# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

## ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

## MAESTRÍA EN RIEGO COMUNITARIO ANDINO

# "GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA EN LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO"

*Tesis de grado previa a la obtención del título de Magister en Riego Comunitario Andino*


AUTOR

**Luis Floresmilo Sivisaca Caraguay**

DIRECTOR

**Ing. Mg. Sc. Omar Ojeda Ochoa**


LOJA - ECUADOR

2012

Ing. Omar Ojeda Ochoa

**DOCENTE EXPERTO DEL PRICA, ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES DEL A UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**C E R T I F I C A:**

Que una vez que el autor ha cumplido con las sugerencias y recomendaciones al texto y que han sido revisados los borradores de manera prolija y sistemática, el presente trabajo de tesis de grado titulada: Gestión Integral del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, de autoría del Ing. Luis Floresmilo Sivisaca Caraguay, egresado de la Maestría en Riego Comunitario Andino-PRICA, cumple con los requisitos de validez técnica, por lo que autorizo su publicación y difusión.

Loja, noviembre de 2012.

Ing. Omar Ojeda Ochoa, Mg. Sc.

**GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA EN LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO**

Tesis de Grado presentada al Tribunal Calificador como requisito parcial para obtener el Título de Magister en Riego Comunitario Andino de Postgrado del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

**A P R O B A D A:**

Ing. Temistocles Maldonado Rojas, Mg. Sc.
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Félix Hernández Cueva, Mg. Sc.
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Guillermo Chuncho, Mg. Sc.
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## AUTORÍA

Toda la información presentada en la presente investigación es de exclusiva responsabilidad del Autor.

Ing. Agric. Luis Floresmilo Sivisaca Caraguay

# DEDICATORIA

A todos los hombres y mujeres de los sectores rurales, de manera particular a los de Chantaco y Chuquiribamba, que son ejemplo, por su convicción y dedicación para trabajar día a día en el campo y que luchan para tener unos mejores días para vivir de manera digna. Son ellos quienes dan de alimentar a la población de las ciudades de la Región Sur del Ecuador.

A Lorgia, Gabriela, Verónica y Diego, por estar siempre juntos a mi persona acompañándome y apoyándome para que mis sueños se hagan realidad. Igualmente a mis padres, hermanos y tíos, por inculcarme que siempre tenga un comportamiento apegado a la moral y lo espiritual.

**EL AUTOR**

## AGRADECIMIENTOS

Mi imperecedero y sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja y de manera particular al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, al Programa de Maestría en Riego Comunitario Andino-PRICA, a los docentes y personal administrativo que han sido parte del PRICA; y, en especial al Ing. Omar Ojeda Ochoa, Director de la tesis, por sus importantes aportes, comentarios y sugerencias emitidas para la culminación de la presente tesis.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Chantaco, a su Presidente, Vocales y Secretario; a los dirigentes, líderes y socios de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario de las parroquias de Chantaco y Chuquiribamba. Igualmente mi gratitud y agradecimiento a mi esposa, hijos, padre y hermanos, de manera especial a Jorge Rodrigo, por el permanente apoyo y colaboración; y, a los técnicos de los Laboratorios de Agua y Suelos de la Universidad Técnica Particular de Loja y la Universidad Nacional de Loja, respectivamente.

**EL AUTOR**

# CONTENIDO

**Pág.**

**AUTORÍA IV**

**DEDICATORIA ..... V**

**AGRADECIMIENTOS ..... VI**

**RESUMEN XVIII**

**SUMMARY ..... XX**

**1. INTRODUCCIÓN ..... 1**

**2. REVISIÓN DE LITERATURA ..... 4**

2.1. LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS-GIRH ..... 4
2.2. LA FILOSOFÍA Y PRINCIPIOS RECTORES DE LA GIRH ..... 6
2.3. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS O POLÍTICAS DE LA GIRH ..... 8
2.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA GIRH ..... 9
2.5. INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS ..... 10
2.5.1. El Proceso Metodológico para Realizar Inventarios Hídricos Participativos ..... 13
2.5.1.1. Fase 1: La sensibilización y la concertación entre los actores. ..... 14
2.5.1.2. Fase 2: Inventario de los recursos hídricos. ..... 15
2.5.1.3. Fase 3: El análisis técnico. ..... 17
2.5.1.4. Fase 4: El planeamiento de los recursos hídricos (negociación, concertación). ..... 18
2.6. LA UNIDAD DE ANÁLISIS: LA CUENCA HIDROGRÁFICA ..... 19
2.7. BALANCE HÍDRICO EN LA SUPERFICIE DE UNA MICROCUENCA ..... 20
2.8. DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS EN EL ECUADOR ..... 23
2.9. EXPERIENCIAS ANCESTRALES SOBRE EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA DE RIEGO ..... 24

**3. MATERIALES Y MÉTODOS ..... 28**

3.1. MATERIALES ..... 28
3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO ..... 28
3.3. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS ..... 30
3.4. METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: ADAPTAR LA GUÍA METODOLOGÍA DE INVENTARIO HÍDRICO, PROPUESTA POR EL FORO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, Y REALIZAR EL INVENTARIO HÍDRICO PARA LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO, EN TÉRMINOS DE CANTIDAD Y CALIDAD. ..... 31
3.4.1. Proceso de Sensibilización y Concertación. ..... 31
3.4.2. Realización del Inventario Hídrico. ..... 33
3.4.2.1. Estudio del agua para consumo humano ..... 34
3.4.2.2. Estudio del agua para riego. ..... 35
3.4.2.3. Estudio de la calidad del agua. ..... 36

3.4.2.4. Estudio de la cantidad de agua. ..... 40
3.4.2.5. Análisis técnico ..... 48
3.5. METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2: DETERMINAR LA RACIONALIDAD DE LOS PRODUCTORES SOBRE EL MANEJO Y USO DEL AGUA EN VERTIENTES Y EN LOS SISTEMAS DE CULTIVOS DE LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO. ..... 49
3.6. METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 3: PLANTEAR ALTERNATIVAS DE PLANIFICACIÓN, MANEJO Y USO DEL AGUA EN LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO. ..... 52
3.7. METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 4: DIFUNDIR LA GUÍA METODOLOGÍA Y LOS RESULTADOS DE INVENTARIO HÍDRICO Y DE LAS MEJORES OPCIONES DE MANEJO DEL AGUA EN LAS VERTIENTES Y USO EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO DE LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO, PARA ASEGURAR LA SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA POBLACIÓN. ..... 53

**4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ..... 56**

4.1. MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO. ..... 56
4.1.1. Características Morfométricas ..... 56
4.1.2. Cobertura Vegetal ..... 57
4.2. CONCESIONES, USOS Y FUENTES DE AGUA. ..... 61
4.2.1. Sistema Hidrográfico al que pertenece la microcuenca ..... 64
4.3. ADAPTACIÓN DE LA GUÍA METODOLOGÍA PARA EL INVENTARIO HÍDRICO, PROPUESTO POR EL FORO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. ..... 64
4.4. INVENTARIO HÍDRICO DE LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO. ..... 65
4.4.1. Conformación del Foro Parroquial del Agua ..... 65
4.4.2. Agua para Consumo Humano. ..... 66
4.4.2.1. Funcionalidad técnica de los sistemas. ..... 67
4.4.2.2. Evaluación de la funcionalidad técnica del sistema. ..... 69
4.4.2.2.1. Concesión del agua. ..... 70
4.4.2.2.2. Características de la infraestructura. ..... 70
4.4.2.3. Funcionalidad social de los sistemas. ..... 78
4.4.2.4. Organización para la administración de los sistemas. ..... 80
4.4.2.4.1. Representatividad y legitimidad. ..... 80
4.4.2.4.2. Normatividad. ..... 82
4.4.2.4.3. Operatividad. ..... 83
4.4.3. Agua de Riego. ..... 85
4.4.3.1. Funcionalidad técnica de los sistemas de riego comunitario. ..... 85
4.4.3.2. Riego parcelario. ..... 105
4.4.3.3. Funcionalidad social de los sistemas ..... 108
4.4.3.4. Organización administrativa del sistema. ..... 112
4.4.3.4.1. Representatividad y legitimidad. ..... 112
4.4.3.4.2. Normatividad. ..... 113
4.4.3.4.3. Operatividad. ..... 114
4.4.4. Calidad de Agua. ..... 118

4.4.4.1. Análisis de los sistemas de agua de consumo humano ..... 121
4.4.4.1.1. Sistema de agua Miraflores..... 121
4.4.4.1.2. Sistema de agua Pordel Alto (Agua Tibia)..... 123
4.4.4.1.3. Sistema de agua Carmelo..... 124
4.4.4.1.4. Sistema de agua Calucay. ..... 125
4.4.4.1.5. Sistema de agua Fátima. ..... 127
4.4.4.1.6. Sistema de agua Chantaco Alto-Mazín. ..... 128
4.4.4.1.7. Sistema de agua Cumbe-Chantaco..... 129
4.4.4.1.8. Sistema de agua El Auxilio..... 131
4.4.4.2. Análisis del agua en una vertiente y en el cauce principal de la microcuenca ..... 133
4.4.4.2.1. Vertiente Agua de la Virgen (punto blanco)..... 133
4.4.4.2.2. En la unión de las quebradas Cocheturo y Nasucal ..... 135
4.4.4.2.3. En la unión del cauce principal con la quebrada Pordel. ..... 136
4.4.4.2.4. En la unión del cauce principal con la quebrada El Oso. ..... 137
4.4.4.2.5. En el cauce principal, a la salida de la microcuenca..... 139
4.4.5. Cantidad de Agua..... 141
4.4.5.1. Diagrama climático, balance hídrico y caudales medios en microcuenca de la unión de la quebrada Cocheturo y Nasucal ..... 142
4.4.5.2. Diagrama climático, balance hídrico y caudales medios de la microcuenca de la unión del cauce principal y la quebrada Chilpa-Suimala. ..... 144
4.4.5.3. Diagrama climático, balance hídrico y caudales medios de la microcuenca de la unión del cauce principal y la quebrada Pordel. ..... 146
4.4.5.4. Diagrama climático, balance hídrico y caudales medios de la microcuenca de la unión del cauce principal y la quebrada Sayo..... 148
4.4.5.5. Diagrama climático, balance hídrico y caudales medios de la microcuenca de la unión del cauce principal y la quebrada El Oso..... 150
4.4.5.6. Diagrama climático, balance hídrico y caudales medios en el punto de la salida de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco..... 152
4.5. RACIONALIDAD DE LOS PRODUCTORES SOBRE EL MANEJO DEL AGUA EN LAS VERTIENTES Y USO EN LOS SISTEMAS DE CULTIVOS DE LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO..... 156
4.5.1. Manejo del Agua en las Vertientes. ..... 156
4.5.2. Manejo y Uso del Agua en los Cultivos..... 163
4.5.2.1. Caso 1: Parcela de la señora Gloria Sinche..... 167
4.5.2.2. Caso 2: Parcela del señor Luis Michay. ..... 169
4.5.2.3. Caso 3: Parcela del señor Hernán Díaz. ..... 172
4.5.2.4. Caso 4: Parcela del señor Ángel Isaac Pauta. ..... 173
4.5.2.5. Caso 5: Parcela del señor Belisario Caraguay. ..... 175
4.5.2.6. Caso 6: Parcela del señor Cayetano Pinta..... 177
4.6. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE PLANIFICACIÓN, MANEJO Y USO DEL AGUA EN LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO..... 181
4.6.1. Presentación..... 181
4.6.2. Diagnóstico..... 182

4.6.2.1. Problemática en el ámbito ambiental..... 182
4.6.2.2. Problemática en los sistemas de agua de consumo humano. ..... 183
4.6.2.3. Problemática en los sistemas de riego comunitario. ..... 183
4.6.2.4. Problemática en el ámbito de la gestión institucional para el agua. ..... 184
4.6.2.5. Problemas priorizados ..... 184
4.6.2.6. Dinámica interna en la microcuenca..... 203
4.6.3. Visión, Misión y Objetivos Estratégicos..... 205
4.6.4. Modelo de gestión ..... 206
4.6.4.1. Entidad gestora para la ejecución del plan. ..... 206
4.6.4.2. Características básicas del modelo de gestión..... 207
4.6.5. Alternativas de Planificación, Manejo y Uso del Agua en la Microcuenca Chuquiribamba-Chantaco ..... 208
4.8. DIFUSIÓN DE LA GUÍA METODOLÓGICA Y LOS RESULTADOS DEL INVENTARIO HÍDRICO LAS MEJORES OPCIONES DE MANEJO DEL AGUA EN VERTIENTES Y USO EN LOS CULTIVOS BAJO RIEGO DE LA MICROCUENCA PARA ASEGURAR LA SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA POBLACIÓN. ..... 213

**5. CONCLUSIONES ..... 214**

**6. RECOMENDACIONES ..... 216**

**7. BIBLIOGRAFÍA ..... 217**

**8. ANEXOS ..... 221**

ANEXO 1: GUÍA METODOLÓGICA PARA IMPLEMENTAR EL INVENTARIO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN UNA MICROCUENCA CUALQUIERA. **..... 221**

ANEXO 2: LAS MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO DE VERTIENTES Y USO DEL AGUA EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO DE LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO, PARA ASEGURAR LA SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA POBLACIÓN. **..... 291**

ANEXO 3: MAPAS **..... 298**

# ÍNDICE DE CUADROS


| | | Pág. |
|---|---|---|
| Cuadro 1 | Características morfométricas de la microcuenca | 57 |
| Cuadro 2 | Clasificación, área y porcentaje de la cobertura vegetal | 58 |
| Cuadro 3 | Concesión y el tipo de fuente de agua | 62 |
| Cuadro 4 | Estadística de concesiones y usos de agua | 62 |
| Cuadro 5 | Caudales concesionados por usos | 63 |
| Cuadro 6 | Sistemas de agua de consumo humano (SACH). | 67 |
| Cuadro 7 | Infraestructura principal de los sistemas de agua de consumo humano. | 70 |
| Cuadro 8 | Capacidad de almacenamiento de tanques de reserva | 73 |
| Cuadro 9 | Características de los sistemas de agua de consumo humano. | 75 |
| Cuadro 10 | Registro de los sistema de riego comunitario | 86 |
| Cuadro 11 | Infraestructura principal de los sistemas de riego. | 90 |
| Cuadro 12 | Capacidad de almacenamiento de tanques. | 99 |
| Cuadro 13 | Características de los sistemas de riego | 101 |
| Cuadro 14 | Puntos de muestreo para agua | 119 |
| Cuadro 15 | Análisis de agua del SACH Miraflores. | 122 |
| Cuadro 16 | Análisis de agua del SACH Pordel Alto | 123 |
| Cuadro 17 | Análisis de agua del SACH Carmelo | 124 |
| Cuadro 18 | Análisis de agua del SACH Calucay | 125 |
| Cuadro 19 | Análisis de agua del SACH Fátima. | 127 |
| Cuadro 20 | Análisis de agua del SACH Chantaco Alto-Mazín | 128 |
| Cuadro 21 | Análisis de agua del SACH Cumbe-Chantaco. Planta de Tratamiento | 130 |
| Cuadro 22 | Análisis de agua del SACH Cumbe-Chantaco. Vivienda de Yuri Sinche | 131 |
| Cuadro 23 | Resultados del análisis de agua del SACH El Auxilio | 132 |
| Cuadro 24 | Análisis de agua de la Vertiente Agua de la Virgen (Punto Blanco). | 134 |
| Cuadro 25 | Análisis de agua en la unión de las quebradas Cocheturo y Nasucal. | 135 |
| Cuadro 26 | Análisis de agua en la unión del cauce principal con la quebrada Pordel | 136 |
| Cuadro 27 | Análisis de agua en la unión del cauce principal con la quebrada El Oso | 138 |

| | | |
|---|---|---|
| Cuadro 28 | Análisis de agua en la salida de la microcuenca. | 139 |
| Cuadro 29 | Oferta y demanda del agua en la microcuenca | 155 |
| Cuadro 30 | Meses secos y déficit de agua en la microcuenca | 155 |
| Cuadro 31 | Constantes hidrofísicas del suelo de la parcela de Gloría Sinche | 169 |
| Cuadro 32 | Comparación de los parámetros entre el modelado y lo que emplea el productor | 169 |
| Cuadro 33 | Constantes hidrofísicas del suelo de la parcela de Luis Michay | 171 |
| Cuadro 34 | Comparación de los parámetros entre el modelado y lo que emplea el productor | 171 |
| Cuadro 35 | Constantes hidrofísicas del suelo de la parcela de Eduardo Hernán Díaz | 173 |
| Cuadro 36 | Comparación de los parámetros entre el modelado y lo que emplea el productor | 173 |
| Cuadro 37 | Constantes hidrofísicas del suelo de la parcela de Ángel Isaac Pauta | 174 |
| Cuadro 38 | Comparación de los parámetros entre el modelado y lo que emplea el productor | 175 |
| Cuadro 39 | Constantes hidrofísicas del suelo de la parcela de Belisario Caraguay | 177 |
| Cuadro 40 | Comparación de los parámetros entre el modelado y lo que emplea el productor | 177 |
| Cuadro 41 | Constantes hidrofísicas del suelo de la parcela de Cayetano Pinta | 179 |
| Cuadro 42 | Comparación de los parámetros entre el modelado y lo que emplea el productor | 180 |
| Cuadro 43 | Análisis causa, efecto y soluciones en el ámbito ambiental | 185 |
| Cuadro 44 | Análisis causa, efecto y soluciones en de los sistemas de agua de consumo humano | 189 |
| Cuadro 45 | Análisis causa, efecto y soluciones de los sistemas de riego comunitario | 194 |
| Cuadro 46 | Análisis causa, efecto y soluciones en el ámbito de la gestión institucional para el agua en la microcuenca | 201 |
| Cuadro 47 | Capacidades, potencialidades y limitaciones en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco | 203 |
| Cuadro 48 | Identificación participativa de programas, proyectos y resultados en el ámbito del desarrollo de capacidades locales, | 209 |

| | | |
|---|---|---|
| | fortalecimiento organizativo e institucional y la participación social | |
| Cuadro 49 | Identificación participativa de programas, proyectos y resultados en el ámbito del manejo, protección y conservación de la microcuenca | 210 |
| Cuadro 50 | Identificación participativa de programas, proyectos y resultados ámbito de agua de consumo humano | 211 |
| Cuadro 51 | Identificación participativa de programas, proyectos y resultados en el ámbito del riego comunitario | 212 |

# ÍNDICE DE TABLAS


| | | Pág. |
|---|---|---|
| Tabla 1 | Distribución de las unidades hidrográficas en el Ecuador | 24 |
| Tabla 2 | Sitios de muestreos | 37 |
| Tabla 3 | Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de agua | 38 |
| Tabla 4 | Métodos y parámetros de análisis de las muestras de agua | 39 |
| Tabla 5 | Ubicación geográfica, altitud, ubicación y áreas que corresponde a cada una de las microcuencas | 45 |
| Tabla 6 | Factores de ponderación para calcular el coeficiente de escorrentía | 46 |
| Tabla 7 | Coeficiente de escorrentía calculada a partir de los factores de ponderación | 47 |

# ÍNDICE DE FIGURAS


| | | Pág. |
|---|---|---|
| Figura 1 | Esquema de entrada y salida de agua en una microcuenca | 22 |
| Figura 2 | Ubicación de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco | 29 |
| Figura 3 | Taller de socialización del proyecto de investigación y planificación del trabajo de campo | 32 |
| Figura 4 | Primer y segundo muestreo de aguas en la microcuenca en estudio | 39 |
| Figura 5 | Punto salida M1 y M2 | 40 |
| Figura 6 | Punto salida M3 y M4 | 41 |
| Figura 7 | Punto salida M5 y M6 | 41 |
| Figura 8 | Taller con productores seleccionados para valorar, analizar y validar las experiencias y saberes campesinos, en la gestión del agua | 51 |
| Figura 9 | Taller con autoridades y usuarios | 53 |
| Figura 10 | Conformación y posición de los miembros del Foro Parroquial del Agua | 66 |
| Figura 11 | Vertientes de la quebrada Guayrapamba | 68 |
| Figura 12 | Área de drenaje de la quebrada El Oso y Pordel | 69 |
| Figura 13 | Dren principal de la microcuenca | 69 |
| Figura 14 | Captación SACH de Calucay y Carmelo | 72 |
| Figura 15 | Planta de Tratamiento del SACH Cumbe-Chantaco | 73 |
| Figura 16 | Tanques de reserva del SACH Pordel (Agua tibia) y Calucay | 74 |
| Figura 17 | Piscina de descarga de las aguas servidas de Chantaco | 77 |
| Figura 18 | Alteración de las vertientes de la quebrada Guayrapamba | 88 |
| Figura 19 | Contaminación alrededor bocatoma SRC Cocheturo | 88 |
| Figura 20 | Parte suroccidental de la microcuenca y crecida de la quebrada Tasqui | 89 |
| Figura 21 | Captación SRC Calucay y Motupe | 94 |
| Figura 22 | Bocatoma del SRC Mazín-Chantaco | 95 |
| Figura 23 | Red de conducción abierta y cerrada | 96 |
| Figura 24 | Conducción en tierra | 96 |
| Figura 25 | Rotura de los canales | 97 |
| Figura 26 | Canal de tierra | 97 |
| Figura 27 | Conducción en tubería | 98 |
| Figura 28 | Tanques de almacenamiento de los SRC Mazín-Chantaco y | 100 |

| | | |
|---|---|---|
| | Cocheturo | |
| Figura 29 | Tanque y cajas de derivación del SRC Motupe y Calucay-Chantaco | 101 |
| Figura 30 | Uso del suelo | 105 |
| Figura 31 | Sistema de cultivo: chacra y huerta y pastizales | 105 |
| Figura 32 | Asamblea de socios del sistema de riego Calucay-Chantaco y Cumbe | 112 |
| Figura 33 | Parte de la microcuenca, margen derecha y de una toma de agua del SACH Pordel Alto | 120 |
| Figura 34 | Vertiente Agua de la Virgen (Punto Blanco) | 133 |
| Figura 35 | Cultivo de tomate en la margen derecha de la quebrada Tasqui y el uso de agroquímicos | 141 |
| Figura 36 | Realización de aforos | 142 |
| Figura 37 | Diagrama Ombrotérmico microcuenca 1 | 143 |
| Figura 38 | Balance Hídrico microcuenca 1 | 143 |
| Figura 39 | Caudales medios en la unión de las quebradas Cocheturo-Nasucal | 144 |
| Figura 40 | Diagrama Ombrotérmico microcuenca 2 | 145 |
| Figura 41 | Balance Hídrico microcuenca 2 | 145 |
| Figura 42 | Caudales medios en la unión quebrada principal y Chilpa-Suimala | 146 |
| Figura 43 | Diagrama Ombrotérmico microcuenca 3 | 147 |
| Figura 44 | Balance Hídrico microcuenca 3 | 147 |
| Figura 45 | Caudales medios en la unión quebrada principal y Pordel | 148 |
| Figura 46 | Diagrama Ombrotérmico microcuenca 4 | 149 |
| Figura 47 | Balance Hídrico microcuenca 4 | 149 |
| Figura 48 | Caudales medios en la unión quebrada principal y Sayo | 150 |
| Figura 49 | Diagrama Ombrotérmico microcuenca 5 | 151 |
| Figura 50 | Balance Hídrico microcuenca | 151 |
| Figura 51 | Caudales medios en la unión de la quebrada principal y El Oso. | 152 |
| Figura 52 | Diagrama Ombrotérmico en el punto salida microcuenca Chuquiribamba-Chantaco | 153 |
| Figura 53 | Balance Hídrico en el punto salida microcuenca Chuquiribamba-Chantaco | 153 |
| Figura 54 | Caudales medios en el punto salida microcuenca Chuquiribamba-Chantaco | 154 |
| Figura 55 | Entrevista a la Sra. María Huaca (78 años) y al Sr. Tobías | 156 |

| | | |
|---|---|---|
| | Sivisaca (81 años) | |
| Figura 56 | Vertiente con protección de muro de piedra | 159 |
| Figura 57 | Deslizamiento del suelo en masa | 166 |
| Figura 58 | Rociador de carrizo y rociador de manguera | 166 |
| Figura 59 | Aspersores para regar pastos | 167 |
| Figura 60 | Aspersor que utiliza la señora Gloria Sinche | 168 |
| Figura 61 | Aspersor marca Wobbaler | 178 |
| Figura 62 | Riego sectorial con rociador artesanal | 179 |

# RESUMEN

La presente investigación se realizó en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, adaptando la guía metodológica de inventario hídrico, propuesta por el Foro Nacional de Recursos Hídricos, para realizar el inventario hídrico, en términos de cantidad y calidad. Se estudió la racionalidad de los productores sobre el manejo del agua en vertientes y uso en los sistemas de cultivo; se plantearon alternativas de planificación, manejo y uso del agua en la microcuenca; y, se difundió la guía metodológica y los resultados del inventario y las mejores opciones de manejo del agua en las vertientes y uso en los sistemas de cultivo.

La investigación se realizó de manera participativa, donde se involucraron los líderes, dirigentes y socios de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario, que aportaron y ayudaron en la facilitación de la información primaria, como también se organizó, validó y sistematizó la información secundaria existente; y, se realizaron observaciones, entrevistas, talleres, reuniones de trabajo; y, pruebas en el campo.

Entre los resultados logrados se tiene la conformación del Foro Parroquial de Agua y se cuenta con una guía metodológica para realizar inventarios hídricos; se determinó una superficie de 13 378 ha a reforestar en la microcuenca; se estableció que la organización de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario no es buena; la calidad del agua en lo biológico esta entre buena y mala (debido a la presencia se coliformes totales es mayor 79 UFC); y, se comprobó que hay déficit de agua en la microcuenca en los meses de mayo a noviembre, siendo el mes más crítico agosto, porque en el rió Chantaco (en el cierre de la microcuenca) fluye un caudal de 264, 7 l/s, por lo se presenta un déficit 4 360 878,9 $m^3$.

Otro de los resultados alcanzados fue que se determinó cinco opciones para el manejo y protección del agua en las vertientes: a) Sembrar o dejar que se regeneren las plantas nativas, b) Mantener una de por lo menos de tres metros, en cada una de las márgenes de las quebradas, c) Restituir o construir lagunas (albarradas) en las partes alta del cerro Trapa y Guayrapamba, d) Reforestar las áreas del bosque húmedo denso e intervenido, matorral húmedo alto, matorral seco alto y páramo; y, e) Reconstruir y construir pirámides de piedra, sobre la cota de las vertientes que están ubicadas en un área de pastizales. Igualmente se estableció los elementos técnicos para el manejo de agua en el cultivo de hortalizas, con riego por aspersión, tales como

los datos agronómicos de los cultivos, las constantes hidrofísicas del suelo, datos del clima y del terreno, características del terreno, entre los principales.

Así mismo, se estableció la propuesta de Gestión Integral del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco. En ésta se prevé la Conformación del Comité de Apoyo a la Gestión del Agua de la microcuenca, que estará integrado por los actores involucrados en la gestión del agua: Foro Parroquial del Agua, la Asociatividad de las organizaciones de base de agua de consumo humano y riego comunitario, un representante de las Juntas Parroquiales, un representante del Municipio de Loja, un representante de la Empresa de Riego y Producción del Gobierno Provincial de Loja, un representante de SENAGUA, MAGAP y Ministerio del Ambiente. Este Comité liderará la ejecución de los 22 proyectos específicos que constan en la Propuesta: Gestión Integral del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, en base de visión, misión y objetivos estratégicos planteados.

Disponer de una Guía Metodológica de Inventario Hídrico es fundamental para determinar la cantidad y calidad del agua y establecer la funcionalidad técnica y social de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario de la microcuenca en estudio. Las prácticas cambiantes de los campesinos, de la zona de estudio, ha incidido negativamente en el manejo de las vertientes; lo positivo es que la mayoría de los productores están regando con aspersión los cultivos de hortalizas, que predomina actualmente.

Se recomienda fortalecer el liderazgo del Foro Parroquial del Agua para que en esta instancia se analice, debata y tomen las decisiones para implementar la Propuesta de Gestión Integral del Agua de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco.

# SUMMARY

This research was carried out in the Chuquiribamba-Chantaco watershed, adapting the methodological water guide inventory, given by the National Water Forum, to inventory water for the Chantaco Chuquiribamba watershed , in terms of quantity and quality. The rationality of farmers was studied on water management aspects and the use in cropping systems; planning, management alternatives were proposed and use of water in the watershed, and the methodological guide . Inventory results and the best options for water management in the watershed and the use of crop systems were spread out.

The research was carried out in a cooperative way , which involved leaders, directors and partners of water systems. Drinking water and community irrigation contributed and helped in providing primary information . Also, the secondary data were organized, validated and systematized, and observations interviews, workshops, meetings, and field tests were spread out.

Among the achieved results are the establishment of the Parish Water Forum and a methodological guide to carry out inventory water ; an area of 13, 378 ha was determined to reforest in the watershed, it was established that the organization of drinking water systems and community irrigation are not good; water quality in the biological sense is between good and bad (due to total coliforms are greater than 79 UFC ), and it was found that there was a deficit of water in the watershed in the months May to November, with the most critical month of August, because the Chantaco river (at the close of the watershed) has a flow rate of 264, 7 l / s, so it has a deficit of 4 360, 878.9 $m^3$.

Another achieved result was to determine five options for the management and water protection in the watershed: a) Plant or regenerate native plants, b) Maintain at least three meters in each of the stream bank, c) restore or build ponds (earthworks) in the high parts of the Trapa mountain and Guayrapamba , d) reforest areas of dense humid forest, high wet shrub, high dry shrub and high barren plateau, and e ) Reconstruct and build stone pyramids, around the slopes that are located in a grassland area. Also, the technical elements for water management in horticulture cultivation, with spray irrigation, agronomic data such as crop, soil hydro constants, weather and soil data and terrain features, among others, were established.

The proposal integrated water management in the Chuquiribamba-Chantaco water shed was established. In this, the creation of the Committee to Support Water Management of the watershed is considered, which will be integrated by the actors involved in water management: Parish Water Forum, the association of drinking water and community irrigation, a representative of the Parish Councils, a representative of the Municipality of Loja, a representative of the Irrigation Company and Production Loja Provincial Government, a representative of SENAGUA, MAGAP and Ministry of Environment. This Committee will lead the implementation of the 22 specific projects contained in the Proposal: Integrated Water Management in the micro-Chantaco Chuquiribamba, based on vision, mission and strategic objectives proposed.

To have a Methodological Guide of Water Inventory is essential to determine the quantity and quality of water and set the technical functionality and social systems drinking water and irrigation in the watershed community study. The changing practices of farmers, of the study area, has a detrimental impact on watershed management. The positive is that most producers are watering their horticulture crops with spray irrigation .

Strengthening the leadership of the Parish Water Forum is recommended in order to analyze, discuss and make decisions to implement the Proposed Integrated Water Management of the Chantaco Chuquiribamba watershed.

# 1. INTRODUCCIÓN

Conocer cómo se desarrolla la gestión del agua en una unidad hidrográfica hoy en día es de mucha importancia, y de manera particular en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, por la situación que ahora se habla del problema que está generando el cambio climático.

La población de la zona de estudio evidencia que actualmente las vertientes y quebradas de la microcuenca hay menos agua, pero no sabe con exactitud cuál es la demanda, ni tampoco de la oferta. Igualmente, no conocen cuál es la calidad del agua que está empleando para el consumo humano, los animales y el riego.

También se desconoce la funcionalidad técnica y social de los sistemas de agua de consumo humano y riego; como de la racionalidad para el manejo y uso del agua en vertientes y en los cultivos. Al no tomar en cuenta esta situación se podría agravar el problema del desbalance hídrico en la microcuenca, especialmente en la época de estiaje; donde se podría presentar y acrecentar los conflictos sociales, por acceder al agua para los diferentes usos.

Por mandato de la Constitución de la República del Ecuador, la autoridad única del agua-SENAGUA, tiene la obligación de realizar el inventario de los recursos hídricos en todo el país. Sin embargo, hasta la fecha, en la microcuenca de estudio no se ha realizado. Se presume que no se inicia por falta de voluntad política de parte de las autoridades encargadas de realizar; y, por tanto están desacatando el mandato constitucional.

Frente a esta situación era necesario realizar este estudio. Para su desarrollo se tuvo que adaptar una guía metodológica para realizar los inventario de los recurso hídricos en cuanto al agua de consumo humano, riego, en términos de cantidad y calidad del agua en la microcuenca; realizar entrevistas, conocer vivencias y testimonios de personas informantes claves- las de mayor edad-, sobre la racionalidad en el manejo y uso del agua en vertientes y en el riego; y, efectuar observaciones y pruebas de campo y laboratorio, tanto del agua como del suelo.

En todo el desarrollo del proyecto se consideró la participación activa de los socios, usuarios, dirigentes y líderes de los sistemas de agua de consumo humano y riego

comunitario y de las autoridades de la Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales Chuquiribamba y Chantaco, en los recorridos de campo, en talleres, asambleas y demás reuniones que se desarrollaron; quienes a más de ser unos informantes claves, se constituyeron en sujetos que analizaron, reflexionaron y acordaron aprovechar sus capacidades, potencialidades y enfrentar sus problemas. Uno de los resultados de este proceso fue la conformación del Foro Parroquial de Agua de Chantaco.

Así mismo, para finalizar el proyecto, los involucrados en la presente investigación, jugaron un rol importante, porque aportaron con ideas para formular la propuesta: Gestión integral del agua en la microcuenca Chuquirimaba-Chantaco, donde se plantearon unos 22 proyectos específicos, que el Comité de Apoyo a la Gestión del Agua debería formular y ejecutar, en un segundo momento.

Los objetivos del proyecto de investigación fueron los siguientes:

**Objetivo General**

Contribuir con una herramienta para planificar el uso eficiente y sostenible del agua y el recuperar, valorar y fortalecer la sabiduría de los campesinos de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco respecto al manejo del agua de las vertientes y uso en los sistemas de cultivo, para preservar la agrobiodiversidad.

**Objetivos específicos**

- Adaptar la guía metodología de inventario hídrico, propuesto por el Foro Nacional de Recursos Hídricos, y realizar el inventario hídrico para la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, en términos de cantidad y calidad.

- Determinar la racionalidad de los productores sobre el manejo del agua en vertientes y uso en los sistemas de cultivos de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco.

- Plantear alternativas de planificación, manejo y uso del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco.

- Difundir la guía metodología y los resultados del inventario hídrico y las mejores opciones de manejo del agua en vertientes y uso en los sistemas de cultivo de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, para asegurar la soberanía y seguridad alimentaria de la población.

# 2. REVISIÓN DE LITERATURA

## 2.1. LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS-GIRH

La gestión integrada de los recursos hídricos, según, la GWP (2009), es un proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinada del agua, las tierras y los recursos relacionados; para maximizar equitativamente el bienestar económico y social resultante, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.

La gestión del agua ha sido, es y seguirá siendo una preocupación de la humanidad entera, a lo largo de su historia. Las diversas formas de gestión que se desarrollaron estuvieron acordes con el carácter de las diferentes sociedades del mundo en cada momento de su desarrollo y se puede afirmar que desde épocas muy remotas, el control del agua, por su cualidad de elemento vital ha sido un mecanismo para ejercer poder de unos sobre otros.

La GIRH nace a partir de varios compromisos internacionales que buscan el desarrollo sostenible, equitativo y eficiente del agua. Es decir, significa buscar un equilibro entre consideraciones de eficiencia, equidad y sostenibilidad en el complejo y dinámico ámbito de la gestión del agua y requiere, por ende, el criterio de diferentes grupos de actores en diálogo (Warner, 2005). Por ello, el mismo autor, señala que es importante estar consciente de que la gestión del agua es, en esencia, **un proceso político**, una disputa sobre el acceso y control de recursos 'escasos' entre grupos con diferentes posiciones de poder".

Dado este estatus de la GIRH como ideal y sus conceptos imprecisos y la falta de consideración de las estructuras políticas, "somos nosotros mismos los que tenemos que desarrollar y adaptar el concepto a nuestro propio contexto social y ambiental" (Warner, 2005).

Para Warner (2005), la GIRH, está de moda; debido a que en las esferas de la política, la investigación académica y el entorno práctico del agua a nivel mundial se habla de este tema. La idea o premisa de que todos los aspectos del manejo de agua están interconectados da lugar a innumerables encuentros internacionales y regionales, donde se debate sobre las mejores formas de abordar la problemática desde diferentes intereses e ideologías.

No obstante, aquí nos interesa centrarnos en la gestión integral de los recursos hídricos en la perspectiva de un manejo más equitativo y participativo. Para tal fin se promueve la creación de entidades de cuencas (Autoridades de Cuencas, Comités de Cuencas, Comunidades de Usuarios, Plataformas de Múltiples Actores, etc.) donde participarían los diferentes actores y sectores involucrados y/o interesados. En esta línea hay quienes sostienen que por este camino se promoverían sistemas más participativos y justos de gestión (Dourojeanni, 2001). Se enfatiza en la necesidad de lograr un uso racional y eficiente del agua a nivel local, que incluya instituciones apropiadas a las condiciones locales y no impuestas desde el gobierno central.

En el caso del Ecuador, de acuerdo a la Constitución vigente, aprobada el 28 de septiembre del 2008, en el artículo 262, numeral 2, establece, lo siguiente: "Gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas y propiciar la creación de consejo de cuenca, de acuerdo con la ley (Asamblea Constituyente, 2008).

CAMAREN (2006), resume los principales **desafíos** a la gestión de agua, así: La superexplotación de recursos primarios (ríos, lagos, láminas de acuíferos) ocasionó la degradación ambiental, destruyendo ecosistemas acuáticos, provocando el agotamiento de las láminas de acuíferos y la generación de las aguas servidas.

Combatir la pobreza por medio de la creación de una infraestructura nueva (derechos así como tubería) resulta muy difícil porque los recursos hídricos primarios ya están ubicados o distribuidos enteramente y, con frecuencia, controlados por los más prósperos. Ante tal situación, se podrían crear nuevos derechos renegociando derechos a recursos hídricos primarios y la producción de 'agua verde' (agua almacenada en la capa vegetal y la zona de raíces de la tierra), la 'cosecha' de la precipitación (rainwater harvesting) y medidas para evitar la erosión de los suelos.

Si el medio ambiente es la fuente de agua, la protección de la integridad del ciclo de agua debe ser fundamental a cada política y programa de gestión de agua.

Sin derechos claros ni el cumplimento de éstos, los pobres y el medio ambiente podrían ser excluidos o derrotados en las negociaciones sobre la distribución de los recursos, lo que a largo plazo amenazará la estabilidad social y la sostenibilidad ecológica.

A esto, se puede añadir factores condicionantes externos:

• Cambio climático

• Seguridad alimentaria local vs globalización

• Crecimiento de la población

## 2.2. LA FILOSOFÍA Y PRINCIPIOS RECTORES DE LA GIRH

La GIRH es un nuevo paradigma, puesto que es un marco participativo inclusivo; que, además, considera que la cuenca es la unidad hidrológica fundamental; la gestión del agua se encuentra encajada en las políticas generales para el desarrollo socioeconómico, la planificación territorial y la protección ambiental; la participación pública; y, enfocado en la sostenibilidad. Por ello, la GIRH, son principios políticos, institucionales y económicos.

La **Filosofía** de la GIRH se basa en el desarrollo sostenible (DS), que lo recoge los documentos de la Comisión Brundtlandt, la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) y Dublín, definiéndola así": "Debemos satisfacer las necesidades actuales sin detrimento de la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer necesidades similares''.

La GIRH puede ser entendida como la implementación de los principios rectores de Dublín[1] y de la Agenda 21(CNUMAD). Se precisa una acción concertada para invertir las actuales tendencias de consumo excesivo, la contaminación y las amenazas crecientes derivadas de la sequía y las crecidas. El Informe de la Central Internacional del Agua y el Medio Ambiente (CIAMA) formula recomendaciones para que se adopten medidas en las esferas local, nacional e internacional, teniendo presente cuatro **principios** rectores.

[1] Estos principios se establecieron en la Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente-CIAMA, en Dublín (1992); mismos que fueron puntos centrales en la definición del capítulo sobre agua fresca (capítulo 18) de la Agenda 21 producida durante la Cumbe de Río 1992.

**Principio No. 1: El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.**

Dado que el agua es indispensable para la vida, la gestión eficaz de los recursos hídricos requiere un enfoque integrado que concilie el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas naturales. La gestión eficaz establece una relación entre el uso del suelo y el aprovechamiento del agua en la totalidad de una cuenca hidrológica o un acuífero.

**Principio No. 2: El aprovechamiento y la gestión del agua deben inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles.**

El planteamiento basado en la participación implica que los responsables de las políticas y el público en general cobren mayor conciencia de la importancia del agua. Este planteamiento entraña que las decisiones habrían de adoptarse al nivel más elemental apropiado, con la realización de consultas públicas y la participación de los usuarios en la planificación y ejecución de los proyectos sobre el agua.

**Principio No. 3: La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua.**

Este papel primordial de la mujer como proveedora y consumidora de agua y conservadora del medio ambiente viviente rara vez se ha reflejado en disposiciones institucionales para el aprovechamiento y la gestión de los recursos hídricos. La aceptación y ejecución de este principio exige políticas efectivas que aborden las necesidades de la mujer y la preparen y doten de la capacidad de participar, en todos los niveles, en programas de recursos hídricos, incluida la adopción de decisiones y la ejecución, por los medios que ellas determinen.

**Principio No. 4: El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico.**

En virtud de este principio es esencial reconocer, ante todo, el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso a un agua pura y al saneamiento por un precio asequible.

La ignorancia, en el pasado, del valor económico del agua ha conducido al derroche y a la utilización de este recurso con efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante de

conseguir un aprovechamiento eficaz y equitativo y de favorecer la conservación y protección de los recursos hídricos (CAMAREN, 2006).

## 2.3. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS O POLÍTICAS DE LA GIRH

En base de la definición de la GIRH propuesto por GWP (2009), se puede concluir que ésta no es un fin en sí mismo, sino un medio para lograr un equilibrio entre **tres objetivos estratégicos claves**, que se puede visualizar como un triángulo, cuyos ángulos serían los siguientes:

**Eficiencia**, para lograr que los recursos hídricos cubran la mayor parte posible de las necesidades. El agua es un recurso escaso; deber ser usada de forma eficiente. Por ello, los arreglos institucionales deben considerar la recuperación de costos en la prestación de servicios de agua. Esto asegurará la sostenibilidad de la infraestructura y de las instituciones, pero no deberá comprometer el principio de equidad. Aquí surge el tema de ponerle precio al agua y cuándo se le deberá' poner, o no, un precio de acuerdo con su valor económico.

**Equidad,** en la asignación de los recursos y servicios hídricos para los diferentes grupos económicos y sociales. El agua es una necesidad básica. Ningún ser humano puede vivir sin un determinado volumen mínimo de agua de calidad. El agua se constituye en una necesidad tan fundamental para la vida humana y su supervivencia, como para los demás seres vivos y la Naturaleza en sí, por lo que la sociedad tiene que defender los usos de este patrimonio estratégico para el interés público. A partir de esto, otros asuntos pueden ser derivados, tales como la seguridad (protección contra inundaciones, sequías, hambrunas y otras amenazas).

Para el caso del Ecuador, a partir del año 2008, se estableció que el derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable; el agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida; y, la gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria.

**Sostenibilidad ambiental**, para proteger los recursos hídricos básicos y los ecosistemas asociados. Los recursos hídricos pueden persistir únicamente en aquellos ambientes capaces de regenerar agua (dulce), de calidad suficiente. Para que las generaciones futuras sean capaces de utilizar este recurso de la misma forma en que

lo hacen las generaciones actuales, únicamente puede ser permitido un uso sostenible del agua.

Estos tres objetivos estratégicos o principios, son los insumos para planificar una estrategia para manejar la cuenca. Es decir, este triángulo se puede recordar al planificar una estrategia para manejar una cuenca, porque la GIRH requiere la integración de muchos aspectos: actores, valores, conocimientos, disciplinas. Tal filosofía reconoce que la complejidad de la gestión de agua requiere la superación de la variedad de las capacidades y tipos de conocimiento que poseen múltiples grupos de interés, y cree que sentarlos alrededor de una mesa de concertación promoverá una política más integrada

La GIRH requiere la integración de muchos aspectos: actores, valores, conocimientos y disciplinas. Por ello, es importante que los actores deban sentarse alrededor de una Mesa de Concertación, que promoverá una política más integradora.

La gestión de los recursos hídricos es un proceso complejo, intersectorial, revelándose a múltiples niveles y múltiples actores, exigiendo una reevaluación de los valores del agua (CAMAREN, 2006).

## 2.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA GIRH

Para implementar una gestión integrada se requiere un marco legal, institucional y financiero que reconozcan las cuatro dimensiones de la GIRH. Para que una sociedad implemente los arreglos adecuados se requiere de una política del agua de gran visión.

Según Mitchell (1990), tenemos que empezar el proceso de planificación integrada de recursos hídricos con una visión compartida, antes de hacer un análisis del estado actual de la cuenca. Plantea la consideración que ahora todavía nadie es responsable del futuro, así los participantes tendrán una actitud menos defensiva. Una visión es un escenario político, una ‘historia’ sobre un futuro deseable.

Podemos desarrollar escenarios contextuales: Futuros deseables y no deseables sobre el desarrollo del sistema (¿Qué pasaría si...?) basada en incertidumbres, críticas y elementos predeterminados. Otra pregunta sería: ¿es posible integrar los recursos

hídricos sin la suficiente integración social, es decir, la concertación entre intereses sociales?

En la GIRH, el escenario ideal se da donde la acción colectiva, la equidad, la participación igualitaria y la sostenibilidad sea la meta deseada, se promueve poniendo énfasis en la armonía y el consenso, ignorando o negando las disputas existentes.

En conclusión para **GIRH es un proceso político**. Por ello no se puede permanecer en el nivel técnico, es preciso comunicarse con personas reales. No hay recetas, solo hay principios (CAMAREN).

## 2.5. INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS

El concepto usual de "inventario" de los recursos hídricos plantea que: "Es la determinación de fuentes, extensión, fiabilidad y calidad de los recursos hídricos para su utilización y control"; y, los recursos hídricos son entendidos como "recursos disponibles en cantidad y calidad suficientes, en un lugar y en un período de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable. Sin embargo, este acercamiento al concepto del inventario deja de lado la dimensión política y social y enfatiza en la dimensión técnica. O, para decirlo en otras palabras, la experiencia del inventario va mucho más allá del concepto" (PROMACH-GTZ, 2004).

Por lo tanto, el inventario de los recursos hídricos debería entenderse como el inicio de un proceso para impulsar una gestión integrada del agua en una unidad hidrográfica o en una provincia. No obstante, el inventario es un producto tangible y prometedor de un proceso previo. En este sentido, el inventario es culminación e inicio en un movimiento simultáneo.

El inventario de los recursos hídricos debe responder a un proceso estratégico de concertación y decisión política local y no constituye un paso inicial aislado por el que se opta simplemente por razones técnicas.

Para emprender con este importante desafío es necesario que exista la voluntad política desde el más alto nivel, ya que el inventario es sobre todo una decisión política y social; y, solo posteriormente se convierte en una decisión técnica.

Para Doornbos B (2005), realizar un inventario hídrico es un paso muy importante dentro del ciclo de planificación para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). Un inventario evalúa el estado de los recursos hídricos de una cuenca y los procesos físicos y socioeconómicos que los afectan e identifican la problemática en disponibilidad, acceso y demanda del agua. Un inventario no es un fin en sí mismo; es una herramienta para mejorar la gestión de los recursos, además de ser un vínculo para fortalecer la capacidad local para la gestión del agua.

Las razones técnicas para hacer el inventario hídrico son las siguientes:

- Evaluar la condición de los recursos hídricos dentro de una cuenca con una visión holística,
- Entender la interacción de los procesos físicos, químicos, biológicos y socioeconómicos y sus características. ¿Cómo afectan el recurso hídrico y cómo no afectan?.
- Identificar conflictos y problemas (potenciales).
- Reunir información necesaria para predecir los efectos de acciones de gestión identificados.

El inventario es la base para un plan de gestión de los recursos hídricos. Muchas veces será el primer intento y así servirá también como base de datos y línea de base sobre la cual monitorear avances causados por las acciones. Además, el mismo proceso de hacer el inventario y formular el plan debería también fortalecer la capacidad de gestión local de los involucrados. Los involucrados deben implicarse en el proceso y así ir mejorando su coordinación.

El objetivo del inventario no es solucionar problemas, sino identificarlos y registrarlos. Después sigue la fase de planificación hídrica, realizada por los actores, durante la cual se prioriza los problemas e identifican acciones.

El inventario, además, permite promover un análisis integral y promover investigaciones desde lo micro hacia lo macro.

En este contexto, el inventario debe permitir la comprensión de la dinámica entre la oferta de agua y la demanda existente, en términos de multifuncionalidad (precautelando el equilibrio ambiental, respondiendo a la demanda social y a los requerimientos económico-productivos). Permite reconocer las interconexiones e interrelaciones de los medios biofísicos, socioeconómicos y políticos; y, requiere

articular las acciones de las entidades y usuarios para solucionar o evitar conflictos, mejorar la distribución del agua, prevenir y controlar la contaminación, defenderse contra inundaciones, enfrentar sequías, etc.

Este tipo de gestión corresponde a la implementación de un sistema de gerencia del agua a nivel de microcuenca, subcuenca, cuenca o conjunto de cuencas.

El Foro de los Recursos Hídricos (2005), considera que la evaluación de la cantidad y calidad de agua disponible es un prerrequisito para el desarrollo y administración del recurso hídrico. Sin información sobre el estado del agua resulta imposible la planificación y la gestión del recurso hídrico.

Por ello, se requiere de información actualizada para promover una gestión sustentable, equitativa y concertada de los recursos hídricos. La (UNESCO-OMM, 1998), en el documento Evaluación de los recursos hídricos, dice lo siguiente: “La evaluación de la cantidad y calidad de agua disponible es un prerrequisito para el desarrollo y administración del recursos hídrico.

La realización de inventarios de los recursos hídricos debe contribuir a:

- Diseñar planes hídricos nacionales y locales
- Articular en forma coherente la oferta y la demanda
- Ajustar y aplicar las estrategias para conservar y proteger el recurso
- Garantizar la cantidad y la calidad del recurso
- Mejorar las estrategias de intervención y gestión
- Garantizar un uso eficiente y racional del agua
- Promover un acceso y uso equitativo del agua
- Mejorar las inversiones en los diversos sectores usuarios de este recurso
- Generar opinión pública sobre prioridades, problemas y alternativas

En esta perspectiva, actualmente, se requiere de información actualizada para promover una gestión sustentable, equitativa y concertada de los recursos hídricos.

Por ejemplo, PROMACH-GTZ y et al (2005), argumentan que hicieron el inventario del agua de la provincia de Tungurahua porque les permitió:

- Establecer la oferta y la demanda de agua en la provincia de forma que los usuarios o la población en general sepan a qué atenerse, conozcan los problemas y actúen en forma proactiva para solucionarlos.
- Evaluar la calidad ambiental de los recursos naturales en la provincia, pues determinando calidad y cantidad de agua se puede concluir sobre la salud ambiental de ciertos ecosistemas, especialmente de aquellos que aportan con el agua desde las zonas altas.
- Planificar en el corto, mediano y largo plazo la gestión del recurso hídrico para los diferentes usos.
- Conocer la potencialidad agropecuaria de la provincia en función de la disponibilidad de agua.
- Disminuir la conflictividad social en cuanto al acceso, control y uso del agua.
- Mejorar las estrategias de intervención y gestión.
- Promover un uso equitativo del agua.
- Posicionar el tema en la opinión pública local y nacional.
- Articular en forma coherente la oferta y la demanda.

Los elementos que debe contener un inventario hídrico son incluir la disponibilidad de agua en el tiempo y en el espacio, tanto en calidad como en cantidad –superficial y subterránea-, y contrastar esta disponibilidad con las demandas respecto del recurso. Estas demandas son actuales, pero también tienen una dimensión futura, son sentidas por actores con intereses y formas de organización.

Evitar la confusión entre el recurso y la infraestructura de su uso. El recurso a inventariar es el agua y sus usos, no sólo la infraestructura. Inventariar infraestructura es parte de ello, pero no es lo mismo (Anten y Willet, 2002).

En la GIRH a menudo se trata problemas poco estructurados que involucran seres humanos. El enfoque socio-técnico es necesario y significa que para el uso de herramientas es necesario combinar métodos físicos y participativos.

### 2.5.1. El Proceso Metodológico para Realizar Inventarios Hídricos Participativos

Doornbos B. (2005), precisa que una vez delimitado el espacio de análisis (la microcuenca) y considerando las condiciones locales del área en estudio, más la base

de datos topográficos, se debe considerar la siguiente lógica, donde constan cuatro pasos elementales:

Fase 1: La sensibilización y la concertación entre los actores
Fase 2: Inventario de los recursos hídricos.
Fase 3: El análisis técnico.
Fase 4: El planeamiento de los recursos hídricos.

#### 2.5.1.1. Fase 1: La sensibilización y la concertación entre los actores.

El objetivo es involucrar al mayor número de actores relevantes. Es aconsejable que una institución tome la iniciativa y ésta involucre a más actores, mediante la información, la invitación y la coordinación sobre la iniciativa y la necesidad de hacer un inventario. Considerar que el involucramiento de actores será paulatino, tomará tiempo y recursos.

Mientras más instituciones se involucren pueden informar a una base amplia de habitantes y usuarios de la cuenca. Un rol importante es el del gobierno local, regional o nacional en liderar este proceso, dada la función en la gestión pública del agua.

También en esta fase, es conveniente negociar e involucrar a los actores; y diseñar con claridad sobre el proceso a seguir y el financiamiento.

Es aconsejable conformar un comité interinstitucional que coordine el proceso o se puede nombrar a un equipo técnico interdisciplinario para el desarrollo de la evaluación de los recursos hídricos. Por ejemplo, para realizar el inventario de los recursos hídricos del Azuay, se involucraron 26 actores, entre instituciones públicas, ONG's y Universidades.

Para el Foro de los Recursos Hídricos (2005), el equipo que se debe conformar dependería del nivel y alcance de la investigación. Mientras mayor sea el nivel y el alcance del inventario, el equipo debe estar conformado por hidrólogos, geógrafos, agrónomos, agrícolas, forestales, sociólogos, economistas y el especialista en sistemas de información geográfica (SIG).

Experiencias de esta fase da cuentas la provincia del Cañar, en el 2007, donde realizaron el inventario de los recursos hídricos de las subcuencas de los ríos Cañar,

Taura, Churute y Yaguachi, en una superficie de 2 590, 53 Km², donde conformaron un equipo técnico multidisciplinario de ocho profesionales (ingenieros: civiles, sociólogos, agrónomo y el especialista en SIG). En la provincia del Azuay, en el 2009, también realizaron el inventario de los recursos hídricos de las subucuencas del río San Francisco, Vivar, Jagua, Balao, Gala y Tengel, que suman una superficie de 1 135. 48 Km², donde conformaron un equipo técnico, integrado por ingenieros en recursos hídricos, civiles, biociencia, agronomía, economista, sociología y el especialista en SIG. En la provincia de Tungurahua, la Mesa Provincial del Foro se constituyó en el factor coadyuvante y promotor, porque en este espacio los actores involucrados debatieron sobre los temas de agua, y en cuyo proceso tuvieron la oportunidad para concertar y acordar una agenda de trabajo entre las entidades interesadas en el tema, siendo uno de ellos realizar el inventario de los recursos hídricos.

#### 2.5.1.2. Fase 2: Inventario de los recursos hídricos.

En esta fase primeramente se tiene que reunir toda la información existente sobre los recursos hídricos, la cual se encuentra en diferentes instituciones, organizaciones sociales, lideres, dirigentes, informes, etc.

Para obtener la información secundaria relacionado a meteorología e hidrometría se debe recurrir al INAHMI. Así mismo recopilar estudios locales relacionados a los recursos hídricos que tienen las universidades, SENAGUA, Gobierno Provincial, Municipio, ONG's, organizaciones sociales, etc. Seguidamente se tiene que analizar la información y los datos obtenidos. La clave es distinguir entre la información necesaria y la no necesaria.

En el desarrollo del inventario es imprescindible realizar el trabajo de campo para obtener datos de la disponibilidad de agua, calidad y de los usos actuales. Para ello se tiene que recorrer la unidad hidrográfica, las comunidades, las juntas administradores y la red hidráulica de los sistemas de agua de consumo humano y riego; realizar talleres, reuniones de trabajo, entrevistas, para identificar los usos actuales de agua, sus características y proyecciones futuras. La fase de campo no se puede realizar sin la autorización de los usuarios de agua.

En el caso de microcuencas, Anten y Willet (2002), propone que, usando el mapa y la información ya recolectada, se realice un recorrido por los cursos de agua para identificar y verificar los puntos de toma.

El recorrido se hará con los diferentes usuarios o dirigentes de las diferentes organizaciones de los sistemas de agua de consumo humano y riego, porque ellos son informantes claves, puesto que conocen a detalle el comportamiento de la microcuenca y de los sistemas. Esta forma de inventariar, para el Foro de los Recursos Hídricos (2005), constituye éste en conducir un proceso de empoderamiento y de movilización social que genere información compartible, útil para planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos en el marco de una gestión integral e integrada para el desarrollo territorial.

Los datos a recolectar en el recorrido de campo tiene relación a:

- La ubicación física de los puntos de entrada y salida de agua de los cauces naturales.
- Identificar el tipo de uso de agua (doméstico, riego, abrevaderos, pesca, etc.).
- Caracterizar a los usuarios, en función del uso identificado. Esto es número de usuarios, área regada, método de riego, calendario de cultivos, entre los principales.
- Identificar sus forma de organización, su grado de institucionalidad y la historia de uso del agua.
- Inventariar los acuerdos sobre la distribución y el uso del agua interna (formales, informales o sin acuerdos).
- Caracterizar el tipo de infraestructura y su estado. ¿Cómo es la infraestructura de conducción, distribución y uso del agua?.
- Identificar puntos y fuentes de contaminación.
- Estimar las tendencias en la oferta de agua. Es decir, realizar apreciaciones sobre si la oferta es deficiente en el uso actual, cambios en la calidad de agua, cambios en la cobertura vegetal de las zonas de la cuenca, efectos de cambios climáticos.
- Estimar los posibles riesgos o peligros tales como inundaciones y sequías.
- Apreciar las proyecciones de uso, mediante consultas a los usuarios sobre demandas de aguas deficientes o no satisfechas, conflictos actuales y potenciales entre usos o usuarios. Es necesario estimar las tendencias que pueden afectar la demanda futura, debido a que se presenta una creciente urbanización, mayor consumo per cápita, más descargas a cauces naturales, más actividad minera, más uso de agroquímicos, intensificación de la producción. Así mismo, hay que tomar en cuenta los cambios que pueden reducir la demanda, como son el uso de tecnología para mayor eficiencia de uso.

En el caso de los responsables de realizar el inventario de los recursos hídricos de la provincia de Cañar, el equipo, obtuvo información básica, relacionada a: caracterización de las captaciones y fuentes de agua, mediciones de la calidad del recurso hídrico, diagnóstico de infraestructura y manejo del agua, información socioeconómica, información cartográfica, información hidrogeológica, información de redes hidrometereológicas, información de temperaturas, precipitaciones, análisis de caudales, información de redes de agua potable, información de contaminación de fuentes de agua y de ríos, información de sistemas de riego y cualesquier otro tipo de información que tenga relación con el manejo de recursos hídricos.

#### 2.5.1.3. Fase 3: El análisis técnico.

El objetivo en esta fase es analizar la información obtenida y luego presentar los datos de campo sobre las fuentes hídricas y los usos de agua. Para ello, crear una base de datos con información de las concesiones de agua y de los sistemas de agua de consumo humano y riego, georeferenciados desde la captación, las redes hidráulicas, obras hidráulicas, etc., (en Excel, ArcGis o AUTOCAD, por ejemplo) y sobre la base de ello elaborar mapas (esquema hidráulico).

En esta fase también incluye cálculos sobre caudales disponibles por tramo en el cauce (la oferta o potencial hídrica) y cálculos sobre el total de la demanda hídrica actual (sumar los caudales en cada captación). Esta información permitirá calcular si hay suficiente oferta (agua) para incluir la demanda futura.

El siguiente paso es la comparación entre caudales usados y los valores referenciales de usos para agua de consumo humano y riego. Esto permitirá determinar si se está usando el agua eficientemente; identificar las causas de las pérdidas de agua y adónde van éstas; o, si hay inequidades entre los usuarios y el por qué ocurre y si los conflictos tienen solución.

Este análisis permite formar una visión sobre posibilidades de incrementar eficiencias, necesidades de redistribución del agua y lineamientos para futuras inversiones en agua de consumo humano y riego, caso contrario resulta un trabajo estéril.

El resultado de la fase tres es contar con una visión técnica sobre la base de esta evaluación preliminar de la información secundaria y de campo.

#### 2.5.1.4. Fase 4: El planeamiento de los recursos hídricos (negociación, concertación).

El inventario realizado sirve como insumo para el planeamiento de los recursos hídricos. Esta planificación es un resultado de un proceso participativo entre los actores, no una lógica y unilateral del inventario, ya que el inventario sólo identifica problemas pero no los prioriza ni valora.

Este proceso consiste en presentar los resultados del inventario, hacer entender las implicancias del inventario a los actores, identificar problemas y soluciones; y, tomar decisiones al respecto (Anten y Willet, 2002).

Una situación que puede ocurrir es que en las condiciones actuales de uso del agua, la demanda no permita la inclusión de nuevos socios y usuarios. Generalmente, cuando la oferta de agua es mayor a la demanda, las reglas de distribución son menos estrictas y la eficiencia de uso de agua no es óptima. Con la identificación de nuevas demandas, la presión sobre el agua aumenta y las reglas y eficiencias tienen que modificarse y mejorarse.

Posiblemente se requiere un reordenamiento del uso del agua existente, que tendrá que ser discutido en esta fase. Es elemental reflexionar sobre qué criterios se usa para este reordenamiento.

Para evitar los conflictos, se propone reuniones a diferentes niveles: a nivel comunal y a nivel de una microcuenca (para llegar al Plan interinstitucional de gestión del agua), pero eso dependerá de las condiciones, las escalas del inventario y el plan hídrico.

La idea principal es reflexionar sobre el inventario para:

- Analizar la problemática del agua (conflictos)
- Priorizar el aprovechamiento y soluciones a los problemas.

Este proceso requiere negociación y concertación. Es probable que una elaboración más detallada del plan y la implementación del mismo requieran una nueva institucionalidad, pero esto no es necesario en todos los casos.

Un plan de gestión del agua guía el uso en una cuenca, asegura que los usos nuevos no perjudiquen a los existentes, que las fuentes existentes sean manejadas

sosteniblemente, que las inversiones en infraestructura sean acordes con las prioridades establecidas y sean también instrumento del fortalecimiento de las capacidades locales para la gestión del agua (Aten y Willet, 2002).

## 2.6. LA UNIDAD DE ANÁLISIS: LA CUENCA HIDROGRÁFICA

Para ubicar los espacios geográficos y comprender las diferentes dinámicas territoriales, físicas, bióticas, sociales, culturales, administrativas, políticas y ambientales en una cuenca hidrográfica, es necesario definir qué es una cuenca hidrográfica. Para ello, se indica dos definiciones que se acercan a la realidad de la microcuenca en estudio:

El Foro de los recursos hídricos (2005) define a una cuenca hidrográfica, "a partir de delimitaciones geográficas e hidrográficas, es decir, criterios de oferta en agua. Es el área drenada por un río, una unidad natural hidrológica y geofísica con límites definidos por la topografía y por las líneas divisorias de agua".

Mientras Jan Van Wambeke (2008), define a la microcuenca como "una pequeña cuenca de primer o segundo orden, en donde vive un cierto número de familias (Comunidad) utilizando y manejando los recursos del área, principalmente el suelo, agua, vegetación, incluyendo cultivos y vegetación nativa, y fauna, incluyendo animales domésticos y silvestres. Desde el punto de vista operativo, la microcuenca posee un área que puede ser planificada por un técnico contando con recursos locales y/o un número de familias que pueda ser tratado como un núcleo social que comparte algunos intereses comunes (agua, camino, organización, etc.)".

Para ordenar a la microcuenca, según Harko Koster, es necesario comprender que es un proceso de diagnosticar y, en función de ello, planear el uso adecuado y coordinado del suelo, las aguas, la flora y la fauna, de acuerdo a la cantidad de predios y tipos de explotación alrededor de la misma, de tal forma que permita un uso racional de sus recursos, en función de las capacidades de la población y de las aptitudes de usos de los suelos, dándoles un uso racional a su conservación, manejo y sostenibilidad".

Abstrayendo las definiciones anteriormente expuestas, la cuenca hidrográfica se constituye en la unidad natural de análisis para los inventarios hídricos, salvo en caso de trasvases. Sin embargo, la cuenca está vinculada con unidades administrativas –

por ejemplo, la microcuenca en estudio, el área está bajo administración de las juntas parroquiales de Chuquiribamba y Chantaco, que corresponde al municipio del cantón Loja. También hay vínculos culturales y socioeconómicos con zonas fuera de la cuenca definida.

El Foro de los Recursos Hídricos (2005), establece algunos criterios para la priorización de cuencas, cuando se presenta escasez de recursos económicos para hacer inventarios y planificación hídrica:

- La presencia de conflictos o problemas que requieren solución inmediata (conflictos sobre el acceso al agua entre sectores de uso, problemas entre usuarios de aguas arriba y aguas abajo, deficiente calidad de agua que causa problemas de salud, etc.).
- El pedido de un grupo de interesados de ser usuarios dentro de una cuenca donde el uso del agua suma el total de la oferta.
- Cuencas con usos de agua elementales para la supervivencia o de importancia económica para grandes grupos de usuarios.
- El Plan de realizar inversiones en infraestructura hidráulica dentro de una cuenca con muchos usos y usuarios existentes.
- La disponibilidad de voluntad y decisión política de gobiernos de liderar el proceso e interés de las instituciones y organizaciones representando grupos de usuarios.

La escala del inventario determina el espacio físico del análisis, pero también el número el número de actores involucrados. Generalmente, un mayor nivel geográfico y más actores también implican una mayor complejidad y un mayor nivel institucional.

Se puede distinguir las siguientes escalas: sistemas hidrográficos, cuencas, subcuencas y microcuencas, pero la extensión es bastante variable y depende del contexto. Zury, W (2004), menciona para las cuencas extensiones entre 100 000 a 300 000 has, para subcuencas entre 15 000 a 100 000 has y para microcuencas 1 500 a 15 000 has. Estas pueden ser provinciales, nacionales e internacionales.

## 2.7. BALANCE HÍDRICO EN LA SUPERFICIE DE UNA MICROCUENCA

Para determinar el balance hídrico en una cuenca, según Tenreiro y et al (2003), se debe considerar las entradas y las salidas del agua de la misma y los cambios de almacenamiento. Para ello se emplea la siguiente expresión matemática:

$$P + (Q_s - Q_{s'}) + (Q_p - Q_{p'}) + (Q_h - Q_{h'}) - ET - I_p = \Delta S$$

Dónde:

Las **entradas** a la cuenca estarán constituidas por:

- Precipitación (P)
- Escorrentía superficial desde elementos colindantes ($Q_s$),
- Escorrentía subsuperficial desde elementos colindantes ($Q_h$)
- Escorrentía subterránea desde elementos colindantes ($Q_p$)

Las **salidas** a la cuenca estarán constituidas por:

- Evapotranspiración (ET)
- Escorrentía superficial hacia elementos colindantes ($Q_{s'}$),
- Escorrentía subsuperficial hacia elementos colindantes ($Q_{h'}$)
- Escorrentía subterránea hacia elementos colindantes ($Q_{p'}$)

Los cambios de almacenamiento ΔS pueden ser del siguiente tipo:

- Almacenamiento de aguas subterráneas.
- Almacenamiento por cambio de humedad del suelo.
- Almacenamiento superficial en depresiones y cauces.

Adicionalmente, el autor sostiene, lo que idealmente se hará en un inventario es caracterizar y cuantificar los componentes del ciclo hidrológico. Además, se aplicará la noción del balance hídrico, en la superficie de una cuenca.

Las avenidas en los cauces son producidas básicamente por la escorrentía superficial. La rapidez con que se presenta la escorrentía superficial durante una determinada tormenta hace que en muy poco tiempo un gran volumen de agua tenga que abandonar la cuenca, por lo que se producen caudales punta muy elevados.

La escorrentía subterránea se presenta de una forma mucho más lenta y dilatada en el tiempo, siendo la responsable de los flujos en los cauces durante los intervalos entre lluvias. Si se producen periodos largos sin precipitaciones es posible que se agoten los flujos base y, por tanto, el caudal en los cauces. Igualmente, la escorrentía subsuperficial acabará confundiéndose en la parte con la superficial y en parte con la subterránea.

Desde este punto de vista práctico resulta más interesante para la determinación de los parámetros hidrológicos de diseño en pequeños embalses plantear un balance hídrico a escala de la superficie de una cuenca. Si consideramos la superficie de una cuenca aislada las variables a considerar son las recogidas en la figura 1.

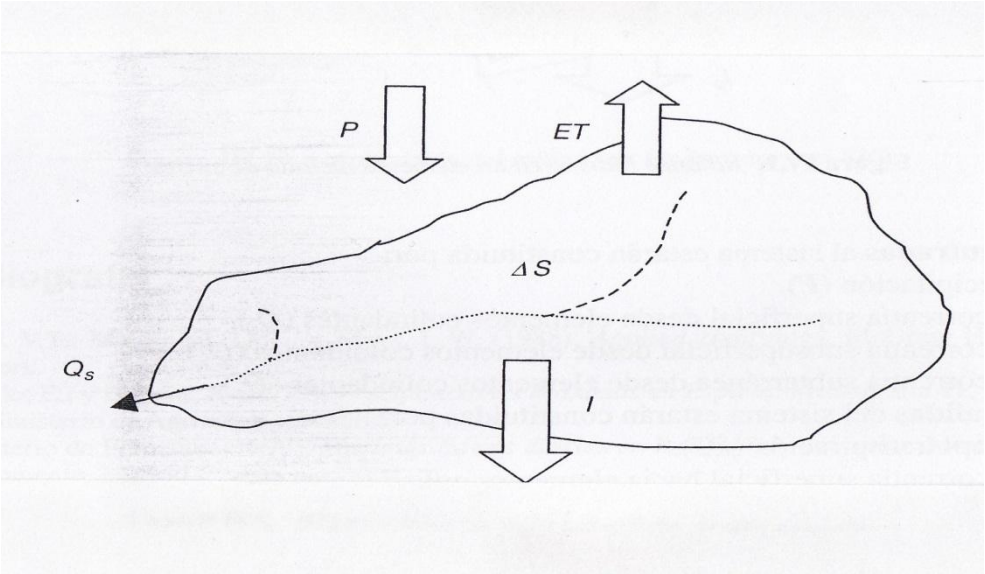


Figura 1. Esquema de entrada y salida de agua en una microcuenca.

