aproximadamente 611,01 l/seg, distribuidos en las siguientes acequias: Baja o Carbonería 191,63 l/seg; San Antonio 138,36 l/seg; romerillos y Totoras 126,17 l/seg; Montalvo 29,24 l/seg; y los Condueños 76,39 l/seg.

La Microcuenca del Río Blanco tiene una superficie total de 4 799 ha. La superficie potencialmente regable es de 1 927 ha, pero la superficie que está actualmente bajo riego es de 1 774 ha. De la superficie bajo riego, los cultivos que predominan son: el cultivo de pasto con 1 453 ha; el cultivo de rosas con 265 ha y el cultivo de maíz con 56 ha.

Para determinar la demanda de agua para riego dentro de la Microcuenca del Río Blanco se tomo en cuenta la superficie potencialmente regable, el tipo de cultivo, la

información meteorológica de la estación de Olmedo-Pichincha, y la información climatológica de la empresa florícola Florcell. Para regar: 1453 ha de pasto se requiere un caudal de 944,67 l/seg; 265 ha de rosas se necesita un caudal de 203,86 l/seg; 56 ha de maíz se requiere un caudal de 53,72 l/seg, es así que para regar 1 774 ha se necesita un caudal de 1144,83 l/seg.

Analizando la oferta y demanda de agua dentro de la Microcuenca del Río Blanco, se determinó que en la época de verano existe un déficit de agua de -425,76 l/seg; en cambio en la época de invierno hay un exceso de agua de 300,79 l/seg.

Para la gestión social de la Microcuenca del Río Blanco, existen tres escenarios. Las comunidades y barrios de la parte alta de la Microcuenca se han organizado formando directorios de agua de riego legalizados; la parte media de la Microcuenca se encuentran en trámites para legalizar el directorio de agua que tienen formado dentro del barrio; mientras que la parte baja de la Microcuenca no se encuentran organizados de ninguna manera.

En la gestión ambiental las comunidades de Santo Domingo N°1 y Ancholag que se encuentran ubicadas en la parte alta de la Microcuenca y es donde se encuentra los páramos realizan algunas acciones para conservar las fuentes de agua, mientras que el resto de comunidades y barrios que se encuentran en la parte media y baja de la Microcuenca de Río Blanco no aportan a la conservación del recurso agua, ya que no existe una gestión integral de la Microcuenca.

10. SUMMARY

The Microcuenca of Blanco River includes the communities Ancholag Alto, Ancholag Bajo, Santa Anita Ancholag, Santo Domingo N°1 and the neighborhoods Puntiachil, Santo Domingo de Guzman, Nápoles, Miraflores, Granobles, Sigzal Bajo and the urban area of Cayambe and Ayora.

For the implementation of this study was supported by the municipality, students of agricultural engineering degree from the Salesian University, and collaboration with communities and neighborhoods belong to the watershed. It also was supported by National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI) and the National Secretariat for Water (SENAGUA), who allowed access to the meteorological database of the Cayambe area and water concessions made in the Microcuenca Blanco River.

In the Microcuenca of Blanco River has awarded a wealth of 650.38 l/seg for irrigation distributed as follows: in the irrigation ditches Baja 129.12 l/seg; San Antonio 102.74 l/seg; Romerillo 30 l/seg; Totoras 17 l/seg; Montalvo 62.22 l/seg; the Condueños 286.39 l/seg, and the Molino 22.84 l/seg.

The supply of surface water for irrigation in the summer is about 611.01 l/seg, divided into the following irrigation ditches: Baja or Carbonería 191.63 l/seg; San Antonio 138.36 l/seg; Romerillo and Totoras 126.17 l/seg; Montalvo 29.24 l/seg, and the Condueños 76.39 l/seg.

The Microcuenca of Blanco River has a total area of 4 799 ha. The potential gross irrigated area is 1 927 ha, but the area is currently under irrigation is 1774 ha. In irrigated areas, crops that predominate are: cop of pasture with 1 453 ha, crop of roses with 265 ha and crop of corn with 56 ha.

To determine the demand for irrigation water within of the microcuenca of Blanco River took into account the potentially irrigable area, crop type, weather station Olmedo, Pichincha, and climatological information of the company Florcell flower.

To irrigate: 1453 ha of pasture requires a caudal of 944.67 l/seg, 265 ha of roses need a caudal of 203.86 l/seg, 56 ha of corn requires a caudal of 53.72 l/seg, it is well to irrigate 1 774 ha requires a caudal 1144.83 l/seg.

Analyzing the supply and demand of water in the Microcuenca of Blanco River, it was determined that in the summer there is a water deficit of -425,76 l/seg, whereas in the winter time there is excess water 300,79 l/seg.

For social management of the Microcuenca of Blanco River, there are three scenarios. Communities and neighborhoods in the top of the Microcuenca have organized to form directories of legalized irrigation water, the middle part of the Microcuenca are in the process to legalize the board of water that have formed within the neighborhood, while the lower the Microcuenca are not organized in any way.

