



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SISTEMA DE RIEGO
ACEQUIA EL TAMBO, PARA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO
HÍDRICO**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

Autor:

Santiago Javier Jiménez Cadena

Director:

Ing. Reney Cadena

Ibarra – Ecuador

2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

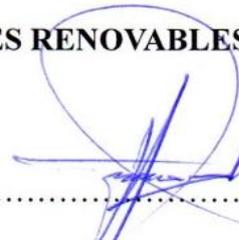
**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SISTEMA DE RIEGO
ACEQUIA EL TAMBO, PARA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO
HÍDRICO.**

**Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener el Título de:**

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBACIÓN:

Ing. Reney Cadena



.....

DIRECTOR

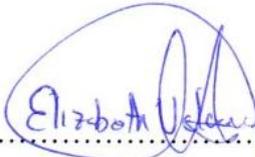
Blgo. Galo Pabón



.....

ASESOR

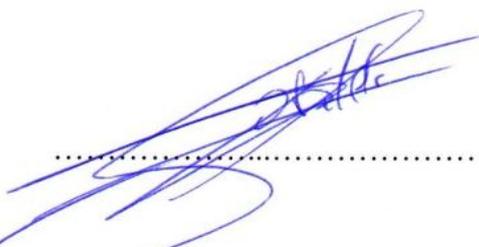
Ing. Elisabeth Velarde



.....

ASESOR

Ing. Oscar Rosales



.....

ASESOR

**Ibarra – Ecuador
2015**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SISTEMA DE RIEGO
ACEQUIA EL TAMBO, PARA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO
HÍDRICO.**

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En calidad de Director de la tesis presentada por el Señor Egresado Santiago Javier Jiménez Cadena, como requisito previo para optar por el Título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficiente para ser sometido a presentación privada y pública y evaluado por parte del Tribunal Calificador, siendo responsable de la dirección del trabajo de investigación contenido en el presente documento.

En la Ciudad de Ibarra, a los 20 días del mes de Julio de 2015.



**Ing. Reney Cadena
DIRECTOR DE TESIS**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SISTEMA DE RIEGO ACEQUIA EL TAMBO, PARA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.

APROBACIÓN DE ASESORES

En calidad de Asesor de la tesis presentada por el Señor Egresado Santiago Javier Jiménez Cadena, como requisito previo para optar por el Título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe de que las observaciones y sugerencias emitidas con anterioridad han sido incorporadas satisfactoriamente al presente documento.

En la Ciudad de Ibarra, a los 20 días del mes de Julio de 2015.

Blgo. Galo Pabón



ASESOR

Ing. Elisabeth Velarde



ASESOR

Ing. Oscar Rosales



ASESOR

Ibarra – Ecuador

2015



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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición de la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CEDULA DE CIUDADANIA:	100344574-7
APELLIDOS Y NOMBRES:	JIMÉNEZ CADENA SANTIAGO JAVIER
DIRECCIÓN:	AV. ELOY ALFARO 10-67 Y JULIO ZALDUMBIDE. IBARRA
EMAIL:	santiago.javier347@hotmail.com
TELÉFONO FIJO Y MOVIL:	062-600-987 0984889567
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SISTEMA DE RIEGO ACEQUIA EL TAMBO, PARA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.
AUTOR:	Jiménez, Santiago
FECHA:	2016/01/22
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR DE TESIS:	Ing. Reney Cadena

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Santiago Javier Jiménez Cadena, con cédula de ciudadanía 100344574-7 en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y

como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 22 días del mes de Enero de 2016.

El autor:



Santiago Javier Jiménez Cadena
C.I 100344574-7

ACEPTACIÓN:



Ing. Betty Chávez
JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución de Consejo Universitario



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, Santiago Javier Jiménez Cadena, con cédula de ciudadanía 100344574-7 expreso mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de propiedad intelectual del Ecuador, artículo 4,5 y 6 en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SISTEMA DE RIEGO ACEQUIA EL TAMBO, PARA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO**; que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En calidad de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. Suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 22 días del mes de Enero de 2016.

El autor:

Santiago Javier Jiménez Cadena
C.I 100344574-7

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi amada familia por su sacrificio y cariño, por darme una carrera para el futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándome todo su cariño, amor y comprensión.

A mi madre y hermanas que con sus palabras de aliento siempre fue fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida me depara un futuro mejor. Nunca me dejo decaer siempre me dijo que siguiera adelante y sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mis compañeros y amigos que siempre supieron apoyarme y compartir sus conocimientos e ideales a lo largo de la carrera, a todas las personas que me apoyaron a lo largo de estos cinco años de carrera y lograron que este sueño se haga realidad.

Gracias a todos.

Santiago Jiménez

AGRADECIMINETO

Debo agradecer de manera especial a mi director de tesis por apoyarme y guiarme en este arduo trabajo del desarrollo de mi tesis. Agradezco a los asesores de trabajo de grado ya que con su experiencia profesional supieron guiarme para concluir mi tesis, por guiarme y apoyarme para que tome las decisiones indicadas y realice un buen trabajo al final.

Ing. Elizabeth Velarde gracias por sus consejos y por estar siempre guiándome para conseguir un buen trabajo.

Ing. Oscar Rosales gracias por su paciencia y apoyo para la consecución de este trabajo de grado.

Blgo. Galo Pabón gracias por las observaciones y recomendaciones que realizó en este trabajo, al final sé que se obtuvo un buen trabajo gracias a usted.

De manera especial debo agradecer a mi familia ya que siempre me apoyaron en todo momento y nunca dejaron que diera un paso atrás, siempre me alentaron a seguir adelante hasta conseguir mis objetivos de corazón gracias a todos por sus enseñanzas y valores inculcados, sus consejos siempre van a guiarme y ser mejor cada día.

Santiago Jiménez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN:	ii
APROBACIÓN DEL DIRECTOR	iii
APROBACIÓN DE ASESORES	iv
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .	v
CESIÓN DE DERECHOS	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMINETO	ix
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo General	3
1.1.2. Objetivos Específicos	3
1.2. Preguntas directrices	3
CAPÍTULO II	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Recursos hídricos y riego en el ecuador	5
2.1.1 Problemática de los recursos hídricos en el Ecuador	6
2.1.2 Riego en el Ecuador	8
2.1.3 Desarrollo del riego en el Ecuador	9
2.1.4 Uso del recurso hídrico a nivel comunitario en el Ecuador	10
2.1.5 Déficit en la infraestructura de riego	10
2.2 Contaminación del agua, efectos en la agricultura y suelo	11
2.2.1 Causas y efectos de la contaminación del agua	12
2.2.2 Problemática del déficit de agua para riego incidencia en la agricultura y la producción de alimentos	15
2.2.3 Calidad de agua para riego incidencia en la agricultura	16
2.2.4 Criterios y procedimientos para determinar la calidad de agua para riego	17
2.3 Componentes de un sistema de riego	18

2.3.1	Fuentes de agua	18
2.3.2	Infraestructura y red de riego	18
2.3.3	Derecho y reparto	20
2.3.4	Organización de regantes	21
2.3.5	Sistemas de producción	21
2.4	Estrategias de mitigación y reducción de la contaminación en sistemas de riego	21
2.5	Marco legal e institucional del riego en el Ecuador	22
2.5.1	Criterios de calidad de aguas de uso agrícola en el Ecuador	24
Tabla 2.32 Parámetros de los niveles de la calidad del agua para riego		26
CAPÍTULO III		29
MATERIALES Y MÉTODOS		29
3.1	Descripción de la zona de estudio y actualización de cartografía base del sistema de riego acequia El Tambo	29
3.1.1	Recopilación de información de la zona de estudio	29
3.1.2	Actualización de Cartografía base de la zona de estudio.	30
3.1.2.1	Geo - referenciación del sistema de riego acequia El Tambo	30
3.1.2.2	Procesamiento de información geográfica y elaboración de mapas	31
3.2	Determinación de la calidad del agua para riego mediante análisis físicos y químicos	32
3.2.1	Tipo de muestreo	33
3.2.2	Cadena de custodia	34
3.2.3	Aplicación de muestreo en la acequia El Tambo	34
3.2.4	Análisis estadístico	37
3.3	Identificación de problemas estructurales de la acequia El Tambo	38
3.3.1	Elaboración de propuesta para la recuperación del sistema de riego acequia El Tambo	39
CAPITULO IV		41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		41
4.1	Descripción de la zona de estudio	41
4.1.1	Ubicación	43
4.1.2	Generalidades de la zona de estudio	43

4.1.3	Descripción del sistema de riego acequia El Tambo	49
4.1.3.1	Fuentes de agua	49
4.1.3.2	Infraestructura y red de riego	50
4.1.3.3	Derecho y reparto del agua para riego	54
4.1.3.4	Organización de Regantes	55
4.1.3.5	Sistemas de producción del sistema de riego	57
4.2	Determinación de la calidad de agua para riego de la acequia El Tambo	58
4.2.1	Resultados de muestras colectadas en la acequia El Tambo	58
4.2.2	Análisis estadístico prueba t de student para datos pareados	62
4.2.2.1	Gráfica de las variables analizadas en laboratorio y rangos establecidos en para cada parámetros estudiado	63
4.2.3	Relación del agua para riego determinada con los cultivos realizados en la zona	68
4.3	Identificación de problemas de infraestructura de la acequia El Tambo	70
4.3.1	Sistema de riego sección 1	70
4.3.2	Sistema de riego sección 2	73
4.3.3	Sistema de riego sección 3	77
4.3.4	Sistema de riego sección 4	83
4.3.5	Propuesta para el mejoramiento del sistema de riego El Tambo	87
4.3.6	Programa I: Implementación de infraestructura en el sistema de riego	
4.3.6.1	Proyecto I: Recuperación del sistema de riego Acequia El Tambo	88
4.4.	Discusión	128
	CAPÍTULO V	133
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
5.1	CONCLUSIONES	133
5.2	RECOMENDACIONES	136
	CAPÍTULO VI	139
	RESUMEN	139
	SUMMARY	142
	CAPÍTULO VII	145
	BIBLIOGRAFÍA	145
	ANEXOS	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola	25
Tabla 2.2 Parámetros de los niveles de la calidad del agua para riego	26
Tabla 3.1 Etiqueta informativa de muestras de agua.....	35
Tabla 3.2 Parámetros físicos realizados en la acequia El Tambo	36
Tabla 3.3 Lista de parámetros físicos y químicos analizados	37
Tabla 4.1 Distribución de agua en el sistema de riego	53
Tabla 4.2 Datos básicos del Directorio de Aguas.....	56
Tabla 4.3 Resultados de muestras de la acequia El Tambo	59
Tabla 4.4 Prueba t student muestra MAT1	65
Tabla 4.5 Prueba t student muestra MAT2	65
Tabla 4.6 Prueba t student muestra MAT3	66
Tabla 4.7 Prueba t student muestra MAT4	66
Tabla 4.8 Prueba t student muestra MAT5	67
Tabla 4.9 Prueba t student muestra MAT6	67
Tabla 4.10 Cultivos sensibles a la salinidad.....	69
Tabla 4.11 Presupuesto Referencial para la implementación de obras en el sistema de riego sección 1	100
Tabla 4.12 Presupuesto Referencial para la implementación de obras en el sistema de riego sección 2.....	101
Tabla 4.13 Presupuesto Referencial para la implementación de obras en el sistema de riego sección 3	102
Tabla 4.14 Presupuesto Referencial para la implementación de obras en el sistema de riego sección 4.....	103
Tabla 4.15 Cronograma de capacitación	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Base del sistema de riego Acequia El Tambo	42
Figura 2; Captación de la acequia El Tambo.....	50
Figura 3. Acequia El Tambo, parroquia de García Moreno.	51
Figura 4; Caja de Distribución ubicada en la comunidad de San José de Tinajillas...53	
Figura 5. Mapa puntos de muestreo de la acequia El Tambo.....	60
Figura 6 Gráfica de límites establecidos por la ley para los parámetros analizados..	63
Figura 7 Gráfica de parámetros que sobrepasan los límites permitidos por las normas de Ecuador.	64
Figura 8; Captación acequia en el río Bobo.	70
Figura 9; Mapa déficit estructural de la acequia El Tambo Sección 1	71
Figura 10; Estado actual acequia el Tambo.....	72
Figura 11; Poblaciones cercanas al sistema de riego	74
Figura 12; Afluente de aguas servidas vertidas en el sistema de riego.	74
Figura 13; Mapa déficit Estructural de la acequia El Tambo sección 2.....	75
Figura 14; Estado actual acequia sector García Moreno.....	77
Figura 15; Contaminación antropológica de la acequia.	78
Figura 16; Déficit infraestructural de la acequia.....	78
Figura 17; Mapa déficit estructural de la acequia El Tambo Sección 3	79
Figura 18; Pasos elevados improvisados.	80
Figura 19; Inestabilidad del canal principal de la acequia	80
Figura 20; Estado actual desarenador sector García Moreno.....	81
Figura 21; Viviana Arellano habitante de la parroquia de García Moreno.	82
Figura 22; Niños jugando junto a la Acequia.	82
Figura 23; Mala infraestructura de la acequia parroquia de García Moreno	82
Figura 24; Sector San José de Tinajillas.	83
Figura 25; Canal abierto de la acequia sector San José de Tinajillas.....	83
Figura 26 Mapa déficit estructural de la acequia El Tambo Sección 3	84
Figura 27; Condiciones actuales de la acequia El Tambo.....	85
Figura 28; Comunidad de San José de Tinajillas.	86
Figura 29 Implementación de Infraestructura sección 1	90
Figura 30 Implementación de Infraestructura sección 2	92
Figura 31 Implementación de Infraestructura sección 3	95
Figura 32 Implementación de infraestructura sección 4	98

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de riego en las últimas décadas vienen advirtiendo una serie de problemas que para el (Foro de los Recursos Hídricos, 2013) tiene que ver con la concentración del agua en pocas manos, falta de protección de fuentes de agua, contaminación de ríos, quebradas y acequias, disminución de la calidad y cantidad del agua en los últimos años ocasionada en gran parte por la alta deforestación en las zonas altas y el avance de la frontera agrícola que afecta al páramo andino. Esta problemática ha afectado a varios sistemas de riego en el Ecuador que son administrados por las mismas comunidades en muchos casos estos no cuentan con los recursos ni con la capacitación necesaria para administrar, operar y mantener estos sistemas (MAGAP, 2013).

La presente investigación analiza el sistema de riego El Tambo su funcionamiento e infraestructura principalmente en la red de riego la cual recorre todo el sistema desde su captación en la Bocatoma del río Bobo hasta las parcela de los usuarios. El canal principal de la red de riego es la acequia El Tambo y es justamente en esta parte del sistema de riego en la cual se focaliza este estudio, ya que en los últimos años este ha entrado en conflicto con diversas poblaciones de las zonas altas al presentar infraestructura inadecuada y ha sido utilizado como alcantarilla por los pobladores de las zonas altas, ya que varios asentamientos no poseen redes vitales básicas y han utilizado el canal principal de este sistema para cubrir servicios básicos como lo son el agua de consumo humano.

Se ha realizado un marco de cooperación entre la Universidad Técnica del Norte y la Carrera de Recursos Naturales con el Directorio de Aguas de la Acequia El

Tambo para que se desarrolle este trabajo que beneficiará a sesenta y cinco usuarios y más de cien familias de la comunidad de El Tambo y San Pablo de la Cangagua que dependen de la agricultura. Esto permitirá el manejo adecuado de este recurso cumpliendo de esta manera el objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir, el cual garantiza los derechos de la naturaleza y promueve la sostenibilidad ambiental, territorial y global, y en su propuesta política indica 7.6 “Gestionar de manera sustentable y participativa el patrimonio hídrico, con enfoque de cuencas y caudales ecológicos para asegurar el derecho humano al agua”.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Evaluar la contaminación del sistema de riego acequia El Tambo para optimización del recurso hídrico.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Describir el área de estudio y actualizar cartografía base mediante sistemas de información geográfica SIG.
- Determinar la calidad de agua para riego del sistema de riego acequia El Tambo, mediante análisis físico-químicos para beneficio de los usuarios de este sistema.
- Identificar los problemas de la infraestructura de la acequia para la optimización del recurso hídrico.

1.2. Preguntas directrices

- ¿Cómo influye la presencia de zonas urbanas en la calidad de agua para riego en el área de influencia del proyecto?
- ¿Puede considerarse adecuada la actual infraestructura de la acequia en el área de influencia del proyecto?

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

En este capítulo se analiza los recursos hídricos en el país su disponibilidad y manejo realizado a nivel comunitario, se describe los componentes de un sistema de riego, la calidad del agua para riego y las consecuencias del uso de agua de mala calidad para riego, procedimientos necesarios para realizar un muestreo y se finaliza revisando el marco legal e institucional del riego en el Ecuador. A continuación se describe todos los conceptos utilizados en este estudio y se explica la problemática abordada con base en estudios realizados por expertos en el tema y publicaciones serias realizadas.

2.1 Recursos hídricos y riego en el ecuador

El Plan Nacional de Riego y Drenaje 2012 – 2027 indica que el Ecuador posee gran disponibilidad de recurso hídrico, las pésimas políticas de ajuste estructural de gobiernos anteriores han favorecido al surgimiento de problemas que han afectado la calidad y cantidad de agua que se aprovecha para realizar actividades humanas. Entre los principales problemas que afectan los recursos hídricos en el país se encuentran la concentración de este recurso en pocas manos, la contaminación derivada por actividades extractivistas, el aumento de la población, la falta de servicios básicos, el uso masivo de agroquímicos, el incesable avance de la frontera agrícola, la deforestación.

Estudios realizados por (MAGAP, 2013) indican que el área total regada en todo el Ecuador es de 943 mil hectáreas, sin embargo, bien podrían llegar a ser más de 3 millones de hectáreas bajo riego. Esto obedece en gran medida a las técnicas

tradicionales de riego y el acceso inequitativo al agua. Los grandes volúmenes de agua utilizada por las técnicas tradicionales de riego erosionan el suelo y minimizan el aprovechamiento de este recurso cada vez más escaso.

2.1.1 Problemática de los recursos hídricos en el Ecuador

Para, (Galárraga, 2004) los Recursos Hídricos del país están sujetos a una gran presión, esto es producto de que el agua es un recurso estratégico que está presente en casi todas las actividades que realiza hombre, la inequidad que rige al momento de acceder a este recurso aumenta la presión ejercida sobre este recurso. Pésimas administraciones han favorecido la concentración de este valioso recurso en pocas manos, lo que ha generado conflictos de comunidades enteras para acceder al agua. Según, (Caraguay, 2009) en muchos casos las concesiones otorgadas superan el caudal de los ríos provocando conflictos entre comunidades enteras por el uso y aprovechamiento del agua. Esto ocasionado por no contar con un inventario de los recursos hídricos del país y la cantidad de agua en las fuentes que permita conocer la disponibilidad total.

Entre los problemas acumulados por décadas de despreocupación que cita, (MAGAP, 2013) nos indica que es la cada vez más escasa disponibilidad del agua; el incremento de la contaminación que incide en la calidad del agua utilizada; el inequitativo acceso al agua; los bajos niveles de tecnificación y eficiencia; las limitaciones propias de las instituciones responsables de la gestión del agua; las debilidades de las organizaciones en administración, operación y mantenimiento de los sistemas, entre otros. A ello se suma que, las políticas neoliberales favorecieron la apropiación privada del uso y aprovechamiento del agua.

Foro de los Recursos Hídricos (2013) afirma, que la distribución del agua en el Ecuador es al extremo inequitativa, los derechos de aprovechamiento del agua para riego que implican grandes volúmenes de agua, están concentrados y acaparados en pocas manos. Un reto para las instituciones del Estado y las organizaciones sociales y de agricultores es cambiar esta situación. La contaminación del agua por causas urbanas, el uso de agrotóxicos, el

extractivismo minero y petrolero, y la vulnerabilidad ante los efectos del sobrecalentamiento del planeta se ha convertido en uno de los problemas más dramáticos que enfrenta el Ecuador.

Las inversiones realizadas en cuanto riego a nivel nacional es enorme y corresponde a esfuerzos realizados por las propias comunidades locales que han establecido sistemas de riego durante siglos, así como en las últimas décadas. El estado también invirtió de manera significativa en los últimos años en sistemas denominados públicos. En la publicación del (Foro de Recursos Hídricos, 2013) describe, que el agua es pésimamente aprovechada debido a la falta de tecnificación de los campesinos, los esfuerzos realizados por el estado en muchos casos están mal dirigidos por cuanto la infraestructura se refiere, en muchos casos lo que hace falta es capacitación a nivel comunitario en materia de riego.

Zapata (2008) encontró que las políticas de ajuste estructural favorecieron ampliamente al sector extractivista, con el ello a industrias privadas nacionales y extranjeras, mediante la prestación de recursos naturales. Esto influyó mucho a la calidad y cantidad del recurso hídrico aprovechado por comunidades, también influyó negativamente en ecosistemas pluviales.

Se debe mencionar que en el país no existe un organismo de mediación que permita resolver los problemas y conflictos suscitados en las comunidades por el aprovechamiento del agua. Proaño (2002) indica, que los conflictos entre comunidades se agudizan en los meses de Junio y Julio cuando sufren mayor escasez de agua.

“La redistribución de agua y tierra en el Ecuador es un mandato constitucional el cual no se ha aplicado, esto a contribuido a que estos recursos sean administrados por pocas manos. Debido a la concentración del manejo del agua y tierra en pocas manos los campesinos más pobres han optado por cultivar tierras cada vez más lejanas contribuyendo al deterioro sistemático de ecosistemas frágiles como lo es el páramo andino, pero también acabando con bosques protectores, estas zonas son importantes ya que en ellas es donde el agua es producida y retenida, esto

sigue pasando y no hay políticas públicas orientadas a cambiar esta realidad” (Foro de Recursos Hídricos, 2013).

En la actualidad, los conflictos en torno al agua, tiene causas múltiples y cubren toda la geografía nacional. En una investigación (Zapata, 2008) encuentra que entre los conflictos presentes en el país están aquellos derivados de la prestación de servicios públicos de agua y alcantarillado, por concesiones públicas y privadas que permiten el aprovechamiento del agua, aquellos derivados de la contaminación del agua y mantos freáticos como resultado de actividades hidrocarburíferas y mineras, de la implementación de proyectos hidroeléctricos, por el aprovechamiento rentista y extractivista de ecosistemas frágiles (ganadería, camaroneras), conflictos por el reparto de agua en sistemas comunitarios, por la competencia entre usos y prioridades de aprovechamiento del agua, servidumbres, turnos, tarifas y trasvasado de ríos.

2.1.2 Riego en el Ecuador

Una publicación realizada por (MAGAP, 2013) indica que Ecuador tiene un enorme potencial en cuanto a riego, los recursos hídricos que posee el país son suficientes para cubrir completamente la demanda de agua para riego, sin embargo esta realidad se ve contrastada por el inadecuado manejo de este recurso. La superficie total bajo riego es de 942 mil hectáreas y representa menos de la tercera parte de la superficie que podría ser regada (3.1 millones de hectáreas).

En cuanto a la infraestructura que presenta el país en materia de riego el Foro de los Recursos Hídricos (2013) indica, que la inversión del estado apenas alcanza el 12% a nivel nacional, mientras, que los sistemas comunitarios han invertido el 82% de infraestructura y red de riego, cabe decir, que la mayoría de los sistemas de riego son administrados, operados y mantenidos por las propias comunidades. Los sistemas de riego comunitarios difieren mucho de los sistemas administrados por el gobierno, ya que en todos los casos el presupuesto comunitario será menor.

El riego en el Ecuador afronta un conjunto de problemas relacionados que en muchos de los casos afectan en primera instancia a las comunidades. Para (Zapata, 2005), los problemas más comunes están asociados a escasa disponibilidad de agua, acceso socialmente inequitativo, concentración regional de las inversiones públicas en riego, bajos niveles de tecnificación, limitaciones institucionales, dificultades organizativas en la administración de los sistemas.

Cabe decir que la mayoría de sistemas de riego en el país son administrados, operados y mantenidos por las mismas comunidades que se benefician de estos, lo cual ha generado grandes conflictos a nivel comunitario en cuanto a administración se refiere ya que muchas comunidades no tienen la capacidad de administrar estos sistemas, situación que obligo a muchos de estos sistemas colapsar y desaparecer, perjudicando a familias y comunidades (Foro de los Recursos Hídricos, 2013).

2.1.3 Desarrollo del riego en el Ecuador

Núñez (1999) encontró que el agua para riego para la producción agrícola es una práctica prehispánica, con la conquista española y la introducción de nuevos cultivos y tecnologías se logró una mayor producción en todo el país favoreciendo a la economía interna. En una investigación (Bustamante, 1994) encontró que el riego en el Ecuador en la época colonial fue totalmente inequitativo favoreciendo a los hacendados, esta situación conllevó a la concentración del agua y suelo en pocas manos situación que obligó a los indígenas a desplazarse a zonas más altas del páramo.

La explotación ejercida a los indígenas en la época colonial fue enorme, inmensos sistemas de riego fueron construidos por manos indígenas los cuales en su mayoría favorecían a los hacendados. En la actualidad y gracias a nuevas leyes comunidades enteras se han beneficiado y han logrado acceder al agua, pero aún persisten los rezagos de aquellas épocas perjudicando el acceso al agua de muchas comunidades. Persisten aún técnicas insipientes de riego que no permiten aprovechar al máximo este recurso y que conllevan al deterioro de los suelos

productivos, el desafío es llegar a potencializar nuestros recursos mediante el buen manejo de los mismos (Foro de los Recursos Hídricos, 2011).

2.1.4 Uso del recurso hídrico a nivel comunitario en el Ecuador

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014) indica, el mayor porcentaje del agua utilizada en el país en 1997 pertenecía a los usos agropecuarios. Indica también que la alta disponibilidad de agua que el país posee ha evitado la competencia entre sectores productivos.

En una investigación del Foro de los Recursos Hídricos (2013) indica, en la base de datos de la SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua) existen 9952 sistemas que gestionan el agua comunitariamente, de éstos, 6603 son de agua para consumo, 124 de agua potable, 124 de agua potable, 3225 sistemas de riego.

En 2009, Weemaels indica que según datos de la SENAGUA de los 3'140.000ha que corresponden al área cultivable del Ecuador, actualmente cuentan con infraestructura de riego aproximadamente 939.000ha, que equivalen al 30% de la superficie total cultivada en el país mientras que el 70% restante mantiene la producción de secano. El riego por gravedad se utiliza en el 95% de las superficies regadas en el país.

2.1.5 Déficit en la infraestructura de riego

Si se habla de la infraestructura y red riego, para Sanchez (2003) indica, que son todas las obras que permiten llevar el agua para riego hasta la parcela, entre las obras más importantes tenemos las captaciones, sistemas de conducción, repartición además de otras obras que permitan proteger el agua para riego y su almacenamiento. En este sentido teniendo en cuenta toda la serie de obras que un sistema de riego debe poseer muchos de los sistemas de riego del país no cuentan con la infraestructura adecuada. Además considerando la incipiente y poca inversión realizada en riego dentro del país muchos de los sistemas están obsoletos o requieren de una gran intervención para volverlos operativos y eficientes.

Investigaciones realizadas por el Foro Nacional de los Recursos Hídricos y CAMAREN (2013) advierten, que un porcentaje elevado de los sistemas comunitarios cuentan con infraestructura construida hace 20-30 o 40 años, que necesita rehabilitación y mejoramiento, que no podría realizarse sin la intervención del estado.

En 2011, Frederic & Boelens determinaron que en los sistemas de riego tradicional y comunitario, la infraestructura suele ser muy básica con canales en tierra sin revestir acequias, con chambas y piedras a modo de compuertas y repartidores.

En una publicación realizada por (Sanchez, 2003) indica, en nuestro país existen muchas acequias realizadas por propias comunidades con el tiempo estas necesitan mejoramientos, debido a esta problemática surgen los proyectos de riego y la valorización de muchas de estas. Algunos de estos sistemas ya cuentan con inversión del estado o por otras organizaciones el valor de estos proyectos infraestructura más otros, benefician a muchas comunidades y usuarios. En pequeña irrigación la inversión realizada estaría alrededor de los 500 y 3500 dólares por hectárea, dependiendo del proyecto.

El riego cumple una función social importante para los agricultores ya que del riego depende la producción de sus terrenos. La inversión realizada en riego se justifica ya que el 20% del producto interno bruto del país se deriva de la agricultura y esta depende mucho del riego. Para Sánchez (2003) la inversión realizada por el estado no es suficiente ya que debido a la función social que cumple el riego y el significativo porcentaje que representa la agricultura en el PIB del país las inversiones en materia de riego son justificadas totalmente.

2.2 Contaminación del agua, efectos en la agricultura y suelo

En esta sección se analiza las consecuencias de la contaminación del agua en los sistemas comunitarios de riego, su impacto en la agricultura, se aborda la problemática de la contaminación del agua sus orígenes y causas.

2.2.1 Causas y efectos de la contaminación del agua

En un informe realizado (Unión Europea, 2011) enfatiza la importancia del agua ya que esta es esencial para los ecosistemas naturales y la regulación del clima. La contaminación del agua amenaza a la humanidad y los ecosistemas. La escasez de agua de buena calidad perjudica al medio acuático, húmedo y terrestre, sometiendo a una presión todavía mayor a la flora y la fauna, que padecen ya las repercusiones de la urbanización y el cambio climático.