Observando la figura 2.1, la única entrada al sistema es la precipitación (P), puesto que la escorrentía superficial de otras cuencas nunca podrá atravesar la divisoria de aguas y las escorrentías subterráneas y subsuperficiales no se consideran por producirse por debajo de la superficie.

Las salidas de la cuenca se podrán producir de tres formas: como evaporación directa y transpiración de las plantas (ET), como infiltración en el suelo (I) o como escorrentía superficial en el punto de desagüe de la cuenca (Qs).

La diferencia entre las salidas y entradas hídricas de la cuenca corresponderá con una variación entre el almacenamiento superficial en depresiones y cauces ΔS. La ecuación de equilibrio queda del siguiente modo:

$$P - Qs - Et - I = \Delta S$$

La capacidad de almacenamiento superficial de una cuenca que no tienen infraestructuras diseñadas con tal fin es muy pequeña, y considerando intervalos de referencia entre tormentas es insignificante frente a la magnitud del resto de variables

de la ecuación, por lo que a efectos prácticos se puede asumir que $\Delta S = 0$. La ecuación de equilibrio puede expresarse del siguiente modo:

$$P = Qs + I + ET$$

Sin embargo, esta última ecuación puede aplicarse con escalas temporales diferentes. Los recursos hídricos de una cuenca se plantean en una escala temporal grande, del orden de meses o años, por lo que tanto la escorrentía directa como el flujo base serán determinantes en la magnitud total de los mismos. Del mismo modo, la evapotranspiración alcanzará valores importantes y deberá ser considerada en el balance:

$$\text{Recursos hídricos} = P - ET.$$

## 2.8. DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS EN EL ECUADOR

La Secretaría Nacional del Agua-SENAGUA, elaboró el Plan Nacional del Agua, donde contempla, entre otros temas, la gestión integral del agua; balances hídricos para el reparto equitativo del agua según su disponibilidad y demanda para usos y aprovechamientos; el aseguramiento de la calidad del agua; la conservación de páramos, riberas y fuentes de agua; tarifas diferenciadas, justas y solidarias.

La SENAGUA, en Convenio Interinstitucional con la Secretaria General de la Comunidad Andinas de Naciones-CAN y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza-UICN, elaboró el mapa de delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Ecuador, empleando la metodología Pfafstetter.

Esta metodología está acorde estándar internacional de codificación de unidades hidrográficas.

Para el caso del Ecuador, hasta la actualidad, se han codificado las unidades hidrográficas hasta el nivel cinco.

Como resultado del Proyecto de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas en el Ecuador – Nivel 5, se han obtenido 734 unidades hidrográficas, cuya distribución por regiones hidrográficas y por niveles, se indica en el Tabla 1.

Tabla1. Distribución de las unidades hidrográficas en el Ecuador

| REGIÓN HIDROGRÁFICA | Unidades Hidrográficas | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Nivel 1 | Nivel 2 | Nivel 3 | Nivel 4 | Nivel 5 |
| Región Hidrográfica 1, Vertiente del Pacífico | 1 | 3 | 16 | 117 | 711 |
| Región Hidrográfica Amazonas 4 | 1 | 1 | 2 | 6 | 23 |
| TOTAL | 2 | 4 | 18 | 123 | 734 |

En el nivel 5, escala 1: 250 000, se obtuvieron 734 unidades hidrográficas, de las cuales 711 pertenecen a la Región Hidrográfica 1 y 23 son parte de la Región Hidrográfica 4 (Cuadro 2.1).

De las unidades hidrográficas del nivel 5, de la Región o Unidad Hidrográfica 1 Vertiente del Pacífico, consta la cuenca del río Catamayo-Chira, con el código 13898. Esta unidad hidrográfica tiene una extensión de 482,79 Km².

En la cabecera de la cuenca del rió Catamayo-Chira está ubicada la microcuenca del rio Chuquiribamba-Chantaco, con una superficie de 37. 40 Km².

## 2.9. EXPERIENCIAS ANCESTRALES SOBRE EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA DE RIEGO

En el Ecuador no se conoce mucho sobre los estudios relacionados al rescate y valoración de los conocimientos ancestrales y sabidurías populares sobre el manejo y uso de agua y de manera particular la de riego. No obstante, en otros países de América Latina, existen algunas experiencias. Por ejemplo, la Universidad Autónoma Indígena de México, en la Región de Atlixco-Puebla y en la comunidad de San José Cuanajillo del Estado de Michoacán, en la República de México, se ha realizado estudios sobre el conocimiento y estrategias campesinas para el manejo de los recursos naturales y el manejo y conservación del agua de riego. Los resultados de estas investigaciones muestran que los regantes han puesto en práctica diferentes estrategias de extracción y localización, como: el vareo para la localización de agua, la excavación y tuneleado de pozas artesinas, la construcción de depósitos y lavaderos; construcción de bordos, cercas vivas, reforestación, el uso del estiércol, asociación de cultivos, distribución espacial de los cultivos y ampliación de la diversidad y el manejo del germoplasma (Pérez, A, 2008).

Los resultados de estas investigaciones permiten determinar que la agricultura se ha ido adaptando a las nuevas condiciones ambientales y sociales, por lo que los regantes van modificando las múltiples técnicas para capta, encauzar, almacenar y distribuir el agua, y las prácticas de riego se adaptan para recibir los nuevos cultivos que se introducen en el sistema de cultivo. Es decir, antes las estrategias de usos se orientaban al manejo y conservación ante la "disponibilidad del agua para riego" y actualmente, las estrategias se adoptan y adaptan prácticas orientadas a la captación y conservación del agua ante "síntomas de escasez" (Ocampo, I y Escobedo, J, 2006).

En Tarija-Bolivia, SEPAS, (2004) da cuenta de una experiencia muy interesante relacionada a la evaluación de 12 de las obras de infraestructura construidas en el lugar de las vertientes o focos de agua, donde se han secado el 60 %.

Los involucrados de la experiencia al inicio se imaginaron que las aguas que salen de manera natural en las vertientes, por fisuras, que han sido formadas por movimientos tectónicos. Sin embargo, reflexionan lo que ocurre no es que se seca el agua de ese ojito o vertiente, sino se alteran las fisuras por los golpes que se hacen excavando para la construcción del estanquito, etc.

En consecuencia, se taponan esas fisuras y el curso o salida del agua va cambiando para otro lado y por eso es que el pugio o vertiente o manante, sale a otro lado como a 5 metros más abajo, quedando el estanquito vacío. Por lo que, se recomienda no intervenir la fuente natural, sino más bien protegerla y construir el reservorio a cierta distancia de la fuente.

Producto de esta experiencia, en todas las vertientes que existen, los caudales han disminuido y muchas infraestructuras, tanto de agua potable como canales de riego, ya no tienen esa vertiente de agua para alimentar al sistema; y, eso es a consecuencia de que se ha empezado a deforestar las zonas de recarga, hay muchos animales, a quienes los llevan a pastar en zonas donde hay bastante vegetación y cada vez es más arriba, esta vegetación se termina. Entonces al no haber vegetación las precipitaciones que caen ya no infiltran; por tanto no hay recarga, entonces el agua se escurre superficialmente y se pierde, y al no haber presión disminuye el caudal en las fuentes y es más difícil hacer llenar los estanquitos. Entonces lo que se pretende es volver a reforestar estas zonas de recarga para que podamos tener nuevamente mayor cantidad de agüita en los acuíferos (SEPAS, 2004).

Otra experiencia tiene relación a los sistemas de almacenamiento de agua en la época aborigen del pueblo paltas, en la provincia de Loja-Ecuador. El almacenamiento de agua lluvia, de vertientes y acequias para recargar acuíferos, crear humedales, campos elevados, derivar acequias, humedecer terrazas o guardar agua de riego, fueron ampliamente conocidas en la región norandina (Ramón, 2008).

La investigación arqueológica e histórica y el análisis de los vestigios que sobrevivieron hasta el presente, muestran, al menos, tres sistemas complejos de almacenamiento de agua utilizados para el consumo humano, abrevaderos de animales y el riego.

Por sistema complejo se entiende al manejo integral del ciclo del agua, desde la captación del agua lluvia, su almacenamiento, los procesos de infiltración, el manejo del sitio donde aflora el agua, el uso doméstico, el riego, las concepciones rituales y la organización social alrededor de su manejo.

Cada uno de estos sistemas complejos tiene su singularidad y responde a las características particulares en las que fueron construidos y utilizados, aunque todos ellos tienen en común la necesidad de resolver problemas de falta o de exceso de agua. A estos tres sistemas debemos añadir algunas prácticas específicas de almacenamiento de agua, que no llegan a configurar sistemas, porque están dentro de un sistema mayor.

En el lenguaje actual, tiende a mezclarse y usarse sin propiedad los diversos conceptos que designaron a cada uno de estos tres sistemas y prácticas de almacenamiento de agua. Es común mezclar los conceptos de cocha, jagüey, albarrada, laguna, ciénega, reservorio, piscina, pozo, etc., sin discernir adecuadamente el sistema al que pertenecieron. Es necesario aclarar estos términos ubicándolos en el sistema en el que fueron utilizados en la época aborigen y en la colonia temprana, antes de que perdieran o cambiaran su significación.

Los tres sistemas que hasta el momento se ha encontrado a través de los estudios históricos y arqueológicos, son:

1. El sistema de recarga de acuíferos subterráneos para mantener vertientes orientadas al riego y consumo humano: (incluye cochas de altura, zanjas de captación, tajamares y pilancones). Como sistema completo de recarga de acuíferos, manejo de vertientes y riego se lo utilizó principalmente entre los paltas

(Loja). El concepto "cocha" en Paltas, se refiere principalmente a humedales y obras artificiales para retener el agua lluvia en las alturas. En la época colonial a las "cochas" se las tradujo como "lagunas" perdiendo en cierta manera su carácter de humedal, sin embargo, entre los campesinos, el concepto se ha mantenido. En la actualidad, el concepto se confundió con "reservorio" y en ocasiones con "poza" o "piscina".

2. El sistema de jagüeyes y pozos superficiales para extraer el agua. El sistema incluye "jagüeyes" o lagunas realizadas generalmente en los suelos planos y bajos, al lado de las cuales se excavaba un pozo profundo de donde se obtenía el agua. El término "jagüey" fue utilizado por varias sociedades nativas de América, fue usado principalmente en la costa y en el extremo sur de Loja (Puyango) en la época aborigen. En la época colonial lo tradujeron como "pozo" desvalorando al sistema. En la actualidad se tiende a utilizar el término "albarradas" copiado de los árabes o "tape" derivado del lenguaje popular mestizo.

3. El sistema de campos elevados para habilitar, para la agricultura intensiva, zonas inundables y anegadizas. Incluye los campos elevados construidos generalmente en zonas planas y anegadizas, acompañados en algunas ocasiones por acequias de riego y lagunas. Se localizaron principalmente en dos regiones: en los valles de la sierra norte (entre Quito y Carangue), en los flancos amazónicos y en la extensa cuenca baja del Guayas.

# 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales y métodos que se utilizaron en la presente investigación se detallan a continuación.

## 3.1. MATERIALES

Los principales materiales utilizados en la presente investigación, fueron los siguientes: fichas de campo, fichas de campo, seis parcelas de productores seleccionados, con una superficie promedio de 0.5 ha, equipo para muestreo de suelos sin disturbar, botellas para muestrear agua, GPS, cámara fotográfica digital, computadora portátil, etc.

## 3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO

La microcuenca Chuquiribamba-Chantaco se encuentra ubicada en el sector noroccidental del cantón Loja, en la parte alta de la cuenca hidrográfica Binacional Catamayo-Chira, a 35 Km de la ciudad de Loja, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

Norte: 9577494 Latitud Sur
Sur: 9568842 Latitud Sur
Este: 689267 Longitud W
Oeste: 682316 Longitud W
Altitud media de la microcuenca: 2480 msnm

Según la división hidrográfica del Ecuador, elaborado por el Ex-Consejo Nacional de Recursos Hídricos- CNRH, la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco forma parte del sistema hidrográfico Chira, la cuenca hidrográfica del río Chira y la subcuenca hidrográfica del río Catamayo, en la parte alta e inicio del sistema, cuyo código fue el 227001.

Actualmente, según el mapa de delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Ecuador, empleando la metodología Pfafstetter, que dispone la SENAGUA, la

microcuenca está ubicada en el nivel 5 de la cuenca del río Catamayo-Chira, cuyo código es el 13898 (Figura 2).

El territorio que abarca la microcuenca pertenece a las parroquias de Chuquiribamba y Chantaco. El piso alto y medio de la microcuenca, corresponde a una parte de la parroquia Chuquiribamba; y, una parte del piso medio y bajo pertenece a la parroquia Chantaco.

A más de los centros poblados de las dos cabeceras parroquiales, están asentadas los siguientes barrios o comunidades: Chuquiribamba, San Vicente, La Dolorosa, Chilpa, Pordel, Calucay, El Carmelo, Cumbe, Fátima, Chantaco, El Auxilio y Sauce (Anexo 3, Mapa 1).

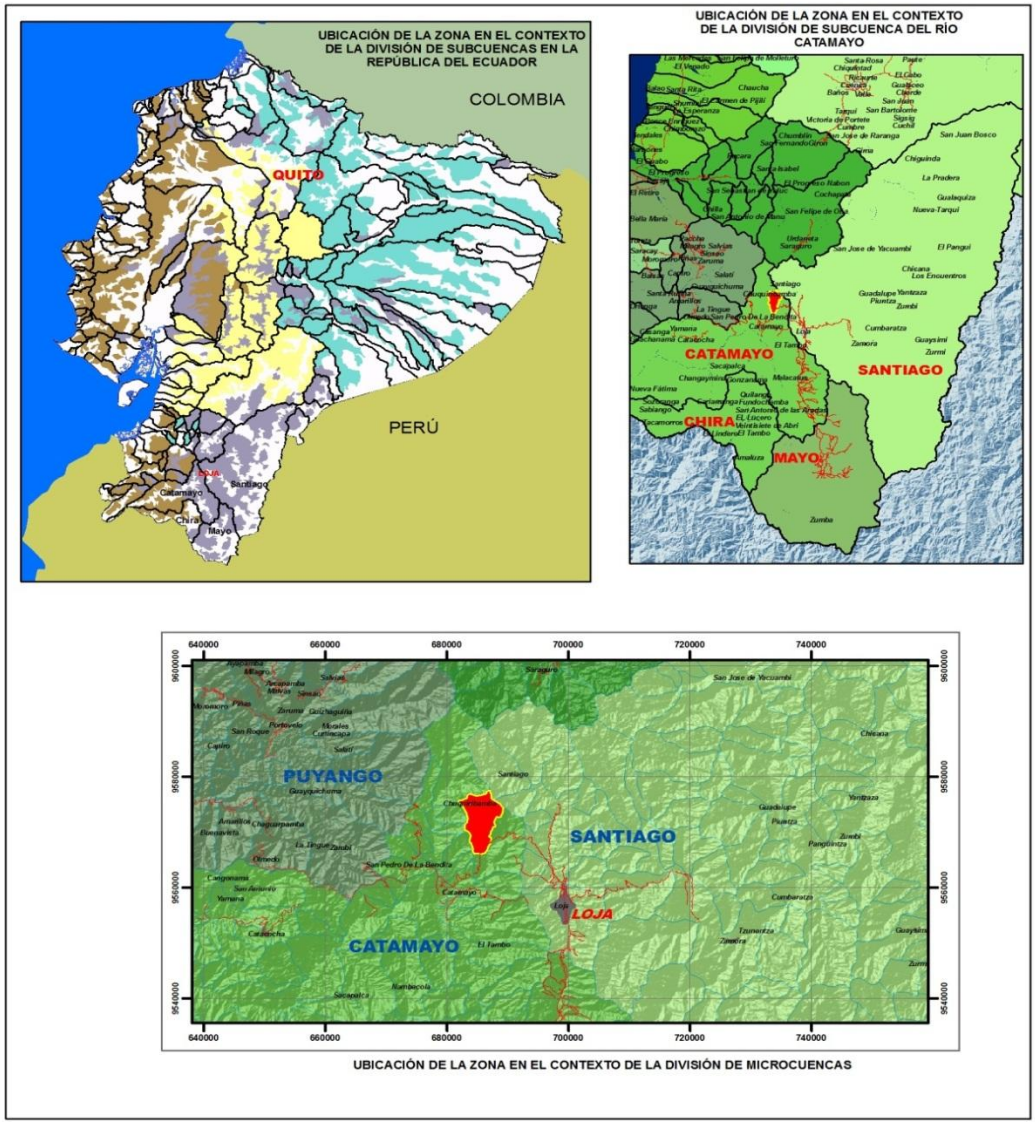


Figura 2. Ubicación de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco.

## 3.3. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS

Se utilizó la información de suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través del Mapa de Suelos, sierra del Ecuador, elaborado por el Programa de Regionalización Agraria-PRONAREG. Con esta información cartográfica, apoyándose del Programa computacional ArcGis9, se elaboró el mapa de suelos para la microcuenca en estudio, a una escala 1: 30 000 (Anexo 3, Mapa 4).

La información meteorológica se obtuvo del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología-INAMHI, Estación La Argelia, en un periodo de 26 años, relacionada con la precipitación y la temperatura de las estaciones de La Argelia, Catamayo, San Lucas y El Cisne, que fue útil para la elaboración del mapa de isoyetas e isotermas para la microcuenca en estudio y generar caudales medios. La microcuenca se encuentra dentro del radio de acción de las cuatro estaciones meteorológicas seleccionadas (Anexo 3, Mapa 7).

La información de la cobertura vegetal y uso actual del suelo, se obtuvo en Naturaleza y Cultural Internacional, quien ha editado y publicado un documento sobre este tema, con colaboración de la Universidad Técnica Particular de Loja, Gobierno Provincial de Loja, SENAGUA y The Overbrook Foundation, en el 2010. Con el apoyo del programa computacional ArcGis9, se generó el mapa de cobertura de la microcuenca, donde se hizo la clasificación de cobertura vegetal y uso actual. Luego se procedió a realizar el recorrido de campo, para determinar si los límites de cada una de las clases identificadas eran los correctos; caso contrario, con la ayuda del GPS, se procedió a tomar varios puntos para delimitar el perímetro de la clase a corregirse. Con la información de campo obtenida, nuevamente con el apoyo del ArcGis, se ajusta el mapa de cobertura vegetal. Igual procedimiento se realizó en el mapa de pendientes. Estos mapas están a una escala 1:30 000 (Anexo 3, Mapa 3 y Mapa 5).

Las principales características morfométricas de la microcuenca en estudio que se consideró fueron: área, perímetro, longitud del cauce, ancho de la cuenca, elevación media, altitud máxima y mínima; coeficiente de compacidad, coeficiente de forma, densidad de drenaje, pendiente principal del cauce principal, pendiente media de la cuenca, relación de circularidad, coeficiente de sinuosidad, tiempo de concentración, relación de elongación, índice de alargamiento, coeficiente de masividad.

## 3.4. METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: ADAPTAR LA GUÍA METODOLOGÍA DE INVENTARIO HÍDRICO, PROPUESTA POR EL FORO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, Y REALIZAR EL INVENTARIO HÍDRICO PARA LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO, EN TÉRMINOS DE CANTIDAD Y CALIDAD.

Para adaptar la guía metodológica del inventario hídrico, propuesta por el Foro Nacional de los Recursos Hídricos, en primer lugar se revisó y analizó la misma, en sus cuatro temas prioritarios: a) Estudio del agua para consumo humano, b) Estudio del agua de riego, c) Estudio de la calidad de agua; y, d). Estudio de la cantidad de agua. En este proceso se comprendió la parte conceptual, metodológica y la estructura de las fichas de campo.

Luego se realizó una salida de campo para aplicar y comprobar si la guía tenía aplicabilidad; detectando que se debía realizar algunos ajustes en la estructura de las fichas de campo, para obtener y organizar mejor la información primaria de campo. Consecuentemente, se elaboró nuevas fichas de campo, mismas que fueron ajustándose a medida que se realizó el inventario (Anexo 1).

Para realizar el inventario de los recursos hídricos de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, en términos de cantidad y calidad, se basó en el siguiente **proceso metodológico**, donde se cumplió las siguientes acciones y actividades, determinados en el cronograma del proyecto:

### 3.4.1. Proceso de Sensibilización y Concertación.

La primera fue realizar el acercamiento y mantener conversaciones con las autoridades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales, los líderes y dirigentes de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario de las parroquias de Chantaco y Chuquiribamba.

El acercamiento con estos actores fue de manera directa; es decir, se tuvo que hacer un recorrido por toda la microcuenca; donde se explicó el interés de hacer la presente investigación, señalando los beneficios que se obtendría con la ejecución del proyecto. Esta actividad se cumplió en los meses de diciembre del año 2010 y de enero a marzo de 2012.

El diálogo mantenido con los dirigentes de los diferentes sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario, permitió arrancar de ellos el compromiso para que participen en los recorridos de campo.

Las conversaciones que se realizaron con las Juntas Parroquiales de Chuquiribamba y Chantaco, fue para realizar un taller de socialización del proyecto de investigación; así como para que financien los costos que demanda los análisis de agua y suelo y de la logística (movilización y alimentación).

Una vez realizado el acercamiento y conversaciones con los principales actores relacionados con la gestión del agua en la microcuenca de estudio, se acordó realizar el taller de socialización del proyecto de investigación y planificar el trabajo de campo. Este taller se desarrolló, el 27 de febrero del 2011, con la presencia de los líderes y dirigentes de los diferentes sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario, pertenecientes a la parroquia de Chantaco. En este taller hubo la presencia de las autoridades de la Junta Parroquial de Chantaco, quienes reiteraron el compromiso de apoyar en la ejecución del proyecto. El total de participantes al taller fue de 30 personas (Figura 3).

Figura 3. Taller de socialización del proyecto de investigación y planificación del trabajo de campo.

Se realizaron gestiones ante la SENAGUA-Loja, con la finalidad de contar con la participación y apoyo de esta importante institución relacionada con la gestión del agua en la microcuenca. En el mes de enero de 2011 se solicitó que facilite la información relacionada a las concesiones de agua para los sistemas de agua de consumo humano, riego y abrevaderos, existentes en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco; como también el apoyo para el desarrollo de la investigación, con talentos humanos, equipos (molinete, GPS, equipo portátil para análisis de agua) y para la

logística (transporte). De esta institución se logró sólo el apoyo con información de las concesiones de agua, en el mes de abril de 2011.

También se realizaron gestiones en el Gobierno Provincial de Loja e INAR, en el mes de enero y febrero de 2011, sin tener resultados positivos, debido a que esta institución no recibía la información de parte del INAR y de Ex-PREDESUR.

Finalmente, la SENAGUA-Loja, el Gobierno Provincial de Loja, el Municipio de Loja y las Juntas Parroquiales de Chuquiribamba y Chantaco, no tienen previsto se parte de la realización del inventario, en la microcuenca en estudio. Por este motivo, fue difícil establecer una alianza de cooperación estratégica institucional, con todas ellas, a pesar de haberlas planteado. Sólo se logró la comprensión y apoyo del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Chantaco.

### 3.4.2. Realización del Inventario Hídrico.

Se inició la realización del inventario hídrico con la recopilación y sistematización de la información básica de utilidad relacionada a cartografía, climatológica (precipitación y temperatura), cobertura vegetal, suelos, pendientes del terreno e información de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario.

La cartografía empleada para el mapa base, que contiene las curvas de nivel, los poblados, la red hidrográfica, vialidad, vialidad, etc., está a escala 1: 30 000, de autoría del Instituto Geográfico Militar-IMG. Para elaborar el mapa base se empleó el programa computacional ArcGis 9 (Mapa 1).

La información de las concesiones de agua que se ha otorgado a los diferentes usuarios del agua para uso doméstico, abrevaderos y riego de la microcuenca, se obtuvo de la SENAGUA, actualizada a 2009. Esta información fue organizada, validada y sistematizada; obteniendo el número total de concesiones para la microcuenca, los caudales concesionados para uso domésticos, riego y abrevaderos.

Ante la limitada información secundaria, disponible y existente, de los sistemas de agua de consumo y riego comunitario de la microcuenca en estudio, se decidió levantar la información a través de recorridos de campo con informantes claves –dirigentes y socios de los sistemas-, reuniones de trabajo, talleres, entrevistas, observaciones y aforos, cada 15 días.

El primer trabajo que se realizó en el campo fue la comprobación y validación del mapa de cobertura vegetal, elaborado con el programa computacional ArcGis. Con el apoyo del GPS se comprobó la clasificación de la cobertura vegetal y uso actual del suelo que consta en el mapa. En caso de no estar correcto, se tomó puntos en el campo, para nuevamente en gabinete georeferenciar y corregir el error cometido. Además, se registró las principales plantas existentes en cada una de la clasificación de la cobertura vegetal.

Con respecto al inventario hídrico, una vez revisada y analizada la Guía Metodológica, generada por el Foro de los Recursos Hídricos del Ecuador (2005); se hizo los ajustes a las Fichas de Campo, para facilitar el registro de los datos e información sobre los sistemas de agua de consumo humano, riego comunitario, cantidad y calidad de agua en la microcuenca (Anexo1).

En el desarrollo del inventario de la microcuenca se recopiló, tabuló y sistematizó la información primaria y se clasificó en cuatro temas:

1. Estudios del agua para consumo humano
2. Estudio del agua de riego
3. Estudio de la calidad de agua
4. Estudio de la cantidad de agua.

#### 3.4.2.1. Estudio del agua para consumo humano

Este estudio se inició en cada uno de los sistemas de agua de consumo humano existentes en la microcuenca realizando la descripción general y la evaluación de la funcionalidad técnica del sistema; posteriormente, se realizó la evaluación de la funcionalidad social del sistema; y, la evaluación de la organización sobre la gestión del agua (Anexo 1).

La evaluación de la funcionalidad técnica del sistema se inició con la elaboración del esquema hidráulico, para ello se georeferenció las principales obras hidráulicas, de manera secuenciada; y, en el recorrido se describió el tipo de fuente de agua (vertiente, quebrada o río), si está protegida o no y el uso que se está dando al área de drenaje, aguas arriba de la captación. Así mismo se describió la bocatoma, donde se resaltó el tipo de captación y las características de las obras especiales; el personal que se encarga de la operación y mantenimiento del sistema y las actividades que realizan.

Luego se realizó la descripción de la red de conducción y distribución del sistema, por ejemplo en qué estado se encontró, tipos de materiales utilizados, las actividades que realizan el personal que se encarga de la operación y mantenimiento de los sistemas.

De la misma manera, se procedió a describir las obras de almacenamiento y tratamiento de agua. En esta parte se obtuvo datos e información relacionado con el tipo de obra y la capacidad de almacenamiento.

La evaluación de la funcionalidad social del sistema se realizó sistematizando datos e información sobre si toda la población de la comunidad, barrio o sector es servida o no; la calidad del servicio, el costo del agua, tarifas, el caudal que recibe cada familia; la continuidad del servicio (permanente, sólo en día o la noche o sólo por horas); y, los conflictos, precisando cuáles son, en caso de existir.

La representatividad y legitimidad se evaluó en base a contar con información relacionada a la legalidad de la organización administradora; la composición de la directiva y funciones y roles que cumplen; la representatividad de los socios en la organización; y, el reconocimiento y legitimidad de la autoridad en el sistema.

En relación a la normatividad se procuró conocer el o los tipos de normas establecidas en cada sistema; si disponen o no de estatutos y reglamentos y si estos están actualizados; si disponen o no de padrón de distribución y de normas tarifarias; y, si cuentan o no de libros de actas.

La operatividad del sistema se determinó obteniendo información sobre capacidad de administración; la capacidad de distribución del agua; la capacidad de mantenimiento de la red hidráulica; y, la capacidad de gestión económica y financiera del sistema.

#### 3.4.2.2. Estudio del agua para riego.

Para concretar el estudio, apoyándose en la Guía Metodológica y de las fichas de campo (Anexo 1), se realizó la descripción general y evaluación de la funcionalidad técnica de cada uno de los sistemas de riego comunitario existentes en la microcuenca; se obtuvo información y datos del riego parcelario; se hizo la evaluación de la funcionalidad social del riego y la evaluación de la organización administrativa del sistema.

Dentro de la descripción general y evaluación de la funcionalidad técnica del sistema de riego se elaboró el esquema hidráulico del sistema; se describió la secuencia de cada componente de la infraestructura (captación, red de conducción, red de distribución, obras de almacenamiento y obras especiales) y de la fuente de agua. Así mismo, durante el recorrido de campo se georeferenció en cada elemento de la infraestructura hidráulica, para facilitar la elaboración del esquema hidráulico en el gabinete. También se observó la existencia o no de obras hidráulicas que precise la transparencia en la distribución del agua.

Respecto al riego parcelario se observó los sistemas de cultivo existentes y los sistemas de riego; se estimó el área regada del sistema de riego. Otra información importante que se obtuvo fue sobre cómo acceden los socios al agua de riego; como son las lógicas y reglas de distribución en la microcuenca y en el sistema de riego; como los productores toman las decisiones y técnicas para suministrar el agua a los cultivos y evacuar el agua de exceso después del riego.

En cuanto a la evaluación de la funcionalidad social del sistema se recabó información sobre si existe o no equidad en el acceso al agua; cómo se constituyeron históricamente los derechos de agua; la calidad del servicio que presta el sistema (continuidad de la oferta, satisfacción de los regantes frente a sus necesidades y cobertura); y, la existencia o no de conflictos.

Y, para la evaluación de la organización administrativa del sistema de riego, se obtuvo información y se analizó cómo realizan la gestión la Junta de regantes; y, se evaluó la representatividad, legitimidad, normatividad y operatividad del sistema de riego. Además se revisó y analizó los documentos que dispone la Junta de Regantes, como el Estatuto, Reglamento Interno, libros de actas, libro de contabilidad y demás archivos.

#### 3.4.2.3. Estudio de la calidad del agua

El trabajo se realizó siguiendo la siguiente secuencia: plan de muestreo, inspección, muestreo, definición de parámetros a analizar y de indicadores; y, determinar calidad de agua para consumo humano, uso doméstico y riego, en función de los criterios de calidad previstos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente del Ecuador-TULAS (Anexo 1).

Para establecer el plan de muestreo, primeramente, se realizó el recorrido de campo por toda el área de la microcuenca, para identificar los diferentes flujos de agua (red hidrográfica) y las posibles fuentes de contaminación. Esta información se obtuvo cuando se realizó el inventario de los sistemas de agua de consumo humano y de riego y cuando se recorrió las quebradas y el rió principal, para seleccionar las estaciones de aforo, aprovechando la presencia de los dirigentes y socios de los sistemas, puesto que ellos tienen una mejor percepción de la existencia o no de la contaminación.

En los recorridos de campo se observó la presencia de flujos de aguas naturales y desde las fuentes hasta las zonas de uso o de descarga; identificando las fuentes y tipos de contaminación, como las áreas contaminadas.

Una vez identificada la fuente específica de contaminación y considerando el monto asignado por la Junta Parroquial de Chantaco y los costos para realizar el análisis de cada una de las muestras, se determinó los puntos de muestreo más importantes, antes y después del foco de contaminación. Así mismo, a cada sitio de muestreo, se asignó un código, que responde al asignado a cada sistema, fuente de agua o a la estación de aforo establecido y además se georeferenció en cada uno de los sitios. (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Sitios de muestreo.

| **N°** | **Código** | **Nombre sistema/fuente/ Estación** | **Número de muestras** | **Lugar muestreo** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | VPA1 | Vertiente de la Virgen | 2 | Vertiente Agua de la Virgen |
| 2 | SACH01VPA1 | SACH Mira Flores | 2 | Vivienda de Ruperto Pugo |
| 3 | SACH10VPA2 | SACH Pordel | 2 | Escuela de Pordel |
| 4 | EA01 | Estación de aforo 1 | 2 | Unión de las quebradas Cocheturo y Nasucal |
| 5 | SACH09VPA2 | SACH Carmelo | 2 | Escuela de Carmelo |
| 6 | SACH12VPA2 | SACH Calucay | 2 | Vivienda de Leonidas Marquez |
| 7 | SACH07VQMIPA 2 | SACH Fátima | 2 | Capilla de Fátima |
| 8 | SACH03VPA2 | SACH Chantaco alto | 2 | Captación del sistema (vertiente). |

Continuación de la Tabla 2

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 9 | SACH05QMDPA2 | SACH Cumbe-Chantaco | 2 | Entrada a la Planta de Tratamiento |
| 10 | EA03 | Estación de aforo 3 | 2 | Unión de la quebrada principal y la quebrada Pordel |
| 11 | EA05 | Estación de aforo 5 | 2 | Unión de la quebrada principal y la quebrada EL Oso. |
| 12 | SACH05QMDPA2 | SACH Cumbe-Chantaco | 2 | Vivienda de Yuri Sinche |
| 13 | SACH04VPA2 | SACH El Auxilio | 2 | Escuela de El Auxilio |
| 14 | EA06 | Estación de aforo 6 | 2 | Río Chantaco (punto de salida de la microcuenca) |
| | | **Total** | **28** | |

Tabla 3. Ubicación geográfica de los sitios de muestreos de agua.

| **N°** | **CÓDIGO** | **NOMBRE SISTEMA/ FUENTE/ESTACION** | **Coord. geográficas** | | **Altitud** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | **X** | **Y** | |
| 1 | VPA1 | Vertiente de la Virgen | 683686 | 9575676 | 2728 |
| 2 | SACH01VPA1 | SACH Mira Flores | 684778 | 9574521 | 2678 |
| 3 | SACH10VPA2 | SACH Pordel-Agua Tibia | 685846 | 9574676 | 2588 |
| 4 | EA01 | Estación de aforo 1 | 6844645 | 9574103 | 2561 |
| 5 | SACH09VPA2 | SACH Carmelo | 684901 | 9573626 | 2489 |
| 6 | SACH12VPA2 | SACH Calucay | 685939 | 9573058 | 2412 |
| 7 | SACH07VQMIPA2 | SACH Fátima | 684998 | 9572206 | 2440 |
| 8 | SACH03VPA2 | SACH Chantaco alto | 685266 | 9572474 | 2367 |
| 9 | SACH05QMDPA2 | SACH Cumbe-Chantaco | 686182 | 9572694 | 2371 |
| 10 | EA03 | Estación de aforo 3 | 685376 | 9572360 | 2328 |
| 11 | EA05 | Estación de aforo 5 | 685606 | 9571400 | 2247 |
| 12 | SACH05QMDPA2 | SACH Cumbe-Chantaco | 685793 | 9571526 | 2233 |
| 13 | SACH04VPA2 | SACH El Auxilio | 684466 | 9568996 | 2365 |
| 14 | EA06 | Estación de aforo 6 | 685286 | 9569093 | 1972 |

Los muestreos de agua, en los sitios seleccionados, se realizaron en dos épocas: lluviosa y seca. El primero, el 13 de abril de 2012; y, el segundo, el 2 de agosto de

2012. El muestreo se realizó con el apoyo de los técnicos del Laboratorio de Análisis de Agua de la Universidad Técnica particular de Loja-UTPL (Figura 4).

Figura 4. Primer y segundo muestreo de aguas en la microcuenca en estudio

Los métodos utilizados por el Laboratorio de la UTPL y los parámetros analizados en él, constan en la Tabla 4.

Tabla 4. Métodos y parámetros de análisis de las muestras de agua.

| Método utilizado para el análisis de las muestras de agua | Abreviatura del método | Parámetros analizados en el laboratorio |
|---|---|---|
| Electroquímico potenciométrico | ELECT | Oxígeno disuelto, % saturación, pH, sólidos totales disueltos. |
| Espectofotométro | HACH | Turbiedad, nitrito, nitrato, sulfatos, nitrógeno amoniacal, fosfatos. |
| Volumétrico | VOL | Dureza total, cloruros. |
| Membrana | MEMBR | Coliformes totales, coliformes fecales. |
| Absorción atómica | ABS | Mercurio, arsénico, plomo, cromo, hierro, cobre, sodio, potasio. |
| Cromatografía de gases | GC | Órganos clorados, órganos fosforados. |

#### 3.4.2.4. Estudio de la cantidad de agua.

El estudio se realizó siguiendo los siguientes pasos: exploración de información meteorológica; determinación de la precipitación, caudales medios mensuales, temperatura y la evapotranspiración potencial, para cada una de las microcuencas (puntos de interés) (Anexo 3, Mapa 2).

Los puntos de interés para el caso del presente proyecto son seis estaciones de aforo que se identificaron desde el punto más alto hasta el punto más bajo de la microcuenca de estudio. Estas estaciones están ubicadas en la salida de cada una de la microcuencas seleccionadas: M1, M2, M3, M4, M5 y M6 (Tabla 5).

La selección de los puntos de interés, dependió, entre otros criterios, la superficie (área de drenaje) de las principales quebradas que aportan al dren principal de la microcuenca, en los tres pisos altitudinales; la cobertura vegetal y uso del suelo que se está dando en cada una de las áreas de drenaje de las quebradas; la longitud total entre el punto más alto y bajo de la misma; y, la facilidad de acceso al río principal (Figura 5, 6 y 7).

Figura 5. Punto salida M1 y M2

Figura 6. Puntos de salidas M3 y M4

Figura 7. Punto de salida M5 y M6

La microcuenca de estudio no cuenta con estaciones meteorológica e hidrométrica, por tanto, se tomó la decisión de estimar información de precipitación, temperatura, caudales medios mensuales y la evapotranspiración potencial, empleando la información de las estaciones meteorológicas base, más cercanas a la microcuenca y que están distribuidas en los cuatro puntos cardinales. Estas estaciones meteorológicas base seleccionadas fueron: La Argelia, Catamayo, El Cisne y San Lucas (Anexo 3, Mapa 7).

Para la estimación de la precipitación en un punto, como un promedio ponderado, se utilizó el método de U.S National Wather Service, empleando las cuatro estaciones

antes indicadas. Cada una de ellas está localizada en un cuadrante delineado por las líneas norte-sur y este-oeste, que pasan a través del punto en cuestión. Cada estación es la más cercana en su cuadrante al punto para el cual la precipitación está siendo estimada. El peso aplicable a cada estación es igual al recíproco del cuadrado de la distancia entre ese punto y la estación. Multiplicando la precipitación en cada estación por su factor de ponderación, sumando las cuatro cantidades pesadas y dividiendo por las suma de los pesos, se obtiene la precipitación estimada para el punto.

Para determinar el balance hídrico (oferta y demanda) se empleó la teoría de Tenreiro y *et al* (2003), quienes fundamentan determinar el balance hídrico a escala de la superficie de una microcuenca, así:

$$\text{Recursos hídricos} = P - ET. \qquad \text{Ec. (1)}$$

Dónde:

P = precipitación (mm)
ET = Evapotranspiración (mm)

Para la determinación de la precipitación en cada una de las microcuencas seleccionadas (punto de interés), se empleó las estadísticas existentes de las estaciones meteorológicas base y circundantes a la zona de estudio: La Argelia, Catamayo, El Cisne y San Lucas.

Estas estaciones meteorológicas base seleccionadas cuentan con registros de series suficientes (con un periodo de 26 años) y son circundantes porque están ubicadas, una en cada uno de los cuadrantes del plano cartesiano.

Una vez seleccionadas las estaciones base se analizó la calidad de los datos. Los datos faltantes en el registro se llenaron empleando el método de análisis de correlación.

Seguidamente se procesó los datos de precipitaciones mensuales y anuales de las estaciones base, seleccionadas, y empleando el método de la U.S. National Weather Service Isoyetas, se calculó la precipitación mensual en cada una de las microcuencas seleccionadas.

El procedimiento para la generación de las precipitaciones mensuales, en cada punto de interés seleccionado (en las uniones de las quebradas indicadas en la Tabla 5) fue el siguiente:

- Se determinó las longitudes (m) que existen entre las estaciones meteorológicas bases y los puntos de interés seleccionadas, respectivamente.
- Los datos de precipitación mensual, de las estaciones meteorológicas base seleccionadas, fueron homogenizadas, a fin de que sean consistentes y estén en igual periodo la serie de los registros.
- Se calculó la precipitación mensual en cada una de las salidas de las microcuencas seleccionadas (seis estaciones de aforo), empleando el método de la U.S. National Weather Service, cuya fórmula es la siguiente:

$$Px = \frac{P1 * \frac{1}{d1^{\ 2}} + P2 \frac{1}{d2^{\ 2}} + P3 \frac{1}{d3^{\ 2}} + P4 \frac{1}{d4^{\ 2}}}{\frac{1}{d1^{\ 2}} + \frac{1}{d2^{\ 2}} + \frac{1}{d3^{\ 2}} + \frac{1}{d4^{\ 2}}} \quad \text{Ec. (2)}$$

Dónde:

- Px = Precipitación mensual en el sitio de interés en mm.
- P1 = Precipitación de la estación meteorológica base (mm)
- P2 = Precipitación de la estación meteorológica auxiliare 1 (mm)
- P3 = Precipitación de la estación meteorológica auxiliare 2 (mm)
- P4 = Precipitación de la estación meteorológica auxiliar 3 (mm)
- D1 = Distancia entre la estación meteorológica base y el punto de interés en m
- D1 = Distancia entre la estación meteorológica base y el punto de interés en m.
- D2 = Distancia entre la estación meteorol. auxiliar 1 y el punto de interés en m.
- D3 = Distancia entre la estación meteorol. auxiliar 2 y el punto de interés en m.
- D4 = Distancia entre la estación meteorol. auxiliar 3 y el punto de interés en m.

Con los datos estimados de las precipitaciones mensuales en cada una de las salidas de las seis microcuencas, se procedió a calcular los caudales medios mensuales.

Para evaluar de manera general los recursos hídricos y el manejo de agua a escala de microcuenca, considerando las recomendaciones de la literatura se utilizó los caudales medios mensuales, generados en cada una de las salidas de las áreas de drenaje de las microcuencas seleccionadas (puntos de interés).

Se optó por este mecanismo en vista de que en el dren (río) principal de la microcuenca (la unidad hidrográfica) de estudio, no existe una estación hidrológica instalada, que registre datos. Para ello, se utilizó los datos de precipitación mensual generados en cada una de las microcuencas seleccionadas, a lo largo del dren principal de la zona en estudio.

Para la determinación de los caudales medios mensuales, en cada una de las microcuencas (puntos interés), se utilizó el método del Ex –Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos –INERHI y el método racional. Las ecuaciones para cada uno de los métodos son los siguientes:

$$Q = 5{,}01 * P^{0{,}54} * A/86{,}4 * N \text{ (Ex – INERHI)} \quad \text{Ec. (3)}$$

Dónde:
Q = caudal medio mensual (l/s)
P = Precipitación mensual (mm)
A = Área de la microcuenca (ha)
N = Número de días del mes

$$Q = C * P * A/86{,}4 * N \text{ (Racional)} \quad \text{Ec. (4)}$$

Dónde:
Q = caudal medio mensual (l/s)
C = Coeficiente de escorrentía
P = Precipitación mensual (mm)
A = Área de la microcuenca (ha)
N = Número de días del mes

Fue imprescindible determinar el área (ha) que corresponde a cada una de las seis microcuencas (puntos de interés seleccionados), aguas arriba, cuyos datos se indican en la Tabla 5 y Anexo 3, Mapa 2).

Tabla 5. Ubicación geográfica, altitud, ubicación y áreas que corresponde a cada una de las microcuencas.

| Microcuenca | Coordenadas geográficas | | Altitud msnsm | Descripción | Área (ha) |
|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | | | |
| M1 | 0684645 | 9574103 | 2561 | A 100 m de la unión de las quebradas Cocheturo y Nasucal (La Dolorosa) (EA1) | 445.0 |
| M2 | 0684991 | 9573229 | 2422 | A 100 m de la unión entre la quebrada principal y Chilpa-Suimala (Carmelo). (EA2). | 279.7 |
| M3 | 0685376 | 9572360 | 2328 | A 100 m de la unión entre la quebrada principal y Pordel (AE3) | 903.0 |
| M4 | 0685376 | 9572038 | 2303 | A 100 m de la unión entre la quebrada principal y Sayo (Mazin) (EA4) | 242.1 |
| M5 | 0685606 | 9571400 | 2247 | A 100 m de la unión entre la quebrada principal y El Oso (EA5) | 888.6 |
| M6 | 0685286 | 9569093 | 1972 | En el cierre de la microcuenca del río Chantaco (EA6) | 981.7 |
| Total | | | | | 3740.1 |

Para determinar el coeficiente de escorrentía de la microcuenca en estudio se determinó éste en función de los factores que presenta la microcuenca, mismos que constan en el Tabla 6 y 7.

Para el cálculo se siguió el método racional, siguiendo el consiguiente procedimiento:

- Apoyándose del mapa base se delimitó las microcuencas que conforma el área de estudio.
- Considerando el mapa de pendientes se determinó el porcentaje de la pendiente que predomina en cada una de las áreas de drenaje de las microcuencas, para establecer el valor factor de ponderación por relieve.

- En base a la clase textural del suelo de cada microcuenca, se determinó el valor del factor de ponderación por la permeabilidad del suelo.
- Apoyándose del mapa de cobertura vegetal se determinó el valor del factor de ponderación por vegetación.
- Relacionando la textura del suelo de cada microcuenca se estimó el valor del factor de ponderación por la capacidad del almacenamiento del agua.

Una vez obtenido los valores del factor de ponderación por relieve del terreno, permeabilidad del suelo, vegetación y capacidad de almacenamiento de agua para cada una de las microcuencas, se suman estos valores; cuyo resultado, sirve para encontrar el coeficiente de escorrentía (C). Por ejemplo, para la primera área de drenaje, en la unión de las quebradas Cocheturo y Nasucal, el valor de K fue 85. Con este valor, empleando la Tabla 7, se determina el coeficiente de escorrentía C igual a 0,72 (valor medio). Igual procedimiento se utilizó para las otras microcuencas que conforma el área de estudio.

Tabla 6. Factores de ponderación para calcular el coeficiente de escorrentía

| FACTORES | VALORES DE K | | | |
|---|---|---|---|---|
| Relieve del terreno | K = 40<br>Muy accidentado, pendientes superiores al 30% | K = 30<br>Accidentado, pendientes entre 10 y 30% | K = 20<br>Ondulado, pendientes entre 5 y 10% | K = 10<br>Pendientes menores al 5% |
| Permeabilidad del suelo | K = 20<br>Muy impermeable. Roca | K = 15<br>Bastante impermeable. Arcilla | K = 10<br>Bastante permeable | K = 5<br>Muy permeables. Arena |
| Vegetación | K = 20<br>Ninguna | K = 15<br>Menor del 10% de la superficie | K = 10<br>Hasta el 50% de la superficie | K = 5<br>Hasta el 90% de la superficie |
| Capacidad del almacenamiento de agua | K = 20<br>Ninguna | K = 15<br>Poca | K = 10<br>Bastante | K = 5<br>Mucha |

Tabla 7. Coeficiente de escorrentía calculada a partir de los factores de ponderación.

| K | C | | |
|---|---|---|---|
| | MÍNIMO | MEDIO | MÁXIMO |
| 75-100 | 0,65 | 0,72 | 0,80 |
| 50-75 | 0,50 | 0,57 | 0,65 |
| 30-50 | 0,35 | 0,42 | 0,50 |
| 25-30 | 0,20 | 0,26 | 0,35 |

Además, para contrastar los caudales medios mensuales generados, con los métodos antes indicados, se realizó una campaña de aforo, durante un año, realizando aforos en las seis estaciones de aforo seleccionados, cada 15 días. Esta campaña se realizó de agosto de 2011 hasta julio de 2012, mediante el método del flotador.

Para determinar temperatura a la microcuenca en estudio se generó a partir de estación base y auxiliares, circundantes: El Cisne, La Argelia, Catamayo y San Lucas.
El procedimiento de cálculo fue el siguiente:

- Se utilizó el mapa de isotermas elaborado para la microcuenca en estudio. Con esta información se determinó el dato de la temperatura media mensual, en cada una de las salidas de la microcuencas seleccionadas, en el área de estudio.

- Los datos de temperatura mensual, de las estaciones meteorológicas base y auxiliares seleccionadas (El Cisne, La Argelia, Catamayo y San Lucas), se las homogenizó, a fin de que estén consistentes y en igual periodo de la serie de los registros (26 años).

- Se determinó el factor de corrección (F). Para calcular F, primeramente se utilizó el mapa de isotermas para determinar la temperatura que le corresponde a cada una de las microcuencas seleccionadas. Luego, se anotó el dato de la temperatura media de la estación meteorológica de base. Con estos dos datos se determinó el factor de corrección, que es el resultado de dividir el dato de la temperatura encontrada en el mapa de isotermas para cada una de las microcuencas seleccionadas y el dato de la temperatura de la estación meteorológica base.

- Las temperaturas medias mensuales de la estación base de los doce meses del año, se multiplicó por el factor de corrección (F), para obtener el dato de temperatura media mensual en cada una de las microcuencas seleccionadas.

Para determinar la evapotranspiración potencial en cada una de las microcuencas seleccionadas (puntos de salidas), se utilizó el método de Thornthwaite y se empleó los datos de temperatura media mensual obtenidos anteriormente. El procedimiento que se utilizó fue el siguiente:

- La temperatura media mensual generada en cada una de las microcuencas seleccionadas (puntos de salida), en el procedimiento anterior, sirvió para aplicar con la fórmula propuesto por Thornthwaite.
- Se determinó el Factor de Corrección (F). Es decir, se calculó el Coeficiente de corrección según la Latitud para cada uno de los meses del año. Este factor tiene relación con la duración media mensual del resplandor solar en el Hemisferio Sur, expresado en unidades de 30 días de 12 horas cada uno. Para el caso del presente estudio, las microcuencas están entre 3° a 4° de latitud sur.
- Las fórmulas que se aplicó con este método son las siguientes:

$$ETP = 0{,}53\ [(10 \times T)/I]^{a} \qquad \text{Ec. (5)}$$

$$I = 12\ (T/5)^{1{,}54}$$

$$a = (675 \times 10^{-9})I^{3} - (771 \times 10^{-7})I^{2} + (179 \times 10^{-4})I + 0{,}492$$

Dónde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm/día).

I = Índice calórico

Con los datos de la precipitación, temperatura y ETP, generados, se procedió a elaborar el Diagrama Ombrotérmico. El diagrama permitió visualizar la época húmeda y de sequía de la zona de estudio. En otras palabras, con la información generada existe las condiciones para determinar el balance hídrico (disponibilidad del recurso hídrico) en una microcuenca determinada: la oferta y la demanda.

#### 3.4.2.5. Análisis técnico

Con la información primaria y secundaria obtenida se procedió a tabular y sistematizar, a fin de crear la base de datos que contiene la georeferenciación de la ubicación de la fuentes de agua; el esquema hidráulico y codificación de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario; caudales concesionados, número de usuarios; área regable; entre los principales datos.

También se determinó la funcionalidad técnica y social de cada uno de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario existentes en la microcuenca. Así mismo, se evidenció la calidad del agua; y, el balance hídrico de la microcuenca en estudio, precisando la oferta y demanda.

Concluido el análisis técnico, se procedió a la formulación de alternativas de planificación, manejo y uso del agua en la microcuenca en estudio, con la participación de los líderes, dirigentes, socios de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario.

## 3.5. METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2: DETERMINAR LA RACIONALIDAD DE LOS PRODUCTORES SOBRE EL MANEJO Y USO DEL AGUA EN VERTIENTES Y EN LOS SISTEMAS DE CULTIVOS DE LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO.

Para concretar el objetivo se seleccionó a personas informantes claves -las de mayor edad, de ambos sexos, y que son reconocidos por la comunidad, por ser líderes y además por ser poseedores de mucho conocimiento y experiencia; a quienes se les entrevistó sobre cómo antes se manejaba y usaba el agua en las diferentes vertientes. Las 12 personas entrevistadas viven, unos en el piso altitudinal alto y otros en la transición entre el piso medio y bajo de la microcuenca. Las edades de las personas fluctúa entre 60 a 85 años, tanto hombres como mujeres.

Se hicieron observaciones en el campo, en las diferentes vertientes de agua, donde se determinó el tipo de vegetación y la cobertura de ésta alrededor de la vertiente, la existencia o no de contaminación y las causales; la presencia o no de cerramiento para evitar el ingreso de animales a las vertientes. Así mismo se recorrió las principales márgenes de las quebradas que son fuente de agua para consumo humano, riego y abrevaderos.

Igualmente para conocer si existen productores que utilizan técnicas novedosas sobre el manejo y uso del agua en las parcelas con diferentes cultivos, en el transcurso del tiempo, se seleccionó a seis productores claves, tanto en el piso alto y en la transición entre el piso medio y bajo de la microcuenca. Estas personas, son también los propietarios de los terrenos.

Para la selección de las parcelas se consideraron los criterios como el sistema de cultivo (hortalizas), la apertura del propietario para contar su experiencia y dejar ingresar a su parcela para observar como riega y a tomar datos, por ejemplo, los agronómicos de los cultivos, determinar las constantes hidrofísicas del suelo; datos del terreno (pendiente); distancias de separación entre aspersores; altura del elevador, diámetros húmedo; las características del aspersor; tomar muestras de suelos, entre otros aspectos.

Las muestras de suelos se tomaron el 13 de marzo de 2012, mismas que fueron ingresadas y analizadas en el Laboratorio de Suelos del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Loja; cuyos resultados sirvieron como base para determinar cuánto y cuándo regar.

Las técnicas e instrumentos que se utilizó en la presente investigación, son los siguientes:

- Observación directa
- Entrevistas semiestructurada
- Testimonios
- Vivencias
- Pruebas de campo en suelos: textura, profundidad efectiva, pendientes, profundidad de humedecimiento, etc.
- Análisis de laboratorio para suelos: textura, densidad aparente.
- Cultivos
- Acompañamiento en las labores agrícolas
- Análisis e interpretación de la información generada

Para cumplimiento del presente objetivo se desarrollaron dos momentos de trabajo:

**Momento uno.** En este momento se elaboró la primera aproximación de las mejores prácticas de manejo y uso del agua en vertientes y en los sistemas de cultivo, basándose en la información primaria obtenida y de los diagnósticos realizados.

Se organizó, tabuló y sistematizó la información primaria obtenida en las entrevistas a las personas con más años de la zona de estudio y a productores. Igual procedimiento se empleó con la información obtenida en las observaciones realizadas de manera directa en el campo y las pruebas de campo y laboratorio.

Seguidamente se elaboró el documento, primera versión, con las mejores prácticas de manejo y uso del agua en las vertientes y en el sistema de cultivo, que fue utilizado en el segundo momento; e, igualmente se planificó y preparó el material para realizar el taller.

**Momento dos**. Se realizó un taller con productores seleccionados para recuperar, valorar, analizar y validar las experiencias y saberes, en relación a cómo manejan el agua en las hortalizas y cómo manejan el agua en las vertientes.

En el taller se presentó los resultados de la sistematización (primera versión) de las mejores prácticas de manejo y usos del agua en las vertientes y en el sistema de cultivo (hortalizas). Posteriormente, los productores asistentes al evento, analizaron en grupos (parte alta y media-baja), la pertinencia o no de las prácticas presentadas; donde luego de un proceso de reflexión e intercambio de opiniones, validaron las mismas; constituyendo una segunda versión y definitiva. Este proceso permitió dar el reconocimiento social de las fortalezas y debilidades presentes en cuanto a la gestión del agua en la microcuenca (Figura 8).

Figura 8. Taller con productores seleccionados para valorar, analizar y validar las experiencias y saberes campesinos, en la gestión del agua.

En base del proceso desarrollado se concretó las principales recomendaciones con las mejores opciones de manejo y uso del agua en vertientes y en los sistemas de cultivo de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, para asegurar la soberanía y seguridad alimentaria de la población.

## 3.6. METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 3: PLANTEAR ALTERNATIVAS DE PLANIFICACIÓN, MANEJO Y USO DEL AGUA EN LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO.

Para cumplir con este objetivo, se aprovechó la información generada en los objetivos uno y dos; y, en base de ella se planteó las alternativas de planificación, manejo y uso del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, mismas que fueron validadas en dos talleres, en la que participaron los líderes, dirigentes y usuarios del agua para consumo humano y de riego comunitario.

El proceso que se realizó fue exponiendo, analizando y priorizando las principales fortalezas, potencialidades y limitaciones en el ámbito ambiental, en los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario; y, en la gestión institucional por el agua, de manera participativa, en grupos, en un momento, y luego en plenaria, para integrar el análisis y la priorización.

Seguidamente se expuso, analizó y priorizó los trascendentales problemas en el ámbito ambiental, en los sistemas de agua para consumo humano, riego comunitario y en la gestión institucional para el agua.

Posteriormente, una vez priorizados las fortalezas, potencialidades, limitaciones y los problemas, en un segundo taller, se trabajó con los asistentes la visión, misión, los objetivos estratégicos y se delineó el modelo de gestión, en cuanto a las instancias responsables de la ejecución del plan y de las características básicas del modelo.

Finalmente, de manera participativa, en grupos y luego en plenaria, se definieron los programas, proyectos y resultados, en los ámbitos del desarrollo de capacidades locales y fortalecimiento organizativo e institucional y la participación social; manejo, protección y conservación de la microcuenca; agua para consumo humano; y, riego comunitario.

## 3.7. METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 4: DIFUNDIR LA GUÍA METODOLOGÍA Y LOS RESULTADOS DE INVENTARIO HÍDRICO Y DE LAS MEJORES OPCIONES DE MANEJO DEL AGUA EN LAS VERTIENTES Y USO EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO DE LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO, PARA ASEGURAR LA SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA POBLACIÓN.

Para el cumplimiento del presente objetivo, se desarrolló el siguiente proceso de trabajo.

**Primer momento:** En este momento se ejecutó un taller con las autoridades de las Junta Parroquial de Chantaco y representantes de sistemas de agua de consumo y riego de la microcuenca.

Se hizo la presentación, a los participantes del taller, la Guía Metodológica y los resultados del inventario hídrico y las mejores prácticas de manejo del agua en las vertientes y uso en los sistemas de cultivo de la microcuenca.

Posteriormente, en grupos de trabajo, analizaron la guía metodológica, los resultados del inventario hídrico y las mejores prácticas de manejo del agua en las vertientes y uso en los sistemas de cultivo (hortalizas) de la microcuenca.

Concluida el trabajo de grupo, cada grupo hizo conocer sus reflexiones y aportes en plenaria, mismos que fueron nuevamente discutidos entre todos los participantes para llegar a establecer consenso sobre los aportes. Estos insumos finalmente fueron incorporados al documento final (Figura 9).

Figura 9.Taller con autoridades y usuarios

**Segundo momento:** En este momento, en base a los aportes y las sugerencias realizadas por los participantes del taller, realizado en el momento uno, se redactó el documento de la Guía metodológica y los resultados del inventario hídrico; las opciones de manejo y uso del agua en el sistema de cultivo (hortalizas) bajo riego; y, la propuesta: Gestión Integral del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco.

La Guía Metodológica para el inventario de los recursos hídricos se estructuró en cinco partes: una introductoria; la guía para el inventario del agua de consumo humano; la guía para riego comunitario; la guía para la calidad de agua; y, la guía para la cantidad de agua.

La Guía para el inventario de agua de consumo humano se estructuró en tres ítems: descripción general y evaluación de la funcionalidad técnica del sistema de agua de consumo humano; la evaluación de la funcionalidad social del sistema de agua de consumo humano; y, la evaluación de la organización de gestión del agua. Para cada uno de estos ítems se cuenta con un anexo, donde principalmente constan las fichas de campo.

La Guía para el inventario del riego comunitario se estructuró en cuatro ítems: descripción general y evaluación de la funcionalidad técnica del sistema de riego; riego parcelario; la evaluación de la funcionalidad social del sistema de riego; y, la evaluación de la organización administrativa del sistema de riego. Para cada uno de estos ítems se cuenta con un anexo, donde principalmente constan las fichas de campo.

La Guía para la calidad de agua se estructuró en cinco ítems: plan de muestreo; muestreo, parámetros a analizar y definición de indicadores; indicadores de calidad; y, los criterios de calidad para agua de consumo humano y uso doméstico. Además, cuenta con un anexo para obtener información de calidad y contaminación del agua.

La Guía para la cantidad de agua se estructuró en seis ítems: Exploración de información meteorológica; definición de la ecuación de balance hídrico; determinación de la precipitación en la salida de cada microcuenca seleccionadas que conforma el área de estudio; y, la determinación del caudal medio; la determinación de la temperatura media mensual en las microcuencas seleccionadas; y, la determinación de la evapotranspiración potencial (ETP).

Los resultados del inventario hídrico está organizado en cuatro ítems: estudio de agua para consumo humano; estudio del agua para riego; estudio de la calidad de agua; y, estudio de la cantidad de agua.

En cuanto a las mejores prácticas de manejo, protección de las vertientes y uso del agua en los sistemas de cultivo –hortalizas- de la microcuenca de estudio se elaboró en dos ítems: mejores opciones de manejo y protección de vertientes y del manejo del agua en el sistema de cultivo de hortalizas.

# 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1. MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO.

La microcuenca Chuquiribamba-Chantaco tiene una superficie de 3 740,7 ha, constituida por una red hídrica de 8 quebradas (Mapa 1); y, las características de los suelos, clima, cobertura vegetal y la morfometría constan en el Anexo 3, Mapa 1, 2, 3, 4 y 5).

Según el sistema U.S.D.A Soil Taxonomy, los **suelos** de la microcuenca, están estructurado en los siguientes órdenes: alfisoles, inceptisoles y oxisoles. Es decir, en la microcuenca existen suelos con un horizonte argílico (arcilla) y con una saturación de bases de media a alta; suelos que presentan horizontes alterados, pero en los cuales los procesos de iluviación, eluviación y meteorización extrema no son significativos; y, suelos con horizonte óxico. (Anexo 3, Mapa 4).

El relieve de la microcuenca se caracteriza por presentar terrenos con fuertes pendiente, en la mayoría de la superficie de la zona de estudio (Anexo 3, Mapa 5).

Según la clasificación de la zonas de vida de L.R. Holdridges, al piso alto (2800 msnm) y medio (2200 msnm) de la microcuenca le corresponde a Bosque Húmedo-Montano Bajo (bh-MB); y, al piso bajo (1972 msnm) a Bosque Seco-Premontano (bs-PM), respectivamente.

El clima en el piso alto (2800 msnm) de la microcuenca es templado frío, con una temperatura promedio de 11,0 °C y una precipitación media anual de 1000 mm. En el piso bajo el clima es templado subhúmedo, con una temperatura promedio de 15,3 °C y una precipitación media anual de 700 mm.

### 4.1.1. Características Morfométricas

Las principales características morfométricas de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, se presenta en el Cuadro 1 y Anexo3, Mapa 1.

Cuadro 1. Características morfométricas de la microcuenca.

| MORFOMETRIA | VALOR | CLASIFICACIÓN |
|---|---|---|
| Área (km²) | 37.40 | Pequeña |
| Perímetro (km) | 26.97 | |
| Longitud del cauce principal (km) | 9.70 | Corto |
| Ancho de la cuenca (km) | 3.55 | Al centro |
| Elevación media (msnm) | 2711.75 | Alta |
| Altitud mínima (msnm) | 2000.00 | |
| Altitud máxima (msnm) | 3400.00 | |
| Desnivel | 1400.00 | Mediano |
| Coeficiente de compacidad (kc) | 1.24 | Casi redonda a oval-redonda |
| Coeficiente de forma (f) | 0.50 | Moderadamente achatada |
| Densidad de drenaje (km/km2) | 0.99 | Baja |
| Pendiente del cauce principal (%) | 15.39 | |
| Pendiente media de la cuenca (%) | 35.07 | |
| Relación de circularidad | 0.52 | |
| Coeficiente de sinuosidad (sh) | 1.06 | |
| Tiempo de concentración de Kirpich /horas (tc) | 0.93 | Rápido |
| Relación elongación | 0.71 | Alargada |
| Índice de alargamiento (ia) | 1.27 | Poco alargada |
| Coeficiente de masividad (km) | 72.50 | Montañosa |

La microcuenca es pequeña por tener una superficie de 37.4 Km² y el tiempo de concentración es rápido, debido a que la forma de la unidad hidrográfica es oval-redonda, por tanto la tendencia a generar avenidas importantes no será mayor. Así mismo, en base a la densidad de drenaje, esta microcuenca cuenta con redes de drenaje no muy desarrolladas (baja).

### 4.1.2. Cobertura Vegetal

La cobertura vegetal de la microcuenca está conformada por las siguientes clases, que consta en el Cuadro 2 y Anexo 3, Mapa 3.

Cuadro 2. Clasificación, área y porcentaje de la cobertura vegetal

| No | Clasificación de la cobertura vegetal y uso actual | Área (ha) | % |
|---|---|---|---|
| 1 | Asociación pasto-plantación-cultivo | 1096.5 | 29.3 |
| 2 | Bosque húmedo denso | 191.8 | 5.1 |
| 3 | Bosque húmedo intervenido | 148.0 | 4.0 |
| 4 | Cultivos asociados andinos | 512.2 | 13.7 |
| 5 | Matorral húmedo alto | 772.1 | 20.6 |
| 6 | Matorral seco alto | 47.8 | 1.3 |
| 7 | Páramo | 178.1 | 4.8 |
| 8 | Pastizal | 724.5 | 19.4 |
| 9 | Pasto natural | 10.3 | 0.3 |
| 10 | Plantación de pino | 59.8 | 1.6 |
| | **Total** | **3740.75** | **100** |

La descripción de la clasificación de la cobertura vegetal y uso actual que corresponde a la microcuenca, está referida en los siguientes términos:

**Asociación pasto-plantación-cultivo:** Se presentan estos tres (3) tipos de cobertura, sin que haya un predominio claro de alguna de ellas, en el piso altitudinal alto, medio y bajo de la microcuenca, donde las pendientes son menores al 24%. Las especies que están presentes son pasto azul (Holcus lanatus), kikuyo (Pennisetum clandestinum) , ray gras (Lolium multiflorum); cultivos de maíz (Zea mays)+fréjol (Phaseolus vulgaris), arveja (Pisum sativum), hortalizas y plantas medicinales; y, plantas de aliso (Alnus jorullensis), chilcas (Baccharis spp), eucaliptos (Eucalyptus glóbulos), entre los principales. Esta clase representa el 15,64% del total de la provincia de Loja (7 102 ha).

**Bosque húmedo denso:** Es un ecosistema arbóreo formado por sucesión natural, que se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, que por las distintas edades forman uno o más estratos. Lo caracterizan especies como podocarpus (Podocarpus oleifolius D. Don), ducos del género Clusia, laurel de cera (Morella pubescens Humb.&Bonpl.ex Willd), Cashcos del género Weinmannia, Pumamaqui (Oreopanax andreanus Marchal), cucharillo (Oreocallis grandiflora (Lam.) R. Br.) y kike (Hesperomeles obtusifolia (Pers.) Lindl.). En la microcuenca se

encuentra en la parte alta de las quebradas de Pordel, Sayo y la del Oso. Esta clase representa el 0,30% del total de la provincia de Loja (64 035 ha).

En esta clase de vegetación es posible de emprender un proceso de reforestación, empleando las mismas plantas nativas existentes o mediante la regeneración natural.

**Bosque húmedo intervenido:** Es un ecosistema arbóreo formado por sucesión natural, cuya cobertura original ha sido alterada por intervención humana y por lo tanto, no se observa continuidad en la vegetación. Las especies características son similares a las que se presentan en el bosque húmedo denso. Dentro de esta categoría se incluyen también fragmentos de bosque denso, localizados en las riveras de las quebradas de Pordel, Sayo y El Oso. También en las riveras de las diferentes quebradas de la microcuenca, encontramos árboles de eucalipto (Eucalyptus glóbulos). Esta clase representa el 0,33% del total de la provincia de Loja (45 458 ha).

Igualmente, en esta clase de vegetación también es necesario de emprender un proceso de reforestación, empleando las mismas plantas nativas existentes, a través de la propagación de plantas con semillas o esquejes.

**Cultivos asociados andinos:** Son aquellas tierras destinadas al cultivo en huertas, caracterizadas por estar compuestas de policultivos de ciclo corto -maíz blanco (Zea mays L.), fréjol (Phaseolus vulgaris L.), arveja (Pisum sativum L.), papa (Solanum tuberosum L.), oca (Oxalis tuberosa Molina), haba (Vicia faba L.) y cultivos perennes en donde cada especie tiene asignado un espacio específico de pequeña extensión. Generalmente se encuentran en los barrios y sectores de la parroquia de Chuquiribamba y Chantaco. Esta clase representa el 6,20% del total de la provincia de Loja (8 257 ha).

**Matorral húmedo alto:** Es una vegetación arbustiva que no posee un fuste definido y que mantiene el verdor de sus hojas en forma constante; se incluye vegetación en recuperación cuya altura no es superior a los 6 m. En esta unidad se encuentran especies características como cucharillo (Oreacallis grandiflora (Lam.) R.Br.), chinchas del género Chusquea, huaycundos o bromelias de los géneros Guzmania, Tilladsia y Puya; cashco (Weinmannia glabra L.f.), durmarín (Tibouchina laxa), asteráceas del género Bacharis entre otras. Esta unidad está bastante difundida en las partes altas de la microcenca; y, de la manera específica en Sapúl, Sansigre y en las quebradas de

Sayo y El Oso. Esta clase representa el 0,46% del total de la provincia de Loja (168778 ha).

En esta clase de vegetación también amerita iniciar un proceso de reforestación, empleando las mismas plantas nativas existentes.

**Matorral seco alto:** Es una vegetación con arbustos caducifolios no superiores a los 6 m de alto, con especies como faique (Acacia macracantha Humb.&Bonpl. Ex Will), , chamana (Dodonaea sp.), arabisco (Jacaranda mimosifolia), huilco (Anadenanthera colubrina), porotillo (Erythrina smithiana Krukoff). Se ubica esta clase en la margen izquierda del rió Chantaco, en el cierre de la microcuenca en estudio; y, representa el 0,06% del total de la provincia de Loja (82 145 ha).

En esta clase de vegetación es la que también requiere de comenzar con un proceso de reforestación, empleando las mismas plantas nativas existentes.

**Páramo:** Es un ecosistema tropical altoandino, caracterizado por una vegetación dominante de tipo herbáceo con predominio de especies como paja (Stipa ichu), Bromelias de los géneros Puya, Guzmania, Tilladsia; ericáceas de los géneros Cevendishia, Vaccinium, Gualteria; chuquiragua (Chuquiragua jussieui) y Miconia ligustrin. En esta categoría se incluyen los páramos arbustivos, donde predominan los géneros Hedyosmun, Clusia, Miconia y Weinmannia principalmente. En la microcuenca, esta unidad se ubica en las partes altas, principalmente en los cerros de Santa Bárbara, Santo Domingo y Guyarapamba. Esta clase representa el 0,62% del total de la provincia de Loja (28 665 ha).

También, en esta clase de vegetación es urgente de emprender un proceso de reforestación, empleando las mismas plantas nativas existentes en el medio.