Environmental management communities of Santo Domingo N°1 and Ancholag which are located at the top of the Microcuenca and is where the moors take action to conserve water sources, while the other communities and neighborhoods that are in the middle and lower of the Microcuenca of Blanco River not contribute to the conservation of water resources, since there is no comprehensive management of the watershed.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. AGSO, *Manual de Siembra Cosecha y Post Cosecha*.
2. ALVEAR, Jorge, y otros, *Manejo del Agua en la Cuenca y en la Parcela*-. CAMAREN, Quito-Ecuador, 1999.
3. ARGUELLO, Silvia y ARROYO, Aline, *Género y Riego Andino*, Quito-Ecuador 1996.
4. ASAMBLEA CONSTITUYENTE, *Constitución de la República del Ecuador*, Montecristi - Ecuador, 2008.
5. CACHIPUENDO, Charles, *Módulo de Hidrología I, Cayambe – Ecuador*, 2007.
6. CASTAÑÓN, Guillermo, *Ingeniería del Riego. Utilización Racional del Agua*, 1er Edición, Ed. Paraninfo S.A., Madrid – España, 2002.
7. CISNEROS, Iván, y otros, *Organización Campesina y Gestión del Riego*, Quito-Ecuador 1995.
8. CONGRESO NACIONAL, *Codificación de la Ley de Aguas*, Quito, 2004
9. BERNAL, Fabián, y otros, *Relaciones Socio-Organizativas y Legales en el Páramo y otras Zonas de Altura*, Quito-Ecuador, 1995.
10. DOORENBOS, J. *Las Necesidades de Agua de los Cultivos-FAO*, Roma-Italia, 1977.
11. FOROS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, *Entre Kishkas y Abogados: ¿Cómo Tramitar derechos de agua?*, Ecuador, Enero 2008.

12. FUENTES, José, *Técnicas de Riego*. 4^{ta}, Edición, Editorial Aedos, Madrid-España, 2003.
13. GUROVICH, Luis, *Riego Superficial Tecnificado*- 2^{da}, Edición, Editorial Universidad Católica de Chile, México.
14. OLAZÁVAL, Hugo, *Infraestructura de Riego: Elementos Técnicos y Sociales-CAMAREN*, Quito-Ecuador.
15. TARJUELO, José, *El Riego por Aspersión y su Tecnología*- 2^{da}, Edición, Editorial Mundi-Prensa, Madrid-España, 2002.
16. TARJUELO, José, *El Riego por Aspersión y su Tecnología*- 3^{era}, Edición, Editorial Mundi-Prensa, Madrid-España, 2005.
17. Ortiz, Gabriel, http://foro.gabrielortiz.com/index.asp?Topic_ID=24110

12. ANEXOS

ANEXO 4. Ficha de levantamiento de superficie regable y no regable de la Microcuenca del Río Blanco

Ficha de Levantamiento de Superficie Regable y No Regable de la Microcuenca del Río Blanco										
No.	Esposo/a	Nombres	Comunidad	Superficie Cultivada	Superficie No cultivada	Tiene agua de riego (si/no)	Fuente de agua	Reservorio (m3)	Nombre de la toma	Caudal asignado en l/seg
	Dueño/a									
	Esposo/a									
	Dueño/a									
	Esposo/a									
	Dueño/a									
	Esposo/a									
	Dueño/a									
	Esposo/a									
	Dueño/a									
	Esposo/a									
	Dueño/a									
	Esposo/a									
	Dueño/a									
	Esposo/a									
	Dueño/a									
	Esposo/a									
	Dueño/a									
	Esposo/a									
	Dueño/a									
	Esposo/a									

ANEXO 6. Preguntas para la entrevista sobre la infraestructura de riego de la Microcuenca del Río Blanco

Preguntas para la Entrevista sobre la Infraestructura de Riego de la Microcuenca del Río Blanco

Comunidad o Barrio:

Directorio o Junta:

Representante:

¿Qué tipo de captación tienen?

¿Cómo realizan la conducción del agua?

¿Tienen reservorios? Y si los tienen ¿cuántos?, ¿son revestidos, con qué material?

¿La distribución del agua es a canal abierto o entubada?

Del 100% de la comunidad o barrio ¿qué porcentaje se realiza la distribución del agua de riego en tubería y qué porcentaje a cana abierto?

¿Las acometidas son entubadas o a canal abierto?

¿Cómo hacen la aplicación del agua en los predios?

ANEXO 7. Preguntas para la entrevista sobre la organización y administración del agua de riego en la Microcuenca del Río Blanco

Preguntas para la Entrevista sobre la Organización para la Administración del Agua de Riego en la Microcuenca del Río Blanco

Comunidad o Barrio:

Directorio o Junta:

Representante:

¿Cómo está estructurado el Directorio o Junta de Agua?

¿Tienen estatutos o reglamentos?

¿Están inscritos legalmente en la Secretaria Nacional del Agua?

¿Cuáles son los Roles y Funciones de la directiva?

¿Cuáles son los requisitos para acceder al agua de riego?

¿Cómo realizan la distribución del agua de riego?