Investigaciones realizadas por (Bonansea et al., 2012, citado en Ledesma, 2013) indica que el deterioro del estado ecológico de las aguas continentales (embalses y lagos) se ha incrementado en los últimos años. Numerosos factores naturales y humanos contribuyen al incremento en la concentración de sustancias óptimamente activas en el cuerpo de agua, así como también un incremento en la turbidez y temperatura de la misma.

La contaminación del agua es un problema a nivel mundial (Gil, 2013) menciona que los nitritos, nitratos, fosfatos, materias orgánicas, detergentes, hidrocarburos, agentes patógenos, metales, y sustancias conservativas de efluentes cloacales son una de las mayores fuentes contaminantes del agua. Esta contaminación causa problemas de salud ambiental y también en algunos casos contaminación del agua destinada para el consumo humano y animal, con el riesgo sanitario asociado.

Romero (2010) advierte que de forma natural al agua entran sedimentos, restos orgánicos y calor, que afectan a los componentes bióticos y abióticos del agua, estos soportan durante un determinado tiempo cantidades variables de estos materiales, ya que poseen una capacidad de depuración. Esta capacidad de depuración depende de características físicas, químicas, biológicas y morfológicas de cada cuerpo de agua. Cuando las cantidades de contaminantes exceden la capacidad de depuración natural del agua, ocasiona que la calidad del agua disminuya.

En una investigación (Romero, 2010) encontró que en las labores agrícolas se generan excesos de agua de riego que se drenan hasta alcanzar cuerpos de agua. Estos excedentes de agua para riego llevan consigo restos de suelo, materia orgánica, restos de fertilizantes y plaguicidas. En algunas ocasiones, estos agentes contaminan el agua con macro elementos, como fósforo y nitrógeno, mismos que contribuyen a la eutrofización, es decir, un aporte excesivo de nutrientes inorgánicos, favoreciendo la aparición masiva de plantas conocidas como malezas acuáticas...

En 2001, Carrera & Fierro advirtieron que la contaminación del agua afecta a todos los seres vivos. El agua debe ser considerada como recurso estratégico ya que gran cantidad de las actividades del hombre dependen del agua. En el Ecuador es poco el interés que se le da a esta problemática, no existen estudios que diagnostiquen la calidad del agua y que tomen en cuenta la afectación de esta con respecto a los seres vivos que habitan estos ecosistemas.

La investigación de (Calizaya-Anco, 2013) muestra que debido al extenso recorrido de los ríos en zonas alto andinas, estos acarrear muchos sedimentos propios de la cuenca y además afluentes de aguas residuales, industrias y disoluciones de agroquímicos provenientes de zonas agrícolas. Este proceso afecta los sistemas acuáticos debido a la contaminación antes mencionada esto provoca una variación química del agua, esto ocurre en diferentes intervalos cortos de tiempo lo que hace que cada cuerpo de agua sea evaluado de manera diferente lo que requiere el desarrollo de metodologías adecuadas para su evaluación.

Cuando las aguas contaminadas por detergentes son vertidas en arroyos y ríos, se causa la aniquilación de larvas de insectos que sirven de alimento para peces – aun cuando el detergente aparezca en mínimas cantidades, los cuales, al carecer de su fuente alimenticia, enfrentan una terrible mortalidad. Según Romero y Pascual (1993), de igual forma, el detergente es capaz de matar al camarón y el cangrejo de río. Cuando las aguas negras no son bien purificadas pueden provocar serias epidemias en el hombre. La hepatitis, la poliomielitis, la fiebre tifoidea, la

amibiasis y la disentería, son infecciones que se pueden adquirir por beber agua contaminada o tratada inadecuadamente.

Bellido (2010) menciona la contaminación de las aguas y la de saneamiento están asociadas a altas prevalencias de enfermedades. Desde 2005, Bofill-Mas, indica que la contaminación derivada de los impactos de la sobrepoblación son más evidentes en las últimas décadas, la sobrepoblación afecta directamente a los ecosistemas y estos a su vez afectan a la salud poblacional ya están estrechamente relacionados. La mala calidad del agua influye en el apareamiento de enfermedades infecciosas que representan un gran riesgo para la sociedad, las muertes por el consumo de agua contaminada son cuantiosas en todo el mundo.

Estudios realizados (Pac Sa, 1998) advierte que muchas enfermedades pueden transmitirse por el agua, la contaminación del agua puede generar brotes epidémicos que afectan a las personas, entre los cuadros epidémicos más frecuentes se encuentran el cólera, la giardiasis, las disenterías, hepatitis A y E y gastroenteritis virales. Estas enfermedades se transmiten principalmente por consumo de alimentos contaminados por heces de animales o de personas que contaminan en muchos casos el agua que otros consumen animales o personas.

Un Informe realizado por la (OMS, 2014) destaca que el agua, el saneamiento y la higiene inciden en la salud de personas. Indica también que muchas enfermedades son generadas por microorganismos y sustancias químicas. Las enfermedades más frecuentes transmitidas por el agua contaminada están aquellas en las cuales los microorganismos que las generan tienen parte de su ciclo de vida en el agua. Otro factor que causa la muerte de personas es el ahogamiento de las mismas debido a la falta de protección de los canales de ríos.

Para (Aguiar Prieto, 2000) El agua es un recurso abundante pero mal distribuido en América, puede transmitir gran cantidad de enfermedades peligrosas y hasta mortales. En un estudio (Turk, 1996) indica que el agua causa el mayor número de enfermedades, mismas que se deben principalmente a microorganismos y parásitos. La concentración de coliformes presentes en agua puede indicar la

contaminación por presencia de heces fecales humanas. En 1988, Albert indica que el empleo de plaguicidas ha contaminado el ambiente biótico y abiótico, esto ocurre por la fácil dispersión de estos en el ambiente y por su persistencia.

El control de la calidad y potabilidad del agua es muy importante ya que el agua es un medio de transmisión de enfermedades por contaminación microbiológica producidas en su mayoría por patógenos intestinales, entre los cuales figuran bacterias, virus, protozoos, helmintos. La contaminación del agua y la pérdida de calidad de esta no solo se deben a patógenos sino también a sustancias no deseables que la vuelven no apta para consumo (Rodríguez García, 2003).

La sobrepoblación y la pérdida de la calidad del agua influyen en la calidad y la seguridad en los diferentes usos, incluidos el consumo humano y el industrial. En esta línea podrían recomendarse modificaciones en los patrones de aseo, higiene, limpieza y disposición de desechos de la población general. La adopción de conceptos como el ahorro de agua o la disposición selectiva de desechos y basura podría facilitar procesos más eficientes de reciclaje de agua (Santos Guzmán, 2009).

2.2.2 Problemática del déficit de agua para riego incidencia en la agricultura y la producción de alimentos

Un informe realizado por la (FAO, 2012) indica que el agua tiene capacidad de depuración, esta misma capacidad y su aparente abundancia ha causado que sea un vertedero de residuos producidos por actividades humanas. En la actualidad la disponibilidad de agua es cada vez más preocupante debido a que es recurso estratégico que sirve para consumo humano y ayuda a la producción de alimentos en la agricultura. La mecanización en la agricultura en muchos países ha reducido y ha maximizado el uso del agua.

El mismo informe de la (FAO, 2012) advierte que la presión ejercida sobre los recursos hídricos en muchos países ha originado una expansión hacia tierras marginales lo que ocasiona una agricultura de subsistencia. La necesidad de

producir más alimentos ha llevado a incrementar los volúmenes de agua utilizados para riego en la agricultura, en este mismo sentido para lograr más producción los agricultores han optado por utilizar cada vez más fertilizantes y plaguicidas.

En 2012, FAO manifiesta la dificultad de garantizar un suministro suficiente de alimentos en el siglo XXI. Por lo que la agricultura sostenible constituye uno de los mayores desafíos. Esta sostenibilidad supone que la agricultura no sólo es capaz de garantizar un suministro sostenido de alimentos, sino que sus efectos ambientales, socioeconómicos y sanitarios se reconocen y contemplan en los planes nacionales de desarrollo.

2.2.3 Calidad de agua para riego incidencia en la agricultura

El agua para riego es muy importante en la agricultura, (Navarro, 2012) menciona que de la calidad del agua que se utilice dependerá la calidad y cantidad de cultivos, además indica que la mala calidad de agua afecta negativamente al suelo, producto de la acumulación de sales, el exceso de sales también afecta a los cultivos.

Una investigación realizada (Laboratorio A-L de México, 2011) estableció que la calidad del agua usada para riego determina la producción y la calidad de cultivos en la agricultura. Indica que las propiedades físico-químicas del suelo podrían verse alteradas mediante contacto de iones intercambiables que provengan del agua para riego. Los parámetros recomendados para analizar la calidad de agua según este estudio son el pH, riesgo de salinidad, riesgo de sodio, riesgo de carbonato y bicarbonato, trazas de elementos, elementos tóxicos nutrientes, cloro libre.

Cruz Vera, (2012) indica que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido reglamentos y normas sobre el agua de consumo, la cual se convierte en una guía para diferentes naciones para que adopten sus propios reglamentos. Ya que el agua es un elemento esencial para la producción agropecuaria, porcícola y avícola (Tobón-Marulanda, 2010) advierte que la calidad del agua incide

directamente en la calidad de los productos alimenticios y debe cumplir con parámetros de calidad para ser consumida por seres vivos. El agua requiere estar libre de elementos tóxicos, que pueden acumularse en los tejidos y fluidos de los animales y plantas de granja, convirtiéndose en productos alimenticios nocivos.

2.2.4 Criterios y procedimientos para determinar la calidad de agua para riego

Zambrano, (2010) manifiesta que la toma de muestra debe garantizar las características del cuerpo de agua que se va a analizar, lo que implica la preparación y planificación previo al muestreo. Indica que se debe utilizar materiales y equipos adecuados para el muestreo que permita garantizar la conservación de las características originales de la muestra. La buena manipulación y obtención de la muestra garantizará la validez de los datos obtenidos en laboratorio.

Para toma de muestras de aguas en acequias o canales que conducen agua para el riego previo al análisis que se le hace en el laboratorio (Navarro, 2012) indica se debe seleccionar el sitio de muestreo, se utiliza recipientes plásticos, lavados con el agua que se desea muestrear, recolectar un litro en el recipiente, tomando la muestra de agua en movimiento, a unos cinco o diez centímetros debajo del espejo de agua. Es conveniente tomar la muestra de la parte media del cauce, identificar a la muestra con: nombre del sitio, nombre del propietario, fecha, cultivo.

Recomendaciones realizadas (Instituto Nacional de Salud- Subdirección Red Nacional de Laboratorios, 2011) mencionan que las muestras recolectadas deben seguir un proceso que asegure la integridad de estas hasta el reporte de resultados. A este proceso se le denomina cadena de custodia que inicia desde el momento de la recolección de muestras y finaliza con el reporte de resultados. Se recomienda que el tiempo de retención de la muestra sea el mínimo.

En una publicación realizada (Navarro, 2012) determina que los criterios para determinar la calidad de agua para riego dependen de las sales presentes en esta. Ya que la concentración de sales en el agua aumenta la tensión osmótica y por lo

tanto la planta tendrá que hacer un mayor esfuerzo de succión para absorber el agua por las raíces, afectando a los cultivos. Otro parámetro a tener en cuenta es la sodicidad ya que un elevado porcentaje de sodio intercambiable PSI deteriora el suelo reduciendo la velocidad de infiltración del agua. Se debe analizar la toxicidad o la acumulación de iones, tales como sodio, cloro y boro que en cantidades determinadas pueden afectar el desarrollo del cultivo.

2.3 Componentes de un sistema de riego

En este punto se detalla los componentes de un sistema de riego para dar a comprender al lector cuales son los elementos que componen un sistema de riego además se detalla cada componente y describe el mismo.

Los principales componentes de un sistema de riego para (Jorge Sanchez, 2003) son fuentes de agua, la infraestructura y red de riego, el derecho y reparto del agua, organización de regantes, sistemas de producción agropecuaria. Para este autor un sistema de riego necesita de un conjunto de elementos necesarios para que el agua llegue hasta las parcelas de los usuarios y a su vez los mismos usuarios se convierten en parte de este sistema de riego ya que ellos son los responsables del mantenimiento operación y administración del sistema. A continuación se describe cada uno de los componentes del sistema de riego:

2.3.1 Fuentes de agua

Todo sistema de riego depende de una fuente de agua la cual dota de la cantidad de agua necesaria para la agricultura o uso determinado. Las fuentes de agua son principalmente en ríos, vertientes, lagos, lagunas estos dotan de agua a los sistemas de riego a lo largo del año y su apreciación y cuidado es muy importante para garantizar la calidad y cantidad del agua para todos.

2.3.2 Infraestructura y red de riego

Todas las obras necesarias para transportar el agua desde la captación hasta las distintas parcelas se convierten en la infraestructura y red de riego que constituye

la parte física de un sistema de riego. Dentro de este conjunto de obras importantes para el transporte del agua se tiene la captación, la conducción del agua a través de un canal principal, el almacenamiento del agua y la distribución de la misma en la zona destinada a regarse. A continuación en la figura 1 se puede observar la red de riego y las obras más importantes a implementarse para el buen funcionamiento de un sistema de riego.

Obras de captación:

Este tipo de infraestructura permite desviar un determinado torrente de agua desde una fuente (río, quebrada, vertiente) hacia un canal principal que posteriormente transportará el agua para riego hacia un área determinada.

Obras de conducción:

En este caso las obras de conducción permiten transportar el agua hacia distintos sectores o arreas que van a ser regadas, para lo cual se necesita de distintos tipos de infraestructura que van desde complejos canales, tuberías, sifones hasta rústicos canales de tierra, las dimensiones de estas obras dependen mucho del caudal de agua que se captó. En algunas ocasiones quebradas son utilizadas como conducción y transporte del agua para riego, cuando más complejo sea la infraestructura mayor será la eficiencia de la conducción del agua.

Obras de almacenamiento:

Cuando el agua para riego llega a las parcelas se necesita de este tipo de infraestructura para almacenar el agua y utilizarla en otro momento. Este tipo de obras dependen mucho de la organización de los usuarios puede existir un embalse grande que beneficiaría a todos los usuarios o puede cada uno tener su reservorio privado.

Obras de distribución:

Estas obras permiten distribuir el agua del canal principal hacia todas las parcelas de los usuarios se trata de obras como cajas repartidoras, tomas de agua. Este tipo de obras tienen un impacto importante dentro de la organización de regantes ya que el caudal exacto dividido dentro de los sistemas de riego minimizan los conflictos que pudieran sucederse entre los usuarios por la mala distribución del agua. La distribución del agua precisa depende mucho del tipo y nivel de tecnificación de la infraestructura implementada.

Obras de control:

Este tipo de obras permiten controlar aun más la repartición del agua para riego en las cajas de reparto por ejemplo y también permiten medir y controlar el volumen del agua constantemente, reduciendo así aun más descontentos entre los usuarios para la mala distribución del agua. Un ejemplo de este tipo de obras son las regletas de lectura directa de caudales.

Obras de protección:

Esta infraestructura es necesaria implementarse ya que permiten proteger y mantener en buen estado toda la red de riego y distribución del agua evitando así por ejemplo derrumbes y la acumulación de sedimentos en el canal principal. Entre las principales obras de protección se tienen los desarenadores, aliviadores, muros de contención, cunetas de coronación.

2.3.3 Derecho y reparto

Este es un componente que depende de la organización de regantes que se esté estudiando ya que depende mucho de los estatutos, reglamentos internos de cada organización. En si el derecho tiene que ver en gran parte con el acceso al agua de los usuarios en cada uno de los sistemas de riego, en el caso del reparto depende del volumen de agua captado, la superficie total destinada para riego, es decir, el tiempo que cada uno de los regantes tendrá para regar su parcela depende del

volumen de agua captado y la superficie que se va a regar, en muchos casos se conoce como el turno de agua.

2.3.4 Organización de regantes

A menudo se llama como junta de agua o como directorios de agua que son la base de la organización de todos los regantes en cada uno de los sistemas de riego esta organización define el reparto del agua y es el ente que regula, mantiene, controla, opera el sistema de riego en todos sus niveles.

2.3.5 Sistemas de producción

Los distintos productos que son cultivados por los usuarios o regantes, los ingresos, los mercados donde estos regularmente comercializan sus productos son conocidos como sistemas de producción estos son muy complejos sistemas ya que existen diversos grupos sociales los cuales intervienen desde la producción cultivos hasta que estos productos llegan a los consumidores finales en las ciudades (Jorge Sanchez, 2003).

2.4 Estrategias de mitigación y reducción de la contaminación en sistemas de riego

Frente a toda la problemática y la presión ejercida sobre los recursos hídricos (Milanés, 2014) afirma que la educación ambiental es una herramienta para la concientización de la población. La educación permite crear conciencia entre la sociedad y naturaleza. Otra estrategia planteada (Forest Systems , 2014) son los mecanismos de pago por servicios ambientales (PSA) para la conservación de cuencas hidrográficas, parten de la lógica de que los bosques y páramos en buen estado de conservación proveen servicios hidrológicos.

En 2012, La FAO resume distintas medidas de acción que deberán adoptarse en la agricultura en lo que respecta a la calidad del agua, entre las cuales se menciona el establecimiento sistemas que permitan supervisar la calidad del agua destinada a usos agrícolas, la prevención de los efectos negativos de las actividades agrícolas

sobre la calidad del agua utilizada, el aprovechamiento óptimo de los insumos agrícolas y la reducción de agroquímicos, prevención de la escorrentía de los suelos y la sedimentación, eliminación adecuada de las aguas residuales procedentes de asentamientos humanos y del abono producido por una ganadería intensiva, manejo integrado de plagas, educación de las comunidades en lo relativo a los efectos contaminantes del uso de los fertilizantes y productos químicos.

La educación acerca del buen manejo del agua dirigida a la población es muy importante ya que se crea una mentalidad de conservación y respeto de la naturaleza y su importancia. Un informe (Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, 2003) menciona que se debe ampliar la capacidad de los países pobres para desarrollar conocimientos especializados pertinentes, una expansión del intercambio de conocimientos y experiencias entre los países en desarrollo.

En 2009, Saavedra indica que manejar las fuentes de agua para que estas tengan agua disponible, en cantidad y calidad, es ofrecer más oportunidades de progresar a comunidades campecinas. El manejo de las fuentes de agua en muchos casos que algunas comunidades aplican, permiten mejorar las condiciones de uso reduciendo la posible contaminación de las fuentes de agua.

2.5 Marco legal e institucional del riego en el Ecuador

El marco legal e institucional del riego en el país se refiere a todas las normas e instituciones creadas por el estado para la administración del agua y el riego. Además existen normas e instituciones a nivel comunitario, que han aportado en el transcurso de los años a la rectoría del agua y el riego en el Ecuador. Esta administración ejercida a nivel comunitario refleja procesos sociales de los pueblos (Sica, 2000).

En el Ecuador la Constitución representa el máximo marco legal que rige sobre todo el país, aquí se encuentra las leyes que rigen sobre los recursos hídricos en el

país. De la constitución del Ecuador se derivan las demás leyes gobiernan sobre todos los recursos hídricos del país que ayudan a su gestión, protección y también las leyes que indican el acceso a este recurso por parte de todos los ecuatorianos. A continuación citaremos los artículos establecidos en la constitución que tienen que ver con la gestión del agua:

Art. 3 de los deberes del estado indica que el estado deberá garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social y el agua para sus habitantes.

Art. 12.- 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.

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los

sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

2.5.1 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola en el Ecuador

En el Ecuador la calidad del agua es normada, esta normatividad difiere del uso de la misma, dichas normas están establecidas en el Texto Unificado de Legislación Ambiental. Para este estudio las normas que se revisará son las que están establecidas en el TULSMA, para la calidad del agua para uso agrícola y que se detalla a continuación.

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes. Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en el TULSMA. (Texto unificado de legislación ambiental, 2008)

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación (ver tabla 2.1).

Tabla 2.31 Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5.0
Arsénico (Total)	As	mg/l	0.1
Bario	Ba	mg/l	1.0
Berilio	Be	mg/l	0.1
Boro (Total)	B	mg/l	1.0
Cadmio	Cd	mg/l	0.01
Carbamatos	Concentración total de carbamatos		
Cianuro	CN-	mg/l	0.2
Cobalto	Co	mg/l	0.05
Cobre	Cu	mg/l	2.0
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0.1
Flúor	F	mg/l	1.0
Hierro	Fe	mg/l	5.0
Litio	Li	mg/l	2.5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0.2
Molibdeno	Mo	mg/l	0.01
Mercurio (Total)	Hg	mg/l	0.001
Níquel	Ni	mg/l	0.2
Organofosfatos (Totales)	Concentración de organofosforados		0.1
Organoclorados	Concentración de organoclorados		0.2
Plata	Ag	mg/l	0.05
Potencial de Hidrógeno	pH	mg/l	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0.05
Selenio	Se	mg/l	0.02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3000.0
Transparencia de agua medida con el disco Secchi			Mínimo 2.0m
Vanadio	V	mg/l	0.1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano		0.3
Coniformes totales	nmp/100ml		1000
Huevos de parásitos		Huevos/l	Cero
Zinc	Zn	mg/l	2.0

Fuente: TULSMA, Libro VI Sistema único de manejo ambiental, Anexo 1. Esta tabla muestra los parámetros permisibles en cuanto a la calidad de agua para riego en el Ecuador, como se puede observar se advierte la unidad de medición en mg/l, y el límite máximo permisible de cada parámetro.

Además de los criterios indicados, la Entidad Ambiental de Control utilizará también las siguientes guías para la interpretación de la calidad del agua para riego y deberá autorizar o no el uso de agua con grado de restricción severo o moderado (ver tabla 2.2).

Tabla 2.32 Parámetros de los niveles de la calidad del agua para riego

Problema potencial	Unidades	Grado de Restricción			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
Salinidad (1):					
CE (2)	Milimhos/cm	0.7	0.7	3.0	>3.0
SDT (3)	mg/l	450	450	2000	>2000
Infiltración (4):					
RAS = 0 – 3 y CE			0.7	0.2	< 0.2
RAS = 3 – 6 y CE		0.7	1.2	0.3	<0.3
RAS = 6 – 12 y CE		1.2	1.9	0.5	<0.5
RAS = 12 – 20 y CE		1.9	2.9	1.3	<1.3
RAS = 20 – 40 y CE		2.9	5.0	2.9	<2.9
Toxicidad por ion específico (5):					
-Sodio:					
Imaginación superficial RAS (6)		3.0	3.0	9.0	>9.0
Aspersión					
- Cloruros	meq/l	3.0	3.0		
Imaginación Superficial				10.0	>10.0
-Boro	meq/l	4.0	4.0		
	meq/l	3.0	3.0	3.0	>3.0
	mg/l	0.7	0.7		
Efectos misceláneos (7)					
-Nitrógeno (N-NO3)	mg/l	5.0	5.0	30.0	>30.0
-Bicarbonato (HCO3)	meq/l	1.5	1.5	8.5	>8.5
Ph	Rango Normal	6.5 – 8.4			

Fuente; TULSMA, Libro VI Sistema Único De Manejo Ambiental, Anexo 1. Esta tabla muestra algunos parámetros que afectan directamente la calidad de la agua para riego, indica su unidad de medición y el grado de restricción que presenta cada parámetro con una escala ya propuesta y normada por la legislación ecuatoriana estipulada por el TULSMA.

Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para uso del agua para riego, según la tabla 2.3.2. Tenemos:

- (1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.
- (2) Conductividad eléctrica del agua: regadío (1 milimhos/cm = 1000 micromhos/cm).
- (3) Sólidos disueltos totales.
- (4) Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo.
- (5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos.
- (6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada.
- (7) Afecta a los cultivos susceptibles.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se detalla los pasos realizados en este estudio para llegar a cumplir con el objetivo general y se describen los materiales utilizados para realizar esta evaluación del sistema de riego Acequia El Tambo. La metodología empleada para esta evaluación fue adaptada para lograr cumplir con cada uno de los objetivos específicos propuestos a continuación se detalla sistemáticamente el proceso de evaluación.

3.1 Descripción de la zona de estudio y actualización de cartografía base del sistema de riego acequia El Tambo

Para la evaluación del sistema de riego se adaptó la metodología propuesta por (Chávez, 2005) y (Atehortúa, 2010) sus criterios y procedimientos en sus trabajos se adaptan en esta evaluación para la consecución del primer objetivo específico el cual analiza la zona de estudio.

3.1.1 Recopilación de información de la zona de estudio

La recopilación de la información dentro de la zona de estudio que comprende los cantones de Espejo y Bolívar de la provincia del Carchi se realizó mediante la revisión de documentos propios de cada cantón como lo son los planes de

ordenamiento territorial, se recurrió también a fuentes de información secundaria como REDATAM, Foro de recursos hídricos y el Plan Nacional de Riego y Drenaje. Los resultados de esta revisión de documentos ayudaron a realizar la descripción de la zona de estudio y contribuyeron en gran medida a analizar los problemas y conflictos surgidos y que están afectando el sistema de riego acequia El Tambo. Se analizaron los elementos principales que componen el sistema de riego para lo cual se realizaron salidas de campo para recopilar esta información.

3.1.2 Actualización de Cartografía base de la zona de estudio.

Para actualizar cartografía base del sistema de riego acequia El Tambo se implementó la metodología propuesta por (LIBAULT, 1971) aplicada en el estudio de (Atehortúa, 2010) que indica la recolección y selección de la información necesaria para la investigación, correlación de los datos para posteriormente ser interpretados hasta conseguir los resultados y, representación de los resultados en forma de cartogramas o gráficos.

La metodología indica que la recopilación de información necesaria para la elaboración de mapas temáticos, esta información está conformada en este caso por una imagen satelital, datos de carreteras, vías, centros poblados del trayecto de la acequia.

3.1.2.1 Geo - referenciación del sistema de riego acequia El Tambo

Continuando con la metodología y para la generación de la información geográfica de la acequia El Tambo, se realizaron dos salidas de campo en las cuales se geo-referenció este sistema de riego desde su origen en la bocatoma del río Bobo hasta su finalización en la distribución general del sistema en la comunidad de San José de Tinajillas, en estas dos salidas de campo se planificó lo siguiente:

- a) Activar el GPS GARMIN (modelo 60CSSx) en modo ruta con el fin de que vaya geo-referenciado la acequia y a su vez dibuje la trayectoria de la acequia El Tambo.

- b) En el recorrido de la acequia si se identificaba un punto de control se procedía a marcarlo con el GPS con el fin de obtener datos de los puntos donde la acequia era contaminada antropogenicamente, tramos donde se identificaba infraestructura inadecuada.

Al finalizar el levantamiento geográfico de la acequia, se descargó los puntos obtenidos con el GPS en un ordenador a través del programa Mapsource y posteriormente los datos fueron exportados en formato .dbf para ser procesados en el Software Arcgis y elaborar los mapas que serían el resultado de este proceso.

3.1.2.2 Procesamiento de información geográfica y elaboración de mapas

En este punto se recopila la información levantada in-situ de la geo -referenciación de la acequia y la información obtenida previamente facilitada por el Laboratorio de Geomática de la Universidad Técnica del Norte, la información fue montada en la imagen satelital de la zona de estudio. Al finalizar se elabora un mapa base y dos mapas temáticos.

En principio se procedió a descargar los datos a través del programa Mapsource en formato .dbf para su procesamiento en el Programa Arcgis 10.1. Con la información geográfica de la ruta del sistema de riego acequia El Tambo se procedió a realizar un archivo .shp de polilínea en la extensión Arcmap de Arcgis 10.1, a este archivo se lo nombro sistema de riego acequia El Tambo. El cual ayuda a ilustrar el trayecto de la acequia y su ubicación en los mapas que se elaboraron.

La información y el proceso realizado anteriormente fue realizado con la finalidad de contar con toda la información para realizar los mapas, el proceso para realizar cada mapa y su finalidad se describe a continuación:

- a) Con el archivo .shp de polilínea generado descrito como sistema de riego acequia El Tambo, se elaboró el mapa temático, Mapa Base del sistema de riego acequia El Tambo. El cual contiene una imagen satelital donde se puede

observar toda el área de estudio y dentro de cual se ubica geográficamente la acequia El Tambo, así como, carreteras, áreas protegidas cercanas, zonas urbanas. Con lo cual permite tener una mayor visión del área de estudio para su posterior análisis.

- b) Se realizó un archivo .shp de punto nombrado déficit estructural en Arcmap para analizar y procesar los datos obtenidos de los puntos donde se observó la problemática vista en la acequia, esto corresponde a sitios y tramos con mala infraestructura, afectaciones de la acequia por la ganadería y agricultura, tramos de la acequia dentro de zonas urbanas. Realizado este proceso se exportan estos datos y el resultado es el mapa de déficit estructural de la acequia El Tambo.
- c) Una vez realizado el mapa base de la zona de estudio, este mismo se aplicó para generar el mapa de puntos de muestreo que identifica los puntos en los cuales se recolecto muestras de agua para su análisis en laboratorio. Este mapa contiene los resultados a manera de tablas de los parámetros físicos analizados. El producto de este proceso es el mapa de puntos de muestreo de la acequia El Tambo.