**Pastizal (cultivado):** Son áreas dedicadas al cultivo predominante de especies forrajeras, destinadas a la alimentación de ganado bovino, ovino y equino. Las especies de pastos cultivados más comunes son: kikuyo (Pennisetum clandestinum), trébol (Trifolium sp.), chilena (Panicum máximum), entre otros. Este tipo de cobertura se encuentra en la parte alta, oriental y occidental, de la microcenca. Esta clase representa el 0,58% del total de la provincia de Loja (124 367 ha).

**Pasto natural:** Es la vegetación dominada por especies herbáceas que se desarrollan de forma natural y espontánea, luego de alteraciones de la vegetación original, sin recibir ningún tipo de cuidado. Es característica en zonas con poca precipitación, sean estos sitios bajos o de altura. En los primeros se encuentra el pasto yarahua (Hyparrhenia rufa) y en sitios altos se desarrollan especies como paja (Schizachyrium sp.) y puya (Puya sp.). En algunos casos, cuando existe acceso a fuentes de agua, es utilizado para la alimentación del ganado. Esta clase se encuentra en los sectores de Chucacuña (parte alta de la quebrada El Oso) y en el piso bajo de la microcuenca. Esta clase representa el 0,01% del total de la provincia de Loja ( 192 234 ha).

**Plantación de pino:** Son plantaciones de pino (Pinus patula y P. radiata), sembradas con intencionalidades de reforestación (finalmente han cosechado para madera, resultado un fin productivo). Esta plantación se encuentra en los sectores de Pordel, Santo Domingo y en San Juan. Esta clase representa el 1,78% del total de la provincia de Loja (3 355 ha).

En esta área es prudente cosechar la plantación y volver a reforestar con plantas nativas que existe en la zona.

En las áreas del bosque húmedo denso e intervenido, el matorral húmedo alto y seco y el páramo es necesario emprender en un proceso de reforestación, debido a que suma una significativa área de 13 378 ha. Para tener éxito con la reforestación se requiere la participación, en la toma de decisión, de los socios de los sistemas de agua de consumo humano y riego, para qué ellos asuman compromisos y responsabilidades de trabajo y cuidado de las plantas. Igualmente sensibilizar, negociar y comprometer a los dueños de los terrenos de estas áreas para que permitan reforestar, sin que les limiten a que puedan seguir utilizando y trabajando en sus terrenos.

## 4.2. CONCESIONES, USOS Y FUENTES DE AGUA

Las concesiones, usos y el tipo de fuente de agua en la microcuenca se indican en los Cuadros 3 y 4; y, Figura 4.1 y 4.2.

Cuadro 3. Concesión y tipo de fuente de agua

| Utilización concesión | Tipo de fuente de agua | | | | | Total | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | V (Vertiente) | Q (Quebrada) | P (Pozo) | U (Remanente) | R (Río) | | |
| Uso doméstico | 50 | 11 | 1 | 0 | 0 | 62 | 36 |
| Riego | 46 | 30 | 0 | 7 | 3 | 86 | 50 |
| Abrevadero | 17 | 4 | 1 | 2 | 0 | 24 | 14 |
| **Total** | **113** | **45** | **2** | **9** | **3** | **172** | **100** |
| **%** | **65.7** | **26.2** | **1.2** | **5.2** | **1.7** | | **100** |

Fuente: SENAGUA, 2010.

La mayoría de las concesiones otorgadas por el CNRH y el INERHI, corresponde para el riego (50%), seguido para consumo humano (36%) y la tercera opción para abrevaderos de los animales (14%).

La fuente de agua para los diferentes usos proviene, en orden secuencial, de vertientes (65,7%), quebradas (26,2%), pozos (1.2%), remanentes (5,2%) y río (1.7%).

Cuadro 4. Estadísticas de concesiones y usos de agua.

| Destino concesión | Época de concesión | | | | Total | % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | | |
| Uso doméstico | 3 | 38 | 12 | 10 | 63 | 36.6 |
| Riego | 1 | 26 | 25 | 34 | 86 | 50.0 |
| Abrevadero | 1 | 11 | 4 | 7 | 23 | 13.4 |
| **Total** | **5** | **75** | **41** | **51** | **172** | 100 |
| **%** | **2.9** | **43.6** | **23.8** | **29.7** | **100** | |

Fuente: SENAGUA, 2010.

La época de las concesiones, otorgada por la autoridad correspondiente, inicia a concentrase en las décadas del 70, 80, 90 y la primera del 2000, con el 2,9%, 43,6%, 23,8% y 29,7%, respectivamente. En cuanto al uso, en primer lugar está el doméstico (36,6%); en segundo lugar el riego (50%) y el tercero para abrevaderos de animales (13,4%).

Las razones por las que los habitantes de la microcuenca, a partir de la década del 70, solicitan a la autoridad correspondiente, las concesiones de agua para los diferentes usos, se debe a la presencia del fenómeno de la sequía, producto del paulatino cambio climático que se presenta en el planeta; el contar con un marco legal, por la aprobación de la ley de aguas, el 30 de mayo de 1972; la ampliación de la frontera agrícola, para implementar pastizales y cultivos. También se puede destacar que la inercia de la reforma agraria influye para que los pueblos de la provincia de Loja tuvieron en esa época; el cambio paulatino del patrón de cultivos, de cultivos tradicionales (maíz + fréjol, arveja, haba, papa, cebada, etc.) de secano a hortalizas, bajo riego, para satisfacer la demanda de alimentos a lo interno y externo de la zona de estudio; y, al crecimiento poblacional de la zona rural y urbana.

Los caudales concesionados para cada uno de los usos se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Caudales concesionados por usos

| **Concesión por usos** | **Caudal concesionado (l/s)** | **Superficie regada (ha)** |
|---|---|---|
| Uso doméstico | 19,71 | |
| Riego | 344,63 | 487,1 |
| Abrevadero | 1,43 | |
| **Total** | 365,77 | |

Fuente: SENAGUA, 2010.

En el cuadro 5, se precisa que al riego se ha concesionado más caudal; seguido el de uso doméstico; y, en último está para los abrevaderos de los animales.

Los caudales concesionados para los diferentes usos, por parte de la autoridad de regulación y control, según los beneficiados no es la correcta. Esta situación se presenta porque las inspecciones de campo realizadas por los técnicos, muchas de las veces lo han hecho en época de lluvias, no hace ningún aforo y no analizan la oferta y demanda de manera integral, para tener la seguridad que existe la cantidad de agua suficiente y que no afecta a otros usuarios aguas abajo. Así mismo, existe incompatibilidad en cuanto a la georeferencianción de las concesiones, porque no se indica en la base de datos, el Datum del GPS empleado.

En este proceso otro de las dificultades que se presenta es que la autoridad otorga concesiones, sin mayor análisis técnico, lo que determina la proliferación y atomización de concesiones, que al final se debilitan entre ellas. Esta situación se sostiene porque en la microcuenca de Chuquiribamba-Chantaco existen 172 concesiones de agua; y, existen 13 sistemas de agua de consumo humano y 20 sistemas de riego comunitario, que estos cubren toda el área (Anexo 3, Mapa 6).

### 4.2.1. Sistema Hidrográfico al que pertenece la microcuenca

La microcuenca Chuquribamba-Chantaco, según el método PFAFSTETER, ésta pertenece a nivel cinco, correspondiendo al código 13898. El primer número, significa que corresponde al nivel 1 (la red hidrográfica de la Vertiente del Pacífico); el segundo número, al nivel 2 (la unidad hidrográfica Puyango-Catamayo); el tercero número, al nivel 3 (la unidad hidrográfica Catamayo-Chira); el cuarto número, al nivel 4 (la unidad hidrográfica Catamayo); el quinto número, al nivel 5, y, en este nivel está ubicado la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco. Mientras que con la codificación del Ex – CNRH, la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, está ubicada en la subcuenca hidrográfica del río Catamayo, con el código 227001; es decir, ésta pertenece al sistema hidrográfico Chira, con el código 22; la cuenca hidrográfica del río Chira, con el código 2270 y la subcuenca hidrográfica del río Catamayo, con el código 227001.

## 4.3. ADAPTACIÓN DE LA GUÍA METODOLOGÍA PARA EL INVENTARIO HÍDRICO, PROPUESTO POR EL FORO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS.

La Guía Metodológica de Inventario Hídrico, propuesto por el Foro Nacional de Recursos Hídricos, se revisó, analizó y ajustó, previo a su aplicación, para desarrollar el inventario de recursos hídricos, en términos de calidad y cantidad, en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco. La mayor parte de la guía tiene validez, en la parte conceptual y metodológica; sólo se realizó adecuaciones en la estructura de las Fichas de Campo, para obtener, organizar y sistematizar mejor la información primaria de campo (Anexo 1). Por ejemplo, para el estudio de agua de consumo humano, se estructuraron solo 10 fichas (en la Guía del Foro Nacional existen 16 fichas), que permitió recoger la información general del sistema; precisar la secuencia de la infraestructura hidráulica del sistema; describir las obras de conducción, distribución y

obra especiales; describir las obras de almacenamiento, tratamiento del agua y saneamiento; establecer la funcionalidad social del sistema; y, sobre la representatividad, legitimidad, normatividad y operatividad del sistema. De igual forma se procedió para el estudio de riego comunitario, donde se estructuró 12 fichas de campo (en la Guía del Foro Nacional existen 20).

Para el estudio de la calidad de agua, la guía está estructurada así: el plan de muestreo (determinar los puntos de muestreo antes y después de la contaminación), muestreo, los parámetros a analizar y definición de indicadores; y; los criterios de calidad para agua de consumo humano y uso doméstico. Las fichas se estructuraron de otra forma, según las orientaciones emitidas por la UTPL.

Para el estudio de la cantidad de agua, la guía está estructurada con la exploración de información meteorológica del INAMHI; la ecuación de balance hídrico (es diferente a lo propuesto por el Foro Nacional); y, los procedimientos para la determinación de la precipitación, temperatura, evapotranspiración y caudales medios en las microcuencas seleccionadas, son distintos a lo que contiene la Guía del Foro Nacional, debido a que en ésta no se cuenta con una estación meteorológica e hidrológica, que genere información primaria actualizada, consistente y confiable.

La Guía Metodológica para realizar el inventario hídrico, adaptada a las condiciones de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, se presenta en el Anexo 1.

## 4.4. INVENTARIO HÍDRICO DE LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO.

Durante la realización del inventario hídrico de la microcuenca en estudio se conformó el Foro Parroquial del Agua; y, se desarrolló los estudios del agua para consumo humano y riego, como calidad y cantidad de agua.

### 4.4.1. Conformación del Foro Parroquial del Agua

Previo a la realización de inventario hídrico se hizo el esfuerzo para establecer una alianza de cooperación interinstitucional, para conformar un equipo de trabajo; sin embargo no fue posible, debido a que no había el interés de parte de las autoridades de la Junta Parroquial de Chuquiribamba, SENAGUA-Loja, Gobierno Provincial de Loja y el Municipio de Loja.

No obstante, durante la ejecución del proyecto, al participar los dirigentes y líderes de los sistemas de agua de consumo humano y riego, en los recorridos de campo, los talleres y reuniones de trabajo, aceptaron la conformación del Foro Parroquial del Agua. Por este motivo, el 15 de enero del 2012, se estructuró la directiva, cuyos miembros son los dirigentes y representantes de los sistemas de agua de consumo humano y riego y un representante del sector educativo –el Director de la Escuela "Benjamín Franklin".

Consecuentemente, el Foro Parroquial se constituyó en un espacio de análisis y debate de la problemática de la gestión de agua de Chuquiribamba y Chantaco (Figura 10).

Figura 10. Conformación y posición de los miembros del Foro Parroquial del Agua.

Uno de los objetivos del Foro Parroquial es el de iniciar un proceso de Asociatividad con todas las organizaciones de base de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario y formar parte del Comité de Apoyo a la Gestión del agua que se propone sea conformado. Actualmente, el Foro Parroquial del Agua es parte de la Red de Organizaciones Sociales y Comunitarias Gestionadoras del Agua del Ecuador-ROSCGAE. Hasta la fecha los dirigentes y socios de los sistemas de agua de consumo humano y riego y las autoridades de la Junta Parroquial de Chantaco, han participado en varios eventos a nivel regional y nacional; y, además tres dirigentes se forman en el Programa de capacitación de promotores en agua y riego, que ejecuta el CAMAREN.

### 4.4.2. Agua para Consumo Humano.

En la microcuenca de estudio existen 13 sistemas de agua de consumo humano, de los cuáles se realiza una descripción general y se complementan con el análisis de la funcionalidad técnica y la gestión social, aspectos que constan en los ítems de este apartado.

#### 4.4.2.1. Funcionalidad técnica de los sistemas.

Todos los sistemas de agua de consumo humano, en su codificación, a más de llevar el código que le corresponde de la clasificación del sistema hidrográfica, constan, el número del sistema, el tipo de fuente, la margen de donde capta el agua y en que piso altitudinal de la microcuenca se encuentra (Cuadro 6)

Cuadro 6. Sistemas de agua para consumo humano (SACH).

| Nombre del SACH | Barrio/ Sector beneficiado | Tipo Fuente | Código | Q (l/s) |
|---|---|---|---|---|
| Miraflores | Miraflores | Vertiente Piruro | 13898SACH01VPA1 | 0,55 |
| Chuquiribamba | Chuquiribamba | Q. Santa Barbara y V Piuro | 13898SACH02VQMDPA1 | 3,00 |
| Pordel Alto | Pordel | Vertiente Agua Tibia | 13898SACH03VPA2 | 1,19 |
| Pordel Bajo | Pordel | Vertiente Arrayan | 13898SACH04VPA2 | 0,19 |
| Calucay | Torata/Calucay | Vertiente | 13898SACH05VPA2 | 0,33 |
| Carmelo | Carmelo | Vertiente | 13898SACH06VPA2 | 1,40 |
| Fatima-San Nicolas | Fatima | Q. Guayrapamba y Vertiente | 13898SACH07VQMIPA2 | 0,65 |
| Chantaco Alto-Mazin/San Isidro | Chantaco-Alto | Vertiente | 13898SACH08VPA2 | 1,50 |
| Cumbe-Chantaco | Chantaco | Q. Oso | 13898SACH09QMDPA2 | 3,84 |
| Chantaco Antiguo | Chantaco | Q Shillipara y Vertiente | 13898SACH10VQMDPA2 | 1,44 |
| Reina del Cisne | Cañaro Alto | Vertiente | 13898SACH11VPA2 | 0,03 |
| El Auxilio | Auxilio | Vertiente | 13898SACH12VPA2 | 0,02 |
| Lindero | Lindero | Vertiente | 13898SACH13VPA3 | 0,01 |
| **Total** | | | | **14,15** |

En el cuadro 6, constan los sectores o barrios que se benefician del sistema de riego; la fuente de agua que provee al sistema, el código para los 13; y, el caudal concesionado. Por ejemplo, el sistema Chuquiribamba, abastece de agua a la población de la cabecera parroquial y a los barrios contiguos; la fuente donde capta el agua es de la quebrada Santa Bárbara y la vertiente Piruro; el código significa que el sistema está ubicado en el nivel 5 de la clasificación de las unidades hidrográficas, por el método PFAFSTETER, es el sistema número 02 y la fuente es de quebrada y vertiente y está ubicada la captación en la margen derecha y en el piso altitudinal alto; y, tiene una caudal concesionado de 3.0 l/s.

Actualmente, en todas las vertientes se evidencia la pérdida paulatina de la cobertura vegetal, por la acción de deforestación, la entrada de los animales para pastar y abrevar; suelos están erosionados por la acción hídrica. Sólo existen pequeños arbustos y árboles alrededor de las vertientes. Muchas de ellas, en la época seca, sufren el problema de los incendios forestales o han sido alterados por la apertura de vías, con motivo de hacer explotación  minera. Sin embargo al iniciar con un proceso de manejo y conservación, estos inconvenientes podrían ser solucionados. (Figura 11).

Figura 11. Vertientes de la quebrada Guayrapamba

En las márgenes de las quebradas de la microcuenca hay escasa vegetación; y, aproximadamente a unos cinco metros está presente la actividad agrícola y pecuaria. Así mismo ocurre la contaminación de agua por el permanente acceso de los animales a las quebradas para que tomen agua. A esto se suma  la contaminación por los vertidos de las aguas servidas  de los asentamientos poblaciones de los barrios y cabecera parroquial de Chuquiribamba y Chantaco y por la presencia de basuras (Figura 12).

Figura 12. Área de drenaje de la quebrada El Oso y Pordel

También, en las márgenes de la mayoría de las quebradas existe la presencia de especies arbóreas como eucaliptos (Eucalyptus glóbulos), sauces (Salíx humboldtian) y alisos (Alnus acuminata), con predominancia del primero (Figura 13). Las raíces de estas especies contribuyen a estabilizar las riberas del cauce de las quebradas, principalmente cuando se presentan crecidas de mediana magnitud.

Figura 13. Dren principal de la microcuenca

#### 4.4.2.2. Evaluación de la funcionalidad técnica del sistema.

La funcionalidad técnica de los sistemas de agua de consumo humano tiene relación con la concesión; las características de la secuencia de los elementos de la infraestructura hidráulica, con la respectiva codificación; las características de la conducción, distribución y de las obras especiales; capacidad del personal encargado de la operación y mantenimiento.

#### 4.4.2.2.1. Concesión del agua.

Los caudales concesionados a los sistemas de agua de consumo humano se da mediante la autoridad de control. Sin embargo, para dar las concesiones no hicieron un análisis técnico-social, sólo se limitaron hacer una observación de campo. No realizaron campañas de aforo, a veces fue puntual y en periodo de lluvia, peor un análisis hidrológico; nunca determinaron la oferta y demanda, considerando la población del momento de adjudicar y la del futuro, con una perspectiva de 20 años, como exige la norma para diseños de sistemas de abastecimiento de agua potable del MIDUVI.

#### 4.4.2.2.2. Características de la infraestructura.

La infraestructura hidráulica de los sistemas de agua de consumo humano, en orden secuencial, está integrado por una captación tipo superficial, tipo dren; cámara (caja) de recolección, una línea de conducción principal, una planta de tratamiento (3 tanques: dos para filtrar el agua (colector) y el otro para tratarlo, sistema de filtrado, una unidad de desinfección); y, la red de distribución. En base de la guía propuesta para el presente inventario, cada elemento de la infraestructura hidráulica, de cada sistema, está codificado (Cuadro 4.7 y Mapa 10)

Cuadro 7. Infraestructura principal de los sistemas de agua de consumo humano.

| Orden | X | Y | Altitud msnm | Denominación del tipo de infraestructura | Código |
|---|---|---|---|---|---|
| **SACH Miraflores (Piruro): 13898SACH01VPA1** | | | | | |
| 1 | 684888 | 9576386 | 2921 | Captación | OC01 |
| 2 | 684778 | 9574547 | 2697 | Tanque almacenamiento | TA01 |
| **SACH Chuquiribamba (Santa Bárbara): 13898SACH02VQMDPA1** | | | | | |
| 1 | 686969 | 9577102 | 3240 | Captación | 0C02 |
| 2 | 685458 | 9576520 | 3080 | Captación | OC03 |
| 3 | 684292 | 9575779 | 2800 | Planta tratamiento | PT01 |
| **SACH Pordel (Agua Tibia): 13898SACH03VPA2** | | | | | |
| 1 | 685965 | 9575605 | 2726 | Captación | OC01 |
| 2 | 685849 | 9574948 | 2714 | Tanque almacenamiento | TA01 |
| **SACH Pordel bajo (Arrayan): 13898SACH04VPA2** | | | | | |
| 1 | 685931 | 9573653 | 2638 | Captación | OC01 |

Continuación del Cuadro 7.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 685626 | 9573644 | 2572 | Tanque almacenamiento | TA01 |
| **SACH Calucay: 13898SACH05VPA2** | | | | | |
| 1 | 686283 | 9573473 | 2699 | Captación | OC01 |
| 2 | 685776 | 9573087 | 2527 | Tanque almacenamiento | TA01 |
| **SACH Carmelo: 13898SACH06VPA2** | | | | | |
| 1 | 684149 | 9573346 | 2586 | Captación | OC01 |
| 2 | 684505 | 9573746 | 2580 | Planta Tratamiento | PT01 |
| **SACH Fátima-San Nicolás: 13898SACH07VQMIPA2** | | | | | |
| 1 | 683870 | 9571249 | 2692 | Captación 1 | OC01 |
| 2 | 683911 | 9572359 | 2739 | Captación 2 | 0C02 |
| 3 | 683911 | 9572354 | 2739 | Desarenador | D01 |
| 4 | 683883 | 9572348 | 2743 | Unidad sedimentación | US01 |
| 5 | 683902 | 9571202 | 2673 | Planta Tratamiento | PT01 |
| **SACH Chantaco Alto-Mazin: 13898SACH08VPA2** | | | | | |
| 1 | 685000 | 9572116 | 2377 | Captación | OC01 |
| 2 | 685095 | 9572037 | 2356 | Tanque almacenamento 1 | TA01 |
| 3 | 685276 | 9571510 | 2691 | Tanque almacenamiento 2 | TA02 |
| **SACH Cumbe-Chantaco: 13898SACH09QMDPA2** | | | | | |
| 1 | 688766 | 9571961 | 2400 | Captación (Bocatoma) | OC01 |
| 2 | 686233 | 9572162 | 2413 | Desarenador | D01 |
| 3 | 685941 | 9572314 | 2382 | Planta tratamiento | PT01 |
| 4 | 685242 | 9571560 | 2335 | Tanque almacenamiento | TA01 |
| **SACH Chantaco Antiguo: 13898SACH10VQMDPA2** | | | | | |
| 1 | 686750 | 9572650 | 2500 | Captación | OC01 |
| 2 | 685893 | 9571129 | 2276 | Tanque almacenamiento | TA01 |
| **SACH Reina del Cisne: 13898SACH11VPA2** | | | | | |
| 1 | 684231 | 9570824 | 2575 | Captación y almacenamiento | OC01 |
| **SACH El Auxilio: 13898SACH12VPA2** | | | | | |
| 1 | 684028 | 9569003 | 2856 | Captación | OC01 |
| 2 | 684204 | 9568892 | 2853 | Tanque almacenamiento | TA01 |

En el Cuadro 7, se señala la ubicación (coordenadas hidrográficas y altitud) y la denominación del tipo de infraestructura que conforma el sistema, como de su codificación, que consta en el esquema hidráulico. Por ejemplo, el sistema Miraflores, cuenta con una obra de captación y el tanque de almacenamiento.

Las características de las **bocatomas** de los sistemas de agua de consumo humano existentes en la microcuenca son tipo superficial (tipo dren) o de cámaras de recolección; construidas de hormigón simple. Por tanto, éstas captan caudales pequeños; y, son simples, sencillas y de menor costo. (Figura 14).

Figura 14. Captación SACH de Calucay y Carmelo.

En ninguna bocatoma de los 13 sistemas de agua de consumo humano esta implementado una escala linnimétrica, que permita registrar los caudales que ingresan a la red conducción.

Los sistemas de agua de consumo humano de Chuquiribamba y Cumbe-Chantaco, posterior a la obra de captación, cuenta con un desarenador y sedimentador, debido a que capta el agua de la quebrada Santa Bárbara y El Oso, respectivamente. Estas obras son construidas con hormigón ciclópeo; y, están en buenas condiciones de funcionamiento.

La **red de conducción** es con tubería de PVC, a presión, y manguera de polietileno, de diámetros son variables (25 a 63 mm), dependiendo del caudal que conducen; y, en éstas no existen mayores problemas de daños, que afecte el funcionamiento de los sistemas.

De los 13 sistemas existentes, cuatro tienen planta de tratamiento; y, los restantes sólo cuentan con un tanque de almacenamiento.

Una **planta de tratamiento** está constituida por 2 tanques para filtrar y un tanque para almacenar el agua, luego de ser tratada; el sistema de filtrado; y, la unidad de desinfección). Este es fundamental para asegurar la calidad de agua (Figura 15).

Figura 15. Planta de Tratamiento del SACH Cumbe-Chantaco

Los tanques para filtrar el agua cruda que ingresa a la planta contienen filtros gruesos dinámicos; y, en el sistema de filtrado final, están dos filtros lentos de arena. La unidad de desinfección (caseta de cloración) está compuesta por un tanque hipoclorador, con capacidad diferente en cada uno de los sistemas, dependiendo del volumen de agua a desinfectar.

De los sistemas que tiene planta de tratamiento, dos (Camelo y Fátima) están en buenas condiciones de funcionamiento, por ser construido hace 2 años. Mientras los otros dos (Chuquiribamba y Cumbe-Chantaco), están en proceso de mejoramiento y ampliación.

La capacidad de los **tanques de almacenamiento** (reserva) de los 13 sistemas de agua de consumo humano fluctúa entre 8 a 53 m³. El total de agua almacenada es de 382.71 m³ (Cuadro 8).

Cuadro 8. Capacidad de almacenamiento de tanques de reserva

| **Orden** | **Denominación del tipo de infraestructura** | **Volumen (m3)** |
|---|---|---|
| **SACH Miraflores (Piruro)** | | |
| 1 | Tanque almacenamiento | 25,7 |
| **SACH Chuquiribamba (Santa Bárbara)** | | |
| 1 | Tanque (antiguo) | 24,0 |
| 2 | Tanque en la Planta tratamiento | 45,0 |
| **SACH Pordel (Agua Tibia)** | | |
| 1 | Tanque almacenamiento | 32.9 |

Continuación del Cuadro 8.

| | | |
|---|---|---|
| **SACH Pordel Bajo (Arrayan)** | | |
| 1 | Tanque almacenamiento | 12,0 |
| **SACH Calucay** | | |
| 1 | Tanque almacenamiento | 12,0 |
| **SACH Carmelo** | | |
| 1 | Tanque en la Planta Tratamiento | 45,0 |
| **SACH Fátima-San Nicolas** | | |
| 1 | Tanque en la Planta Tratamiento | 25,0 |
| **SACH Chantaco Alto-Mazin** | | |
| 1 | Tanque almacenamiento 1 | 21,6 |
| 2 | Tanque almacenamiento 2 | 53,7 |
| **SACH Cumbe-Chantaco** | | |
| 1 | Tanque en la Planta tratamiento | 15,0 |
| 2 | Tanque almacenamiento | 25,0 |
| **SACH Chantaco Antiguo** | | |
| 1 | Tanque almacenamiento | 26,5 |
| **SACH Reina del Cisne** | | |
| 1 | Tanque almacenamiento | 11,3 |
| **SACH El Auxilio** | | |
| 1 | Tanque almacenamiento | 8,0 |
| | **Total** | **382,7** |

En el Cuadro 8, se precisa el número de tanques de almacenamiento que tienen los 13 sistemas, como la capacidad. Por ejemplo, el SACH Chantaco Alto-Mazin, almacenan 75.3 m³ de agua y tiene 74 socios (370 habitantes). Con este volumen se podría dar el servicio a 753 habitantes en un día.

Los sistemas que no tienen planta de tratamiento, sólo han implementado un tanque de almacenamiento o reserva, de hormigón ciclópeo. A estos tanques mensualmente lo lavan y ponen cloro (caso sistema de Calucay); puesto que no hay arrastre de sedimentos, porque el agua proviene de vertientes. (Figura 16).

Figura 16. Tanques de reserva del SACH Pordel (Agua tibia) y Calucay

La **red de distribución** de los sistemas de agua de consumo humano son de tubería de PVC, a presión, y manguera de polietileno, con diámetros variables (25, 32 y 63 mm), dependiendo del caudal que conducen. En estás no existen problemas mayores de averías.

Las acometidas domiciliarias son con tubería de PVC o manguera de polietileno de 15 mm (1/2”) de diámetro. Es necesario indicar que se presentan algunos problemas de funcionamiento como: roturas, fugas de agua, etc., debido a que la calidad de los materiales utilizados no son buenos.

En los sistemas de Chuquiribama, Carmelo, Fátima y Cumbe-Chantaco, cuentan con medidor en cada una de las conexiones domiciliarias.

La situación actual de los sistemas en cuanto al número de usuarios, longitud de la infraestructura principal, el tipo de material y su estado, se presenta en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Características de los sistemas de agua de consumo humano.

| **NOMBRE SACH** | **N° Usuarios** | **Long. CP (m)** | **Tipo de material de la conducción** | **Estado actual** |
|---|---|---|---|---|
| Miraflores | 15 | 1 842,3 | Tubería (PVC) | Bueno |
| Chuquiribamba | 225 | 4 218,7 | Tubería (PVC) | Bueno |
| Pordel Alto | 37 | 305,1 | Tubería (PVC) | Bueno |
| Pordel Bajo | 20 | | Tubería (PVC) | Bueno |
| Calucay | 45 | 637,2 | Tubería (PVC) | Bueno |
| Carmelo | 95 | 537,0 | Tubería (PVC) | Bueno |
| Fatima-San Nicolas | 115 | 1 820,5 | Tubería (PVC) | Bueno |
| Chantaco Alto-Mazin/San Isidro | 74 | 680,3 | Tubería (PVC) | Bueno |
| Cumbe-Chantaco | 274 | 2 013,2 | Tubería (PVC) | Bueno |
| Chantaco Antiguo | 66 | 1 500,0 | Tubería (PVC) | Bueno |
| Reina del Cisne | 6 | 1 000,0 | Manguera (Polietileno) | Bueno |
| El Auxilio | 22 | 800,0 | Manguera (Polietileno) | Bueno |
| SACH Lindero | 22 | 700,0 | Manguera (Polietileno) | Bueno |
| **Total** | **1 016** | **15 517,3** | | |

En el Cuadro 9, precisa que existen 1 016 socios, por cuanto existen familias que son socios en diferentes sistemas. La longitud total de la red de conducción principal de los 13 sistemas suma 15. 51 km. Sólo el sistema Chuquiribamba tiene una longitud de 4.2 km.

Para la **operación** de los sistemas existen dos modalidades. En la primera, contratan a una persona para que se encargue de operar el sistema; y, la segunda, lo hacen los mismos socios, mediante turno, por orden de lista.

La primera modalidad lo han asumido los sistemas de Chuquiribamba, Carmelo, Fátima y Cumbe-Chantaco; es decir, son aquellos sistemas de tienen planta de tratamiento. Las actividades que cumple el operador son el de operar y mantener el sistemas como abrir y cerrar válvulas, hacer pequeños arreglos en la planta de tratamiento, limpiar las basuras que están presentes en los tanques que filtran el agua cruda, clorar y realizar la lectura en los medidores y presentación de informes (facturación).

En la segunda modalidad, el sistema de Calucay, designa a un socio por semana, mediante turno, por orden de lista, para que se encargue de clorar; y, los otros restantes, no tratan el agua.

Un aspecto que es motivo de reflexión, tiene relación con la operación de los sistemas; puesto que de esto depende que el agua sea de calidad y la dotación sea continua y oportuna. Es decir, si no se desinfecta el agua correctamente ésta puede causar problemas en la salud de todos los usuarios. Por este motivo, es indispensable que el operador tenga la capacitación adecuada; y, además sea una persona muy responsable y honesta.

Para el **mantenimiento** de los sistemas, también existe dos modalidades: la primera, contratan a una persona o varias, dependiendo del trabajo a realizar: y, la segunda, los mismos socios son quienes se encargan de esta responsabilidad, mediante mingas.

Los trabajos de mantenimiento consisten en realizar limpiezas de: malezas, sedimentos e impurezas que se encuentran en la bocatoma, desarenador, sedimentador, alrededor de la planta de tratamiento; pintar la infraestructura y lavar lo filtros de la planta de tratamiento; reparar daños en las redes de conducción y

distribución; cuya actividad lo cumplen entre medio día a un día. Mientras, el lavado de los filtros lo hace un día por mes, con la participación de entre 4 a 8 personas.

En la microcuenca existen problemas de **saneamiento ambiental**, debido a que no existen obras para tratar las aguas servidas de los centros poblados de las cabeceras parroquiales y de los barrios de Chuquiribamba y Chantaco.

Las cabeceras parroquiales de Chuquiribamba y Chantaco, donde hay concentración de habitantes, cuentan con red de alcantarillado para evacuar las aguas servidas y otras aguas negras. Sin embargo, carecen de tratamiento las aguas servidas, por lo que esta red desemboca los vertidos en las quebradas. Las aguas servidas de Chuquiribamba son vertidos en la quebrada Chocheturo (contiguo a la cuadra de la curia) y Nasucal (tras del Colegio San Vicente Ferrer).

Mientras, en Chantaco, el vertido de la red de alcantarillado es una piscina (tanque) de descarga, ubicada en la parte suroccidental del área urbana; misma que está colmatada totalmente y la zona de infiltración está saturada, por tanto no está funcionando. Las aguas que se filtran del tanque, fluyen aguas abajo e ingresan al canal del sistema de riego Chantaco-Chichaca (Figura 17).

Figura 17. Piscina de descarga de las aguas servidas de Chantaco

Igualmente, la aguas servidas y negras de la Escuela Benjamín Franklin y el Colegio “Eduardo Mora Moreno, evacuan directamente al río Chantaco.

Los barrios de las dos parroquias, no cuentan con alcantarillado, pero se han implementado letrinas o pozos sépticos cercanos a las viviendas; y, ningunos de ellos

son adecuadamente manejados, situación por la cual muchos de ellos están también colmatados.

Además, en cada vivienda, al disponer de la llave (grifo) con el agua, esta es utilizada para la preparación de los alimentos y el lavado de vajilla, ropa y el aseo personal; y, estas son evacuadas directamente al campo abierto, por lo que contaminan el ambiente y provocan la saturación del suelo, con el consiguiente asentamiento en masa, de importantes extensiones de suelo, debido a la fuertes pendientes.

Por la falta de disposición de obras de saneamiento, en todo el territorio de la microcuenca, las aguas servidas de los vertidos del alcantarillado, letrinas y pozos sépticos, se constituyen en verdaderos focos de infección. Estas aguas son de mala calidad, porque no son tratadas (descontaminadas) para devolverlas al cauce natural.

Las autoridades de los municipios, con el apoyo de las Juntas Parroquiales y las organizaciones comunitarias, tiene la responsabilidad ineludible de implementar obras de saneamiento ambiental; situación que hasta la fecha no se interviene.

#### 4.4.2.3. Funcionalidad social de los sistemas.

La evaluación de la funcionalidad social de los sistemas de agua, tiene relación con los datos de población; la calidad del servicio; la dotación media por habitante; costo y sustentabilidad social; y, los conflictos.

La **familias** que se benefician de los 13 sistemas de agua para consumo humano son 1 016 (socios), pero algunas pertenecen a uno o dos, debido a que tienen sus viviendas en la cabecera parroquial y en otro barrio o a veces tienen dos conexiones domiciliarias. Por este razón, es mayor el número de socios frente a las 729 familias que viven en las parroquias e Chuquiribamba y Chantaco (INEC, 2011).

En base de la estadística poblacional emitida por el INEC; y, tomando en consideración las normas de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos, en el área rural. La Subsecretaria de Saneamiento Ambiental del MIDUVI, señala que la dotación básica mínima es de 100 l/hab/día (3 $m^3$/hab/mes); por lo que la demanda potencial sería de 131 148 $m^3$/año.

La demanda de agua tratada o potable tiene relación directa con el clima, las costumbres, la disponibilidad del recurso, el nivel de vida, calidad del agua, costo del servicio, etc. De modo general, el agua se destina principalmente para los siguientes usos:

- Bebida.
- Preparación de alimentos y cocina.
- Limpieza e higiene personal.
- Eliminación de desechos.

La **calidad del servicio** de los 13 sistemas puede ser calificada de buena a regular, por las siguientes razones:

- La facturación que realizan los cuatro principales sistemas de agua potable, precisa que la dotación promedia por habitante es de 80 l/habitante/día o 400 l/familia/día.
- El servicio de los sistemas de agua de consumo humano es permanente (24 horas), a excepción de los sistemas que no tienen planta de tratamiento o cuando se hace la limpieza de los tanques de almacenamiento (reserva).
- El servicio de agua se interrumpe, en todos los sistemas, cuando se presenta daños en alguna parte de la infraestructura hidráulica.
- En el sistema de Chuquiribamba, actualmente, sólo se da una cobertura al 65% de las familias que viven en el centro parroquial y en los barrios contiguos (190 conexiones); situación que ha obligado que se amplié el sistema, para cubrir la demanda externa del 35%. En la ampliación está previsto construir un nuevo tanque de reserva, con una capacidad de 50 $m^3$.
- En el sistema Cumbe-Chantaco, tienen serios problemas en las épocas de lluvias, porque la quebrada El Oso arrastra mucho sedimento, lo que ocasiona que el agua esté demasiado turbia, situación que preocupa y hay descontento parte de los socios. A esto se suma que no hay un rigoroso lavado en los filtros en la planta de tratamiento.
- Los sistemas que captan el agua de vertientes presentan una mejor calidad de agua en lo físico, químico y bacteriológico, frente a los sistemas que captan el agua de las quebradas. Por ejemplo, en la época invernal, los sistemas que capta el agua de vertientes son los que menos problemas tienen, por tanto no exige mucha demanda de mano de obra para su mantenimiento. Sólo en un periodo prolongado de sequía, se ven afectado, porque disminuye el caudal, en la captación.

Los 13 sistemas tienen establecido una **tarifa** o **costo por metro cúbico de agua**. Las organizaciones de los sistemas han decidido establecer una base de consumo de agua por mes, entre 10 a 15 m³. Por este volumen de agua base pagan una tarifa de 0,50 a 1,0 USD/mes, a excepción del sistema de Pordel, que pagan 1,0 USD/año. Si pasan de la base, por cada m³ de exceso pagan entre 0,10 a 0, 25 USD.

Las Juntas Administradores de los 13 sistemas recuperan el pago mensual de la tarifa entre el 90 a 95%, a excepción de Cumbe-Chantaco, que está alrededor del 75%. Sin embargo, con un trazo de un mes pagan los morosos para evitar el corte (suspensión) del agua.

Los 13 sistemas de agua de consumo humano no han tenido **conflictos** entre los socios. A veces se presentan cierta inconformidad de parte de los socios ante la directiva, cuando tratan de imponer sanciones, por el incumplimiento de sus responsabilidades, pero con la intervención de los demás socios, en las Asambleas, superan el impase.

Cuando se presentan desacuerdos entre los socios, la Directiva actúa para evitar que se convierta éstos en problemas mayores.

Un asunto que se debería estar atento para evitar que se presente un conflicto entre dos organizaciones (Cumbe-Chantaco y Chantaco Alto-Mazín), es lo relacionado con intensión de los socios del primer sistema de tener acceso al agua del segundo sistema, con la finalidad de tener una mejor agua, porque es de vertiente. Frente a esta situación los socios del sistema Chantaco Alto-Mazín no están de acuerdo. De persistir esta ambiente y si no hay un proceso adecuado de negociación podría desencadenarse en un gran conflicto social.

#### 4.4.2.4. Organización para la administración de los sistemas.

En la evaluación de la organización para la administración del sistema se considera la representatividad y legitimidad; normatividad y operatividad.

##### 4.4.2.4.1. Representatividad y legitimidad

La organización de los sistemas de agua de consumo -que también son llamadas Juntas Administradoras de Agua (JAAP)- tienen su representatividad y legitimidad,

porque se han conformado por acuerdo y decisión de los socios que integran el sistema. Por ello, los socios, en la mayoría de las ocasiones, asisten a las reuniones convocadas por los dirigentes; respetan las resoluciones y decisiones que se toman; como también reconocen y respetan a sus dirigentes.

La Directiva se encarga de controlar el cumplimiento de las resoluciones y sancionar a los infractores. Las Directivas son elegidas cada dos años, en el primer o último mes del año, en asamblea. La composición del Directiva es de seis miembros: presidente, secretario, tesorero y tres vocales; quienes son hombres y mujeres, y algunos son jóvenes (hijos de los socios). En el caso del sistema Fátima y Cumbe-Chantaco, tienen un Vocal que representa a cada ramal. El Primer vocal lo reemplaza al Presidente cuando esté falta o está con licencia.

Los mecanismos de elección de la directiva son los siguientes: a) los socios lanzan candidatos y se somete a votación; el más votado es el presidente y los que le siguen en votación asumen las otras dignidades o también someten a votación para cada dignidad; b) Conforman un grupo de socios (el número depende de las dignidades a elegir), en base al orden que constan los socios en el registro (lista); de este grupo votan los socios para el elegir al Presidente; y, las demás dignidades, asumen las personas que le sigue en votación al Presidente, en su orden.

La mayoría de los socios aceptan la designación, porque están conscientes y reconocen que tienen el derecho y la obligación de contribuir en el fortalecimiento de la organización; y, otros, en menor porcentaje, aceptan por el temor a ser multados, demostrando falta de convicción y empoderamiento.

Las funciones que tienen que cumplir los miembros del Directorio, se rigen por lo que establece el Reglamento de la Ley de Juntas Administradoras de Agua Potable y Alcantarillado, publicado en el Registro Oficial N° 802 del 29 de marzo de 1979. Los dirigentes trabajan sin ningún tipo de remuneración.

Las organizaciones de los sistemas de agua de consumo humano son reconocidas por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda-MIDUVI; razón por el cual, la organización, una vez que elige la Directiva, tiene que informar el particular a ésta institución, para que la autoridad de control dé el aval. Muchas de las veces, un funcionario del MIDUVI-Loja, asiste al acto de elección y poseción de la Directiva, donde protocoliza el Acta de Constitución de la Junta Administradora.

#### 4.4.2.4.2. Normatividad

La mayoría de los 13 sistemas no cuentan con Estatutos y Reglamentos Interno, construidos por los propios integrantes y cuando tienen estos no están actualizados; razón por la que la normatividad existente se constituye en letra muerta.

Solo el sistema Cumbe-Chantaco tiene el reglamento Interno de la Junta Administradora de Agua Potable, aprobado por el MIDUVI, en junio de 2001. Sin embargo, este reglamento es parte de un modelo que entrega la autoridad de control, por lo que fue llenado los espacios vacíos; y, no participaron los socios, tomando en cuenta la realidad y los requerimientos propios del sistema.

Los sistemas de agua de consumo humano por iniciativa y gestión realizada por los dirigentes, en su momento, lograron que instituciones como el Gobierno Provincial de Loja, Municipio de Loja y la Junta Parroquial de las parroquias de Chuquiribamba y Chantaco, les apoyen puntualmente con determinada asesoría técnica y con materiales de construcción, para el mejoramiento de la infraestructura hidráulica de los sistemas.

De los 13 sistemas de agua de consumo humano, cuatro tienen el padrón de distribución de agua, que les permite registrar el consumo de agua por mes. Además, con esta información facturan, recaudan y emiten el comprobante de pago a los socios. El sistema de Cumbe-Chantaco, tiene toda la información en una base de datos.

Todas las organizaciones de los sistemas de agua de consumo humano disponen del libro de actas, el libro de contabilidad y demás archivos. En los libros de actas constan las resoluciones y acuerdos que ha establecido la organización, documentos importantes porque permite determinar cómo ha evolucionado la misma, en cuanto a la gestión y administración de los sistemas. Así mismo, la organización lleva la contabilidad, donde constan los registros de los ingresos, egresos y saldos. Al llevar adecuadamente la contabilidad, en primer lugar, a la Directiva, les permite rendir cuentas a los socios; y, en segundo lugar los socios dan confianza y tiene credibilidad de sus dirigentes.

Ahora, de acuerdo a las nuevas leyes, los sistemas están obligados a llevar contabilidad, a hacer declaraciones en el SRI y hacer las respectivas retenciones. Sin

embargo, por falta de conocimiento de las leyes y el no contar con personal capacitado, se está presentando problemas para cumplir con las exigencias del Estado; que se han visto obligados hasta de pagar fuerte multas.

#### 4.4.2.4.3. Operatividad

La operatividad en la administración del sistema se refiere a la capacidad para: distribuir el agua, negociar y promover alianzas, mantener la infraestructura; y, a la capacidad de gestión económica y financiera del sistema.

En la zona de estudio la **capacidad administrativa** de los sistemas no es tan buena, debido a que los dirigentes no cumplen a cabalidad con sus roles y funciones, no tienen formación en temas de cómo dirigir a la organización social. Además, las organizaciones no cuentan con planificación, visión, misión y objetivos estratégicos, porque sus dirigentes y socios no están conscientes de la importancia de disponer de estas herramientas de gestión.

Los dirigentes y socios de los sistemas no tienen conocimiento ni dominio de las políticas, derechos, obligaciones y demás aspectos que contempla la Constitución vigente, las leyes y los acuerdos ministeriales.

En cada sistema, la directiva conjuntamente con los socios, en asambleas, planifican las actividades mensuales, que sólo llegan a cumplirse en el 90%, que consiste en dar mantenimiento a la infraestructura del sistema, las que muchas veces acuerdan realizar en mingas.

En cuanto a la **capacidad para distribuir el agua**, a criterio de los dirigentes y socios de los sistemas, consideran que es adecuada; puesto que todos acceden o tienen el servicio, de manera oportuna, permanente y en la cantidad requerida.

Hay familias que tienen acceso al servicio de agua de dos sistemas (el uno con agua tratada y el otro sin tratamiento), porque son socios en cada uno de ellos. Por esta razón, tienen agua en exceso, lo que incluso lo utilizan en riego. Sin embargo, son observados o sancionados los infractores; por ejemplo, en el sistema Cumbe-Chantaco, multan con 12 USD, a quien riega con el agua tratada.

La directiva de las organizaciones actúan de **mediadores o negociadores** cuando se presenta desentendimiento entre socios (nivel interno) para evitar que se convierta éste en un conflicto y provoque división entre ellos, cuando se presenta algún problema en la infraestructura o desean ampliar al sistema; hacen gestiones ante el Gobierno Provincial, Municipio de Loja, Junta Parroquial. Producto de las gestiones realizadas, las instituciones celebran un convenio, donde logran la asistencia técnica y los materiales; y, la organización, como contraparte, aporta con la mano de obra.

Las directivas de las organizaciones no tienen previsto en su gestión establecer mecanismos de alianza de cooperación interinstitucional. Argumentan que es perder tiempo, por cuanto las autoridades de las instituciones demoran mucho tiempo para tomar la decisión de apoyar; y, si lo hacen es de manera puntual, sin mirar si se consolida o no la organización y el sistema como tal. Muchas de las veces dicen que las autoridades solo les ofrecen y no cumplen, transformándose en una desilusión, engaño y frustración.

Las organizaciones de los sistemas no tienen establecido, en reglamento, las normas y reglas para enfrentar la operación y el mantenimiento de la infraestructura hidráulica. Ninguna organización tiene un manual para la operación y mantenimiento de los sistemas, lo que si demuestran tener capacidad para realizar la operación y el mantenimiento de la infraestructura del sistema, a fin de siempre disponer el servicio de agua. Podrían hacerlo de mejor forma si el personal que se encarga de estas actividades fuese adecuadamente capacitado.

Los socios en las reuniones que mantienen, no hablan de estrategias de prevención, para cuidar la infraestructura del sistema y lograr una mayor vida útil; más bien actúan cuando se presenta el problema.

Los 13 sistemas **no tienen capacidad económica y financiera** para enfrentar un daño mayor que se presente en la infraestructura del sistema; puesto que ningún sistema prevé una tarifa especial para tener un capital ahorrado para afrontar estos problemas.

Las organizaciones de los sistemas, con las tarifas que actualmente tienen establecidos, cubren pagos al operador, los jornales para el mantenimiento y la adquisición de materiales y accesorios para reparar la infraestructura y para el servicio de luz eléctrica. Cabe indicar que al operador le pagan mensualmente entre 40 a 90

USD, monto que está alrededor del 25% de un sueldo básico mínimo; y, el jornal, entre 8,0 a 10,0 USD. Cabe indicar, que sólo con las tarifas, no logran cubrir los gastos antes expuestos, sino fuera por las multas. Estas les permiten realizar los pagos pendientes. En conclusión, en la parte contable, cada mes, el tesorero presenta saldo cero.

En relación al manejo de los recursos económicos, a criterio de los socios, el tesorero lo hace de manera transparente, porque en cada sesión o asamblea, informa de los ingresos, egresos y saldos; y, además indica los documentos de soporte, acción que da confianza a los socios.

Frente a la realidad presente, en los 13 sistemas, se puede afirmar que la infraestructura hidráulica más o menos es funcional técnicamente; en cambio la funcionalidad social, aún es débil.

Las razones para que se presente esta situación se debe a que cuando se concibió, diseñó, construyó e implementó los sistemas, no se miró con una visión integral, por falta de conocimientos y experiencias de los usuarios; y, si tuvieron el apoyo de una institución, los técnicos tampoco tuvieron un enfoque socio-técnico, porque se ciñeron netamente al proceso técnico-constructivo de la infraestructura; y, muchas de las veces, las instituciones adjudicaron mediante contrato la construcción de la infraestructura, sin que forme parte, en la toma de decisión, los involucrados.

### 4.4.3. Agua de Riego.

En la microcuenca en estudio existen 20 sistemas de riego comunitario, cuyas características en cuanto a los elementos de la red hidráulica y la gestión social se analiza a continuación.

#### 4.4.3.1. Funcionalidad técnica de los sistemas de riego comunitario.

Los sistemas de riego llevan un código, donde se establece la clasificación del sistema hidrográfico al que pertenece la microcuenca; el tipo de fuente, la margen de donde capta el agua y en que piso altitudinal en la microcuenca se encuentra (Cuadro 10).

Cuadro 10. Registro de los sistema de riego comunitario

| **Nombre SRC** | **Barrio/ Sector beneficiado** | **Tipo Fuente** | **Código** | **Q (l/s)** | **Área (ha)** |
|---|---|---|---|---|---|
| San Vicente/Miraflores | San Vicente y Miraflores | Vertiente Piruro y Remanente | 13898SRC01VRPA1 | 0.63 | 0.58 |
| Cocheturo | La Dolorosa y parte alta de Carmelo | Vertiente y Q. Cocheturo | 13898SRC02VQMIPA1 | 9.75 | 19.50 |
| Pordel | Pordel | Q. Pordel y Vertiente | 13898SRC03VQMIPA1 | 5.50 | 11.00 |
| Quilloturo | Miraflores | Vertiente | 13898SRC04VPA1 | | 8.00 |
| Calucay-Sayo | Torata/Calucay | Q. sayo | 13898SRC05QMDPA1 | 2.04 | 2.88 |
| Chilpa-Suimala | Carmelo | Q. Chilpa | 13898SRC06QMIPA2 | 1.91 | 3.05 |
| Dur-Dur | San Nicolas | Q. Guayrapamba y Vertiente | 13898SRC07VQMIPA2 | 5.68 | 7.10 |
| Motupe-Shillipara | Shillipara-Motupe | Q. Oso | 13898SRC08QMIPA2 | 1.90 | 2.28 |
| Cumbe | Cumbe | Q. Oso | 13898SRC09QMDPA2 | 13.58 | 19.40 |
| Trensilla-Buradaña | Auxilio | Q. Trencilla-Buradaña | 13898SRC10QMIPA2 | 3.68 | 4.60 |
| Calucay-Chantaco | Calucay-Chantaco | Q. Pordel | 13898SRC11QMDPA2 | 5.88 | 9.80 |
| Tasqui | Cañaro alto Tasqui | Q. Guayrapamba y Vertiente | 13898SRC12VQMIPA2 | 3.37 | 30.00 |

Continuación del cuadro 10.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fátima | Fátima y parte de San Isidro | Q. Guayrapamba y Vertiente | 13898SRC13VQMIPA2 | 3.69 | 9.60 |
| Mazin-Chantaco | Chantaco | R. Chantaco | 13898SRC14RMDPA2 | 17.84 | 22.30 |
| Guangalo | Auxilio | Vertiente | 13898SRC15VPA2 | 0.88 | 2.20 |
| Chorro | Auxilio | Vertiente | 13898SRC16VPA2 | 0.12 | 0.20 |
| Chichaca/Sauce/Corral | Chichaca | Q. Oso | 13898SRC17QMDPA2 | 3.51 | 4.42 |
| Carrizal/Chorropamba | San Nicolas | Vertiente | 13898SRC18VPA2 | 1.00 | 1.40 |
| Cuneta | Cañaro | Remanente | 13898SRC19RPA2 | | |
| Chantaco-Chichaca | Chantaco, Lindero, Chichaca | R. Chantaco | 13898SRC20RMDPA3 | 80.65 | 100.81 |
| Total | | | | 161,6 | 259,1 |

En el cuadro 10, consta los nombres de los 20 sistemas de riego comunitario, los sectores y barrios que se benefician con el sistema, la fuente de agua, su código, el caudal y el área que consta en la concesión de agua.

Por ejemplo, el sistema de riego Fátima, beneficia al barrio Fátima y a la parte alta del barrio San Isidro; capta el agua de dos fuentes (de la quebrada Guayrapamba y de una vertiente), que suman un caudal de 3.69 l/s, para regar 9.6 ha. El código asignado al sistema es para precisar que está ubicado en el nivel 5 de la clasificación de las unidades hidrográficas, es el número 13 de los sistemas existentes en la microcuenca, que la fuente de agua es de quebrada y vertiente; y, la captación está localizada en la margen izquierda, en el piso medio.

Una situación que debe preocupar es la destrucción de las vertientes, que están ubicadas en la parte alta de la quebrada Guayrapamba, por las actividades de minería artesanal, que en caso de continuar afectaría en la cantidad y calidad de agua para los sistemas de riego Tasqui y Trencilla Buradaña (Figura 18).

Figura 18. Alteración de las vertientes de la quebrada Guayrapamba.

Otro caso crítico se presenta en el sistema de riego Chocheturo, que en la misma obra de captación y en el primer tanque almacenamiento de agua, está ubicado el área de botadero de basura, el corral de chanchos y demás animales (Figura 19).

Figura 19. Contaminación alrededor bocatoma SRC Cocheturo.

En época de lluvia se presentan problemas de avenidas, de gran envergadura, causando la erosión del cauce natural, provocando inundaciones en las riveras, la destrucción de las pequeñas obras de captación. Esta situación ocurre porque la mayoría de las áreas de drenaje de las quebradas están sin cobertura vegetal, por el permanente proceso de tala y quema; el cultivar en áreas con pendientes superiores al 40%, determina un acelerado escurrimiento superficial de las aguas lluvias y con la consecuente erosión de los suelos (Figura 20).

Figura 20. Parte suroccidental de la microcuenca y crecida de la quebrada Tasqui.

Los remanentes (fuentes de agua) son las más inestables y los más vulnerables, porque dependen del agua de escorrentía de las partes altas, filtraciones de agua de los sistemas de riego, ubicados en cota superior. El sistema de riego que afectación tendría a futuro es el SRC La Cuneta.

Los **caudales concesionados** a los sistemas de riego no corresponden y no responden a la realidad, para unos sistemas los caudales concesionados están sobredimensionados y en otros subdimensionados. Las razones para que esto ocurra, a más de lo explicado para el caso de los sistemas de agua de consumo humano, se deben a que nunca determinaron el área potencial regable, no consideraron las características hidrofísicas de los suelos, el patrón de cultivos, entre otros. La autoridad de control consideró el criterio que la dotación para el dueño del terreno a regar, era de 0,80 l/s/ha. Simplemente, se consultaba a los solicitantes de la concesión de cuantas hectáreas se regaría y de manera inmediata calculaba el caudal a adjudicar.

En los sistemas con caudales sobredimensionados se ocasiona un derroche del agua, por el exceso, debido a que el caudal es superior al área regable. Mientras, cuando es subdimensionado, provoca conflictos sociales, principalmente en la época de estiaje. Estos conflictos son en dos niveles. Uno a nivel interno del sistema, cabecera-cola; y, el otro externo, con los socios de otros sistemas, aguas abajo, o personas particulares, tal es el caso, del Ingenio Monterrey.

La infraestructura hidráulica de los sistemas, de manera general, está estructurada, por las obras de captación, desarenador, red de conducción (canal abierto o cerrada), red de distribución y las obras especiales (tanque de almacenamiento, tanque de

distribución, cajas de derivación, caja rompe presión, puentes, derivaciones simples o rústicas). En base de la guía propuesta para el presente inventario, cada elemento de la infraestructura hidráulica, de cada sistema de riego, está codificado (Cuadro 11 y Anexo 3, Mapa 11).

Cuadro 11. Infraestructura principal de los sistemas de riego.

| **Orden** | **X** | **Y** | **Altitud** | **Denominación del tipo de infraestructura** | **Código** |
|---|---|---|---|---|---|
| **SRC San Vicente/Miraflores: 13898SRC01VPA1** | | | | | |
| 1 | 685371 | 9576221 | 2928 | Captación | CB01 |
| 2 | 684852 | 9575702 | 2853 | Derivación 1 | DR01 |
| 3 | 684856 | 9575481 | 2822 | Derivación 2 | DR02 |
| 4 | 684840 | 9575199 | 2790 | Derivación 3 | DR03 |
| 5 | 684886 | 9575126 | 2786 | Tanque almacenamiento | TA01 |
| 6 | 684816 | 9574873 | 2735 | Ramal Miraflores 1 | DR04 |
| 7 | 684883 | 9574759 | 2718 | Ramal Miraflores 2 | DR05 |
| 8 | 684796 | 9574568 | 2700 | Ramal Miraflores 3 | DR06 |
| **SRC Cocheturo: 13898SRC02VQMIPA1** | | | | | |
| 1 | 683434 | 9575302 | 2734 | Captación 1 | BCR01 |
| 2 | 683506 | 9575231 | 2728 | Captación 2 | BCR02 |
| 3 | 683560 | 9575148 | 2727 | Captación 3 | BCR03 |
| 4 | 683354 | 9574855 | 2743 | Captación 4 | BCR04 |
| 5 | 683622 | 9575003 | 2715 | Obra captación | BC01 |
| 6 | 683666 | 9574938 | 2714 | Tanque almacenamiento 1 | TA01 |
| 7 | 683772 | 9574499 | 2712 | Tanque almacenamiento 2 | TA02 |
| 8 | 684272 | 9574309 | 2643 | Caja distribución | CD01 |
| 9 | 684288 | 9574307 | 2642 | Tanque almacenamiento 3 | TA03 |
| 10 | 684419 | 9573985 | 2602 | Tanque almacenamiento 4 | TA04 |
| **SRC Pordel: 13898SRC03QMIPA1** | | | | | |
| 1 | 686959 | 9575934 | 2962 | Captación 1 | BCR01 |
| 2 | 686202 | 9574882 | 2738 | Captación 2 | BCR01 |
| 3 | 685990 | 9573872 | 2674 | Caja distribución 1 | CD01 |
| 4 | 685883 | 9573727 | 2674 | Caja distribución 2 | CD02 |
| 5 | 685681 | 9573916 | 2610 | Tanque almacenamiento 2 | TA02 |
| 6 | 685619 | 9573697 | 2572 | Tanque almacenamiento 3 | TA03 |
| 7 | 685820 | 9573675 | 2636 | Tanque almacenamiento 4 | TA04 |

Continuación del cuadro 11.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SRC Calucay: 13898SRC05QMDPA1** | | | | | |
| 1 | 686470 | 9573674 | 2720 | Captación 1 (intersección 2 arroyos) | BCR01 |
| 2 | 686066 | 9573325 | 2642 | Captación Canal 1 (José M. Caraguay) | BCR02 |
| 3 | 685997 | 9573249 | 2595 | Captación 2 | BCR03 |
| 4 | 685859 | 9572979 | 2535 | Captación Canal 2 | BCR04 |
| 5 | 685684 | 9572841 | 2453 | Tanque almacenamiento | TA01 |
| **SRC Chilpa-Suimala: 13898SRC06QMIPA2** | | | | | |
| 1 | 683375 | 9573820 | 2807 | Captación 1 | BCR01 |
| 2 | 683909 | 9573785 | 2625 | Captación Canal 1 | BCR02 |
| 3 | 684119 | 9573946 | 2600 | Derivación 1 | DR01 |
| 4 | 684165 | 9573987 | 2592 | Derivación 2 | DR02 |
| 6 | 684333 | 9573830 | 2559 | Captación Canal 2 | BCR03 |
| 7 | 684473 | 9573621 | 2531 | Derivación 1 | DR01 |
| **SRC Dur-Dur: 13898SRC07VQMIPA2** | | | | | |
| 1 | 683886 | 9571211 | 2676 | Captación 1 | BCR01 |
| 2 | 683867 | 9571246 | 2693 | Captación 2 | BCR02 |
| 3 | 683897 | 9571188 | 2673 | Captación 3 (Q. Guayarapamba) | BCR03 |
| 4 | 683664 | 9570944 | 2700 | Captación 4 | BCR04 |
| 5 | 684323 | 9570989 | 2452 | Captación 5 | BCR05 |
| 6 | 684412 | 9571022 | 2438 | Tanque almacenamiento 1 | TA01 |
| 7 | 684597 | 9571098 | 2407 | Tanque almacenamiento 2 | TA02 |
| 8 | 684662 | 9570979 | 2376 | Caja distribución | CD01 |
| **SRC Motupe: 13898SRC08QMIPA2** | | | | | |
| 1 | 687080 | 9571757 | 2219 | Captación | BC01 |
| 2 | 685847 | 9571473 | 2399 | Caja derivación 1 | CD01 |
| 3 | 685967 | 9571479 | 2395 | Caja derivación 2 | CD02 |
| 4 | 686015 | 9571340 | 2379 | Caja derivación 3 | CD03 |
| 5 | 686062 | 9570869 | 2342 | Caja derivación 4 | CD04 |
| 6 | 686020 | 9570824 | 2320 | Caja derivación 5 | CD05 |
| 7 | 686083 | 9570763 | 2328 | Caja derivación 6 | CD05 |
| 8 | 686000 | 9570551 | 2329 | Tanque almacenamiento | TA01 |
| **SCR Cumbe: 13898SRC09QMDPA2** | | | | | |
| 1 | 686268 | 9572182 | 2412 | Captación | BC01 |
| 2 | 685936 | 9572085 | 2408 | Caja derivación 1 (alimenta al T1) | CD01 |
| 3 | 685866 | 9572055 | 2375 | Tanque almacenamiento 1 | TA01 |
| 4 | 685787 | 9572379 | 2381 | Caja derivación 2 | CD02 |
| 5 | 685728 | 9572338 | 2378 | Tanque almacenamiento T2 | TA02 |

Continuación del cuadro 11.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SRC Trencilla-Buradaña: 13898SRC10QMIPA2** | | | | | |
| 1 | 683611 | 9569603 | 2669 | Unión 2 quebradas | |
| 2 | 683756 | 9569453 | 2637 | Captación | BCR01 |
| 3 | 683879 | 9569122 | 2554 | Derivación 1 | DR01 |
| 4 | 684165 | 9568960 | 2855 | Derivación 2 | DR02 |
| **SRC Calucay-Chantaco: 13898SRC11QMDPA2** | | | | | |
| 1 | 685334 | 9574019 | 2856 | Captación | BC01 |
| 2 | 685283 | 9573964 | 2857 | Desarenador | D01 |
| 3 | 685178 | 9573848 | 2856 | Puente (Derrumbo) | P01 |
| 4 | 685075 | 9573725 | 2856 | Caja derivación 1 | CD01 |
| 5 | 685029 | 9573638 | 2857 | Caja derivación 2 | CD02 |
| 6 | 685009 | 9573597 | 2856 | Tanque distribuidor (ramales: Calucay y Chantaco) | TD01 |
| 7 | 685066 | 9573484 | 2856 | Derivación 1 (Ramal Calucay) | DR01 |
| 8 | 685071 | 9573457 | 2856 | Derivación 2 (Ramal Calucay) | DR01 |
| 9 | 685087 | 9573418 | 2857 | Derivación 3 (Ramal Calucay) | DR03 |
| 10 | 685139 | 9573264 | 2856 | Derivación 4 (Ramal Calucay) | DR04 |
| 11 | 684900 | 9573224 | 2856 | Tanque Rompe presión 1 (Ramal Chantaco) | TRP01 |
| 12 | 684944 | 9573055 | 2856 | Tanque Rompe presión 2(Ramal Chantaco) | TRP02 |
| 13 | 684971 | 9572667 | 2856 | Tanque almacenamiento 1 (Sr. José Pauta) | TA01 |
| 14 | 685124 | 9572297 | 2856 | Caja distribución (Ramal CD) | CD01 |
| 15 | 685087 | 9572256 | 2856 | Tanque distribuidor (para ramal San Isidro) | TD02 |
| 16 | 685008 | 9571402 | 2855 | Tanque almacenamiento 2 (Ramal Chantaco) | TA02 |
| 17 | 684932 | 9571085 | 2855 | Caja distribución (Ramal Chantaco) | CD02 |
| 18 | 684995 | 9570821 | 2857 | Tanque almacenamiento 3 (Ramal Chantaco) | TA03 |
| **SRC Tasqui: 13898SRC12VQMIPA2** | | | | | |
| 1 | 683040 | 9570641 | 2973 | Captación 1 | BCR01 |
| 2 | 683173 | 9570481 | 2940 | Captación 2 (Q. Guayrapamba) | BCR02 |
| 3 | 683357 | 9570548 | 2929 | Captación 3 | BCR03 |
| 4 | 683608 | 9570256 | 2752 | Captación 4 (Unión entre Q.Tasqui-Buradaña) | BCR04 |
| 5 | 683837 | 9570468 | 2711 | Captación 5 | BCR05 |

Continuación del cuadro 11.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SRC Fátima: 13898SRC13VQMIPA2** | | | | | |
| 1 | 683886 | 9571211 | 2676 | Captación 1 | BCR01 |
| 2 | 683867 | 9571246 | 2693 | Captación 2 | BCR02 |
| 3 | 683897 | 9571188 | 2673 | Captación 3 (Q. Guayarapamba) | BCR03 |
| 4 | 684046 | 9571249 | 2662 | Unión aguas de las 3 captaciones | |
| 5 | 684178 | 9571496 | 2113 | Caja de abrevadero | CA01 |
| 6 | 684233 | 9571667 | 2111 | Final de canal | |
| 7 | 684369 | 9571714 | 2112 | Tanque almacenamiento | TA01 |
| **SRC Mazin-Chantaco: 13898SRC14RMDPA2** | | | | | |
| 1 | 685366 | 9571704 | 2271 | Captación | BC01 |
| 2 | 685372 | 9571682 | 2270 | Desarenador | D01 |
| 3 | 685452 | 9571404 | 2269 | Tanque Distribución | TD01 |
| 4 | 685630 | 9570780 | 2222 | Tanque almacenamiento 1 | TA01 |
| 5 | 685267 | 9570363 | 2215 | Tanque almacenamiento 2 (Cañaro) | TA02 |
| **SRC Guangalo: 13898SRC15VPA2** | | | | | |
| 1 | 683977 | 9568493 | 2856 | Captación | BCR01 |
| 2 | 684001 | 9568476 | 2855 | Tanque almacenamiento | TA01 |
| **SRC El Chorro: 13898SRC16VPA2** | | | | | |
| 1 | 684099 | 9568674 | 2856 | Captación | BCR01 |
| **SRC Chichaca: 13898SRC17QMDPA2** | | | | | |
| 1 | 686223 | 9572128 | 2410 | Captación | BCR01 |
| 2 | 684000 | 9567500 | 1800 | Parte final conducción | |
| **SRC Carrizal: 13898SRC18VPA2** | | | | | |
| 1 | 684389 | 9571221 | 2454 | Captación | BCR01 |
| 2 | 684577 | 9571251 | 2447 | Final acequia | |
| **SRC Cuneta: 13898SRC19RPA2** | | | | | |
| 1 | 685513 | 9571365 | 2857 | Captación 1 | BCR01 |
| 2 | 685526 | 9571178 | 2856 | Válvula aire | VA01 |
| 3 | 685407 | 9571133 | 2857 | Captación 2 | BCR02 |
| 4 | 685405 | 9570971 | 2854 | Captación 3 | BCR03 |
| 5 | 685378 | 9570946 | 2856 | Captación 4 (Remanentes de San Nicolás) | BCR04 |
| 6 | 685330 | 9570656 | 2855 | Derivación 1 | DR01 |

Continuación del cuadro 11.

| SRC Chantaco-Chichaca: 13898SRC20RMDPA3 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 685655 | 9570658 | 2211 | Captación | BC01 |
| 2 | 685468 | 9570458 | 2185 | Captación 2 (Rebote Seguro Social) | BCR02 |
| 3 | 685427 | 9570277 | 2185 | Captación 3 (remanente) | BCR03 |
| 4 | 685434 | 9570235 | 2178 | Derivación 1 | DR01 |
| 5 | 685294 | 9569868 | 2139 | Captación 4 (Remanente) | BCR04 |
| 6 | 684985 | 9569026 | 2119 | Derivación 2 | DR02 |
| 7 | 685061 | 9568843 | 2064 | Inicio canal nuevo | |
| 8 | 685035 | 9568795 | 2070 | Derivación 3 | DR03 |
| 9 | 685030 | 9568653 | 2048 | Captación 5 y derivación 4 | DR04 |
| 10 | 685044 | 9568577 | 2048 | Derivación 5 | DR05 |
| 11 | 684985 | 9568515 | 2040 | Derivación 6 | DR06 |
| 12 | 685088 | 9568423 | 2036 | Derivación 7 | DR07 |
| 13 | 685097 | 9568376 | 2038 | Derivación 8 | DR08 |
| 14 | 685098 | 9568296 | 2036 | Inicio Canal de tierra | |
| 15 | 685041 | 9568086 | 2009 | Derivación 9 | DR09 |
| 16 | 685004 | 9568024 | 1999 | Final de canal | |

En el cuadro 11, consta la ubicación (coordenadas geográficas y altitud) y la denominación de cada uno de los elementos que conforma la infraestructura hidráulica de los 20 sistemas de riego, con su respectiva codificación. Por ejemplo, el SRC Chantaco-Chichaca, tiene 16 obras hidráulicas, que permita captar y distribuir el agua a cada uno de los socios, a lo largo del canal. Cada captación y caja de derivación está numerada, en orden, ascendente desde la cabecera hasta el pie del sistema.

Las **características de bocatomas** de los 20 sistemas de riego están agrupadas en dos. Las primeras son aquellas que captan caudales pequeños, son simples, sencillas y de menor costo y duración. Se trata de tajamares, muros de piedra con cemento o tierra y otras sólo de tierra (Figura 21).

Figura 21. Captación SRC Calucay y Motupe

Las segundas, son de hormigón armado, que ha requerido de un diseño, captan caudales superiores a los 15 l/s, son de mayor costo y duración; y, más estables. Estas obras de captación han sido diseñadas con rejillas de fondo y laterales; con compuertas para abrir y cerrar el paso del agua; sin embargo, la mayoría de ellas, están dañadas por la inadecuada operación y mantenimiento o porque han cumplido su vida útil, debido a que, algunas de ellas, han sido construidas hace más de 30 años. Las bocatomas de mayor dimensión están en buen estado. (Figura 22).

Figura 22. Bocatoma del SRC Mazín-Chantaco

En ninguna bocatoma de los 20 sistemas de riego esta implementado una escala linnimétrica, que permita registrar los caudales que ingresan en la captación y a la red de conducción.