¿Cuáles son las sanciones en caso de no respetar los turnos de agua?

ANEXO 8. Preguntas para la entrevista sobre el establecimiento de tarifas

Preguntas para la Entrevista sobre el Establecimiento de Tarifas

Comunidad o Barrio:

Directorio o Junta:

Representante:

¿Qué criterios toman en cuenta para establecer una tarifa?

¿Cuáles son los principales criterios para establecer una tarifa?

¿Cuánto pagan anualmente a la Secretaria Nacional del agua?

ANEXO 9. Preguntas para la entrevista sobre la conservación de las fuentes hídricas de la Microcuenca del Río Blanco

Preguntas para la Entrevista sobre la Conservación de las Fuentes hídricas de la Microcuenca del Río Blanco

Comunidad o Barrio:

Directorio o Junta:

Representante:

¿Qué acciones realizan para la conservación de las fuentes hídricas?

¿Cada qué tiempo lo realizan?

¿Quiénes son los responsables de hacerlo cumplir las acciones?

ANEXO 10. Modelo de distribución de agua de la Junta del Río Blanco

INSTITUTO ECUATORIANO DE RECURSOS HIDRAULICOS
 CALLE RÍOFRIO N° 314
 TELÉFONOS: DIRECCIÓN EJECUTIVA 232-166-TROMCAL 232-993
 QUITO -- ECUADOR, S. A.

El Ecuador ha alio, ya
 y será país Amazónico

- 4 -

divida el caudal de la acequia en el sitio en que actualmente se divide para uso de los señores Jimenez y González los que correrán con el costo de la misma, esta obra debe partir el caudal en: el 41,5% para los nombrados usuarios y el 58,5% restantes para los parceleros de Nápoles, a los cuales deben integrarse los herederos de Felix Cruz y el Coronel José Rodríguez para que formen parte de un solo calendario de uso, de acuerdo al informe presentado por el Ing. Raúl Andrade mediante oficio No. 325 DRH del 25 de Marzo del presente año.

Por lo expuesto y según los aforos realizados, se calcula el caudal de estiaje de la acequia multiplicado por 0,6, es decir el caudal distribuible se puede determinar en 20,52 lts/seg, el que se destinará:

<u>Nombre del Usuario</u>	<u>Módulo de Riego (lts/seg)</u>	<u>Horas de Agua/sema.</u>	<u>Equiv. en Qperman.</u>	<u>Tarifa Anual</u>
Vicente e Hilda Jimenez León	8,5 lts/seg.	122 h y 10'	6,18	136,5
Martín González	8,5 lts/seg.	45 h y 50'	2,32	51,2
		168 horas	8,5	
Herederos de Felix Cruz	12,02	32 h 30'	2,32	51,20
Coronel José Rodríguez	12,02	32 h 30'	2,32	51,20

El resto de la semana de este módulo de riego deberá ser repartido entre los parceleros de Nápoles, según el informe del Ing. Raúl Andrade.

B. - Los vecinos del ramal 2 del óvalo II, deben seguir utilizando el agua como hasta la fecha lo han venido haciendo y manteniendo los mismos horarios.

El detalle del uso de acuerdo a los aforos (de invierno) realizados es el siguiente:

<u>Nombre del Usuario</u>	<u>Módulo de Riego (lts/seg)</u>	<u>Horas de Agua/sema.</u>	<u>Equiv. en Qperman.</u>	<u>Tarifa Anual</u>
Vicente e Hilda Jimenez León	16	24	2,28	50,30

QUITO ECUATORIANO DE RECURROS HIDRAULICOS
 CALLE RIFRIO N° 314
 TELEFONOS: DIRECCION EJECUTIVA 222-188-TROMCAL 222-993
 QUITO - ECUADOR, S. A.

[El Ecuador h. 116, 04
 y bord país Amambulo]

- 5 -

<u>Nombre del Usuario</u>	<u>Módulo de Riego (lts/seg)</u>	<u>Horas de Agua/sema.</u>	<u>Equiv, en Qperman.</u>	<u>Tarifa Anual</u>
Javier Villalba	16 ✓	24	2,28	50,30
Rafael A. Noboa	16 ✓	24	2,28	50,30
✓ Julio Noboa R.	16	96	9,14	201,76
✓ Julio Noboa R.	21	72	9,00	198,70
Víctor M. Grijalva, Herederos de Manuel Cartagena	21	96	12,00	264,90
✓ Matilde Maldonado de Rueda	14	168	14	309,05
Luisa Maldonado de Usbeck	17	168	17	375,30
	16	168	16	353,20

C. - Los usuarios deberán constituir un solo directorio de aguas, de acuerdo a lo establecido en el Art. 29 del Reglamento de la Ley de Aguas.

Es todo cuanto puedo informar para los fines consiguientes.

Atentamente,

Alex Salazar
 Ing. Alex Salazar Veintimilla

AS:mbm
 Anexo: Lo indicado

La concesión se hará de acuerdo a las listas consignadas con los valores allí constantes.

III - 29 - 74