3.2 Determinación de la calidad del agua para riego mediante análisis físicos y químicos

Los procedimientos realizados para la determinación de la calidad de agua para riego se encuentran en base al estudio (Navarro, 2012) quien sistematiza en su publicación este proceso. Líneas más abajo se describe este proceso y el diseño estadístico aplicado para analizar datos de las muestras de agua colectadas.

Para determinar la calidad del agua para riego del sistema de riego acequia El Tambo, se realizó una salida de campo con el fin de recolectar muestras de agua en el sistema de riego. Los materiales utilizados en esta salida de campo fueron un recipiente cooler para preservación de las muestras, seis frascos de 1000ml cada uno para recolección de muestra de agua, etiquetas de identificación para las

muestras, GPS, una cámara de fotos. Se aplicó la cadena de custodia para preservar las muestras y que los datos sean válidos líneas más abajo se describe la cadena de custodia.

Las muestras de agua fueron enviadas al Laboratorio de suelo y agua del Gobierno Provincial del Carchi para el respectivo análisis. Para finalizar se analizó los resultados de las muestras y se procesó esta información estadísticamente mediante la prueba de “t” para datos pareados en Excel.

La prueba de “t” para datos pareados se resolvió emplear en esta evaluación ya que las muestras colectas pertenecen a un mismo sistema de riego en este caso el sistema de riego El Tambo, este análisis estadístico permitirá comparar las muestras colectadas y determinar si existe contaminación del agua o afectaciones a la calidad de la misma comparando cada parámetro de cada muestra con los datos establecidos por la normativa ecuatoriana para cada uno de los parámetros estudiados.

3.2.1 Tipo de muestreo

Para esta evaluación se definió y en base a la metodología de este proceso se define realizar un muestreo simple para la colecta de muestras de agua en la acequia El Tambo, los pasos que se realiza en este tipo de muestreo se detalla a continuación:

- a) Seleccionar el sitio de muestreo
- b) Utilizar recipientes plásticos, lavados con el agua de la acequia
- c) Recolectar un litro de agua, tomando la muestra del agua en movimiento, a unos 5 a 10 centímetros debajo del espejo de agua en la parte media del cause
- d) Identificar la muestra
- e) Enviar al laboratorio

3.2.2 Cadena de custodia

La cadena de custodia es una serie de pasos que contribuyen al manejo adecuado de las muestras recolectadas. Para este estudio la cadena establecida estipula lo siguiente:

- a) Georeferenciar la muestra de agua.
- b) Identificar la muestra de agua.
- c) Sellar y preservar muestra de agua en la caja cooler.
- d) Trasladar muestra a laboratorio en las próximas 24 horas

3.2.3 Aplicación de muestreo en la acequia El Tambo

En base a la metodología y la aplicación de la cadena de custodia se procedió a la recolección de muestras de agua en la acequia El Tambo, a continuación se describe proceso de obtención de muestras de agua hasta la entrega de dichas muestras al laboratorio donde termina el proceso de cadena de custodia.

- a) Identificación de puntos de muestreo.- En base a la metodología prevista se determinaron seis puntos de muestreo, los factores que se tuvieron en cuenta para determinar los puntos de muestreo fueron influencia de zonas urbanas, zonas ganaderas y agrícolas. Observadas estas zonas en los mapas realizados se identificó los siguientes puntos de muestreo:
 - Bocatoma, captación de la acequia El Tambo.
 - Ciudad El Ángel
 - Sector quebrada Oscura
 - Parroquia García Moreno
 - Sector Laguna La Encañada

- Comunidad San José de Tinajillas
- b) Recolección de muestras e identificación.- La recolección de muestras de agua se realizó mediante un muestreo simple, el cual indica tomar una muestra de agua a una profundidad de 10 cm, con el frasco de 1000 ml, sellar el frasco e identificarlo, con la finalidad de que el medio no afecte la muestra de agua, inmediatamente era ubicada dentro de la caja cooler como indica la cadena de custodia.

Se realizó una salida de campo el 19 de Mayo del 2014 para recolección de se inició la recolección desde la captación de la acequia en el Rio Bobo a las 6 am horas, hasta llegar a la última caja de repartición ubicada en la Comunidad de San José de Tinajillas. Dichas muestras fueron preservadas en una caja cooler y trasladadas inmediatamente al laboratorio para cumplir con la cadena de custodia descrita anteriormente. La identificación de las muestras se detalla a continuación en la tabla 3.1

Tabla 3.21 Etiqueta informativa de muestras de agua

No.	Identificación
1	Nombre
2	Geo - referenciación
3	Referencia
4	Hora
5	Fecha
6	Responsable

Fuente; Elaboración propia. Esta tabla identifica el modelo de etiquetas que se elaboraron para la identificación de muestras de la acequia El Tambo.

Conjuntamente se realizó la identificación de parámetros físicos de cada muestra colectada en la acequia El Tambo. Los parámetros físicos analizados se los detalla a continuación en la tabla 3.2 Cabe decir que fueron determinados mediante equipos electrónicos del kit ecológico facilitado por el Laboratorio de Biología de la Universidad Técnica del Norte.

Tabla 3.22 Parámetros físicos realizados en la acequia El Tambo

No.	Parámetros Físicos	Unidad
1	Ph	Ph
2	Conductividad Eléctrica	Us/cm
3	Temperatura del agua	°C
4	Altitud	Msnm
5	Presión del aire	Hpa
6	Temperatura del aire	°C
7	Humedad	Rh %
8	Intensidad de luz	lx

Fuente; Elaboración propia. En esta tabla se describe cada parámetro analizado in-situ en este estudio, cada parámetro descrito obedece a características físicas del agua.

- c) Envío y entrega a laboratorio para su análisis.- Una vez colectadas las muestras fueron enviadas el mismo día al laboratorio para su correspondiente análisis, aplicando la cadena de custodia. El laboratorio responsable de hacer los estudios respectivos fue el Laboratorio de Desarrollo de Económico Local del Gobierno Provincial del Carchi.- Los parámetros físicos y químicos que se evaluaron para determinar la calidad del agua para riego se observan en la tabla 3.3 a continuación expuesta:

Para determinar la calidad del agua de riego se utilizó la metodología Richards del laboratorio de salinidad de los Estados Unidos (clasificación en Riverside, California). Cuya clasificación se ajusta y resulta más adecuada en la identificación de agua para riego y fácil para clasificar dicha calidad en base a parámetros ya establecidos.

Tabla 3.23 Lista de parámetros físicos y químicos analizados

Parámetros Químicos		
Parámetros	Unidad	Método
Ph		AS-02
Conductividad eléctrica	us /cm	AS-17
Sólidos disueltos	Ppm	AS-17
Sólidos suspendidos	Ppm	Gravimetría
Sólidos Totales	Ppm	Gravimetría
Turbiedad	NTU	2130 – B
Color	Pt	2120 – B
K	mg/lt	Absorción Atómica
Ca	mg/lt	Absorción Atómica
Mg	mg/lt	Absorción Atómica
Na	mg/lt	Absorción Atómica
Fe	mg/lt	Absorción Atómica
Fosfatos	mg/lt	Colorimétrico
Carbonatos	meq/lt	ASTM D 1067-92
Bicarbonatos	meq/lt	ASTM D 1067-92
Sulfatos	mg/lt	Colorimétrico
Sulfuros	mg/lt	Colorimétrico
Amonio	mg/lt	Colorimétrico
RAS		

Fuente; Gobierno Autónomo Descentralizado De La Provincia Del Carchi-Dirección De Desarrollo Económico Local-Laboratorio De Agua Y Suelo. Tabla que muestra los parámetros químicos analizados por el Laboratorio, describe también la unidad de medición de cada parámetro y el método por el cual se realiza su análisis.

3.2.4 Análisis estadístico

Con el grupo asesor de esta evaluación se definió emplear el proceso estadístico prueba de “t” para datos pareados para analizar la información de las muestras de agua de la acequia El Tambo. Se decide emplear esta prueba ya que esta es aplicada en muchos casos para muestreos con menos de veinte repeticiones como

es el caso de esta evaluación y por qué todas las muestras provienen de un mismo cuerpo de agua que es parte del objeto de este estudio.

Para analizar los datos de los parámetros estudiados en cada muestra se generó una matriz en Excel la cual se analizó con la prueba de “t” para datos pareados. Una vez se calcula y realiza esta prueba se procede a la interpretación y análisis de resultados.

3.3 Identificación de problemas estructurales de la acequia El Tambo

Para la identificación de problemas estructurales de la acequia El Tambo se siguió la siguiente metodología:

- a) Identificación y geo-referenciación de afectaciones en la acequia, que consiste en la elaboración de una etiqueta y otorgar un nombre código a cada afectación observada, además, con el GPS se geo - referenció cada afectación con la finalidad de posteriormente ubicar cada una de las afectaciones en el mapa de déficit estructural de la acequia El Tambo.
- b) Medición de la afectación en la acequia, fue necesario tomar medidas de las afectaciones con la finalidad de contar un registro de detallado de cada afectación, su dimensión ya que al momento de proponer la infraestructura adecuada se debe conocer las medidas de la cada afectación.
- c) Descripción de la afectación vista en la acequia El Tambo, la descripción fue necesaria ya que brinda al lector la oportunidad de conocer la problemática del sistema, además, que fue necesario para identificación de cada afectación.
- d) Registro visual (fotografía), para evidencia de las afectaciones vistas en la acequia El Tambo.
- e) Al finalizar este proceso se calcula un presupuesto estimado para implementar estas adecuaciones e infraestructura a implementarse en el sistema.

3.3.1 Elaboración de propuesta para la recuperación del sistema de riego acequia El Tambo

Concluidos los estudios del sistema de riego y conocidas sus deficiencias y problemas se propone el siguiente plan para mejorar la infraestructura de este sistema de riego el cual ayudará a la optimización del recurso hídrico en este sistema, para lo cual se aplica los siguientes criterios:

Una vez conocidos los problemas de infraestructura de este sistema de riego se genera propuestas sobre medidas estructurales y no estructurales que nulifiquen o mitiguen dicha deficiencia por falta de infraestructura adecuada.

Conocidos los problemas a nivel de administrativo de este sistema de riego se propone la capacitación de los directivos en temas pertinentes a riego, mantenimiento de sistemas de riego, operación y administración de los mismos, con el fin de mejorar la administración de este sistema y reducir los conflictos internos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se detalla de manera sistemática los resultados obtenidos, en base a la metodología empleada y el cumplimiento de los objetivos de este estudio.

4.1 Descripción de la zona de estudio

Los cantones de Espejo y Bolívar pertenecen a la provincia del Carchi que a su vez se encuentra ubicada en el extremo norte del Ecuador. El sistema de riego objeto de estudio de esta evaluación atraviesa por estos dos cantones y beneficia a usuarios que en su mayoría habitan en la comunidad del El Tambo esta última ubicada en la parroquia de García Moreno que pertenece al cantón Bolívar. Este sistema de riego tiene su origen en el cantón Espejo a 3175msnsm en la bocatoma del río Bobo en las coordenadas UTM 842459,45; 10071551,112 y termina en la comunidad de El Tambo donde beneficia a sesenta y cinco usuarios que conforma el Directorio de aguas de este sistema y donde el agua es utilizada para labores agrícolas en aproximadamente 300 hectáreas.

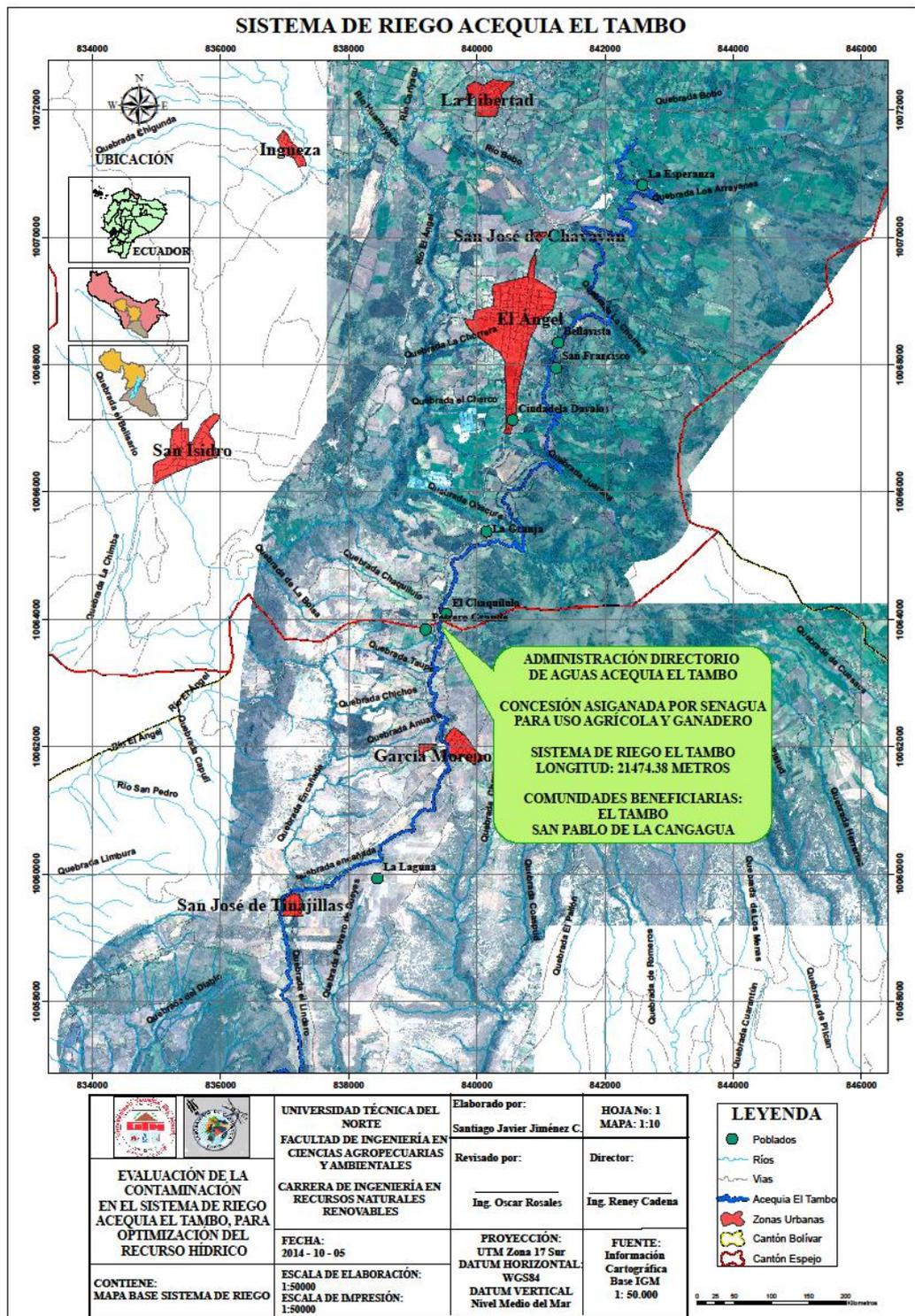


Figura 1. Mapa Base del sistema de riego Acequia El Tambo

4.1.1 Ubicación

El sistema de riego se encuentra ubicado en la zona norte del Ecuador en la Provincia del Carchi entre los cantones Bolívar y Espejo. La administración de este sistema es realizada por el Directorio de agua de la acequia El Tambo que está ubicado en la comunidad del mismo nombre que pertenece a la parroquia de García Moreno en la figura 1 se muestra la ubicación geográfica del sistema de riego.

4.1.2 Generalidades de la zona de estudio

El cantón Espejo se ubica al centro de la Provincia del Carchi. El cantón está conformado por las parroquias rurales de La Libertad, San Isidro y El Goaltal, y por las parroquias urbanas El Ángel y 27 de Septiembre.

El territorio cantonal presenta altitudes desde los 1.040 m.s.n.m. hasta los 4.200 m.s.n.m., esto ha originado la presencia de distintos microclimas, suelos y vegetación lo que ha determinado la conformación de sus propias características culturales, económicas, ambientales. La principal actividad económica del cantón corresponde al rubro agropecuario, principalmente el agrícola y florícola. El uso de la tierra para actividades agropecuarias cubre alrededor del 38% de la superficie cantonal. Esto ha provocado una intensa presión en bosques y páramos presentes en las áreas altas del cantón las que forman parte de la cordillera occidental.

La zona alta del cantón presenta una rica biodiversidad y productora de recursos hídricos en beneficio de los habitantes y actividades humanas en el cantón. La permanente deforestación genera condiciones propicias para la ocurrencia de posibles episodios aluvionales frente a eventos de alta pluviosidad, lo que origina eventuales desastres naturales en la población, la formación de cárcavas y quebradas con la consecuente pérdida de suelos productivos.

La población del cantón Espejo es de 13.364 habitantes, de los cuales 6.527 son hombres que corresponde al 49,95% de la población total y 6.837 mujeres que corresponde al 50,05%, según datos del Censo de Población y Vivienda, (CVP) del 2010. La población del cantón del año 2001 al último censo en el año 2010 disminuyó en un 1,11%. El sector urbano se presenta con un mínimo incremento en la población, esto debido a que existe migración del sector rural a la cabecera cantonal.

La tendencia de crecimiento urbano de la Ciudad de El Ángel, se calcula en 150.09 ha, considerando que durante los años 2010 y 1990, contaba con una superficie de 132,72 ha y 118,50 ha, respectivamente. Su población presenta una tendencia de crecimiento de 5.947 habitantes para el año 2030, con una tasa de crecimiento de 0,010, considerando que su población era de 4.867 y 3.983 habitantes para los años 2010 y 1990, respectivamente. Por otra parte, la proyección del crecimiento de la población cantonal al año 2030 sostiene la tendencia a la disminución registrada desde 2001, principalmente por la disminución de su población de las parroquias de San Isidro y de El Goaltal.

Respecto de servicios y en cuanto a la conexión del agua, pero independiente a su calidad, el cantón presenta un 96,59% de viviendas conectadas por tubería ya sea interna o por fuera de la vivienda o edificio; un 3,41% no recibe el agua por tubería. En el caso de la procedencia, para el 80,84% de las viviendas, proviene de la red pública; el 19,16%, accede al agua a través de pozos, ríos u otros. En cuanto a la procedencia de la energía eléctrica, el 98,42% de la población está conectada a la empresa eléctrica, cuenta con generador u otro, y sólo el 1,58%, no cuenta con el servicio eléctrico.

El cantón a pesar de contar con todos los niveles de educación, su mayoría de establecimientos educativos carece de una buena infraestructura, el personal suficiente y el equipamiento básico para que el estudiantado pueda desarrollar sus actividades educativas en las mejores condiciones. La gratuidad de la atención médica y de los medicamentos permite que los sectores sociales más humildes de la población tengan acceso a estos.

El cantón Espejo cuenta con tres áreas naturales protegidas que son la Reserva Ecológica El Ángel, la que presenta gran diversidad biológica y es la fuente reguladora de agua que abastece al cantón y a cantones vecinos; el Bosque Protector Cerro Golondrinas y el Mirador de las Golondrinas los que poseen una gran biodiversidad, belleza escénica y posibilidad de facilitar investigaciones. Además existen propiedades comunales, la Comuna La Libertad y propietarios en Chiltazón y El Goaltal que cuentan con presencia de vegetación nativa y que se han incorporado al Programa Socio Bosque.

Los principales problemas ambientales identificados son causados por la actividad agrícola y el uso excesivo de agroquímicos, la deforestación de bosques, conflictos socio ambientales en la Reserva Ecológica El Ángel, específicamente, debido a que la mayor parte de la reserva tiene propietarios individuales y colectivos y la débil conciencia ambiental de la población en cuestiones ambientales como manejo de residuos sólidos, caza y pesca ilegal, deforestación e incendios forestales.

En el cantón Espejo existen 316 concesiones de agua de las cuales el mayor caudal concesionado está en la CIAS. INTEGRAL ELECTROIMPIANTI, registrando 6.327l/s, estableciendo así que el 80% del caudal concesionado pertenece a esta compañía, y 1.381 (17%) destinado para el uso en el regadío de aproximadamente 39.485 hectáreas. El déficit hídrico para el cantón registra que apenas el 1% del territorio presenta un rango entre 400-600mm de precipitación, en contrapunto con el déficit hídrico contemplado entre rangos de 200-400mm, que tiene un área de afectación de 40% del total del territorio del cantón.

La parroquia el Goaltal produce cultivos permanentes que son frutas tropicales en la mayoría de los casos por lo que los frutales reemplazan progresivamente a los cultivos de ciclo corto. Las parroquias El Ángel, 27 de Septiembre, San Isidro y La Libertad corresponden a las tierras altas del cantón donde predomina la ganadería y los cultivos de ciclos cortos como la papa, arveja y haba, siendo la papa el más importante con un estimado de 1.000ha sembradas al año, la papa se encuentra en las tres parroquias. Hay que recordar que la actividad ganadera es la

causa principal de la deforestación del cantón con más de 645 hectáreas desaparecidas entre 1990 y 2010 para cultivar pastos. En general, se puede observar que frente a la inseguridad productiva: dificultad de acceder a un crédito, tasas de interés altas, inestabilidad de los precios y mercados pocos desarrollados, los agricultores deciden involucrarse en actividades más seguras y que pide menos inversiones: la ganadería y los frutales.

El Gobierno Municipal de Espejo, trabaja incipientemente en el manejo integral de los residuos sólidos para lo cual cuenta con dos recolectores para este servicio, los mismos que cubren cuatro parroquias del cantón; dos urbanas (El Ángel, 27 de Septiembre) y dos rurales (San Isidro y La Libertad). La cantidad de residuos sólidos que se recolecta en el Cantón Espejo es de 3,14ton/día en el sector urbano y 3,49 ton/día en el sector rural. La cobertura de alcantarillado en el cantón es del 68,54 %, para el restante 31,46%, las descargas se las realiza en pozos ciegos, pozos sépticos, al suelo o a las quebradas lo que induce la contaminación de acequias, malos olores y el apareamiento de moscas.

En cuanto a la situación actual de la infraestructura vial que tiene el cantón, en general es deficiente y falta de mantenimiento. La parroquia San Isidro, está atravesada por el eje Mira-El Ángel-Bolívar. La cabecera parroquial se encuentra sobre la ruta de segundo orden; los accesos a los centros poblados son empedrados y en gran mayoría de tierra, dificultando la movilización en épocas lluviosas y la comercialización de productos (GADM - Espejo, 2011).

El cantón Bolívar se ubica al Suroriente de la Provincia del Carchi. Está conformado por las parroquias rurales de García Moreno, Los Andes, San Vicente de Pusir, San Rafael y Monte Olivo, y por la parroquia urbana Bolívar. El territorio cantonal presenta altitudes desde los 1.520 m.s.n.m. hasta los 3.920 m.s.n.m., como en el caso anterior las distintas altitudes presentadas han originado distintos microclimas dentro del cantón.

La población del cantón Bolívar es de 14.347 habitantes de los cuales 7.166 son hombres que corresponde al 49,95 % de la población total y 7.181 mujeres que

corresponde al 50,05 %, datos que nos proporciona el Censo de población y vivienda 2010. La población del cantón del año 2001 al último censo en el año 2010 se incrementó en 103 personas en un porcentaje mínimo del 0,72%. La población de Bolívar está mayoritariamente en el sector rural que representa el 63,71%.

El cantón cuenta con Educación Inicial, Básica y Bachillerato, sin embargo es notoria la insuficiente infraestructura educativa, la necesidad de remodelación de todos los centros educativos y sus instalaciones complementarias y equipamiento, se cuenta con un diagnóstico para el mantenimiento de las infraestructuras educativas, el apoyo del gobierno municipal en materia de infraestructura y equipamiento ayuda a corregir una parte de las deficiencias.

En relación a la situación de los asentamientos humanos, la percepción social de los actores nos habla de la insuficiente dotación de servicios de distribución de agua potable, la red de alcantarillado no tiene un funcionamiento óptimo y el sistema de recolección de basura, no funciona eficientemente. Respecto de servicios y en cuanto a la conexión del agua, pero independiente a su calidad, el cantón presenta un 94,89 % de viviendas conectadas por tubería ya sea interna o por fuera de la vivienda o edificio; un 5,11 % no recibe el agua por tubería. En el caso de la procedencia, para el 71,75 % de las viviendas, proviene de la red pública; el 28,25 %, accede al agua a través de pozos, ríos u otros. En cuanto a la procedencia de la energía eléctrica, el 97,80 % de la población está conectada a la empresa eléctrica, cuenta con generador u otro, y sólo el 2,20%, no cuenta con el servicio eléctrico.

La principal actividad económica del cantón corresponde al rubro agropecuario, principalmente el agrícola y a una incipiente actividad florícola. El uso de la tierra para actividades agropecuarias cubre poco más de la mitad de la superficie cantonal. Esto ha provocado una intensa presión en bosques y páramos presentes en las áreas altas del cantón. La zona montañosa donde aún persisten remanentes vegetacionales asociada a una rica biodiversidad, es sostenedora y productora de recursos hídricos profusos tanto en beneficio de los habitantes y actividades

humanas en el cantón. La presencia de vegetación nativa, bosques y páramos, ha generado el interés de declarar protegida a esta área, conformando zonas para la recuperación ecológica y el establecimiento de corredores biológicos, que en territorio cantonal se denominaría “Bosque Palmar Grande”.

De las concesiones de agua registradas para el cantón y de sus caudales más representativos, el 61% está destinado al uso Hidroeléctrico con un caudal concesionado de 7.000l/s, y en segundo lugar se registran las concesiones para uso de regadíos y en general con un caudal de 4.275 lo que representa el 37% del análisis global de 1.1470l/s. El déficit hídrico en las cuencas solo puede ser mitigado mediante la gestión racional e integrada del agua, pese a que 7% (2.436ha) se encuentran en el rango crítico, por lo que es importante medidas de mitigación.

El cantón Bolívar tiene un gran potencial de diversidad agropecuaria gracias a sus diferentes pisos climáticos. En general, los cultivos de ciclos cortos predominan siendo la cebolla, el fréjol, el maíz y la arveja los principales. Los frutales ganan en importancia, aumentó la producción de aguacate, tomate de árbol, cítricos y granadilla, la actividad frutícola está todavía muy poca tecnificada, en el caso del aguacate, la fábrica de aceite de aguacate de la empresa Uyama Farms influye en el incremento de la producción de este cultivo. Los precios de los frutales son más estables.

La papa es otro cultivo importante de la zona, encontrando en la actualidad 2 variedades de papas que se están cultivando en la parroquia Bolívar: La Capiro y la Única. Los agricultores están a la merced de los intermediarios y la construcción del mercado mayorista de Bolívar no cambió el esquema de comercialización.

Bolívar es el cantón de la mancomunidad que tiene más problemas de erosión de suelos, cuenta con 3479,25ha de suelos erosionados (9,64% de la superficie del cantón). Los suelos frágiles, pendientes pronunciadas y la mala utilización del

riego son las causas de la erosión de los suelos. La empresa Goleen Land ha recuperado una parte de estos suelos y siembra flores, pero han contaminado agua.

El porcentaje de cobertura de recolección de basura es únicamente del 56,13% a nivel cantonal. La producción de residuos en el cantón Bolívar es relativamente baja con un peso aproximado de 4,7 Ton de basura al día. Actualmente los residuos sólidos recolectados de manera mezclada en el cantón Bolívar, incluyendo los residuos de actividades comerciales y residuos hospitalarios, son depositados en un vertedero controlado que se encuentra localizado a 5,8 km vía El Ángel y en un vertedero ubicado en la parroquia San Rafael (GADM - Bolívar, 2011).

4.1.3 Descripción del sistema de riego acequia El Tambo

El sistema de riego acequia El Tambo ha sido administrado, operado y mantenido por la comunidad El Tambo, por lo cual los usuarios han creado una organización jurídica para este propósito la misma llamada Directorio de agua de la acequia El Tambo. Este sistema de riego presenta infraestructura en su mayoría precaria para captar y transportar el agua misma que ha causado varios inconvenientes y limitaciones para manejar el recurso hídrico, líneas adelante se detalla cada componente de este sistema y su evaluación.

4.1.3.1 Fuentes de agua

Las fuentes de agua que alimentan la acequia El Tambo se encuentran localizadas en los páramos del cantón Espejo de la provincia del Carchi, la mayor fuente de alimentación de agua son las lagunas del Voladero actualmente esta zona se encuentra protegida a través de la Reserva Ecológica El Ángel. De las lagunas del Voladero nace el río Bobo del cual aguas más abajo el sistema de riego acequia El Tambo capta el agua para riego haciendo uso de su concesión de agua debidamente otorgada por ley a través de la Secretaría Nacional del Agua en la actualidad debido a la ganadería y agricultura en las zonas altas la reserva a traviesa por una serie de conflictos derivados en su mayoría por estas actividades.

4.1.3.2 Infraestructura y red de riego

La infraestructura y red de riego tiene que ver con todas las obras que se han realizado en este sistema de riego y que permiten captar, almacenar, repartir el agua desde la fuente hasta la parcela. El sistema de riego acequia El Tambo es un sistema comunitario el cual en muchos casos las obras que se han construido carecen de criterios técnicos, algunas de las obras debido a su inadecuado diseño han producido malestar a los usuarios, los elementos que conforman la infraestructura y red de riego de este sistema son descritos a continuación y además se detalla su estado actual:

- **Captación**



Figura 2; Captación de la acequia El Tambo, se identifica las pésimas condiciones estructurales de la captación debido a la falencia de requerimientos técnicos para la implementación de la misma, se evidencia que no existe ninguna obra que proteja esta infraestructura.