Las **características de la conducción** están agrupadas en tres: 1) canal abierto, con sección rectangular variable; cuyo material es de hormigón ciclópeo; la mayoría de esta red está en estado regular, debido a la inoportuna e inadecuada operación y mantenimiento; por cumplir su vida útil; y, la mala calidad de los materiales e inadecuados proceso constructivos; 2) conducción cerrada, con tubería de PVC y manguera de polietileno; los diámetros son variables, sin mayores especificaciones técnicas, debido a que el material ha sido adquirido por los propios socios del sistema o dependían de lo que entregaban los donantes; y, 3) las acequias (tierra), muy frágiles e inestables y facilita la infiltración de agua, más si el terreno es suelto (Figuras 23 y 24).

Figura 23. Red de conducción abierta y cerrada

Figura 24. Conducción en tierra

La **red de distribución** de los sistemas de riego se caracteriza por ser abiertas, cerradas y mixtos. En las abiertas, son canales de hormigón ciclópeo y de tierra, con secciones variables.

Los canales de distribución, de hormigón ciclópeo, han sufrido roturas. Estos daños son ocasionados por los dueños de los terrenos por donde pasa el canal, con el fin de

derivar agua para regar sus cultivos o pastizales. Este problema es notorio en los sistemas de riego Mazín-Chantaco y Chantaco-Chichaca. (Figuras 25 y 26)

Figura 25. Rotura de los canales

Figura 26. Canal de tierra

La red de distribución cerrada es de tubería de PCV y manguera de polietileno, con diámetros variables; y, sin mayores especificaciones técnicas, por las mismas razones explicadas en la red de conducción. En estás existen menos afectaciones de roturas o daños de la red lo que evita el robo de agua. Los sistemas de riego que cuentan con este tipo de red son: Cocheturo, Quilloturo y Chichaca-Sauce-Corral (Figura 27).

Figura 27. Conducción en tubería

Un problema latente que está presente en algunos sistemas de riego es que la red de distribución está paralela a la vía principal, que une las parroquias con la ciudad y provincia de Loja; o cuando conducen el agua por la cuneta de la vía. Uno de los sistemas que más podría estar afectado, con el asfaltado de la vía son los sistemas de riego Calucay-Chantaco, Mazín-Chantaco y la Cuneta, por lo que los socios no tendrían agua para regar sus cultivos de manera oportuna y suficiente, incidiendo principalmente en el desabastecimiento de alimentos de sus familias y en la economía de los mismas.

En la red mixta, la red está intercalada entre conducción cerrada y abierta o viceversa. En la zona de estudio tenemos con este caso a los sistemas de riego: Calucay-Chantaco, Fátima, Mazín Chantaco, Pordel, Calucay, Dur-Dur y Motupe.

La mayoría está en estado regular, debido a la inoportuna e inadecuada operación y mantenimiento; por cumplir su vida útil, la mala calidad de los materiales e inadecuados proceso constructivos.

A lo largo de la red de distribución de los sistemas, tampoco existe escalas linnimétricas, que permita determinar y registrar datos de los caudales que fluyen por la red.

Las principales **obras especiales** de los sistemas de riego son: tanques de almacenamiento, tanques de distribución, cajas de derivación, caja rompe presión. Estas son construidas con hormigón armado o ciclópeo. En todos los sistemas los tanques de distribución y cajas de derivación, no son funcionales, debido a que están mal diseñados, puesto que no facilitan distribuir y derivar el agua con equidad y transparencia; y, están sobredimensionados.

En los 20 sistemas de riego, diez, tienen tanques de almacenamiento, que suman un total de 21 tanques, con volúmenes diferentes, dando un total de 1 603,7 m³ (Cuadro 12).

Cuadro 12. Capacidad de almacenamiento de tanques.

| **NOMBRE SISTEMA RIEGO** | **VOLUMEN (m3)** | **NOMBRE SISTEMA RIEGO** | **VOLUMEN (m3)** |
|---|---|---|---|
| **San Vicente/Miraflores** | | **Motupe** | |
| TA01 | 121.4 | TA01 | 19.2 |
| **Subtotal** | **121.4** | **Subtotal** | **19.2** |
| **Cocheturo** | | **Cumbe** | |
| TA01 | 101.1 | TA01 | 57.8 |
| TA02 | 96.0 | TA02 | 64.0 |
| TA03 | 50.0 | **Subtotal** | **121.8** |
| TA04 | 96.0 | | |
| **Subtotal** | **343.1** | | |
| **Pordel** | | **Calucay-Chantaco** | |
| TA02 | 60.0 | TA01 | 192.0 |
| TA03 | 16.0 | TA03 | 148.0 |
| TA04 | 14.9 | TA03 | 154.0 |
| **Subtotal** | **90.9** | **Subtotal** | **494.0** |
| **Calucay** | | **Fátima** | |
| TA01 | 13.1 | TA01 | 135.6 |
| **Subtotal** | **13.1** | **Subtotal** | **135.6** |
| **Dur-dur** | | **Mazin-chantaco** | |
| TA01 | 35.2 | TA01 | 28.8 |
| TA02 | 121.5 | TA02 | 56.1 |
| **Subtotal** | **156.7** | **Subtotal** | **84.9** |
| **Total: 1603.7 m³** | | **Guangalo** | |
| | | TA01 | 23.2 |
| | | **Subtotal** | **23.2** |

En el cuadro 12, se indica, por ejemplo, que el SRC Cocheturo tiene cuatro tanques de almacenamiento, con una capacidad total de 343,1 m³, para distribuir a 84 socios; por lo que se puede aseverar que disponen de agua suficiente, dado que los socios realizan riegos complementarios, debido a que este sistema está ubicado en la parte alta de la microcuenca.

En algunos de los tanques, por haber cumplido su vida útil, tienen fisuras y está produciendo filtraciones de agua, como es el caso del sistema de riego Fátima; situación que está ocasionando pérdidas de agua y está latente a que se produzca asentamiento de suelos en masa (Figura 28).

Figura 28. Tanques de almacenamiento de los SRC Mazín-Chantaco y Cocheturo

Los tanques de almacenamiento no cuentan con mecanismos y accesorios adecuados para que facilite su operación; situación que provoca la pérdida de agua porque fácilmente se derrame el agua, por sobre el tanque. Además, cualquier persona puede manipular las válvulas.

Los tanques de distribución y las cajas de derivación de todos los sistemas no funcionan o no cuentan con las respectivas compuertas, para que, por lo menos, puedan cerrar o abrir el paso de agua, durante la entregan a los socios. Además, en la mayoría de los casos, estos elementos hidráulicos tienen las mismas dimensiones, sin considerar que a medida que se prolonga la red, se disminuye el agua y la presión, por las entregas que se hacen antes de éstas (Figura 29).

Figura 29. Tanque y cajas de derivación del SRC Motupe y Calucay-Chantaco

Por no ofrecer buenas condiciones para satisfacer las demandas de los socios, muchas de estas obras han sufrido daños en su estructura. Es curioso ver que en éstas se han colocado mangueras, palos o piedras, para que les facilite la derivación de agua. Así mismo, a criterio de los socios, la ubicación de muchas de ellas no son las correctas, puesto que están en medio de las áreas de riego, pudiendo estar en una cota más alta, lo que ocasiona que parte de los terrenos se queden sin regar o tienen que cruzar su conducción por terrenos de los vecinos, situación que crea malestar, por los daños que hacen cuando transitan por el lugar que llevan el agua.

La mayoría de los sistemas de riego sobrepasan los 20 años de haber sido construidos. Por ejemplo, el sistema Cumbre y Calucay-Chantaco, tienen más 30 años.

La situación actual de los sistemas de riego, en cuanto al número de usuarios, área regada, longitud de la infraestructura, el tipo de material y su estado, consta en Cuadro 13.

Cuadro 13. Características de los sistemas de riego.

| **NOMBRE SRC** | **N° Usuarios** | **Área (ha)** | **Long. CP (m)** | **Tipo material de la conducción** | **Estado actual** |
|---|---|---|---|---|---|
| San Vicente/Miraflores | 39 | 39.00 | 2019.20 | Acequia (tierra) | Regular |
| Cocheturo | 84 | 84.00 | 2086.15 | Tubería (PVC) | Bueno |
| Pordel | 29 | 29.00 | 2508.27 | Canal (HS) | Regular |
| Quilloturo | 17 | 17.00 | 1500.00 | Tubería PVC | Bueno |

Continuación del cuadro 13.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Calucay-Sayo | 51 | 51.00 | 636.63 | Acequia (tierra), manguera y canal de hormigón | Regular |
| Chilpa-Suimala | 30 | 30.00 | 869.95 | Acequia | Regular |
| Dur-Dur | 71 | 71.00 | 611.09 | Manguera (polietileno), canal (hormigón simple) y tubería (PVC) | Bueno |
| Motupe-Shillipara | 46 | 46.00 | 1629.57 | Canal (HS), tubería y manguera | Regular |
| Cumbe | 101 | 101.00 | 675.48 | Canal (HS), tubería y manguera (polietileno) | Regular |
| Trensilla-Buradaña | 25 | 25.00 | 900.44 | Acequia (tierra) y tubería (polietileno) | Bueno |
| Calucay-Chantaco | 139 | 139.00 | 3757.48 | Canal (HS), tubería (PVC) y manguera (polietileno) | Regular |
| Tasqui | 52 | 52.00 | | Manguera (polietileno) | Regular |
| Fátima | 46 | 46.00 | 947.05 | Canal (HS), tubería (cemento y PVC) y manguera (polietileno) | Regular |
| Mazin-Chantaco | 49 | 49.00 | 2018.29 | Canal (HS), tubería (PVC) y manguera (polietileno) | Regular |
| Guangalo | 22 | 11.00 | 29.41 | Manguera (polietileno) | Regular |
| Chorro | 13 | 6.50 | 100.00 | Manguera (polietileno) | Regular |
| Chichaca/Sauce/Corral | 15 | 15.00 | 4113.50 | Manguera (polietileno) | Regular |
| Carrizal/Chorropamba | 12 | 12.00 | 190.38 | Acequia (tierra) | Regular |
| Cuneta | 30 | 30.00 | 807.43 | Acequia (tierra), tubería (PVC) y manguera (polietileno) | Regular |
| Chantaco-Chichaca | 130 | 130.00 | 2905.86 | Canal (HS) y acequia (tierra) | Regular |
| **Total** | **1001** | **983.5** | **28981.65** | | |

En el cuadro 13, se sintetiza el número de usuarios, el área regada, la longitud de la conducción principal, el tipo de material utilizado y su estado actual de los 20 sistemas de riego. Lo preocupante es el estado regular de la conducción principal de 16 sistemas, debido a que han cumplido su vida útil, necesitando cambiar 23.9 km. El SRC con mayor número de socios y área regada es el Calucay-Chantaco.

La **operación y mantenimiento** de los sistemas de riego es muy débil, debido a que no es tomado con seriedad. Para los directivos y los socios de los sistemas, operar un sistema les significa abrir o cerrar el candado que está puesto en el volante de la compuerta de la captación o en algunas cajas de distribución. Igualmente abrir o cerrar las válvulas, en algunos de los tanques de almacenamiento.

Las personas que están encargadas para cumplir con esta función no recorren todo el sistema, para garantizar una distribución del agua de manera equitativa y justa, a cada socio, porque dedican poco tiempo y además no cobran por el trabajo que realizan. Sólo en la época de estiaje prolongado, tienen que madrugar para cuidar en la captación y evitar que les roben el agua, personas ajenas al sistema.

Existen dos modalidades de operar y mantener los sistemas de riego. La primera, además se subdivide en dos: una que organiza la directiva del sistema y la otra es a criterio del propio socio. La directiva organiza por turnos, en orden de lista de los socios, para que realicen la operación y mantenimiento y procuran hacer el seguimiento del cumplimiento de la responsabilidad. Mientras cuando lo hace el socio, éste acude a la compuerta o válvula del tanque de almacenamiento para abrir y llevar el agua cuando necesita regar sus cultivos.

La segunda modalidad consiste en contratar a una persona para que cumpla con esta función. El tiempo que dedican son de una a dos horas. Por ejemplo, en el ramal de Chantaco del sistema de riego Calucay-Chantaco, la persona encargada de operar, a las seis de la mañana, acude al tanque de almacenamiento para abrir la válvula y luego se retira. Actualmente, también, en el sistema de Fátima, Mazín Chantaco y Calucay, tienen esta modalidad. Estas personas no tienen ninguna preparación, solo la predisposición de trabajar para tener un ingreso económico.

El cuanto al mantenimiento de los sistemas lo ejecutan los mismos socios; y, lo hacen cuando inicia el periodo de seco (mes de junio o julio), mediante mingas, donde

limpian los sedimentos y demás escombros que están en la solera del canal, la tierra y los montes que están en las márgenes de los canales y alrededor de las obras hidráulicas especiales y las malezas que están aglomeradas en las compuertas. En los próximos meses, si se presenta algún daño de importancia, la directiva, organiza otras mingas; caso contrario en algunos sistemas, cada 15 días, por orden de lista, acuden entre dos a tres socios para hacer la limpieza o en otros sistemas contratan a una o dos personas para que hagan la limpieza.

Se puede concluir, que la mayoría de las directivas de los sistemas de riego, no planifican y organizan, con rigor, la operación de la infraestructura hidráulica, durante el periodo de seco, ni el personal está capacitado, lo que ocasiona inequidades, desorden, desperdicio de agua y conflictos entre los socios.

El total del **área regada** por los 20 sistemas de riego es superior a los 1 000 ha. Sin embargo, por la ampliación de la frontera agrícola, los dueños de los terrenos, en las partes altas de la microcuenca, están construyendo acequias para regar los pastos, por lo que cada vez se incrementa el área bajo riego. Al respeto se debe tener mucho cuidado con lo que está sucediendo, porque esta situación puede contribuir aún más al deterioro de la microcuenca, por los procesos de deforestación y erosión.

Los propietarios de los **terrenos** que son beneficiarios de los 20 sistemas de riego, **son utilizados** para la implementación de cultivos y pastizales. Es decir, todas las familias que tienen riego realizan actividades agrícolas y pecuarias. Por tanto producen cultivos de ciclo corto, tradicionales (maíz (Zea mays), fréjol (Phaseolus vulgaris), papa (Solanum tuberosum), arveja (Pisum sativum), haba (Vicia faba)); hortalizas y plantas medicinales; plantas de frutales (en Chuquiribamba manzanas (Malus donestica), duraznos (Prunus pérsica), reina Claudia (Prunus domestica); y, en Chantaco, tomate de árbol (Solanum betaceum) y babaco (Vasconcellea x heilbornii)) y pastos. Las cosechas las destinan, una parte, para el autoconsumo y el sobrante para el mercado. En la actividad pecuaria predomina los animales mayores (ganado bovino, cerdos, ovino y equino) y animales menores (cuyes, aves de corral, peces) (Figura 30).

Figura 30. Uso del suelo

La **temporada de riego** en la microcuenca es entre los meses de junio a diciembre. En esta época, en la parte media y baja, riegan de manera permanente y en la parte alta es para complementar el agua que deposita la precipitación con intensidades bajas.

De los 20 sistemas de riego, 11 tienen establecido turnos para regar; y, los restantes no tienen turnos. En los primeros, la forma de organizarse y la duración de los turnos, difiere entre ellos; por ejemplo los turnos entre 5 a 8 días y riegan por ramales o de manera indistinta.

Los sistemas de riego que tienen tanques de almacenamiento (TA), se organizan los turnos de riego para cada uno de ellos, según el número de socios y el área a regar. Otros sistemas establecen grupos de socios para la parte alta, media y baja o por ramales.

Los sistemas que no riegan por turnos, los socios cogen el agua de manera indistinta, situación que crean inconformidad y conflictos entre los socios.

#### 4.4.3.2. Riego parcelario.

Los sistemas de cultivos que se presentan en las áreas de riego son: chacras, huertas; plantaciones de hortalizas y frutales; y, pastizales (Figura 31).

Figura 31. Sistema de cultivo: chacra y huerta y pastizales.

El **sistema chacra** se caracteriza por la siembra de cultivos asociados e intercalados. A la asociación maíz (Zea mays L.)+ fréjol (Phaseolus vulgaris), se intercala la papa negra (Solanum tuberosum), achogcha (Cyclanthera pedata) y el zambo (Curcubita ficifolia); la producción es para el autoconsumo. La rotación de los cultivos se lo hace con papa chola (Solanum tuberrosum), que ocupa el 50% de la superficie de la parcela, y arveja (Pisum sativum), que ocupa el otro 50%. Los cultivos en este sistema no requieren de riego debido a que el ciclo vegetativo de desarrolla en los meses que llueve.

El **sistema huerta** son áreas de terreno que están ubicadas contiguo a la viviendas, con extensiones promedias entre 200,0 m² a 400,0 m² (0,5 a 1,0 tareas). Se siembran especies hortícolas, plantas medicinales y también flores; en el contorno de la parcela y en las divisiones se siembran coles, así como achira. En este sistema los cultivos –hortalizas- se riegan desde el inicio hasta el final del ciclo del cultivo, debido a que se cultivan en la época seca. En las huertas se cultivan acelga (Beta vulgaris), cebolla blanca (Allium fistolusum), culantro (Coriandum sativum), perejil (Petroselinum crispum), coliflor (Brassica aleraceae), remolacha (Beta vulgaris), zanahoria (Daucus carota) y ajo (Allium sativum).

Las plantas medicinales sembradas en la huerta son: violeta (Viola odorata), manzanilla (Matricaria recetita), malva olorosa (Pelargonium odoratissimum), malvaltea (Alcea rosea), toronjil (Melissa Ofticinalis), sangorache (Amarathus caudatus), borraja (Borago officindis), escancel (Iresine herbstii) y linaza (Linum usitatissimun). Entre las flores sobresalen: claveles (Dianthus cary opyllus), lirios (Iris germánica), azucenas (Lilium candidum), cartuchos (Zantedeschia aethiopica), dalias (Dahlia pinnanta), etc. La cosecha se realiza cada ocho días en la época lluviosa, y cada 30 días en la época seca.

Las **plantaciones de hortalizas** son áreas de terreno donde cultivan monocultivos de lechuga, coliflor, brócoli, zanahoria, vainita, tomate de riñón (Lycopersicum esculentum) (piso bajo); y, la de **frutales**, son de babaco (Casconcellea x heilbornii) y tomate de árbol (Solamun bataceum). Las extensiones, en promedio, fluctúa entre 0,5 a 1,0 ha.

Los **pastizales** son áreas destinadas para pastos de reygrás (Lolium multiflorum), pasto azul (Holcus lanatus), kikuyo (Pennisetum clandestinum), en extensiones promedio, entre 1,0 a 2,0 ha.

La demanda del recurso hídrico para los usos consuntivos -uso agrícola o de riego de los cultivos señalados, es de 16 millones de m³ por año[2]; agua que se consume por evapotranspiración de cultivo, valor que es igual a la demanda requerida para cubrir las necesidades de agua de los cultivos.

Los métodos de riego utilizados en los sistemas de cultivo son por gravedad y aspersión. En gravedad son por surcos e inundación (desbordamiento). Los que riegan por surcos, las longitudes están en función del tamaño del área a regar. El riego por desbordamiento está presente en pastos. En los sistemas de riego que cuentan con tanques de almacenamiento, la mayor parte de los socios, riegan por aspersión, tanto los cultivos como los pastizales Esta actividad es realizada más por los hombres que las mujeres.

Cabe indicar que existe un cambio actitudinal de los socios de los sistemas de riego en ir paulatinamente cambiando el empleo del método de riego de gravedad a aspersión.

La **frecuencia de riego**, en los 20 sistemas de riego, está entre 6 a 8 días. Esta fluctuación depende, entre otros aspectos, de las condiciones hidrofísicas del suelo, el clima, tipo y edad del cultivo y turno de riego. Por ejemplo, en el piso medio, en el sistema de riego Cocheturo, en cultivo de hortalizas, fase intermedia, suelo franco-arcilloso, la frecuencia es de 8 días; mientras en el piso medio y bajo, en el sistema de riego Cumbe y Chantaco-Chichaca, en cultivo de hortalizas, en la fase intermedia, suelo de textura franco-arcillo-arenoso, la frecuencia de riego es 6 días. Esta frecuencia es similar para el riego por gravedad y aspersión.

El **tiempo de riego**, en aspersión, depende principalmente, entre otros factores, del contenido de humedad del suelo al momento de regar, la textura, la presión estática (desnivel entre punto de acometida y sitio dónde está ubicado el aspersor); las características del aspersor; y, el tipo y la edad del cultivo.

Por ejemplo, en el sistema de riego Mazin-Chantaco, en el ramal uno (Chantaco Centro), en cultivo de tomate de árbol, en la fase intermedia, con un desnivel de 15 m, aspersor de media pulgada y de una boquilla, el tiempo de riego por posición es de 4 horas, si el suelo está seco, y de 3 h, cuando el suelo está más húmedo; mientras en el mismo sistema, en el ramal 2 (Cañaro), en el cultivo de lechuga, en la fase

[2] Se calculó en función de la ETC para el cultivo de hortalizas, en el mes de octubre, que es el mes más crítico, y para una superficie de 983.5 ha, que actualmente riegan los 20 sistemas de riego.

intermedia, con un desnivel de 20 m, el tiempo de riego por posición del aspersor es de 2,0 h, cuando el suelo está seco y si no está muy seco 1,0 h.

En riego por surcos, el tiempo de riego, depende, a más de los factores señalados en el riego por aspersión, de la longitud del surco. Por ejemplo, en un surco de 20 m, el tiempo de riego está en el orden de 15 a 25 minutos. Mientras, en riego por inundación, en pasto, el tiempo de riego es de 4, 6  8 y hasta 12 h, porque la persona que riega no está presente para manejar el agua.

Después del riego, cuando se presenta agua en exceso, en medio o al pie de la parcela, los dueños del terreno, para drenar el agua, construyen pequeños canales. Además, estos canales sirven para evacuar el agua de escurrimiento superficial, cuando se presenta un evento de lluvia intensa.

#### 4.4.3.3. **Funcionalidad social de los sistemas**.

La evaluación de la funcionalidad social de los sistemas se relaciona a las reglas para la distribución del agua; las características del derecho de agua (constitución de los derechos de agua, transmisión de derechos, derechos y obligaciones);  la calidad del servicio; las tarifas y su recuperación; y, los conflictos.

El agua en los 20 sistemas de riego se **reparte el agua** de manera independiente a la superficie, porque se entrega un determinado caudal al socio, con un solo flujo, en función del turno de riego establecido, con horarios y tiempo fijo. Los turnos de agua, oscila, en promedio, entre 0,5 a 1,0 día.

Los actores y las instancias para tomar las decisiones sobre la distribución del agua en los sistemas son los directivos y socios, en asambleas.  En la asamblea, la directiva propone a los socios la forma de distribuir el agua, y una vez analizados de manera conjunta lo aprueban o se modifica, debido a que en los reglamentos no constan las reglas para la distribución del agua. No obstante, muchos de estas reglas o acuerdos, en tiempo de estiaje, no son respetados por los socios.

En la mayoría de los 20 sistemas, los criterios para la distribución del agua son:

- Tomar todo el caudal que fluye por el canal o la tubería, durante el turno establecido en el sistema.

- Dividir el caudal de salida de los tanques de almacenamiento, de manera proporcional, por el número de ramales existentes en cada tanque, durante turno establecido.

En unos pocos sistemas, las definiciones de las **reglas o acuerdos para distribuir el agua** entre los socios, incide las decisiones que toman la autoridad de control, en el momento de dar la concesión. Por ejemplo, el actual sistema de riego Calucay-Chantaco, anteriormente eran sólo 39 socios del barrio Calucay, quienes en 1970 construyeron el canal; después de 20 años, se concesiona a 100 pobladores de Chantaco, en la misma captación y éstos construyen el ramal para Chantaco. Esta situación motivó que del total del caudal captado en la bocatoma del sistema, 50% sea para el ramal de Calucay y el otro 50% para el ramal de Chantaco. Además, hay diferencia del área bajo riego, entre estos dos ramales, porque existe 25 has para Calucay y 75 has para Chantaco. En consecuencia, los del ramal de Calucay, tienen mucha agua y por tanto la desperdician, por regar a gravedad; mientas que para el ramal de Chantaco, les falta agua, a pesar que la mayoría de los socios riegan por aspersión.

Los actores que se encargan de distribuir el agua y controlar la misma, es la Directiva o la persona contrata para tal fin; función que no es adecuadamente cumplida; incidiendo, por tanto, en la inconformidad de parte de los socios, principalmente de quienes están ubicado en la cola de la red o sistema.

La **constitución de los derechos de agua**, para los 20 sistemas de riego es similar. Un socio de un sistema de riego adquirió su derecho, cuando ha cumplido los siguientes requerimientos:

- Constar en el listado, cuando obtienen la concesión de agua.
- Haber trabajo en la construcción de la infraestructura o haber pagado en dinero, el número de jornales que no trabajó, durante el tiempo que demandó la construcción de la infraestructura.
- Haber asistido a las reuniones y asambleas, durante el tiempo que duró la construcción de la infraestructura o haber pagado las multas por inasistencia.
- Haber pagado el costo valorado de número de jornales que se empleó en la construcción de la infraestructura y del número de reuniones realizadas; y, ser aceptado como socio del sistema.

- Comprar el derecho, pagando la inversión realizada por los socios en la construcción de la infraestructura.

Estas exigencias crearon la jurisprudencia para establecer los derechos al agua en los diferentes sistemas de riego de la microcuenca; que posteriormente se constituyeron en las normas y los acuerdos sociales para acceder a un derecho de agua. Sin embargo, todas estas normas y acuerdos no constan en la normatividad que disponen los 20 sistemas de riego.

En conclusión el derecho establecido en cada uno de los 20 sistemas de riego está bajo la lógica de la proporcionalidad al dinero y el tiempo invertido.

Otro de los acuerdos establecidos en los 20 sistemas de riego es referente a la **trasmisión de derechos**, en caso de fallecimiento del jefe de familia. Consiste que cuando fallece el padre de familia, el derecho es transferido a los hijos, y hacen constar en el registro que lleva la organización, como herederos de fulano de tal.

A criterio de los dirigentes y socios, de los 20 sistemas de riego, resaltan que para ellos unos de los **derechos** que les asiste es tener acceso al turno de agua y ser parte en la toma de decisiones; y, las **responsabilidades** es acatar y cumplir las funciones y actividades que la asamblea le designa; participar en el mantenimiento de la infraestructura del sistema, asistir a las reuniones y asambleas ordinarias y extraordinarias.

También, manifiestan que un determinado socio de un sistema de riego podrá perder su derecho si no cumple con sus responsabilidades y obligaciones, tales como no asistir a las reuniones y asambleas ordinarias y extraordinarias; no trabajar en el mantenimiento de la infraestructura hidráulica del sistema; no pagar las multas por inasistencia a las reuniones y trabajos realizados. Sin embrago, ellos declaran que hasta los actuales momentos no se han presentado esta situación, en ningún sistema de riego, debido a que los socios cumplen con sus obligaciones, aunque con retraso. Además, estos criterios tampoco están escritos en ningún estatuto y reglamento de los sistemas de riego.

La **calidad del servicio** de los 20 sistemas de riego está entre bueno y regular, por las siguientes razones:

- El total de socios que se benefician de los 20 sistemas de riego son 1 001, por lo que atienden a la mayoría de la población de las parroquias de Chuquiribamba y Chantaco.
- La superficie cultivada en la microcuenca es 2 333,2 ha, de los cuales se riegan 983,5 ha con los 20 sistemas de riego, registrados en el estudio, por lo que da una cobertura del 42,2%.
- La continuidad del servicio de los sistemas de riego está agrupada en dos: un 50% son de manera permanente (las 24 horas); y, el restante, sólo en el día, a fin de almacenar agua en los tanques de almacenamiento.
- La dotación del caudal asignada por la autoridad de control (Ex – INERHI), es de 0,80 l/s/ha. Sin embargo, en la práctica no se cumple.
- No existe satisfacción de parte de los socios en cuanto al servicio de sistemas de riego, porque no es equitativa, justa y transparente, en cuanto a la distribución y acceso al agua y al caudal entregado a cada socio. Esta situación determina que muchos socios se sienten inconformes, que de seguir así, podría generar un conflicto social, con graves repercusiones.
- En una parte del piso medio, contiguo al piso bajo, y en el bajo, existe demanda de parte de algunas familias para integrarse en los sistemas de riego Mazín-Chantaco, Motupe, Calucay-Chantaco, Dur-Dur.

En ninguno de los 20 sistemas de riego existen establecidas **tarifas**. Los socios dan cuotas para cubrir los gastos para adquirir los materiales y accesorios para el mantenimiento de la infraestructura o para pagar a la persona que se encarga de operar las compuertas de la bocatoma y las válvulas, en los tanques de almacenamiento. En promedio las cuotas están de 5 a 10 USD/año y si les falta acuerdan poner una cuota adicional.

Sin embargo, de mantenerse así, no será posible que la infraestructura de los sistemas de riego se mejore; más bien se irá deteriorando aún más con el pasar del tiempo.

En los 20 sistemas de riego si se han presentado **conflictos** relacionado con el acceso al agua para riego, en tiempo de sequía, donde los socios, de la cola de las redes de distribución, no tienen agua, en sus turnos, porque los de la cabecera toman el agua para regar más allá del tiempo previsto. Han resuelto el conflicto con la actuación de la Directiva, en asambleas; y, si no respectan los turnos les amenazan a los infractores en sancionarlos, cortándoles el agua.

Otro problema que se presenta es con el Ingenio Monterrey, del Cantón Catamayo, empresa que paga a trabajadores para que suban siguiendo el río, y retiren los tajamares y pongan obstáculos en las bocatomas para evitar que el agua ingrese a los sistemas de riego. Estas personas suben con armas de fuego, que en cualquier momento se puede desencadenar conflictos graves, con la pérdida de vidas humanas.

#### 4.4.3.4. Organización administrativa del sistema.

En la evaluación de la organización administrativa del sistema se refiere a la representatividad y legitimidad; normatividad y la operatividad.

##### 4.4.3.4.1. Representatividad y legitimidad

La organización de los sistemas de riego –llamadas Junta de Regantes- tiene **representatividad y legitimidad**, porque se ha conformado por el acuerdo y decisión de los socios que condescienden el sistema. Por ello, hay convocatoria por parte de los dirigentes, debido a que los socios asisten a las reuniones convocadas; respetan las resoluciones y demás decisiones que se toman; como también reconocen y respectan a sus dirigentes (Figura 32).

Figura 32. Asamblea de socios del sistema de riego Calucay-Chantaco y Cumbe

La Directiva se encarga de controlar el cumplimiento de las resoluciones y sancionar a los infractores; y, los socios acatan la decisión.

Las Directivas son nombradas cada año, en el último mes del año. La composición del Directorio es de cinco u ocho miembros: presidente, vicepresidente, secretario,

tesorero y procurado síndico (celador o cuidador del agua) y tres vocales; quienes son hombres y mujeres, y algunos son jóvenes (hijos de los socios).

En asambleas se elige la directiva. El mecanismos de elección es por orden de lista (conforman un grupo de socios, de acuerdo al número de dignidades a elegir). El más votado es el presidente y en el orden de votación se designan a las demás dignidades. Cuando recae en una persona anciana o que no sabe leer y escribir, acepta la designación, pero paga a otro socio (40 USD/periodo) para que lo reemplace.

En el sistema Calucay-Chantaco, prácticamente hay dos organizaciones, una por cada ramal. Por tanto hay también dos directivas. Cada una de ellas, sesionan y toman decisión sobre la distribución del agua en su ramal. Solo en el mantenimiento de la red de conducción (tramo de la bocatoma hasta el tanque distribuidor a los dos ramales) se integran los socios de los dos ramales y enfrentan de manera conjunta los gastos que demande.

Las funciones que tienen que cumplir los miembros del Directorio no están escritas en ningún Estatuto y Reglamento. Una forma de orientarse es en base a normatividades de otras organizaciones o experiencias vividas. En la práctica, los que asumen y trabajan es el presidente, secretario, tesorero y el procurador síndico.

Cuando eligen al Procurador Síndico[3], está persona se encarga de elaborar los turnos de riego. Para elegir esta dignidad, los socios identifican a la persona que ha demostrado seriedad, responsabilidad y honestidad.

Las organizaciones de los sistemas de riego, en su mayoría, no son reconocidas por parte de las instituciones relacionadas con el riego. Esto ocurre porque están débiles, las directivas no han generado estrategias para establecer alianzas con las diferentes instituciones gubernamentales, no gubernamentales y organizaciones sociales. Sólo la SENAGUA, de alguna manera los reconoce, por el asunto de que tiene que actualizar la concesión de agua.

#### 4.4.3.4.2. Normatividad

Los 20 sistemas de riego, no cuentan con normatividad (Estatutos y Reglamentos Interno) elaborados con la participación de los socios. Los que tienen son muy antiguos y no responden a la realidad y al requerimiento de las organizaciones.

[3] Esta dignidad consta en los Estatutos formulados por el Ex – INERHI. Por ello, actualmente algunos sistemas aún lo mantiene.

Por ejemplo, el sistema de riego Mazín-Chantaco, tiene un estatuto que data de 1981, con un formato que tuvo el Ex – INEHRI. Esta institución entregaba el modelo de estatuto a los sistemas de riego, sin considerar la realidad, los requerimientos y criterios de los socios y el sistema. Por esta razón se puede concluir, que en ningún momento esta normatividad fue utilizada en la organización; y, más bien se convirtió en letra muerta.

Actualmente, los 20 sistemas de riego, cuentan con normativas y reglas que son resueltas a nivel de asambleas y son registradas en el libro de actas; por lo tanto, éstas son formales a nivel interno de las organizaciones, pero al nivel externo son informales.

Las organizaciones de los sistemas tampoco tienen personería jurídica. Esta situación se debe a que no ha habido de parte del Estado un marco legal e institucional bien claro y definido; y, no ha habido la voluntad política, de las autoridades de las instituciones relacionadas con el riego, para reconocer y apoyar a los sistemas de riego comunitario.

Los sistemas de riego por iniciativa y gestión realizadas por los dirigentes, lograron que instituciones del Ex-INERHI, MAGAP, PREDESUR y el Gobierno Provincial de Loja, registren a los sistemas, pero quedó solamente ahí, debido a que no les apoyan para el fortalecimiento de la organización.

Ninguno de los 20 sistemas de riego tiene el padrón de distribución de agua y de usuarios; peor un catastro de las áreas bajo riego. Así mismo, no tienen establecidas las reglas tarifarias.

Todas las organizaciones de los sistemas de riego, llevan el libro de actas y el de contabilidad; documentos importantes porque dan cuenta de historial de las decisiones que se han tomado y de la transparencia del manejo de los recursos económicos.

#### 4.4.3.4.3. Operatividad

La **capacidad administrativa** de los sistemas de riego es no es buena, debido a que la estructura de la organización no está acorde a sus requerimientos; no está establecido con claridad las funciones que tienen que cumplir los miembros de directorio. Algunos miembros de la directiva no cumplen a cabalidad, por falta de capacidad (conocimiento) en temas de dirigir una organización social.

Las organizaciones de los sistemas de riego no cuentan con un plan estratégico, donde se precise la visión, misión y objetivos estratégicos; porque los dirigentes y socios no están conscientes de la importancia de disponer de estas herramientas de gestión.

Los dirigentes y socios de los sistemas de riego no tienen conocimiento ni dominio de las políticas, derechos, obligaciones y demás aspectos que contempla la Constitución vigente, las leyes y de los acuerdos ministeriales.

En cada sistema de riego, la Directiva conjuntamente con los socios, en asambleas, planifican actividades mensuales; que sólo llegan a cumplirse entre el 70 al 80%. Esta planificación consiste en establecer los turnos de riego y el realizar el mantenimiento de la infraestructura, que muchas de las veces acuerdan realizar mediante mingas.

En cuanto a la **capacidad para distribuir el agua de riego**, los dirigentes de los sistemas de riego lo hacen a su manera de entender y a las posibilidades que les permite la infraestructura hidráulica, que muchas de las veces no están adaptadas a las necesidades y requerimientos de los socios. Esta situación se presenta por falta de conocimiento de los integrantes de la organización y de asesoría técnica, con un enfoque socio-técnico, para gestionar y manejar el sistema de riego. No cuenta con las herramientas e instrumentos necesarios para distribución del agua; por ejemplo, no disponen del padrón de distribución y de usuarios.

La Directiva de las organizaciones de los sistemas no tiene una buena **capacidad de negociación y alianza**, debido a que los dirigentes no dedican tiempo y priorizan acciones para establecer alianzas estratégicas de cooperación interinstitucional. Consideran que es perder tiempo, por cuanto las autoridades de las instituciones solo les ofrecen y no cumplen, transformándose en una desilusión, engaño y frustración.

Además, todos los dirigentes trabajan de manera honorífica para la organización; por lo que dedicar tiempo para hacer gestiones en las instituciones –que en la mayoría son muy burocráticas-, es dejar de trabajar en sus terrenos, lo que dejarían de garantizar de alimentos a su familia y del sustento económico. También, los dirigentes tienen dificultad que la organización les reconozcan los gastos que realizan, cuando salen a la ciudad para hacer las gestiones, debido a que no tiene una tarifa establecida, que permita cubrir estos gastos.

Las organizaciones de los sistemas **no cuentan con normas y reglas exclusivas** para enfrentar la operación y el mantenimiento de la infraestructura hidráulica. Ninguna organización tiene un manual para la operación y mantenimiento de los sistemas. La operación es asumida por los dirigentes y socios, en la mayoría de los sistemas; y, otros contratan a una persona para que se encargue de abrir o cerrar las compuestas en la bocatoma y a las válvulas en los tanques de almacenamiento. El tiempo que dedican no sobrepasa las dos horas de trabajo por día; y, el pago que realizan está entre 20 a 40 USD por mes.

Muy poco hablan de la capacidad de prevención de los sistemas; porque sólo actúan cuando se presentan los problemas en la infraestructura, de manera particular en la época de lluvias.

Para realizar el mantenimiento de la infraestructura organizan mingas, al término, de la época invernal, donde participan todos los socios; y, para el mantenimiento rutinario, organizan la participación de tres o cuatro socios, por orden de lista; o, contratan a personas del mismo sistema, para que realicen los trabajos de limpieza. El costo del jornal que paga es de 8 a 10 USD/día de trabajo.

Los trabajos en el mantenimiento de los sistemas no tienen ninguna complejidad; por ello, los integrantes de la organización si tienen la capacidad para ejecutarlos; puesto que existen albañiles, soldadores y plomeros.

Así mismo, **no tienen capacidad económica y financiera** para enfrentar situaciones fortuitas o de catástrofe, que se presenten en la infraestructura hidráulica; puesto que ningún sistema prevé una cuota especial para tener un capital ahorrado que les permita afrontar estos problemas.

Los socios no están conscientes de la importancia de establecer una tarifa mensual, para la administración, operación y mantenimiento del sistema de riego; porque no tiene la fuerza y decisión para analizar bien cuáles serían los costos que implicaría una buena administración, operación y mantenimiento, para en base de ello establecer la tarifa mensual.

El sistema de riego que contrata una persona para la “operación”, se da cuenta que no puede exigir mucho, porque le pagan poco.

Los socios de los sistemas por el temor a ser multados, en un 80 a 90%, cumplen con oportunidad en el pago de las cuotas; y, el restante aunque no pagan puntualmente, por evitar a ser sancionados (pagar interés de mora o ser cortado el agua), pagan con un retraso de uno a dos meses.

Las multas por inasistencia a una sesión ordinaria es de 1,0 USD y de una extraordinaria entre 5,0 a 10,0 USD; y, la multa por faltar a una minga es de 10,0 USD. Estos montos han sido instaurados para lograr que el socio cumpla con sus obligaciones tanto sociales y como económicas, considerando la realidad socieconómica de los socios en cada uno de los sistemas.

De acuerdo a los criterios de los socios de los sistemas, consideran que los dirigentes manejan los recursos económicos con transparencia, porque en cada sesión o asamblea informan del particular.

Frente a la realidad actual, en los 20 sistemas de riego, **se puede afirmar que la infraestructura hidráulica no es funcional técnicamente; y, la funcionalidad social, aún es débil**. Las razones son que no hubo un proceso participativo en la concepción, diseño, construcción e implementación de los mismos. Es decir, existió el divorcio entre la parte social y técnica.

En ningún momento se miró al riego con una visión integral, por falta de conocimientos y experiencias de la parte de los futuros beneficiarios; y, si tuvieron el apoyo de una institución, los técnicos tampoco tuvieron un enfoque socio-técnico, porque se ciñeron netamente al proceso constructivo de la infraestructura; y, muchas de las veces, las instituciones adjudicaron mediante contrato la construcción de la infraestructura, sin que formen parte, en la toma de decisión, los involucrados en el proyecto.

Para sostener la presente afirmación se relata las vivencias que cuentan los líderes, dirigentes y socios de los actuales sistemas de riego. Producto de los periodos de sequías existentes en la zona de estudio, los miembros de determinadas barrios y comunidades sintieron la necesidad de tener agua para suministrar a los cultivos, y pensaron en construir un “sistema de riego”. Para ello, tomaron la iniciativa de conformar una Directiva; y, ésta, a través, del presidente hicieron gestiones en el Ministerio de Agricultura, en el Ex – INERHI, PREDESUR, Gobierno Provincial de Loja, para que les apoyen con materiales para la construcción de la infraestructura hidráulica (bocatoma y el canal). Luego de reiterados oficios y conversaciones

mantenidas con las autoridades de las instituciones, lograron la decisión y el compromiso de apoyo para construcción del “sistema de riego”.

El proceso de apoyo se da en dos modalidades: la primera, la institución designa a un técnico para que haga el diseño del sistema. El profesional hace una observación de campo y con la información que obtiene hace el diseño, en la oficina, sin considerar las ideas y criterios para el diseño por parte de los socios; peor, con ellos, se discuta y analice la forma de construir, administrar, operar y mantener el sistema. Posteriormente, mediante contrato se construye la obra hidráulica, que tampoco forma parte los futuros usuarios en la toma de decisiones y la construcción en sí.

La segunda, es la más utilizada, que consiste que las autoridades de determinada institución, por la presión de los futuros beneficiarios, tomaron la decisión de apoyar con materiales de construcción, que fueron entregados directamente a los solicitantes, para que ellos construyan la infraestructura hidráulica; que lo hacen en base de su propio conocimiento y experiencia.

En consecuencia, en estas dos modalidades, durante el proceso de concepción, diseño, construcción e implementación del sistema, en ningún momento, nadie se preocupó de hablar de cómo cuidar las vertientes, del tipo de obras hidráulicas que requieren para asegurar la equidad y transparencia en la distribución del agua a cada ramal o socio; sobre los mecanismos y formas para normar la distribución del agua; de cómo establecer los derechos y los turnos de riego; la forma de establecer las reglas de juego para operar y mantener el sistema; y, como enfrentar la administración del sistema; el asunto del riego parcelario y la agricultura a desarrollar. En definitiva, en ningún instante se habló sobre las estrategias para el fortalecimiento de la organización; y, de la sostenibilidad del sistema en el ámbito social, económico y ambiental.

#### 4.4.4. Calidad de Agua.

Para realizar el estudio de la calidad del agua se realizó el análisis físico, químico y bacteriológico en diferentes sitios y en dos momentos. La primera, el 3 de marzo, en la época de invierno; y, la segunda, el 2 de agosto del 2011, en verano. La ubicación de los sitios de muestreo consta en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Puntos de muestreo para agua.

| N° | CÓDIGO | NOMBRE SISTEMA/ FUENTE/ESTACION | Coord. geográficas | | Altitud |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | Y | |
| 1 | VPA1 | Vertiente de la Virgen | 683686 | 9575676 | 2728 |
| 2 | SACH01VPA1 | SACH Mira Flores | 684778 | 9574521 | 2678 |
| 3 | SACH10VPA2 | SACH Pordel-Agua Tibia | 685846 | 9574676 | 2588 |
| 4 | M1 | Estación de aforo 1 | 6844645 | 9574103 | 2561 |
| 5 | SACH09VPA2 | SACH Carmelo | 684901 | 9573626 | 2489 |
| 6 | SACH12VPA2 | SACH Calucay | 685939 | 9573058 | 2412 |
| 7 | SACH07VQMIPA2 | SACH Fátima | 684998 | 9572206 | 2440 |
| 8 | SACH03VPA2 | SACH Chantaco alto | 685266 | 9572474 | 2367 |
| 9 | SACH05QMDPA2 | SACH Cumbe-Chantaco | 686182 | 9572694 | 2371 |
| 10 | M3 | Estación de aforo 3 | 685376 | 9572360 | 2328 |
| 11 | M5 | Estación de aforo 5 | 685606 | 9571400 | 2247 |
| 12 | SACH05QMDPA2 | SACH Cumbe-Chantaco | 685793 | 9571526 | 2233 |
| 13 | SACH04VPA2 | SACH El Auxilio | 684466 | 9568996 | 2365 |
| 14 | M6 | Estación de aforo 6 | 685286 | 9569093 | 1972 |

En el cuadro 14, consta el código y nombre del sistema de agua para consumo humano donde se tomó las muestras, con las coordinadas geográficas y altitud.

La calidad de agua se obtuvo por medio de dos procedimientos: el primero mediante una inspección a los sitios de muestreo seleccionados; y, el segundo, mediante el análisis de agua en el laboratorio.

En el primer procedimiento se obtuvo como resultado, lo siguiente:

- En las áreas circundantes a las vertientes hay la presencia de pequeñas áreas con cobertura vegetal, que si no se toman acciones de manejo, protección y conservación estás se deterioran aún más, que afectaría a la calidad de agua.
- El área de drenaje de las captaciones de agua en las quebradas, también presentan problemas de deforestación y pastoreo de animales; que también al no

tomar acciones inmediatas de manejo, protección y conservación, éstas se deterioran aún más, incidiendo en la calidad del agua.

- De forma visual se determinó que el agua tiene buen color y no tiene malos olores y sabor.
- Los sitios donde se capta el agua no están protegidos, por tanto son susceptibles de contaminación por factores externos, tales como el pastoreo de animales y por las demás actividades humanas (Figura 33)

Figura 33. Parte de la microcuenca, margen derecha y de una toma de agua del SACH Pordel Alto

En el segundo procedimiento, mediante el análisis físico, químico y bacteriológico, en el laboratorio, se obtuvieron los resultados, para cada punto muestreado. De los 14 puntos muestreados y analizados, están agrupados en dos: el primer grupo, corresponde a ocho sistemas de agua de consumo humano; y, el segundo, a cinco sitios, a lo largo del dren principal -río Chantaco-, de la microcuenca en estudio, entre la cota más alta (punto blanco) y en la salida de la microcuenca (M6).

Los parámetros físicos son: sólidos totales y turbiedad; los químicos: pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), dureza, nitrógeno, nitratos, nitritos, fósforo, cloruros, hierro, plomo, mercurio, arsénico, cromo, cobre, sodio, potasio, sulfatos, órganos clorado y órganos fosforados; y, los biológicos: coliformes totales y coliformes fecales.

Se realizó el análisis de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), sólo en las muestras de agua que corresponde a los sistemas de agua de consumo humano.

El análisis que se realizó, referente a pesticidas organoclorados y organofosfarados, sólo se hizo en la salida de la microcuenca (M6) donde convergen las aguas de todas las quebradas aguas arriba. El laboratorio, analizó la presencias de Alfa HCH, HCB, Beta HCH, Gama HCH, Delta HCH, Heptacloro, Aldrin, 2-4 DDE, Alfa Endosulfan, 4-4 DDE, Dieldrin, Endrin, Beta Endosulfan, 2-4 DDT, 4-4 DDT, Metoxicloro y Mixer; y, Ometoato, Fonofos, Diazinon, Clorpirifos metil, Pirimifos metil, Clorpirifos, Quinalfos, Ethion, Azinfos metil, Azinfos etil, Dimetoato, Parathion metil, Fenitrotion, Malathion, Methidation, Tetraclorvinfos, Fenamifos, Carbofenotion y Pirazofos.

Para la interpretación de los resultados del análisis de agua, obtenidos en las 14 muestras, se basó en la Norma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente del Ecuador-TULAS, considerando los límites máximos permisibles para agua de consumo humano y uso domésticos que únicamente requieran desinfección.

Los resultados de los 14 análisis tienen los 95% de confianza, establecidos por el Laboratorio de la Universidad Técnica Particular de Loja, mismos que se presentan en los cuadros 15 al 28.

#### 4.4.4.1. Análisis de los sistemas de agua de consumo humano

Los análisis del agua corresponden a los sistemas de agua de consumo humano de Miraflores, Pordel Alto, Carmelo, Calucay, Fátima, Chantaco Alto-Mazin, Cumbe-Chantaco y El Auxilio.

##### 4.4.4.1.1. Sistema de agua Miraflores

El análisis de agua de este sistema se presenta en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Análisis de agua del SACH Miraflores.

| **Determinación** | **Unidad** | **R1*** | **R2*** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 9.75 | 10.51 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 133.80 | 136.70 | - | - | n/a |
| pH | | 6.62 | 6.91 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 0.16 | 0.199 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 133.21 | 30.36 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 0.20 | 0.00 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.007 | 0.013 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 13 | 20.19 | - | 500 | Cumple |
| Sulfatos | mg/l | 0 | 0.0 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.010 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.04 | 0.33 | - | - | n/a |
| Demanda Química de O2 | mg/l | | <25 | - | - | n/a |
| Demanda Bioquímica de O2 | mg/l | | 2.00 | - | 2 | Cumple |
| Coliformes Totales | UFC | 200 | 12 | - | 79 | Cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | <1 | <1 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | 0.003 | 0.003 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.035 | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.11 | <0,001 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 5.42 | 1.704 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 1.04 | 0.829 | - | - | n/a |

*R1 y R2 son los resultados obtenidos en la época de invierno y verano.

n/a = no aplica la Norma.

LDD = resultado menor que el límite de detección del método.

El agua que consume los socios del sistema de agua Miraflores, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con la DBO, DQO, coliformes totales y coliformes fecales, también cumplen con la norma TULAS. No obstante, existe contaminación orgánica del agua, especialmente de la materia orgánica biodegradable. En conclusión, el agua de este sistema requiere de manera urgente desinfección.

Una de las causas para que este problema esté presente es porque la fuente de agua (vertiente) no está bien protegida. Adicionalmente, por la presencia de animales en las labores de pastoreo; y, a las actividades humanas que se realizan en el área circundante, que contribuyen a la contaminación.

#### 4.4.4.1.2. Sistema de agua Pordel Alto (Agua Tibia)

El análisis de agua de este sistema se presenta en el cuadro 16.

Cuadro 16. Análisis de agua del SACH Pordel Alto

| **Determinación** | **Unidad** | **R1*** | **R2*** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 4.92 | 6.23 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 69.60 | 85.30 | - | - | n/a |
| pH | | 7.49 | 7.45 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 0.14 | 0.13 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 53.34 | 54.21 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 1.40 | 1.50 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.009 | 0.009 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 27 | 40.40 | - | 500 | Cumple |
| Sulfatos | mg/l | 7.0 | 7.00 | - | 250 | Cumple |
| Nitrogeno amoniacal | mg/l | 0.010 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.21 | 0.37 | - | - | n/a |
| Coliformes Totales | UFC | 30 | 15 | - | 79 | Cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | <1 | <1 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | 0.004 | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.022 | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.3 | <0,001 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 5.45 | 1.827 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 0.427 | 0.272 | - | - | n/a |

El agua que consume los socios del sistema de agua Pordel Alto, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con los coliformes totales y coliformes fecales, también cumplen con la norma TULAS. En conclusión, el agua de este sistema requiere de manera urgente tomar medidas para desinfectar el agua.

Una de las causas para que este problema esté presente es porque la fuente de agua (vertiente) no está bien protegida. Adicionalmente, las actividades humanas que se realizan en el área circundante contribuyen a la contaminación.

#### 4.4.4.1.3. Sistema de agua Carmelo.

El análisis de agua de este sistema se presenta en el cuadro 17.

Cuadro 17. Análisis de agua del SACH Carmelo.

| **Determinación** | **Unidad** | **R1** | **R2** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 7.73 | 7.82 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 108.10 | 105.00 | - | - | n/a |
| pH | | 7.64 | 7.64 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 1.02 | 0.32 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 68.69 | 79.75 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 1.30 | 2.00 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.009 | 0.010 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 32 | 80.78 | - | 500 | Cumple |
| Sulfatos | mg/l | 18 | 23 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.032 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 3.00 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.19 | 0.37 | - | - | n/a |
| Coliformes Totales | UFC | 10 | 10 | - | 79 | Cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | <1 | <1 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | 0.003 | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.136 | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.231 | <0,001 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 7.57 | 2.006 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 0.491 | 0.327 | - | - | n/a |

El agua que consume los socios del sistema de agua Carmelo, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con los coliformes totales y coliformes fecales, igual cumplen con la norma TULAS.

Es importante señalar que el problema de los coliformes totales en este sistema ya existió en el mes abril de 2006; porque los resultados del análisis fue de 300 NMP/100 ml, emitidos por el laboratorio de la UTPL; sólo que la muestra fue tomada en la vertiente. Por esta dificultad, la organización en esa ocasión tomó la decisión de construir la planta de tratamiento; sin embargo no se ha resuelto el problema por completo. Una presunción para que se mantenga el problema es por el inadecuado tratamiento que esté dando al agua en la Planta de Tratamiento.

Otra de las causas para que este problema persista es porque la fuente de agua (vertiente) no está bien protegida. Adicionalmente, por la presencia de animales en las labores de pastoreo; y, a las actividades humanas que se realizan en el área circundante, que contribuyen en la contaminación.

#### 4.4.4.1.4. Sistema de agua Calucay.

El análisis de agua de este sistema se presenta en el cuadro 18.

Cuadro 18. Análisis de agua del SACH Calucay

| **Determinación** | **Unidad** | **R1** | **R2** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 4.56 | 8.23 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 63.20 | 109.60 | - | - | n/a |
| pH | | 6.85 | 6.67 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 1.67 | 0.610 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 68.43 | 20.50 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 0.50 | 2.00 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.009 | 0.010 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 235 | 0 | - | 500 | Cumple |

Continuación del cuadro 18

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sulfatos | mg/l | 63 | 0 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.241 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 3.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.06 | 0.41 | - | - | n/a |
| Demanda Química de O2 | mg/l | | <25 | - | - | n/a |
| Demanda Bioquímica de O2 | mg/l | | 3.00 | - | 2 | No cumple |
| Coliformes Totales | UFC | 320 | 75 | - | 79 | Cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | 180 | 60 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.89 | <0,001 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | 0.02 | <0,001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 248.2 | 1.618 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 36.45 | 0.734 | - | - | n/a |

El agua que consume los socios del sistema de agua Calucay, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con la DBO y DQO no cumple con la norma; mientras, con los coliformes totales y coliformes fecales, de la segunda muestra, cumplen con la norma TULAS.

Se puede afirmar que la calidad del agua de este sistema no es buena calidad, desde el punto de vista biológico; por tanto, de manera urgente se tiene que tomar medidas para desinfectar el agua.

Una de las causas para que este problema esté presente es porque la fuente de agua (vertiente) no está bien protegida. Adicionalmente, por la presencia de animales en las labores de pastoreo; y, a las actividades humanas que se realizan en el área circundante, contribuyen a la contaminación. Y, además, no realizan bien la limpieza del tanque de reserva o la frecuencia de lavado es muy larga.

#### 4.4.4.1.5. Sistema de agua Fátima.

El análisis de agua de este sistema se presenta en el cuadro 19.

Cuadro 19. Análisis de agua del SACH Fátima.

| **Determinación** | **Unidad** | **R1** | **R2** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 7.82 | 8.03 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 107.20 | 107.20 | - | - | n/a |
| pH | | 7.66 | 7.23 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 0.37 | 2.30 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 40.04 | 48.20 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 0.40 | 1.20 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.010 | 0.010 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 27 | 40 | - | 500 | Cumple |
| Sulfatos | mg/l | 0 | 2 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.002 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.19 | 0.30 | - | - | n/a |
| Coliformes Totales | UFC | 420 | 20 | - | 79 | Cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | 40 | <1 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | 0.003 | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.26 | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.338 | <0,001 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 3.02 | 1.704 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 1.31 | 0.248 | - | - | n/a |

El agua que consume los socios del sistema de agua Fátima, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con los coliformes totales y coliformes fecales, de la segunda muestra, cumplen con la norma TULAS.

Una de las causas para que este problema esté presente es porque la fuente de agua (vertiente) no está bien protegida. Adicionalmente, por la presencia de animales en las labores de pastoreo; y, a las actividades humanas que se realizan en el área circundante, contribuyen en la contaminación.

Para mejorar esta situación y contar con agua de calidad, de manera inmediata, se debe poner en funcionamiento la Planta de Tratamiento que está construido.

#### 4.4.4.1.6. Sistema de agua Chantaco Alto-Mazín.

El análisis de agua de este sistema se presenta en el cuadro 20.

Cuadro 20. Análisis de agua del SACH Chantaco Alto-Mazín

| **Determinación** | **Unidad** | **R1** | **R2** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 4.94 | 4.89 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 68.20 | 67.10 | - | - | n/a |
| pH | | 7.51 | 7.60 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 0.30 | 0.254 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 117.95 | 119.07 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 4.90 | 4.70 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.013 | 0.012 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 59 | 90.88 | - | 500 | Cumple |
| Sulfatos | mg/l | 15 | 16 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.012 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.12 | 0.29 | - | - | n/a |
| Coliformes Totales | UFC | 120 | 10 | - | 79 | Cumple |

Continuación del cuadro 20

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Coliformes Fecales | UFC | 30 | <1 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | 0.004 | 0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.017 | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.21 | <0.001 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 9.07 | 2.156 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 0.90 | 0.234 | - | - | n/a |

El agua que consume los socios del sistema de agua Chantaco Alto-Mazín, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con los coliformes totales y coliformes fecales, de la segunda muestra, cumplen con la norma TULAS.

Una de las causas para que este problema esté presente es porque la fuente de agua (vertiente) no está bien protegida, para evitar el ingreso de animales y de personas no autorizadas. Además, se presume que no hacen de manera correcta la limpieza de la cámara de recolección y de los tanques de reserva.

#### 4.4.4.1.7. Sistema de agua Cumbe-Chantaco.

Este sistema por ser el que abastece a la mayoría de la población de la parroquia Chantaco, y, además, porque la Junta Parroquial financió el costo de los análisis de las 14 muestras, se tomaron 2 muestras: una a la entrada del agua cruda a la Planta de Tratamiento; y, la otra, en el grifo de la vivienda del señor Yuri Sinche, que está ubicada en el centro de la cabecera parroquial (Cuadros 21 y 22).

Cuadro 21. Análisis de agua del SACH Cumbe-Chantaco. Planta de Tratamiento.

| **Determinación** | **Unidad** | **R1** | **R2** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 8.33 | | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 108.30 | 107.30 | - | - | n/a |
| pH | | 7.16 | 7.14 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 5.53 | 2.94 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 16.04 | 17.68 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 0.50 | 0.90 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.009 | 0.009 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 21 | 10.10 | - | 500 | Cumple |
| Sulfatos | mg/l | 3 | 0 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.192 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.04 | 0.14 | - | - | n/a |
| Coliformes Totales | UFC | 800 | 380 | - | 79 | No cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | 400 | 150 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.154 | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.53 | 0.173 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 15.15 | 1.246 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 3.34 | 0.661 | - | - | n/a |

El agua cruda que ingresa a la Planta de Tratamiento, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con los coliformes totales y coliformes fecales, no cumplen con la norma TULAS.

Una de las causas para que este problema esté presente es porque no hay un manejo adecuado del área de drenaje de la quebrada El Oso, aguas arriba de la captación. Actualmente no está bien protegida y se pastorea animales; como también están

presentes las actividades humanas que se realizan en el área circundante, que contribuyen a la contaminación.

Cuadro 22. Análisis de agua del SACH Cumbe-Chantaco. Vivienda de Yuri Sinche.

| **Determinación** | **Unidad** | **R1** | **R2** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 8.15 | 8.53 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 110.00 | 112.4 | - | - | n/a |
| pH | | 7.24 | 7.21 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 7.74 | 3.74 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 33.73 | 18.13 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 1.30 | 1.10 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.014 | 0.006 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 13 | 5.05 | - | 500 | Cumple |
| Sulfatos | mg/l | 0 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.120 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.07 | 0.39 | - | - | n/a |
| Coliformes Totales | UFC | 10 | 430 | - | 79 | No cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | <1 | 320 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.038 | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.5 | 0.185 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | 0.01 | <0.001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 3.31 | 1.429 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 0.97 | 0.914 | - | - | n/a |

El agua que consume los socios del sistema Cumbe-Chantaco, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con los coliformes totales y coliformes fecales, en la segunda muestra, no cumplen con la norma TULAS.

Una de las posibles causas es que no se esté realizando de manera adecuada la limpieza del tanque de reserva o no se está desinfectando bien al agua.

#### 4.4.4.1.8. Sistema de agua El Auxilio.

El análisis de agua de este sistema se presenta en el cuadro 23.

Cuadro 23. Resultados del análisis de agua del SACH El Auxilio.

| **Determinación** | **Unidad** | **R1** | **R2** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 9.35 | 8.23 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 127.20 | 101.5 | - | - | n/a |
| pH | | 7.76 | 7.65 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 1.79 | 3.23 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 72.26 | 68.42 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 1.50 | 1.1 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.006 | 0.013 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 37 | 50.5 | - | 500 | Cumple |
| Sulfatos | mg/l | 1 | 0 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.000 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.37 | 0.39 | - | - | n/a |
| Coliformes Totales | UFC | 600 | 260 | - | 79 | No cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | 410 | <1 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | 0.004 | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.016 | 0.007 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.03 | 0.017 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 3.32 | 2.01 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 0.48 | 0.368 | - | - | n/a |

El agua que consumen los socios del sistema El Auxilio, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con los coliformes totales y coliformes fecales, no cumplen con la norma TULAS.

Una de las causas para que este problema esté presente es porque la fuente de agua (vertiente) no está bien protegida. Adicionalmente, por la presencia de animales en las labores de pastoreo; y, a las actividades humanas que se realizan en el área circundante, contribuye a la contaminación. Y, además, no realicen bien la limpieza del tanque de reserva o la frecuencia de lavado es muy largo.

En los ochos sistema de agua de consumo humano se detectó la presencia de coliformes. Esto indica con certeza que hay contaminación fecal proveniente de heces humanas, de animales de sangre caliente o de agua residuales. Si hay contaminación fecal es muy probable que bacterias patógenas intestinales estén presentes y cuanto

mayor es el número de coliformes fecales, mayor es la probabilidad de encontrar bacterias patógenas en esa agua.

Las coliformes significa la presencia de baceterias tipo: Escherichia coli: de origen fecal; y, las Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella spp, presentes naturalmente en el suelo, agua y vegetales.

#### 4.4.4.2. Análisis del agua en una vertiente y en el cauce principal de la microcuenca

Se realizó el análisis de agua en cinco sitios, a lo largo del cauce principal de la microcuenca en estudio, con la finalidad de determinar si se incrementa o no la contaminación agua abajo, desde la parte alta hasta la salida de la misma (M6).

Además, se tomó esta decisión porque la población de los diferentes barrios y sectores, a lo largo de la quebrada y el río, utilizan el agua para diferentes usos. Los resultados del análisis de agua constan en los cuadros 24 al 28.

##### 4.4.4.2.1. Vertiente Agua de la Virgen (punto blanco)

La vertiente Agua de la Virgen está ubicada en la parte alta de la microcuenca. En ésta nace la quebrada Cocheturo, que unos de los afluentes del río Chantaco. Por esta razón es considerado como punto blanco (Figura 34 y Cuadro 24).

Figura 34. Vertiente Agua de la Virgen (Punto Blanco).

Cuadro 24. Análisis de agua de la Vertiente Agua de la Virgen (Punto Blanco).

| **Determinación** | **Unidad** | **R1** | **R2** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 1.60 | 1.70 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 22.20 | 23.60 | - | - | n/a |
| pH | | 5.77 | 5.820 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 0.139 | 1.720 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 170.16 | 93.480 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 11.00 | 6.500 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.010 | 0.007 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 59 | 80.780 | - | 500 | Cumple |
| Sulfatos | mg/l | 60 | 58.000 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.010 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.08 | 0.22 | - | - | n/a |
| Coliformes Totales | UFC | 600 | 40 | - | 79 | Cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | 30 | <1 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | 0.001 | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.31 | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.22 | <0,001 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 7.19 | 1.878 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 0.815 | 0.494 | - | - | n/a |

El agua de esta vertiente en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con los coliformes totales y coliformes fecales, en la primera muestra, no cumplen con la norma TULAS.

Una de las posibles causas para la presencia de los coliformes en este punto es porque alrededor de la vertiente hubo la presencia de las hojas de los árboles de

eucalipto, que estaban descomponiéndose; y, además, es un sitio que ingresan con animales para dar de tomar agua.

#### 4.4.4.2.2. En la unión de las quebradas Cocheturo y Nasucal

Se tomó la muestra de agua en este sitio porque a 100 m aguas arriba del punto, se une las quebradas Cocheturo y Nasucal. Se seleccionó este lugar porque aproximadamente a unos 500 m, aguas arriba, se vierten las aguas servidas del alcantarillado del centro poblado de Chuquiribamba y del Colegio “San Vicente Ferrer” en cada una de las quebradas. El análisis del agua se presenta en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Análisis de agua en la unión de las quebradas Cocheturo y Nasucal.

| **Determinación** | **Unidad** | **R1** | **R2** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 7.71 | 8.63 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 106.40 | 105.80 | - | - | n/a |
| pH | | 7.37 | 6.92 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 6.60 | 4.780 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 104.54 | 87.210 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 0.70 | 1.700 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.045 | 0.007 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 70 | 70.680 | - | 500 | Cumple |
| Sulfatos | mg/l | 59 | 50.000 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.021 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 1.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.07 | 0.23 | - | - | n/a |
| Demanda Química de O2 | mg/l | | <25 | - | - | n/a |
| Demanda Bioquímica de O2 | mg/l | | 3.00 | - | 2 | No cumple |
| Coliformes Totales | UFC | 800 | 300 | - | 79 | No cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | 500 | 94 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | < LDD | 0.02 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.053 | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.807 | 0.321 | - | 0.3 | No cumple |
| Cobre | mg/l | < LDD | <0,001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 139.4 | 1.896 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 5.35 | 1.242 | - | - | n/a |

El agua que fluye por el cauce principal (en la unión de las quebradas Cocheturo y Nasucal), en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con la DBO y DQO no cumple con la norma. También, los coliformes totales y coliformes fecales, no cumplen con la norma TULAS.

La DBO, DQO y los coliformes totales y fecales es señal de que existe contaminación orgánica del agua. Principalmente los coliformes totales son bacterias principalmente asociados con los desechos humanos y de animales. Esta situación se da porque se vierten las aguas servidas de la red del alcantarillado, del centro poblado de la parroquia Chuquiribamba y del Colegio “San Vicente Ferrer”.

Respecto a la presencia del hierro, en el agua, sobrepasando el límite máximo permisible, no es mayor problema, sólo que causa el mal sabor del agua para el consumidor o cuando lavan la ropa, y si emplean cloro, se mancha la ropa, por la oxidación y precipitación del metal.

#### 4.4.4.2.3. En la unión del cauce principal con la quebrada Pordel.

La decisión para tomar la muestra de agua en este sitio es porque a 100 m, aguas arriba, se une a la quebrada (dren) principal de la microcuenca con la quebrada Pordel. El análisis de agua se presenta en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Análisis de agua en la unión del cauce principal con la quebrada Pordel.

| **Determinación** | **Unidad** | **R1** | **R2** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 8.03 | 8.41 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 106.00 | 106.10 | - | - | n/a |
| pH | | 7.50 | 7.52 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 6.75 | 3.50 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 60.91 | 60.64 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 1.10 | 1.20 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.013 | 0.007 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 32 | 50.50 | - | 500 | Cumple |

Continuación del cuadro 26.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sulfatos | mg/l | 39 | 20 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.321 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.02 | 0.18 | - | - | n/a |
| Coliformes Totales | UFC | 3900 | 700 | - | 79 | No cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | 2800 | 300 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.366 | 0.01 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.22 | 0.143 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 2.79 | 1.804 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 1.18 | 0.814 | - | - | n/a |

El agua que fluye en este lugar, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con los coliformes totales y coliformes fecales, no cumplen con la norma TULAS.

Una de las causas para que persista el problema es por la falta de un adecuado manejo de la microcuenca, debido a que no está bien protegida. Adicionalmente, por la presencia de animales en las labores de pastoreo; y, a las actividades humanas que se realizan en las márgenes de las diferentes quebradas, que contribuyen en la contaminación.

#### 4.4.4.2.4. En la unión del cauce principal con la quebrada El Oso.

Se decidió tomar la muestra de agua en este sitio porque a 100 m, aguas arriba, se une la quebrada (dren) principal con la quebrada El Oso. El análisis del agua se presenta en el Cuadro 27.

Cuadro 27. Análisis de agua en la unión del cauce principal con la quebrada El Oso.

| **Determinación** | **Unidad** | **R1** | **R2** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 8.08 | 8.39 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 106.20 | 105.60 | - | - | n/a |
| pH | | 7.61 | 7.40 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 9.24 | 3.64 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 46.65 | 43.72 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 1.50 | 0.30 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.015 | 0.007 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 27 | 40.40 | - | 500 | Cumple |
| Sulfatos | mg/l | 17 | 10 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.110 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.10 | 0.24 | - | - | n/a |
| Coliformes Totales | UFC | 8000 | 860 | - | 79 | No cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | 3000 | 450 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.011 | 0.003 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Hierro | mg/l | 0.73 | 0.131 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 4.31 | 1.716 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 1.09 | 0.802 | - | - | n/a |

El agua que fluye por este sitio, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con los coliformes totales y coliformes fecales, no cumplen con la norma TULAS.

Una de las causas para que persista el problema es por la falta de un adecuado manejo de la microcuenca, debido a que no está bien protegida. Adicionalmente, por la presencia de animales en las labores de pastoreo; y, a las actividades humanas que se realizan en las márgenes de las diferentes quebradas, contribuyen en la contaminación del agua.

#### 4.4.4.2.5. En el cauce principal, a la salida de la microcuenca.

Se tomó la muestra de agua en este sitio porque aquí convergen todas las aguas de las quebradas, existentes aguas arriba, debido a que en este sitio es el punto de salida de la microcuenca. El análisis del agua se presenta en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Análisis de agua en la salida de la microcuenca.

| **Determinación** | **Unidad** | **R1** | **R2** | **Requisitos de la norma** | | **Referencia de la norma** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Mín.** | **Máx.** | |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 8.36 | 8.29 | 6 | - | Cumple |
| % de Saturación | % | 107.30 | 106.9 | - | - | n/a |
| pH | | 7.66 | 7.53 | 6 | 9 | Cumple |
| Turbiedad | NTU | 10.90 | 4.44 | - | 10 | Cumple |
| Sólidos totales disueltos | mg/l | 55.74 | 51.81 | - | 500 | Cumple |
| Nitrato | mg/l | 1.00 | 0.9 | - | 10 | Cumple |
| Nitrito | mg/l | 0.007 | 0.015 | - | 1 | Cumple |
| Dureza Total | mg de CaCO3/l | 32 | 40.4 | - | 500 | Cumple |
| Sulfatos | mg/l | 12 | 11 | - | 250 | Cumple |
| Nitrógeno amoniacal | mg/l | 0.152 | | - | - | n/a |
| Cloruros | mg/l | 0.00 | 0.00 | - | 250 | Cumple |
| Fosfatos | mg/l | 0.07 | 0.17 | - | - | n/a |
| Demanda Química de O2 | mg/l | | 50.00 | - | - | n/a |
| Demanda Bioquímica de O2 | mg/l | | 10.00 | - | 2 | No cumple |
| Coliformes Totales | UFC | 7000 | 800 | - | 79 | No cumple |
| Coliformes Fecales | UFC | 600 | <1 | - | - | n/a |
| Mercurio | mg/l | < LDD | 0.001 | - | 0.001 | Cumple |
| Arsénico | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |
| Plomo | mg/l | 0.009 | 0.009 | - | 0.05 | Cumple |
| Cromo | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 0.05 | Cumple |

Continuación del cuadro 28

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hierro | mg/l | 0.63 | 0.144 | - | 0.3 | Cumple |
| Cobre | mg/l | < LDD | <0.001 | - | 1 | Cumple |
| Sodio | mg/l | 1.42 | 1.86 | - | 200 | Cumple |
| Potasio | mg/l | 0.94 | 0.907 | - | - | n/a |
| **Órgano Clorados** | mg/l | < LDD | <0.001 | n/d | 0.01 | Cumple |
| **Órgano Fosforados** | mg/l | < LDD | <0.001 | n/d | 0.1 | Cumple |

El agua que fluye por este sitio, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma. En los químicos, relacionados con la DBO y DQO no cumple con la norma. También, los coliformes totales y coliformes fecales, no cumplen con la norma TULAS.

La presencia del mercurio, se presume por la actividad minera artesanal que se está dando en la parte alta de la quebrada Dur-Dur y Tasqui. Este metal pesado afectará a los animales y cultivos, porque es tóxico y venenoso, a muy bajas concentraciones y no puede ser degradado o destruido a corto tiempo. Para los humanos, el exceso de mercurio es un problema grave que genera numerosas enfermedades cerebrales, motoras y de la piel.

En cuanto a los organosclorados y organosfosforados, si bien cumplen con la norma, comparando entre el primer y segundo análisis, sin embargo da muestras que hay la presencia de éstos. Esta situación se da porque los productores que están ubicados en la margen derecha de la quebrada Tasqui, cercanos al sitio que se tomó la muestra de agua, hacen agricultura, utilizando agroquímicos; problema que se agravaría si no se toman correctivos, por ejemplo de hacer una agricultura orgánica. Por ejemplo, actualmente cultivan tomate de riñón, y para hacer el control fitosanitario emplean agroquímicos de franja roja (Figura 35).

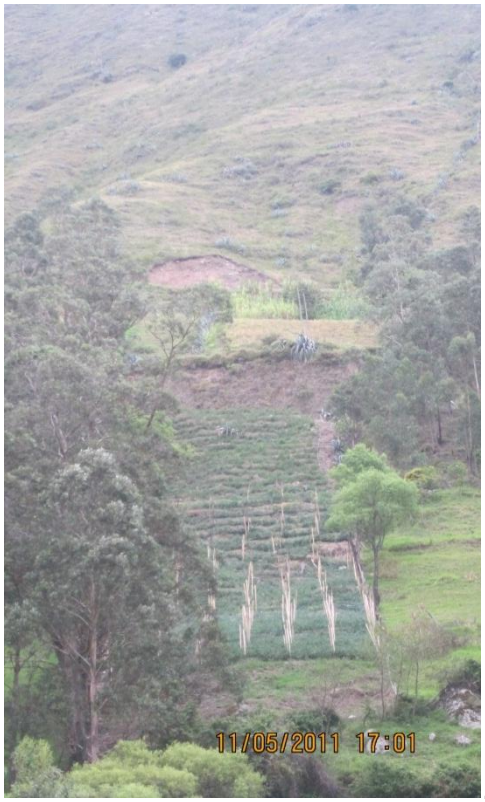

Figura 35. Cultivo de tomate en la margen derecha de la quebrada Tasqui y el uso de agroquímicos.

Se puede afirmar que las aguas que fluyen por las diferentes quebradas y en el dren principal (río) de la microcuenca, en los parámetros físicos, son adecuados por cumple con las exigencias de la Norma.

En cuanto a los parámetros químicos y biológicos, en la mayoría cumplen con la norma, a excepción de DBO, DQO y los coliformes. Es decir, las aguas no son aptas para el consumo humano, si no hay la desinfección correspondiente. Sin embargo, para el uso agrícola no habría ningún problema utilizar estas agua, debido a que la Norma Tulas, establece como límite máximo permisible de coliformes totales < a 1280 UFC, siempre y cuando el contenido de coliformes se mantengan alrededor de los resultados (datos) de la segunda muestra.

### 4.4.5. Cantidad de Agua

Para determinar la cantidad de agua que dispone la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, y ante la falta de una estación meteorológica e hidrológica en la zona de estudio, se estimó la precipitación, temperatura y evapotranspiración para cada microcuenca que conforma el área de estudio, empleando las isoyetas e isotermas

que se elaboraron (Anexo 3, Mapa 8 y 9). Igualmente, se generó los caudales medios mensuales para cada una de las microcenca (puntos de interés).

La precipitación media mensual generada para la zona de estudio es de 907,8 mm. Con este valor en la zona de estudio se tendrá un volumen mensual de agua de 9078,0 m³ /ha o 108 936,0 m³/ha/año, equivalente a 407 434 797,3 m³/año, debido a que la superficie total de microcuenca es de 3 740 ha.

Con el propósito de tener una mejor comprensión del comportamiento climático e hidrológico en cada una de las microcuencas que conforma el área de estudio, se calculó y elaboró el Diagrama Ombrotérmico. Así mismo, se determinó el balance hídrico, con el método propuesto por Tenreiro y *et al*, considerando la oferta (precipitación) y demanda (Evapotranspiración).

Con la finalidad de contrastar los valores (datos) de los caudales medios generados, con el método Racional y del Ex –INEHI, con lo que realmente ocurre hidrológicamente en la microcuenca, realizó aforos, durante un año, cada quince días, en cada una de los puntos de salida de las microcuencas seleccionadas (Figura 36).

Figura 36. Vista de realización de aforos

#### 4.4.5.1. Diagrama climático, balance hídrico y caudales medios en microcuenca de la unión de la quebrada Cocheturo y Nasucal .

Los resultados relacionados con el comportamiento climático, balance hídrico e hidrológico en el sitio seleccionado, se presentan en la Figura 37, 38 y 39.

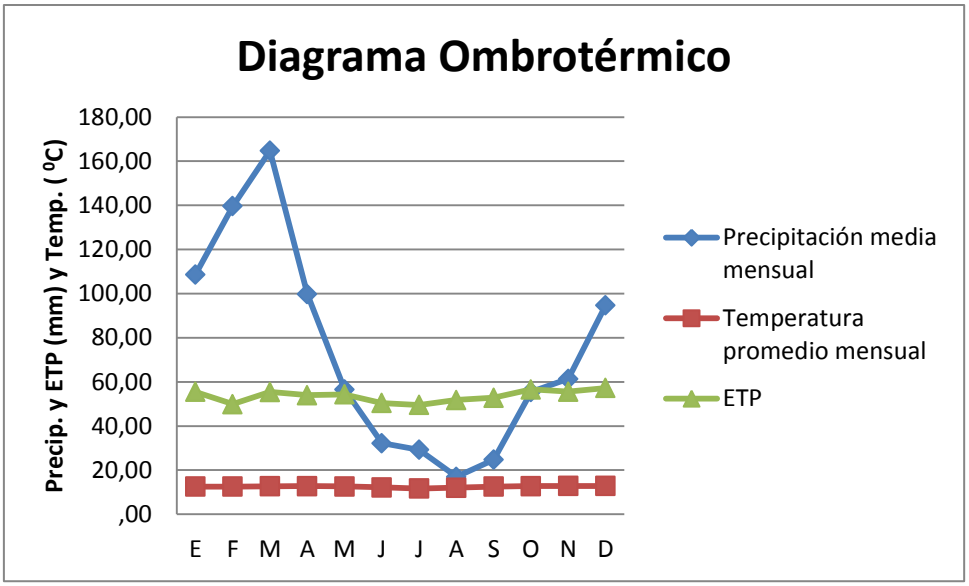


Figura 37. Diagrama Ombrotérmico microcuenca 1.

El sitio está ubicado en el piso altitudinal alto de la microcuenca, a 100 m de la intersección entre las quebradas Cocheturo y Nasucal, en una altitud de 2561 msnm.

En este lugar la precipitación media anual es de 884,0 mm, una temperatura media de 12.8 °C y una evapotranspiración mensual de 53,6 mm. El mes con mayor lluvia corresponde al mes de marzo; mientras el mes más secos es en agosto.

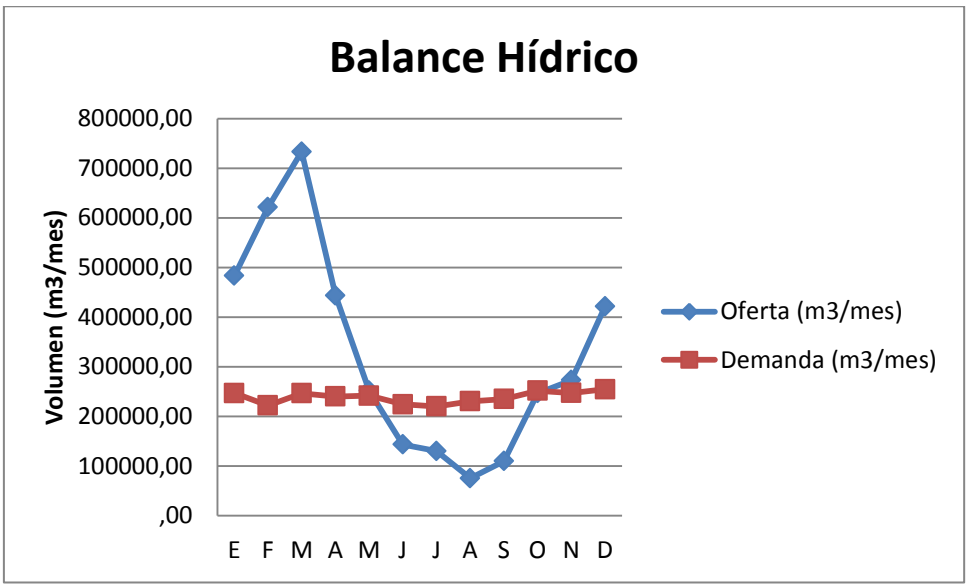


Figura 38. Balance Hídrico microcuenca 1.

En este sitio la oferta de agua anual es de 3 933 593,9 m³ y la demanda de 2 862 405,2 m³; por tanto existe un superávit de 1 071 188,7 m³. Sin embargo, en los meses de julio a octubre, existe un déficit, debido a que en estos meses llueve muy poco.

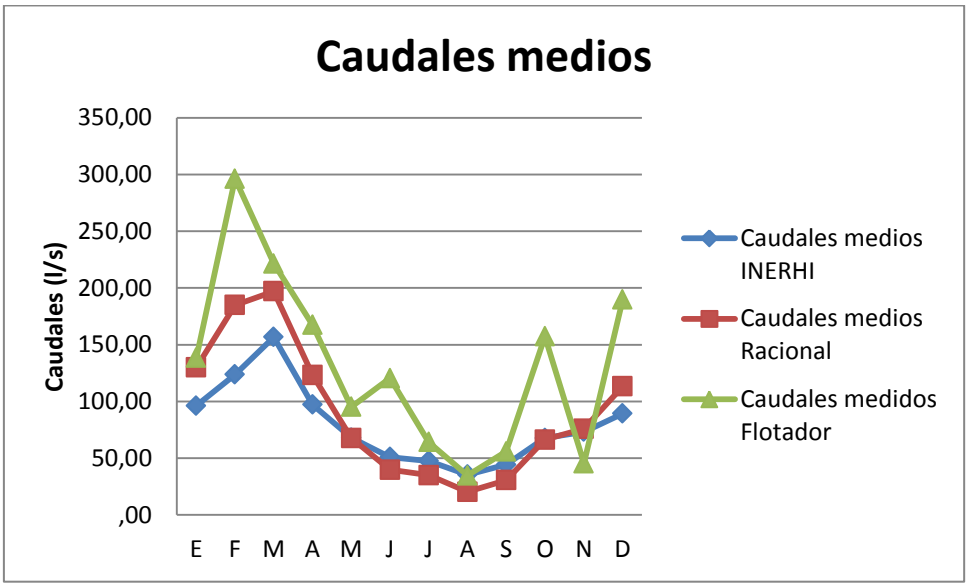


Figura 39. Caudales medios en la unión de las quebradas Cocheturo-Nasucal.

Los caudales generados por los tres métodos existen diferencias entre ellos. Los valores mayores ocurren con el método del flotador y los menores con el método racional. Las tendencias de las curvas con los métodos del INERHI y Racional son similares, mientras difiere un tanto con el flotador.

Al inferir la información generada, el promedio mensual en este lugar es de 100,6 l/s y el promedio anual es 1 206,9 l/s. El máximo caudal acontece en el mes de febrero con 201,6 l/s y el mínimo, en el mes de agosto, con 30,2 l/s.

#### 4.4.5.2. Diagrama climático, balance hídrico y caudales medios de la microcuenca de la unión del cauce principal y la quebrada Chilpa-Suimala.

Los resultados relacionados con el comportamiento climático, balance hídrico e hidrológico en el sitio seleccionado, se presentan en la Figura 40, 41 y 42.

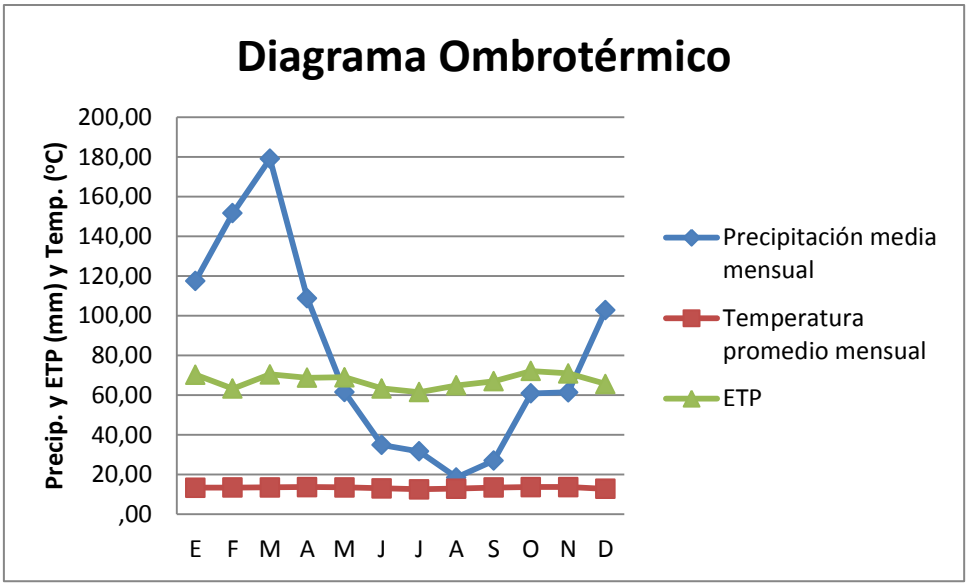


Figura 40. Diagrama Ombrotérmico microcuenca 2

Este sitio ubicado en el piso altitudinal medio de la microcuenca, a 100 m de la intersección entre las quebradas principal y Chilpa-Suimala, en una altitud de 2422 msnm.

En este lugar la precipitación media anual es de 955,6 mm, una temperatura media de 13,3 °C y una evapotranspiración mensual de 67,3 mm. El mes con mayor lluvia corresponde al mes de marzo y el más seco en el mes de agosto.

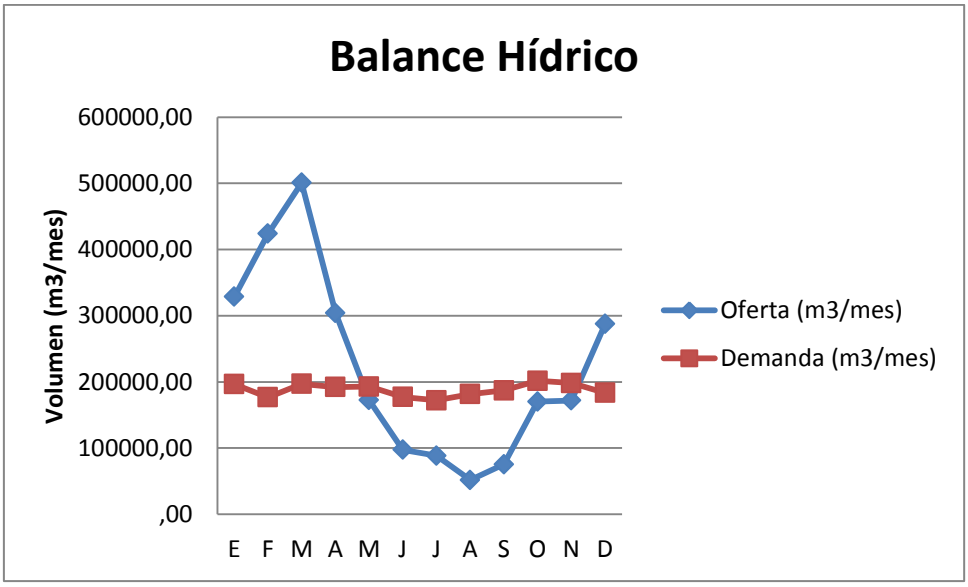


Figura 41. Balance Hídrico microcuenca 2.

En este punto la oferta de agua anual es de 2 672 713,4 m³, demanda de 2 257 632,6 m³; por tanto existe un superávit de 415 080,9 m³. Sin embargo, en los meses de mayo a noviembre, existe un déficit, debido a que en estos meses llueve muy poco.

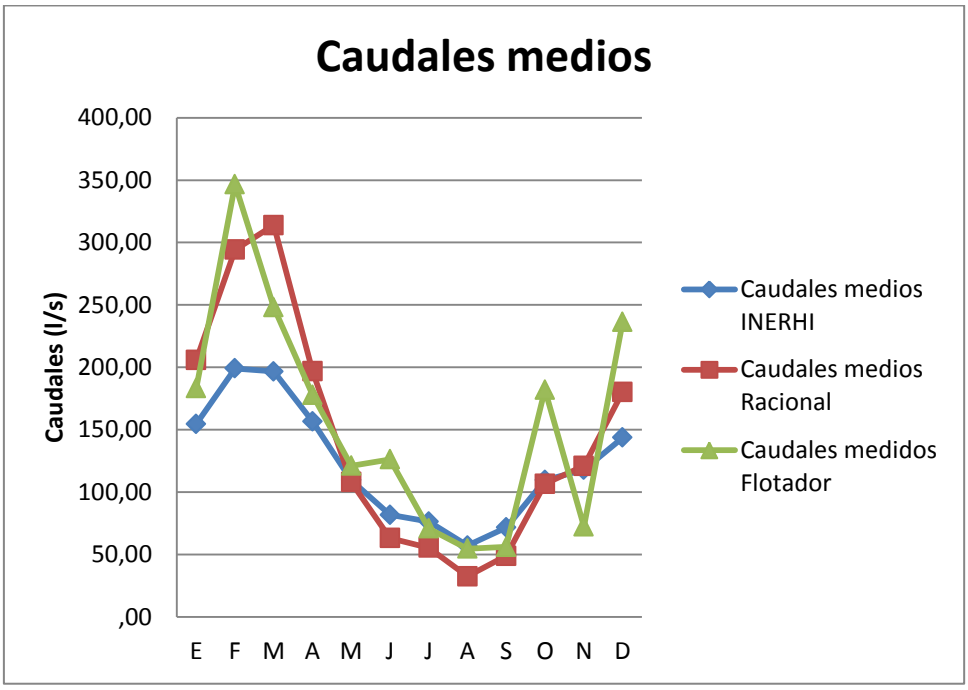


Figura 42. Caudales medios en la unión quebrada principal y Chilpa-Suimala.

Los caudales generados por los tres métodos existen diferencias entre ellos. Los valores mayores ocurren con el método del flotador y los menores con el método racional. Las tendencias de las curvas con los métodos del INERHI y Racional son similares, mientras difiere un tanto con el flotador.

Al inferir la información generada, el promedio mensual es 141,1 l/s y el promedio anual es 1 692,6 l/s. El máximo caudal acontece en el mes de febrero con 280,0 l/s y el mínimo, en el mes de agosto, con 48,1 l/s.

#### 4.4.5.3. Diagrama climático, balance hídrico y caudales medios de la microcuenca de la unión del cauce principal y la quebrada Pordel.

Los resultados relacionados con el comportamiento climático, balance hídrico e hidrológico de la estación de aforo tres, se presentan en la Figura 43, 44 y 45.

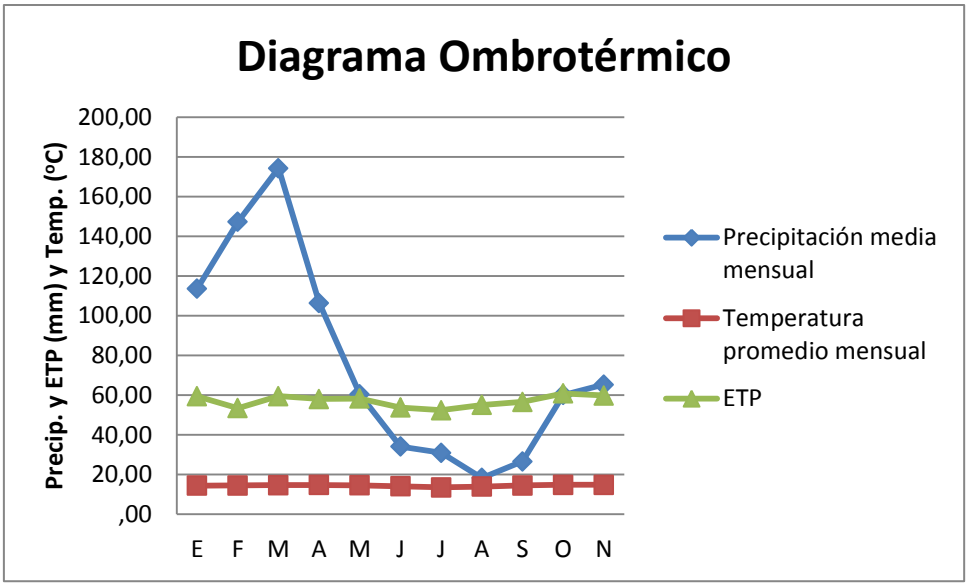


Figura 43. Diagrama Ombrotérmico microcuenca 3.

Este sitio está ubicado en el piso altitudinal medio de la microcuenca, a 100 m de la intersección entre las quebradas principal y Pordel, en una altitud de 2 328 msnm.

En este sitio la precipitación media anual de 937,4 mm, una temperatura media de 14,5 °C y una evapotranspiración mensual de 57,4 mm. El mes con mayor lluvia corresponde al mes de marzo y el más seco en el mes de agosto.

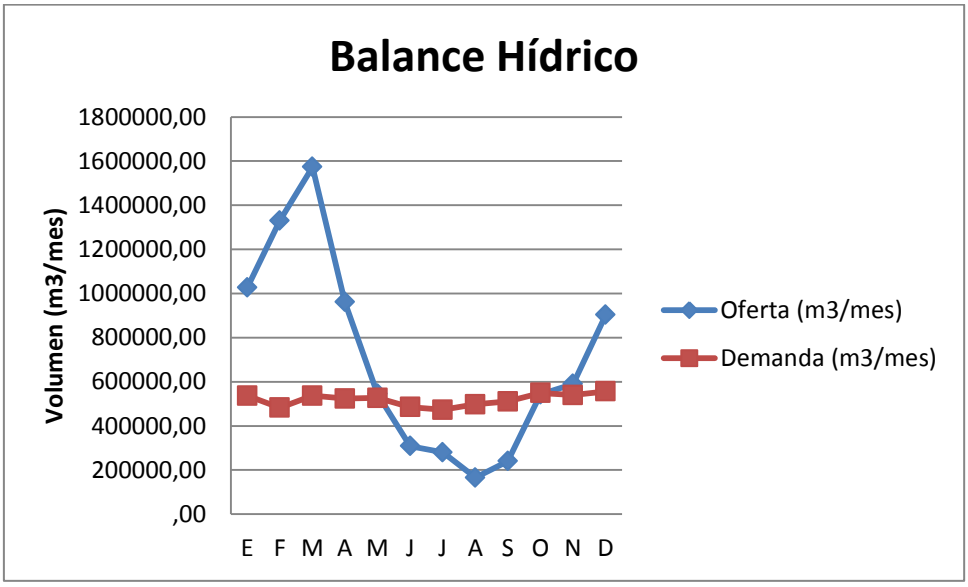


Figura 44. Balance Hídrico microcuenca 3.

En este punto la oferta de agua anual es de 8 464 780,6 m³, demanda de 6 218 669,7 m³; por tanto existe un superávit de 2 246 110,9 m³. Sin embargo, en los meses de julio a octubre, existe un déficit, debido a que en estos meses llueve muy poco.

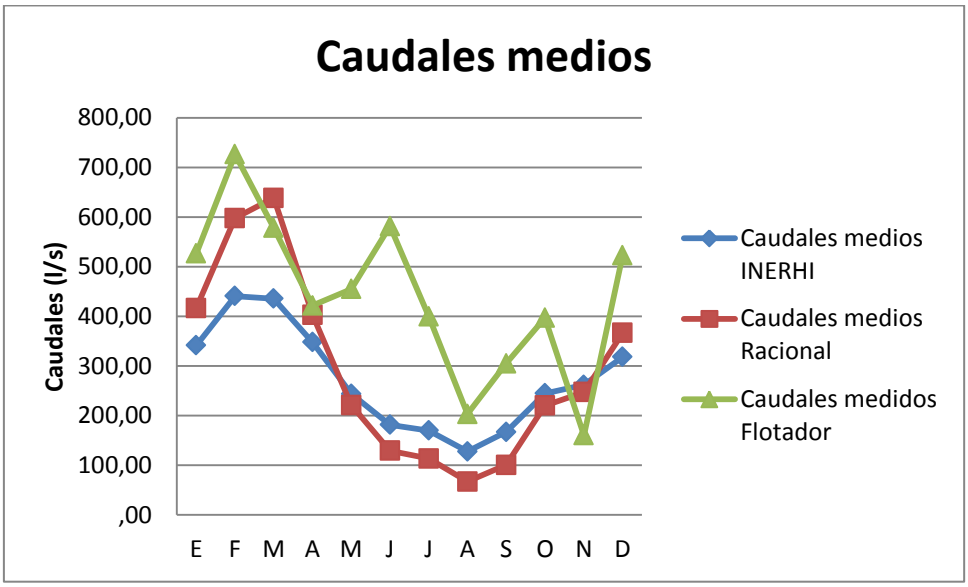


Figura 45. Caudales medios en la unión quebrada principal y Pordel.

Los caudales generados por los tres métodos existen diferencias entre ellos. Los valores mayores ocurren con el método del flotador y los menores con el método racional. Las tendencias de las curvas con los métodos del INERHI y Racional son similares, mientras difiere un tanto con el flotador.

Al inferir la información generada, el promedio mensual es 335,5 l/s y el promedio anual es 4 026,6 l/s. El máximo caudal acontece en el mes de febrero con 588,2 l/s y el mínimo, en el mes de agosto, con 132,6 l/s.

#### 4.4.5.4. Diagrama climático, balance hídrico y caudales medios de la microcuenca de la unión del cauce principal y la quebrada Sayo.

Los resultados relacionados con el comportamiento climático, balance hídrico e hidrológico de la estación de aforo cuatro, se presentan en la Figura 46, 47 y 48.

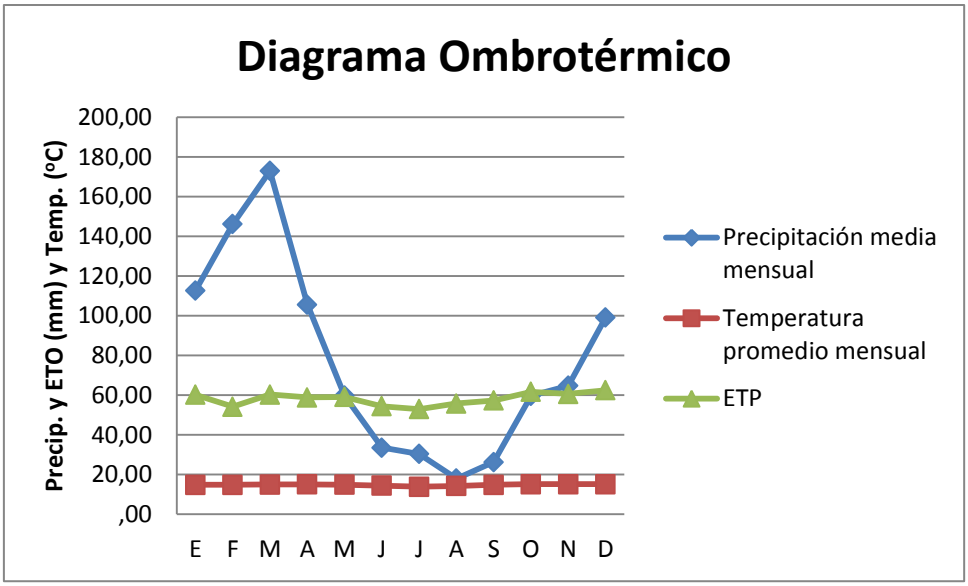


Figura 46. Diagrama Ombrotérmico microcuenca 4

El sitio está ubicado en el piso altitudinal medio de la microcuenca, a 100 m de la intersección entre las quebradas principal y Sayo, en una altitud de 2 303 msnm.

En este lugar la precipitación media anual de 928,5 mm, una temperatura media de 14,8 °C y una evapotranspiración mensual de 58,1 mm. El mes con mayor lluvia corresponde al mes de marzo y el más seco en el mes de agosto.

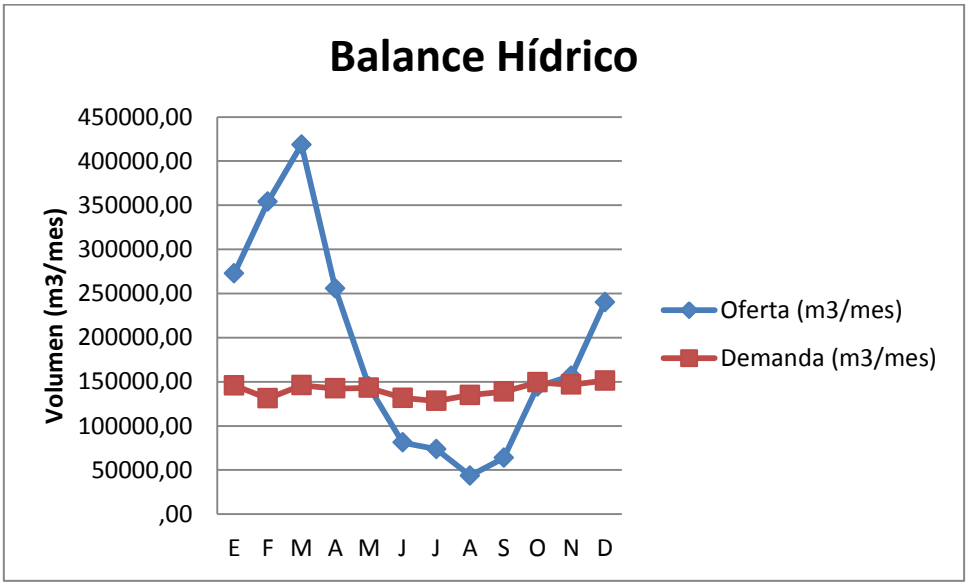


Figura 47. Balance Hídrico microcuenca 4.

En este punto la oferta de agua anual es de 2 247 846,6 m³, demanda de 1 689 164,5 m³; por tanto existe un superávit de 558 682,0 m³. Sin embargo, en los meses de julio a octubre, existe un déficit, debido a que en estos meses llueve muy poco.

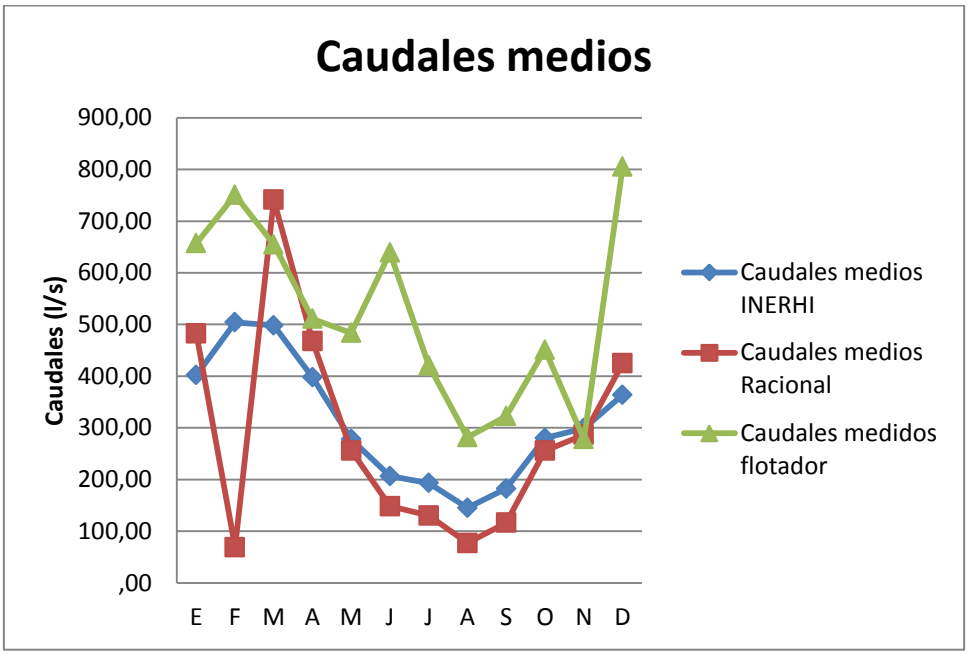


Figura 48. Caudales medios en la unión quebrada principal y Sayo.

Los caudales generados por los tres métodos existen diferencias entre ellos. Los valores mayores ocurren con el método del flotador y los menores con el método racional. Las tendencias de las curvas con los métodos del INERHI y Racional son similares, mientras difiere un tanto con el flotador.

Al inferir la información generada, el promedio mensual es 374,0 l/s y el promedio anual es 4 488,1 l/s. El máximo caudal acontece en el mes de marzo con 631,5 l/s y el mínimo, en el mes de agosto, con 168,1 l/s.

#### 4.4.5.5. Diagrama climático, balance hídrico y caudales medios de la microcuenca de la unión del cauce principal y la quebrada El Oso.

Los resultados relacionados con el comportamiento climático, balance hídrico e hidrológico de la estación de aforo cinco, se presentan en la Figura 49, 50 y 51.

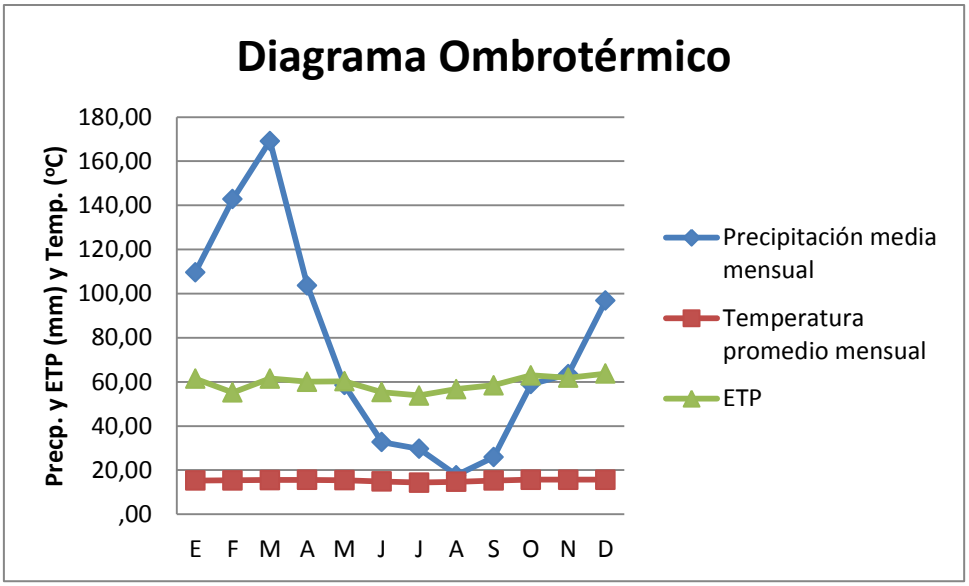


Figura 49. Diagrama Ombrotérmico microcuenca 5

El sitio está ubicado en el piso altitudinal medio de la microcuenca, a 100 m de la intersección entre las quebradas principal y El Oso, en una altitud de 2 247 msnm.

En este sitio la precipitación media anual de 909,2 mm, una temperatura media de 15,3 °C y una evapotranspiración mensual de 59,3 mm. El mes con mayor lluvia corresponde al mes de marzo y el más seco en el mes de agosto.

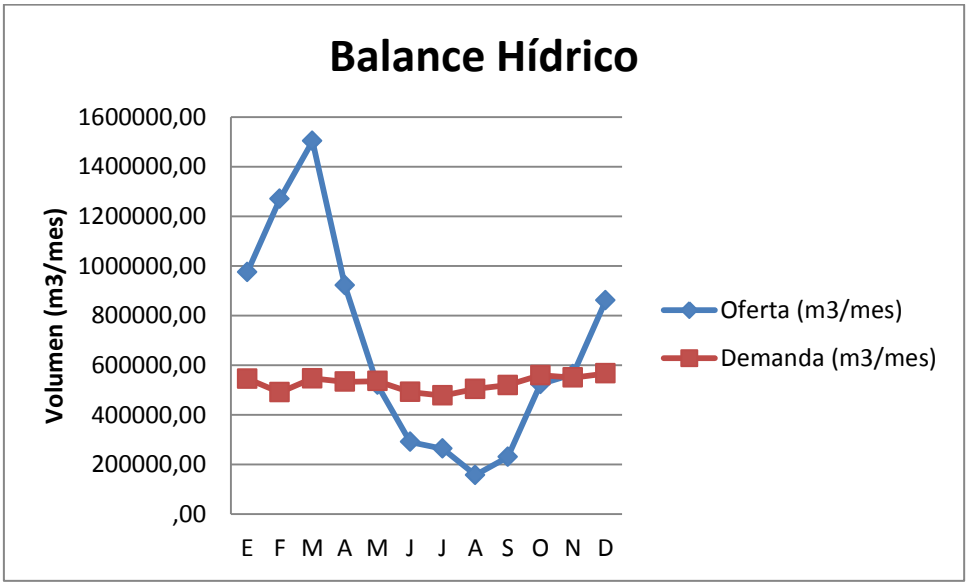


Figura 50. Balance Hídrico microcuenca.

En este punto la oferta de agua anual es de 8 079 546,6 m³, demanda de 6 322 327,5 m³; por tanto existe un superávit de 1 757 219,1 m³. Sin embargo, en los meses de mayo a octubre, existe un déficit, debido a que en estos meses llueve muy poco.

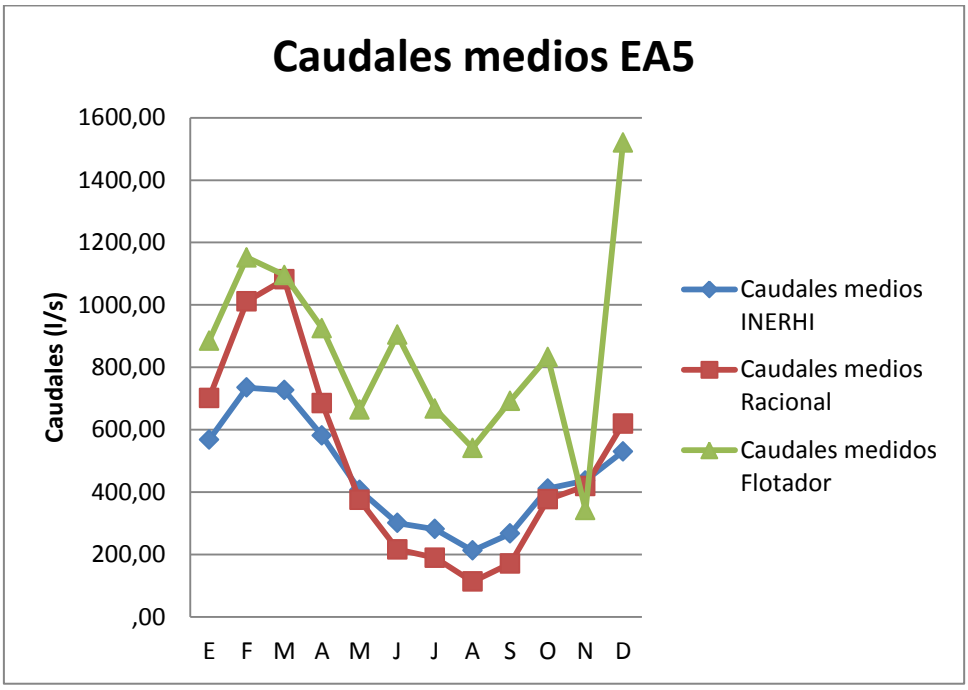


Figura 51. Caudales medios en la unión de la quebrada principal y El Oso.

Los caudales generados por los tres métodos existen diferencias entre ellos. Los valores mayores ocurren con el método del flotador y los menores con el método racional. Las tendencias de las curvas con los métodos del INERHI y Racional son similares, mientras difiere un tanto con el flotador. En el mes de diciembre del 2011, se presentó una lluvia de gran intensidad, en la parte media y baja de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, lo que ocasiono una crecida significativa.

Al inferir la información generada, el promedio mensual es 601,2 l/s y el promedio anual es 7213,9 l/s. El máximo caudal acontece en el mes de marzo con 968,1 l/s y el mínimo, en el mes de agosto, con 289,2 l/s.

#### 4.4.5.6. Diagrama climático, balance hídrico y caudales medios en el punto de la salida de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco.

Los resultados relacionados con el comportamiento climático, balance hídrico e hidrológico de la estación de aforo seis, se presentan en la Figura 52, 53 y 54.

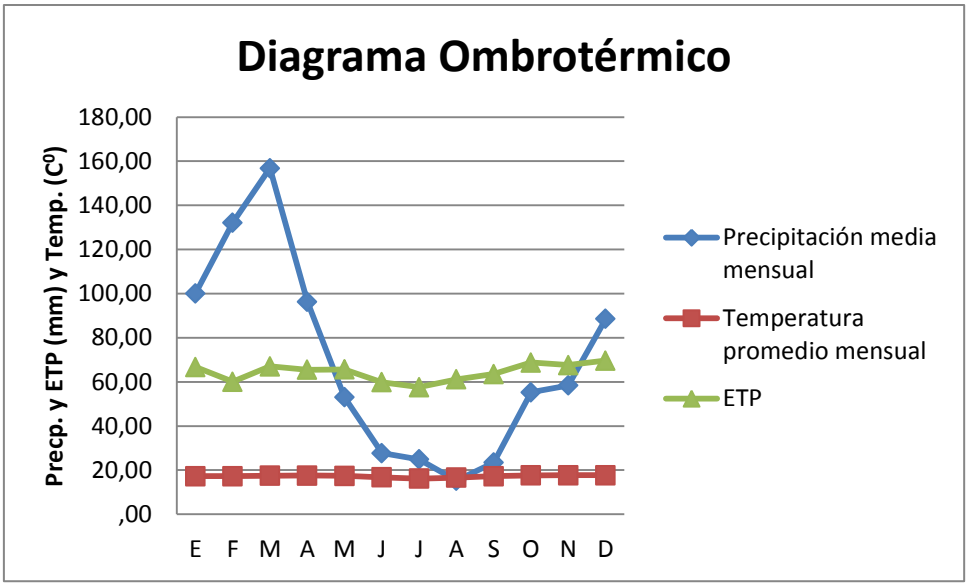


Figura 52. Diagrama Ombrotérmico en el punto salida microcuenca Chuquiribamba-Chantaco.

El sitio está ubicado en el piso altitudinal bajo y en el cierre de la microcuenca, donde convergen las aguas de todas las afluentes (quebradas), aguas arriba, en una altitud de 1 972 msnm.

En este sitio la precipitación media anual de 831,8 mm, una temperatura media de 17,2 °C y una evapotranspiración mensual de 64,4 mm. El mes con mayor lluvia corresponde al mes de marzo y el más seco en el mes de agosto.

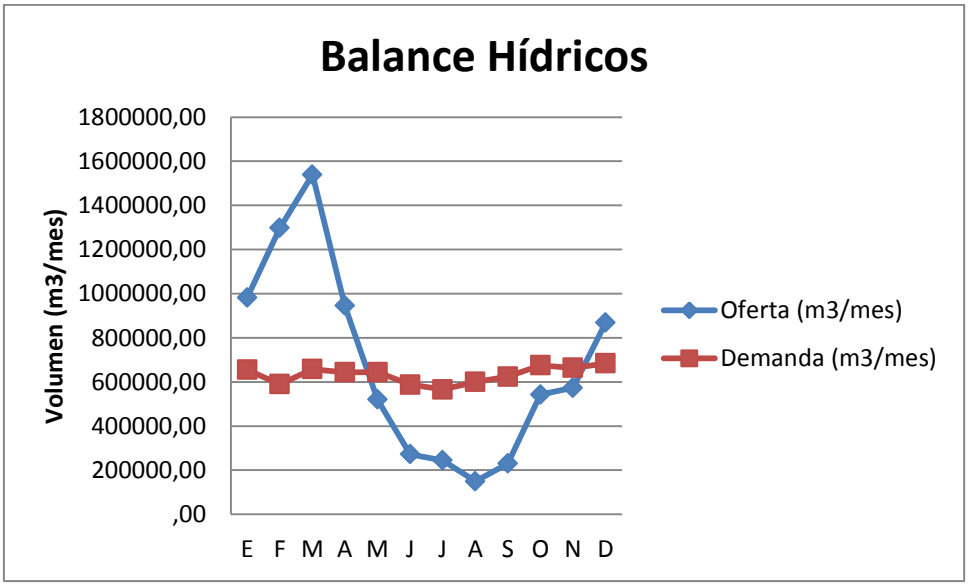


Figura 53. Balance Hídrico en el punto salida microcuenca Chuquiribamba-Chantaco.

En este punto la oferta de agua anual es de 8 165 821,7 m³, demanda de 7 591 256,7 m³; por tanto existe un superávit de 574 565,0 m³. Sin embargo, en los meses de mayo a noviembre, existe un déficit, debido a que en estos meses llueve muy poco.

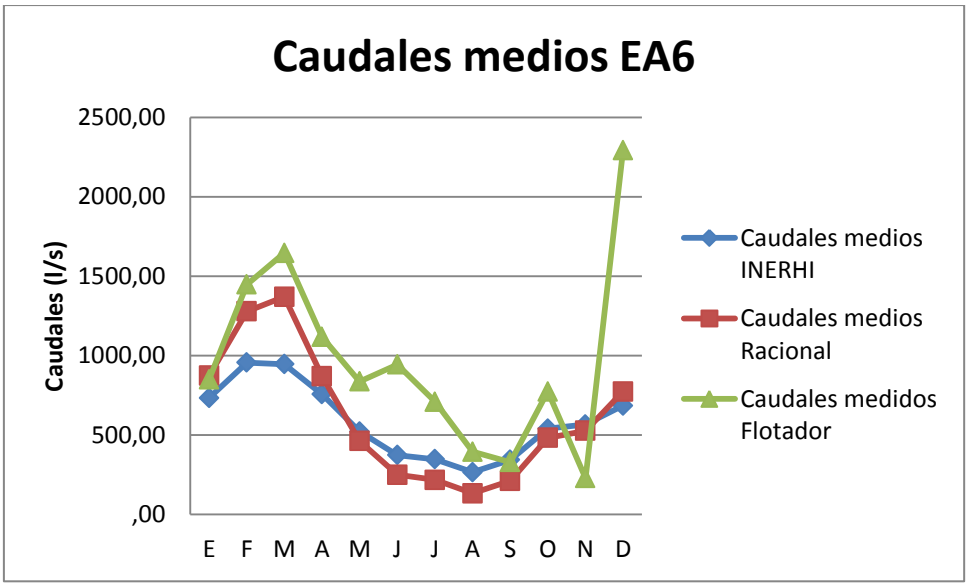


Figura 54. Caudales medios en el punto salida microcuenca Chuquiribamba-Chantaco

Los caudales generados por los tres métodos existen diferencias entre ellos. Los valores mayores ocurren con el método del flotador y los menores con el método racional. Las tendencias de las curvas con los métodos del INERHI y Racional son similares, mientras difiere un tanto con el flotador. En el mes de diciembre del 2011, se presentó una lluvia de gran intensidad, en la parte media y baja de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, lo que ocasiono una crecida significativa.

Al inferir la informaci'on generada, el promedio mensual es 723,8 l/s y el promedio anual es 8685,3 l/s. El máximo caudal acontece en el mes de marzo con 1320,6 l/s y el mínimo, en el mes de agosto, con 264,7 l/s.

Ahora si sólo consideramos la demanda de agua para los usos consuntivos de cultivos establecidos actualmente en las 1 000 ha, considerando la época más seca, se necesita 16 millones de m³ por año; más los 131 148 m³ por año para el consumo humano y uso doméstico, se tiene una demanda actual de 16 131 148 m³ por año. Mientras la oferta es 33 564 302,8 m³ por año; por tanto existe un superávit de 17 433 154,8 m³/año (Cuadro 29).

Cuadro 29. Oferta y demanda del agua en la microcuenca

| **Microcuencas** | **Área drenaje (ha)** | **Oferta (m3/año)** | **Demanda (m3/año)** | **Superávit/Déficit (m3/año)** |
|---|---|---|---|---|
| M1 | 445,0 | 3 933 593,9 | 2 862 405,2 | 1 071 188,7 |
| M2 | 279,7 | 2 672 713,4 | 2 257 632,6 | 415 080,9 |
| M3 | 903,0 | 8 464 780,6 | 6 218 669,7 | 2 246 110,9 |
| M4 | 242,1 | 2 247 846,6 | 1 689 164,5 | 558 682,0 |
| M5 | 888,6 | 8 079 546,6 | 6 322 327,5 | 1 757 219,1 |
| M6 | 981,7 | 8 165 821,7 | 7 591 256,7 | 574 565,0 |
| Total | 3740,1 | 33 564 302,8 | 26 941 456,2 | 6 622 846,5 |

En el cuadro 29, contiene datos relacionados al área de drenaje de las seis microcuencas, la oferta, demanda y déficit de agua, en términos de volumen por año. Por ejemplo, en la microcuenca 5, existe superávit de 1 757 219,1 m³/año.

Sin embargo, en base al comportamiento climático en la microcuenca se tiene una época seca entre los meses de mayo a noviembre, siendo el más crítico en el mes de agosto; meses en los cuales se requiere más agua el riego y también se presenta el problema de disminución de los caudales en quebradas, y en algunas se secan cuando se presentan años de sequía. El déficit que se presenta en los meses secos es de 13 132 432,3 m³/año (Cuadro 30). Esta es una de las razones por lo que los socios de los 10 sistemas de riego, construyeron los tanques de almacenamiento.

Cuadro 30. Meses secos y déficit de agua en la microcuenca

| **Microcuenca** | **Meses secos** | **Déficit (m3)** |
|---|---|---|
| M1 (EA1) | Julio-Octubre | 1 162 237,5 |
| M2 (EA2) | Mayo-Noviembre | 1 311 157,9 |
| M3 (EA3) | Junio-Octubre | 2 426 321,3 |
| M4 (EA4) | Junio-Octubre | 658 423,7 |
| M5 (EA5) | Mayo-Octubre | 3 213 413,0 |
| M6 (EA6) | Mayo-Noviembre | 4 360 878,9 |
| Total | | **13 132 432,3** |

En el cuadro 30, en la microcuenca 5, entre los meses de mayo a octubre, se presenta un déficit de agua de 3 213 413,0 m³; escasez que ocasiona problemas de presión por parte de los socios de los sistemas de riego para acceder al agua para riego.

## 4.5. RACIONALIDAD DE LOS PRODUCTORES SOBRE EL MANEJO DEL AGUA EN LAS VERTIENTES Y USO EN LOS SISTEMAS DE CULTIVOS DE LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO.

Se recuperó los conocimientos y saberes ancestrales de los productores en base a entrevistas a personas que viven en el área de estudio, con más años de experiencias (Figura 55). Así mismo, se realizó observaciones, inspecciones y pruebas de campo.

Figura 55. Entrevista a la Sra. María Huaca (78 años) y al Sr. Tobias Sivisaca (81 años)

La sistematización de la información se presenta en dos ítems. La primera relacionada a la racionalidad de los productores sobre el manejo del agua en las vertientes; y, la segunda, sobre la racionalidad de los productores en el manejo y uso del agua en los cultivos.

### 4.5.1. Manejo del Agua en las Vertientes.

En la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, por testimonios de las personas entrevistadas, manifiestan que en los diferentes pisos altitudinales, siempre han existido vertientes (ojos o naces de agua).

La mayoría de las vertientes están ubicadas en las partes altas, cercanos a la línea divisoria de agua, donde nacen las quebradas de Pordel, Sayo, El Oso, Shillipara, Piruro, Nasucal, Cocheturo, Chilpa-Suimala, Shirillo, Dur-Dur, Tasqui y Trencilla-Buradaña; y, otras, al pie de los cerros de los barrios y sectores de Pordel, Torata, Calucay, Carmelo, Motupe, Cañaro, El Auxilio.

Los entrevistados, luego de haber convivido con la Naturaleza durante muchos años de vida, han logrado acumular experiencias en torno al manejo del agua de las vertientes, donde recuerdan aspectos fundamentales de cómo estuvieron estructurado las vertientes y que ahora debería retomarse para recuperar muchas vertientes que están secas.

Señalan los entrevistados, que anteriormente, alrededor de las vertientes de agua, hubieron bosques, con extensiones aproximadas de media a una hectárea. La vegetación existente, dependiendo del sitio donde estuvo o está ubicado la vertiente, son plantas de arrayanes (Myrcianthes spp), pumamaqui (Oreopanax pp), Cashcos (Weinmannia glabra L. f.), romerillo (Podocarpus oleifolius), cedro (Cedrela montana Maritz ex Turcz), aliso (Alnus jorullensis), joyapa (Macleania spp), quiques (Hesperomeles heterophylla) guaylo (Delostoma integrifolium D. Don.), chamana (Dodonea viscosa), Chilca (Baccharis spp), laurel (Morella pubescens), achupalla (Puya eryngioides André), chuquiragua (Chuquiraga jussieui J. F. Gmel), bromelia (Tillandria continis L. B. Sm), salapa (Cavendishia bracteata), joyapa (Macleania rapestris (Kunth) A. C. Sm), payamos (Bejaria aestuans C.), chuquir (Rhynchospora vulcani Back), totora (Typha angustifolia L.), dumarí (Tibouchina laxa (Pers) Cogn), monte de oso (Sauravia bullosa Wawra), llashipa (Pterdium aquilinum), sauce común (Salíx humboldtiana Willd), sauce llorón (Salíx babylonia Dugand), lashin (Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin), gula (Rumex obtusifolius L.), duco (Clusia elliptica Kunth), chincha (Chusquea scandens Kunth), pigllo (Euphorbia milli Des Moul), guaylo (Delostoma integrifolium D. Dom), nogal (Juglans neotropica Diels), cedro (Cedrela montana Moritz ex Turcz), higuerón (Ficus cuatrecasana Dugand), guangalo (Gynoxys Verrucosa Wedd), chachagomo (Escallonia micrabtha Matff), paja (Stipa ichu), entre las más predominantes. Reconocen que existen ahora pocas de estas plantas por haber talado la vegetación; por lo que plantean que se debería volver a sembrar estás plantas nativas alrededor de las vertientes y cuidarlas.

Además, los entrevistados, indican que estás plantas, en la época de invierno, ayudaban a detener la neblina que pasaba por el sitio de las vertientes, y se producía unas gotas de agua que caían al suelo. También, recuerdan que en estos sitios, en época de verano, siempre permanecían húmedos y eran lugares muy frescos por la sombran que daban los árboles. Igualmente, sentían la presencia de un aire muy fresco, por lo que les gustaba ir a estos lugares por la tranquilidad que había. Así mimo, observaban mucha presencia de aves en estos sitios, situación que ahora ha disminuido.

Otro elemento que recuerdan que, así como, en las vertientes había abundante agua, en las quebradas ocurría igual; que nunca se secaban las quebradas en la época de verano.

Reconocen que antes no hicieron un manejo de las vertientes, debido a que no sintieron la necesidad, por disponer de agua suficiente. Sólo en los ojos o naces de agua, para evitar que los animales ingresen a tomar agua, excavaban pozos de aproximadamente unos 0.50 m de profundidad.

Los entrevistados manifiestan que hace más de 60 años las vertientes tenían abundante agua, pero paulatinamente han disminuido por haber talado la cobertura vegetal. El señor Víctor Huaca, enfatiza que cuando rozaron la vegetación alrededor de las vertientes, muchas de ellas se secaron. Tobias Sivisaca Cuenca, recuerda que en los años 50 en el sector de Sayo y Cubilan existió montaña (vegetación primaria); en el Cerro de Santo Domingo y Guayrapamba, abundantes pajonales; y, al pie del Cerro Tapra, había la laguna negra, que estaba rodeada con abundante vegetación. Alfonzo Pucha y María Huaca, explican que en el sector de Piruro, San Vicente, en los años 40 era una zona montañosa.

La mala práctica de cortar la vegetación, en la microcuenca, se inició en los años 60 y con mayor agresividad se da en los años 70 y 80, a raíz de la reforma agraria que se dio en el país. Este fenómeno se presentó porque la gente que trabajaban en las Haciendas de Chichaca y Gonzabal, tuvieron que regresar a sus comunidades; y, para producir los alimentos para sus familias y tener ingresos económicos, tuvieron que talar la vegetación en las partes altas de Pordel, Torata, Motupe y en la parte alta y media de las áreas de drenaje de las quebradas Pordel, Sayo, El Oso, Dur-Dur, Tasqui, Trencilla-Buradaña. Al respecto, Tobías Sivisaca Cuenca, señala que la razón para que la gente tale la vegetación fue con la finalidad de tener áreas de pastos para los animales y para obtener leña; y, que las autoridades del Estado lo permitían, porque éstas daban el permiso, como ocurrió con el INEFAN, o si observaron, tampoco sancionaron.

Para Ángel Isacc Pauta Pauta, Rosa Valdivieso, Luis Albino Buri y Rosaura Caraguay, personas que siempre han vivido en el piso altitudinal medio y bajo, expresan que en los años 50 las vertientes tenían más agua que ahora. Se ha reducido el agua por la destrucción de la vegetación en las partes altas, que se inició en los años 60. Reconocen, que no hubo quien les incentive a no destruir los bosques. Se talaron la

vegetación para hacer áreas de pastos para los animales, sembrar melloco (Ullucus tuberosus Clades), mashua (Tropacolum tuberosum Ruíz & Pav), papa (Solanum tuberosum L.), haba (Vicia fala L.) (que al inicio hubo una buena productividad, pero decayó posteriormente). Estas áreas de constituyeron en un medio de producción, sin darse cuenta del daño que se estaba haciendo a las vertientes y al medio ambiente. Y, reconoce que se suma otro problema el de las quemas (incendios forestales), que son causadas por las personas adultas.

Recuerdan que en los años setenta, ochenta y noventa el MAGAP, INEFAN y PREDESUR, respectivamente, llegaron a la zona para incentivar a la población para que reforesten las partes alta de la microcuenca, con pinos y eucaliptos, bajo el argumento de recuperar las vertientes. Por este motivo, existen plantaciones de pino y eucalipto, con resultados no halagadores, debido a que no se restituyeron las vertientes y más bien las áreas donde están estas plantaciones, los suelos están resecos y no hay vegetación.  Ahora, se dan cuenta que el pino emite una toxina que no deja desarrollar ninguna planta; mientas que el eucalipto compite con otras plantas, por el agua.

Recuerdan que sus abuelos les contaban, que otra forma de atraer el agua en las vertientes que no tenían vegetación era construir pirámides de piedra, con una altura 1,0 a 1.5 m, sobre las mismas, argumentado que sólo así se evitaría que se reseque el suelo por la acción del sol. Actualmente existen vestigios en algunas de las vertientes de Pordel y Torata (Figura 56).

Figura 56. Vertiente con protección de muro de piedra

A inicio de los años 70, en el piso medio y bajo de la microcuenca, la población inicia a construir acequias, y toman el agua directamente de las vertientes, pero no tienen la iniciativa de cuidar a éstas; siguen deforestando alrededor de la vertiente e ingresan los animales para dar de tomar agua.

Una situación motivo de preocupación es lo relacionado a la destrucción de las lagunas de agua, que existían en la parte alta de Dur-Dur y Fátima. Por ejemplo, el dueño del terreno, donde estaba la Laguna Negra, destruyó este humedal, debido a que construyó una zanja, hasta que drenó toda el agua de la laguna. Actualmente está seca, solo quedó el vestigio del área que cubría el espejo de agua. Esta mala acción provocó que se seque la quebrada Shirrillo.

En las dos últimas décadas, a criterios de los entrevistados, en toda la zona hay escasez de agua en los periodos de verano; situación que cada vez se está agravando, por ejemplo, en el 2009, se secaron quebradas que antes no había ocurrido. Producto de este fenómeno, la población empieza a reaccionar y reflexionar sobre su comportamiento y actuación ante la Naturaleza, y concluye que debe cambiar su racionalidad. Es decir, volver a poner atención, cuidar, proteger y manejar adecuadamente las vertientes; pero requieren el apoyo económico, capacitación y asistencia técnica, donde las instituciones y los técnicos tenga una nueva visión, donde se maneje a la vegetación, el agua y el suelo de manera integral; que se respete a la Naturaleza; y, que durante el proceso de intervención sean unos facilitadores y orienten adecuadamente para que la propia gente sea quien tome las decisiones, entre las principales exigencias.

Las principales acciones que están realizando algunos de los dueños de los terrenos donde existen las vertientes, son las siguientes:

- Han sembrado plantas nativas de aliso, alrededor de las vertientes y en las partes altas de los cerros de Piruro, San Vicente, Pordel, Carmelo, El Auxilio, San Juan. Esta acción es por propia iniciativa del dueño del terreno donde está la vertiente; faltando un proyecto para masificar esta importante decisión; donde además se propague plántulas de otras plantas nativas que se están extinguiendo, como: aliso (Alnus acuminata Kunth), duco (Clusia elliptica Kunth), laurel de cera (Morella pubescens), guaylo (Delostoma integrifolium D. Don), nogal (Juglans neotropica Diles), cedro (Cedrela montana Moritz ex Turcz), higuerón (Ficus cuatrecasana Dugand), sauce lloron (Salíx babylonia Dugand), lashin (Cyathea caracasana

(Klotzsch) Domin), guangalo Gynoxys Verrucosa Wedd), chachacomo (Escallonia micrabtha Matff), cashco (Weinmannia glabra L.f.), chilca (Caccharis spp) chincha (Chusquea scandens Kunth), entre otros.

- Algunas de las vertientes, donde se capta el agua para los sistemas de agua de consumo humano, están cercados con alambre de púas a su alrededor, para evitar el ingreso de los animales.
- Ciertas áreas de algunas quebradas están cuidando para que se produzca una regeneración natural; como están cuidando que no se tale pequeñas áreas donde existe bosque; no obstante aún existen personas que acuden para destruir la vegetación.
- Alrededor del perímetro de ciertos potreros con pastos y en áreas con cultivos, se está sembrando plantas de aliso, sauces, porotillo, penco.
- En las márgenes de algunas de las quebradas se están sembrando plantas de aliso y sauces.
- Hay la opinión favorable de algunos pobladores de volver a restituir las lagunas o a construir lagunas en las partes altas del cerro de Trapa, Guayrapamba. Esta iniciativa toma fuerza a raíz de que conocieron la experiencia del proyecto: Sembrando agua, en el cantón Catacocha, donde directamente constataron la recuperación de vertientes, en áreas mucho más áridas que Chantaco, y recibieron opiniones alentadoras de los mismos productores de la microcuenca San José, por cuanto demostraron que disponían agua en sus fincas, en época seca. Posterior a la vista que se realizó en Catacocha, con el Presidente de la Junta parroquial de Chantaco y ocho productores de la localidad se hizo la inspección en la parte alta de Trapa y Guayrapamba, donde se identificó cinco lugares para construir las lagunas o albarradas. Actualmente, la Junta parroquial, está gestionando ante el Gobierno Provincial de Loja, para que se realice los estudios y se construya tres albarradas.
- Hay planteamientos que cuando se ejecute un proceso de reforestación, con el apoyo de alguna institución, ésta debe hacer un seguimiento serio y responsable a la persona u organización que reciba las plantas, hasta constatar que se han prendido; caso contrario hay el peligro que no siembren, debido a que aún hay gente que no valora a las plantas. La mejor opción que proponen es que se debe trabajar con cada organización de agua, primero sensibilizando, concientizando y motivando a la gente para que asuma con mucha responsabilidad la reforestación; y, que el trabajo de plantar sea mediante mingas y no individualmente.

El argumento científico y técnico de la presencia y permanencia del agua en las vertientes son las siguientes:

- La vegetación, principalmente, los árboles que tienen una altura superior a los 2 m, se constituyen en la barrera y en un receptor, porque interceptan las corrientes de aire, que arrastran contiguo el vapor de agua (nubes y neblina) y determina que luego del proceso de condensación del vapor de agua, ésta caiga al suelo en forma de gotas. Además, las hojas de las plantas receptan las gotas de agua de las lluvias de gran intensidad y hacen que disminuya la velocidad, por lo que éstas caen al suelo de manera lenta y suave.
- El vapor de agua del aire se condensa en la superficie de las hojas de las plantas porque en éstas la temperatura es más baja (fría) que la temperatura del vapor de agua (se ha enfriado hasta su punto de rocío) o cuando se haya excedido la humedad de saturación en el aire.
- Las hojas de la vegetación evita el contacto directo de la radiación solar, debido a que entre ellas se protegen. Si no hay contacto directo de la radiación solar, la temperatura es menor, por tanto, los estomas de las hojas de las plantas respiran menos y expulsan menos agua. Por este motivo, la evapotranspiración es también menor. Además, el agua transpirada permite el enfriamiento de la planta, debido al elevado calor de vaporización del agua (para evaporar necesita consumir muchas calorías); y, esta es la razón por lo que la gente denota, donde hay cobertura vegetal, que el ambiente es fresco. Así mismo, el vapor de agua que sube a la atmósfera es receptado por las hojas de las plantas que están más alto y nuevamente se condensa.
- Las raíces de las plantas se anclan en el suelo, penetrando hasta el subsuelo e incluso a la roca madre, dependiendo del tipo de árbol. En este proceso de penetración y evolución en el crecimiento de la planta, hace que se produzcan ciertos espacios vacíos, por donde se facilita la penetración del agua.
- Las plantas dentro de su proceso fisiológico dejan caer las hojas, mismas que conformando un colchón. Este por un lado ayuda a amortiguar el impacto de las gotas de agua que caen al suelo o impiden el ascenso del vapor de agua a la atmosfera; y, al descomponerse se convierte en materia orgánica y se incorpora al suelo, mejorando su estructura, lo que contribuya a que se incremente el proceso de infiltración y percolación del agua en el suelo y disminuya la escorrentía superficial.
- El agua que llega al suelo es retenida por éste por las fuerzas capilares y moleculares, hasta que se evapora. La fracción de agua que se infiltra puede seguir tres rutas bien definidas: una parte es absorbida por la zona radicular de las

plantas y llega a formar parte activa de los tejidos de las plantas o transpirada nuevamente hacia la atmósfera; puede desplazarse paralelamente a la superficie del terreno a través de la zona no saturada del terreno, como flujo subsuperficial hasta llegar a aflorar en los nacimientos o manantiales o continuar infiltrándose hasta llegar a la zona saturada del terreno, donde recargará el almacenamiento de aguas subterráneas o alimentará a otras vertientes aguas abajo, quebradas, ríos. Las aguas subterráneas, que se hallan limitadas en su parte inferior por depósitos impermeables (arcillas, formaciones rocosas, etc.) no permanecen estáticas, sino que a su vez se desplazan entre dos sitios con diferencias de presión potencial. Y, si se llegasen a presentar fracturas o fallamientos en la base de la formación impermeable, el agua subterránea seguirá descendiendo hasta alimentar a otras fuentes se agua de otras unidades hidrográfica.

- Las pirámides de piedra, que están sobre la vertiente, también se constituyen en una barrera y en un receptor, porque interceptan las corrientes de aire, que arrastran contiguo el vapor de agua (nubes y neblina) y determina que luego del proceso de condensación del vapor de agua, ésta caiga al suelo en forma de gotas. Además, las piedras receptan las gotas de agua de las lluvias de gran intensidad y hacen disminuya la velocidad y se infiltre en el suelo y alimente a la vertiente.
- Al incrementar el área con vegetación alrededor de las vertientes se contribuye a incrementar la biodiversidad, más aún con plantas nativas, debido a que estas ya están adaptadas al medio. Y, una de las funciones que cumplen estos bosques, a más de regular el ciclo hidrológico, es el de incrementar la producción de oxígeno.

### 4.5.2. Manejo y Uso del Agua en los Cultivos

En la microcuenca la principal actividad que realiza la población es la agricultura; por ello, los productores ante la necesidad producir alimentos para su familia y tener excedentes para vender a los diferentes mercados de las ciudades de la provincia de Loja, Zamora Chinchipe y El Oro, en primer lugar cambiaron paulatinamente el patrón de cultivo. A más de sembrar los cultivos tradicionales como maíz, fréjol, arveja, papa, haba, entre los principales, sin riego; ahora, están cultivando un sinnúmero de hortalizas y frutales -como babaco, tomate de árbol, que requieren del riego, porque cultivan en la época seca.

Con el afán de obtener una buena producción y productividad de los diferentes cultivos, los agricultores, a más de incorporar la materia orgánica, producto de su

propia iniciativa, el de observar y conocer experiencias sobre la manera de cultivar bajo riego, inician a hacer riego, con dificultades y limitaciones. No obstante, con el propósito de suministrar el agua a sus cultivos, de manera oportuna, han ingeniado sus rociadores para regar; y, así paulatinamente han ido evolucionando en el riego, hasta que en la actualidad gran parte de los productores utilizan aspersores, por las bondades y ventajas que estos brindan, como: pierde menos agua, no se moja el regador y no requiere que el regador esté junto al aspersor, por tanto él tiene tiempo y mano de obra para hacer otras actividades productivas; y, al final le cuesta menos en regar.