La captación del sistema de riego acequia El Tambo se ubica en el río Bobo sector La Esperanza del Cantón Espejo. El volumen de agua asignado por la SENAGUA para esta concesión es de 232 l/s. En la actualidad la bocatoma de la acequia El Tambo posee infraestructura civil implementada con una represa de agua construida con cemento con rejilla del lado izquierdo y decantador para sólidos suspendidos. Cabe mencionar que en época seca el caudal se reduce y el caudal asignado por la concesión de agua no llega a ser captado en su totalidad.

Debido a la falta de estudios técnicos para la implementación de la bocatoma en esta sección el sistema de riego se ve afectado en gran medida, ya que es constante que la bocatoma se obstruya, debido a la alta sedimentación que presenta la rejilla. Los derrumbos que se presentan en las zonas altas contribuyen a la sedimentación. En esta sección del sistema de riego se pudo observar la presencia de animales silvestres muertos acarreados por el mismo río, así como la presencia de empaques de agroquímicos.

- **Red de riego**



Figura 3. Acequia El Tambo, parroquia de García Moreno, se observa la pésima infraestructura de la acequia y el riesgo que esta presenta a los habitantes de García Moreno.

La red de riego está conformada principalmente por el canal principal que en este caso es la acequia El Tambo cuya infraestructura es tradicional es decir a cielo abierto sin revestir en la mayoría del tramo total de la acequia. Desde el inicio en la bocatoma y se observan problemas de sedimentación en muchos tramos, debido a la inclinación incorrecta, al sedimentarse excesivamente en ciertos tramos son frecuentes los desbordamientos. Otro problema es el robo de agua frecuente por parte agricultores dueños de predios cercanos en su mayoría ganaderos y agricultores. Debido a la expansión de la zona urbana de los últimos años se ha generado una problemática que afecta a la acequia, los problemas que se observó es el arrojo de basura, utilización de la acequia como alcantarilla problemas que pueden afectar la calidad de agua para riego. En otros casos debido a la mala

infraestructura de la acequia esta se ha convertido en un riesgo para los moradores de las cercanías, ya que existen infantes que juegan cerca y pueden caerse.

La acequia El Tambo presta cuantiosos servicios ambientales, tanto para habitantes de la zona de estudio como para quienes vienen a visitar la zona por actividades turísticas. Además, dicha acequia data de hace más de cien años, por lo cual históricamente ha permitido a moradores aledaños desarrollar dependencia de algunas de sus actividades. Se habla de un valor ancestral de la acequia, sin embargo, frente al aumento de la población urbana, la creciente frontera agrícola y ganadera, los servicios ambientales que la acequia presta han decaído con el pasar de los años.

Las zonas urbanas por las cuales a traviesa la acequia son Comunidad La Esperanza, Ciudad El Ángel, Parroquia de García Moreno y la Comunidad de San José de Tinajillas, en estas zonas es donde persiste la contaminación de la acequia por desechos domésticos principalmente. Cabe mencionar que debido al déficit de la red sanitaria que presentan estas zonas la acequia ha sido la solución para desahogar este servicio inexistente para algunos moradores.

- **Distribución**

Este sistema cuenta con 6 óvalos de repartición de agua o ramales para la administración de este sistema ha resultado compleja la distribución por la falta de conocimientos y producto de esto se han generado un malestar generalizado en todo el Directorio de Aguas. A continuación se detalla los óvalos en la tabla 4.1.

Tabla 4.1.2 Distribución de agua en el sistema de riego

Repartición del caudal de agua para riego por sectores en el sistema de riego		
Sectores – Hacienda	Nro. hectáreas regables	l/s Correspondientes
Sector Torrealba	54	35
Sector Potrero Grande	35	25
Sector El Tambo	300	100
Tutapiz	50	25
San Francisco,	100	40
San Pablo de la Cangagua	80	8

Fuente; Directorio de Aguas de la acequia El Tambo. En esta tabla se puede observar la repartición del caudal del agua de la acequia a cada uno de los óvalos o ramales pertenecientes al sistema de riego acequia El Tambo.

Se evidenció construcciones de cajas de repartición de agua pero solo en algunos casos. La mayoría de repartición del agua para riego es realizada de forma tradicional. Debido a la mala distribución y a la inequitativa repartición del volumen de agua se han creado conflictos a nivel interno entre usuarios. Pese a esta situación la distribución del agua para riego llega a las parcelas de todos los usuarios.



Figura 4; Caja de Distribución ubicada en la comunidad de San José de Tinajillas.

Se observó que la mayoría de usuarios del sistema de riego realizan riego por gravedad, este método de riego es el más ineficiente y el que genera más erosión del suelo, este método de riego empleado hace más difícil aún la producción de los terrenos de esta zona ya que en muchas ocasiones el volumen de agua no abastece para el riego completo de los cultivos de los usuarios. Cabe mencionar que la comunidad San Pablo de la Cangagua ha invertido en modernos sistemas de riego tecnificado, lo que les ha permitido aprovechar de manera eficiente el agua para riego.

▪ **Almacenamiento**

La mayoría de los usuarios cuenta con reservorios de agua que son una gran ayuda en épocas secas del año. Se pretende por parte de todo el Directorio de Aguas realizar una obra de almacenamiento de agua, una represa en las zonas altas que una vez construida va a aliviar el malestar de los usuarios.

4.1.3.3 Derecho y reparto del agua para riego

Dentro del sistema de riego acequia El Tambo el derecho de acceso de agua para riego es total para todos los usuarios, sin embargo, cuando estos no aporten en mingas y no estén al día con las cuotas impuestas por el Directorio de Aguas el derecho de acceso al agua para riego se suspende hasta que el usuario deudor se ponga al día en sus obligaciones económicas. En otros casos cuando un usuario no respeta el turno asignado para aprovechar el agua para riego se suspende temporalmente el turno y se multa a este usuario, además cuando existe robo de agua también se suspende el derecho al acceso de agua para riego y hay una multa económica.

En cuanto al reparto de agua dentro del Sistema de Riego por parte del Directorio de aguas se ha determinado que el volumen de agua y el tiempo de uso están acorde al número de hectáreas que posea un usuario. Es decir de acuerdo con el número de hectáreas que tenga un usuario se asigna un número de horas por cada hectárea. El reparto también está en función del número de ramales del sistema y

del número de usuarios que conforman los ramales y el total de hectáreas regables de cada ramal. El pago por el agua para riego está en función de las hectáreas que posea cada usuario, en términos generales por cada hectárea que posea un usuario este debe pagar doce dólares anuales, rubro que es cobrado por el tesorero del Directorio de Aguas.

4.1.3.4 Organización de Regantes

En el Sistema de Riego de la acequia El Tambo los usuarios se han organizado mediante la creación del Directorio de Aguas de la acequia El Tambo quien es el organismo interno que administra, opera y mantiene el sistema de riego. Este Directorio en la actualidad cuenta con estatutos y reglamentos debidamente legalizados. La directiva es elegida cada año tal como está establecido en los estatutos. Además, cuenta con la concesión de agua legalmente obtenida a través de la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA).

El derecho de aprovechamiento de agua que posee el Directorio, estipula el uso de agua para riego y abrevadero de animales, en un caudal de 232l/s que son captados en el Rio Bobo. Cabe decir que, la demarcación hidrográfica señalada por la SENAGUA correspondiente a la acequia El Tambo es Mira. La siguiente tabla resume la organización del Directorio (ver tabla 4.2). El Directorio de Aguas cuenta con Estatutos y Reglamentos reconocidos por la SENAGUA (ver anexo 1), la Concesión de Agua Otorgada por la Secretaria Nacional del Agua (ver anexo 2).

El Directorio de Aguas de la acequia El Tambo cuenta actualmente con 65 usuarios pertenecientes a cinco Ramales en que se benefician de la acequia, dichos ramales son Torrealba, Potrero Grande, El Tambo, Tutapiz y San Francisco, cada ramal tiene un derecho de aprovechamiento de agua permanente.

Tabla 4.1.2 Datos básicos del Directorio de Aguas

DATOS BASICOS DEL DIRECTORIO DE AGUAS	
Ubicación Geográfica de la Comunidad El Tambo	Coordenada en x 7758983
	Coordenada en y 10030447
	Altitud 2230 msnm
Representante Legal del Directorio. Presidente	Aníbal Morillo Pdte. Directorio de Aguas
Vicepresidente del Directorio	Patricio García
Tesorero	Carlos Portilla
Secretario	Yolanda Cadena
Primer Vocal	Guillermo Montenegro
Segundo Vocal	Oscar Aguirre
Tercer Vocal	Hernán Ortega
Aguatero de la acequia	Carlos Villareal
Dirección De La Comunidad	Comunidad El Tambo - Parroquia García Moreno - Cantón Bolívar - Provincia Carchi

Fuente; Estatutos y Reglamentos del Directorio de Aguas de la acequia El Tambo, conformación de directiva periodo 2014-2015. En esta tabla se recopila información básica del Directorio de agua de la acequia El Tambo, su Directiva y ubicación geográfica de la casa comunal del Directorio.

Existe otra comunidad que se beneficia de la acequia El Tambo, dicha comunidad es San Pablo de la Cangagua, esta comunidad tiene un derecho de aprovechamiento de agua de 8 l/s de la acequia El Tambo, otorgado por el mismo Directorio de Aguas de la acequia El Tambo. Dicho caudal es repartido mediante una caja de reparto localizada en la Parroquia de García Moreno.

El Directorio de Aguas de la acequia El Tambo fue creado en 1970, cuando la Hacienda de San Francisco fue parcelada y vendida. Este directorio fue creado con el fin de administrar el agua para riego, cuyo cuidado y mantenimiento antes era competencia de la misma hacienda. Desde ese entonces era costumbre realizar las mingas para dar mantenimiento a la acequia.

Entre las limitaciones que se observaron fueron la disyuntiva general entre usuarios originada por multas, atrasos de pago, robo de agua y sanciones por

incumplimiento. El limitado presupuesto con el que el Directorio opera, administra y mantiene en muchas ocasiones no es suficiente para cubrir las necesidades del propio sistema, por lo que en numerosas ocasiones se ha visto en la necesidad de formular cuotas a los usuarios para cubrir algunos rubros.

4.1.3.5 Sistemas de producción del sistema de riego

Los sistemas de producción son todos los procesos que realizan los regantes para lograr generar sus ingresos. En este sentido se trata del análisis de los cultivos que siembran los regantes hasta su comercialización. Se trata de los inconvenientes que tienen los agricultores para comercializar sus productos.

En este sistema de riego por lo que indican los regantes y la mayoría de agricultores de esta zona, los cultivos más frecuentes son el fréjol (*Phaseolus vulgaris*) variedades como rojo del vall e, la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), camote (*Ipomoea batatas*), anís (*Pimpinella anisum*), además, en los últimos años se ha incrementado la producción de frutales. La producción en esta zona es baja debido a los métodos de producción tradicional que persisten en los agricultores, además se suma al deterioro de los suelos por causa de la sobreexplotación del mismo y la erosión provocada por el riego por gravedad y los bajos de niveles de métodos de conservación de suelo vistos.

En cuanto a la comercialización de los productos de esta zona la mayor parte de ellos se los comercializa en los mercados de Ibarra y Bolívar. Debido a la fluctuación de precio desmedida y los incontables intermediarios que existen en los mercados los agricultores afrontan muchos inconvenientes para la venta de sus productos.

4.2 Determinación de la calidad de agua para riego de la acequia El Tambo

El sistema de riego en los últimos años ha venido advirtiendo una serie de conflictos ocasionados en gran parte a su mal infraestructura, misma que ha permitido que pobladores ubicados principalmente en los centros poblados de El Ángel, García Moreno, San José de Tinajillas utilicen este sistema como alcantarilla como resultado de la falta de servicios vitales como agua y alcantarillado principalmente. En la Figura 4 se detalla los puntos de muestreo donde fueron colectadas las muestras de agua.

Se realizó análisis fisico-químico a las muestras colectadas en el laboratorio de calidad de suelo y agua del GAD de Tulcán, los resultados son presentados líneas más abajo, estos resultados son analizados estadísticamente mediante la prueba t de student para datos pareados a continuación se detalla este proceso.

4.2.1 Resultados de muestras colectadas en la acequia El Tambo

Mediante una salida de campo se colectaron seis muestras de agua en la acequia El Tambo, se realizaron mediciones de parámetros físicos del agua en el sitio donde se determinó un valor promedio de pH de 7,65 y, la temperatura promedio del agua fue de 15.65 °C, conductividad eléctrica 95,08 us/cm. Cabe decir que se pudo observar un aumento considerable de estos parámetros en la muestra colectada en la comunidad de San José de Tinajillas donde la temperatura del agua presentó una temperatura de 22,7 grados centígrados y la conductividad eléctrica presentó un valor de 262,4 us/cm mientras que el pH se mantuvo en 7,2. Estos valores evidencian la influencia de esta población y la afectación a la calidad del agua de este sistema. Sin embargo, en la siguiente tabla 4.3 se presenta los resultados obtenidos de laboratorio mismos a los que se rige esta evaluación y con los que se realizará el proceso estadístico para determinar la calidad del agua.

Tabla 4.1.2.1 Resultados de muestras de la acequia El Tambo

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA								
Parámetros	Unidad	Valor MAT 1	Valor MAT 2	Valor MAT 3	Valor MAT 4	Valor MAT 5	Valor MAT 6	Valor Norma 1
pH		6,38	6,78	6,70	7,00	6,61	7,21	6,5-8,4
Conductividad eléctrica	us/cm	258,00	66,60	64,40	63,00	82,00	69,20	0 – 300 us/m
Sólidos disueltos	Ppm	129,00	33,30	32,20	31,50	41,00	34,60	
Sólidos suspendidos	Ppm	530,00	83,70	54,80	36,50	84,00	21,40	
Sólidos Totales	Ppm	659,00	117,00	87,00	68,00	125,00	56,00	0 – 2000
Turbiedad	NTU	200,00	38,00	20,00	26,00	44,00	18,00	
Color	Pt	2150,0	350,00	220,00	240,00	430,00	145,00	
K	mg/lt	9,66	2,86	3,06	2,17	5,30	2,08	0 – 20
Ca	mg/lt	29,67	12,18	12,19	11,12	12,01	11,74	0 – 20
Mg	mg/lt	7,09	4,85	4,58	4,67	4,80	5,05	0 – 5
Na	mg/lt	3,39	3,08	3,11	3,11	3,17	3,07	0 – 40
Fe	mg/lt	5,81	1,34	0,74	0,78	0,40	0,68	5
Fosfatos	mg/lt	3,20	0,77	0,27	0,61	1,15	0,51	0 – 2
Carbonatos	meq/lt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0 – 10
Bicarbonato	meq/lt	2,29	0,91	0,93	0,96	0,96	0,89	0 – 20
Sulfatos	mg/lt	64,00	20,00	14,00	14,00	21,00	10,00	
Sulfuros	mg/lt	0,40	0,15	0,15	0,14	0,16	0,14	0 – 5
Amonio	mg/lt	0,94	0,08	0,05	0,05	0,92	0,02	0 – 15

Fuente; Elaboración propia. Responsable del Análisis: Ing. Lenin Carrera.

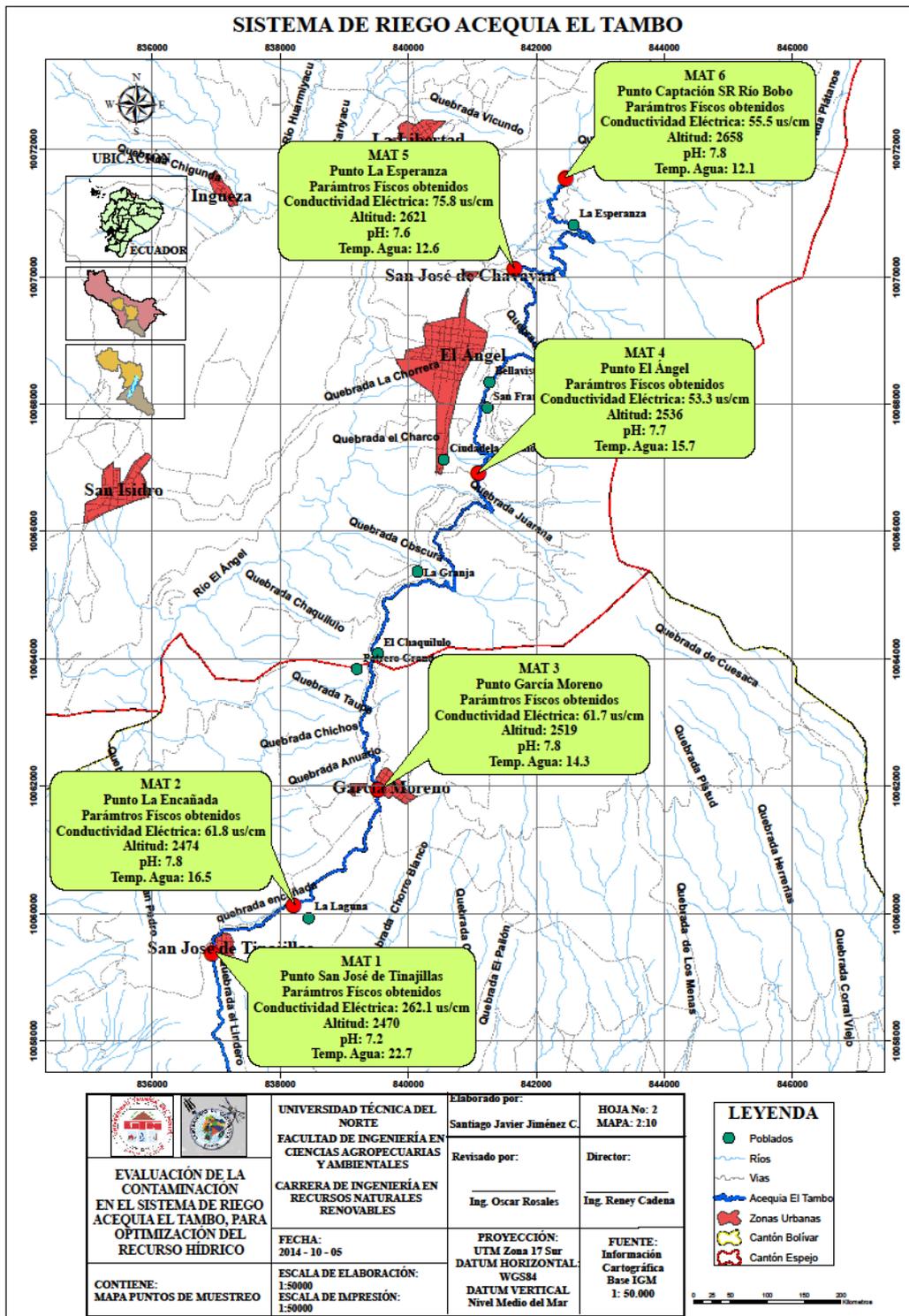


Figura 5. Mapa puntos de muestreo de la acequia El Tambo

El laboratorio donde fueron analizadas las muestras de agua se rige a las normas Riverside para determinar la calidad del agua para riego, este sistema es adoptado ampliamente en todo el mundo para conocer la calidad de agua, en base a los resultados anteriormente expuestos el laboratorio determinó que el tipo de agua para cada muestra es de tipo C1; S1 a excepción de la muestra MAT1 que presento un tipo de agua C2; S1 que implica lo siguiente:

S1: Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

C1: Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad.

C2: Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad

Los parámetros analizados en las muestras indican salinidad, nutrientes presentes, toxicidad y pH del agua para riego, estos indicadores permiten determinar la calidad del agua. Estos valores fueron revisados y comparados con parámetros establecidos por la ley del Ecuador a continuación se realizó un análisis de cada indicador, parámetro analizado en comparación de las normas establecidas por la ley ecuatoriana.

Salinidad del agua, los parámetros que indican la salinidad del agua son la conductividad eléctrica, Sodio, Calcio, Magnesio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. Como se puede observar en la tabla 1.13 estos se encuentran dentro de los parámetros normales indicados por la ley del Ecuador sin embargo, se puede observar un aumento considerable de sulfatos en los resultados, la presencia de sulfatos en el agua es normal, pero el aumento de este puede obedecer a menos presentes en el trayecto de la acequia y la presencia de restos de fertilizantes en el agua producto de la exhaustiva utilización de estos en zonas agrícolas. El aumento de sulfato en el agua afecta a la ganadería principalmente debido a que ocasiona

un efecto laxante en los animales. Este aumento de la salinidad del agua se observa principalmente en la muestra MAT1 colectada en la comunidad de San José de Tinajillas y hace evidencia de la contaminación del agua que podría estar causado principalmente por la presencia de esta comunidad y la falta de cobertura de servicios básicos (alcantarillado).

En cuanto a los nutrientes estos están determinados principalmente por fosfatos y se puede observar que en la mayoría de las muestras este parámetro se encuentra dentro del rango establecido por la ley ecuatoriana, sin embargo en la muestra MAT 1 este valor se aumenta a 3,2 mg/lit situación que evidencia la contaminación causada por la comunidad de San José de Tinajillas ya este parámetro aumenta principalmente por afluentes de aguas servidas y debido en gran parte que esta comunidad utiliza el sistema de riego como red vital de alcantarillado causado en gran medida por la falta de cobertura de este servicio.

Toxicidad, en las muestras este indicador es representado por Arsénico y Hierro, para cada muestra colectada el Hierro (Fe) se encuentra dentro de las normas establecidas se puede observar un aumento leve de este parámetro en la muestra MAT1, por otro parte el Arsénico (As) presente en cada muestra se encuentra por encima de las normas establecidas por la ley, situación que es preocupante y seria ya que este parámetro afecta todos los seres vivos en especial a las personas que están en contacto con esta agua, **se recomienda hacer un seguimiento y tomar las medidas necesarias para mitigar y reducir este parámetro.**

4.2.2 Análisis estadístico prueba t de student para datos pareados

Adicionalmente para determinar si los resultados de las muestras son estadísticamente significativos o no significativos en comparación a los rangos establecidos para la ley del Ecuador para cada parámetro esta evaluación definió comparar con las normas establecidas con la finalidad de tener más certeza y veracidad de los resultados obtenidos realizando un proceso estadístico.

4.2.2.1 Gráfica de las variables analizadas en laboratorio y rangos establecidos en para cada parámetros estudiado

Para iniciar con el proceso estadístico se elaboró un gráfico en el cual se puede ver los parámetros analizados y también los rangos normales para estos parámetros, esto con la finalidad de encontrar diferencias entre los parámetros analizados y los rangos establecidos por las normas ecuatorianas. En el siguiente gráfico se puede visualizar los parámetros que se encuentran fuera de los límites permisibles impuestos por las normas ecuatorianas.

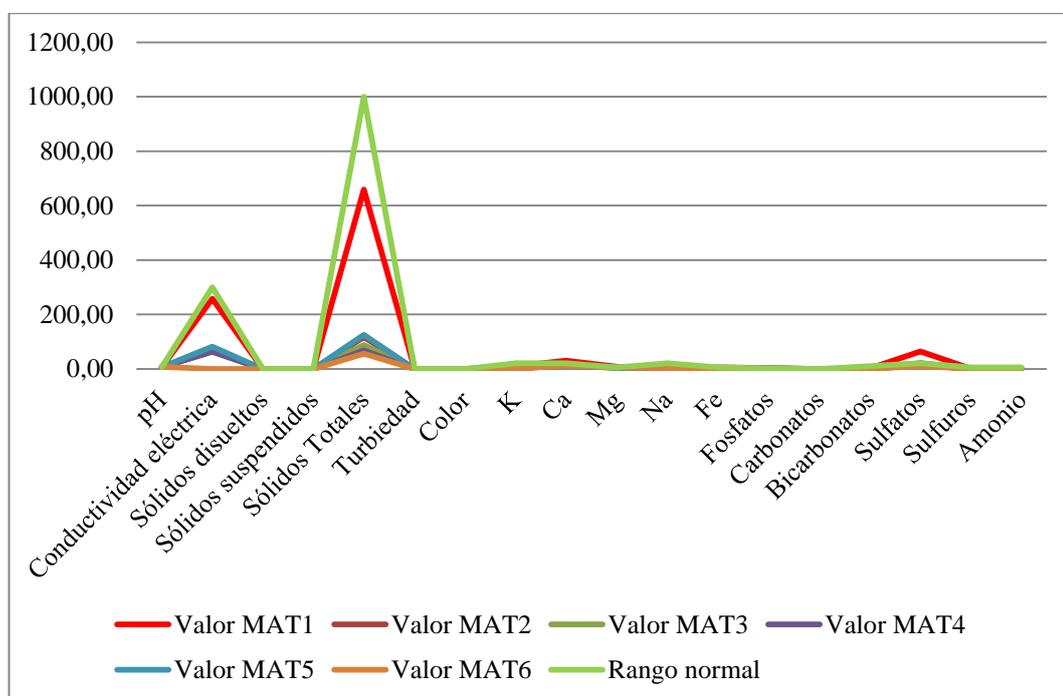


Figura 6 Gráfica de límites establecidos por la ley para los parámetros analizados en el agua de la acequia el Tambo **Fuente;** Elaboración propia.

En esta figura se puede ver que casi todas las variables estudiadas se encuentran dentro de los rangos establecidos por la ley, sin embargo, se puede observar que existe una tendencia a sobrepasar a estos límites y para lo cual se realizó otro gráfico que detalle esta tendencia de estos parámetros.

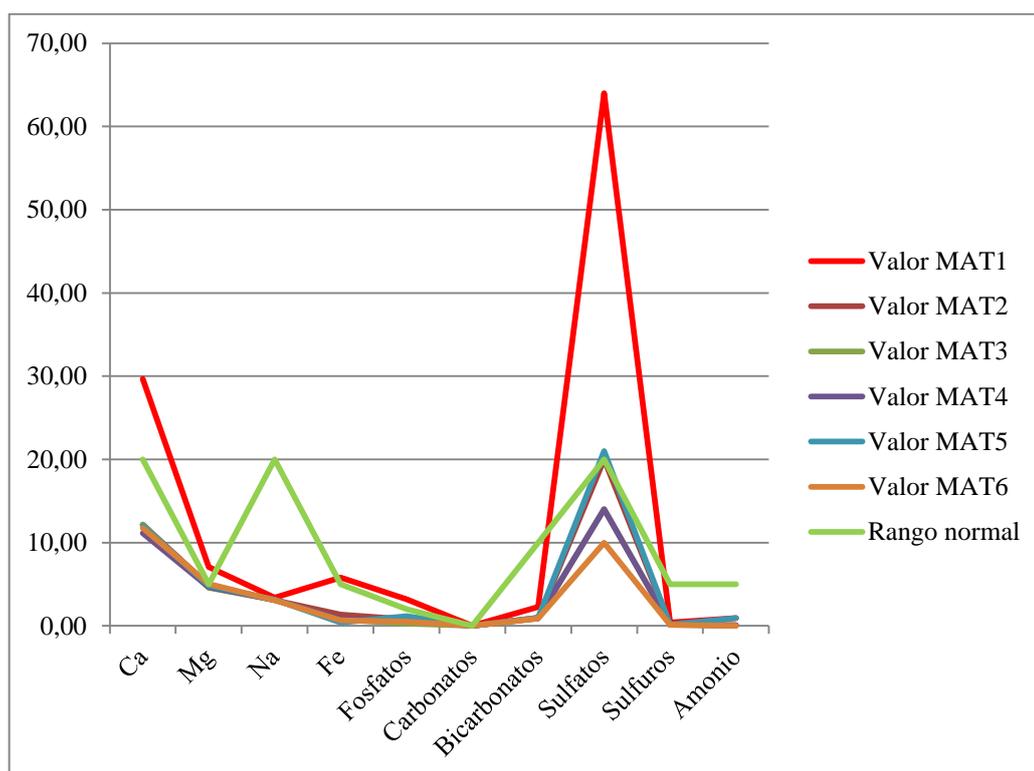


Figura 7 Gráfica de parámetros que sobrepasan los límites permitidos por las normas de Ecuador
Fuente; Elaboración propia.

En este gráfico se puede ver con más detalle los parámetros que sobrepasan los límites permitidos por la ley ecuatoriana, entre los cuales figuran Calcio, Hierro, Sulfatos, mediante esta gráfica se puede evidenciar que estas variables estudiadas se encuentran por encima de la línea que representa el rango normal establecido y lo que quiere decir que el agua para riego de esta acequia presenta contaminación por estos elementos presentes, a continuación se realizara la prueba t de student para determinar si existe una diferencia significativa entre estos parámetros con respecto a los rangos establecidos por las leyes del Ecuador.

Una vez aplicada la prueba t de student se encontraron los siguientes valores para cada muestra, los cuales se presenta en las tablas 4.4 – 4.9 el error o alfa para este estudio se ha determinado en el 5% o 0,05:

Tabla 4.1.22 Prueba t student muestra MAT1

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable R. NORMAL</i>	<i>Variable MAT1</i>
Media	9,2	11,6781
Varianza	61,96	413,80
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,68	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-0,49	
P(T<=t) una cola	0,32	
Valor crítico de t (una cola)	1,83	
P(T<=t) dos colas	0,639	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26	

Fuente; Elaboración propia. El nivel de significancia es superior al rango establecido para esta prueba, por ende implica que esta muestra difiere de la muestra con la que fue comparada. Se observa el aumento de la media en la variable MAT1, implicaría que la calidad del agua en este punto está siendo afectada, esta muestra fue colectada en la comunidad de San José de Tinajillas y se pudo observar contaminación de la acequia.