Para conocer como hacen el manejo y uso del agua en las parcelas con cultivos bajo riego, se seleccionó a seis productores, que trabajan de manera creativa y que dieron la apertura para hacer conocer sus experiencias. Estas personas son representativas del piso altitudinal alto, medio y bajo de la microcuenca.

La historia del riego en la zona de estudio inicia aproximadamente hace 30 años. Antes no requerían regar sus cultivos, debido a que cultivaban sólo en la época que había la presencia de las lluvias; es decir, las épocas de siembra, para la mayoría de los cultivos, era en el mes de septiembre y octubre, en la parte alta y media de la microcuenca; y, en la baja en noviembre y diciembre. En la parte baja, hubo pocas personas que regaban, y éstas habían construido pequeñas acequias. Consecuentemente, la experiencia en riego no data mucho tiempo, y quienes empezaron a regar lo hicieron por iniciativa propia, porque observaron en otros lugares de la provincia o el país, cuando viajaron o migraron por motivos de trabajo. En conclusión, los productores de Chuquiribamba y Chantaco, después de muchos de experiencia ahora saben regar y se puede decir que tiene una cultura en riego.

A medida que aumentó las áreas de cultivo, debido a que también se incrementó población en estas parroquias y ante la demanda de alimentos por parte de la población urbana de la provincia de Loja, Zamora Chinchipe y El Oro, los productores empezaron a cambiar su patrón de cultivos y a cultivar en dos épocas del año, principalmente en el piso medio y bajo de la microcuenca. Esta situación determinó una mayor demanda de agua para obtener las cosechas, por lo que tuvieron que construir más acequias o gestionar ante instituciones para que les apoye con materiales para construir los canales de riego y demás obras hidráulicas.

Inicialmente, los productores, empezaron a regar por gravedad: por surcos, en los cultivos; y, por desbordamiento, en las áreas de pastizales.

En surcos, los productores trazaban y construían los surcos en función del tamaño del terreno y del tipo de cultivo. De manera general la longitud del surco era de 12,0 a 20,0 m y la separación entre surcos de 0,40 a 0,80 m. Por ejemplo, Ángel Monfilio Cuenca y Benigno Sivisapa Díaz, opinan que cuando cultivaban fréjol y regaban por surcos, trazaban éstos con una longitud de 6,0 m y la distancia entre surcos es de 0.30 a 0.40 m, para evitar que erosione el suelo.

En riego por surcos, la frecuencia de riego, en promedio es de 5, 8, 10 y hasta 15 días, dependiendo si la parcela está ubicada en la parte alta, media o baja de la microcuenca, del tipo de cultivo y la textura del suelo. De la experiencia del señor Ángel Monfilio Cuenca, emite la siguiente opinión: “en tierra arcillosa dura la humedad y en suelo arenoso no es así; y, en las alturas también dura la humedad, mientras en las bajeras, más rápido se pierde la humedad”.

El tiempo de riego en un surco, dependiendo de la longitud del mismo, es de 30 minutos, cuando el suelo está bien seco y de 20 minutos cuando está húmedo; y, la hora más aconsejable para regar es en las primeras horas de la mañana o después del mediodía.

Después de haber transcurrido algunos años de regar por surcos, los productores se dieron cuenta que no es muy aconsejable regar con este método, debido a que sus terrenos están muy erosionados y los cultivos ya no tiene la misma productividad. Por esta razón, ahora, la mayoría de los productores no están de acuerdo regar por gravedad. El señor Luis Albino Buri, enfatiza lo siguiente: “cuando yo regaba por surcos, el agua se perdía en el suelo (se concentra y se infiltra) y no avanzaba, por tanto no lo aprovechaba bien; perdía mucho tiempo; y, el agua que se perdía más bien salía en otros lados, de los terrenos vecinos”.

En los actuales momentos, la mayoría de productores riegan por aspersión sus cultivos. Sin embargo, no se tecnifican para regar los pastos, porque la generalidad de ellos riegan por gravedad (desbordamiento), donde dejan correr el agua mucho tiempo, causando daños a sus propios terrenos o de los vecinos, por los deslizamientos de tierra en masa, que se producen (Figura 57).

Figura 57. Deslizamiento del suelo en masa.

Inicialmente -hace unos 30 años-, el señor Cayetano Pinta, del barrio Cañaro, riega con rociadores y desde ahí se expande paulatinamente en el resto de la microcuenca. El rociador consistía en un carrizo con una abertura horizontal en un extremo, que estaba taponado por la membrana que tiene en el entrenudo y el otro extremo se conectaba en una manguera de 13 mm (1/2 pulgada) (Figura 58).

Figura 58. Regando con rociador de carrizo y rociador de manguera

Al regar de esta manera tenían problemas el regante porque se mojaba mucho y empleaba considerable tiempo. Posteriormente, en la misma manguera hacían la abertura; para luego utilizar el aspersor, que lo adquirían en un almacén de la ciudad de Loja (Figura 59).

Figura 59. Aspersores para regar pastos

El señor Víctor Huaca, manifiesta que en la parte alta de Chuquiribamba riegan poco, porque hay bastante humedad, que muchas de las veces tienen que drenar el exceso de agua, mediante unas acequias, que se trazan desde el sitio donde está emergiendo el agua; y, a medida que descienden incrementa la frecuencia de riego.

A continuación consta la sistematización de casos sobre la racionalidad en cuanto al manejo y uso del agua en la parcela, se sitios seleccionados de la microcuenca.

#### 4.5.2.1. Caso 1: Parcela de la señora Gloria Sinche.

La señora Gloría Sinche, socia del sistema de riego comunitario Cocheturo, que ésta ubicada en la parte final del sistema, en el sector La Dolorosa, en la transición entre el piso alto y medio de la microcuneca. La propietaria de la parcela cultiva hortalizas – lechuga (Lactuca sativa L.), remolacha (Beta vulgaris L.), zanahoria (Daucus carota L.), culantro (Coriandum sativa L.)- riega por aspersión, tres veces a la semana (lunes, jueves y domingo), durante el ciclo de los cultivos, que es de tres meses y medio, en promedio.

El agua para regar proviene del tanque de almacenamiento N°3; y, capta en la caja de distribución, que existe en la red secundaria, con manguera de polietileno. Riega con dos aspersores, simultáneamente, de media pulgada y con dos boquillas. En cada posición del aspersor riega aproximadamente 0,5 h y luego lo cambia. La separación entre aspersores es de 5,0 m, con un traslape de 0,5 m, dependiendo de la altura elevador (mientras más alto, el diámetro húmedo es mayor). La altura del elevador depende del viento y del tamaño de la parcela. La mayor fuerza del viento ese presente en las tardes y en el mes de mayo.

Los aspersores están acoplados a una manguera de polietileno de media pulgada. Riega a cualquier hora, durante el tiempo que le toca su turno. La frecuencia es cada 3,0 días. La profundidad de las raíces de las hortalizas es en promedio de 0,05 m (5,0 cm).

Cabe indicar que la señora Gloría Sinche, en ningún momento ha sido capacitada en riego por aspersión, lo hace por propia iniciativa y en base a lo que observa en sus vecinos productores. La señora riega con una racionalidad –lógica- no técnica, sino se basa en la observación y la experiencia que logra durante el tiempo que viene trabajando con los cultivos. Se argumenta de esta manera puesto que ella no considera los datos de las constantes hidrofísicas del suelo de la parcela, la pendiente del terreno, la velocidad de viento; no ha realizado cálculos de lámina neta y bruta, las necesidades de riego, la frecuencia de riego; y, en base de ello seleccionar el tipo de aspersor y determinar la separación entre aspersores. Tampoco calcula el tiempo de riego por posición del aspersor.

Los aspersores que utilizan en el riego no tienen marca, por tanto se dificulta conocer sus características técnicas (Figura 60).

Figura 60. Aspersor que utiliza la señora Gloria Sinche

Al modelar con los datos agronómicos de los cultivos y con los datos de los resultados de los análisis de las constantes hidrofísicas, obtenidas en el laboratorio y las de campo; y, al contrastar con los parámetros que emplea el señora Sinche, se determina que hay cierta diferencia en algunos de ellos (Cuadro 31 y 32).

Cuadro 31. Constantes hidrofísicas del suelo de la parcela de Gloría Sinche.

| Textura | % Saturación | % Humed. 1/10 | % Humed. 1/3 | PMP (%) | Da (g/cm³) | AA (%) | Vib (mm/h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FoAc | 51.5 | 48.2 | 37.9 | 16.6 | 1.1 | 21.3 | 12.53 |

Cuadro 32. Comparación de los parámetros entre el modelado y lo que emplea el productor.

| Parámetros | Fr (día ) | Sl (m) | Sm (m) | DH (m) | Tr/posición (h) |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelado | 3.1 | 7.0 | 7.0 | 16.3 | 2.4 |
| El empleado por el productor | 3.0 | 5.0 | 5.0 | 8.0 | 0.5 -1,0 |

En base de la información que contiene el cuadro 31, se calculó la frecuencia de riego, la separación entre aspersores, el diámetro húmedo y en el tiempo de riego por posición del aspersor, que consta en el cuadro 32; por lo que se puede concluir que existe una diferencia de estos parámetros técnicos, entre lo que maneja el agricultor y lo que técnicamente se estableció en el modelación.

Una situación que debe tener en cuenta el regante, para que se mejore la aplicación de agua a los cultivos, es la separación entre los aspersores, porque actualmente no toma en cuenta la velocidad del viento y la pendiente del terreno. No obstante, en la modelación no se pudo considerar las características técnicas del aspersor por no tiene marca, por ello es posible que ocurra esta diferencia.

#### 4.5.2.2. Caso 2: Parcela del señor Luis Michay.

El señor Luis Michay, socio del sistema de riego comunitario Quilloturo, en el sector Miraflores; y, la parcela está ubicada en el piso medio de la microcuenca. El propietario de la parcela riega por aspersión hace 3 años. Los cultivos que siembra en su parcela son hortalizas –col (Brassica aleraceae L.), cebolla de rama (Allium fistolusum L.) zanahoria (Daucus carota L.), remolacha (Beta vulgaris L.), acelga (Beta vulgaris L. var. Ciela), rábano (Raphanus sativus L.), manzanilla (Matricaria recutita L.), perejil (Petroselinum crispum (Mill) A. W. Hill)- y pastos – raygras (Lolium multiflorum Lam.), Holco (Holcus lanatus C.) y alfalfa (Medicago sativa L.). La profundidad de las raíces de las hortalizas, en promedio, es de 0,05 a 0,15 m. El ciclo de los cultivos, en promedio, es de tres meses y medio.

Dispone del turno de riego cada 2 días/semana (martes y viernes) y durante las 24 horas del día (inicia a las 12 de la noche hasta las 12 horas del siguiente día). El agua proviene del tanque de almacenamiento; y, el socio toma y conduce el agua, en manguera de polietileno, hasta la parcela, desde la caja de distribución que hay en la red secundaria.

Los cultivos riegan por aspersión, con aspersores de ¾", de dos boquillas, acoplados a una manguera de polietileno. El diámetro de la manguera varía según la época de lluvia o seca; es decir, en lluvia utiliza una manguera de 3/4"de diámetro, porque hay bastante agua; mientras, en la seca, utiliza un diámetro de 1/2", debido a que hay poca agua. El tiempo de riego en hortalizas es de 0,5 h en suelo húmedo y de 1,0 h, en suelo; mientras, en pastos es de 1.0 h en suelo húmedo y de 3,0 h, en suelo seco. La frecuencia de riego es de 4 días; por lo tanto, en promedio da unos 10 riegos en todo el ciclo del cultivo.

Utiliza dos tipos de aspersor: uno de ¾" y otro de ½", con dos boquillas; el más grande para pastos y el pequeño para las hortalizas. El primer aspersor riega un diámetro húmedo (DH) de 14,0 m, con un elevador de 1.5 m; y, la separación entre aspersores de 11,0 m. Con el segundo aspersor, riega un DH de 3,0 m y la separación entre aspersores es de 8.0 m. Los traslapes en el primer caso es de 1,0 m y en el segundo no hay. El elevador es un palo de madera.

El propietario de la parcela decidió regar con aspersores, una vez que conoció las bondades que ofrecía el instrumento, puesto que con él se economiza el agua, tiempo y mano de obra. Anteriormente, el señor Michay, regó con rociadores, donde manifiesta que mucho se mojaba y empleaba mucho tiempo. Y, al iniciar a regar en sus parcelas, reconoce que lo hizo por gravedad (surcos y desbordamiento).

El primer rociador que empleó, fue elaborado con su creatividad. Utilizó una manguera, y en uno de los extremos, donde salía el agua, colocó una piedra de menor diámetro de la manguera, y sostenía con la mano, para esparcir el agua. Luego cambió, por otro tipo de rociador, utilizando el carrizo, igual que como lo construyó el señor Cayetano Pinta.

El señor Michay, en ningún momento ha sido capacitado en riego por aspersión, lo hace por propia iniciativa y en base a lo que observa en sus vecinos productores. El señor riega con una racionalidad –lógica- no técnica, sino se basa en la observación y

la experiencia que logra durante el tiempo que viene trabajando con los cultivos. Se argumenta de esta manera puesto que no él considera los datos de las constantes hidrofísicas del suelo de la parcela, la pendiente del terreno, la velocidad de viento; no ha realizado cálculos de lámina neta y bruta, las necesidades de riego, la frecuencia de riego; y, en base de ello seleccionar el tipo de aspersor y determinar la separación entre aspersores. Ni calcula el tiempo de riego por posición del aspersor.

Los aspersores que utilizan en el riego no tienen marca, por tanto se dificulta conocer sus características técnicas.

Al modelar con los datos agronómicos de los cultivos y con los datos de los resultados de los análisis de las constantes hidrofísicas, obtenidas en el laboratorio y las de campo; y, al contrastar con los parámetros que emplea el señor Michay, se determina que hay cierta diferencia en algunos de ellos (Cuadro 33 y 34).

Cuadro 33. Constantes hidrofísicas del suelo de la parcela de Luis Michay.

| **Textura** | **% Saturación** | **% Humed. 1/10** | **% Humed. 1/3** | **PMP (%)** | **Da (g/cm³)** | **AA (%)** | **Vib (mm/h)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ac | 53.1 | 47.9 | 44.4 | 16.1 | 1.1 | 28.3 | 2.0 |

Cuadro 34. Comparación de los parámetros entre el modelado y lo que emplea el productor.

| **Parámetros** | **Fr (día )** | **Sl (m)** | **Sm (m)** | **DH (m)** | **Tr/posición (h)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelado | 3.4 | 5.0 | 7.0 | 14.0 | 5.2 |
| El empleado por el productor | 4.0 | 11.0 | 11.0 | 14.0 | 3.0 |

Según los datos que constan en el cuadro 34, el regante debe tener en cuenta, para que se mejore la aplicación de agua a los cultivos, es la separación entre los aspersores, porque actualmente no toma en cuenta la velocidad del viento y la pendiente del terreno. No obstante, en la modelación no se pudo considerar las características técnicas del aspersor por no tiene marca, por ello es posible que ocurra esta diferencia.

#### 4.5.2.3. Caso 3: Parcela del señor Hernán Díaz.

El señor Eduardo Hernán Díaz, socio del sistema de riego comunitario Fátima, en el barrio Fátima, ubicado en el piso medio de la microcuenca. Los cultivos que siembra en su parcela son hortalizas –coliflor (Brassica aleraceae L.), lechuga (Lactuca sativa L.), brócoli (Brassica aleraceae L.)-, arveja (Pisum sativum L.). El ciclo de los cultivos, en promedio, es de tres meses y medio.

El agua para regar su parcela proviene del tanque de almacenamiento. Es tomada en la caja de distribución que existe en la red secundaria. Riega por aspersión y emplea aspersores de media pulgada, con una y dos boquillas. En cada posición del aspersor riega aproximadamente 0,5 h hasta 1,0 h, dependiendo de la sequedad del suelo. La separación entre aspersores es de 8,0 m, con un traslape de 3,5 m, y utiliza un elevador de 1,5 m.

Los aspersores están acoplados a una manguera de polietileno de media pulgada. Riega a cualquier hora, durante el tiempo que le toca su turno. La frecuencia es cada 4,0 días; por lo cual da un total de riego entre 9 a 10 riegos. Durante el ciclo del cultivo. La profundidad de las raíces de las hortalizas es en promedio de 0,05 m, a excepción de la zanahoria de 0.15 m.

El señor Díaz, en ningún momento ha sido capacitado en riego por aspersión, lo hace por propia iniciativa y en base a lo que observa en sus vecinos productores. El señor riega con una racionalidad –lógica- no técnica, sino se basa en la observación y la experiencia que logra durante el tiempo que viene trabajando con los cultivos. El argumento se debe puesto que él no considera los datos de las constantes hidrofísicas del suelo de la parcela, la pendiente del terreno, la velocidad de viento; no ha realizado cálculos de lámina neta y bruta, las necesidades de riego, la frecuencia de riego; y, en base de ello seleccionar el tipo de aspersor y determinar la separación entre aspersores. Ni tampoco calcula el tiempo de riego por posición del aspersor.

Los aspersores que utilizan en el riego no tienen marca, por tanto se dificulta conocer sus características técnicas.

Al modelar con los datos agronómicos de los cultivos y con los datos de los resultados de los análisis de las constantes hidrofísicas, obtenidas en el laboratorio y las de

campo; y, al contrastar con los parámetros que emplea el señor Díaz, se determina que hay cierta diferencia en algunos de ellos (Cuadro 35 y 36).

Cuadro 35. Constantes hidrofísicas del suelo de la parcela de Eduardo Hernán Díaz.

| Textura | % Saturación | % Humed. 1/10 | % Humed. 1/3 | PMP (%) | Da (g/cm³) | AA (%) | Vib (mm/h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FoAc | 47.0 | 41.7 | 36.6 | 14.8 | 1.2 | 21.8 | 8.51 |

Cuadro 36. Comparación de los parámetros entre el modelado y lo que emplea el productor.

| Parámetros | Fr (día ) | Sl (m) | Sm (m) | DH (m) | Tr/posición (h) |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelado | 3.1 | 7.0 | 7.0 | 15.4 | 1.8 |
| El empleado por el productor | 4.0 | 8.0 | 8.0 | 15.0 | 1.0 |

En el cuadro 36, se muestra los datos de los parámetros técnicos que emplean el productor y lo establecido en la modelación, presentándose ciertas diferencias. Por ello, para mejorar la aplicación de agua a los cultivos, el regante debe tener en cuenta la separación entre los aspersores indicados y tome en cuenta la velocidad del viento y la pendiente del terreno.

En la modelación no se pudo considerar las características técnicas del aspersor porque no tiene marca, por ello es posible que ocurra esta diferencia.

#### 4.5.2.4. Caso 4: Parcela del señor Ángel Isaac Pauta.

El señor Ángel Isaac Pauta, socio del sistema de riego comunitario Cumbe, en el barrio Cumbe, ubicado en el piso medio de la microcuenca. Los cultivos que siembra en su parcela son hortalizas –col (Brassica aleraceae L.), coliflor (Brassica aleraceae L. var. Botrytis), brócoli (Brassica aleraceae L. var. cymosa), zanahoria (Daucus carota L.)-, alfalfa (Medicago sativa L.) y manzanilla (Matricaria vecutita L.). El ciclo de los cultivos, en promedio, es de tres meses, a excepción de la alfalfa-que es anual. La profundidad de las raíces de los cultivos, en promedio, es de 0,10 a 0,15 m.

El agua proviene del tanque de almacenamiento N°2, que es distribuida por la red de distribución, El señor Pauta, tomada el agua en una de las cajas de distribución para llevar hasta su parcela, utilizando manguera de polietileno de diámetro de ¾”.

Los cultivos riegan con aspersión, empleando aspersores de ¾”de diámetro, con dos boquillas y el elevador de 1,5 m.

El tiempo de riego por posición de cada aspersor es de 2,0 a 3,0 h. La frecuencia de riego de 6 a 8 días, dependiendo del contenido de humedad del suelo (seco o húmedo). El diámetro húmedo es de 15,0 m y la separación entre aspersores es de 15,0 m; sin embargo observa el efecto de viento, para decidir la separación entre aspersores, con la finalidad de mojar todo el suelo. Simultáneamente riega con dos aspersores; y, son microaspersores, riega con cinco. Inicia a regar los cultivos a las 05h00 hasta las 09h00 o 10h00; y, vuelve a regar de las 15h00 hasta las 20h00.

El señor Isaac Pauta, aprendió a regar por aspersión por el intercambio de experiencia que tuvo con productores de la provincia del Azuay (Cuenca). Enfatiza que nadie les capacita de cómo tienen que regar.

El señor Pauta riega tiene una racionalidad –lógica- no técnica, sino se basa en la observación y la experiencia que logra durante el tiempo que viene trabajando con los cultivos. Se argumenta de esta manera puesto que él no considera los datos de las constantes hidrofísicas del suelo de la parcela, la pendiente del terreno, la velocidad de viento; no ha realizado cálculos de lámina neta y bruta, las necesidades de riego, la frecuencia de riego; y, en base de ello seleccionar el tipo de aspersor y determinar la separación entre aspersores. Ni tampoco calcula el tiempo de riego por posición del aspersor.

Los aspersores que utilizan en el riego no tienen marca, por tanto se dificulta conocer sus características técnicas.

Al modelar con los datos agronómicos de los cultivos y con los datos de los resultados de los análisis de las constantes hidrofísicas, obtenidas en el laboratorio y las de campo; y, al contrastar con los parámetros que emplea el señor Pauta, se determina que hay cierta diferencia en algunos de ellos (Cuadro 37 y 38).

Cuadro 37. Constantes hidrofísicas del suelo de la parcela de Ángel Isaac Pauta.

| **Textura** | **% Saturación** | **% Humed. 1/10** | **% Humed. 1/3** | **PMP (%)** | **Da (g/cm³)** | **AA (%)** | **Vib (mm/h)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FoAc | 43.0 | 41.3 | 37.1 | 14.6 | 1.2 | 22.5 | 6.44 |

Cuadro 38. Comparación de los parámetros entre el modelado y lo que emplea el productor.

| Parámetros | Fr (día ) | Sl (m) | Sm (m) | DH (m) | Tr/posición (h) |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelado | 6.8 | 7.0 | 7.0 | 16.3 | 5.7 |
| El empleado por el productor | 6.0- 8.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 6.0 |

En el cuadro 38, se puede ver la diferencia que existe de los parámetros técnicos empleados por el productor y en la modelación. Por ello, para mejorar la aplicación de agua a los cultivos, el regante debe tener en cuenta la separación entre los aspersores que se indica y tome en cuenta la velocidad del viento y la pendiente del terreno.

En la modelación no se pudo considerar las características técnicas del aspersor porque no tiene marca, por ello es posible que ocurra esta diferencia.

#### 4.5.2.5. Caso 5: Parcela del señor Belisario Caraguay.

El señor Belisario Caraguay, socio del sistema de riego comunitario Mazín-Chantaco. Su parcela está ubicada, cerca de transición entre el piso medio y bajo de la microcuenca; es decir, está localizada en la parte Central de la parroquia Chantaco. Los cultivos que siembra son babaco (Vasconcellea x heilbornii (V.M.Badilla) y tomate de árbol (Solamun bataceum Car). El ciclo de los dos cultivos es anual. La profundidad de las raíces de los cultivos, en promedio, es de 0,35 m. Por mes riegan, en promedio, de 2 a 3 riegos.

El señor Caraguay se provee de agua de la red secundaria que llega a la parte central de Chantaco; y, desde la caja de distribución ubicada en la red, toma el agua con manguera de polietileno de ¾” de diámetro.

Hace unos 15 años atrás el señor Caraguay regaba sus cultivos por gravedad. Lo dejó porque este método no permitía un buen avance del humedecimiento, a lo largo de surco. Enfatiza que fluía el agua muy lento, provocando pérdida por infiltración; y, además se presentaban problemas de erosión, dada a la irregularidad del terreno - pendiente superiores al 18%; el regante se mojaba mucho, presentándose problemas de salud; y, empleaba más mano de obra. Mientras, con el riego por aspersión o goteo, se necesita menos manos de obra y el regante no se moja.

Según la experiencia del productor, exterioriza que el cultivo de babaco necesita menos agua que el tomate de árbol, puesto que este último requiere más agua, cuando está fructificando.

En el cultivo del tomate de árbol riega con aspersores de 1/2” y de una boquilla, utilizando un elevador de 0.20 m. El diámetro húmedo es de 3.0 m; y, la separación entre aspersores es de 6.0; por tanto no existe traslape. El tiempo de riego por posición de cada aspersor es de 3,0 a 4,0 h, dependiendo del contenido de humedad del suelo. La frecuencia de riego es de 8 días.

En el cultivo de babaco, había estado regando con goteo y ahora lo hace con manguera (planta/planta). La separación entre goteros es 0,20 a 0,30 m. El tiempo de riego del gotero es de 2,0 a 3,0 h, despendiendo del contenido de humedad del suelo. Dejó de utilizar el goteo porque se le ha dañado las mangueras. Ahora, aplica el agua con manguera en cada una de las plantas, y se demora un tiempo de 5,0 minutos. La frecuencia de riego es de 15 días.

El señor aprendió a regar por aspersión por su propia iniciativa, luego de observar en otros lados; por ello, plantea que se requiere que les capaciten, de manera práctica.

El señor Caraguay riega con una racionalidad –lógica- no técnica, sino se basa en la observación y la experiencia que logra durante el tiempo que viene trabajando con los cultivos. Se argumenta de esta manera puesto que él no considera datos de las constantes hidrofísicas del suelo de la parcela, la pendiente del terreno, la velocidad de viento; no ha realizado cálculos de lámina neta y bruta, las necesidades de riego, la frecuencia de riego; y, en base de ello seleccionar el tipo de aspersor y determinar la separación entre aspersores. Ni tampoco calcula el tiempo de riego por posición del aspersor.

Los aspersores que utilizan en el riego no tienen marca, por tanto se dificulta conocer sus características técnicas.

Al modelar con los datos agronómicos de los cultivos y con los datos de los resultados de los análisis de las constantes hidrofísicas, obtenidas en el laboratorio y las de campo; y, al contrastar con los parámetros que emplea el señor Caraguay, se determina que hay mucha diferencia en algunos de ellos (Cuadro 39 y 40).

Cuadro 39. Constantes hidrofísicas del suelo de la parcela de Belisario Caraguay.

| Textura | % Saturación | % Humed. 1/10 | % Humed. 1/3 | PMP (%) | Da (g/cm³) | AA (%) | Vib (mm/h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FoAcAo | 43.0 | 41.3 | 37.1 | 14.6 | 1.2 | 22.5 | 5.64 |

Cuadro 40. Comparación de los parámetros entre el modelado y lo que emplea el productor.

| Parámetros | Fr (día ) | Sl (m) | Sm (m) | DH (m) | Tr/posición (h) |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelado | 16.7 | 6.0 | 7.0 | 14.3 | 9.6 |
| El empleado por el productor | 8.0 | 6.0 | 6.0 | 3.0 | 4.0 |

En el cuadro 40, se observa que existe una diferencia de la frecuencia de riego y en el tiempo de riego, entre lo que emplea el productor y lo establecido en la modelación. Por tanto, para mejorar la aplicación de agua a los cultivos, el regante debe tomar en cuenta, a más de la separación entre los aspersores, la velocidad del viento y la pendiente del terreno.

En la modelación no se pudo considerar las características técnicas del aspersor por no tiene marca, por ello es posible que ocurra esta diferencia.

#### 4.5.2.6. Caso 6: Parcela del señor Cayetano Pinta.

El señor Cayetano Pinta, socio del sistema de riego comunitario Mazín-Chantaco. Su parcela está ubicada, en la transición entre el piso medio y bajo de la microcuenca; es decir, está en el barrio Cañaro Bajo de la parroquia Chantaco. Los cultivos que siembra son hortalizas – lechuga (Lactuca sativa L.), brócoli (Brassica aleraceae L. var. cymosa), coliflor (Barssica aleracae L. var. botrytis), col (Brassica aleraceae L), vainita (Phaseolus vulgaris L.), culantro (Coriandum sativum L), manzanilla (Matricaria recutita L.). El ciclo de los cultivos, en promedio es de dos meses y medio. La profundidad de las raíces de los cultivos, en promedio, es de 0,05 m. En todo el ciclo de los cultivos riega aproximadamente entre 5 a 6 riegos, dependiendo del clima (si no hay presencia de lluvia, riega más número de veces).

Toma el agua del tanque de almacenamiento N° 2, que conduce en manguera de polietileno de ¾”y 1”; y, tiene derecho de regar con dos aspersores simultáneamente.

El señor Cayetano Pinta riega por aspersión desde hace 30 años, porque desde ese momento él viene cultivando hortalizas. Inicialmente regó con rociadores rústicos (carrizo); luego con aspersores, marca NAAN 5035 de diámetro de ¾” y de 1”, con dos boquillas. Con el aspersor de una pulgada riega los pastos. Actualmente utiliza un aspersor, marca Wobbaler (tecnología americana), de ¾ pulgada, porque atomiza mejor el chorro de agua y por tanto no golpea a los cultivos; y, riega un diámetro húmedo de 15,0 m. La separación entre aspersores es de 12,0 m. La altura del elevador es opcional de 0,90 a 1,5m, es un palo de madera (Figura 61).

Figura 61. Aspersor marca Wobbaler

El tiempo de riego por posición del aspersor es de 1,0 a 2,0 h, dependiendo de la humedad de suelo. Cuando el suelo está seco riega 2,0 h. La frecuencia de riego es de 3 a 8 días, pero depende del clima; en días soleados se intensifica el riego. La hora adecuada para regar es 05h00 a 09h00 y de 16h00-24h00.

Para regar a la margen de parcela emplea un rociador rústico –reemplaza al aspersor sectorial), a fin de evitar que se moje el terreno del vecino (Figura 62).

Figura 62. Riego sectorial con rociador artesanal

El señor Pinta, expresa que dejó de regar gravedad (surcos), porque se dio cuenta que se desperdiciaba mucha agua y erosionaba mucho el suelo; como empleaba más tiempo y mano de obra. Y, resalta que él aprendió a regar en función de su propia experiencia, ya que nadie les ha capacitado.

El señor Pinta riega con una racionalidad –lógica- no técnica, sino se basa en la observación y la experiencia que logra durante el tiempo que viene trabajando con los cultivos. Se argumenta de esta manera puesto que él no considera los datos de las constantes hidrofísicas del suelo de la parcela, la pendiente del terreno, la velocidad de viento; no ha realizado cálculos de lámina neta y bruta, las necesidades de riego, la frecuencia de riego; y, en base de ello seleccionar el tipo de aspersor y determinar la separación entre aspersores. Ni tampoco calcula el tiempo de riego por posición del aspersor.

Al modelar con los datos agronómicos de los cultivos y con los datos de los resultados de los análisis de las constantes hidrofísicas, obtenidas en el laboratorio, y las de campo; y, al contrastar con los parámetros que emplea el señor Cayetano Pinta, se determina que hay cierta diferencia en algunos de ellos (Cuadro 41 y 42).

Cuadro 41. Constantes hidrofísicas del suelo de la parcela de Cayetano Pinta.

| **Textura** | **% Saturación** | **% Humed. 1/10** | **% Humed. 1/3** | **PMP (%)** | **Da (g/cm³)** | **AA (%)** | **Vib (mm/h)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FoAc | 33.4 | 31.9 | 29.9 | 12.9 | 1.4 | 17.0 | 8.5 |

Cuadro 42. Comparación de los parámetros entre el modelado y lo que emplea el productor.

| **Parámetros** | **Fr (día )** | **Sl (m)** | **Sm (m)** | **DH (m)** | **Tr/posición (h)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelado | 2.8 | 7.0 | 7.0 | 16.3 | 1.2 |
| El empleado por el productor | 3 a 8 | 7.0 | 7.0 | 15.0 | 2.0 |

En el cuadro 42, se señala la diferencia que existe de los parámetros técnicos, que emplea el productor y lo establecido en la modelación. Razón por la cual, para mejorar la aplicación de agua a los cultivos, el regante debe tener en cuenta la separación entre los aspersores indicada y la velocidad del viento y la pendiente del terreno.

Por el desarrollo tecnológico, actualmente en el mercado existe un sinnúmero de tipos de aspersores, lo que facilita que cualquier productor lo adquiera. Lo malo es que los dueños de los almacenes no dan las orientaciones técnicas al productor para su utilización; razón por la cual, es urgente que las instituciones educativas –universidades- y las de desarrollo y las mismas empresas, promuevan sostenidos programas de capacitación de manera práctica e in situ y realicen investigación.

Venciendo todas estas adversidades, los productores que cultivan bajo riego, producto de observar, día a día, el comportamiento de los cultivos frente al riego, han logrado determinar o detectar cuando la planta o el cultivo necesita riego, el tiempo que debe dejar de regar o suspender. Por ejemplo, los productores manifiestan que es momento de regar cuando la planta está perdiendo vigor –inicia las plantas a marchitarse- o cuando comienza a correr el agua por la superficie del suelo, dejan de regar.

Los productores actualmente tienen experiencia y sabe regar, sólo que no lo explican técnicamente; por ejemplo ello no hablan de los parámetros del clima (ETC, velocidad del viento), porcentaje de la pendiente del terreno, lamina neta, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, velocidad de infiltración básica, intensidad de precipitación del aspersor, tiempo de riego, etc.

Con el proceso vivido por los pobladores y productores de la zona de estudio, durante los últimos 40 años, se puede afirmar que su racionalidad, sobre el manejo de las vertientes y el uso del agua en la parcela, ha sido modificada. Ahora, cuenta con técnicas para manejar las vertientes y el agua en las parcelas. Si a esta experiencia se agrega la capacitación se puede tecnificar aún más el riego parcelario.

Para alcanzar este propósito es imperioso y fundamental continuar fortaleciendo el cambio de mentalidad y actitud de los miembros de las organizaciones de los sistemas de riego y de las autoridades y técnicos de las diferentes instituciones educativas y de desarrollo, públicas y no gubernamentales. Las organizaciones, a través de sus dirigentes y líderes, deben gestionar y establecer convenios con las universidades, el Gobierno Provincial der Loja y las ONG's, para que les apoyen con talentos humanos para la formulación de proyectos de desarrollo y de investigación; en capacitación, con un enfoque de enseñar y aprender haciendo e in situ; con recursos económicos, para el mejoramiento de los sistemas y la implementación del riego parcelario, con una visón socio-técnica.

## 4.6. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE PLANIFICACIÓN, MANEJO Y USO DEL AGUA EN LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO.

El planteamiento de alternativas de planificación, manejo y uso del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, tiene relación con la formulación de la Propuesta: Gestión Integral del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, que se detalla a continuación.

### 4.6.1. Presentación.

Para la población de las parroquias de Chuquiribamba y Chantaco es imperativo contar, de manera permanente, con la disponibilidad de agua, en cantidad y calidad; y, que todas las familias accedan al servicio del agua para consumo humano y riego. Para ello, es fundamental hacer una buena gestión de agua en la microcuenca, donde se realice un manejo, control y conservación adecuada de esta unidad hidrográfica; acciones que determine que en las épocas secas exista un equilibro entre la oferta y la demanda.

En este contexto, es necesaria e importante la conformación del Comité de Apoyo a la Gestión del agua de la microcuenca, que esté integrado por el Foro Parroquial del Agua, la Asociatividad de las organizaciones de base de agua para consumo humano y riego comunitario; un Representante de las Juntas Parroquiales, un representante del Municipio de Loja, un representantes de la Empresa de Riego y de Producción del

Gobierno Provincial de Loja, un representante de SENAGUA, MAGAP y Ministerio del Ambiente; todos con poder de decisión.

El Foro Parroquial del Agua y la Asociatividad, que se conforme con la integración y unidad de las organizaciones de base, serán quienes se encarguen de impulsar, gestionar y conformar el Comité de Apoyo a la Gestión del Agua de la microcuenca.

El Comité será el que lidere la ejecución de la Propuesta: Gestión integral del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, quien aprovechará las herramientas y los recursos jurídicos, legales, de planeación, técnicas, económicas, financiaras y administrativas, en concordancia con las políticas públicas y el plan de desarrollo local, provincial y nacional, para garantizar la sostenibilidad del agua para las futuras generaciones.

La propuesta está estructurada por el diagnóstico, visión, misión, objetivos estratégicos, modelo de gestión y los programas y proyectos, que serán el marco orientador para el accionar del Comité de Apoyo a la Gestión del Agua de la microcuenca.

### 4.6.2. Diagnóstico.

Para formular la propuesta es necesario tener presente las capacidades, potencialidades y los problemas que existen en la microcuenca, cuyo desarrollo se presentan en los Cuadros 43 al 47.

El análisis de los problemas está relacionado con el ámbito ambiental, los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario y gestión institucional para el agua.

#### 4.6.2.1. Problemática en el ámbito ambiental.

Entre los principales problemas en el aspecto ambiental son los relacionados con la contaminación del ambiente causada por aguas servidas y negras en los vertidos de las redes de alcantarillado de los centros poblados de Chuquiribamba y Chantaco, como por el escurrimiento e infiltración de las letrinas de las viviendas dos diferentes barrios y sectores.

A esto suma la presencia de animales -ganado vacuno y otros- en las vertientes, la aplicación exagerada de agroquímicos en la agricultura; la actividad minera en las vertientes de agua.

Otros problemas son la pérdida de la cobertura vegetal en las partes medias y alta de las áreas de drenaje de la quebradas; el deterioro de las fuentes de agua de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario, por no proteger a las vertientes y las riberas (márgenes) de las quebradas y el río; y, la atomización de concesiones de agua en la microcuenca.

#### 4.6.2.2. Problemática en los sistemas de agua de consumo humano.

En estos sistemas es de prioridad para la población, emprender procesos que ayuden a resolver los problemas relacionados con la presencia coliformes en el agua, desde la captación hasta en las llaves de la viviendas, por falta de protección de las fuentes –vertientes- donde se capta el agua para el sistema; y, la disminución de los caudales en las vertientes y quebradas, en el periodo seco (estiaje).

En algunos sistemas falta la implementación unidades de desinfección de agua o no ponen en funcionamiento los sistema que disponen (Fátima); el operador no está adecuadamente capacitado; y, se presentan inadecuados procesos de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica de los sistemas.

Así mismo, hay un débil proceso organizacional de las organizaciones de base, para que administre de mejor manera los sistemas e impulse proceso de gestión y negociación; inadecuado liderazgo; estatutos y reglamentos internos desactualizados y que no se adaptan a la realidad de cada sistema; e, inadecuado sistema de tarifas, por son muy ínfimas.

#### 4.6.2.3. Problemática en los sistemas de riego comunitario.

Entre los problemas priorizados en los sistemas de riego comunitario son el desmejoramiento y destrucción de algunas de las bocatomas, las redes de conducción y de distribución y de las obras especiales (cajas de distribución, tanques de distribución, tanques de almacenamiento de agua), porque no asegura la equidad y transparencia en la distribución del agua y se presentan pérdidas de agua; inadecuados procesos de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica

de los sistemas; y, los socios no están capacitados para la administración, operación y mantenimiento del sistema, ni existe operadores.

Inexistencia de un levantamiento catastral de las áreas bajo riego de los 20 sistemas y en función de ello permita revisar la distribución del agua a cada socio, considerando el aspecto social y técnico; no cuentan con el padrón de usuarios, donde se evidencia de manera clara la equidad en la distribución del agua y los turnos de riego.

Débil proceso organizacional de las organizaciones de base de los sistemas e inadecuado liderazgo, para que administren de mejor manera y emprendan proceso de gestiones y negociación; los estatutos y reglamentos internos están obsoletos; no hay tecnificación para regar los pastizales; presencia de la agricultura convencional, que contamina los alimentos y el ambiente; no hay organización para la comercialización; y, el territorios que conforman los sistemas de riego no se los concibe como con un espacio para la seguridad alimentaria y el desarrollo local.

#### 4.6.2.4. Problemática en el ámbito de la gestión institucional para el agua.

Los problemas principales en este ámbito, son: que el accionar de las instituciones de desarrollo local (Junta Parroquial de Chuquiribamba y Chantaco), municipal (Municipio de Loja), provincial (Gobierno Provincial) y nacional (SENAGUA, MIDUVI, MAGAP, Ministerio del Ambiente), son débiles, en torno a la gestión del agua en la microcuenca; no se genera información agroclimática, hidrológica, ni se cuenta con base de datos actualizadas y están dispersas; y, la falta de un Comité de Gestión del agua en la microcuenca, que dinamice y lidere la gestión del agua en la unidad hidrográfica.

#### 4.6.2.5. Problemas priorizados

La priorización de la problemática se realizó de manera participativa con los actores involucrados, en el proceso de planificación, un análisis de causa, efecto y posibles alternativas de solución a los problemas determinados. En los cuadros siguientes se explican de manera detallada, en los cuatro ámbitos diagnosticados (Cuadro 43, 44, 45 y 46).

Cuadro 43. Análisis causa, efecto y soluciones en el ámbito ambiental.

| **Problemas priorizados** | **Causas** | **Efectos** | **Soluciones** |
|---|---|---|---|
| • **Deficiente manejo de aguas servidas** | • Inadecuado diseño y construcción del alcantarillado existente en la parroquia de Chuquiribamba y Chantaco.<br>• No existe una piscina de tratamiento de los vertidos | • Contaminación ambiental, provocación de malos olores y enfermedades.<br>• Contaminación del agua de las quebradas de Cocheturo, Nasucal y las otras aguas abajo. | • Construcción de lagunas de oxidación |
| • **Baños y letrinas de las viviendas en condiciones no adecuadas** | • Mal diseñadas y con deficiente mantenimiento.<br>• Despreocupación de las autoridades | • Contaminación del ambiente.<br>• Incidencia de enfermedades.<br>• Produce deslizamiento de tierra en masa por la filtración del agua servida. | • Gestionar un programa de letrinización donde se construya baños secos y ecológicos. |

Continuación del Cuadro 43.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **Inadecuado manejo de vertientes** | • Tala de la vegetación alrededor de las vertientes y en las márgenes de las quebradas.<br>• Presencia de animales para tomar agua en las vertientes.<br>• Inexistencia de abrevaderos en los potreros.<br>• Apertura de la vía en el pajonal de los cerros de Trapa y Guayrapamba.<br>• Quemas e incendios forestales.<br>• Desinterés de la población por conservar las vertientes.<br>• Falta de apoyo de las instituciones de desarrollo como Ministerio del Ambiente, Gobierno Provincial de Loja, Municipio de Loja. | • Contaminación de las fuentes de agua.<br>• Propagación de bacterias en el agua.<br>• Incidencia de enfermedades gastrointestinales<br>• Erosión de los suelos y presencia de escorrentías superficiales intensas.<br>• Pérdida de la biodiversidad.<br>• Frustración y desconfianza de la población ante las instituciones públicas. | • Protección de vertientes.<br>• Reforestación con especies nativas.<br>• Protección y reforestación en las márgenes de las quebradas y el rió principal.<br>• Regeneración natural de las áreas existentes de bosque húmedo denso, matorral húmedo alto y de los páramos.<br>• Crear una ordenanza para la protección de las vertientes y las márgenes de las quebradas.<br>• Pago por servicios ambientales, principalmente por parte del Municipio de Catamayo y la Empresa Malca. |

Continuación del Cuadro 43.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **Atomización de concesiones de agua** | • La autoridad de control no realizó un estudio técnico y social, para determinar la oferta y demanda del agua en las diferentes quebradas, sino que adjudicó a todos quienes lo solicitan.<br>• Los caudales concesionados no responden a la exigencia de los sistemas en la época de verano. | • Debilitó, en cuanto a cantidad de agua, a las diferentes concesiones.<br>• Muchas de las personas tienen uno o más concesiones de agua, sin requerirlo técnicamente.<br>• Provoca algunos conflictos entre los diferentes sistemas por acceder el agua en tiempo de estiaje.<br>• La base de datos que dispone la SENAGUA desactualizado. | • Se deje insubsistente las actuales concesiones y bajo un estudio técnico-social se vuelva a dar las nuevas concesiones, en base a lo que establece la Constitución Vigente. |
| • **Disminución del caudal vertientes y quebradas de la microcuenca, en verano** | • Destrucción de la cobertura vegetal (alteración del ciclo hidrológico). | • Los sistemas de agua de consumo humano y riego no tienen el agua suficiente e inician disputas por el agua, entre los de la cabecera y los de la cola; o entre sistemas.<br>• Falta agua para cubrir la demanda. | • Construir lagunas o albarradas en la parte alta del Cerro Guayrapama, Tapra y restituir a la Laguna Negra, para cosechar las aguas en la época de lluvias, para que en el verano aliente a las vertientes y quebradas.<br>• Reforestar las áreas de drenaje de la quebrada Sayo, El Oso, Pordel, Chilpa-Suimala, Shirillo, Dur-Dur, Tasqui y Trencilla-Buradaña. |

Continuación del Cuadro 43.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **Pastoreo extensivo y sobrepastoreo en las partes altas de la microcuenca** | • Escasez de forrajes en épocas secas<br>• Inadecuadas prácticas del manejo de los pastizales<br>• Inexistencia de sistemas alternativas de producción pecuaria. | • Compactación del suelo.<br>• Erosión de suelos<br>• Contaminación de las aguas.<br>• Perdida de especies vegetales | • Impulsar sistemas agroforestales y silvopastoriles, para la producción de ganado.<br>• Incorporar nuevas técnicas de manejo y conservación de pastizales. |
| • **Uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura.** | • Presencia de una agricultura convencional que usa agroquímicos para control de plagas y enfermedades de los cultivos. | • Contaminación del agua por agroquímicos y provoca enfermedades. | • Desarrollar una agricultura orgánica |
| • **Actividad minera irresponsable** | • Destrucción del ecosistema. | • Pérdida de los ojos de agua y el páramo.<br>• Contaminación con mercurio las aguas de la quebrada Dur-Dur, Tasqui y Guayrapamba | • No permitir el desarrollo de la actividad minera.<br>• Emprender acciones de control, recuperación y generación natural de las áreas afectas |

Cuadro 44. Análisis causa, efecto y soluciones de los sistemas de agua de consumo humano.

| **Problemas priorizados** | **Causas** | **Efectos** | **Soluciones** |
|---|---|---|---|
| • **Presencia de coliformes en el agua de consumo humano** | • No se protegen las vertientes, por lo que ingresan los animales y defecan en el agua que captan los sistemas.<br>• Por la descomposición de las hojas que caen en la fuente de agua.<br>• Falta de operación y mantenimiento oportuna y adecuada en la planta de tratamiento y en los tanques de reserva.<br>• Falta de implementar la unidad de desinfección del agua.<br>• Operador no está capacitado de manera adecuada; no tiene mucho tiempo para cumplir con su responsabilidad y la falta de seriedad y responsabilidad de algunos de ellos. | • Contaminada el agua.<br>• Presencia de enfermedades en la población que toma esta agua | • Capacitar a por los menos a tres socios de cada sistema.<br>• Que la Directiva de la organización haga el seguimiento y control al trabajo que realiza el operador, sino cumple cambiarlo.<br>• Implementar unidades de desinfección en cada sistema.<br>• La Junta Parroquial cuente con un equipo portátil para analizar la calidad del agua y sus resultados se exhiban públicamente. |

Continuación del Cuadro 44.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **Los operadores no están adecuadamente capacitados** | • La organización no prioriza, gestiona y exige que el operador se capacite.<br>• El operador da importancia a los eventos de capacitación. | • Mala calidad de agua y servicio. | • La organización de una compensación económica mayor al operador para dedique más tiempo al sistema.<br>• Seleccionar a personas que tenga autoridad moral, honestas, con compromiso de servicio social y sea respetado por los socios. |
| • **Inadecuada operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica.** | • Los sistemas no cuentan con un manual de operación y mantenimiento, y que sea construido con la participación de los socios.<br>• Los sistemas no cuentan con una planificación anual. | • La calidad del servicio no es del todo buena, principalmente en su calidad.<br>• Fugas de agua.<br>• Filtros en las plantas de tratamiento no mantenidos oportunamente.<br>• Inadecuada desinfección del agua. | • Elaborar un manual de operación y mantenimiento, con la participación de los socios.<br>• Elaborar un plan de operación y mantenimiento anual. |

Continuación del Cuadro 44.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **Débil proceso organizacional de los sistemas.** | • Paternalismo<br>• Egoísmo<br>• Conformismo<br>• Intereses personales<br>• No hay liderazgo.<br>• Débil capacitación de líderes. | • Las organizaciones no están reconocidas por las instituciones públicas.<br>• Las organizaciones no tienen capacidad de elaborar. propuestas, gestionar, negociar y firmas convenios.<br>• Estancamiento del desarrollo del sistema.<br>• Inadecuada gestión de la directiva. | • Conformar una asociatividad parroquial entre todas las organizaciones de base de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario, apoyado por el Foro Parroquial del Agua.<br>• La organización parroquial apoye en el fortalecimiento de las organizaciones de base.<br>• Promover la democracia participativa.<br>• La organización parroquial establezca procesos de acercamiento y de alianzas de cooperación interinstitucional entre las instituciones educativas y de desarrollo local, provincial y nacional; como a las organizaciones sociales y comunitarias del país, por ejemplo con la ROSCGAE. |

Continuación del Cuadro 44.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **Inadecuado liderazgo** | • Falta de capacitación en diferentes ámbitos<br>• Desmotivación de los socios para capacitarse<br>• Falta de compromiso y responsabilidad por asumir las funciones y responsabilidad, para dirigir la organización.<br>• No hay compromiso de parte de los socios de trabajar en el bien común. | • Poca gestión de la Directiva<br>• Débil participación social en la toma de decisiones por parte de los socios.<br>• Escaso empoderamiento de los socios para fortalecer la organización y cuidar la infraestructura de los sistemas y demás propuestas que impulse la organización | • Formación de talentos humanos locales<br>• Formación de líderes en espacios formales y no formales.<br>• La organización de incentivos y apoyo económico a los socios que asisten a la capacitación, siempre y cuando al regresar revierta sus conocimientos a la organización. |
| • **Estatutos y reglamentos caducos y obsoletos, y que no se adapta a la realidad de los sistemas** | La normatividad no fue elaborada con la participación de los socios y en base de la realidad de cada sistema; sino fue en base de formatos entregados por el MIDUVI. | • La organización tomada decisiones y trabaja sin el apoyo de una normatividad y por ende no hay claridad de los derechos, las obligaciones, sanciones y demás aspectos, lo que determina una deficiente comportamientos de los socios y en la gestión. | • Elaborar los estatutos y reglamentos internos con la participación de los socios y en función a la realidad y exigencias para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas; y, hacer que sea aprobado por la autoridad correspondiente. |

Continuación del Cuadro 44.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **Inadecuado sistema tarifario** | No hay conciencia y se valora adecuadamente el servicio que ofrece los sistemas.<br>No hay el análisis la inversión y gastos que tiene que realizar la organización, en cuanto a administración, operación y mantenimiento de la infraestructura de los sistemas; la capacitación y en los demás servicios y la logística. | • Tarifas muy ínfimas, que no ayuda a cubrir todos los gastos por administración, operación y mantenimiento de los sistemas.<br>• Operador no pagado adecuadamente.<br>• Los sistemas no cuenta con un dinero ahorrado para enfrentar daños graves de la infraestructura del sistema.<br>• Sin recursos para la capacitación de los dirigentes y socios. | • Elaborar los estatutos y reglamentos internos con la participación de los socios y en función a la realidad y exigencias para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas; y, hacer que sea aprobado por la autoridad correspondiente. |

Cuadro 45. Análisis causa, efecto y soluciones de los sistemas de riego comunitario.

| **Problemas priorizados** | **Causas** | **Efectos** | **Soluciones** |
|---|---|---|---|
| • **Desmejoramiento y destrucción de la infraestructura hidráulica de los sistemas de riego.** | La vida útil de la infraestructura hidráulica de muchos de los sistemas está cumpliendo.<br>Muchos de los socios rompen los canales de conducción y distribución, porque cuando se diseñó y construyó no analizaron en qué lugar deben haber las estregas de agua.<br>No hay en ningún sitio escales limnimétricas para medir caudales y transparentar la distribución del agua.<br>Las cajas y tanques de distribución no están diseñadas de tal manera que no permite una distribución del agua de manera equitativa y transparente y ágil.<br>Válvulas que han cumplido la vida útil y o son fácil de manipular. | • No hay una buena funcionalidad técnica de la infraestructura de los sistemas de riego.<br>• Inequidades en la distribución del agua y presencia de desacuerdos entre socios de la cabecera y la cola.<br>• Dificulta la operación y mantenimiento de los sistemas<br>• Pérdidas del agua.<br>• Inadecuado servicio. | • Rehabilitar las bocatomas, redes de conducción y de distribución, previo análisis con cada uno de los socios de los sistemas.<br>• Diseñar y construir cajas y traques de distribución, donde asegure la equidad y transparencia en la distribución del agua.<br>• Instalar en sitios estratégicos escalas limnemetricas para medir caudales.<br>• Impermeabilizar los pozos.<br>• Cambiar y asegurar las válvulas en las cajas de los tanques de almacenamiento para evitar que cualquiera manipule.<br>• Diseñar y construir la infraestructura para el “sistema” Tasqui y La Cuneta. |

Continuación del Cuadro 45.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **Inexistencia de un levantamiento catastral** | • Cuando se concibió, diseño e implementó la infraestructura no se previó hacer el levantamiento catastral del área de riego.<br>• No hubo el criterio técnico y social, porque la mayoría fueron construidos por los mismos socios.<br>• Ninguna institución que apoyó (materiales) para la construcción de la infraestructura no consideró contar con el catastro. | • No se sabe con exactitud el área total regable y de cada uno de los socios del sistema.<br>• La distribución del agua a cada socio no hace en función a lo que realmente necesita para cubrir su demanda. | • Realizar el levantamiento catastral en cada uno de los sistemas. |
| • **Inexistencia de padrón de usuarios.** | • Cuando se diseñó e implemento el “sistema” no consideraron contar con esta herramienta de administración. | • No está actualizado el registro del total de socios, no se conoce el área regable y regada de cada socio, no está escrito la forma de distribuir el agua por los ramales o sectores; no está escrito a detalle los turnos de riego. | • Elaborar el padrón de usuarios, con la participación de los socios. |
| • **Estatutos y reglamentos caducos y obsoletos, y que no se adapta a la realidad de los sistemas** | • La normatividad no fue elaborada con la participación de los socios y en base de la realidad de cada sistema; sino fue en base de formatos entregados por el Ex –INERHI y Ex – PREDESUR. | • La organización tomada decisiones y trabaja sin el apoyo de una normatividad y por ende no hay claridad de los derechos, las obligaciones, sanciones y demás aspectos, lo que determina una deficiente comportamientos de los socios y en la gestión. | • Elaborar los estatutos y reglamentos internos con la participación de los socios y en función a la realidad y exigencias para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas; y, hacer que sea aprobado por la autoridad correspondiente. |

Continuación del Cuadro 45.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **No existe operadores, ni los socios están capacitados para la administración, operación mantenimiento del sistema** | • La organización de los sistemas no prioriza contar con un operador; y, que esté capacitado.<br>• Hay queimportismo de asistir a eventos de capacitación | • No hay un buen servicio; y, se presentan desacuerdos entre los socios de la cabecera con los de la cola o no hay control con el que roba el agua.<br>• Desorden en la distribución del agua.<br>• Se dañan las compuertas y, válvulas porque son manipuladas por cualquier persona.<br>• No se conoce a tiempo que problemas se presentan en la infraestructura. | • La organización del sistema decida tener un operador para que opere la infraestructura y asegure una adecuada y equitativa distribución del agua.<br>• La organización realice un pago adecuado para que operador trabaje un mayor tiempo, haga bien su trabajo.<br>• Seleccionar a personas que tenga autoridad moral, honestas, con compromiso de servicio social y sea respetado por los socios. |
| • **Inadecuado procesos de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica del sistema.** | • Los sistemas no cuentan con un manual de operación y mantenimiento, y que sea construido con la participación de los socios.<br>• Los sistemas no cuentan con una planificación anual. | • La calidad del servicio no es buena, principalmente en la distribución del agua; pérdida de agua, pérdida de presión en las tuberías; destrucción de la infraestructura. | • Elaborar un manual de operación y mantenimiento, con la participación de los socios.<br>• Elaborar un plan de operación y mantenimiento anual. |

Continuación del Cuadro 45.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **Débil proceso organizacional de las organizaciones de base de los sistemas**. | • Egoísmo<br>• Conformismo<br>• Intereses personales<br>• No hay liderazgo.<br>• Los líderes no están capacitados para dirigir una organización | • Las organizaciones no están reconocidas por las instituciones públicas.<br>• Las organizaciones no tienen capacidad de elaborar. propuestas, gestionar, negociar y firmas convenios.<br>• Estancamiento del desarrollo del sistema.<br>• Inadecuada gestión de la directiva. | Conformar una Asociatividad parroquial entre todas las organizaciones de base de los sistemas de riego comunitario, conjuntamente con las de agua de consumo humano, apoyado por el Foro Parroquial del Agua.<br>La organización parroquial apoye en el fortalecimiento de las organizaciones de base.<br>Promover la democracia participativa.<br>La organización parroquial establezca procesos de acercamiento y de alianzas de cooperación interinstitucional entre las instituciones educativas y de desarrollo local, provincial y nacional; como las organizaciones sociales y comunitarias del país, por ejemplo con la AEGUR. |

Continuación del Cuadro 45.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **Inadecuado liderazgo** | • Falta de capacitación en diferentes ámbitos<br>• Desmotivación de los socios para capacitarse<br>• Falta de compromiso y responsabilidad por asumir las funciones y responsabilidad, para dirigir la organización.<br>• No hay compromiso de parte de los socios de trabajar en el bien común. | • Poca gestión de la Directiva<br>• Débil participación social en la toma de decisiones por parte de los socios.<br>• Escaso empoderamiento de los socios para fortalecer la organización y cuidar la infraestructura de los sistemas y demás propuestas que impulse la organización. | • Formación de talentos humanos locales<br>• Formación de líderes en espacios formales y no formales.<br>• La organización de incentivos y apoyo económico a los socios que asisten a la capacitación, siempre y cuando al regresar revierta sus conocimientos a la organización. |
| • **Inadecuado sistema tarifario** | • No hay conciencia y se valora adecuadamente el servicio que ofrece los sistemas.<br>• No hay el análisis la inversión y gastos que tiene que realizar la organización, en cuanto a administración, operación y mantenimiento de la infraestructura de los sistemas; la capacitación y en los demás servicios y la logística. | • No hay tarifas, solo dan cuotas para cubrir los gastos de mantenimiento de los sistemas.<br>• Los sistemas no cuenta con un dinero ahorrado para enfrentar daños graves de la infraestructura del sistema.<br>• Sin recursos para la capacitación de los dirigentes y socios. | Hacer una análisis en detalle de los ingresos actuales, la inversión y los gastos que enfrenta la organización sistemas, en cuanto a la administración, pago operador, mantenimiento; capacitación, pago de servicios básicos; gestión y demás logística; y, hacer una proyección de por los menos unos cinco años. Fijar tarifas. |

Continuación del Cuadro 45.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **No hay tecnificación para regar los pastizales** | • Falta de conciencia y reflexión de los de los socios que regar pastos es como regar otro cultivo más; dejar de regar por desbordamiento donde desperdicia mucha agua.<br>• Falta de normar para sancionar a quien desperdicia el agua por desbordamiento.<br>• No regar los pastos y los cultivos de ciclo corto por aspersión. | • Deslizamiento de tierra en maza, perdiendo terreno y causas problemas a sus vecinos.<br>• Mucho desperdicio de agua. | • Implementar el riego por aspersión o al menos el regante esté presente en el momento que riega los pastos, caso contrario sancionar. |
| • **La agricultura convencional que contamina los alimentos y el ambiente.** | • Uso indiscriminado de los agroquímicos.<br>• Cultivar en forma de monocultivos<br>• El productor no se capacita en producir orgánicamente<br>• Las Universidades no generan y transfieren tecnología para producir agroecológicamente. | • Alimentos, suelo, agua y medio ambiente contaminados<br>• El productor se enferma<br>• Pérdida de suelo y su economía a mediano y largo plazo.<br>• Proliferación de plagas y enfermedades | • Emplear abonos orgánicos; rotar y asociar los cultivos.<br>• La organización gestione y establezca convenios con las universidades para que les transfieran conocimientos y experiencias para trabajar agroecológicamente y se hagan investigaciones. |

Continuación del Cuadro 45.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **No hay organización para la comercialización** | • Los productores comercializan individualmente.<br>• No hay cultura de trabajar de manera organizada.<br>• No existen instituciones que apoyen en organizar a productores para la comercialización.<br>• Los mercados son inseguros o no dan las condiciones para que los productores comercialicen. | • Los intermediarios imponen los precios.<br>• Pérdida económica y bajos ingresos<br>• Desinterés por producir.<br>• Abandono del campo | • Desarrollar giras e intercambio de experiencias de procesos organizativos exitosos para la producción y comercialización.<br>• Elaborar e implementar la propuesta donde se organizase a los productores para la comercialización.<br>• Buscar mercados alternativos, por ejemplo, ferias libres. |
| • **Los territorios que conforman los sistemas de riego no se los concibe como con un espacio para la seguridad alimentaria y el desarrollo local** | • Los productores no definen colectivamente la visión y el modelo de desarrollo.<br>• Los socios de los sistemas de riego y propietarios de sus terrenos bajo riego no planifican, organizan y coordinan colectivamente para el ordenamiento del territorio; para la producción; para el acceso de las semillas nativas o criollas, para las estrategias para fertilización de los suelos; para la adquisición de materiales, instrumentos, equipos y accesorio, para el arreglo y mantenimiento de la infraestructura; para la comercialización. | • Socios desmotivados, descontextualizados y con baja autoestima. | • Construir colectivamente la visión y el modelo de desarrollo acorde a los exige la Constitución. |

Cuadro 46. Análisis causa, efecto y soluciones en el ámbito de la gestión institucional para el agua en la microcuenca.

| **Problemas priorizados** | **Causas** | **Efectos** | **Soluciones** |
|---|---|---|---|
| • **El accionar de las instituciones de las Juntas Parroquiales de Chuquiribamba y Chantco, Municipio de Loja y Gobierno Provincial), SENAGUA, MIDUVI, MAGAP, Ministerio del Ambiente, son débiles en la gestión del agua.** | • No cuentan con un plan de riego parroquial o provincial, efectivamente articulados y vinculados<br>• No se cuenta con un plan de saneamiento integral<br>• No se cuenta con un plan de reforestación<br>• No tienen la voluntad política para apoyar a las organizaciones de agua de consumo humano y riego comunitario<br>• Mucha burocracia.<br>• No responde a los requerimientos de los sistemas de agua de consumo y riego comunitario, en función de sus competencias, y además se cruzan competencias.<br>• No emprenden procesos de planificación con la participación de los actores involucrados.<br>• No disponen ni gestionan los recursos financieros y económicos<br>• Talentos humanos desmotivados y sin visión y compromiso social.<br>• La mayoría de las autoridades trabajan en función de su perspectiva política partidista y no en base a la visión y el modelo de desarrollo del Vivir Bien | • Desconfianza e inconformidad de los productores frente a las instituciones, sus autoridades y técnicos.<br>• Divorcio entre las instituciones y las organizaciones sociales y comunitarias gestionadoras del agua.<br>• No se ha resueltos problemas relacionados con la gestión del agua.<br>• Inadecuada gestión de las cuencas hidrográficas.<br>• Sistemas de riego incompletos en la infraestructura y la funcionalidad técnica y social.<br>• Sistemas de agua que ofertan agua de mala calidad. | • Establecer verdaderos procesos de planificación, coordinación y organización entre los actores involucrados.<br>• Establecer procesos de alianzas y de cooperación interinstitucional<br>• Conformar un equipo técnico multi e interdisciplinarios.<br>• Establecer procesos de alianzas entre instituciones públicas y las organizaciones sociales y comunitarias para la gestión del agua.<br>• Formar y capacitar a las autoridades y técnicos con una visión de desarrollo del Vivir Bien. |

Continuación del Cuadro 46.

| | | | |
|---|---|---|---|
| • **No se genera información agroclimática, hidrológica, ni se cuenta con base de datos actualizadas y están dispersas** | • No existe una estación agrometeorológica e hidrológica en la microcuenca<br>• Las instituciones no desarrollo unidades de sistemas de información geográfica<br>• Las instituciones que tiene sus bases de datos no la actualizan permanente.<br>• Cada información maneja su información, pero no socializan. | • Limita la planificación acorde a la realidad<br>• Limita la toma de decisiones oportunas y coherentes. | • Crear una organización que se encargue de la gestión del agua en la microcuenca<br>• Implementar una estación agrometeorológica e hidrológica en la microcuenca. |
| **Falta de un Comité de Gestión del agua en la microcuenca** | • Falta de voluntad y decisión política de las autoridades para apoyar en la gestión del agua por unidades hidrográficas pequeñas.<br>• Falta del fortalecimiento e incidencia política de las organizaciones de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario. | • Actores relacionados con el agua dispersos y sin agenda de trabajo<br>• No se tiene un plan de gestión de la microcuenca | • Conformación del Comité de Apoyo a la Gestión del agua en la microcuenca, integrada por la Asociatividad de las organizaciones de base agua de consumo humano y riego comunitario; el Foro Parroquial, un Representante de las Juntas Parroquiales, un representante del Municipio de Loja, un representantes de la Empresa de Riego y de Producción del Gobierno Provincial de Loja, un representante de SENAGUA, MAGAP y Ministerio del Ambiente, para que lidere la gestión del agua en la microcuenca. |

#### 4.6.2.6. Dinámica interna en la microcuenca

La dinámica interna de la microcuenca tiene relación con las capacidades, potenciales y limitaciones en el ámbito ambiental, de los sistemas de agua de consumo humano y riego y de la gestión institucional por el agua (Cuadro 47).

Cuadro 47. Capacidades, potencialidades y limitaciones en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco.

| Ámbito | Capacidades, potencialidades | Limitaciones |
|---|---|---|
| Ambiental | • Existencia de 10 quebradas en la microcuenca<br>• Existencia de 19 vertientes de agua en la microcuenca<br>• Presencia de depresiones naturales que servirían para la construcción de las lagunas<br>• Tierras fértiles y aptas para la agricultura<br>• Diversidad de cultivos, especies vegetales y animales<br>• Variabilidad de clima (frío y templado)<br>• Presencia de cobertura vegetal nativa | • Topografía irregular<br>• Deficiente manejo de los recursos naturales (vegetación-suelo y agua)<br>• Suelos erosionados<br>• Destrucción de páramo del cerro de Guayrapamba, por apertura de vía<br>• Presencia de actividad minera<br>• Inadecuada utilización de la vegetación, suelo y el agua<br>• Disminución del agua en las vertientes y quebradas en época de verano. |
| Agua para consumo humano | • Existencia de 13 organizaciones que gestiona los sistema de agua de consumo humano<br>• Los 13 sistemas están dando el servicio de agua a sus socios.<br>• Los socios saben cómo hacer el mantenimiento de la infraestructura de los sistemas.<br>• Cuatro sistema cuentan con planta de tratamiento<br>• La mayoría de los dirigentes están abiertos a conformar una organización de segundo grado. | • Las organizaciones actúan de manera independiente y aislada<br>• Nueve sistemas no cuentan con planta de tratamiento de agua; y, uno que dispone no lo hace funcionar.<br>• Las organizaciones no establecen una tarifa adecuada para inversiones, cubrir gastos de operación y mantenimiento y capitalizar un fondo para enfrentar emergencias de los sistemas.<br>• Las organizaciones no cuentan con operadores capacitados. |

Continuación del Cuadro 47.

| | | |
|---|---|---|
| Riego comunitario | • Existencia de 20 organizaciones que gestiona los sistema de agua de consumo humano<br>• Existen aproximadamente 1 000 ha bajo riego.<br>• Los 20 sistemas están dando el servicio de agua a sus socios.<br>• El 50 % de los sistemas cuentan con tanques de almacenamiento de agua.<br>• Los socios saben cómo hacer el mantenimiento de la infraestructura de los sistemas.<br>• Los socios de los sistemas son productores y saben producir y regar sus cultivos.<br>• La mayoría de los dirigentes están abiertos a conformar una organización de segundo grado. | • Las organizaciones actúan de manera independiente y aislada.<br>• Las obras especiales para distribuir el agua no son funcionales y no transparenta su distribución.<br>• La mayoría de los sistemas no tiene operadores.<br>• La infraestructura, canales y tuberías de conducción y distribución están cumpliendo la vida útil.<br>• Existen socios que destruyen la infraestructura de los sistemas<br>• No optimizan el agua en el riego de pastizales.<br>• Los productores tienen limitaciones para comercializar su producción.<br>• Presencia de desacuerdos entre usuarios por el robo del agua en la época de verano. |
| Gestión institucional por el tema del agua | • Junta parroquial de Chantaco ha priorizado el tema de la gestión de agua en su plan de desarrollo.<br>• Autoridades de la Junta Parroquial de Chantaco apoya a la gestión del Foro Parroquial del agua.<br>• Autoridades educativas muestran apertura para apoyar en temas de la gestión del agua en la microcuenca | • Autoridades de la Junta Parroquial de Chuquiribamba indiferentes entorno a la gestión del agua.<br>• Autoridades de SENAGUA, Municipio de Loja, Gobierno Provincial de Loja, Ministerio del Medio Ambiente no muestran voluntad política para apoyar con talentos humano, recursos económicos para la gestión del agua en la microcuenca en estudio. |

### 4.6.3. Visión, Misión y Objetivos Estratégicos.

El Comité de Apoyo a la Gestión del agua está trabajando con socios y usuarios capacitados, con convicción y comprometidos para dotar de agua a la población en cantidad suficiente y de buena calidad; con organizaciones de bases de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario fortalecidas y haciendo incidencia política y la infraestructura hidráulica funcionando correctamente; lo que contribuye a que la población de las parroquias de Chuquiribamba y Chantaco están viviendo de manera saludable, digna y con bienestar.

La misión es que el Comité de Apoyo a la Gestión del agua, ha consolidado un equipo de trabajo interdisciplinario, que está liderando el proceso de gestión del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, mediante el establecimiento de alianzas público-comunitario para la ejecución de propuestas y proyectos para la formación y capacitación a los socios y usuarios de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario; el fortalecimiento de las organizaciones de base; el manejo, protección y conservación de las fuentes aguas; el saneamiento integral; la rehabilitación la infraestructura hidráulica de los sistemas; la implementación de una agricultura agroecológica; y, comercialización organizada de la producción.