Tabla 4.1.23 Prueba t student muestra MAT2

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable R. NORMAL</i>	<i>Variable MAT2</i>
Media	9,2	4,336
Varianza	61,96	44,05
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,74	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	2,88	
P(T<=t) una cola	0,009	
Valor crítico de t (una cola)	1,83	
P(T<=t) dos colas	0,018	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26	

Fuente; Elaboración propia. El nivel de significancia de esta muestra no supera el 0,05 lo que implica que el agua es apta para riego en este punto. Se observa que la media de la variable MAT2 no supera la media de la variable normal.

Tabla 4.1.24 Prueba t student muestra MAT3

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable R. NORMAL</i>	<i>Variable MAT3</i>
Media	9,2	3,6024
Varianza	61,95	27,45
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,78	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	3,57	
P(T<=t) una cola	0,0027	
Valor crítico de t (una cola)	1,83	
P(T<=t) dos colas	0,0059	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26	

Fuente; Elaboración propia. El nivel de significancia de esta muestra es inferior a 0,05 implica que el agua en este punto es apta para riego. Esta muestra fue colectada en la parroquia de García Moreno en este punto se evidenció la presencia de materia flotante y afluentes de agua lluvias que se vierten directamente a la acequia El Tambo.

Tabla 4.1.25 Prueba t student muestra MAT4

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable R. NORMAL</i>	<i>Variable MAT4</i>
Media	9,2	3,5438
Varianza	61,95	25,27
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,78	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	3,53	
P(T<=t) una cola	0,0031	
Valor crítico de t (una cola)	1,83	
P(T<=t) dos colas	0,0063	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26	

Fuente; Elaboración propia. El nivel de significancia inferior a 0,05 indica que esta muestra no presenta diferencia significativa, implica que el agua es apta riego en este punto. Se observa la presencia de materia flotante en este punto.

Tabla 4.1.26 Prueba t student muestra MAT5

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable R. NORMAL</i>	<i>Variable MAT5</i>
Media	9,2	4,4562
Varianza	61,95	46,99
Observaciones	10	10
Coeficiente de correlación de Pearson	0,73	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	2,75	
P(T<=t) una cola	0,011	
Valor crítico de t (una cola)	1,83	
P(T<=t) dos colas	0,022	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26	

Fuente; Elaboración propia. El nivel de significancia inferior a 0,05 no existe diferencia significativa y el agua en este punto es apta para riego. Se puede observar un leve aumento de sulfuros esto puede ser ocasionado por el uso masivo de agroquímicos, sin embargo, el agua es apta para riego.

Tabla 4.1.27 Prueba t student muestra MAT6

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable R. NORMAL</i>	<i>Variable MAT6</i>
Media	9,2	3,2098
Varianza	61,95	19,017
Observaciones	10	10
Coeficiente de correlación de Pearson	0,77	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	3,60	
P(T<=t) una cola	0,0028	
Valor crítico de t (una cola)	1,83	
P(T<=t) dos colas	0,0056	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26	

Fuente; Elaboración propia. El nivel de significancia inferior a 0,05 indica que esta muestra no presenta diferencia significativa, por lo que se puede decir que el agua es apta riego. Esta muestra fue colectada en la fuente de captación de este sistema.

Se aplicó la prueba t de student para todas las muestras realizadas, los resultados mediante este análisis indica que el agua para riego es apta en los puntos MAT2 hasta MAT5 ya que en estos puntos las muestras no indican diferencia significativa con respecto a los rangos establecidos por la ley del Ecuador. En contraste la muestra MAT1 colectada en la comunidad de San José de Tinajillas presenta diferencia significativa con respecto a los parámetros normales establecidos, la muestra indica 0,6392 de nivel de significancia superior a 0,05 también se pudo ver que la media es superior a la media de la variable 1.

Una vez realizada la prueba estadística t de student se concluye que el agua para riego de la acequia El Tambo en el punto San José de Tinajillas es afectada por los siguientes parámetros que se encuentran por encima de los parámetros establecidos Calcio, Hierro, Fosfatos los altos niveles de concentración de estos parámetros en el agua en este punto hace que el agua para riego pierda calidad y afecte cultivos sensibles principalmente a la salinidad y a la ganadería.

4.2.3 Relación del agua para riego determinada con los cultivos realizados en la zona

En base a los resultados obtenidos de las muestras de agua y el procedimiento estadístico realizado se concluye que el agua para riego de la acequia el Tambo C1,S2 agua apta para riego sin embargo los niveles de salinidad principalmente en la muestra MAT1 indican que algunos cultivos podrían verse afectados debido a esta salinidad.

Debido al incremento de la conductividad eléctrica algunos de los cultivos realizados en la zona de estudio estarían siendo afectados esto ocasionado por la concentración de sales en el agua y la sensibilidad propia de algunos cultivos, en la tabla 4.10 se resume los cultivos que serían más aptos para ser cultivados en esta zona:

Tabla 4.1.2.8 Cultivos sensibles a la salinidad

Tolerancia de algunos cultivos a la salinidad		
Alta tolerancia	Moderada tolerancia	Baja tolerancia
Cebada	Trigo	Trébol rojo
Remolacha	Tomate	Arveja
Algodón	Avena	Fréjol
Espárragos	Alfalfa	Pera
Espinaca	Maíz	Manzana
Nabo	Caña de azúcar	Naranja
Melón	Papa	Durazno
Tomate de árbol	Granadilla	Cítricos
Higuerilla	Higo	Fresa
	Olivo	Haba
	Uvas	Zanahoria
	Lechuga	Frutilla
	Alcachofa	Cebolla
	Pimiento	Mandarina
	Girasol	Aguacate
	Rábano	
	Pepino	
	Col	
	Brócoli	
	Pastos	
	Zapallo	

Fuente; Navarro 2012, Hablemos de riego. Tolerancia de algunos cultivos a la salinidad

En la zona de riego de esta evaluación predominan los cultivos de fréjol, Zanahoria blanca, Zanahoria amarilla, arveja, cítricos, tomate, que como se observa en la tabla 4.10 son todos sensibles a la salinidad. El aumento de la salinidad por la contaminación del agua de riego como lo indica la muestra MAT1, puede afectar a estos cultivos que resultan sensibles a la salinidad. Se recomienda realizar cultivos de moderada y alta tolerancia a la salinidad junto con técnicas de conservación de suelos, riego tecnificado y otras técnicas de labranza la producción de esta zona podría incrementar considerablemente.

4.3 Identificación de problemas de infraestructura de la acequia El Tambo

El sistema de riego El Tambo debido a su distancia y precariedad ha venido una serie de complicaciones que afectan a moradores de las zonas aledañas a este sistema, zonas agrícolas, hogares principalmente estos eventos se dan en zonas urbanas, en esta evaluación se ha identificado, geo-referenciado y descrito cada problema de tipo infraestructura. Este sistema de riego presenta una longitud de 21,7 kilómetros debido a la gran extensión se ha definido dividir este sistema de riego en 4 secciones para detallar de manera más clara las afectaciones encontradas y se ha generado cuatro mapas temáticos. A continuación se describe los problemas de tipo infraestructura que presenta el canal principal.

4.3.1 Sistema de riego sección 1

La sección 1 del sistema de riego El Tambo inicia en la captación ubicada en el río Bobo en la parte norte de la ciudad del Ángel hasta la Quebrada la Chorrera que se ubica en las cercanías de la comunidad La Esperanza en la figura 7 se puede observar las condiciones de la captación del sistema de riego. En esta sección 1 se puede observar 17 problemas por infraestructura inadecuada líneas más adelante se detalla cada problema.



Figura 8; Captación acequia en el río Bobo, se observa la acumulación de sedimento en la captación lo cual obstruye el ingreso del agua al canal principal, no existe ninguna obra que proteja esta infraestructura esto hace que el deterioro de la misma sea más progresiva.

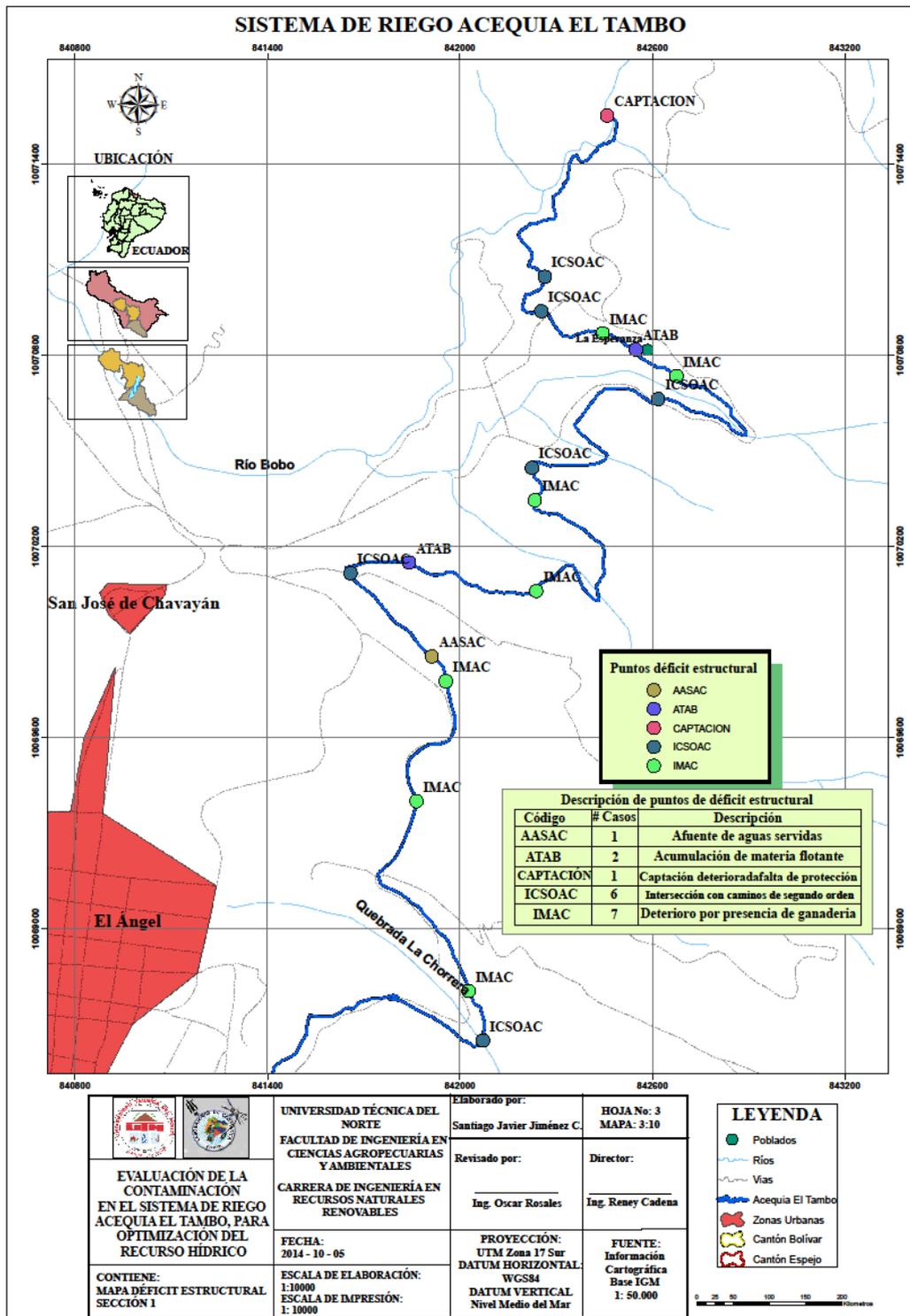


Figura 9; Mapa déficit estructural de la acequia El Tambo Sección 1

En la primera sección del sistema de riego se observa en total 17 problemas de tipo infraestructural, siendo el más importante el presentado en la captación de este sistema la cual se encuentra totalmente obsoleta y los usuarios han optado por captar el agua de forma directa sin hacer uso de esta, al momento esta infraestructura está obsoleta, el desarenador obstruye el flujo de agua que ingresa a la captación, la entrada de la bocatoma no es completamente revestida situación que ha generado la erosión de esta parte de la fuente de captación afectado a toda la infraestructura, no existe ninguna obra de control, prevención y protección que necesitan este tipo de infraestructura, por lo que agricultores y ganaderos de zonas aledañas a la captación intervienen y afectan la infraestructura, un punto muy importante es adecuar esta infraestructura permitiendo un adecuado manejo del agua que permita a los usuarios de este sistema captar el volumen correcto de agua del derecho de aprovechamiento de agua asignado por la SENAGUA.

Siguiendo por el canal principal en la sección 1 la mayoría de problemas observados están dados por la presencia de ganadería cerca al canal de riego, esta actividad afecta principalmente al canal principal del sistema de riego ya que frecuentemente el ganado de estas zonas se traslada de un lugar a otro atravesando el canal, para este problema se ha recomendado la implementación de bebederos de agua y adecuar los cruces de ganado en la acequia.



Figura 10; Estado actual acequia el Tambo, se observa el deterioro del canal principal de la acequia debido a la presencia de la ganadería de esta zona, se puede ver las obras emergentes que los comuneros realizan para mitigar este problema debido a la falta de recursos económicos.

Se identifica la presencia de 6 cruces improvisados para dar continuidad a caminos de segundo orden que afectan la infraestructura de la acequia ya que estos son susceptibles a colapsar, detener el flujo de agua y perjudicar a zonas agrícolas aledañas, hogares, es recomendable implementar adecuada infraestructura que permita a los comuneros de estas zonas tener buenos caminos y cruces para que puedan ingresar con sus vehículos y que los usuarios de este sistema y el canal de riego no se afecte por estos cruces improvisados.

Se observó la presencia de materia flotante en la acequia principalmente en dos puntos en los cuales existen hogares junto al canal esto es causado en gran parte por que estas familias que habitan no poseen servicios básicos vitales principalmente alcantarillado y recolección de basura por lo que han optado por utilizar la acequia para deshacerse de sus desperdicios, en estos dos puntos se recomienda implementar basureros y letreros de no arrojar basura, por último se evidenció un afluyente de aguas servidas por lo que necesario implementar infraestructura adecuada para mitigar este problema.

4.3.2 Sistema de riego sección 2

La sección dos del sistema de riego se encuentra ubicada en extremo este de la ciudad de El Ángel, atraviesa varias zonas densamente pobladas de esta ciudad y termina en el sector de la quebrada oscura, continuación se puede observar en el mapa generado la ubicación de esta sección y los problemas de tipo infraestructura observados en esta sección de la acequia El tambo.

En la sección dos del sistema de riego se pueden observar 23 problemas causados por la mala infraestructura presentada por la acequia, la mitigación y la implementación de infraestructura adecuada contribuirá al desarrollo de la comunidad beneficiaria de este sistema y también a las personas que hacen uso de este sistema de riego y tienen un derecho ancestral de uso.

En esta sección se evidencia 12 problemas que afectan gravemente la estabilidad del canal de la acequia ocasionados en gran parte por la inestabilidad de taludes en ciertos puntos como se puede ver en el mapa, se recomienda implementar muros

de contención para mitigar estos problemas y tratar de nulificar estos problemas que afectan por ahora a los usuarios de este sistema y después podrían afectar a muchas más personas que habitan cerca de estos sitios inestables.



Figura 11; Poblaciones cercanas al sistema de riego, se observa algunas poblaciones ubicadas en la parte superior de la acequia El Tambo, debido a la falta de servicios básicos estos pobladores utilizan el sistema de riego como alcantarilla.

Existe evidencia de materia flotante presente en la acequia ocasionada en gran parte por malas costumbres de algunas personas, algunas de las zonas urbanas cercanas al sistema no cuentan con servicios básicos y no poseen servicio de recolección de basura.



Figura 12; Afluente de aguas servidas vertidas en el sistema de riego en el sector de la comunidad de la Esperanza, se observa también la precariedad del sistema de riego y las condiciones infraestructurales actuales que permiten que el agua sea contaminada por estos afluentes.

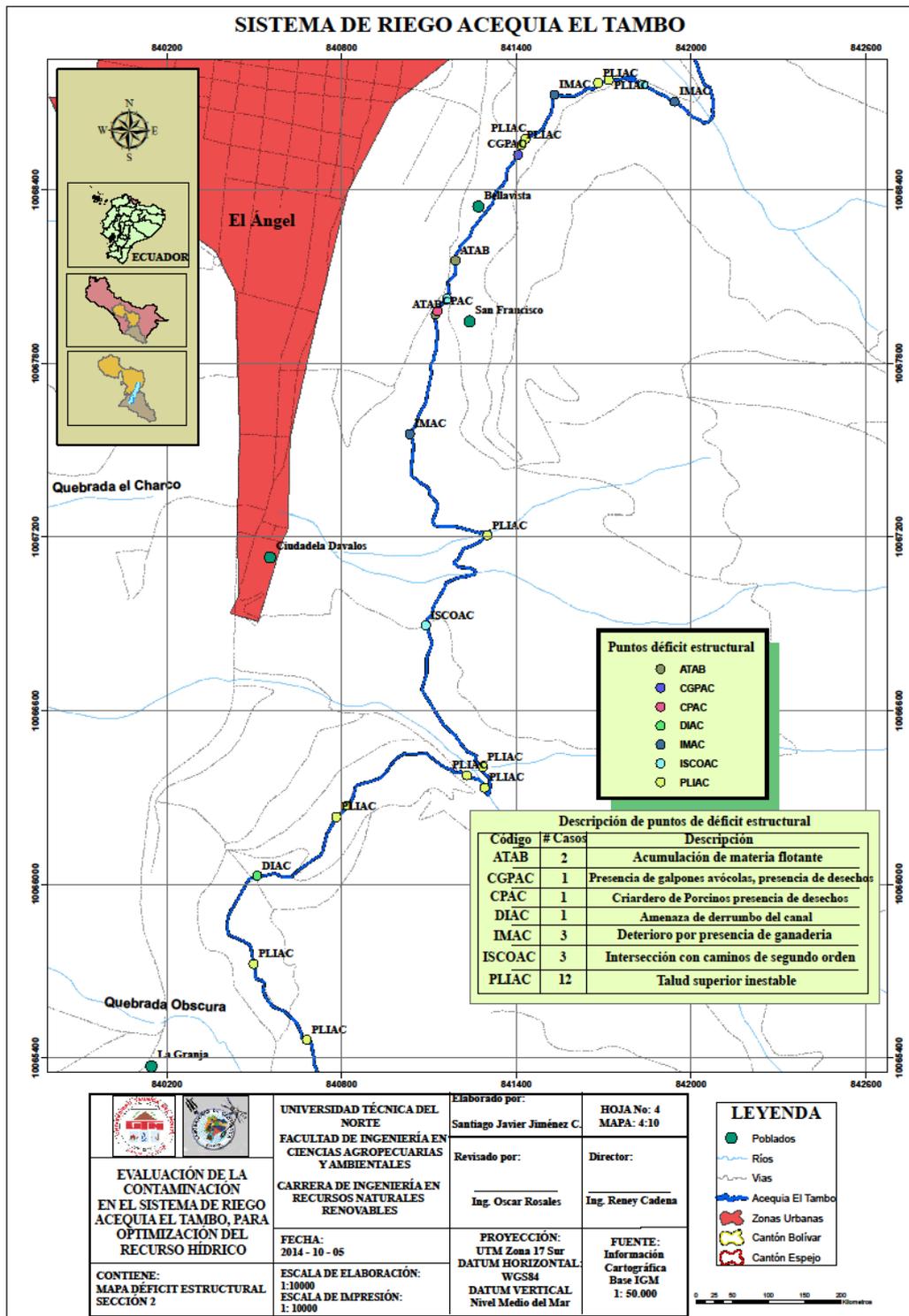


Figura 13; Mapa déficit Estructural de la acequia El Tambo sección 2

En esta sección se evidenció la presencia de un galpón avícola junto a la acequia y cuyos desperdicios eran arrojados directamente al canal de riego, situación que causa molestias a los usuarios ya que con frecuencia tienen que dar mantenimiento a esta sección, además de este galpón se evidenció la presencia que un criadero porcícola que crea los mismo contratiempos a los usuarios, en estos dos casos se debe trabajar en iniciar conversaciones con los propietarios para que esta problemática sea reducida y no se afecte a la calidad y malestar en los usuarios.

El punto que presenta el mayor problema para la estabilidad del canal es el DIAC en que se pudo evidenciar la inestabilidad de un tramo de más de 50 metros causado en gran parte por el propietario del terreno que está junto a la acequia con el pasar de los años ha ido acabando con el talud inferior del canal hasta lograr causar la inestabilidad de este tramo que amenaza con el colapso de todo el canal de riego perjudicando al mismo propietario y su finca, en esta sección se debe implementar muros de contención en el talud inferior del canal y hacer cumplir con el derecho de servidumbres que posee el sistema de riego cuando atraviesa por predios privados.

A más de los problemas antes citados al igual que en la primera sección de la acequia existe deterioro del canal de riego en tres secciones por lo que es recomendable adecuar la infraestructura de la acequia y además implementar bebederos de agua para el ganado, para así evitar la destrucción del canal.

Se encontraron tres caminos de segundo orden que afectan la estabilidad del sistema de riego por lo que se recomienda adecuar la infraestructura de estos tres cruces que permitan el beneficio a todos los actores involucrados.

Además de los problemas antes citados en esta sección 2 se pudo observar que la mayoría de zonas ganaderas hacen uso indebido de la acequia para labores de riego perjudicando a los usuarios de este sistema y generándoles malestar, esta situación es más fuerte y bélica cuando inicia la época seca.

4.3.3 Sistema de riego sección 3

Continuando con la evaluación ahora se tiene la sección 3 de la acequia El Tambo la cual inicia en el sector Quebrada oscura y termina en la parroquia de García Moreno que pertenece al cantón Bolívar. En el mapa temático sección 3 generado de este sistema se puede observar esta sección. En esta sección se puede observar 13 problemas causados por la mala infraestructura presentada por el canal de riego.



Figura 14; Estado actual acequia sector García Moreno, se observa en la parte izquierda la acequia y en la parte derecha la parroquia de García Moreno, la acequia atraviesa completamente por este centro poblado y se observó la presencia de materia flotante ocasionado por las malas costumbres y la pésima conciencia ambiental de algunos pobladores.

En esta sección se evidencia la obstrucción del canal de riego por lo que los mismos usuarios han optado por improvisar para poder conducir el caudal de agua, esta obstrucción está dada por el colapso del talud superior del canal y se necesita de maquinaria pesada para adecuar este problema, esto permitirá reducir las obstrucciones que son frecuentes en este punto y no permiten pasar el flujo de agua normal.

Como en casi todo el canal se evidencia la presencia de materia flotante en la acequia situación que obstruyen en varios puntos el flujo de agua y que ha causado el derrumbe de la acequia, en los 5 puntos mencionados con este problema se debe ubicar letreros y basureros para reducir este problema. Este problema es más frecuente en la parroquia de García Moreno.



Figura 15; Contaminación antropológica de la acequia, en esta figura se observa un afluente de agua lluvia que desemboca en la acequia acarreando basura en la parroquia de García Moreno.

En el sector de la quebrada de Taupe como se ve en el mapa anterior se pudo observar la amenaza de derrumbo del canal de riego, esto es ocasionado por la falta de una cuneta de coronación que permita evacuar el agua de esta quebrada cuando esta crece, esta situación se agrava cuando empieza la época lluviosa, a más de la cuneta de coronación se necesita implementar muros de contención en el talud inferior de la acequia ya que presenta evidencias de que puede colapsar.



Figura 16; Déficit infraestructural de la acequia, se observa la precariedad de la infraestructura de la acequia, en esta sección la acequia ha sido recuperada por los mismos comuneros y se pudo ver las medidas emergentes que los usuarios realizan para recuperar el canal de la acequia. Piedras, ramas y tierra son los recursos con los cuales los comuneros realizan estas reparaciones, lo cual causa que este canal colapse regularmente.

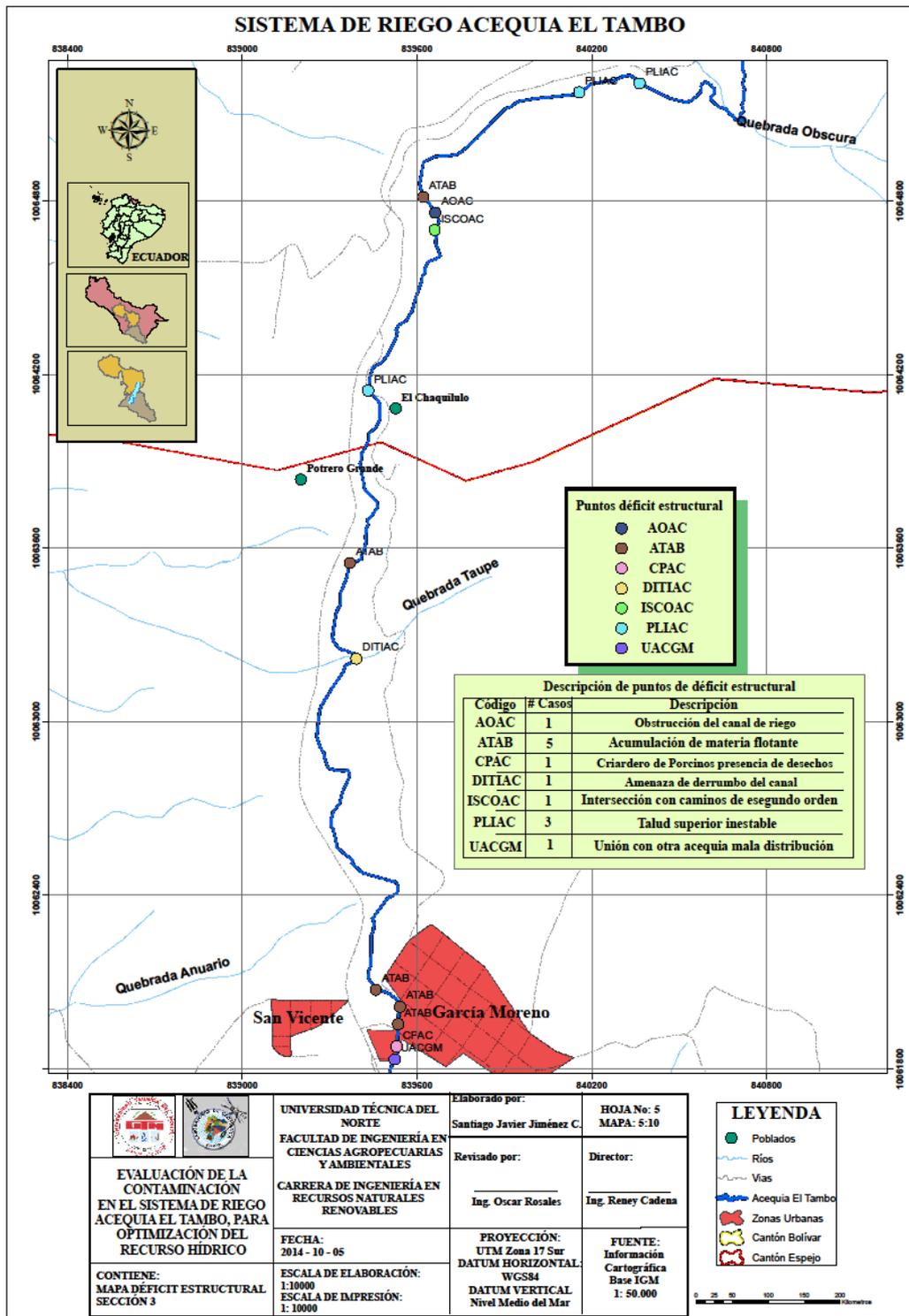


Figura 17; Mapa déficit estructural de la acequia El Tambo Sección 3

Se evidencio la improvisación de cruces en caminos de segundo orden, en estos casos se debe implementar adecuada infraestructura para reducir este inconveniente que no permite el flujo de agua para riego normal.



Figura 18; Pasos elevados improvisados, contruidos para atravesar la acequia, se puede ver lo rústico de las obras que son implementadas, el peligro de las personas que transitan es constante.

Se encontraron tres zonas que presentan amenaza la estabilidad del canal de riego por la inestabilidad de taludes superiores, estos problemas sería reducidos completamente mediante la implementación construcción de muros de contención en la parte superior del canal en estos puntos.



Figura 19; Inestabilidad del canal principal de la acequia, amenaza a cultivos cercanos, algunos agricultores no respetan la restricción hídrica y el riesgo del colapso del sistema es grande, como se puede ver en esta figura.

El problema que genera más malestar a los usuarios de este sistema se encuentra ubicado en la parroquia de García Moreno en el UACGM, la contaminación con materia flotante es muy evidente, el desarenador y la distribución del agua es un tema de gran conflicto entre los usuarios en esta sección ya que las dos obras son inútiles para su fin, son construcciones pésimamente realizadas por lo cual su mantenimiento no puede ser realizado con efectividad, la repartición del agua es una situación que causa malestar a los usuarios.



Figura 20; Estado actual desarenador sector García Moreno, en esta figura se observa el mal estado del desarenador situación que causa malestar a los usuarios cuando realizan labores de mantenimiento.

La problemática originada por la mala infraestructura de este sistema no solo afecta a los usuarios del sistema sino también afecta a los moradores de la parroquia de García Moreno, la acumulación de basura y el colapso de la acequia son problemas que tienen que soportar estos moradores constantemente, aún es más grave la vulnerabilidad social que ha generado la acequia por su mala infraestructura.



Figura 21; Viviana Arellano habitante de la parroquia de García Moreno acusa que la mala infraestructura de la acequia genera malos olores y se ha convertido en un riesgo para sus hijos.



Figura 22; Niños jugando junto a la Acequia, el rustico alambrado no es obstáculo para que los niños lo atraviesen, ellos conviven a diario con el riesgo a caerse a la acequia.



Figura 23; Mala infraestructura de la acequia parroquia de García Moreno y el riesgo que genera la acequia por su mala infraestructura.

4.3.4 Sistema de riego sección 4

Esta sección inicia en la parroquia de García Moreno y finaliza en la comunidad de san José de Tinajillas, cabe decir que en este punto existe la última caja de repartición de agua y es donde finaliza la esta evaluación de la infraestructura de la acequia. En esta sección se encontraron 20 problemas por infraestructura inadecuada a continuación se puede observar en el mapa estos problemas y su ubicación.



Figura 24; Sector San José de Tinajillas, se observa la acequia el Tambo atravesando por la comunidad, este tramo se evidenció la falta de servicios básicos de algunas viviendas y la utilización de la acequia como alcantarilla principalmente.



Figura 25; Canal abierto de la acequia sector San José de Tinajillas, debido a su mala infraestructura esta problemática es más persistente en la comunidad.

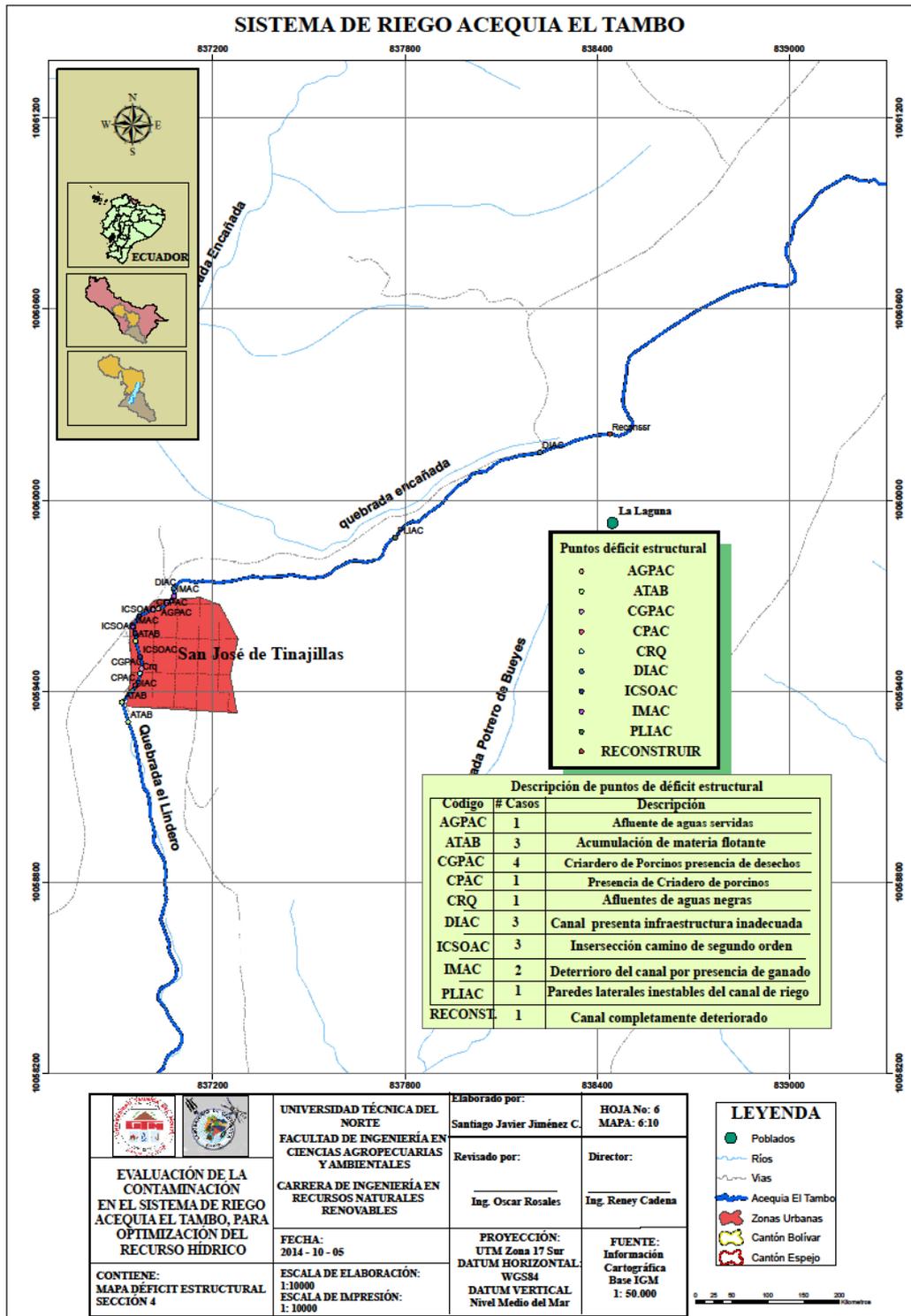


Figura 26 Mapa déficit estructural de la acequia El Tambo Sección 3

Se encontró 3 puntos que presentan inadecuada infraestructura lo cual es causado por la inestabilidad de los taludes tanto superiores como inferiores por lo que es recomendable construir muros de contención y además revestir la acequia totalmente en estos puntos para reducir al máximo estos problemas.



Figura 27; Condiciones actuales de la acequia El Tambo, sector San José de Tinajillas, esta imagen representa la problemática del sistema de riego y la mala infraestructura, se puede ver como los usuarios han tratado de revestir la acequia para proteger el agua para riego y evitar la contaminación de la misma.

En el punto RECONSTRUIR se evidenció el colapso previo de este canal de riego y mediante improvisaciones de los usuarios este tramo de la acequia a sido recuperado pero por lo observado este problema en el corto o mediano plazo va a tener el mismo inconveniente, por esta razón se recomienda reconstruir este tramo de la acequia, revestir por al menos 100 metros el canal para mitigar totalmente este problema.

La mayoría de problemas se presentan en la comunidad de San José de Tinajillas aquí es evidente el conglomerado de problemas de todo tipo, se evidenció la presencia de materia flotante producto de malos hábitos arraigados en algunos habitantes, en algunos puntos de esta comunidad se recomienda la implementación de basureros para que los habitantes depositen ahí sus desperdicios, cabe decir que esta comunidad si cuenta con servicio de recolección de basura.

Otros de los problemas observados son la presencia de criaderos de aves, porcinos y demás animales de granja que en muchos casos sus instalaciones se ubican junto a la acequia afectando así la calidad del agua y causando malestar en los usuarios del sistema de riego.



Figura 28; Comunidad de San José de Tinajillas se observa un criadero de porcinos junto a la acequia El Tambo. La presencia de estos criaderos afecta la calidad del agua para riego.

Esta comunidad es atravesada por la acequia El Tambo, existen hogares ubicados a los dos costados del canal lo cual ha causado una enorme presión sobre este canal ya que hace varios años atrás esta comunidad no contaba con servicios básicos, lo cual causo que las viviendas ubicadas cerca de la acequia utilicen este sistema de riego como alcantarilla, hoy en día la comunidad cuenta con alcantarillado pero falta la cobertura de la red sanitaria a toda la población situación que hace que los moradores sigan utilizando este sistema de riego como alcantarilla, esta situación hace que la calidad del agua para riego se vea drásticamente afectada.

Debido a presencia de toda esta problemática se recomienda revestir completamente la hace en todo este tramo, además entubar el agua para que esta no sea contaminada por afluentes de aguas servidas y demás problemas expuestos con anterioridad.

En total se identificaron 73 problemas acusados por problemas y afectaciones que no permiten el adecuado manejo del recurso hídrico en este sistema de riego, situación que hace evidente la necesidad de implementar infraestructura adecuada para lograr optimizar este recurso y que además permita a los usuarios de este sistema cultivar productos de mayor calidad. Además la implementación de infraestructura adecuada tendrá un efecto positivo en todos los actores que intervienen en este sistema como por ejemplo los moradores de las zonas altas que muchas veces han sido perjudicados por el colapso de este sistema.

En este sentido y para lograr la optimización del agua en este sistema en especial mediante la adecuación del canal principal a continuación se propone algunas de las medidas y del tipo de infraestructura que los usuarios deberían implementar en el canal principal, además se realiza una cotización de cada obra civil que se propone se construya al finalizar se propondrá un presupuesto tentativo para la recuperación y mejoramiento del canal principal incluyendo la captación.

4.3.5 Propuesta para el mejoramiento del sistema de riego El Tambo

La evaluación realizada a este sistema de riego principalmente al canal principal o acequia ha permitido tener una idea más clara de la problemática infraestructural que presenta la acequia El Tambo además de los puntos críticos donde se necesita la inmediata recuperación de este sistema los cuales bien pudieran estar perjudicando a personas, niños y reduciendo la productividad de la zona de riego por la mala calidad de agua.

En base a toda la problemática identificada se propone un programa que permitirá el manejo óptimo de este sistema de riego encaminado a la recuperación y adecuación de la infraestructura identificada como inadecuada o la falta de la misma como se pudo observar en los puntos 4.3.1 al 4.3.4 y también destinado a la capacitación de los usuarios del sistema de riego en temas como administración, operación y mantenimiento de estos sistemas.

4.3.6 Programa I: Implementación de infraestructura en el sistema de riego El Tambo y capacitación de usuarios

Este programa tiene como objetivo específico optimizar la conducción del agua para riego desde la captación hasta la distribución final del canal principal, permitiendo el adecuado manejo de este recurso y evitando posibles fuentes de contaminación a su vez eliminando la vulnerabilidad que presentan algunas personas por la mala infraestructura de la acequia, enfatizando en zonas urbanas como El Ángel, García Moreno y San José de Tinajillas. Además se debe considerar la capacitación de los usuarios de este sistema ya que ellos son los encargados de administrar, operar y mantener todo el sistema de riego, para conseguir estas metas trazadas en esta propuesta de programa se diseñaron los siguientes programas.

Para la implementación y aplicación de este programa se necesita de la intervención de autoridades competentes al riego y el manejo de los recursos hídricos en el país, también se necesita mucho del apoyo de ONGs que impulsan este tipo de programas.

4.3.6.1 Proyecto I: Recuperación del sistema de riego Acequia El Tambo

Este primer proyecto se enfoca en la recuperación e implementación de infraestructura en el canal principal del sistema y también en la captación, se identificaron 73 problemas por infraestructura inadecuada, anteriormente se ha elaborado y dividido el sistema en cuatro secciones, así para cada sección se detalla la infraestructura pertinente para mitigar cada caso observado.

Las actividades que se tienen que realizar se encuentran detalladas líneas más abajo, en las cuales se detalla el tipo de infraestructura a implementarse para cada caso. Para lograr implementar estas obras en todo el sistema se propone se trabaje en cuatro secciones diferentes como se ha realizado en la evaluación del sistema y descrito en líneas anteriores, así se tiene las siguientes secciones:

Sección 1. Captación Río Bobo – Quebrada La Chorrera

Esta sección comprende desde la fuente de captación ubicada en la bocatoma del río Bobo hasta la Quebrada La Chorrera ubicada al este de la ciudad de El Ángel, en la figura 9 se puede observar esta sección además de los puntos con infraestructura inadecuada en total se identifica 17 problemas también se puede observar las obras necesarias a implementarse para reducir esta problemática líneas más abajo se observa las actividades necesarias para implementación de dicha infraestructura.

En la figura anterior se describe la infraestructura necesaria para la recuperación de esta sección del sistema de riego y los puntos donde fueron localizados estos problemas, para implementación de esta infraestructura se propone las siguientes actividades:

a. Actividades propuestas sección 1

- **Mantenimiento, recuperación e implementación de obras de protección de la captación.-** Actualmente esta obra se encuentra en total deterioro por lo que es necesario dar mantenimiento a esta obra, limpiar el desarenador, revestir parte de la entrada de la bocatoma se propone sean 3 metros por lo menos a cada lado, otra de las obras se recomienda implementar es realizar un cerramiento de la obra con la finalidad de que impida el acceso a animales y ajenos que afectan la estabilidad de esta obra.

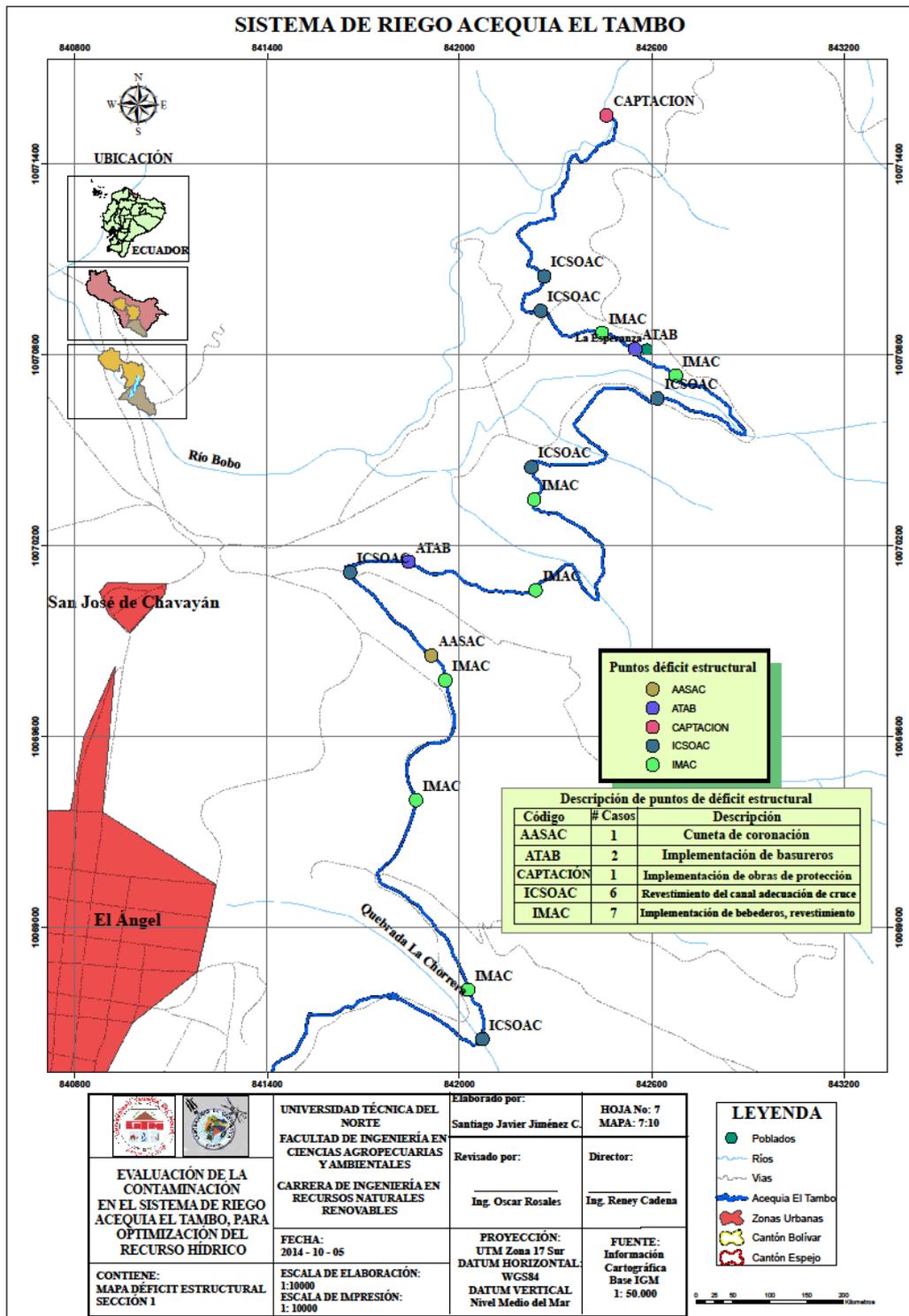


Figura 29; Implementación de Infraestructura sección 1

- **Implementación de bebederos para mitigar las afectaciones causadas por zonas ganaderas.-** En la sección 1 se pudo observar gran cantidad de zonas ganaderas la precaria infraestructura de la acequia ha sido víctima de la actividad ganadera, generado en su mayoría cuando manadas enteras entran a la acequia y afectan el canal de riego, con la finalidad de reducir y mitigar este problema se propone la implementación de bebederos de agua para impedir que el ganado entre a la acequia y deteriore el canal que de por sí ya es rustico, además se recomienda se revista la acequia en estos puntos por lo menos 5 metros a cada lado.
- **Implementación de puentes en caminos de segundo orden.-** Se observaron 6 caminos de segundo orden en esta sección, los cruces en estos caminos son rústicos lo cual en muchas ocasiones obstruyen el flujo de agua y ocasiona derrumbes y afectaciones a agricultores de zonas cercanas, viviendas, sembríos. En estos cruces se necesita revestir totalmente la acequia y cubrirla con placas de hormigón armado para que los vehículos puedan atravesar en estos puntos esto contribuirá a fomentar la comercialización de productos cultivados en zonas altas mediante la adecuación de caminos y permitirá a los usuarios el flujo adecuado del agua para riego sin obstrucciones de este tipo.

Sección 2: Quebrada la Chorrera – Quebrada Oscura

En esta sección se pudo identificar 23 problemas por infraestructura inadecuada que afectan o contribuyen al deterioro del canal del sistema y la calidad del agua. En la Figura 10 implementación de Infraestructura sección 2 se puede observar la ubicación de esta sección además cada punto ubicado se detalla también la infraestructura necesaria para implementar en cada punto.

Líneas más adelante se detalla las actividades necesarias para lograr cumplir de forma ordena la implementación de todas estas obras en esta sección.

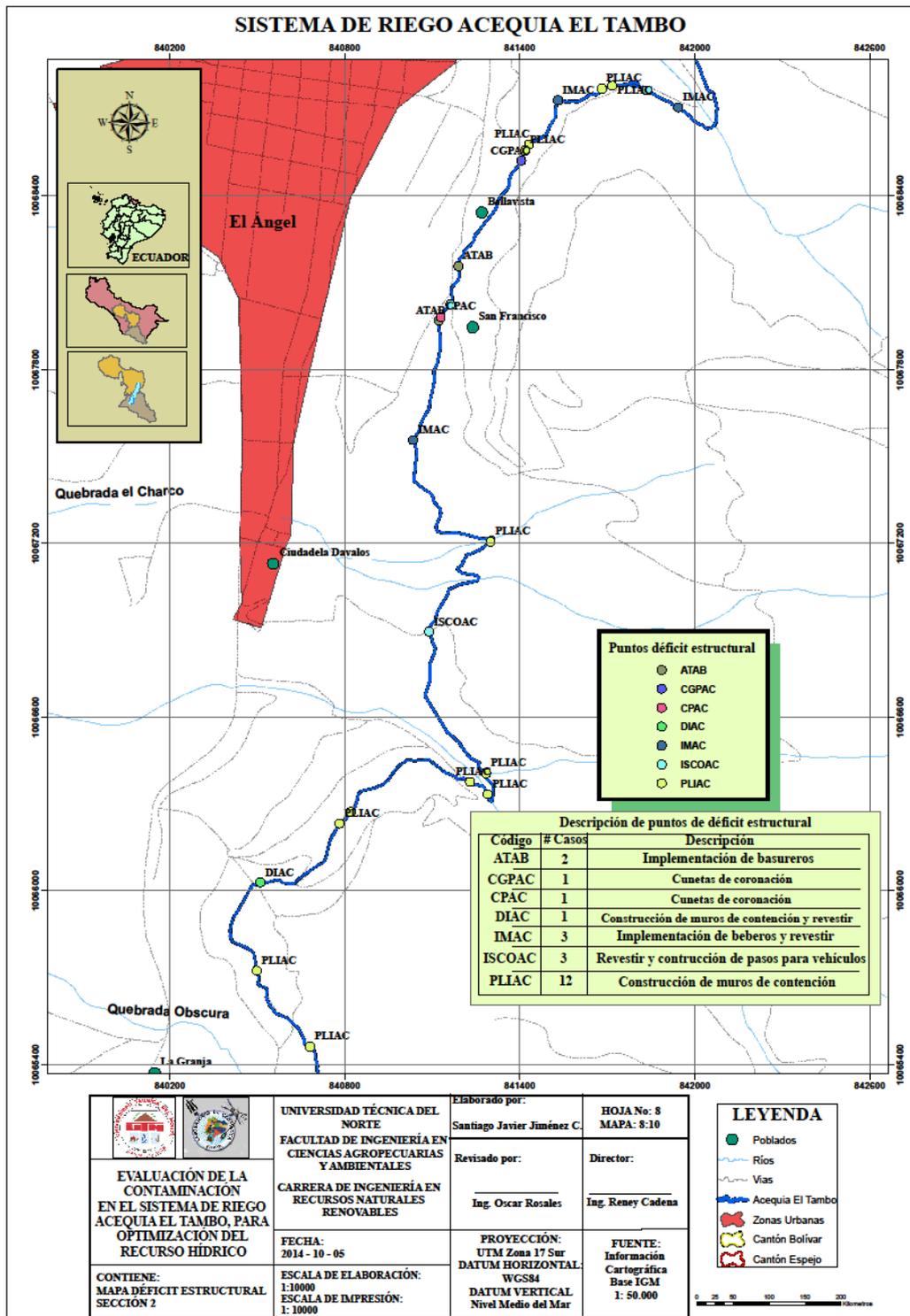


Figura 30 Implementación de Infraestructura sección 2

a. Actividades propuestas sección 2

- **Mantenimiento del canal principal.-** Se debe realizar labores de limpieza de toda esta sección ya que se pudo observar la acumulación de materia vegetal en gran parte del canal, situación obstruye el flujo de agua en ciertos casos.
- **Implementación de obras de protección.-** Para eliminar los problemas vistos e identificados en esta sección del sistema de recomiendo se implemente basureros en las zonas indicadas en el mapa anteriormente expuesto, se pudo observar la presencia de afluentes de aguas servidas en la caso de los dos criaderos identificados situación que obliga a los usuarios implementar la construcción de cunetas de coronación para evitar que estos afluentes desemboquen en el canal. Se identificó 3 cruces en caminos de segundo orden que obstruyen el flujo de agua normal de la acequia por lo que en estos casos se necesita proteger el canal de riego revistiendo en estos puntos y además implementando pasos para la circulación de vehículos. En esta sección también se identifica 3 puntos en los cuales la acequia presenta deterioro por causa de ganadería al igual que en la sección uno se necesita la implementación de bebederos para el ganado y además se debe revestir estos puntos por al menos 5 metros.
- **Construcción de muros de contención.-** Se identificaron 12 puntos en los cuales se necesita la construcción de muros de contención en el lado superior de la acequia, en estos puntos se evidencia la inestabilidad del talud superior por lo que mediante la implementación de estos muros el problema seria eliminado, punto llamado DIAC también requiere la implementación de este tipo de obra sin embargo en este punto se necesita realizar esta obra a ambos lados y también se necesita revestir el canal de riego.

Sección 3: Quebrada Obscura – Parroquia García Moreno

En la figura 11 se presenta esta sección de la acequia aquí se pueden observar en total 13 problemas que afectan al canal de la acequia El Tambo e influyen en la calidad del agua para riego. En dicha figura también se puede observar la

infraestructura sugerida para implementarse en cada punto para que pueda mejorar el canal de riego y permita a los usuarios utilizar un agua de mejor calidad.

En la parroquia García Moreno se observó principalmente que los sumideros de agua desembocaban en la acequia, esta situación hace que en meses lluviosos la capacidad de la acequia sea sobrepasada provocando el colapso en ciertas secciones de la misma y existen evidencias que ha afectado a moradores de la misma parroquia y otros entre ellos agricultores, líneas más abajo se detalla las actividades necesarias para cumplir con la implementación de esta infraestructura:

a. Actividades Propuestas sección 3

- **Mantenimiento de la sección 3.-** Para permitir el flujo de agua en el canal de riego se recomienda el mantenimiento de esta sección, para lo cual se debe realizar mingas por parte de los usuarios de la acequia, se debe realizar mayor énfasis en el punto AOAC ya que se observó la obstrucción del canal de riego, se debe contratar maquinaria necesaria para limpiar este punto y en donde se requiera.
- **Implementación de Basureros.-** En la parroquia de García Moreno se observó que algunos moradores acumulan los desperdicios de sus hogares cerca del canal de riego, esto ha ocasionado que la acequia se obstruya y derrumbe, para poder mitigar esta problemática se recomienda la implementación de basureros en los puntos señalados en la Figura 11 esto ayudará a prevenir posibles obstrucciones de la acequia provocada por materia flotante.

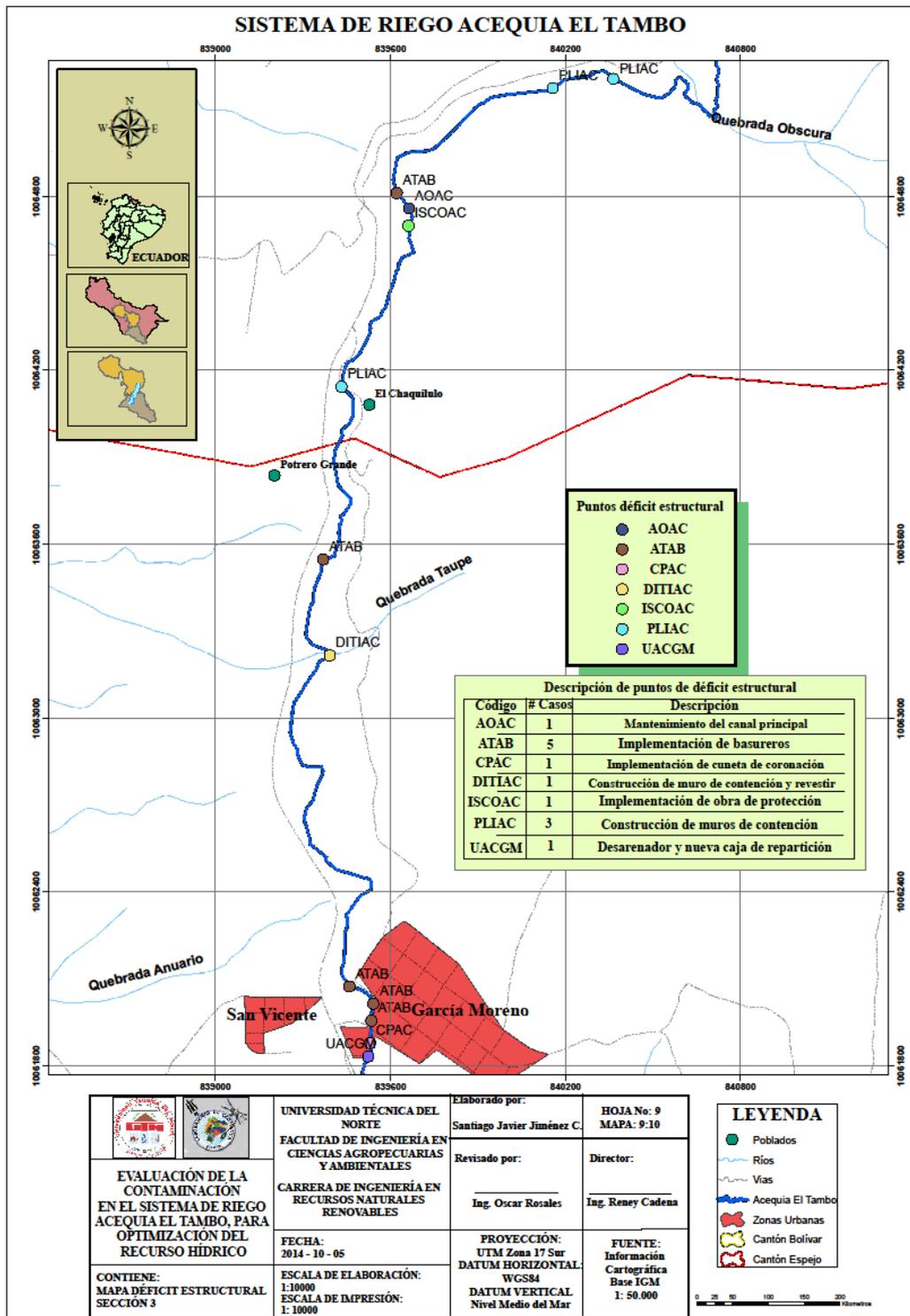


Figura 31 Implementación de Infraestructura sección 3

- **Implementación de obras de protección.-** Se pudo observar principalmente en la parroquia de García Moreno que la acequia no cuenta con una infraestructura adecuada lo cual a generado malestar tanto en usuarios de la acequia como en moradores de la parroquia, por lo que se recomienda cerrar completamente el canal de riego con hormigón o a su vez entubar esta sección de la acequia, principalmente en la parte sur de la parroquia donde se observó hogares junto a la misma y también la presencia de criaderos de porcinos. Se observó 1 cruce de camino de segundo orden que presenta afectación al canal de la acequia por lo que se recomienda revestir esta sección y también implementar paso elevado que permita el transporte vehicular.
- **Reconstrucción en la sección Quebrada Taupe.-** En esta sección se observa la inestabilidad del talud inferior y superior del canal de riego es necesario construir muros de contención a ambos lados de la acequia y además se recomienda el revestimiento de la misma en este tramo.
- **Construcción de muros de contención.-** Se detectaron tres puntos diferentes dentro de esta sección que presentan inestabilidad del talud superior de la acequia que amenaza con derrumbarse y colapsar el sistema de riego, se recomienda construir muros de contención para mitigar este problema y poder nulificar esta amenaza.
- **Implementación de desarenador.-** En el punto UACGM se unen dos acequias diferentes la infraestructura construida en este punto es inadecuada y se recomienda se la remplazar con un desarenador y aliviador que cumplan con la función captar toda el agua estas dos acequias eliminar sólidos suspendidos, además que permitan la facilidad al momento de hacer labores de mantenimiento de estas construcciones, esta construcción debe unirse con la caja de repartición para que el volumen de agua se divido uniformemente conforme al volumen que posea cada concesión de agua de cada acequia para evitar posibles conflictos entre usuarios.