Los objetivos estratégicos que se propone en la presente propuesta son los siguientes:

- Consolidar el proceso de asociatividad de las organizaciones de base de los sistemas de agua de consumo humano y riego para que lidere el Comité de Gestión del agua de la microcuenca, mediante procesos de alianzas público-comunitario para la gestión del agua y de los sistemas.
- Fortalecer las capacidades locales e institucionales para garantizar la gestión sostenible del agua en la microcuenca.
- Contribuir al fortalecimiento de una cultura de manejo, protección y conservación de las fuentes hídricas para la restablecer el ciclo hidrológico del agua en la microcuenca.
- Impulsar el mejoramiento de la funcionalidad técnica y social de los sistemas de agua de consumo humano.
- Promover el mejoramiento de la funcionalidad técnica y social de los sistemas de riego comunitario.

- Estimular el mejoramiento de la producción y productividad agropecuaria a través de una agricultura agroecológica, el fomento de emprendimientos y la organización para la comercialización.

### 4.6.4. Modelo de gestión

El país se encuentra en un proceso de cambio del modelo de desarrollo, a raíz de la aprobación de la Constitución de la República del Ecuador, el 28 de septiembre del 2008; y, con lo que establecen las nuevas leyes como la COOTAD, Ley Orgánica de participación ciudadana y otras. En este contexto de cambio le corresponde a las organizaciones sociales y comunitarias y a las instituciones públicas la redefinición de roles y el fortalecimiento de sus capacidades.

La Constitución y las leyes prevén las competencias y la participación activa de las Juntas parroquiales, los municipios, el gobierno provincial y las organizaciones comunitarias y comunidades, en la gestión, implementación, operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica y servicios de los sistemas de agua potable y riego. El gobierno central se destaca en asumir los roles de rector, normador, regulador, co-financiador y vigilante de la calidad de obras, del agua y de los vertidos.

El modelo para fomentar la gestión local de proyectos e inversiones en sistemas de agua de consumo humano, saneamiento y riego comunitario, prevé, además, de un ente facilitador quién capacita, asesora y acompaña a los actores involucrados directamente, en sus nuevos roles y responsabilidades. Igualmente a las Universidades, ONG y a sector privado, cabe la tarea de prestar los servicios y asesoría específica y construir las obras.

#### 4.6.4.1. Entidad gestora para la ejecución del plan.

La principal instancia que se encargará de gestionar y liderar la ejecución de la Propuesta: Gestión integral del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, será el Comité de Apoyo a la Gestión del Agua, que está integrada por el Foro Parroquial, la Asociatividad de las organizaciones de agua de consumo humano y riego comunitario; un Representante de las Juntas Parroquiales, un representante del Municipio de Loja, un representantes de la Empresa de Riego y de Producción del Gobierno Provincial de Loja, Un representante de SENAGUA, MAGAP y Ministerio del

Ambiente, para que lidere la gestión del agua en la microcuenca; con el apoyo y la asesoría de una ONG y la cooperación internacional.

#### 4.6.4.2. Características básicas del modelo de gestión.

El Modelo de Gestión que se propone para la ejecución de la Propuesta: Gestión integral del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Cchantaco, se basa en 14 características básicas, que se resume en los siguientes términos:

1. **Enfoque a la demanda local:** sólo se implementan propuestas y proyectos que han sido demandados por las organizaciones comunitarias y de las autoridades locales.
2. **Involucramiento y responsabilidad de la autoridad local:** es decir, las Juntas parroquiales de Chuquiribamba y Chantaco, con el apoyo del Municipio de Loja, el Gobierno Provincial, la SENAGUA, MAGAP, el Ministerio del Ambiente, debe apoyar la implementación de los proyectos de manera técnica y organizacional.
3. **Contrapartida significativa de las Juntas Parroquiales, el Municipio de Loja, el Gobierno Provincial de Loja, SENAGUA, MAGAP, Ministerio del Ambiente:** si posible en efectivo, pero también con talentos humanos y especies.
4. **Intervención de un organismo (ONG) facilitadora en el proyecto,** que tiene alta capacidad y experiencia en gestión de proyectos sociales y técnicos. El organismo facilitará los procesos y las capacitaciones y garantizará un alto nivel de calidad en toda la ejecución del proyecto.
5. **Alta participación de las organizaciones de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario desde la concepción, diseño e implementación del proyecto:** Las organizaciones y las comunidades participan en el desarrollo del proyecto, se informa sobre sus características técnicas y las implicaciones organizacionales y financieras que le caben para la operación y el mantenimiento del proyecto.
6. **Manejo de opciones o alternativas:** los facilitadores del proceso contemplar varias opciones técnicas y dejar decidir a las organizaciones cuál de ellas es la más apropiada y para sus intereses.
7. **Compromiso por escrito y consensuado a nivel de las organizaciones de base:** antes de empezar la implementación, debe existir un compromiso escrito y consensuado por una asamblea de la Asociatividad parroquial en cuanto a todos los aspectos organizacionales una vez entregada la obra.

8. **Contrapartida de los socios de las organizaciones de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario:** habitualmente se da por la forma de participar en las diferentes reuniones, asambleas y la mano de obra no-calificada y los materiales locales.
9. **Enfoque de género:** participación equitativa de hombres y mujeres en los procesos de evaluación de opciones, decisiones, ejecución y gestión de los proyectos e inversiones. Todas las intervenciones en agua potable y saneamiento y riego comunitario deben beneficiar de igual manera a los dos géneros y generarles iguales oportunidades.
10. **Enfoque de reducción de la vulnerabilidad de los sistemas** frente a desastres naturales.
11. **Consideración de aspectos ambientales**, sobre todo la protección de la microcuenca que se va a utilizar en el proyecto. Esto implica discusiones con propietarios de la tierra y soluciones legales o pragmáticas en cuanto a las tierras donde se encuentran las fuentes de agua o donde se construirán las lagunas (albarradas). En ese marco se integra la discusión sobre la posibilidad/necesidad de instalar un mecanismo de pago por servicios ambientales.
12. **Capacitación de las juntas/comités de agua potable y saneamiento y riego comunitario**, en aspectos organizacionales y técnicos y en el manejo sostenible y equitativo de los sistemas de agua, y la gestión de mecanismos de pago y cobro.
13. **Capacitación de las autoridades locales**, sobre todo al equipo técnico interdisciplinario y a las unidades técnicas responsables de guiar los proyectos y brindar apoyo a las organizaciones de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario.
14. **Capacitación de las organizaciones** de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario en el manejo seguro y racional del agua, de los sistemas de saneamiento y en la aplicación de adecuados hábitos de higiene a nivel domiciliario para maximizar el impacto en la salud de la familia; en la tecnificación de la agricultura agroecológica y la comercialización.

### 4.6.5. Alternativas de Planificación, Manejo y Uso del Agua en la Microcuenca Chuquiribamba-Chantaco

Las alternativas de planificación, manejo y uso del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, constan en los Cuadros 48, 49, 50 y 51).

Cuadro 48. Identificación participativa de programas, proyectos y resultados en el ámbito del desarrollo de capacidades locales, fortalecimiento organizativo e institucional y la participación social.

| Objetivo estratégico: Fortalecer las capacidades locales e institucionales para garantizar la gestión sostenible del agua en la microcuenca.<br><br>Objetivo estratégico: Consolidar el proceso de asociatividad de las organizaciones de base de los sistemas de agua de consumo humano y riego para que lidere el Comité de Apoyo la Gestión del agua de la microcuenca, mediante procesos de alianzas público- comunitario para la gestión del agua y de los sistemas. | | |
|---|---|---|
| Programa | Proyectos | Resultados |
| 1. Desarrollo de capacidades locales y de fortalecimiento de las organizaciones sociales e institucional y participación social | 1. Formación y capacitación en liderazgo comunitario. | Los dirigentes de los sistemas de agua de consumo humano y riego y los líderes comunitarios cuentan con herramientas para dirigir mejor a sus organizaciones y están consolidadas. |
| | 2. Fortalecimiento del Asociatividad Parroquial. | La Asociatividad parroquial cuenta con un plan estratégico y se está implementando. |
| | 3. Fortalecimiento de las capacidades técnicas del Comité de Apoyo a la Gestión del Agua de la microcuenca. | El equipo técnico del Comité de Apoyo a la Gestión del Agua cuenta con conocimientos y experiencias para su desempeño profesional y para las funciones y responsabilidades asignadas. |
| | 4. Ordenanza para la protección de vertientes y las márgenes de las quebradas. | Se está aplicando la ordenanza para la protección de las vertientes y las márgenes de las quebradas. |
| | 5. Revisión y adjudicación de concesiones de agua. | Las concesiones otorgadas están en base a los criterios técnicos y sociales y a lo que manda la Constitución Vigente. |
| | 6. Comunicación, sistematización de experiencias, promoción y difusión. | Los socios y la comunidad en general conocen la experiencia generada en el Comité de Apoyo al Gestión del Agua. |

Cuadro 49. Identificación participativa de programas, proyectos y resultados en el ámbito del manejo, protección y conservación de la microcuenca

| Objetivo estratégico: Contribuir al fortalecimiento de una cultura de manejo, protección y conservación de las fuentes hídricas para la restablecer el ciclo hidrológico del agua en la microcuenca. | | |
|---|---|---|
| Programa | Proyectos | Resultados |
| 2. Manejo, protección y conservación de la microcuenca | 1. Sensibilización, motivación y capacitación sobre la importancia de la vegetación, el suelo y el agua en la microcuenca. | Los socios y usuarios de los sistemas de agua de consumo humano y riego comunitario han cambiado de mentalidad y actitud, de manera positiva para interactuar con la naturaleza. |
| | 2. Protección, reforestación y regeneración natural de vertientes de agua. | Vertientes y las quebradas, que son fuentes de agua para los sistemas de agua de consumo humano y riego, han recuperado significativamente la calidad y el caudal. |
| | 3. Diseño y construcción de albarradas | |
| | 4. Implementación de sistemas agroforestales y silvopastoriles en los pisos altos y medio de la microcuenca. | Los productores del piso alto y medio de la microcuenca adoptan y adaptan nuevas alternativas de producción. |
| | 5. Implementación de una estación agrometeorológica e hidrológica en la microcuenca y generación de información. | Se cuenta con información confiable del comportamiento climático e hidrológico de la microcuenca y en base de ella se está planificando la gestión del agua. |

Cuadro 50. Identificación participativa de programas, proyectos y resultados ámbito de agua de consumo humano

| Objetivo estratégico: Impulsar el mejoramiento de la funcionalidad técnica y social de los sistemas de agua de consumo humano. | | |
|---|---|---|
| Programa | Proyectos | Resultados |
| 3. Desarrollo de los sistemas agua de consumo humano y saneamiento | 1. Elaboración de estatutos y reglamentos internos para cada uno de los sistemas. | Las organizaciones de los sistemas de agua de consumo humano tienen una normatividad actualizada y la están aplicando. |
| | 2. Mejoramiento de las bocatomas y de los tanques de reserva de los sistemas de agua de consumo humano. | La infraestructura hidráulica de los sistemas está funcionando bien. |
| | 3. Implementación de unidades de desinfección en los sistemas que aún no tienen | Todos los sistemas de agua de consumo humano están desinfectando el agua. |
| | 4. Capacitación a operadores de los sistemas y elaboración de manuales de operación y mantenimiento. | Los operadores cuentan con competencias para operar bien el sistema y de manera oportuna; y, están aplicando lo que señala el manual de operación y mantenimiento. |
| | 5. Alcantarillado alternativo; planta de tratamiento de aguas servidas y de letrinización ecológica. | Las zonas de mayor concentración poblacional de las parroquia de Chuquiribamba y Chantaco están en óptimo funcionamiento el alcantarillado sanitario y pluvial; como también los baños y letrinas. |

Cuadro 51. Identificación participativa de programas, proyectos y resultados en el ámbito del riego comunitario

| Objetivo estratégico: Promover el mejoramiento de la funcionalidad técnica y social de los sistemas de riego comunitario.<br>Objetivo estratégico: Estimular el mejoramiento de la producción y productividad agropecuaria a través de una agricultura agroecológica, el fomento de emprendimientos y la organización para la comercialización. | | |
|---|---|---|
| Programa | Proyectos | Resultados |
| 4. Desarrollo del riego comunitario | 1. Elaboración de estatutos y reglamentos internos para cada uno de los sistemas de riego. | Las organizaciones de los sistemas de agua de riego tienen una normatividad actualizada y la están aplicando. |
| | 2. Mejoramiento, rehabilitación y rediseño de bocatomas, red de conducción y distribución, obras especiales (cajas y tanques de distribución); y, diseño, contrucción de tanques de almacenamiento y acondicionamiento de las válvulas en los tanques de almacenamiento. | La infraestructura hidráulica de los sistemas está funcionando bien; y, la distribución del agua se da de manera equitativa, transparente y en función a los requerimientos de los socios. Los sistemas de riesgo cuentan con catastro y patrón de usuarios actualizados. |
| | 3. Capacitación a operadores de los sistemas de riego y elaboración de manuales de operación y mantenimiento. | Los operadores cuentan con competencias para operar bien el sistema y de manera oportuna; y, están aplicando lo que señala el manual de operación y mantenimiento. |
| | 4. Implementación de huertos agroecológicos. | Los socios de los sistemas cuentan con huertos agroecológicos que le permiten una seguridad alimentaria y el sustento económico para sus familias. |
| | 5. Organización de los productores para la comercialización. | Los socios y productores de los sistemas de riego están comercializando de la manera segura. |
| | 6. Implementación de riego por aspersión y goteo en todos los sistemas de riego, tanto para cultivos y en las áreas de pastos. | Todos los socios de los sistemas de riego han implementado en sus terrenos con cultivos de ciclo corto, frutales y pastos, sistemas de riego por aspersión y goteo. |

## 4.8. DIFUSIÓN DE LA GUÍA METODOLÓGICA Y LOS RESULTADOS DEL INVENTARIO HÍDRICO LAS MEJORES OPCIONES DE MANEJO DEL AGUA EN VERTIENTES Y USO EN LOS CULTIVOS BAJO RIEGO DE LA MICROCUENCA PARA ASEGURAR LA SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA POBLACIÓN.

Los productores y socios de los sistemas de agua de consumo humano y riego de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco y las autoridades de la Junta Parroquial de Chantaco, en un taller, desarrollado en la Junta Parroquial, conocieron, analizaron y validaron los resultados del inventario de los recursos hídricos y las opciones de manejo del agua en vertientes y uso en el sistema de cultivo de hortalizas; como de la propuesta: Gestión Integral del agua de la microcuenca.

Producto de la difusión de resultados del proyecto de investigación, los participantes al evento manifestaron que una de las formas para evitar que se agudicen los problemas, en torno a la gestión del agua, es fundamental que todos cambien de mentalidad y actitud. Por ello, acordaron socializar ante las bases, de las diferentes organizaciones de agua de consumo humano y riego, los resultados de la presente investigación y reafirmaron el compromiso de fortalecer al Foro Parroquial del Agua y conformar la Asociatividad Parroquial, con todas las organizaciones de base; y, que a través de estas instancias gestionar el apoyo para la formulación y ejecución de los proyectos que constan en la Propuesta: Gestión Integral del Agua de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco.

Así mismo, plantearon que las autoridades de desarrollo local (Juntas Parroquiales), municipal (Municipio de Loja), provincial (Gobierno Provincial de Loja) y nacional (SENAGUA y Ministerio del Ambiente), se comprometan a apoyar con talentos humanos y recursos económicos para viabilizar la ejecución de la propuesta y que formen parte del Comité de Apoyo de la Gestión del agua.

# 5. CONCLUSIONES

La adaptación de la guía metodología facilitó la determinación de la funcionalidad técnica y social de los sistemas de agua para consumo humano y riego; como de la cantidad y calidad del agua en la microcuenca.

La funcionalidad social y técnica de los 13 sistemas de agua para consumo humano no son sostenibles, puesto que la organización es débil y las obras hidráulicas de almacenamiento y tratamiento están en estado regular. Igualmente ocurre en los 20 sistemas de riego comunitario, las obras de almacenamiento y repartición, no aseguran una distribución del agua de manera equitativa y transparente.

En la microcuenca existen dos periodos climáticos bien marcados: lluviosa, de octubre a abril; y, seca de mayo a septiembre; lo que determina que en el primer periodo exista un superávit de agua y en el segundo, déficit.

La calidad del agua es buena en las vertientes y regular en las quebradas. En todas las fuentes de agua para los sistemas de consumo humano hay presencia de coliformes fecales e igual problema se presenta en las quebradas.

El saneamiento ambiental en la microcuenca no es el adecuado, puesto que las aguas servidas no tienen ningún tratamiento y son vertidos directamente a los cauces naturales.

La mayoría de los productores de la microcuenca ha cambiado la racionalidad en el manejo del agua en las vertientes y en los cultivos; adoptando conocimientos y tecnologías para el riego parcelario, como el riego por aspersión para los cultivos de hortalizas.

Los regantes para establecer la frecuencia y el tiempo de riego por posición del aspersor observan el comportamiento de las plantas y el suelo. Riegan cuando la planta pierde vigor y dejan de regar cuando observan que el agua se escurre por la superficie del suelo.

La propuesta de gestión integral de agua de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco cuenta con 22 proyectos específicos en los ámbitos del desarrollo de capacidades

locales, fortalecimiento organizativo e institucional y la participación social; manejo, protección y conservación de la microcuenca; el agua para consumo humano y riego comunitario.

La participación de los dirigentes, líderes y socios de los sistemas de agua en la socialización y difusión de la propuesta de gestión integral del agua de microcuenca motivó para que asumieran el compromiso de continuar con el proceso de asociatividad de las organizaciones de base y participar en el Foro Parroquial del Agua.

# 6. RECOMENDACIONES

La guía metodológica para el inventario hídrico debidamente ajustada será un instrumento válido para realizar otros inventarios en cuencas con similares características.

El Foro Parroquial de Agua deberá seguir actuando y fortaleciéndose aún más para que lidere el proceso de conformación del Comité de Apoyo a la gestión del Agua; y, este organismo se encargue de la ejecución de la propuesta de gestión integral del agua en la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco.

Para mejorar la funcionalidad social y técnica de los sistemas de agua para consumo humano y riego será fundamental que los actores involucrados en ellos trabajen con un enfoque técnico-social, desde la concepción, diseño, rediseño, construcción e implementación.

Para asegurar la calidad del agua en los sistemas de agua para consumo humano, a más de potabilizar el agua, será necesario que se capte el agua de vertientes.

Que las Juntas Parroquiales formulan y aprueben una ordenanza para la protección y conservación de las vertientes y las márgenes de las quebradas, con la participación en la toma de decisiones, de los socios de los sistemas de agua para consumo humano y riego; los productores y las autoridades de Chuquiribamba y Chantaco, la Tenencia Política y el sector educativo.

Sistematizar, socializar e intercambiar experiencias sobre el manejo y uso del agua en las vertientes y en los cultivos, entre productores, a lo interno de la microcuenca y fuera de ella.

Promover la realización de proyectos de investigación relacionados con el manejo y uso del agua, suelo y vegetación; como el manejo y uso del agua en el riego parcelario.

# 7. BIBLIOGRAFÍA


- Alianza Jatun Sacha/CDC y Escuela Politécnica del Ejército (ESPE). s/f. Almanaque electrónico ecuatoriano (AEE): Información especial para las aplicaciones agropecuarias. Guayaquil, Ecuador.

- Anten, M. y Willet, H. 2002. Guía para el inventario y planeamiento de los recursos hídricos en microcuencas. I.P.R.H. Serie: Planificación participativa en el PRONAMACHS. Proyecto de cooperación PRONAMACHS-SNV. Lima-Perú.

- Asamblea Constituyente. 2008. Constitución de la República del Ecuador. Quito.

- Consorcio CAMAREN. 2006. Gestión integrada del agua: conceptos y políticas. Quito. Ecuador.

- Doornbos, B. 2005. Metodología para realizar inventarios hídricos participativos. Texto temático preparado para el segundo módulo del curso de GIRH en Ecuador.

- Dourojeanni, A. 2001 “Water management at the river basin level: Challenges in Latin America”. Santiago de Chile.

- Faustino J. y García S. 2003. Manejo de cuencas hidrográficas: Conceptos, gestión, planificación, implementación y monitoreo. San Salvador. El Salvador.

- Foro de los recursos hídricos. 2005. Tercer Encuentro Nacional. Documentos de discusión, Todos por el agua, el agua para todos. CAMAREN. Quito, Ecuador.

- Foro de los recursos hídricos. 2005. Guía metodológica de inventarios de los recursos hídricos. CAMAREN. Quito, Ecuador.

- Fundación de Servicios, Estudios, Proyectos y Análisis (SEPA). 2004. Manejo del agua de riego en pequeñas parcelas de agricultores. Memoria del 7mo. taller de intercambio de experiencias en manejo y conservación de suelos de la plataforma regional sur: Chuquisaca, Potosi, Tarija. Bolivia.

- GWP. 2000. Manejo integrado de recursos hídricos. TAC Background Paper 4. Asociación Mundial para el agua (GWP), Comité de Consejo Técnico (TAC). Estocolmo, Suecia.

- Harko Koster. s/f. Ordenamiento territorial con enfoque de cuenca. Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV). Quito. Ecuador.

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos 2010. Séptimo Censo poblacional y sexto de vivienda. Quito. Ecuador.

- Jan Van Wambeke 2008. La Microcuenca Hidrográfica como ámbito de planificación de los recursos naturales. Enfoque Socio – territorial. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

- Jiménez, F. 2001. Elaboración de un plan operativo de manejo de cuencas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Unidad de manejo de cuencas hidrográficas. Turrialba. Costa Rica.

- Ministerio de desarrollo sostenible y planificación. 1998. Zonificación agroecológica y socioeconómica de la cuenca del altiplano del Departamento de la Paz. Bolivia.

- Mitchell, B. 1990. Integrated water management, international experiences and perspectives. Belhaven Press. London/New York.

- Naturaleza & Cultura. 2010. Cobertura vegetal y uso actual del suelo de la provincia de Loja. Informe técnico. Gráficas Amazonas. Loja, Ecuador.

- Ocampo, I y Escobedo, J. 2006. Conocimiento tradicional y estrategias campesinas para el manejo y conservación del agua de riego. Universidad Autónoma Indígena de México. México.

- Pérez, A. 2008. Conocimiento y estrategias campesinas en el manejo de los recursos naturales. Universidad Autónoma Indígena de México. México.

- Programa Hidrológico Internacional para américa latina y el caribe –PHI-LAC. s/f. Manual de Prevención de conflictos y cooperación en la gestión de los recursos hídricos en américa latina (en línea). Ecuador. UNESCO. Consultado 5 ago. 2012. Disponible en http://www.unesco.org.uy/phi/biblioteca/bitstream/123456789/443/1/0602.pdf.

- PROMACH-GTZ y et al. 2004. Tungurahua: una provincia movilizada por el agua. Sistematización y edición: Patricio Crespo Coello, Ambato-Ecuador.

- Ramón G. 2008. Formas ancestrales de almacenamiento de agua en los andes de páramo: una mirada histórica. COMUNIDEC. Quito, Ecuador.

- Registro Oficial del Ecuador. 2008. Constitución de la República del Ecuador. 2008.

- SENAGUA, 2008. Decreto Ejecutivo, N° 1088 y publicado en el registro Oficial N° 346, del 27 de mayo de 2008. Quito, Ecuador.

- SENAGUA. 2009. Base de datos de concesiones de agua en la provincia de Loja-Ecuador.

- Sterk, G. 2004. Lecture notes ESW 30306 Integrated Watershed Management. Lecture 3: The Watershed Inventory –Chemical fetaures. Powerpoint presentation. Erosion and Soli&Water Conservation group, Wageningen University and Research centre.

- Tenreiro, R y et al. 2003. Pequeños embalses de uso agrícola. Ediciones Mundi-Prensa…Madrid, España.

- Tungurahua: una provincia movilizada por el agua. 2004. PROMACH-GTZ, HCPT, CNRH, IEDECA, CESA. Ambato-Ecuador.

- Warner, J. 2005. La política y los conflictos por el agua-marco conceptual. Presentación preparada para el primer módulo del curso de GIRH en Ecuador.

- Zury, W. 2004. Manual de planificación y gestión participativa de cuencas y microcuenas. Una propuesta con enfoque de desarrollo local. Quito: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO-Proyecto Apoyo al Desarrollo Forestal Comunla-FDC-ministerio de Medio Ambiente-Embajada real de los Países Bajos.

# 8. ANEXOS

## ANEXO 1: GUÍA METODOLÓGICA PARA IMPLEMENTAR EL INVENTARIO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN UNA MICROCUENCA CUALQUIERA.

Para tener éxito en la planificación y ejecución del inventario de los recursos hídricos en una unidad hidrográfica (microcuenca) cualquiera que sea es fundamental establecer procesos de negociación y el involucramiento de los diferentes actores, a fin de conformar una alianza de cooperación interinstitucional, acción que permitirá contar con los talentos humanos y los recursos económicos.

La gestión para la realización del inventario hídrico se debe considerar los siguientes pasos o momentos:

1. Lograr la motivación, sensibilización con los diferentes actores; y, estimar las capacidades locales y provinciales. Una metodología a emplear es preparar un mapa de actores, donde se describa y detalle las competencias y jurisdicciones de las instituciones y organizaciones que, de una u otra manera, tienen responsabilidades en la evaluación del recurso hídrico. Esta herramienta permitirá evaluar los mandatos institucionales y los mecanismos de coordinación posibles; así mismo, analizar la posibilidad de organizar alianzas, movilizar recursos financieros y examinar el ambiente político.

   En este proceso es importante que exista claridad, entre los actores que participarán en la realización de inventario hídrico, que el objetivo es identificar y registrar problemas; por lo que éste contribuye a:

   - Diseñar planes hídricos locales
   - Articular en forma coherente la oferta y la demanda
   - Ajustar y aplicar las estrategias para conservar y proteger el recurso
   - Garantizar la cantidad y la calidad del recurso
   - Mejorar las estrategias de intervención y gestión
   - Garantizar un uso eficiente y racional del agua

- Promover un acceso y uso equitativo del agua
- Mejorar las inversiones en los diversos sectores usuarios de este recurso
- Generar opinión pública sobre prioridades, problemas y alternativas

2. Establecer acuerdos entre las autoridades de las instituciones locales (Junta parroquial y Municipio) y provinciales (Gobierno Provincial); los dirigentes y líderes de las organizaciones sociales o de las comunidades y el (los) investigador(es), para poner en marcha el inventario.
3. Conformar un equipo interdisciplinario, quien dará el apoyo a la evaluación de los recursos hídricos. Este equipo debe estar integrado por especialista en: hidrología, agrícola, agronomía, medio ambiente, forestal, sociología, economía y en sistemas de información geográfica.
4. Recopilación y sistematización de la información secundaria existente. En esta parte es necesario establecer un listado de contactos e instituciones que disponen de la información. Posteriormente, inventariar los documentos existentes, con el apoyo de una Ficha, donde se resuma los aspectos más relevantes de cada estudio.
5. Realizar un mapa de cobertura vegetal de la unidad hidrográfica (microcuenca) a estudiar. Este mapa permite determinar la clase de cobertura vegetal que existe en la zona de estudio.

Si se cuenta con la el apoyo de una cooperación interinstitucional y de un equipo interdisciplinario es conveniente realizar la zonificación ecológica y socioeconómica de la unidad hidrológica a estudiar. Esta zonificación se refiere a la división de la superficie de la tierra, de la microcuenca, en unidades más pequeñas que tienen características similares relacionadas con la aptitud de las tierras, la producción potencial y el impacto ambiental.

Producto del análisis de los resultados que se obtenga, se está en posibilidades de determinar las zonas de estudio en relación a temas como:

- Fuentes hídricas para su manejo y conservación
- Zonas vulnerables a inundaciones o sequías
- Fuentes y tipos de contaminación

Para desarrollar el inventario hídrico se considera cuatro temas prioritarios de estudio, que son:

- Estudio de la demanda de agua de riego.
- Estudio de la demanda de agua de consumo humano
- Estudio de la calidad del agua y evaluación de la contaminación.
- Estudio de la cantidad de agua disponible.

Para cada uno de estos estudios se cuenta con la respectiva Guía.

**GUÍA METODOLÓGICA PARA HACER INVENTARIOS DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO**

1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y EVALUACION DE LA FUNCIONALIDAD TÉCNICA DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO

Para describir la red de la infraestructura hidráulica de agua para consumo humano es indispensable hacer el recorrido de campo con la presencia de los dirigentes o socios que conozcan bien el sistema. Con el apoyo de fichas de campo y del GPS, describir las características y georeferenciar, las principales obras hidráulicas que conforma la red (Ficha 1).

El principal objetivo de hacer el inventario es tener ideas claras de la situación y el estado actual del sistema. Para ello, a más de la información de campo que se obtenga, apoyarse de la información secundaria existente.

La información general y la descripción de la infraestructura hidráulica del sistema de agua de consumo humano inicia desde la fuente (s), obra de captación, desarenador y filtros, obras de conducción, regulación, tanques rompe presión y obras especiales como pasos colgantes, obras de almacenamiento, donde se hace los procesos de potabilización; y, finalmente, la red de distribución, que conduce el agua hasta las llaves de las viviendas y de los servicios públicos.

Durante la sistematización de la información conviene codificar los elementos de la red para establecer la secuencia de todas las partes de la infraestructura hidráulica.

2. EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD SOCIAL DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO

Se evaluará la calidad de atención y cobertura del servicio, como la continuidad de la oferta y los conflictos que exista entre usuarios o entre usos del agua.

3. EVALUACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE GESTIÓN DE AGUA DE CONSUMO HUMANO.

Se trata de identificar el tipo de organización que existan en la microcuenca, que puede ser Junta Administradora de Agua de consumo humano, asociación, comuna, empresa municipal, etc. A ésta se evaluará la gestión organizativa, en los aspectos de su representatividad y legitimidad, normatividad y operatividad.

ANEXO 1: INFORMACIÓN RELEVANTE DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO

La información relevante que se requiere obtener del sistema de agua de consumo humano tiene relación con la identificación del sistema hidrográfico al que pertenece la microcuenca en estudio. Para ello, se tiene que codificar, en base al sistema de división hidrográfica del Ecuador vigente. Actualmente la SENAGUA se rige por el método PFAFSTETER. En base a éste se tiene que determinar a qué nivel corresponde la unidad hidrográfica en estudio.

Es necesario precisar el nombre y el código del sistema hidrográfico en donde se encuentra ubicado el sistema de agua de consumo humano.

Adicionar, además en la Ficha 1, el nombre de la provincia, cantón, parroquia y barrios, para facilitar la ubicación del sistema de agua de consumo humano. Igualmente se determinará el número de familias y habitantes que son atendidos por el sistema.

Ficha 1: Información general del sistema de agua de consumo humano

| | | | |
|---|---|---|---|
| **NOMBRE DEL SISTEMA:** | | **NÚMERO:** | |
| **Identificación del sistema hidrográfico al que pertenece el sistema** | | | |
| Red hidrográfica: | Nivel | Código | |
| Unidad hidrográfica: | Nivel | Código | |
| Unidad hidrográfica: | Nivel | Código | |
| Unidad hidrográfica: | Nivel | Código | |
| Unidad hidrográfica: | Nivel | Código: | |
| Provincia: | | | |
| Cantón: | | | |
| Parroquia: | | | |
| Poblado/sector/comunidad: | | | |
| **Población beneficiada** | | | |
| Número y nombres de caserios, barrios o comunidades: | | | |
| Número de familias: | | | |
| Número de habitantes: | | | |
| Superficie de cobertura de la red (ha): | | | |
| **Descripción de la fuente y de la captación** | | | |
| Número de fuentes para el sistema: | | | |
| Código de la fuente: | | Tipo: | |
| Código de la captación: | | Tipo: | |
| Coordenadas geográficas: | | | |
| Caudal estimado o medido (l/s) | | Año construcción | |
| **Descripción de la ubicación y ocupación del suelo alrededor de la fuente y de la captación** | | | |
| Área de la microcuenca (ha) | | | |
| Alrededor de la fuente existe pasto y arbustos | | | |
| **Descripción de la concesión del agua** | | | |
| Número | | Año | |
| Caudal (l/s) | | Caudal estimado (l/s) | |
| Caudal ecológico (l/s) | | | |
| **Características generales** | | | |
| | | | |

## 1. ESQUEMA HIDRÁULICO

Consiste en elaborar el esquema hidráulico del sistema de agua de consumo humano, mediante un croquis de la red hidráulica. Con el apoyo de los dirigentes o socios del sistema, durante el recorrido de campo, se puede adicionar información relacionada a la infraestructura (problemas en el funcionamiento), caudales concesionados, números de socios. Así mismo, en cada elemento importante que consta en el esquema, ubicar las coordenadas geográficas que se determine en el GPS.

Ficha 2. Esquema hidráulico.

| |
|---|
| |

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE

Es importante conocer la fuente de agua del sistema, desde la cual se hace la captación, como determinar su estado, ubicación y relación con el ambiente.

Cuando un sistema de agua de consumo humano se abastece de varias fuentes de agua, es necesario precisar cuántas son, e ir recogiendo la información correspondiente en fichas separadas. Además, con el apoyo del GPS, determinar las coordenadas geográficas (X y Y) y la altitud.

Precisar el tipo de fuente, también, es importante. Por ejemplo, puede ser de vertiente, de quebrada, rió, agua lluvia, derivación de un canal de riego, de pozos (agua subterránea).

A más de describir la ubicación de la fuente de agua del sistema de agua de consumo humano es necesario detallar la ubicación del terreno alrededor de la fuente. Por ejemplo, en qué tipo de espacio nace, si hay o no presencia de ganadería o de

agricultura. Igualmente, determinar si existen cercas para la protección de la fuente y si han reforestado o no. Esta información permitirá evaluar el estado de contaminación del agua en la fuente y del cuidado de la misma.

Con la información secundaria o durante el recorrido de campo estimar el caudal de la fuente, indicando la fecha y las condiciones meteorológicas; estimar el área de la vertiente que alimenta a la fuente (ha o km²).

Si existen varios sistemas de agua de consumo humano en la microcuenca se debe precisar el sistema mediante una codificación en orden descendente, desde el piso altitudinal alto hasta el piso bajo y si está ubicado en la margen derecha o izquierda.

Para describir a la fuente de agua que abastece al sistema de agua de consumo humano, se tiene que indicar el nombre del sector donde está ubicado ésta; el piso altitudinal donde está la fuente; el tipo fuente (vertiente, remanente, quebrada, río), con el respectivo código, así:

- Piso altitudinal alto: PA1; piso altitudinal medio: PA2; y, piso altitudinal bajo: PA3.
- Fuentes: Vertiente (V), Remanente (R), quebrada (Q), río (R).

3. DESCRIPCIÓN DE OBRA DE CAPTACIÓN (BOCATOMA)

En la Ficha 1, señalar el nombre de río, quebrada o vertiente donde está ubicada la bocatoma y se deriva el agua para el sistema de agua de consumo humano. Describir detalles adicionales para facilitar la ubicación de la bocatoma, como relatar la ocupación del suelo alrededor de la captación.

Con el apoyo del GPS, anotar las coordenadas geográficas (X y Y) y la altitud, donde está situada la bocatoma.

Con el apoyo de las personas que acompañen en el recorrido de campo, determinar la fecha de construcción; el tipo de bocatoma y las obras especiales que constituyen, por ejemplo: desarenador, filtros u otras. Si amerita el caso, elaborar un croquis para representar el tipo de obra y la ubicación de éste respecto a la fuente.

Indicar el personal encargado de la operación y el mantenimiento, e indicar las actividades que ellos realizan. Por ejemplo, quién está a cargo de operar la planta de tratamiento, o de mantener la captación, limpiar el desarenador, arreglar compuertas.

Si hay condiciones adecuadas (técnicas y meteorológicas) en el momento del recorrido, estimar el caudal que ingresa al sistema de agua de consumo humano; y, estimar el caudal ecológico que fluye por la quebrada o río.

Con la ayuda de la información secundaria del sistema de agua de consumo humano, establecer el caudal concesionado y la fecha de aprobación por parte de la autoridad del agua.

En la sistematización de la información, señalar el código que corresponde a la bocatoma del sistema de agua de consumo humano, así:

- Obras de captación (bocatomas): OC y numeración desde río arriba hasta río abajo (OC01, OC02). Puede haber varias bocatomas para un mismo sistema de agua de consumo humano.
- Indicar a que margen de la quebrada o río que se encuentra ubicado la obra de captación (bocatoma). Si está en la margen derecha, MD; y, si está en la margen izquierda, MI.

Al sistema de agua de consumo humano en estudio se debe codificar con letras y números, así: SACH01, SACH02, ...

## ANEXO 2. EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD TÉCNICA DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO

### 1. DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO

Se apoyará de la Ficha 3, donde se registrará un conjunto de datos básicos y relevantes de la infraestructura hidráulica del sistema de agua de consumo humano. Por ejemplo, con la ayuda del GPS, se determinará las coordenadas geográficas (longitud: X y latitud: Y) y la altitud, de cada uno de los elementos hidráulicos del sistema (obra de captación, conducción, almacenamiento, distribución y de las obras especiales). Si el caso requiere se puede agregar comentarios sobre el estado y la situación de la infraestructura, como se puede dibujar el tipo de obra, motivo de atención.

Durante la sistematización de la información obtenida, señalar el código del sistema de agua de consumo humano.

Para comprender la funcionalidad de la infraestructura hidráulica del sistema de agua para consumo humano es necesario tener la secuencia de todos los elementos y sus relaciones, para ello, apoyarse del esquema hidráulico que se elaborará en la Ficha 2.

En un sistema de agua de consumo humano, el tipo de infraestructura, que comúnmente se encuentra son: obra de captación, conducción, almacenamiento, obras especiales (tanques rompe presión, válvulas de presión, válvulas de distribución, etc.) y la red de distribución.

Es conveniente codificar a todos los elementos de la infraestructura hidráulica del sistema, con la finalidad de que a futuro facilite la reconstrucción de la secuencia de la red. Por ejemplo, se recomienda seguir la siguiente nomenclatura:

SACH02: Sistema de agua de consumo humano número 02. Permite referirse a un sistema de agua de consumo humano bien identificado en el caso de que existen varios sistemas de agua potable en la zona de investigación.

RC02: Ramal de conducción número 02. Codificación precisando el tipo de la infraestructura de la red y el número, registrando los elementos en orden creciente desde río arriba hasta río abajo:

- FU: fuente en la que toma la obra de captación río abajo
- OC: obra de captación
- RC: Red (ramal) de conducción
- PT: Planta de tratamiento
- TA: obra de almacenamiento
- RD: Red (ramal) de distribución
- OS: obra de saneamiento
- D: Desarenador
- US: Unidad de sedimentación
- OE: otras obras especiales (puentes, acueductos, pasos colgantes, sifones, tanque rompe presión, estación de bombeo, etc.)

Ficha 3: Secuencia de la infraestructura hidráulica del sistema

| **NOMBRE DEL SISTEMA DE RIEGO:** | | | | | **NÚMERO:** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |
| Orden secuencia | X | Y | Altitud | Tipo de infraestructura | Código | Estado | Número de foto |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| … | | | | | | | |

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE CONDUCCIÓN Y OBRAS ESPECIALES

Para recoger la información se apoyará de la Ficha 4. Durante el recorrido de campo precisar el tipo de material empleado en la red de conducción, por ejemplo, el tipo de tubería (PVC, hierro fundido, asbesto cemento) o manguera (polietileno). Así mismo, determinar si el estado de la red o de las obras especiales si están bien o no; en caso de haber daños indicar el lugar y que necesidad de arreglo se requiere.

Otro de los elementos a considerar es saber quién está a cargo de la operación y mantenimiento de la red de conducción y de las obras especiales; y, de las actividades que realizan.

Al momento de sistematizar la información es aconsejable codificar las redes de conducción, con la siguiente nomenclatura:

SACH02: Permite definir al sistema de agua de consumo humano (SACH). En este caso del ejemplo, corresponde al número 02.

RC03: Permite definir a la red de conducción (RC). En este ejemplo, corresponde el 03, para el número de red. Se debe numerar con dos dígitos, en orden creciente las redes, desde el río o quebrada arriba hasta rió o quebrada abajo.

Ficha 4. Descripción de la obras de conducción, distribución y obras especiales

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE DEL SISTEMA:** | | | **NÚMERO:** | |
| **Red de conducción** | | | | |
| Tipo de material | | | Estado | |
| Longitud | | | Año construcción | |
| Tipo de material | | | Estado actual | |
| **Obras de distribución** | | | | |
| Tipo de obra: | Coordenadas geográficas | | Altitud | Año construcción |
| | X | Y | | |
| Válvula | | | | |
| Medidor: | | | | |
| Otro: | | | | |
| Tipo de material | | | Estado actual | |
| **Obras especiales** | | | | |
| Obras de regulación: | Coordenadas geográficas | | Altitud | Año construcción |
| | X | Y | | |
| Desarenador: | | | | |
| Filtros: | | | | |
| Tanque rompe presión | | | | |
| Válvula rompe presión | | | | |
| Tubería colgante: | | | | |
| Sifón: | | | | |
| Otro: | | | | |
| **Mano de obra** | | | | |
| Personal encargado de la operación del sistema: | | | | |
| | | | | |
| Personal encargado del mantenimiento del sistema: | | | | |
| | | | | |
| **Descripción de la ubicación de la obra y su alrededor** | | | | |
| | | | | |

3. OBRAS DE ALMACENAMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN Y TRATAMIENTO DEL AGUA

En la Ficha 5, anotar el tipo de construcción de la obra de almacenamiento, que podría ser un tanque de almacenamiento; precisar la capacidad de almacenamiento y si ésta guarda correlación con la demanda actual y si hay condiciones de incrementar el volumen de almacenamiento. También, se tiene que conocer el año de construcción, información que permitirá establecer su vida útil y el estado actual.

Con el apoyo del GPS determinar las coordenadas geográficas (longitud y latitud) y altitud. Además, describir la ubicación y ocupación del suelo alrededor de la obra, información que ayudará a precisar si existen o no fuentes de contaminación.

Al existir en el sistema de agua de consumo humano, la planta de tratamiento, donde se potabilice el agua, es fundamental determinar la información relacionada con el tipo de tratamiento, por ejemplo, puede ser cloración, desinfección, filtración, aireación, desinfección, etc. Así mismo precisar detalles como fechas, frecuencias, tipo y cantidad de producto empleado en la cloración.

Otros de los aspectos que se tendrá que conocer, tiene relación con el personal encargado de la operación y mantenimiento de la obra de almacenamiento o de planta de tratamiento; y, de las actividades que desarrollan.

Ficha 5. Descripción de la obras de almacenamiento y tratamiento del agua

| **NOMBRE DEL SISTEMA:** | | | **NÚMERO:** | |
|---|---|---|---|---|
| Tipo de construcción: | Coordenadas geográficas | | Altitud | Año de construcción |
| | X | Y | | |
| Tanque almacenamiento | | | | |
| | | | | |
| Otro: | | | | |
| | | | | |
| Detalles adicionales del tratamiento del agua en el almacenamiento | | | | |
| | | | | |
| Descripción de la ubicación y ocupación del suelo alrededor de las obras | | | | |
| | | | | |

## 4. REDES Y OBRAS DE DISTRIBUCIÓN

En la Ficha 4, con el apoyo del PGS, se anotará las coordenadas geográficas (longitud y latitud) y altitud de la red de distribución y de las obras de distribución (válvula, compuerta, medidor).

Igualmente, se tomará nota del tipo de material, con sus características. Por ejemplo, puede ser tubería de PVC, hierro fundido, asbesto cemento, cobre, etc., o manguera (polietileno).

Durante el recorrido de campo determinar si el estado de la red está bien o no. Si está mal precisar lo que está dañado y en qué lugar. Para el caso de las obras de distribución determinar el año de construcción.

Producto del diálogo que se desarrolle con las personas que acompañen en el recorrido de campo, precisar el personal encargado de la operación y mantenimiento de las redes y obras de distribución; como de las actividades que realizan y de las dificultades técnicas que se les presentan. Conocer si existe el personal capacitado para operar y mantener las obras de distribución.

En el recorrido de campo observar alrededor de la obra de distribución se existen posibles focos de contaminación. En caso de haber señalar de que tipo.

Es necesario, además, hacer una estimación de la población del caserío, sector, barrio que es atendida por la obra de distribución.

## 5. OBRAS DE SANEAMIENTO

Registrar en la Ficha 6, información relacionada las coordenadas geográficas (longitud y latitud) y altitud, de cada tipo de obra de saneamiento (planta, tanque de tratamiento de aguas servidas, agua residuales, etc.); el área cubierta por el saneamiento; el año de construcción; la distancia desde la obra hasta verter las aguas descontaminadas al cauce natural; y, otros detalles que se requiera anotar.

Otro elemento muy importante de determinar es la calidad del agua, de manera cualitativa, a la entrada y salida de la obra de saneamiento. Por ejemplo, indicar el color, olor, presencia de espuma, etc.

Durante el recorrido de campo, describir el entorno de la obra de saneamiento, precisando si hay o no problemas ambientales (contaminación) después del tratamiento de las agua servidas. Por ejemplo, observar se hay la presencia de la muerte de plantas, de animales, etc.

De ser necesario, elaborar un esquema de la planta de tratamiento, donde se indique la ubicación de las unidades de saneamiento en relación con el entorno.

Ficha 6. Descripción de la obras de saneamiento

| **NOMBRE DEL SISTEMA:** | | **NÚMERO:** | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| **Datos generales** | | | |
| Tipo de obra: | Alcantarillado | Año de construcción | |
| Dimensiones: | | Tipo material | |
| **Calidad de agua de carácter cualitativa** | | | |
| Calidad del agua al entrar: | | | |
| Calidad del agua al salir: | | | |
| **Problemas ambientales después del tratamiento:** | | | |
| | | | |
| **Describir la ubicación y los alrededores donde esta la planta de tratamiento:** | | | |
| | | | |
| **Comentarios adicionales** | | | |
| | | | |

## ANEXO 3. EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD SOCIAL DEL SISTEMA

Para evaluar la funcionalidad social del sistema de agua de consumo humano es necesario disponer información de la población atendida y no por el sistema, de la calidad del servicio, el costo del agua y la sustentabilidad social.

Para el recorrido de campo, es importante contar con informante claves (dirigentes, operadores y socios antiguos), quienes darán información más confiable.

En la Ficha 7, se registrará información del número de habitantes, del número de familias que están asentadas en el sector, caserío, barrio. Igualmente es importante determinar el número de habitantes o familias que cuentan con el servicio de agua.

Establecer el caudal concedido a cada familia o habitante y lo que realmente recibe. Esta información permitirá determinar la dotación media de agua por habitante (l/hab/día).

También determinar la continuidad del servicio (permanente, sólo en día o la noche o sólo por horas); y, establecer la demanda interna y externa. Hay demanda interna cuando existe una parte de la población que no tiene acceso al servicio, dentro del área que cubre el sistema. Y es externa la demanda, cuando existen sectores, caseríos, comunidades que no tienen acceso de este servicio.

Datos relacionados con la tarifa es otro elemento importante. Es fundamental conocer los criterios con los cuales definieron el monto de la tarifa; y, precisar el valor actual, y si éste está al alcance de la gente en función de la situación socioeconómica. Determinar el porcentaje de los socios que pagan puntualmente la tarifa y el monto total del dinero que se recauda mensualmente.

En caso que la tarifa no sea suficiente para cubrir los gastos que implica manejar el sistema de agua de consumo humano, averiguar si los socios están en posibilidad de incrementar el valor.

Determinar si existen o no conflictos en el sistema de agua de consumo humano. En caso de haber precisar cuáles son.

Ficha 7. Evaluación de la funcionalidad social del sistema

| **NOMBRE DEL SISTEMA:** | | **NÚMERO:** | |
|---|---|---|---|
| **Datos de población** | | | |
| Número de habitantes: | | | |
| Números de familias: | | | |
| **Calidad del servicio** | | | |
| Número de habitantes beneficiadas: | | | |
| Número de familias beneficiadas: | | | |
| Número de conexiones: | | | |
| **Dotación media por habitante (l/hab/día)** | | | |
| Volumen asignado/socio/mes | | | |
| Caudal medido en la llave | | | |
| Dotación media por habitante (l/hab/día) | | | |
| **Continuidad del servicio** | | | |
| Servicio permanente (hr): | | Servicio solo de noche: | |
| Servicio solo de mañana: | | Otra forma de servicio: | |
| Demanda interna: | | Demanda externa: | Si |
| **Evaluación de las pérdidas de agua en el sistema** | | | |
| Caudal en la captación: | | Caudal en la distribución: | |
| Pérdidas: | | | |
| **Costo del agua y sustentabilidad social** | | | |
| Tarifa actual: | | Tarifa cobrada en el sistema: | |
| Tarifa facturada en el sistema: | | Porcentaje de la cobrada: | |
| Precio que la gente está dispuesta a pagar: | | | |
| **Conflictos** | | | |
| Si: | | No: | Ok |
| Tipo de conflictos: | | | |

ANEXO 4. EVALUACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN EN LA ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO

Para evaluar la organización de la administración del sistema de agua de consumo humano se debe analizar tres aspectos fundamentales:

1. REPRESENTATIVIDAD Y LEGITIMIDAD

Es necesario conocer criterios de parte de los directivos, técnicos y socios del sistema de agua de consumo sobre la legalidad de la organización administradora; de la composición de la organización actual; de las funciones y roles que cumplen los distintos actores del sistema; la representatividad de los socios en la organización; y, del reconocimiento y legitimidad de la autoridad en el sistema (Ficha 8).

Ficha 8. Evaluación de la representatividad y legitimidad

| **NOMBRE DEL SISTEMA:** | | **NÚMERO:** | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| **Legalidad de la organización administradora** | | | |
| Registro legal de la organización: | | Año de creación: | |
| Número de directivas desde la creación: | | | |
| **Composición de la organización actual** | | | |
| Presidente: | | 1er Vocal | |
| Tesorero: | | Secretario: | |
| Vocales: | | | |
| **Funciones** | | | |
| Están bien definidos los roles y funciones de los distintos actores del sistema de agua de consumo humano? | | | |
| | | | |
| Cada cuánto tiempo se eligen los representantes de la organización? | | | |
| | | | |
| Existe una real alternabilidad (rotación) de los cargos dentro de la Organización? | | | |

Continuación de la Ficha 8.

| **Representatividad de la heterogeneidad de los usuarios** | |
|---|---|
| Representación de hombres: | |
| Representación de mujeres: | |
| Representación de jóvenes: | |
| Otros comentarios: | |
| En qué medida la Organización logra la participación de las mujeres en las Asambleas? | |
| | |
| En qué medida los usuarios reciben información sobre decisiones del manejo de la red de agua potable? | |
| | |
| **Reconocimiento y legitimidad** | |
| Está reconocida por los socios como autoridad legítima para administrar el sistema? | |
| | |
| La organización es reconocida por entidades gubernamentales? Cuáles son? | |
| | |
| Cómo se definieron los derechos y las obligaciones de los socios? | |
| | |
| La mayoría o la minoría consideran que la distribución del agua de consumo es justa? | |
| | |

2. NORMATIVIDAD

Se trata de tener claridad del tipo de normas establecidas en el sistema; precisar si cuentan con personería jurídica; estatutos y reglamentos actualizados; padrón de distribución del agua; los mecanismos, criterios y normas tarifarias; y, determinar la existencia o no de libros de actas (Ficha 9).

Ficha 9. Evaluación de la normatividad del sistema

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE DEL SISTEMA:** | | **NÚMERO:** | | |
| **La normatividad está establecida por:** | | | | |
| Normas: | Orales: | | Escritas: | |
| Normas administrativas: | Establecidas: | | Socialmente reconocidas: | |
| **Estatutos y reglamentos internos** | | | | |
| La organización administradora tiene personería jurídica? | | | | |
| Están aprobados por: | Socios | | MIDUVI | |
| | CNRH | | Otros: | |
| Están actualizados o caducos? | | Año de redacción: | | |
| Tiene reglamento interno que precise las reglas, derechos y obligaciones respecto al uso y mantenimiento del sistema | | | | |
| Están actualizados o caducos? | | Año de redacción: | | |
| Están escritos o conocidos por los socios verbalmente como usos y costumbres? | | | | |
| Establecen claramente los derechos y obligaciones de los socios? | | | | |
| Establecen claramente las sanciones en caso de no cumplir normas establecidas colectivamente? | | | | |
| Garantizan igualdad de acceso al servicio para todos? | | | | |
| **Patrón de distribución** | | | | |
| Existen un padrón de distribución del sistema? | | | | |
| Cómo fue elaborado y cuándo? | | | | |
| Está aprobado por: | CNRH: | MIDUVI: | Otros: | |
| Se aplica en la realidad el padrón elaborado? | | | | |
| El padrón se modifica en caso de escasez de agua (sequía): | | | | |

Continuación de la Ficha 9.

| Reglas tarifarias | | | |
|---|---|---|---|
| Existen reglas establecidas para tarifas de pago del servicio de agua potable ? | | | |
| Cómo se establecieron? | | | |
| La tarifa permite cubrir: | | | |
| El pago de la (s) persona (s) que mantiene (n) la red del sistema: | | | |
| El pago de la (s) persona (s) que opera (n) la infraestructura del sistema: | | | |
| El pago de otros gastos de mantenimiento (adquisición de material): | | | |
| El pago de otros gastos de operación: | | | |
| Existen, en vez de tarifa por el servicio, condiciones de participación en el mantenimiento de la red? | | | |
| Cuál es el monto teórico que se debería cobrar: | | Cuál es el porcentaje? | |
| Cuál es el monto real cobrado: | | | |
| Número de socios que pagaron: | | | |
| Porcentaje de socios que pagaron del total de socios servidos: | | | |
| Lo cobrado, permite cubrir los gastos reales de operación y mantenimiento? | | | |
| **Actas y libros** | | | |
| Existen actas de las reuniones de la Organización? | | | |
| Bien redactadas?: | | Completas?: | |
| Existen actas de las reuniones de las Asambleas con los socios? | | | |
| Bien redactadas? | | Completas? | |
| Existen libros de contabilidad? | | | |
| Están actualizados? | | | |
| Están completos? | | | |

3. OPERATIVIDAD

Se podrá evaluar la operatividad del sistema de agua de consumo humano si conocemos la capacidad de administración; la capacidad de distribución del agua; la capacidad de mantenimiento de la red hidráulica; y, la capacidad de gestión económica y financiera del sistema (Ficha 10).

Ficha 10. Evaluación de la operatividad del sistema

| **NOMBRE DEL SISTEMA:** | | **NÚMERO:** | |
|---|---|---|---|
| **Capacidad de administración** | | | |
| La estructura es adecuada para administrar el sistema? | | | |
| La distribución de funciones está adaptada al manejo del sistema? | | | |
| Cómo realizan la planificación de las actividades? | | | |
| Se logra cumplir con la planificación? | | | |
| **Capacidad de distribución del agua** | | | |
| La distribución está adaptada a las necesidades de la población? | | | |
| Existen muchos conflictos por el agua de consumo humano? | | | |
| **Capacidad de negociación y alianza** | | | |
| Si existen conflictos saben resolver rápido los mismos? | | | |
| Cómo se resuelven estos conflictos? | | | |
| Existen organismo de control externos que apoyan para resolver los conflictos: | | | |
| Cuáles son: | | | |
| Existen acuerdos, convenios con otras entidades? | | | |
| **Capacidad de mantenimiento del sistema** | | | |
| Las normas y reglas para el mantenimiento del sistema se cumplen: | | | |
| Cómo? | | | |
| Las actividades de mantenimiento significan un exceso de trabajo para los socios? | | | |
| Existe capacidad para hacer el mantenimiento en el tiempo oportuno? | | | |
| Existe capacidad de prevención? | | | |
| La infraestructura hidráulica presenta deterioro? | | | |
| **Capacidad de gestión económica y financiera del sistema** | | | |
| Existe capacidad para adecuar la tarifa con el costo real y el costo social? | | | |
| Existe capacidad para cobrar la tarifa?. Cómo lo hace? | | | |
| Cuál es el porcentaje de la tarifa cobrada? | | | |
| Está la tarifa adaptada a las condiciones socioeconómicas de la población? | | | |
| A qué se destina los fondos de la administración? | | | |
| Existe un manejo transparente de los recursos económicos en términos de inversión? | | | |
| Existe un buen manejo de los libros de contabilidad? | | | |

## GUÍA METODOLÓGICA PARA HACER INVENTARIOS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN RIEGO

1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO

Para tener una idea más precisa del estado general y actual de la funcionalidad técnica del sistema de riego es necesario caminar por la red hidráulica, acompañado de los dirigentes y/o regantes que conozcan bien el sistema; y, además, disponer de información ya generada. Durante el recorrido se elaborará el esquema hidráulico, donde se describirán a cada componente de la infraestructura y de la fuente; y, conjuntamente, con la ayuda del GPS, georeferenciar.

En el gabinete se tiene que codificar a los elemento del sistema de riego y describir las características y secuencia de las obras hidráulicas y establecer las relaciones entre ellas.

Determinar las principales obras hidráulicas que contiene un sistema de riego, que puede ser: bocatoma, red de conducción, red de distribución, obras de almacenamiento, obras especiales. Tener en cuenta en el recorrido de campo, a lo largo del canal principal y en las redes secundarias, si existen obras hidráulicas, que precise la transparencia en la distribución del agua.

2. RIEGO PARCELARIO

En el riego parcelario se tomará en cuenta cuáles son los sistemas de producción que están presentes en el área regada del sistema de riego; y, determinar, de manera general, el patrón de cultivos.

Otro elemento principal es conocer cómo los productores acceden al agua de riego. Entender las lógicas y reglas de distribución del agua en la unidad hidrográfica (microcuenca) y en el sistema de riego.

Analizar si las decisiones y técnicas que está empleando el productor para suministrar agua a los cultivos de las chacras, huertas y otros sistemas de producción existentes, son coherentes, de acuerdo al contexto socio económico en el que se encuentra, a los

conocimientos y experiencias que posee. Para obtener la información se apoyará de observaciones directas en el campo y entrevistas a los productores.

Conocer si hay excesos de agua al término de regar las parcelas y cómo lo manejan para evitar que las plantas se ahoguen o inunden terrenos situados en las partes bajas. Para obtener la información sobre el drenaje realizar visitas de campo y entrevistas a los productores.

3. EVALUACION DE LA FUNCIONALIDAD SOCIAL DE LA RED DE RIEGO

Es fundamental evaluar en el sistema de riego el nivel de equidad de acceso al agua y la calidad del servicio que se da.

Uno de los aspectos importantes es conocer y entender cómo se constituyeron los derechos de agua. Esta parte debe ser analizada con una perspectiva histórica, puesto que sólo así se podrá llegar a comprender la situación actual. La información se obtendrá realizando entrevistas a personas con más años y a jóvenes.

Otro elemento a evaluar es la calidad del servicio de riego, en tres aspectos: la cobertura de la superficie regada, la continuidad de la oferta y la satisfacción de los regantes frente a sus necesidades. Para obtener la información será mediante observaciones de campo y entrevistas.

Es necesario evaluar si se presentan conflictos en torno al agua de riego, a través de conocer el nivel y medir los efectos de los juegos de poder por el acceso al agua. Los informantes claves son los miembros de la Directiva de la Junta y los socios, a quienes se harán entrevistas. En el análisis de la información se confrontarán las opiniones de cada uno de los informantes.

4. EVALUACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA DEL SISTEMA DE RIEGO

Entender la gestión que desarrolla la Junta de Regantes es fundamental. Evaluar la representatividad, legitimidad, normatividad y la operatividad es esencial.

Para obtener la información se realizará entrevistas a grupos focales (directiva de la Junta, procurador sindico, operador, socios y técnicos) o desarrollar asambleas, reuniones de trabajo.

Para analizar la normatividad y operatividad de la organización se debe revisar y estudiar los documentos existentes (estatutos, reglamentos, archivos, libros de cuenta, actas).

## ANEXO 1. INFORMACIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO

### 1. EL ESQUEMA HIDRÁULICO

El esquema hidráulico consiste en elaborar un croquis sobre la red hidráulica del sistema de riego en estudio y de las áreas de riego. En el recorrido que se realice por la red, tomar puntos con GPS, de los sitios donde están las diferentes obras hidráulicas. Además, con el apoyo de las personas que acompañan en el recorrido, agregar más información y detalles sobre la infraestructura y de los perímetros de riego (superficie regable y regada, número de usuarios, caudales concesionados). Si el sistema es complejo se podrá hacer varios croquis, para recoger la mayor información. Además tomar fotos. Para organizar la información se apoyará de la Ficha 1 y 2.

En la Ficha 1 se tiene que dibujar el esquema hidráulico del sistema de riego de estudio. En la Ficha 2, se anota la información general del sistema de riego, al momento de hacer el recorrido de campo. En ésta debe constar la codificación del sistema de riego, la identificación del sistema hidrográfico al que pertenece la unidad geográfica de estudio (microcuenca), la descripción de la fuente, captación, concesión de agua, la ubicación y ocupación del suelo alrededor de la fuente y captación; y, la población servida.

Ficha 1. Información general del sistema de riego comunitario-SRC

| | | | |
|---|---|---|---|
| **NOMBRE DEL SISTEMA DE RIEGO:** | | **NÚMERO:** | |
| | | | |
| **Identificación del sistema hidrográfico a la que pertenece el SRC** | | | |
| Red Hidrográfica: Vertiente del Pacífico | Nivel 1 | Código: | |
| Unidad hidrográfica: Puyango-Catamayo | Nivel 2 | Código: | |
| Unidad hidrográfica: Catamayo-Chira | Nivel 3 | Código: | |
| Unidad hidrográfica: Catamayo | Nivel 4 | Código: | |
| Unidad hidrografica: Microcuenca Chuquribamba-Chantaco (Río Chantaco) | Nivel 5 | Código: | |
| Provincia: | | | |
| Cantón: | | | |
| Parroquia: | | | |
| Poblado/sector/comunidad: | | | |
| **Descripción de la fuente y de la captación** | | | |
| Código de la fuente: | | Tipo: | |
| Código de la captación: | | Tipo: | |
| Coordenadas geográficas: | | | Altitud: |
| Caudal estimado (l/s) | | | Año construcción |
| **Descripción de la ubicación y ocupación del suelo alrededor de la fuente y de la captación** | | | |
| Area de la microcuneca (ha) | | | |
| Alrededor de la fuente existe pasto y arbustos | | | |
| **Descripción de la concesión del agua** | | | |
| Número | | Año | |
| Caudal (l/s) | | Caudal estimado (l/s) | |
| Caudal ecológico (l/s) | | Caudal medido (l/s) | |
| **Población beneficiada** | | | |
| Número y nombres de comunidades: | | | |
| Número de socios: | | | |
| Número de habitantes: | | | |
| Superficie regada (ha): | | | |
| | | | |
| **Comentarios generales** | | | |
| | | | |
| | | | |

Ficha 2. Esquema hidráulico del sistema

| |
|---|
| |

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE

Primeramente identificar el sistema hidrográfico al que pertenece la microcuenca (unidad hidrográfica) en estudio. Para ello, se tiene que codificar, en base al sistema de división hidrográfica del Ecuador vigente. Actualmente la SENAGUA se rige por el método PFAFSTETER. En base éste se tiene que determinar a qué nivel corresponde la unidad hidrográfica en estudio.

También se debe precisar el nombre y el código del sistema hidrográfico donde se encuentra ubicado el sistema de riego comunitario de estudio, en base al método PFAFSTETER. Es decir, determinar a qué nivel corresponde la unidad hidrográfica en estudio.

Adicionar, además en la Ficha 1, el nombre de la provincia, cantón y parroquia donde está insertada el sistema de riego.

Para describir a la fuente de agua que abastece al sistema de riego, se tiene que indicar el nombre del sector donde está ubicado; el piso altitudinal donde está la fuente; el tipo fuente (vertiente, quebrada, río y remanente), con el respectivo código; y, a que margen está ubicado, así:

- Fuentes: Vertiente (V), Remanente (R), quebrada (Q), río (R).
- Margen derecha: MD y margen izquierda: MI.
- Piso altitudinal alto: PA1; piso altitudinal medio: PA2; y, piso altitudinal bajo: PA3.

Con la ayuda del GPS, determinar las coordenadas geográficas (X y Y) y la altitud de la fuente. En el caso que el sistema de riego se abastece de varias fuentes de agua, indicar con precisión cuántas son.

También, se tiene que describir la ubicación y ocupación del suelo alrededor de la fuente. Por ejemplo, escribir el nombre del cerro o de la quebrada que dota de agua al sistema de riego; precisar si alrededor de la fuente hay actividad agrícola o ganadera; indicar si hay protección de la fuente mediante cercas o se ha reforestado el área circundante. Esta información apoyará a concluir si el agua es de buena calidad o no. Para registrar la información sobre la fuente se empleará la Ficha 1.

En el recorrido que se realice es necesario estimar el área de la microcuenca que alimenta a la fuente; estimar el caudal de la fuente, precisando la fecha e indicar las condiciones meteorológicas.

Si amerita, elaborar un croquis, donde contenga los elementos físicos y productivos claves de la situación de la fuente de agua (bosques, cultivos, ganados, cerro, quebrada).

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA DE CAPTACIÓN (BOCATOMA)

En la Ficha 1, señalar el nombre de río, quebrada o vertiente donde está ubicada la bocatoma y donde se deriva el agua para el sistema de riego. Describir detalles adicionales para facilitar la ubicación de la bocatoma, como relatar la ocupación del suelo alrededor de la captación.

Con el apoyo del GPS, anotar las coordenadas geográficas (X y Y) y la altitud, donde está situada la bocatoma.

Con el apoyo de las personas que acompañen el recorrido de campo, determinar la fecha de construcción; el tipo de captación; y, cómo hacen la operación y mantenimiento, indicando que personal está encargado y de las actividades que ellos realizan.

Con la ayuda de la información secundaria del sistema de riego, establecer el caudal concesionado y la fecha de aprobación por parte de la autoridad del agua.

En la sistematización de la información, señalar el código que corresponde a la bocatoma del sistema de riego; así:

- Obras de captación (bocatomas): BC y numeración desde río arriba hasta río abajo (BC01, BC02). Puede haber varias bocatomas para un mismo sistema de riego. Si es la captación rústica (tajamar): BCR01, BCR01.
- Indicar a que margen de la quebrada o río se encuentra ubicado la obra de captación (bocatoma). Si está en la margen derecha, MD; y, si está en la margen izquierda, MI.

Al sistema de riego en estudio se debe codificar con letras y números. Si el sistema es comunitario, la abreviación será: SRC01, SRC02, ...

En la Ficha 1, también deben constar los nombres de los sectores, barrios o comunidades que son servidas por el sistema de riego; el número de familias y habitantes; y, la superficie regada.

## ANEXO 2. EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO

### 1. DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RIEGO

Para comprender la funcionalidad de la infraestructura del sistema de riego es necesario tener la secuencia de todos los elementos y sus relaciones. Apoyarse del esquema hidráulico que se elabora en la Ficha 3.
Comprobar que en un sistema de riego comunitario, el tipo de infraestructura, que comúnmente se encuentra son: obras de captación (bocatomas), desarenador, canales o acequias de conducción, obras de almacenamiento, canales o acequias de distribución y obras especiales (tanque rompe presión, tanque de distribución, válvulas de presión, válvulas de distribución, etc.). Para recoger la información de campo se empleará la Ficha 3.

Para facilitar la sistematización de la información, obtenida en los recorridos y observaciones de campo realizadas, es conveniente codificar los elementos de la infraestructura del sistema de riego, tomando en cuenta la experiencia de la ORSTOM-

INERHI y de los regantes para asignar los nombres a las obras hidráulicas. La nomenclatura que se propone seguir es la siguiente:

- Canal o tubería de conducción: tramo de conducción que va entre dos puntos de la infraestructura sin distribuir el agua (por ejemplo: entre la bocatoma y un tanque de división). CC si es conducción abierta (canal) o CT si es conducción cerrada. La numeración deberá ser en orden creciente (CC01, CC02, … o CT01, CT02)
- Canal o tubería de distribución: tramo entre un punto de infraestructura y otro que distribuye el agua, numerado por orden creciente. Si es abierta CD01, CD02, …; y, si es abierta TD01. TD002….
- Caso especial de un sistema simple que sólo tiene una bocatoma y un canal de tierra, que va desde la bocatoma directo a un perímetro de riego, donde se hace la distribución. A ésta se llamará acequia: AC, numerado en orden creciente. Puede haber varias acequias en una unidad hidrográfica (AC01, AC02, …)
- Obras de almacenamiento:
    - Tanques de almacenamiento: TA, numerado en orden creciente (TA01, TA02,…)
    - Reservorio: R, numerado en orden creciente (R01, R02, …)
    - Otra obra de almacenamiento OA (ídem: OA01, OA02, …)
- Obras especiales:
    - Túneles: T, numerados (T01)
    - Sifones: S, numerados (S01, …)
    - Puentes: P, numerados (P01, P02, …)
    - Caja de derivación o Partidores: CD, numerados (PC01, CD02, …)
    - Derivación rústica: DR, numerados (DR01, DR02,….)
    - Tanque distribuidor: TD, numerados (TD01, TD02,…)
    - Tanque rompepresión: TRP, numerados (TRP01, TRP02,…)
    - Desarenadores: D, numerados (D01, D02, …)
    - Filtros: F, numerados (F01, F02, …)
    - Caja para abrevaderos: CA, numerados (CA01, CA02,…)
    - Válvula de aire: VA, numerados (VA01, VA02,…)
    - Otras obras especiales: OE, numerados (igual OE01, OE02, …)

Ficha 3. Descripción de la secuencia de la infraestructura hidráulica del sistema

| **NOMBRE DEL SISTEMA DE RIEGO:** | | | | | **NÚMERO:** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Orden secuencia (GPS) | X | Y | Altitud | Denominación del tipo de infraestructura | Código | Comentarios | Número de Foto |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| … | | | | | | | |

2. CARACTERÍSTICAS DEL CANAL DE CONDUCCIÓN

Para recoger la información se apoyará de la Ficha 4. En el recorrido, con el apoyo de los informantes, señalar las características técnicas del canal (abierto o conducción cerrada). Si la conducción es abierta, precisar la forma del canal (rectangular, trapezoidal u otro), el tipo de material (tierra, cemento, hormigón u otro) y su estado (perfecto, bueno o malo). Si la conducción es cerrada, indicar el tipo de material (PVC, polietileno, hierro, asbesto cemento u otros) y su estado (perfecto, bien, mal). Si está mal precisar lo que ésta dañado y en dónde. Si amerita, elaborar un croquis para que permita visualizar las características del tipo de conducción del agua (canal o tubería) y tomar fotos.

Con el apoyo de las personas que acompañen en el recorrido de campo, anotar los nombres de las personas que son encargados de la operación y mantenimiento del

canal de conducción, los tipos de trabajo que realizan y con frecuencia. En caso que se presenten problema técnicos, indicar cuáles son.

Durante la sistematización de la información, codificar el canal de conducción, según la codificación que consta en el Anexo 2.

Ficha 4. Características de la red de conducción, distribución; y, operación y mantenimiento del sistema

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE DEL SISTEMA DE RIEGO:** | | | **NÚMERO:** | |
| **Características de la red de conducción** | | | | |
| Código: | | | | |
| Origen: | Captación | | Destino: | |
| Coordenadas geográficas origen: | X: | | | |
| Coordenadas geográficas destino: | Y: | | | |
| | | | | |
| **Características del tipo de conducción** | | | | |
| Canal abierto: | | | Conducción cerrada: | |
| Rectangular: | | | Presión: | |
| Otro: | | | Tipo de material: | |
| Sección | | | Díametro: | |
| Tipo de material: | | | Estado: | |
| Estado: | | | | |
| Caudal: | | | Caudal: | |
| Fecha observación: | | | Fecha: | |
| **Características de la red de distribución** | | | | |
| Código: | | | | |
| Origen: | | | Destino: | |
| Coordenadas geográficas origen: | X: | | Y: | |
| Coordenadas geográficas destino: | Y: | | Y: | |
| Altitud | | | Longitud: | |
| Pendiente: | | | | |

Continuación de la Ficha 4.

| Características del tipo de distribución | | | |
|---|---|---|---|
| Canal abierto: | | Conducción cerrada: | |
| Rectangular: | | Tipo de material: | |
| Otro: | | Diámetro: | |
| Tipo de material: | | Estado: | |
| Estado: | | | |
| Caudal: | | Caudal: | |
| Fecha de observación: | | Fecha: | |
| **Otras características en la funcionalidad de la distribución** | | | |
| Número de sectores atendidos: | | | |
| Existe división de caudal: | | Cómo se divide: | |
| Turno de agua: | | | |
| Número de usuarios beneficiados: | | Superficie regada | |
| **Operación y mantenimiento del sistema** | | | |
| Cuántas personas son encargadas: | | | |
| Tipo de trabajo que realizan: | | | |
| Frecuencia: | | | |
| Es pagado este trabajo?: | | Cuánto gana?: | |

3. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS DE ALMACENAMIENTO Y ESPECIALES

Describir a las obras que sirven para almacenar el agua de riego. Pueden ser tanque, reservorio u otro tipo de almacenamiento. Detallar si éstas son para almacenar agua en el día y la noche; la fecha de construcción y su estado. En el momento del recorrido de campo, al detectar que la obra está en mal estado, preguntar a los usuarios que acompañan, si se debe a los años que ha prestado el servicio o al inadecuado mantenimiento. Tener claridad sobre la operación y mantenimiento de la obra, quién y

qué actividades realiza esta persona y con qué frecuencia; y, el pago que recibe. Si amerita, el caso, elaborar un croquis de la obra de almacenamiento y tomar fotos.

Con el GPS, determinar las coordenadas geográficas (X y Y) y la altitud. Determinar la capacidad de almacenamiento en m³ o en litros y evaluar si la capacidad corresponde con la demanda. Adicionalmente, describir si hay problemas de contaminación. Establecer si el agua se distribuye directamente desde la obra de almacenamiento hasta las parcelas (perímetros) de riego.

Al sistematizar la información, codificar a la obra (s) de almacenamiento, según la codificación que consta en el Anexo 2, numeral 1.

Si existen obras especiales es necesario describir el tipo de las mismas que están presentes en la red hidráulica del sistema de riego.

Para facilitar la identificación de las obras especiales se indica algunos nombres de tipos que se pueden encontrar en cualquier sistema de riego: Obras de regulación (derivador, estación de bombeo, aliviadero, desarenador, filtro, tanque rompe presión, válvula rompe presión); obras de distribución (compuerta, válvula de distribución, medidor, repartidor); y, obras de conducción (puente, tubería “colgante”, acueducto, sifón).

Ficha 5. Descripción de las obras hidráulicas de almacenamiento y especiales

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE DEL SISTEMA DE RIEGO:** | | **NÚMERO:** | | |
| | | | | |
| **Obras hidráulicas de almacenamiento 1** | | | | |
| Código de la obra: | | | | |
| Coordenadas geográficas | | | | |
| Altitud | | | | |
| Tipo material de construcción: | Cemento | | Estado: | Bueno |
| Año de construcción: | | | | |
| Capacidad de almacenamiento (m3): | | | | |
| **Obras hidráulicas de almacenamiento 2** | | | | |
| Código de la obra: | | | | |
| Coordenadas geográficas | | | | |
| Altitud | | | | |
| Tipo material de construcción: | | | Estado: | |
| Año de construcción: | | | | |
| Capacidad de almacenamiento (m³): | | | | |

Continuación de la Ficha 5.

| Obras especiales | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Obra de Regulación** | | **Obra de Distribución** | | **Obra de Conducción** | |
| Desarenador | | Compuerta | | Puente | |
| Derivador | | Válvula de distribución | | Tubería colgante | |
| Aliviadero | | Medidor | | Acueducto | |
| Filtro | | Repartidor | | Sifón | |
| Tanque rompe presión | | | | | |
| Válvula rompe presión | | | | | |
| Otro | | | | | |
| Año de construcción | | Tipo de material: | | | |
| **Operación y mantenimiento de las obras hidráulicas** | | | | | |
| Personal encargado de la operación: | | | | | |
| Es pagado? | | | Cuánto gana? | | |
| Personal encargado del mantenimiento: | | | | | |
| Es pagado? | | | Cuánto gana? | | |
| En qué consiste estas tareas: | | | | | |
| Frecuencia de estas tareas: | | | | | |
| Comentarios adicionales y croquis de la obra | | | | | |
| **Otras características de la funcionalidad del sistema de riego** | | | | | |
| Hay transparencia en la distribución del agua? | | | | No | |
| En caso de haber, como lo hacen? | Escala limnimétrica | | | Aforadores | |
| Si la respuesta es afirmativa, en partes del sistema están ubicados los medidores de caudal? | | | | | |

4. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Para establecer las características de las redes de distribución, precisar si la conducción es abierta o cerrada. Si es canal abierto precisar si es rectangular, trapezoidal u otro tipo; así como, describir el tipo de material (tierra, cemento, hormigón) y su estado. En conducción cerrada (tubería) indicar el tipo de material (PVC, polietileno, hierro fundido, manguera negra u otros) y su estado (perfecto, bien, mal) e indicar si está mal y la razón por lo que está dañado y en dónde.

Tener claridad de la operación y mantenimiento de las redes de distribución, precisando los nombres de las personas encargadas; el tipo de trabajo que realizan; y, la frecuencia. Precisar en dónde se distribuye el agua de esta canal; cómo se divide el caudal a partir de esta distribución; si existe turno de agua o no para este ramal y su frecuencia; el número de usuarios que son servidos por este canal; y, la superficie regada (has) por este canal.

En la sistematización de la información obtenida en campo y la secundaria, codificar la red de distribución, con la codificación que consta en el Anexo 2, numeral 1.

Ficha 6. Descripción sobre las parcelas (perímetros de riego)

| **NOMBRE DEL SISTEMA:** | | **NÚMERO:** | |
|---|---|---|---|
| **Número y tamaño de las parcelas (unidades de producción)** | | | |
| Número promedio de parcelas de riego: | | | |
| Superficie promedio parcelas (ha): | | Superficie regable: | |
| Parcelas regadas: | | Superficie regada: | |
| Temporada de riego: | Junio a Diciembre | | |
| Horarios de riego: | | Turno de riego: | |
| Duración de riego: | | Frecuencia: | |
| **Tenencia de la tierra de las unidades de producción** | | | |
| Número de propietarios: | | | |
| Número de arrendatarios: | | | |
| **Uso del suelo** | | | |
| Tipo de suelo: | | | |
| Tipo de uso productivo | | | |

# ANEXO 3. RIEGO PARCELARIO

## 1. DATOS GENERALES

Es importante obtener información relacionada con la superficie regable y regada del sistema de riego; el número de socios; el modo de distribución del agua, la temporada de riego, los turnos, horario y frecuencia de riego a nivel del sistema mayor.

En el recorrido de campo observar y aproximar el tamaño de las unidades de producción que disponen los socios del sistema; señalar si los terrenos que disponen son propios, arrendados; el tipo de suelo y si éste tiene un uso productivo.

## 2. RIEGO PARCELARIO Y DRENAJE

Para obtener información del riego parcelario es necesario observar las parcelas o con el apoyo de las personas que acompañan el recorrido de campo, describir quiénes son las personas que riega (mujeres, hombres, niños); y, si ellos son los dueños o contratados para regar.

Otro aspecto importante a describir es la técnica del riego (surcos, aspersión, goteo, inundación, etc.), es decir, conocer cómo se riega. Si es por surcos, tener en cuenta la longitud del surco, la distancia entre surcos, pendiente. En aspersión, conocer el tipo de aspersor, diámetro húmedo, distancia entre aspersores. En goteo, estar al tanto de tipo de gotero, distancia entre goteros, distancia entre laterales.

También es indispensable determinar en el recorrido de campo y con las conversaciones que se realice, precisar cuál es la temporada de riego; el tiempo de riego; la frecuencia y la hora que inicia a regar en la parcela.

En caso de existir parcelas con remanentes de agua al final de riego, misma que requiera ser eliminada, determinar la proporción o cantidad de agua; el tipo de infraestructura que existe para evacuar; la utilidad de esta o los problemas que ocasione; y, elaborar un croquis y tomar fotos (Ficha 7).

Ficha 7. Riego parcelario y drenaje

| | | | |
|---|---|---|---|
| **NOMBRE DEL SISTEMA DE RIEGO:** | | **NÚMERO:** | |
| Quién riega? | | | |
| Hombres: | | Mujeres: | |
| Niños (as): | | Personas contratadas: | |
| Cómo riega? | | | |
| Surcos | | | |
| Inundación | | | |
| Aspersión: | | | |
| Goteo: | | | |
| Otro: | | | |
| Temporada de riego: | | | |
| Módulo de aplicación: | | | |
| Tiempo de riego: | | | |
| Frecuencia de riego: | | | |
| **Drenaje** | | | |
| Existen aguas remanentes al final del riego: | | | |
| Si existen? En qué proporción? | | | |
| Existen zanjas para guiar estos remanentes? | | | |
| Sí. A dónde va el agua residual? | | | |
| Existen usuarios de estas aguas residuales? | | | |
| Formales? | | Informales? | |
| Existen problemas de erosión ligada al drenaje? | | | |

# ANEXO 4. EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD SOCIAL DEL SISTEMA DE RIEGO

## 1. CONSTITUCIÓN HISTÓRICA DE LOS DERECHOS DE AGUA, LA OPORTUNIDAD Y CONTINUIDAD DE LA DOTACION DE AGUA

Evaluar la funcionalidad social del sistema de riego es básico y relevante. Uno de los aspectos fundamentales en el funcionamiento del sistema es el derecho de agua, por ello se tiene que analizar las relaciones sociales que existen en la sociedad que maneja el agua.

Los derechos de agua consisten en normas y acuerdos sociales para la distribución del agua. Es clave caracterizar las reglas de distribución del agua, analizando los tipos de distribución, el grado de movilidad del agua, las características del flujo, la organización espacial de la distribución, los horarios y tiempo de distribución, la frecuencia de distribución; y, los roles de los actores sociales involucrados en el riego.

Es fundamental el comprender el proceso histórico de la constitución de los derechos de agua, mediante la determinación de las formas de creación de derechos, las diferencias de acceso entre grupos sociales, la reglas de trasmisión del derecho y creación de nuevos derechos, las pérdidas de derechos; y, los derechos agua y las obligaciones.

El resultado de este trabajo es determinar con datos y hechos, la calidad y la equidad de la distribución de agua en un determinado sistema de riego.

La información se obtendrá realizando entrevistas a los diferentes actores sociales involucrados en el riego.

Para determinar la oportunidad y continuidad de la dotación de agua a los socios del sistema de riego, se requiere obtener información de campo sobre los datos demográficos y geográficos de beneficio, la dotación de agua a cada socio del sistema; y, el costo del agua y sustentabilidad social.

Los datos demográficos de beneficio son el determinar el número de habitantes y de las familias que se benefician del sistema de riego. Mientras, los datos geográficos de

beneficio son el precisar el número de propietarios o arrendatarios que se benefician del sistema; y, la superficie regada y regable de las parcelas de riego.

Para determinar la dotación de agua por socio es necesario obtener datos relacionados al caudal concedido por socios, en caso de existir. Determinar si la continuidad de la dotación de agua es permanente, o sólo es en el día o en la noche. Además, precisar si hay de demanda interna (si existe dentro del sistema de riego población que no tiene derecho al agua); y, demanda externa (si existe fuera del sistema de riego comunidades o poblados que no tienen acceso al agua de riego), para ello evaluar si se puede extender o no la red a los demandantes.

El costo del agua y la sustentabilidad social se determinará si conocemos los criterios para establecer el valor de la tarifa, si ésta es cobrada o no, en porcentaje del total de los socios; y, en caso que el valor de la tarifa es insuficiente, determinar si los socios están dispuesto a pagar más.

Ficha 8. Evaluación de la funcionalidad social del sistema

| | | | |
|---|---|---|---|
| **NOMBRE DEL SISTEMA DE RIEGO:** | | **NÚMERO:** | |
| **1. Caracterización de las reglas de distribución de agua** | | | |
| **1.1. Tipo de distribución** | | | |
| Cómo se distribuye y se reparte el agua? | | | |
| Independiente de la superficie: | | | |
| Proporcional a la superficie: | | | |
| **1.2. Grado de movilidad del agua** | | | |
| El agua está ligada a la parcela: | | | |
| El agua está ligada a la persona: | | | |
| El agua tiene una fuerte movilidad: | | | |
| **1.3. Horarios y tiempo de distribución** | | | |
| Horarios fijos y tiempos fijos: | | | |
| Tiempo y horario variable: | | | |
| **1.4. Continuidad del servicio-turno de agua** | | | |
| Permanente: | | Sólo en la noche: | |
| Sólo en el día: | | Turno | |
| Demanda interna: | | Demanda externa: | |

Continuación de la Ficha 8.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1.5. Frecuencia de distribución** | | | |
| Existe un turno de agua? | | | En caso de sí, |
| Cuántos días dura el turno? | | | |
| Duración máxima: | | Duración mínima: | |
| La duración del turno depende de la temporada: | | | |
| Invierno: | | Verano: | |
| **1.6. Roles de los actores** | | | |
| Quién entrega el caudal? | | | |
| Quién decide el caudal de entrega? | | | |
| Quién vigila el flujo? | | | |
| Existen relaciones de poder en torno a esta distribución? | | | |
| A quiénes perjudican estas relaciones de poder? | | | |
| Quiénes están favorecidos en la distribución? | | | |
| **2. Caracterización del derecho de agua** | | | |
| **2.1. Elementos para la caracterización histórica del derecho de agua: Formas de creación de derechos** | | | |
| Cómo se ha determinado quién tiene derecho al agua y quién no tiene? | | | |
| | | | |
| Cómo se ha determinado quién puede tener o adquirir derechos al agua? | | | |
| | | | |
| El derecho está ligado a la participación en la construcción o rehabilitación de la infraestructura? | | | |
| | | | |
| El derecho está ligado a una inversión en capital o en tiempo de trabajo para el sistema de riego | | | |
| | | | |
| Reglas de transmisión del derecho | | | |
| Igualitaria entre herederos: | | | |
| División del agua entre herederos independientemente de la tierra: | | | |
| Venta de la tierra sin el derecho: | | | |
| Venta del derecho sin la tierra: | | | |

Continuación de la Ficha 8.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **2.2. Derechos de agua y obligaciones** | | | |
| Participación en mingas para el mantenimiento de la infraestructura: | | | |
| | | | |
| Participación con cuotas para el mantenimiento de la infraestructura: | | | |
| | | | |
| **2.3. Costo del agua y sustentabilidad social** | | | |
| Tarifa actual: | | Monto total tarifa facturada: | |
| | | Monto total tarifa cobrada: | |
| Precio que la gente está dispuesta a pagar: | | | |
| Pago de tarifas: | | | |
| | | | |
| **2.4. Respeto de las reglas de reparto:** | | | |
| Se respetan las reglas | | | |
| **2..5. Pago de multas:** | | | |
| Si paga la mayoría | | | |

2. CONFLICTOS

Por la importancia que tiene el agua para la vida de las comunidades y productores y frente a la escasez, en las épocas de verano, suelen existir conflictos entre los socios del sistema de riego. El riego, en sí, se constituye en un instrumento de poder y conflicto, por lo que es necesario analizar las causas, determinar los actores involucrados en el conflicto; y, buscar la manera de cómo resolverlos.

El investigador, en el campo tiene que obtener información si existe o no conflictos, determinar los actores involucrados y las razones de los conflictos presentes; y, la manera cómo los resuelven (Ficha 9).

Ficha 9. Evaluación de los conflictos

| **NOMBRE DEL SISTEMA DE RIEGO:** | | **NÚMERO:** | |
|---|---|---|---|
| **Existencia de conflictos** | | | |
| Existen conflictos en el sistema de riego? | | Por qué? | |
| Son numerosos? | | Por qué? | |
| Cuál es la frecuencia de estos conflictos? | | | |
| **Actores de los conflictos** | | | |
| Se dan siempre entre los mismos socios? | | | |
| Se dan entre los socios y otros grupos sociales? Cuáles? | | | |
| Se dan entre hombres y mujeres? | | | |
| Se dan entre la Directiva de la Junta y socios? | | | |
| Se dan entre los actores rio arriba y río abajo? | | | |
| Se dan entre comunidad y hacendados u otros? | | | |
| Se dan entre el pueblo y Junta parroquial? | | | |
| Otros? | | Cuáles? | |
| **Razones de los conflictos** | | | |
| Son conflictos entre usos de agua o solo sobre el agua de riego?: | | | |
| Competencia entre usos agua potable, uso de riego o industrial | | | |
| Cuáles son las causas de estos conflictos? | | | |
| Sobre concesiones: | | | |
| Acceso al agua: | | | |
| Robos: | | | |
| No respeto de los horarios: | | | |
| Incumplimiento de las obligaciones de los socios: | | | |
| Problema de la infraestructura no adaptada: | | | |
| Otros: | | | |

Continuación de la Ficha 9.

| **Resolución de conflictos** | |
|---|---|
| Quién está cargo de resolver estos conflictos? | |
| La Directiva de la Junta: | |
| El Aguatero: | |
| La SENAGUA: | |
| Cómo se manejan estos conflictos? | |
| Mediante la capacitación: | |
| Mediante negociación de reglas de reparto adaptadas: | |
| Realización de obras más adecuadas: | |
| Ajustes de las reglamentaciones de la organización: | |

ANEXO 5. EVALUACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN EN LA ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Para evaluar la organización de la administración del sistema de riego se debe analizar tres aspectos fundamentales:

1. REPRESENTATIVIDAD Y LEGITIMIDAD

Se trata de obtener información sobre la legalidad de la Junta Administradora del sistema de riego; la composición de la Junta actual; las funciones de los miembros de la Directiva; la homogeneidad o heterogeneidad de la representación de los socios en la Junta; y, el reconocimiento y legitimidad (Ficha 10).

Ficha 10. Evaluación de la representatividad y legitimidad del sistema

| | | | |
|---|---|---|---|
| **NOMBRE DEL SISTEMA DE RIEGO:** | | **NÚMERO:** | |
| **Legitimidad de la Junta Administradora** | | | |
| Registro legal de la Junta: | | Año de creación: | |
| Número de directivas desde la creación: | | | |
| **Composición de la Junta General** | | | |
| Presidente | | Vicepresidente: | |
| Tesorero: | | Secretario: | |
| Procurador Sindico | | Vocales: | |
| **Funciones** | | | |
| Están bien definidos los roles y las funciones de los distintos actores del sistema de riego? | | | |
| Cada cuánto tiempo se eligen los representantes de la organización? | | | |
| Existe una real rotación de los cargos dentro de la organización? | | | |
| **Representatividad de la heterogeneidad de los socios** | | | |
| Representación de los siguientes grupos: | | | |
| Jóvenes: | | Mayores: | |
| Hombres: | | Mujeres: | |
| En qué medida la Junta logra la participación activa de la población (mujeres en particular) en las asambleas? | | | |
| Cuál es el poder de convocatoria de la Junta? | | | |
| En qué medida los socios reciben información sobre decisiones de manejo de la red de riego? | | | |
| **Reconocimiento-legitimidad** | | | |
| Está reconocida por los socios como autoridad legítima para administrar la red de riego? | | | |
| Está reconocida por otras autoridades (SENAGUA, Gobierno Provincial, Junta Parroquial, Municipio) | | | |
| De qué forma y cómo se toman las decisiones: | | | |
| Por el Presidente: | | | |
| Por la Junta: | | | |
| Por la Asamblea: | | | |
| Cómo se definieron los derechos y las obligaciones de los usuarios? | | | |
| La mayoría o la minoría consideran que la distribución del agua de riego es justa? | | | |

2. NORMATIVIDAD

Determinar el tipo de normatividad; conocer si la Junta tiene o no personería jurídica; determinar las existencia de estatutos y reglamentos internos; el padrón de distribución

de agua; las reglas tarifarias; y, constatar y analizar las actas y libros de contabilidad (Ficha 11).

Ficha 11. Evaluación de la normatividad del sistema

| | | | |
|---|---|---|---|
| **NOMBRE DEL SISTEMA DE RIEGO:** | | **NÚMERO:** | |
| **La normatividad está establecida por:** | | | |
| Normas: | | Orales: | Escritas: |
| Normas administrativas: establecidas- socialmente reconocidas- otras: | | | |
| **Estatutos y reglamentos internos** | | | |
| La Junta Administradora tiene personería jurídica? | | | |
| Tiene estatutos? | | | |
| Están aprobados estos estatutos? | | | |
| Por SENAGUA: | | Por el MAGAP: | |
| Están revisados y actualizados o caducos? | | Año de redacción: | |
| Tiene reglamento interno que precise las reglas, derechos y obligaciones respeto al uso y mantenimiento de la red de riego? | | | |
| El Reglamento está caduco o actualizado? | | | |
| Está escrito o es conocido por los socios verbalmente como usos y costumbres? | | | |
| Establece claramente los derechos y obligaciones de los socios? | | | |
| Establece claramente las sanciones en caso de no cumplir normas establecidas colectivamente? | | | |
| Garantiza igualdad de acceso al servicio para todos? | | | |
| **Padrón de distribución** | | | |
| Existe un padrón de distribución de agua de riego? | | | |
| Cómo fue establecido y cuándo? | | | |
| Este padrón está aprobado: | | Por el CNRH?: | |
| | | Por todos los socios?: | |
| Este padrón teórico de distribución, se aplica en la realidad? | | | |
| Este padrón se modifica en caso de escasez de agua (sequía)? | | | |

Continuación de la Ficha 11.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Reglas tarifarias** | | | |
| Existen reglas establecidas para tarifas de pago del servicio de agua de riego? | | | |
| Cómo se establecieron? | | | |
| La tarifa permite cubrir? | | | |
| El pago de la (s) persona (s) que opera (n) la infraestructura de la red de riego: | | | |
| El pago de la (s) persona (s) que mantiene (n) la red de riego: | | | |
| El pago de otros gastos de mantenimiento (material): | | | |
| El pago de otros gastos de operación: | | | |
| Existen, en vez de tarifa por el servicio, condiciones de participación en el mantenimiento de la red? | | | |
| Monto teórico que se debería cobrar: | | | |
| Monto real cobrado: | | Porcentaje teórico: | |
| Número de socios que pagaron: | | | |
| Porcentaje de socios que pagaron del total de socios servidos: | | | |
| Lo cobrado, permite cubrir los gastos reales de operación y mantenimiento? | | | |
| **Actas y libros** | | | |
| Existen actas de las reuniones de la Junta? | | | |
| Bien redactadas?: | | Completas?: | |
| Existen actas de las reuniones de las Asambleas con los socios? | | | |
| Bien redactadas? | | Completas? | |
| **Existen libros de contabilidad?** | | | |
| Están actualizados? | | Bien redactados? | |
| | | Completos? | |

3. OPERATIVIDAD

Consiste en establecer la capacidad de administración que tiene la Junta; así como la capacidad de distribuir el agua, en función de las necesidades o requerimientos de riego de los cultivos; la capacidad de negociación, en caso de haber conflictos por el agua de riego, y alianza; la capacidad para hacer el mantenimiento de la infraestructura hidráulica; la capacidad de gestión económica y financiera del sistema. Además, es necesario determinar el personal técnico y administrativo que está

involucrado en manejar el sistema de riego, con sus correspondientes funciones y responsabilidades y el tiempo de qué dedica en el trabajo (Ficha 12).

Ficha 12. Evaluación de la operatividad del sistema

| **NOMBRE DEL SISTEMA DE RIEGO:** | | **NÚMERO:** | |
|---|---|---|---|
| **Capacidad de administración** | | | |
| Qué tan adecuada es la estructura para administrar la red de riego? | | | |
| La distribución de funciones está adaptada al manejo de la red de riego? | | | |
| Existen modalidades de planificación de las actividades? | | | |
| Se logra cumplir con esta planificación? | | | |
| **Capacidad de distribución del agua** | | | |
| La distribución está adaptada a las necesidades/requerimientos de los cultivos? | | | |
| Existen muchos conflictos por el agua de riego? | | | |
| **Capacidad de negociación y alianza** | | | |
| Si existen conflictos, sabe resolver rápido estos conflictos? | | | |
| Cómo se resuelven estos conflictos? | | | |
| Existen organismos de control externos (Junta Parroquial, Municpios, SENAGUA, otros) que apoyan al sistema? | | | |
| Existen acuerdos, convenios con otras entidades? | | | |
| Poder de convocatoria? | | | |
| **Capacidad de mantenimiento de la red** | | | |
| Las normas y reglas para el mantenimiento de la red se cumplen? | | | |
| Las operaciones de mantenimiento significan una sobrecarga de trabajo? | | | |
| Existen capacidad para hacer el mantenimiento en el tiempo oportuno? | | | |
| La organización tiene capacidad de prevención? | | | |
| La red de riego presenta una degradación de su infraestructura? | | | |
| **Capacidad de gestión económica y financiera del sistema de riego** | | | |
| Existe capacidad de adecuar la tarifa con el costo real, con el costo social? | | | |
| Capacidad de cobrar la tarifa? | | | |
| Porcentaje de tarifa cobrada? | | | |
| Está la tarifa adaptada a las condiciones socioeconómicas de la población? | | | |
| A qué se destinan los fondos recaudados? | | | |
| Existe un manejo adecuado de los recursos económicos en términos de invesrión? | | | |
| Existe un buen manejo de los libros de contabilidad? | | | |

Continuación de la Ficha 12.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Personal de la red de riego** | | | |
| Personal administrativo | | | |
| Director: | | Secretario: | |
| Contador: | | Administrador: | |
| **Personal técnico** | | | |
| Aguatero: | | Canalero: | |
| Otro: | | | |
| En qué consiste su trabajo? | | | |
| Qué tiempo dedica a este trabajo? | | | |
| Número de días a la semana: | | | |
| Horas diarias: | | | |
| Está pagado por este trabajo? | | | |
| En caso de que sí, cuánto le pagan?: | | | |
| Encuentra problemas al hacer su trabajo?: | | | |
| En caso de que sí, qué tipo de problemas?: | | | |

## GUÍA METODOLÓGICA PARA HACER INVENTARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA

### 1. PLAN DE MUESTREO

Para establecer el plan de muestreo, primeramente, se tiene que realizar un recorrido de campo por toda el área de la microcuenca, para identificar los diferentes flujos de agua (red hidrográfica) y las posibles fuentes de contaminación. Esta información se obtendrá cuando se hace el inventario de los sistemas de agua de consumo humano y de riego o cuando se recorra el rió principal o las quebradas, cuando se va a seleccionar las estaciones de aforo, aprovechando la presencia de los dirigentes y socios de los sistemas, puesto que ellos tienen una mejor percepción de la existencia o no de la contaminación.

En el recorrido de campo el investigador tiene que observar la presencia de flujos de aguas naturales y artificiales, desde río arriba hasta río abajo y desde la fuente hasta las zonas de uso o de descarga. En este proceso es necesario identificar la fuente y tipo de contaminación, como el área contaminada. Este trabajo ayuda a determinar los puntos de muestreo necesarios y pertinentes, acción que ayuda a disminuir costos.

Una vez identificada la fuente específica de contaminación y los recursos económicos disponibles, se determinarán puntos de muestreo antes y después de foco de contaminación. Esta decisión ayudará al investigador a interpretar los resultados de manera objetiva y llegar a conclusiones más seguras. Así mismo se deberá codificar en el plan de muestreo. El código del punto a muestrear corresponderá al código del sistema de estudio, sea de consumo humano o riego comunitario; fuente de agua o la estación de aforo establecida.

Los muestreos de agua, en los puntos seleccionados, se tendrán que hacer por lo menos en dos épocas (invierno y verano), puesto que en estas épocas en la microcuenca se presenta una dinámica de los flujos de agua de la red hidrográfica. Este se debe porque cuando circula más agua por la quebrada, ríos, los contaminantes presentes se diluyen más.

Para asegurar buenos resultados del análisis de agua en los puntos muestreados se debe considerar el protocolo para la toma de muestras y luego su conservación hasta

que lleguen al laboratorio; y, el laboratorio deber ser certificado por organismos acreditados.

## 1.2 MUESTREO

Los criterios a tomar en cuenta para la toma de muestras de agua de los ríos, quebradas, agua potable y residual, son de suma importancia, puesto que ésta es el objetivo del análisis, por lo que tiene que ser representativa de la fuente que se desea caracterizar. También depende del protocolo que exija el laboratorio que realizará el análisis de las muestras de agua.

Para realizar la toma de muestra se requiere que el personal esté adecuadamente capacitado, con conocimientos y una clara conciencia de la responsabilidad que demanda esta operación, ya que esto condiciona los resultados obtenidos en el análisis e interpretación que puedan darse a los mismos.

Tomar la muestra de agua en envases de vidrio borosilicatado o de plásticos, con tapa, bien esterilizado, limpio y homogenizado, con agua de la muestra a analizar, de dos a tres veces, para así evitar que el agua se contamine accidentalmente durante el muestreo.

El procedimiento para la recolección de la muestra dependerá del origen del agua. Para el caso de quebradas, ríos, vertientes o en cisternas, la muestra se tomará introduciendo el frasco a una cierta profundidad, lejos de los bordes para evitar que se levantes los sedimentos. En caso de un grifo es necesario dejar fluir el agua por lo menos cinco minutos, para eliminar el agua que se encuentra almacenada en la tubería, y de ser posible desinfectar la boca del grifo (lavar al grifo con alcohol, durante un minuto). Y, cuando se trata de una laguna se seleccionará los puntos de muestreo y se recolectarán las muestras a diferentes profundidades, empleando muestreadores especiales. Las personas que realicen el muestreo deben utilizar vestimenta adecuada como mandil, guantes y botas.

Los equipos de medición in situ deben estar limpios y calibrados –por el operador del equipo-antes de ir al campo, dejándolos en el mismo estado al finalizar el muestreo; y, contar con un plan de mantenimiento preventivo y de calibración por el laboratorio. Los equipos que se debe llevar al campo son: potenciómetro, conductímetro, oxímetro, equipo del agua y el equipo receptor GPS.

En el momento que se toma la muestra de agua, en el punto de muestreo, se tiene que obtener datos de color, olor y parámetros como pH, temperatura, oxígeno disuelto; porcentaje de saturación, debido a que en el agua captada continúa una serie de procesos que van cambiando sus propiedades iniciales.

El volumen de agua requerido para el análisis de los parámetros físico-químico es de 2 litros. Adicionalmente se debe tomar aproximadamente medio litro de agua, en otro recipiente, para el análisis microbiológico.

Las muestras obtenidas deben etiquetarse y escribir con tinta a prueba de agua, indicando claramente el punto de muestreo, la fecha, hora, el origen del agua, las condiciones ambientales del momento (verano, lluvia, viento, etc.) y demás circunstancia, que a juicio del muestreador considere necesario. Así mismo, llenar la ficha de campo, con la información requerida: código del punto de la muestra, ubicación geográfica, nombre del sector, nombre de la fuente de agua, fecha, hora, condiciones ambientales, etc. (Ficha 1).

Para la toma de muestras en ríos y quebradas, evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas. El frasco muestreador se colocará en dirección opuesta al flujo e independientemente del tipo de muestreo que utilice. En el caso de las muestras que deban ser transportadas, lo mejor es dejar un espacio de aproximadamente 1% de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión térmica.

Para que las muestras de agua mantengan sus características y evitar los cambios que puedan producirse en ellas, es necesario no exponerla a la luz solar y conservarlas a la temperatura de 4°C, hasta realizar el análisis. Por esta razón, las muestras deben ser puestas en cajas térmicas, que contenga hielo.

Las muestras deben trasladarse rápidamente al laboratorio después de su recolección y de manera inmediata proceder a su análisis, para que los resultados obtenidos sean confiables. Mientras más contaminada este la muestra, menor debe ser el tiempo entre la toma y análisis de la misma.

## 1.3 PARÁMETROS A ANALIZAR Y DEFINICIÓN DE INDICADORES

Los parámetros a analizar en el laboratorio tienen relación con los tipos de contaminación y los usos del agua que de la población en la unidad hidrográfica de estudio; y, de la disponibilidad económica existente para realizar los análisis.

Cuando hay limitaciones económicas para analizar la calidad del agua en una unidad hidrográfica, la literatura especializada recomienda trabajar, en primera instancia, con índices de calidad, mismos que apoyan a quienes toman decisiones y también para informar al público en general. Los índices de calidad son: biológicos, químicos y físicos. Para evaluar estos índices se requiere conocer los diferentes indicadores, que a continuación se exponen.

**Indicadores Físicos:**

**Sólidos totales:** Son aquellos que están constituidos por la materia flotante (plásticos, madera, vegetales, animales, cadáveres, otros), material sedimentable, coloidal y en suspensión. Este parámetro es de mayor importancia, sirve para el dimensionamiento y control de unidades de tratamiento.

**Olor:** Los olores del agua se deben a los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica o de substancias en suspensión. Un agua normal tiene un olor fresco, soportable o ningún olor. En cambio, aguas en estado de septicidad tienen olores desagradables, como a huevo podrido que indica la presencia de ácido sulfhídrico, desde la reducción de sulfitos y sulfatos. El efecto del olor es que impide una respiración adecuada, disminuye el apetito, provoca náusea y vómito, y más que todo es indicador de la presencia de contaminantes no deseable.

**Temperatura externa / Temperatura interna:** Son valores de las temperaturas medidas. La externa es del aire del ambiente, al lado del punto de muestreo; y, la interna, del agua a la altura del punto de muestreo. Debido a las actividades domésticas o industriales, la temperatura del agua se eleva, lo que tiene consecuencias en las reacciones químicas y biológicas que se dan en el agua. Por lo tanto, vale destacar si la variación de temperatura es muy grande entre el agua y el ambiente, se debe a la presencia de un fenómeno anormal. Una temperatura elevada favorece la proliferación de microorganismos y puede agravar los problemas de sabor, color, olor y corrosión.

**Color y turbiedad:** Indican la condición del agua. Por ejemplo, un agua de color gris y un poco turbia puede significar una contaminación reciente. Un agua negra es característica de un agua en estado séptico, con compuestos en descomposición parcial.

**Color:** Se debe a la existencia de substancias disueltas en el agua, de naturaleza orgánica, relacionadas con el humus del suelo (compuestos responsables del color llamados por consiguiente substancias húmicas), con contaminación de efluentes industriales u otra. Los colores superiores a los 15 UCV (Unidad de Color Verdadero), pueden ser detectados por la mayoría de la gente. No se propone para el color un valor guía basado en criterios sanitarios como se plantea la OMS. La EPA (Agencia Americana de Protección Ambiental) recomienda que el color no exceda de 75 UCV (por razones de pura estética).

**Turbiedad:** Se debe a la presencia de partículas en suspensión. A parte de afectar la calidad estética del agua, se ha demostrado que la acción de ciertos productos desinfectantes como el cloro se ve reducida en aguas turbias. Generalmente, una turbiedad inferior a 5 unidades nefelomítricas es aceptable. No obstante, se recomienda que se mantenga la más baja posible.

**Indicadores Químicos:**

**DBO:** demanda bioquímica de oxígeno. Se define como la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para estabilizar la materia orgánica carbonosa que existe en una muestra. La cantidad de oxígeno consumida es proporcional (de primer orden) a la materia orgánica metabolizada: cuanto mayor es el grado de contaminación orgánica, mayor es el valor de la DBO. Este ensayo se hace en un tiempo de 5 días y a temperatura normalizada de 20°C. De acuerdo a la normatividad actual, la DBO debería llegar a valores entre 20 y 30 mg/L.

**DQO:** demanda química de oxígeno. Corresponde a la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica mediante la utilización de un fuerte oxidante químico (cromo de potasio) en un medio ácido. Este ensayo que solo se demora 2 horas se utiliza ventajosamente en aguas residuales de industrias o desagües de poblados que contienen compuestos tóxicos para la vida biológica. En general la DQO es más alta que la DBO.

**Nitrógeno total:** Permite verificar el estado de estabilización de la materia orgánica según la forma de los compuestos del nitrógeno.

**Nitratos:** La presencia de nitratos no es extraña, especialmente en aguas almacenadas en cisternas en comunidades rurales. Resultan principalmente de la contaminación por aguas residuales de la agricultura. Aunque la toxicidad relativa de los nitratos es bien conocida, es difícil establecer cuál es el nivel de una dosis nociva. La ingestión de aguas con un nivel mayor a 10 mg/L produce efectos dañinos en los niños.

**Nitritos:** Tienen mayor efecto nocivo que los nitratos. Pero en niveles menores a 1 mg/L, con la oxidación con cloro se convierten en nitratos.

**pH:** El rango de pH para la vida biológica es muy estrecho y crítico, se considera como un rango adecuado un valor comprendido entre 6 y 8 - 6,5 y 9,5.

**Azufre:** Es necesario para la síntesis de proteínas. Es reducido en condiciones anaerobias a sulfitos que pueden combinarse con hidrógeno para producir ácido sulfhídrico que causa problemas de olor y de corrosión.

**Nitrógeno y fósforo:** Son esenciales para el crecimiento biológico (nutrientes bioestimulantes).

**Alcalinidad:** Básicamente es la medida de la capacidad del agua para neutralizar ácidos. Por lo general está presente en las aguas naturales como equilibrio de carbonatos y bicarbonatos con el ácido carbónico. Tiene incidencia en el carácter corrosivo o incrustante que puede tener el agua y en concentraciones altas, puede tener efectos sobre el sabor. La Agencia Americana de Protección Ambientla-EPA, no hace ninguna recomendación, pero concluye que la fuente no debe mostrar cambios repentinos en el contenido de la alcalinidad.

**Dureza:** Se define como la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio. Los más comunes son de calcio y de magnesio. Está ligada a otros parámetros como el pH y la alcalinidad. Se puede distinguir dos tipos de dureza:

- la dureza temporal producida por hidróxidos, carbonatos, bicarbonatos de calcio y magnesio. Se elimina por ebullición, produce incrustaciones de tipo suave, fácil de remover.
- la dureza permanente está formada por sulfatos, cloruros y nitratos de calcio y magnesio. No se elimina por ebullición y son difíciles de remover.

**Cloruros:** Por regla general las aguas superficiales no contienen cloruros en concentraciones altas que puedan afectar el sabor (250 mg/L) excepto si provienen de terrenos salinos o de acuíferos de influencia marina.

**Fluoruros:** El contenido natural de flúor, dentro de los límites de 0,8 a 1,2 mg/L resulta benéfico en los niños (para esmalte dental). El exceso en cambio puede provocar manchas y otros fenómenos indeseables.

**Hierro:** La presencia de hierro en las aguas no afecta la salubridad del agua sino su sabor, cuando la concentración es superior a 0,3 mg/L y además produce manchas y se deposita, causando obstrucciones. Se puede considerar aceptable niveles de 1 a 3 mg/L.

**Oxígeno disuelto:** Niveles bajos o ausencia de oxígeno en el agua pueden indicar contaminación (materia orgánica y/o actividad bacteriana). Se prefiere agua con una concentración de oxígeno cercano al punto de saturación.

**Plomo:** El límite permitido por la EPA es de 0,05 mg/L. El plomo puede provocar intoxicaciones agudas o crónicas.

**Sulfatos:** En general las aguas no contienen sulfatos en cantidades altas; salvo en aguas subterráneas y de fuentes naturales. En cantidades apreciables pueden tener efectos sobre el sabor y actuar como laxantes. Se recomienda notificar a las autoridades sanitarias la existencia de fuentes de agua de bebida de concentraciones de sulfato superior a 500 mg/L.

**Gases tóxicos:** Nitrógeno, oxígeno, anhídrido carbónico, anhídrido sulfhídrico, amonio, metano.

**Indicadores biológicos:**

**Bacterias:** Son los organismos más importantes, responsables de la descomposición y estabilización de la materia orgánica. Son muy sensibles a variaciones de pH y tienen, dependiendo de la especie, varios rangos de temperaturas. Sirven de alimentos a los protozoarios y contribuyen al equilibrio entre las diversas formas de organismos. Las bacterias del grupo Coliforme son usadas como indicador de contaminación por heces humanas y animales. La cantidad de bacterias coliformes analizadas determinan si solo se debe dar tratamiento de desinfección al agua, métodos convencionales, tratamientos activos, o tratamientos especiales en casos extremos.

Se analizan:
**Coliformes totales:** Incluyen E. Coli, de origen fecal; Citrobacter spp, que ocuren naturalmente en suelo, agua y vegetales no contaminados; Enterobacter spp, idem; Klebsiella spp, idem.

**Coliformes fecales:** En los animales de sangre caliente el 90% de los coliformes totales presentes en las heces son E. Coli, por lo tanto los coliformes fecales están incluidos en el subgrupo de los coliformes totales.

## 1.4. INDICADORES DE CALIDAD

Los indicadores de calidad del agua que serán considerados en el desarrollo de la presente investigación, tienen relación con la legislación ecuatoriana vigente, denominado Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente-TULAS, para el caso de aguas de consumo humano y uso doméstico y riego.

### 1.4.1 CRITERIOS DE CALIDAD PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO

Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

a) Bebida y preparación de alimentos para consumo,

b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios,
c) Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

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

Las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de desinfección, deberán cumplir con los requisitos que se mencionan a continuación (Tabla 1):

**TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.**

| **Parámetros** | **Expresado Como** | **Unidad** | **Límite Máximo Permisible** |
|---|---|---|---|
| Aceites y Grasas | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 0,3 |
| Aluminio total | Al | mg/l | 0,1 |
| Amoniaco | N-amoniacal | mg/l | 1,0 |
| Arsénico (total) | As | mg/l | 0,05 |
| Bario | Ba | mg/l | 1,0 |
| Berilio | Be | mg/l | 0,1 |
| Boro (total) | B | mg/l | 0,75 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,001 |
| Cianuro (total) | $CN^-$ | mg/l | 0,01 |
| Cobalto | Co | mg/l | 0,2 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1,0 |
| Color | color real | Unidades de color | 20 |
| Coliformes Totales | nmp/100 ml | | 50* |
| Cloruros | $Cl^-$ | mg/l | 250 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,002 |
| Cromo hexavalente | $Cr^{+6}$ | mg/l | 0,05 |

Continuación de la Tabla 1.

| **Parámetros** | **Expresado Como** | **Unidad** | **Límite Máximo Permisible** |
|---|---|---|---|
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,002 |
| Cromo hexavalente | $Cr^{+6}$ | mg/l | 0,05 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | $DBO_5$ | mg/l | 2 |
| Dureza | $CaCO_3$ | mg/l | 500 |
| Estaño | Sn | mg/l | 2,0 |
| Fluoruros | F | mg/l | Menor a 1,4 |
| Hierro (total) | Fe | mg/l | 0,3 |
| Litio | Li | mg/l | 2,5 |
| Manganeso (total) | Mn | mg/l | 0,1 |
| Materia Flotante | | | **Ausencia** |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0,001 |
| Níquel | Ni | mg/l | 0,025 |
| Nitrato | N-Nitrato | mg/l | 10,0 |
| Nitrito | N-Nitrito | mg/l | 1,0 |
| Olor y sabor | | | **Ausencia** |
| Oxígeno disuelto | O.D | mg/l | No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l |

**TABLA 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.**

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permisible |
|---|---|---|---|
| Plata (total) | Ag | mg/l | 0,05 |
| Plomo (total) | Pb | mg/l | 0,05 |
| Potencial de Hidrógeno | pH | | 6-9 |
| Selenio (total) | Se | mg/l | 0,01 |
| Sodio | Na | mg/l | 200 |
| Sulfatos | $SO_4^{=}$ | mg/l | 250 |
| Sólidos disueltos totales | | mg/l | 500 |
| Temperatura | °C | | Condición Natural +/- 3 grados |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 0,5 |
| Turbiedad | | UTN | 10 |
| Uranio Total | | mg/l | 0,02 |
| Vanadio | V | mg/l | 0,1 |
| Zinc | Zn | mg/l | 5,0 |
| **Hidrocarburos Aromáticos** | | | |
| Benceno | $C_6H_6$ | mg/l | 0,01 |
| Benzo-a- pireno | | mg/l | 0,00001 |
| **Pesticidas y Herbicidas** | | | |
| Organoclorados totales | Concentración de organoclorados totales | mg/l | 0,01 |
| Organofosforados y carbamatos | Concentración de organofosforados y carbamatos totales. | mg/l | 0,1 |
| Toxafeno | | μg/l | 0,01 |
| **Compuestos Halogenados** | | | |
| Tetracloruro de carbono | | mg/l | 0,003 |
| Dicloroetano (1,2-) | | mg/l | 0,01 |
| Tricloroetano (1,1,1-) | | mg/l | 0,3 |

Nota: *Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliforme fecal, se

aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico. Los Productos para la desinfección son: Cloroformo, Bromodiclorometano, Dibromoclorometano y Bromoformo.

ANEXO 1: CALIDAD Y CONTAMINACIÓN DEL AGUA.

Es aconsejable codificar todos los puntos de muestreo previsto en el plan; determinar la ubicación geográfica y la altitud, utilizando el GPS. Indicar el nombre del sitio, como el nombre de la parroquia y cantón. Además, señalar los parámetros medidos in situ; y, describir el lugar y el tipo de contaminación que se puede evidenciar.

La Ficha de campo 1, que se utilizará dependerá del Laboratorio que se encargue de realizar el muestreo y el análisis de las muestras.

Ficha de campo 1: Para toma de muestras de agua.

| Código de muestra | Fecha | Hora | Ubicación geográfica | | | Temperatura | | Condiciones climáticas | % saturación | Oxígeno disuelto | Presión atmosférica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Altitud msnm | Latitud | Longitud | Ambiente | Agua | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Observaciones: | | | | | | | | | | | |

Ficha de laboratorio 2:Análisis de las muestras de agua.

| Determinación parámetros | Fecha de ensayo | | Método | Unidad | Resultados | u | Requisitos de la norma | | Referencia de la norma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inicio | Fin | | | | | Mín | Máx | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Ficha 3: Métodos y parámetros de análisis de las muestra de agua.

| MÉTODO UTILIZADO PARA ANÁLIIS DE MUESTRA DE AGUA | ABREVIATURA DEL MÉTODO | INDICADORES DE ANÁLISIS EN EL LABORATORIO |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

## GUÍA METODOLÓGICA PARA HACER INVENTARIOS DE LA CANTIDAD DE AGUA

### 1. EXPLORACIÓN DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Para realizar el balance hídrico de una unidad hidrográfica, dependiendo de la información que se disponga, se podrá utilizar varios métodos. Para el caso de microcuenca Chuquiribamba-Chantaco, que no cuenta dentro de ella con ninguna estación hidrometeorológica, y por tanto no existe información, se empleará el método de balance hídrico superficial, propuesto por Tenreiro y et al (2003).

En ese caso se tiene que generar datos de precipitación y temperatura; como de caudales medios mensuales y evapotranspiración potencial, con información de estaciones meteorológicas base que sean las más cercanas a la microcuenca y que estén distribuidas en los cuatro puntos cardinales. Es decir, que la zona de estudio esté al centro de las cuatro estaciones.

La información que dispone las estaciones base es del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología- INAMHI.

### 2. DEFINICIÓN DE LA ECUACIÓN DE BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico no es más que la cuantificación de la oferta (entrada) y la demanda del agua (salidas). Este puede ser hecho para distintos períodos (días, meses, anuales) y distintas escalas (microcuenca, subcuenca y cuenca hidrográfica).

Para el caso de la microcuenca de estudio, que no tiene generada ningún tipo de estadística meteorológica e hidrológica, se propone emplear la teoría de Tenreiro y et al (2003), quienes fundamentan determinar el balance hídrico a escala de la superficie de una microcuenca (Figura )

Observando la figura, la única **entrada** al sistema es la precipitación (P), puesto que la escorrentía superficial de otras cuencas nunca podrá atravesar la divisoria de aguas y las escorrentías subterráneas y subsuperficiales no se consideran por producirse por debajo de la superficie.

Las **salidas** de la cuenca se podrán producir de tres formas: como evaporación directa y transpiración de las plantas (ET), como infiltración en el suelo (I) o como escorrentía superficial en el punto de desagüe de la cuenca (Qs).

La diferencia entre las salidas y entradas hídricas de la cuenca corresponderá con una variación entre el almacenamiento superficial en depresiones y cauces ΔS. La ecuación de equilibrio queda del siguiente modo:

$$P - Qs - Et - I = \Delta S$$

La capacidad de almacenamiento superficial de una cuenca que no tienen infraestructuras diseñadas con tal fin es muy pequeña, y considerando intervalos de referencia entre tormentas es insignificante frente a la magnitud del resto de variables de la ecuación, por lo que a efectos prácticos se puede asumir que $\Delta S = 0$. La ecuación de equilibrio puede expresarse del siguiente modo:

$$P = Qs + I + ET$$

Sin embargo, esta última ecuación puede aplicarse con escalas temporales diferentes. Los recursos hídricos de una cuenca se plantean en una escala temporal grande, del orden de meses o años, por lo que tanto la escorrentía directa como el flujo base serán determinantes en la magnitud total de los mismos. Del mismo modo, la evapotranspiración alcanzará valores importantes y deberá ser considerada en el balance:

$$\text{Recursos hídricos} = P - ET.$$

## 3. DETERMINACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN EL PUNTO DE INTERÉS

Cuando una unidad hidrográfica -microcuenca- cualquiera, no cuenta con estaciones meteorológicas e hidrológicas, que estén generando información, una de las alternativas es generar información, en base a las estadísticas existentes de otras estaciones meteorológicas base circundantes a la zona de estudio, mismas que cuenten con registros de series suficientes (con un periodo mayor a los 20 años). Estas estaciones circundantes deben estar ubicadas por lo menos, una en cada uno de los cuadrantes del plano cartesiano.

Una vez seleccionadas las estaciones se tiene que analizar la calidad de los datos. En caso que falte datos en el registro, se tiene que llenar los datos faltantes de precipitación. El método que generalmente se emplea es del análisis de correlación, utilizando las estaciones base seleccionadas.

Seguidamente se tiene que procesar los datos de precipitaciones mensuales y anuales de las estaciones base, seleccionadas (las circundantes a la microcuenca de estudio). Esta información y datos servirán para generar la precipitación mensual a la zona de estudio. Uno de los métodos a emplear es el de isoyetas.

Este método a aplicar es el propuesto por Luque (1981), quien fundamenta que este procedimiento es más seguro cuando se cuenta con estaciones bien distribuidas y registros suficientes como trazar las curvas de igual precipitación (isoyetas).

El procedimiento para la generación de las precipitaciones mensuales en cada punto de interés seleccionado es el siguiente:

- Seleccionar los puntos de interés. Esta acción dependerá, entre otros criterios, de la superficie (área de drenaje) de las principales quebradas que aportan al dren principal de la microcuenca, en los tres pisos altitudinales; de la cobertura vegetal y uso del suelo que se está dando en cada una de las áreas de drenaje de las quebradas; la longitud total entre el punto más alto y bajo de la microcnuenca; y, la facilidad de acceso al río principal.
- Se utiliza el mapa de isoyetas elaborado para la zona de estudio (microcuenca). Con esta información se determina el dato de la precipitación media mensual en cada uno de los puntos de intereses seleccionados (por ejemplo, la estación de aforo).
- Determinar las longitudes (m) que existen entre las estaciones meteorológicas bases y los puntos de interés seleccionadas, respectivamente.
- Los datos de precipitación mensual, de las estaciones meteorológicas base seleccionadas, deben estar homogenizadas, consistentes y en igual periodo de la serie de los registros.
- Calcular la precipitación mensual en cada punto de interés seleccionado, empleando el método de la U.S. National Weather Service, cuya fórmula es la siguiente:

$$Px = \frac{P1 * \frac{1}{d1^{\ 2}} + P2\frac{1}{d2^{\ 2}} + P3\frac{1}{d3^{\ 2}} + P4\frac{1}{d4^{\ 2}}}{\frac{1}{d1^{\ 2}} + \frac{1}{d2^{\ 2}} + \frac{1}{d3^{\ 2}} + \frac{1}{d4^{\ 2}}}$$

Dónde:

- Px = Precipitación mensual en el sitio de interés en mm.
- P1 = Precipitación de la estación meteorológica base 1 (mm)
- P2 = Precipitación de la estación meteorológica base 2 (mm)
- P3 = Precipitación de la estación meteorológica base 3 (mm)
- P4 = Precipitación de la estación meteorológica base 4 (mm)
- D1 = Distancia entre la estación meteorológica base y el punto de interés en m
- D1 = Distancia entre la estación meteorológica base 1 y el punto de interés en m.
- D2 = Distancia entre la estación meteorológica base 2 y el punto de interés en m.
- D3 = Distancia entre la estación meteorológica base 3 y el punto de interés en m.
- D4 = Distancia entre la estación meteorológica base 4 y el punto de interés en m.
- Con los datos calculados (generados) de las precipitaciones mensuales en cada una de los puntos de interés seleccionados se procede a calcular los caudales medios mensuales.

4. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MEDIO O ESCORRENTÍA MEDIA EN EL PUNTO DE INTERÉS

Cuando hay la necesidad de evaluar de manera general los recursos hídricos y el manejo de agua a escala de microcuenca, la literatura recomienda utilizar caudales medios mensuales.

Y, si en el dren (río) principal de la unidad hidrográfica no existe una estación, que registre datos, se tiene que generar los caudales medios mensuales. Para ello, se utiliza los datos de precipitación mensual generados en cada uno de los sitios de interés seleccionadas, a lo largo del dren principal de la microcuenca.

Para la determinación de los caudales medios mensuales, en cada punto de interés seleccionado, se pueden utilizar el método del Ex –Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos –INERHI o el método racional. Las ecuaciones para cada uno de los métodos son los siguientes:

$$Q = 5{,}01 * P^{0{,}54} * A/86{,}4 * N \text{ (Ex – INERHI)}$$

Dónde:

Q = caudal medio mensual (l/s)

P = Precipitación mensual (mm)

A = Área de la microcuenca (ha)

N = Número de días del mes

$$Q = C * P * A/86{,}4 * N \text{ (Racional)}$$

Dónde:

Q = caudal medio mensual (l/s)

C = Coeficiente de escorrentía

P = Precipitación mensual (mm)

A = Área de la microcuenca (ha)

N = Número de días del mes

Es indispensable determinar el área (ha) que corresponde a cada uno de los puntos de interés seleccionado (estación de aforo), aguas arriba.

Para determinar el coeficiente de escorrentía de la unidad hidrográfica cualquiera que sea, se tiene que determinar el coeficiente de escorrentía, en función de los factores que presenta la microcuenca, mismos que constan en el Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Factores de ponderación para calcular el coeficiente de escorrentía

| FACTORES | VALORES DE K | | | |
|---|---|---|---|---|
| Relieve del terreno | K = 40<br>Muy accidentado, pendientes superiores al 30% | K = 30<br>Accidentado, pendientes entre 10 y 30% | K = 20<br>Ondulado, pendientes entre 5 y 10% | K = 10<br>Pendientes menores al 5% |
| Permeabilidad del suelo | K = 20<br>Muy impermeable. Roca | K = 15<br>Bastante impermeable. Arcilla | K = 10<br>Bastante permeable | K = 5<br>Muy permeables. Arena |
| Vegetación | K = 20<br>Ninguna | K = 15<br>Menor del 10% de la superficie | K = 10<br>Hasta el 50% de la superficie | K = 5<br>Hasta el 90% de la superficie |
| Capacidad del almacenamiento de agua | K = 20<br>Ninguna | K = 15<br>Poca | K = 10<br>Bastante | K = 5<br>Mucha |

Tabla 2. Coeficiente de escorrentía calculada a partir de los factores de ponderación.

| K | C | | |
|---|---|---|---|
| | MÍNIMO | MEDIO | MÁXIMO |
| 75-100 | 0,65 | 0,72 | 0,80 |
| 50-75 | 0,50 | 0,57 | 0,65 |
| 30-50 | 0,35 | 0,42 | 0,50 |
| 25-30 | 0,20 | 0,26 | 0,35 |

Para contrastar los caudales medios mensuales generados, con los métodos antes indicados, es conveniente a lo largo del dren principal (río) de la microcuenca, ubicar estaciones de aforo (puntos de interés), donde se realizará una campaña de aforos de por lo menos un año, cada 15 días.

## 5. DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN EL PUNTO DE INTERÉS

Si en una unidad hidrográfica (microcuenca) que no exista ninguna estación meteorológica, donde se registre datos de temperatura, se tiene que generarlas a partir de estaciones base, circundantes. Se recomienda aprovechar los registros y la serie, que cuentan, de las mismas estaciones meteorológicas que se empleó para la determinación de la precipitación mensual, en los diferentes puntos de interés (estaciones de aforo).

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

- Se utiliza el mapa de isotermas elaborado para la zona de estudio (microcuenca). Con esta información se determina el dato de la temperatura media mensual en cada uno de los puntos de intereses seleccionados (por ejemplo, la estación de aforo).
- Los datos de temperatura mensual, de las estaciones meteorológicas base seleccionadas, deben estar homogenizadas, consistentes y en igual periodo de la serie de los registros.
- Determinar el factor de corrección (F). Para calcular F, primeramente, utilizando el mapa de isotermas, determinar la temperatura que le corresponde a cada punto de interés (estaciones de aforo) seleccionado. Luego, anotar el dato de la temperatura media de la estación meteorológica de base. Con estos dos datos se determina el

factor de corrección, que es el resultado de dividir el dato de la temperatura encontrada en el mapa de isotermas del punto de interés y el dato de la temperatura de la estación meteorológica base.

- Las temperaturas medias mensuales de la estación base de los doce meses del año, se multiplica por el factor de corrección (F), para obtener el dato de temperatura media mensual de cada uno de los puntos de interés (estación de aforo).

## 6. DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP)

Para determinar la cantidad de agua disponible que se pierde desde una superficie dada, hay varios métodos. Sin embargo, si existe limitación en cuando a datos e información en la zona de estudio de los meteoros del clima, se puede estimar mediante fórmulas empíricas, por ejemplo el método de Thornthwaite.

Con los datos de temperatura media mensual obtenidos, en cada uno de los puntos de interés (estaciones de aforo); y, con el método de Thornthwaite, se calcula la evapotranspiración potencial.

El procedimiento para determinar la evapotranspiración potencial de un determinado punto de interés es el siguiente:

- La temperatura media mensual generada en cada punto de interés en el procedimiento anterior, sirve para aplicar con la fórmula propuesto por Thornthwaite.
- Determinar el Factor de Corrección (F); es decir, calcular el Coeficiente de corrección según la Latitud para cada uno de los meses del año. Este factor tiene relación con la duración media mensual del resplandor solar en el Hemisferio Sur, expresado en unidades de 30 días de 12 horas cada uno.
- Las fórmulas a aplicar con este método son las siguientes:

$$ETP = 0{,}53\ [(10 \times T)/I]^{a}$$

$$I = 12\ (T/5)^{1{,}54}$$

$$a = (675 \times 10^{-9})I^{3} - (771 \times 10^{-7})I^{2} + (179 \times 10^{-4})I + 0{,}492$$

Dónde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm/día).

I = Índice calórico

Con los datos de la precipitación, temperatura y ETP, generados, se procede a elaborar el Diagrama Ombrotérmico. El diagrama permite visualizar la época de lluvia y de verano de la zona de estudio. En otras palabras, con la información generada existe las condiciones para determinar el balance hídrico (disponibilidad del recurso hídrico) en una microcuneca determinada: la oferta y la demanda.

# ANEXO 2: LAS MEJORES PRÁCTICAS DE MANEJO DE VERTIENTES Y USO DEL AGUA EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO DE LA MICROCUENCA CHUQUIRIBAMBA-CHANTACO, PARA ASEGURAR LA SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA POBLACIÓN.

Las mejores opciones de manejo y protección de las vertientes y manejo del agua de riego para cultivo de hortalizas de la microcuenca Chuquiribamba-Chantaco se explica a continuación.

## 1. Manejo y protección de las vertientes

En base a los conocimientos y experiencias, de las personas que más años tienen, y de las observaciones realizadas en el campo, hay cinco opciones importantes para el manejo y protección del agua en las vertientes, que consiste en lo siguiente:

1. En las partes altas de la microcuenca y alrededor de las vertientes, que están ubicadas en el piso alto y medio de la microcuenca, sembrar o dejar que se regeneren plantas de arrayanes (Myrcianthes spp), pumamaqui (Oreopanax pp), cashcos (Weinmannia glabra L. f.), duco (Clusia elliptica Kunth), chincha (Chusquea scandens Kunth), guaylo (Delostoma integrifolium D. Dom), nogal (Juglans neotropica Diels), cedro (Cedrela montana Moritz ex Turcz), pigllo (Euphorbia milli Des Moul), laurel (Morella pubescens), romerillo (Podocarpus oleifolius), cedro (Cedrela montana Maritz ex Turcz), aliso (Alnus jorullensis), joyapa (Macleania spp), quiques (Hesperomeles heterophylla) guaylo (Delostoma integrifolium D. Don.), chilca (Baccharis spp), achupalla (Puya eryngioides André), chuquiragua (Chuquiraga jussieui J. F. Gmel), bromelia (Tillandria continis L. B. Sm), salapa (Cavendishia bracteata), joyapa (Macleania rapestris (Kunth) A. C. Sm), payamos (Bejaria aestuans C.), chuquir (Rhynchospora vulcani Back), totora (Typha angustifolia L.), dumarí (Tibouchina laxa (Pers) Cogn), monte de oso (Sauravia bullosa Wawra), llashipa (Pterdium aquilinum), , lashin (Cyathea caracasana (Klotzsch) Domin), gula (Rumex obtusifolius L.), paja (Stipa ichu), entre las más predominantes; en una extensión, no menor a media hectárea. Mientras en las vertientes que están ubicados en la transición entre el piso medio y bajo, sembrar o dejar que se regeneren las plantas de higuerón (Ficus cuatrecasana

Dugand), guangalo (Gynoxys Verrucosa Wedd), chachagomo (Escallonia micrabtha Matff).

La época de sembrar las plantas es al inicio de la época de lluvias (diciembre y enero); luego, a medida que crecen las plantas, ralear, si amerita el caso; y, no provocar incendios forestales.

En las vertientes cercar con alambre de púas a su alrededor, para evitar el ingreso de los animales, en una extensión aproximada de 100 m².

Alrededor del perímetro de los potreros con pastos y en las áreas con cultivos, sembrar plantas de aliso, sauces, porotillo y penco.

Así mismo, obviar el ingreso directo de los animales a las vertientes. Para facilitar que los animales tomen agua, deben construir unos abrevaderos rústicos (piedra+cemento), en diferente puntos de los potreros; alejados de las vertientes por lo menos unos 100 m. Para que funcionen los abrevaderos, captar el agua de la vertiente (ojo de agua), con una manguera de 1/2" y conducir el agua hasta el primer abrevadero; de este interconectar a otro y así sucesivamente, por el número que sea necesario (Figura 1).

Figura 1. Abrevaderos animales.

2. En cada una de las márgenes de las quebradas mantener una franja de por lo menos unos tres metros, sembrando plantas de aliso (Alnus acuminata Kunth), sauce común (Salíx humboldtiana Willd), sauce llorón (Salíx babylonia Dugand), sauce común (Salíx humboldtian Willd), nogal (Juglans neotropica Diels), cedro

(Cedrela montana Moritz ex Turcz), chilca (Baccharis spp), faique (Acacia macracantha Humb.&Bolp. Ex Will), entre los principales.

3. Restituir o construir lagunas en las partes altas del cerro de Trapa, Guayrapamba. Estas lagunas aportarán paulatinamente de agua a las vertientes y las quebradas de la microcuenca.

4. Reforestar las áreas del bosque húmedo denso e intervenido, matorral húmedo alto, matorral seco alto y páramo, que consta en el mapa de cobertura vegetal; principalmente en las áreas de drenaje de las quebrdas de Pordel, Sayo, El Oso, Shirillo, Guayrapamba, Dur-Dur, Tasqui y Trencilla-Buradaña.

5. Reconstruir y construir pirámides de piedra, con una altura 1,0 a 1.5 m, sobre la cota de las vertientes que están ubicada en área donde hay pastizales (Figura 2).

Figura 2. Pirámide de piedra sobre la cota de la vertiente.

**2. Manejo del agua en sistemas huerta (hortalizas).**

La mejor opción para regar las huertas, con hortalizas, es mediante aspersión. Para regar con este método, el regante (productor), a más de observar directamente en el campo el comportamiento de las plantas, el suelo y el clima, tiene que considerar los siguientes elementos y características técnicas:

- **Datos agronómicos de los cultivos:** fase de desarrollo del cultivo, profundidad de las raíces.

- **Constantes hidrofísicas del suelo:** textura, capacidad de campo (CC), punto de marchitez (PMP), densidad aparente (Da), velocidad de infiltración (Vib). Estos se deben obtener en el laboratorio y el campo.
- **Datos climáticos:** precipitación, temperatura, velocidad de viento.
- **Datos del terreno:** altitud, pendiente.
- **Tipo de aspersor:** Se recomienda el aspersor, marca Wobbaler de ½ y ¾ pulgada, porque maximiza el área de cobertura, proporcionando una buena uniformidad, debido a que asemeja a una lluvia natural; un mayor diámetro húmedo con bajas presiones y menos pérdidas de evaporación. Además, por su construcción del aspersor es más fuerte y de gran durabilidad (Figura 3).

Figura 3. Aspersor marca Wobbaler

Con los datos de las constantes físicas (textura, capacidad de campo, punto de marchitez, densidad aparente); porcentaje de agotamiento (50%), profundidad radicular y la evapotranspiración de cultivo, se determina la **lámina neta (Ln)**. Inmediatamente, calcular la **lámina bruta (Lb)**, tomando el dato de la eficiencia de aplicación, que se estima para el riego por aspersión el 75%.

Apoyándose de los datos de velocidad del viento y la pendiente del terreno, se calcula la **separación entre aspersores (Sl y Sm)**. Definido la separación de los aspersores,

la presión de trabajo, se determina la intensidad de precipitación del aspersor (Ip). Esta **intensidad tiene que ser menor o igual a la velocidad de infiltración del suelo**, para evitar la escorrentía superficial.

Finalmente, se determina el **tiempo de riego por posición del aspersor**, al dividir el valor de la lámina neta y la intensidad de precipitación

## 2.1. Procedimiento de cálculo para regar hortalizas en el piso alto y medio de la microcuenca.

Los datos utilizados, las ecuaciones y calculados realizados constan en los cuadros 1,2, 3 y 4.

Cuadro 1. Ecuaciones para calcular frecuencia y tiempo de riego por posición.

| |
|---|
| Ln = p* (CC-PMP)* Da/Dr*Pr (Ln= mm) |
| Lb = Ln/Ea (Lb = mm) |
| Fr = Ln/NR (Fr = días) |
| Q asp. Max = VIB*Sl*Sm (Q asp. Max = l/s) |
| Ip (mm/h) = Q asp/ (Sl * Sm) (Ip = mm/h) |
| Tr/posición = Lb/Ip (min) |

Cuadro 2. Constantes hidrofísicas del suelo.

| **Textura** | **CC (% )** | **P.M.P (%)** | **Da (g/cm³)** | **AA (%)** | **Vib (mm/h)** |
|---|---|---|---|---|---|
| FoAcAo | 37,9 | 16,6 | 1,1 | 21,3 | 12,53 |

Cuadro 3. Parámetros de clima, agronómicos y del terreno.

| **% agotamiento** | **Prof. radicular (mm)** | **Ea (%)** | **Pendiente (%)** | **ETC (mm/mes)** | **Vel. viento (km/h)** |
|---|---|---|---|---|---|
| 50,0 | 50,0 | 75,0 | 8,0 | 56,6 | 4,0 |

Cuadro 4. Valores calculados de frecuencia y tiempo de riego por posición del aspersor.

| **Ln (mm)** | **Fr (día )** | **Q. asp. (l/s)** | **Presión (mca)** | **Sl (m)** | **Sm (m)** | **Ip (mm/h)** | **Tr/posición (h)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5,8 | 3,1 | 0,2 | 17,3 | 7.0 | 7,0 | 3,3 | 2,4 |

Para el piso alto y medio, la frecuencia de riego, en la fase de desarrollo intermedia de cultivo, en el mes de mayor evapotranspiración de cultivo (octubre), será de 3,1 días y el tiempo de posición por aspersor de 2,4 h.

La hora adecuada para regar es 05h00 a 09h00 y de 16h00-20h00.

Emplazamiento del aspersor en el terreno: separación entre aspersores será de 7, 0 m; y, a 0,50 m de altura del elevador.

## 2.2. Procedimiento de cálculo para regar hortalizas en la intersección entre el piso medio y bajo de la microcuenca.

Los datos utilizados y calculados constan en los cuadros 1,2 y 3. Las ecuaciones que se requiere para el cálculo son las siguientes:

Cuadro 1. Constantes hidrofísicas del suelo.

| Textura | CC (%) | P.M.P (%) | Da (g/cm³) | AA (%) | Vib (mm/h) |
|---|---|---|---|---|---|
| FoAc | 29,9 | 12,9 | 1,4 | 17,0 | 8,5 |

Cuadro 2. Parámetros de clima, agronómicos y del terreno.

| % agotamiento (p) | Prof. radicular (mm) | Ea (%) | Pendiente (%) | ETC (mm/mes) | Vel. viento (km/h) |
|---|---|---|---|---|---|
| 50,0 | 50,0 | 75,0 | 12,0 | 64,8 | 4,0 |

Cuadro 3. Valores calculados de frecuencia y tiempo de riego por posición del aspersor.

| Ln (mm) | Fr (día ) | Q. asp. (l/s) | Presión (mca) | Sl (m) | Sm (m) | Ip (mm/h) | Tr/posición (h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6,0 | 2,8 | 0,2 | 17,3 | 7,0 | 7,0 | 6,5 | 1,2 |

Para en la transición entre el piso medio y bajo, la frecuencia de riego, en el fase de desarrollo intermedia de cultivo, en el mes de mayor evapotranspiración de cultivo (octubre), será de 2,8 días y el tiempo de posición por aspersor de 1,2 h.

La hora adecuada para regar es 05h00 a 09h00 y de 16h00-20h00.
Emplazamiento del aspersor en el terreno: separación entre aspersores será de 7, 0 m; y, a 0,50 m de altura del elevador.

# ANEXO 3: MAPAS