Sección 4: Parroquia García Moreno – San José Tinajillas

La sección cuatro está determinada dentro de la Parroquia de García Moreno y la comunidad de San José de Tinajillas, esta sección presenta 20 problemas ocasionados por infraestructura inadecuada del canal de riego, problemas ocasionados por la inestabilidad de algunos tramos y más preocupante ocasionados por la influencia antrópica de la comunidad de San José de Tinajillas, esto hace que la calidad y volumen de agua se afecte perjudicando a los agricultores que hacen uso de esta agua para regar sus cultivos. A continuación se puede observar esta sección en la figura 12 y más adelante se detalla las obras necesarias a implementarse para mitigar y reducir esta problemática del sistema de riego.

La mayoría de problemas observados se centran en la comunidad de San José de Tinajillas como se puede ver la figura anterior, las actividades para desarrollar la implementación de estas obras se detalla a continuación:

a. Actividades propuestas sección 4

- **Implementación de cunetas de coronación.-** Debido que la comunidad no cuenta con una red de alcantarillado que cubra toda la demanda de los pobladores muchos de ellos han optado por utilizar el sistema de riego como servicio de alcantarillado para mitigar este problema se necesita de la implementación de cunetas de coronación para no permitir que aguas servidas entren en contacto con el agua para riego en esta sección se han detectado dos casos de este tipo y mediante la implementación de estas obras esta problemática será mitigada, se detectaron también criaderos de animales de granja y en estos puntos también se necesita la construcción de cinco obras de este tipo para nulificar la presencia de afluentes externos a la acequia que pudieran afectar la calidad del agua para riego.

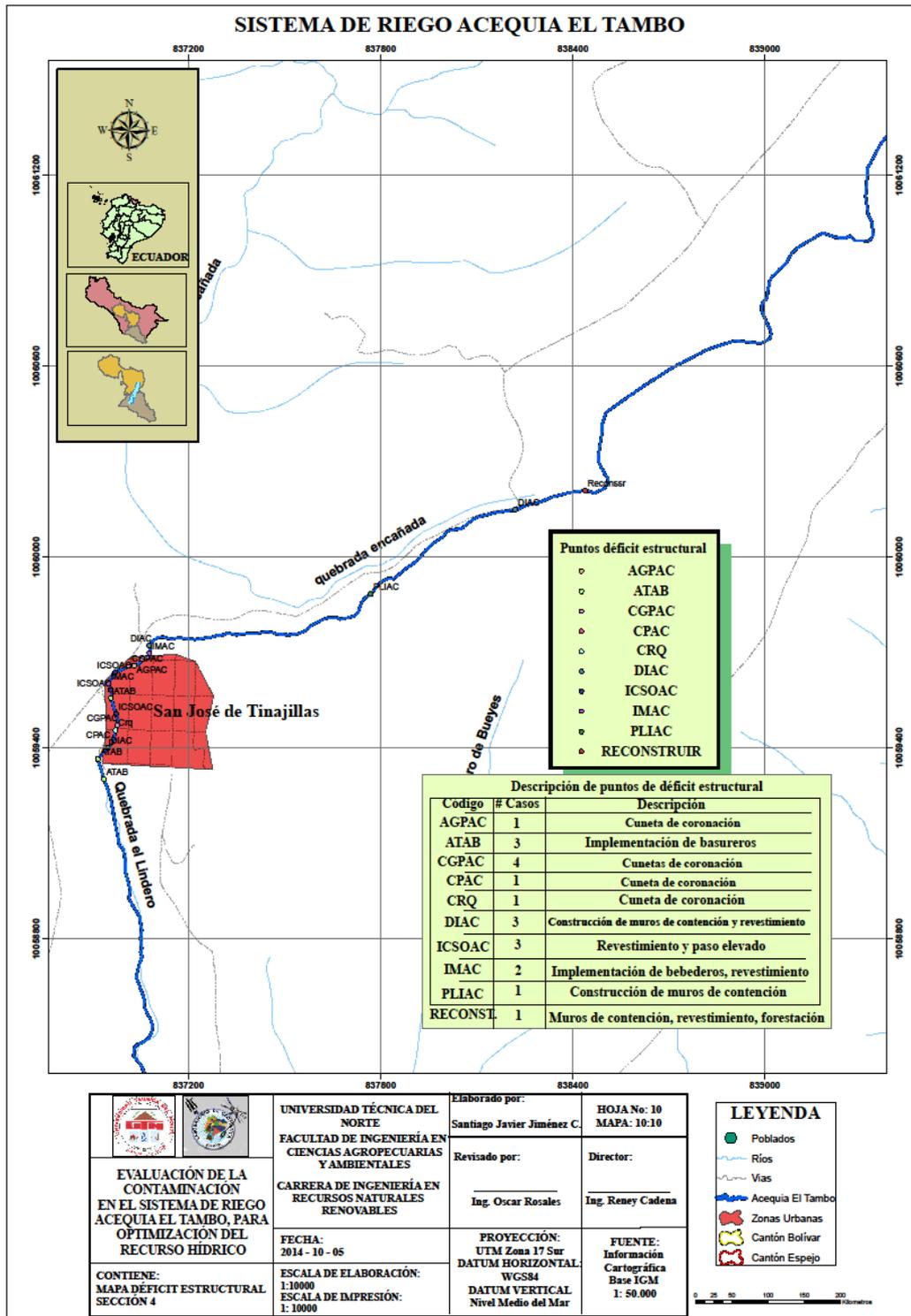


Figura 32 Implementación de infraestructura sección 4

- **Implementación de basureros.-** Se ha visto la presencia de desperdicios junto y dentro de la acequia, para controlar la contaminación del agua y posibles obstrucciones por materia flotante se propone implementar basureros en 3 lugares como se puede observar en la figura 12, esto ayudará a controlar la presencia de materia flotante dentro de la acequia.
- **Construcción de Muros de contención.-** En algunos tramos de esta sección se detectó la inestabilidad del talud superior del canal de riego en estas secciones se recomienda construir muros de contención para evitar posibles derrumbes que podrían afectar la acequia la estructura y flujo de agua.
- **Implementación de cruces en caminos de segundo orden.-** Se identificó tres cruces de caminos de segundo orden que impiden el flujo normal de agua en estos puntos se necesita revestir el canal de riego y adicionalmente colocar pasos de hormigón para que vehículos puedan travesar sin afectar la acequia.
- **Implementación de bebederos de agua.-** Se ubicaron dos puntos en los cuales ganado altera y afecta el canal de riego, por lo que se recomienda la implementación de estos bebederos para ganado y además revestir el canal de riego para evitar posibles afectaciones a la infraestructura de la misma.
- **Revestimiento del canal.-** En el punto PLIAC se identificó la inestabilidad de todo el tramo de la acequia incluyendo el talud superior e inferior en este tramo se recomienda la construcción de muros de contención para mitigar esta inestabilidad y también se recomienda se revista el canal de la acequia para que proporcione mayor estabilidad en este tramo.
- **Entubar el canal de riego.-** En el punto identificado RECONSTRUIR se detectó la inestabilidad de un tramo de 200 metros del canal principal de la acequia este tramo es susceptible a colapsar debido en gran parte a la poca inclinación del canal lo que implica la sedimentación en este tramo, adicionalmente se pudo observar varias filtraciones que ocasionan el colapso de la acequia, se observó la improvisación de infraestructura realizada por los mismos usuarios. Se recomienda realizar labores de mantenimiento en este tramo implementar muros de contención en la parte superior de la acequia ya que debido a la inestabilidad propia de este tramo son frecuentes los

derrumbes adicionalmente se recomienda entubar este tramo y realizar una forestación en la parte superior de la acequia.

b. Costo referencial para la implementación de la propuesta

Todas las obras y adecuaciones se resumen en la siguiente tabla y permitirá a los usuarios tener una idea del costo para la recuperación y adecuación de su propio sistema de riego. En total se encontraron 73 problemas en este sistema el presupuesto fue calculado en base a costos referenciales de materiales, transporte, mano de obra y maquinaria necesaria para la implementación de cada uno de las obras que se propone en este punto.

Tabla 4.1.29 Presupuesto Referencial para la implementación de obras en el sistema de riego sección 1

PRESUPUESTOS REFERENCIAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL TAMBO SECCIÓN 1					
SECCIÓN SR EL TAMBO	PUNTO	# CASO	OBRA - IMPLEMENTACIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
SECCIÓN 1	AASAC	1	CUNETA CORONACIÓN	200,00	\$ 200,00
	ATAB	2	IMPLEMENTAR BASUREROS	200,00	\$ 400,00
	CAPTACIÓN	1	OBRAS - PROTECCIÓN	10000,00	\$ 10.000,00
	ICSOAC	6	CONSTRUCCIÓN DE PASO PARA VEHÍCULOS, REVESTIR	500,00	\$ 3.000,00
	IMAC	7	IMPLEMENTAR BEBEDEROS	400,00	\$ 2.800,00
	TOTALES	17	PRESUPUESTO REFERENCIAL		\$ 16.400,00
			IMPREVISTOS		\$ 1.600,00
PRESUPUESTO REFERENCIAL TOTAL					\$ 18.000,00

Fuente; Elaboración propia. Presupuesto referencial sección 1 sistema de riego El Tambo.

En la tabla 4.11 se detalla las obras que se deben implementar en la sección del sistema de riego para la recuperación del mismo, el costo total para la implementación de estas obras es de diez y ocho mil dólares incluyendo los imprevistos.

Tabla 4.1.2.10 Presupuesto Referencial para la implementación de obras en el sistema de riego sección 2

PRESUPUESTOS REFERENCIAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL TAMBO SECCIÓN 2					
SECCIÓN SR EL TAMBO	PUNTO	# CASO	OBRA - IMPLEMENTACIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	ATAB	2	IMPLEMENTAR BASUREROS	200,00	\$ 400,00
	CGPAC	1	CUNETAS DE CORONACIÓN	200,00	\$ 200,00
	CPAC	1	CUNETAS DE CORONACIÓN	200,00	\$ 200,00
	DIAC	1	CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN Y REVESTIR	1500,00	\$ 1.500,00
SECCIÓN 2	IMAC	3	IMPLEMENTAR BEBEDEROS	400,00	\$ 1.200,00
	ISCOAC	3	CONSTRUCCIÓN DE PASOS PARA VEHÍCULOS	500,00	\$ 1.500,00
	PLIAC	12	CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN	1000,00	\$ 12.000,00
	TOTAL	23	PRESUPUESTO REFERENCIAL		\$ 17.000,00
			IMPREVISTOS		\$ 2.000,00
			PRESUPUESTO REFERENCIAL TOTAL		\$ 19.000,00

Fuente: Elaboración propia. Presupuesto referencial sección 2 sistema de riego El Tambo.

El presupuesto referencial para la implementación de obras en esta sección del sistema de riego es de 19 mil dólares, en la tabla 4.12 se puede observar este presupuesto desglosado incluye imprevistos. El mayor rubro en esta sección es generado debido a la gran cantidad de muros de contención que se sugiere implementar. Debido a que esta sección atraviesa por centros poblados la implementación de estas obras ayudara a reducir la problemática de este sistema y a su vez mitigara la vulnerabilidad social que la acequia genera debido a su mala infraestructura.

Tabla 4.1.2.11 Presupuesto Referencial para la implementación de obras en el sistema de riego sección 3

PRESUPUESTOS REFERENCIAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL TAMBO SECCIÓN 3					
SECCIÓN SR EL TAMBO	PUNTO	# CASOS	OBRA - IMPLEMENTACIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
SECCIÓN 3	AOAC	1	MANTENIMIENTO CANAL DE RIEGO	300,00	\$ 300,00
	ATAB	5	IMPLEMENTAR BASUREROS	200,00	\$ 1.000,00
	CPAC	1	CUNETAS DE CORONACIÓN	200,00	\$ 200,00
	DITIAC	1	CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN Y REVESTIR	1500,00	\$ 1.500,00
	ISCOAC	1	CONSTRUCCIÓN DE PASOS PARA VEHÍCULOS	500,00	\$ 500,00
	PLIAC	3	CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN	1000,00	\$ 3.000,00
	UACGM	1	IMPLEMENTACIÓN DE DESARENADOR	5000,00	\$ 5.000,00
	TOTAL	13	PRESUPUESTO REFERENCIAL		
				IMPREVISTOS	\$ 2.000,00
			PRESUPUESTO REFERENCIAL TOTAL		\$ 13.500,00

Fuente; Elaboración propia. Presupuesto referencial sección 3 sistema de riego El Tambo.

En la tabla anterior se muestra el presupuesto referencial para recuperar la sección 3 del sistema de riego El Tambo, este presupuesto se puede ver desglosado y también incluye los gastos imprevistos del caso. El mayor rubro de este presupuesto se encuentra dado por la implementación de un desarenador en el sector de la parroquia de García Moreno, otro problema importante se presenta en el sector Quebrada Obscura debido a la precariedad de la construcción de la acequia existe el riesgo que esta colapse y afecte a hogares y zonas agrícolas ubicadas en esta zona, existen evidencias del colapso de la acequia en este mismo punto, la implementación de los muros de contención ayudara a nulificar o reducir el riesgo de que esta sección colapse.

Tabla 4.1.2.12 Presupuesto Referencial para la implementación de obras en el sistema de riego sección 4

PRESUPUESTOS REFERENCIAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN EL SISTEMA DE RIEGO EL TAMBO SECCIÓN 4					
SECCIÓN SR EL TAMBO	PUNTO	# CASOS	OBRA - IMPLEMENTACIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
SECCIÓN 4	AGPAC	1	CUNETAS DE CORONACIÓN	200,00	\$ 200,00
	ATAB	3	IMPLEMENTAR BASUREROS	200,00	\$ 600,00
	CGPAC	4	CUNETAS DE CORONACIÓN	200,00	\$ 800,00
	CPAC	1	CUNETAS DE CORONACIÓN	200,00	\$ 200,00
	CRQ	1	CUNETAS DE CORONACIÓN	200,00	\$ 200,00
	DIAC	3	CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN, REVESTIR	1500,00	\$ 4.500,00
	ICSOAC	3	CONSTRUCCIÓN DE PASOS PARA VEHÍCULOS	500,00	\$ 1.500,00
	IMAC	2	IMPLEMENTAR BEBEDEROS Y REVESTIR	400,00	\$ 800,00
	PLIAC	1	CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN	1000,00	\$ 1.000,00
	RECONSTRUIR	1	CONSTRUCCIÓN MUROS DE CONTENCIÓN, REVESTIR, FORESTAR	8000,00	\$ 8.000,00
	TOTALES	20	PRESUPUESTO REFERENCIAL		\$ 17.800,00
				IMPREVISTOS	\$ 2.000,00
				PRESUPUESTO REFERENCIAL TOTAL	\$ 19.800,00

Fuente; Elaboración propia. Presupuesto referencial sección 3 sistema de riego El Tambo.

La cuarta sección del sistema de riego presenta la mayor afectación de todas las anteriores debido en gran parte a la presencia de la comunidad de San José de Tinajillas y problemas ocasionados propios por la mala infraestructura de la acequia, para la recuperación de esta sección se necesita un presupuesto referencial de 19 mil dólares como lo muestra la tabla anterior y en esta misma tabla se muestra las obras que se tiene que implementar para la recuperación de este tramo del sistema de riego.

1. Proyecto II: Capacitación a Usuarios del sistema de riego

El proyecto se realiza en función de la necesidad de capacitar a los usuarios de este sistema en temas relacionados al riego con énfasis en administración, operación y mantenimiento de sistemas de riego, adicionalmente abordar temas como la agroecología, uso y conservación del suelo y riego tecnificado. Estas capacitaciones tienen como objetivo específico fomentar las buenas prácticas agrícolas en los usuarios de este sistema y también capacitar a estos usuarios para que administren, operen y hagan buen uso de su propio sistema de riego.

a. Actividades propuestas

- **Temas elegidos para la capacitación.-** Mediante la evaluación realizada se identificó varios problemas en la junta de usuarios, problemas que se originan por mala administración, conflictos internos de la propia junta por lo cual se ha decidido trabajar con la comunidad en temas pertinentes al riego en especial que tengan ver con la administración, operación y mantenimiento del sistema de riego, los temas sugeridos para la esta capacitación son los siguientes:

Valoración y conservación de fuentes de agua

El ciclo del agua

Historia del riego

Marco legal e institucional del riego en el Ecuador

Componentes de un sistema de riego

Diagnóstico del sistema de riego

Planificación de sistemas de riego

El riego importancia en la producción

Finca agroecológica

Tipos de riego

Después de seleccionar los temas para la capacitación es necesario realizar una propuesta metodológica para impartir estos temas la metodología que se sugiere seguir es:

Conocer la realidad o Acercamiento al tema (partir de lo que la gente sabe sobre el tema de capacitación)

Reflexión o Aportes teórico-metodológicos (lo que el capacitador puede aportar con conocimientos nuevos del tema tratado)

Práctica-aplicación (aplicar lo aprendido)

Cierre (evaluación o resumen, acuerdos, según el tema)

- **Elaboración de guías.-** Las guías para que los usuarios puedan identificar y plasmar sus ideas se detallan en este punto se recomienda realizar cuatro guías para los temas anteriormente descritos la primera contendrá la visión y análisis del riego, la segunda guía contendrá los temas de administración, operación y mantenimiento de sistemas de riego finalizando con plan operativo anual, en la tercera guía se debe abordar la agroecología, métodos de conservación de suelos, cultivos alternos, manejo de animales y desechos, la cuarta y última guía debe tratar únicamente del riego tecnificado sus beneficios, tipos de riego tecnificado, costo – beneficio y hacer demostraciones prácticas de la implementación de estos equipos para riego tecnificado permitiendo a los participantes involucrarse y que posteriormente permita darles una idea de cómo implementar estos sistemas en sus fincas. A continuación se describen las guías para la capacitación:

La metodología empleada y teoría, fue basada en el programa de capacitación a promotoras y promotoras campesinos, en sistema de capacitación para el manejo de recursos naturales renovables del Consorcio CAMAREN, aplicado a la realidad de los usuarios del sistema de riego Acequia El Tambo.

**CAPACITACIÓN A USUARIOS DEL DIRECTORIO DE AGUAS DE LA
ACEQUIA EL TAMBO GUÍA UNO**

VALORACIÓN Y CONSERVACIÓN DE FUENTES DE AGUA

Escuchar y conversar.

Fuentes de agua:

Escriba cuales son las fuentes de agua

Escriba cual es la importancia del agua para usted:

--

Anote cuales son los problemas con el agua en el sistema de riego a lo largo de su historia y las posibles soluciones.

PROBLEMAS	SOLUCIONES

El ciclo del Agua.

Que es para usted el ciclo del agua y realice un pequeño dibujo del ciclo del agua.



CAPACITACIÓN A USUARIOS DEL DIRECTORIO DE AGUAS DE LA ACEQUIA EL TAMBO GUÍA DOS

Información importante:

Ley de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua publicado en Registro Oficial Quito (Pichincha).- El miércoles 06 de agosto de 2014, la Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua entró en vigencia una vez que fue promulgada en el Registro Oficial No. 305.

En el texto, la nueva Ley del Estado garantiza el derecho humano al agua como el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura, entre otros aspectos.

También prohíbe toda clase de privatización del agua, por su trascendencia para la vida, la economía y el ambiente, por tanto, no puede ser objeto de ningún acuerdo comercial, con gobierno, entidad multilateral, o empresa privada nacional o extranjera. Se gestión será exclusivamente pública o comunitaria.

En el texto, también se indica que no se reconoce ninguna forma de apropiación o de posesión individual o colectiva sobre el agua, cualquiera sea su estado, y se dispone su redistribución de manera equitativa, con lo que se combate de manera efectiva el acaparamiento en pocas manos.

Escriba a continuación sistemas de riego que usted conozca y sus tarifas.

SISTEMAS DE RIEGO	TARIFAS

¿Cuáles son los principales problemas en su sistema de riego?

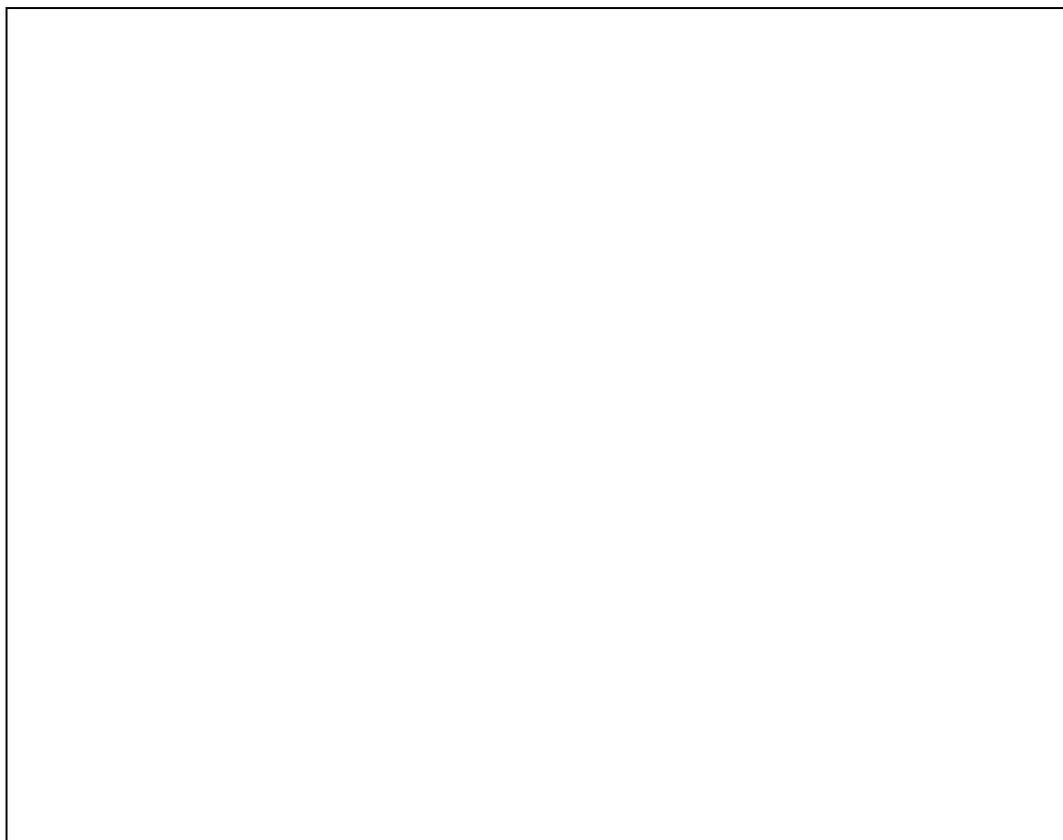
Historia del riego.

Desde hace muchos años atrás nuestros antepasados tenían muchos métodos para cultivar sus tierras y ellos también de alguna forma comenzaron la construcción de sistemas de riego, por ejemplo, los camellones que eran pequeños reservorios de agua que humedecía los alrededores de si asimismo y los alrededores eran cultivados por los antiguos.

Conoce usted algunos métodos antiguos de riego anote a continuación:

Después de los camellones vinieron sistemas de riego más complejos mediante la construcción de infraestructura adecuada para riego, además, del empleo de materiales que permiten el máximo aprovechamiento del agua y aún más ahora que tenemos complejos sistemas de riego tecnificado que nos permite aprovechar eficientemente el agua.

Ahora describa usted su propio sistema de riego:



Marco Legal e Institucional del riego en el Ecuador.

Dentro del ámbito de los derechos del buen vivir, determinar en la Constitución de 2008, al agua como: un derecho humano fundamental e irrenunciable, patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable del Estado, es una significativa victoria y garantía para el colectivo social, pues el asegurar sin discriminación alguna el efectivo goce del derecho del agua para los habitantes, se convirtió en un deber primordial del Estado, tal como lo determina el numeral 1 del artículo 3 de la Constitución de la República del Ecuador.

El Agua al ser un derecho humano fundamental, es un tema que nos involucra a todos, por ende lo que debemos demostrar es voluntad para participar activamente en la formulación de alternativa bajo la rectoría del Estado ecuatoriano.

Junto con el Capacitador, Vamos a responder las siguientes preguntas.

¿Qué es el derecho de aprovechamiento de agua?



¿A quién se debe presentar la petición para el trámite de adjudicación?



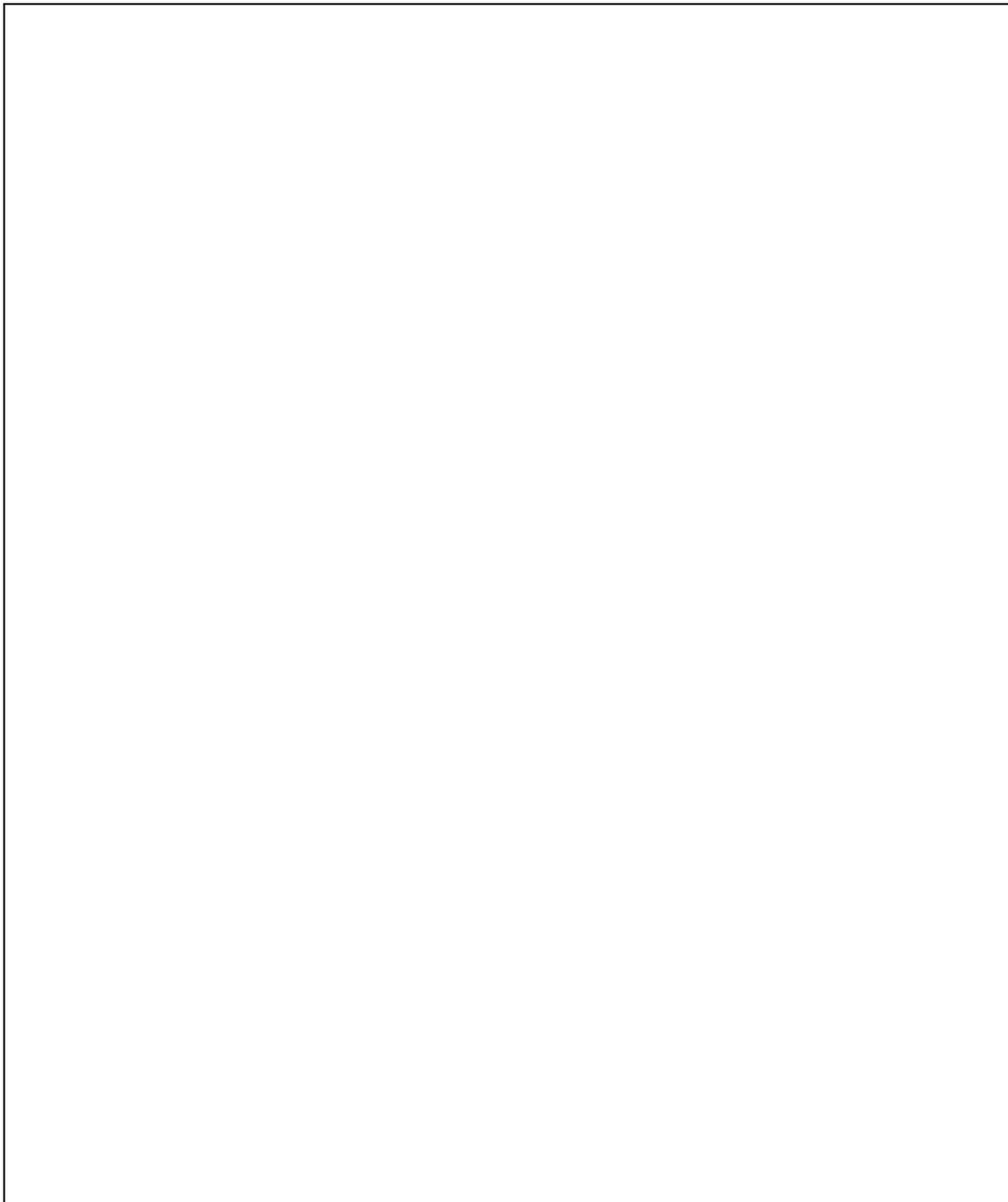
¿Qué sucede si los usuarios utilizan el agua para riego para otros fines distintos a los indicados en la concesión?



CAPACITACIÓN A USUARIOS DEL DIRECTORIO DE AGUAS DE LA ACEQUIA EL TAMBO GUÍA TRES

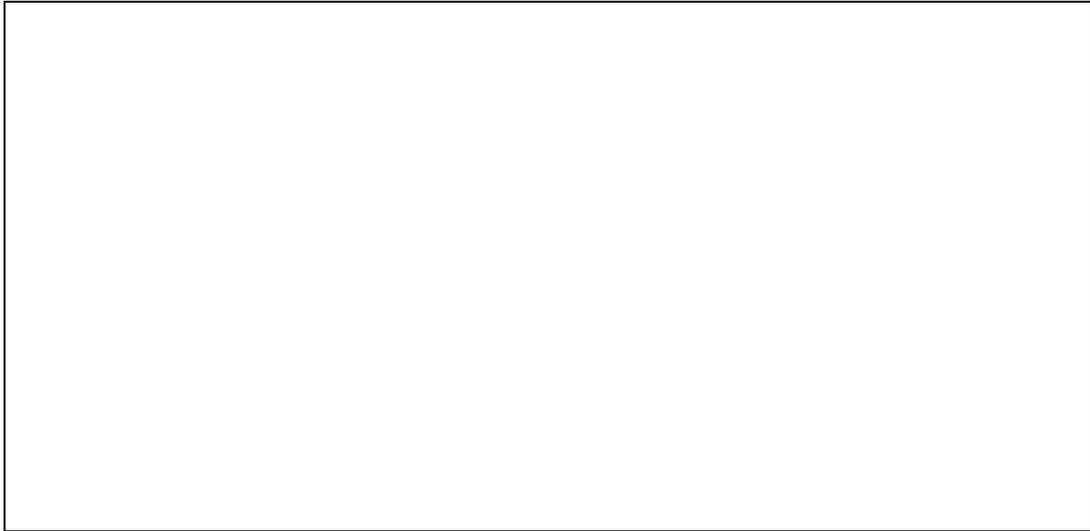
Los componentes del Sistema de Riego.

A continuación dibuje la Acequia El Tambo desde la Bocatoma del Rio Bobo y con la ayuda del capacitador identifique los componentes del sistema.

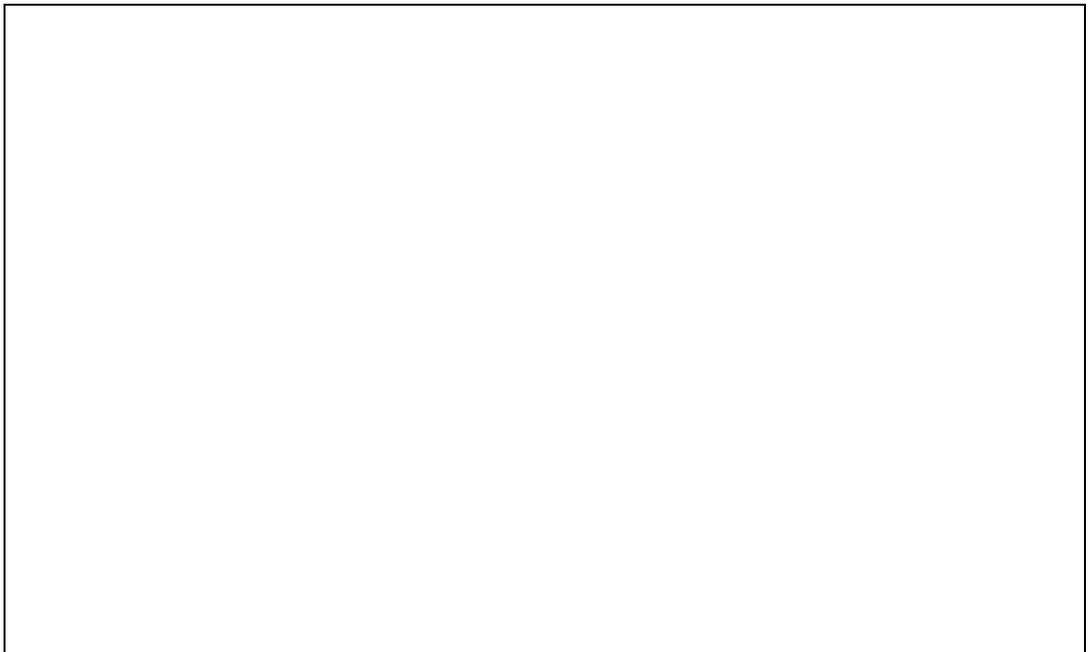


La Organización de Regantes.

Ahora, debemos Anotar cual es la directiva del Directorio de agua de la Acequia El Tambo.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the user to write the directive of the water directorate of the Acequia El Tambo.

Responda cuales son los productos que principalmente se cultivan en la zona y donde son los lugares donde más frecuentemente es comercializado su producto.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the user to list the main products cultivated in the area and the most frequent commercialization locations.

Diagnóstico del Sistema de Riego Acequia El Tambo.

A continuación vamos a realizar un análisis FODA del Sistema de Riego Acequia El Tambo.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEFICIENCIA	AMENAZAS

A continuación anotemos cuales son los recomendaciones haría usted para mejorar el sistema de riego Acequia El Tambo.

--

Operación y mantenimiento del sistema de Riego Acequia El Tambo.

A continuación describa cada componente de su sistema de riego.

Bocatoma.
Conducción. (Acequia)
Infraestructura de Distribución.
Reservorios de Agua
Medición de caudales
Estructuras de protección

Ahora vamos a describir individualmente la normativa y funcionamiento de nuestro propio sistema de riego, es decir, del Directorio de aguas de la Acequia El Tambo.

En la parte de abajo vamos a completar el cuadro.

Cargo	Nombre	¿Qué Hace?
Presidente		
Vicepresidente		
Secretario		
Tesorero		
Aguatero		
Vocales		

Ahora indique cual es el objetivo de las reuniones que organiza la Directiva.

En el siguiente cuadro indique cuales son los problemas que acontecen en las reuniones.

--

Ahora indique que se debería hacer para mejorar la organización de nuestro Directorio.

Continuando con nuestra capacitación ahora anotemos para que es importante la contabilidad en nuestro sistema de riego.

La planificación

Es importante planificar las actividades que vamos a realizar a lo largo del año y los responsables, a continuación vamos a anotar todas las actividades que son necesarias hacer para que nuestro sistema de riego funcione y luego vamos anotar las fechas en que vamos a ejecutar estas actividades y los responsables.

ACTIVIDADES	FECHA	RESPONSABLE	COSTO

Una vez que hemos planificado y anotado todas las actividades necesarias para que funcione nuestro sistema de riego, ahora vamos anotar ideas para monitorear y hacer cumplir todas las actividades que hemos anotado.

Ahora anotemos recomendaciones para nuestra propia directiva, que ayuden al funcionamiento y fomenten la participación de todos en las reuniones.

**CAPACITACIÓN A USUARIOS DEL DIRECTORIO DE AGUAS DE LA
ACEQUIA EL TAMBO GUÍA CUATRO**

El Riego

El riego y su importancia en la producción de nuestros cultivos.

Anotemos que entendemos por riego.

--

Anotemos las ventajas y desventajas de los siguientes tipos de riego.

Riego por gravedad

Riego por presión

Anotemos los siguientes conceptos con la ayuda del capacitador:

Evaporación
Transpiración
Que quiere decir 1mm/día

En los siguientes cuadros vamos a anotar las características de los diferentes tipos de suelos:

Arenosos
Arcillosos
Francos

¿Ahora anotemos cual tipo de riego es más eficiente y cual usted utilizaría y porque?

A continuación vamos a escribir ideas, para mejorar el riego dentro de nuestra parcela y consejos que usted daría a sus compañeros para optimizar el agua.

En esta sección vamos a anotar los problemas que como agricultores afrontamos:

Realice un dibujo de su propia finca del estado actual de la misma y a continuación realicemos un dibujo de nuestra misma finca pero como quisiéramos que fuera.



--

A continuación anotemos cuales son las cosas que harían falta para llegar a conseguir nuestra finca deseada.

La Finca Agroecológica, como su misma palabra indica es una finca en la cual se hace buen uso de la tierra, se realiza conservación de suelos, se hace cultivos asociados, se cría animales de granja y se usa sus desechos para nutrir al suelo, es decir, se aprovecha todo y nos permite tener mayores ganancias sin afectar las características del suelo.

A continuación anotemos que métodos de conservación de suelos conoce y cuales implementaría en su finca.

Y ahora realicemos un dibujo aplicando métodos de conservación de suelo y técnicas de riego tecnificado aplicado a nuestra propia finca.



Cronograma de charlas.- Se debe comprender que la mayoría de usuarios se encuentran en sus predios haciendo labores agrícolas todo el tiempo, por lo cual es complejo captar la atención de todos los usuarios y la participación de los mismos en este tipo de actividades, sin embargo, se debe encontrar los mecanismos adecuados para lograr su participación.

Se recomienda trabajar previamente con el GAD local para que promocioe esta iniciativa y la respalde económicamente, lo mismo se puede trabajar con ONGs que apoyan este tipo de actividades con parte del presupuesto se debe comprar incentivos para los comuneros como implementos que ellos utilizan es sus actividades diarias. Los incentivos que captarían la atención de los usuarios y fomentarían su participación pueden ser árboles frutales, equipos de agricultura, equipos para riego tecnificado, giras de observación, semillas, estos incentivos son valorados por los agricultores.

Se debe trabajar en los meses más aptos para impartir estas charlas en la comunidad, los meses más adecuados para trabajar con las comunidades son los meses de Julio, Agosto y Septiembre ya que en estos meses por lo general las cosechas y labores agrícolas se detienen y existe un periodo de espera para la siguiente siembra que sería desde el mes de octubre.

Para impartir la capacitación sugerida en esta propuesta se recomienda trabajar en estos meses dentro de la comunidad sugiriendo los fines de semana. En este sentido se debe trabajar en los meses de Agosto y Septiembre en los dos últimos fines de semana y comienzos del segundo mes, la capacitación se realizara el domingo de cada fin de semana con una duración de tres horas y se haría uso de las guías anteriormente elaboradas. A continuación se propone un cronograma en cual se detalla los temas y las posibles fechas en las cuales se puede trabajar en esta capacitación:

Tabla 4.1.2.13 Cronograma de capacitación

CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN A USUARIOS DE LA ACEQUIA EL TAMBO				
FECHA	HORA	TEMA	RESPONSABLE	MATERIALES
AGOSTO Do/23/08/05	15:00	INTRODUCCIÓN VALORACIÓN DE FUENTES DE AGUA CICLO DEL AGUA	CAPACITADOR	GUIA 1 DE CAPACITACIÓN PAPELOTES MARCADORES
AGOSTO Do/30/08/05	15:00	INTRODUCCIÓN AL RIEGO HISTORIA DEL RIEGO MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DEL RIEGO	CAPACITADOR	GUIA 2 DE CAPACITACIÓN CONSTITUCIÓN PAPELOTES MARCADORES
SEPTIEMBRE Do/06/09/05	15:00	COMPONENTES, DIAGNÓSTICO, PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	CAPACITADOR	GUIA 3 DE CAPACITACIÓN PAPELOTES MARCADORES
SEPTIEMBRE Do/13/09/06	15:00	EL RIEGO FINCA AGROECOLÓGICA TIPOS DE RIEGO	CAPACITADOR	GUIA 4 DE CAPACITACIÓN PAPELOTES MARCADORES

Fuente; Elaboración propia.

Una vez finalizado la evaluación al sistema de riego sus deficiencias estructurales y generada la propuesta para la implementación de infraestructura adecuada que mitigará, controlará los problemas identificados se determinó que se necesita un presupuesto referencial de setenta mil dólares para la construcción de estas obras, además mediante esta evaluación se pudo observar problemas a nivel de junta de usuarios por lo que se propone trabajar con la junta en temas de riego que ayuden a reducir los conflictos internos vistos por la mala administración, operación de este sistema de riego la propuesta tiene que ver con la capacitación de los usuarios se ha realizado cuatro guías con las cuales se trata de abordar estos temas, se sugiere conseguir un presupuesto de diez mil dólares para realizar esta capacitación este presupuesto está destinado a la compra de incentivos principalmente que llamen la atención de los usuarios y fomenten su participación en esta capacitación.

4.4. Discusión

Una vez evaluada la zona de estudio de esta evaluación se debe decir que en cuanto a la planificación de las zonas altas frente al crecimiento poblacional desorganizado generado una serie de problemas que afectan la calidad y cantidad del agua no solo para riego sino para consumo humano, dentro de las actividades que más afectan los recursos hídricos en esta zona figuran la ganadería en zonas altas, la agricultura, el uso inadecuado y masivo de agroquímicos, la deforestación, el crecimiento poblacional junto a fuentes de agua y sistemas de riego, la falta de red sanitaria se observó que la mayoría de sistemas de riego y el sistema de riego evaluado no presentan la infraestructura adecuada para conducir agua situación que hace que estos sistemas sean más propensos a la contaminación antropológica y por agentes como los antes mencionados, en contraste con esta situación el sistema de riego Montufar es el único sistema de riego que cuenta con la infraestructura adecuada para manejar el agua para riego los habitantes y usuarios de este sistema se han organizado conjuntamente para lograr manejar el agua de manera adecuada, tal es así el caso que este sistema es completamente revestido en toda su longitud incluso hasta llegar a las parcelas de los usuarios, posee obras que protegen esta infraestructura y que permiten almacenar el agua para riego en épocas secas, las fuentes de agua de este sistema están completamente protegidas y los predios cercanos a la captación han sido comprados por la junta de agua lo cual permite que estas infraestructuras se mantengan, esta situación contrasta con el sistema El Tambo ya que este sigue teniendo una infraestructura rústica que impide el adecuado manejo del agua, la falta de obras de protección en este sistema ha permitido la generación de conflictos en muchos tramos de este canal empezando desde la captación este sistema presenta problemas que han generado interrupciones en el subministro de agua a los usuarios provocando grandes pérdidas económicas en los agricultores. La implementación de infraestructura adecuada en sistemas de riego permite el subministro constante de agua y permite la producción agrícola y ganadera de cualquier zona así como sucede en el sistema Montufar, la otra cara de la moneda se puede evidenciar en el sistema El Tambo ya que constantemente presenta

problemas por su mala infraestructura y genera conflictos entre usuarios y agricultores de zonas altas incluso conflictos en zonas urbanas debido en gran parte por la mala infraestructura.

Se analizaron las zonas urbanas cercanas al sistema de riego El Tambo, se recurrió principalmente a los planes de ordenamiento territorial generados por los mismos GADs municipales y en los cuales se pudo ver que el déficit de la red de cobertura sanitaria en esta zona se ubica entre el 10% y 15% el mayor porcentaje por la falta de red sanitaria presenta el sector rural con promedios del 15% y 20% esta situación hace que moradores que no poseen estos servicios básicos utilicen sistemas de riego como alcantarilla en otros casos ríos, quebradas que aguas más abajo desembocan en acequias afectando así la calidad de agua, haciendo que esta sea de por si cuestionable para utilizar en la agricultura o en ganadería, esta situación enfatizando en sistemas de riego y en especial del sistema de riego El Tambo puede ser nulificada o reducida con la implementación de infraestructura adecuada que permita conducir el agua de manera adecuada y así logrando la optimización del uso de este recurso, esta situación se puede observar en el Sistema de riego Montufar ya que este si posee infraestructura adecuada que asegura la calidad del agua, no permite la llegada de afluentes de aguas servidas incluso los usuarios sancionan a quienes contaminan el agua, este nivel de administración hace que este sistema optimice el aprovechamiento de agua, permita a los usuarios contar con el subministro de agua constante durante todo el año y esto hace que los agricultores produzcan durante todo el año ya que el agua es indispensable en la agricultura y ganadería esta zona es conocida por sus altos niveles de producción.

La calidad del agua para riego de la acequia El Tambo según los resultados obtenidos de las muestras realizadas se trata de agua de buena calidad apta para riego de tipo C1,S1 en los puntos MAT2 hasta la muestra MAT6, pese a los problemas estructurales que se evidenció y las afectaciones vistas, la contaminación y la materia flotante presente en estos puntos no causa afectaciones a la calidad del agua, el procesamiento estadístico realizado también dedujo que

en estos puntos no existe diferencia significativa con respecto a los rangos normales establecidos por la ley del Ecuador, el error o alfa establecido para esta evaluación se fijó en 0,05 y en estos puntos el nivel de significancia de no superó el alfa establecido lo que conllevó a aceptar la hipótesis nula que indica que no diferencia significativa entre las variables estudiadas. Por el contrario la muestra MAT1 colectada en la comunidad de San José de Tinajillas presenta diferencia significativa con respecto a las normas establecidas esto argumentado por el nivel de significancia superior al 0,05 con 0,6392 debido al nivel de significancia superior se puede decir que existe la presencia de sustancias en concentraciones por encima de los niveles recomendados lo cual afecta la calidad del agua entre los principales parámetros que influyen en esta afectación a la calidad del agua está el Calcio con 29,67; Sulfatos con 64,00; los altos niveles de la concentración de estos dos parámetros advierte la presencia de contaminación en este punto, esto ocasionado en gran parte por el déficit estructural de la acequia frente a la presencia de la comunidad y la contaminación que puede estar sucediendo en este punto. La inversión para la recuperación, adecuación e implementación de obras que impidan la contaminación del agua será un punto fundamental para la recuperación de este sistema de riego y permitirá la optimización del recurso hídrico esto beneficiara a los usuarios y a las familias que depende de la agricultura y que utilizan esta acequia. Los sistemas de riego que implementaron infraestructura no advierten complicaciones como las observadas en este sistema, minimizan la contaminación y aseguran el caudal y calidad del agua, así sucede en el sistema de riego Montufar que posee este tipo de obras, las cuales ayudan a asegurar el agua para riego y permiten que todos los usuarios gocen del suministro de agua para todo el año.

Debido al aumento de la salinidad del agua de la acequia como se pudo ver en los análisis realizados se recomienda a los usuarios de este sistema cultivar productos que sean de mayor tolerancia a la salinidad, actualmente los agricultores tienden a sembrar cultivos de baja tolerancia a la salinidad esto sumado las técnicas tradicionales de riego y el bajo nivel de tecnificación de la agricultura en esta zona hacen que la productividad de los terrenos disminuya afectando así a los

agricultores, por otro lado la junta de usuarios de San Pablo de la Cangagua ha realizado muchos esfuerzos para implementar un sistema de riego presurizado que beneficia a todos los usuarios, esto les ha permitido optimizar el agua de manera más eficiente y aumentar la productividad de sus terrenos, cabe decir que esta junta pertenece al Directorio de Aguas de la Acequia El Tambo.

Mediante la evaluación realizada al canal principal de este sistema se pudo evidenciar 73 problemas de tipo infraestructural que limitan el aprovechamiento de agua, para iniciar con el proceso para mejorar este sistema de riego se ha realizado una propuesta para la reparación de estos problemas esto ayudara a la recuperación del canal de riego y ayudara prevenir la contaminación del agua para riego y lo mismo ayudará a mantener el caudal de agua concesionado, el presupuesto referencial determinado en esta evaluación es de setenta mil dólares cabe decir que este presupuesto es sólo para la recuperación del canal principal desde la captación hasta la comunidad de San José de Tinajillas, desde este punto en adelante el caudal de la acequia es dividido para los respectivos óvalos. Esta una propuesta que permitirá una vez implementada el aprovechamiento adecuado del recurso agua en este sistema si se desearía optimizar de manera más técnica el agua se necesita una inversión como la realizada por la junta San Pablo de la Cangagua de tres cientos mil dólares destinados para tecnificar el riego en esta zona y lo cual les ha permitido gozar de mayor producción en sus terrenos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Mediante esta evaluación se pudo determinar que la falta de servicios vitales principalmente en las ciudades de El Ángel, García Moreno, San José de Tinajillas se encuentra con déficit de cobertura que promedia el 10% en zona urbana y llegando hasta el 20% en zonas rurales, esta situación hace que algunos moradores utilicen el sistema de riego como alcantarilla, esto se hace más evidente en la Comunidad de San José de Tinajillas.
- La revisión de los planes de ordenamiento territorial de los cantones Espejo y Bolívar se pudo ubicar otros problemas que afectan no solo ha este sistema de riego sino a otros e incluso podría estar afectando la calidad y cantidad de agua para consumo humano, entre los cuales se encuentran los altos índices de deforestación en las zonas de páramo principalmente en la reserva ecológica El Ángel zonas que son después destinadas a la ganadería, el avance de la frontera agrícola, el crecimiento desorganizado de asentamientos humanos en zonas urbanas y rurales y, la falta de servicios vitales. Esta situación y serios problemas que presenta esta zona hace que la calidad y cantidad del agua sea afectada por lo que se necesita de la intervención ágil y oportuna de autoridades de los GADs locales y también de las autoridades que regulan y administran los recursos hídricos del país.
- El extenso recorrido que presenta el canal principal de este sistema de riego presenta un inconveniente para los usuarios, por lo evaluado a nivel de junta

- indica que no se puede realizar un control adecuado en todo el trayecto del canal por lo que agricultores de predios cercanos se han aprovechado de esta situación para utilizar el agua sin tener derecho, en las salidas de campo se pudo evidenciar esta situación y ver junto a la acequia complejos sistemas de riego, esta situación hace que se genere conflictos entre agricultores en época seca se agudiza esta problemática.
- El tipo de agua que determinó los análisis realizados a las muestras tomadas determinada que el agua de esta es de tipo C1,S1 desde la captación hasta la parroquia de García Moreno, mientras que la muestra colectada en la comunidad de San José de Tinajillas ubica la calidad del agua en tipo C1,S2 debido al aumento de la salinidad del agua principalmente por el aumento de la concentración de sulfatos y de calcio. El límite establecido por las normas del Ecuador determina que la concentración de sulfatos y calcio no debe superar 20 mg/lit, en este caso en la muestra MAT1 estos dos parámetros superan ampliamente estas normas con 64,00 mg/lit para sulfatos y 29,67 para calcio.
- Mediante la prueba t de student realizada y aplicada para analizar cada muestra estadísticamente se pudo concluir que las muestras MAT2 a la muestra MAT6 no presentan diferencia significativa con respecto a los rangos establecidos por las normas ecuatorianas los valores de significancia se mantienen por debajo de 0,05 así que en estos casos se acepta la hipótesis nula la cual indica que no existe diferencia significativa entre las variables analizadas. En cuanto a la muestra MAT1 se pudo concluir que esta muestra si presenta diferencia significativa y q el valor de significancia es de 0,6392 y es mayor a 0,05, por lo que en esta muestra se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que indica que si hay diferencia en las variables analizadas. Pese a estos resultados el agua sigue siendo apta para riego sin embargo puede afectar a cultivos sensibles a la salinidad.

- En cuanto a la evaluación realizada al sistema de riego principalmente del canal principal se evidenció 73 problemas estructurales que impiden el adecuado aprovechamiento del agua. Desde la captación de la acequia en el río Bobo se observó esta problemática infraestructural, a lo largo del canal principal se necesita implementar obras de protección de la acequia y de obras de prevención que ayuden a impedir el colapso del sistema. Por la gran cantidad de problemas observados en las zonas rurales por las cuales la acequia atraviesa se podría considerar entubar completamente la acequia en estas secciones.
- Una vez evaluado el sistema de riego y la zona de estudio se determinó un presupuesto referencial para la recuperación del canal de riego este presupuesto es de setenta mil dólares el cual en su mayoría está dirigido a la implementación de obras de protección y de prevención para este sistema.

5.2 RECOMENDACIONES

- Debe realizarse un estudio y plan de manejo de la zona alta de esta microcuenca, con la finalidad de planificar y organizar de manera adecuada el recurso hídrico generado en las zonas altas. Esto permitirá garantizar el subministro de agua para todas las comunidades y personas que de ella se benefician.
- Frente a la vulnerabilidad vista de las personas que habitan junto a la acequia se debe trabajar con mayor énfasis en la implementación de infraestructura de protección en estos tramos donde habitan estas personas, para poder mitigar su vulnerabilidad.
- Se debe trabajar con los agricultores de las zonas altas en programas de capacitación de la agroecología y manejo de agroquímicos, lo mismo que en programas de conservación que sensibilicen a dichos agricultores frente a la problemática que origina sus malos hábitos y costumbres.
- Con la finalidad de aprovechar de manera más eficiente el agua para riego, se deben hacer estudios para implementar riego presurizado en la comunidad, ya que con este tipo de riego se maximizaría el aprovechamiento del agua y la producción agrícola de esta zona. En dichos estudios debe intervenir la Universidad y los GADs locales para lograr conseguir el aprovechamiento eficiente de todos los recursos naturales y su manejo adecuado que permita a los agricultores mejores condiciones para sus labores diarias y que permita a todos conseguir la seguridad alimentaria en calidad y abastecimiento de todos los productos cultivados en esta zona.
- Hoy la comunidad cuenta con una cantidad de agua de 230 litros por segundo, sin embargo, hay proyectos que podrían ejecutarse para incrementar el agua para riego de esta comunidad y en general de esta zona. Debido a la pendiente que presenta esta zona, es recomendable realizar un proyecto multipropósito en esta zona, aprovechando el suministro de agua que podría tener. Considerando lo anterior, se recomienda realizar un estudio de factibilidad

para la implantación de una micro central de generación de energía hidroeléctrica.

- El presupuesto establecido en este estudio y el financiamiento para demás obras que permitan la eficiencia en el manejo del agua debe ser conseguido mediante el apoyo de los GADs locales e inversión extranjera que ayudan a este tipo de propuestas.
- En este estudio se ha determinado implementar infraestructura civil que ayude a controlar la problemática abordada a lo largo de este estudio, en los tramos de García Moreno en la caja de repartición se ha analizado la implementación de un desarenador eficiente ya que el actual es obsoleto, en el tramo de San José de Tinajillas en la caja de reparación se ve la necesidad de protegerla adecuadamente e implementar un desarenador más ya que los sólidos suspendidos son abundantes en estos tramos, en la bocatoma de la acequia se observó la necesidad de realizar una mejora a la bocatoma para evitar la constante acumulación de arena en el borde de la captación, se vio la necesidad de colocar pasarelas peatonales en ciertos tramos y en otros el entibado de la acequia.

CAPÍTULO VI

RESUMEN

La tesis aborda la evaluación del funcionamiento del sistema de riego acequia El Tambo, siendo base empírica de este estudio la acequia El Tambo, la cual constituye la principal fuente de sustento de agua para riego a la Comunidad de El Tambo. El agua es uno de los Recursos Naturales de mayor influencia en la agricultura, ya que de acuerdo a la calidad y el suministro de esta, los cultivos se mantendrán y producirán de manera eficiente y sana.

Este estudio está enfocado en evaluar la eficiencia y la calidad de los servicios ambientales que está prestando la acequia a la Comunidad de El Tambo. A lo largo del tiempo, este sistema de riego ha sido abandonado y los escasos esfuerzos de la comunidad no han solucionado los problemas que presenta. En concreto, las deficiencias estructurales de su acequia han ocasionado cuantiosas pérdidas económicas tanto a la comunidad de El Tambo, como a personas y familias que han sufrido pérdidas individuales y en su patrimonio por los derrumbos que han ocurrido en la acequia. Otro problema observado en este estudio se refiere al riesgo que representa la acequia, particularmente en zonas densamente pobladas; entre estas zonas figuran la Ciudad de El Ángel, la Parroquia de García Moreno, y la Comunidad de San José de Tinajillas. El déficit estructural de la acequia también afecta la capacidad de abastecimiento constante de agua para riego a lo largo del año a la comunidad de El Tambo; esto ocasiona pérdidas económicas, de tiempo y representa gastos para toda la comunidad.

Teniendo en cuenta la problemática anteriormente descrita y para evaluar este sistema de riego, se determinó una zona de estudio que comprende el trayecto de la acequia El Tambo, desde su bocatoma ubicada en el Río Bobo hasta su llegada a la comunidad de El Tambo, la cual corresponde a los cantones de Espejo y Bolívar. Esta zona de estudio se determinó a través de sistemas de información geográfica (SIG). El empleo de SIG en este estudio permitió también ubicar deficiencias estructurales a lo largo del recorrido de la acequia El Tambo.

De acuerdo al análisis realizado en la zona de estudio, es decir en los cantones de Espejo y Bolívar, se pudieron determinar problemas recurrentes como la contaminación de la acequia con materia flotante, malas prácticas agrícolas en cuanto al uso y empleo de agroquímicos, incumplimiento de servidumbres, alto riesgo de salud por contaminación del agua para riego, principalmente de la población infantil de estas zonas densamente pobladas, debido a la mala infraestructura de la acequia. A la contaminación del agua para riego se suma la expansión desordenada de la zona urbana, las limitaciones de los Gobiernos Autónomos Descentralizados locales para el suministro de servicios básicos a pobladores alejados y dispersos, tales como agua potable y alcantarillado.

Como resultado del estudio realizado se determinó que la afectación de la calidad del agua, ocasionada por el mal manejo de agroquímicos y pesticidas en las zonas altas, es mínima y no afecta la calidad del agua para riego, como pudo comprobarse en los análisis químicos realizados del agua de la acequia. Todos los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites permisibles estipulados por la legislación ecuatoriana descritos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental en el Libro VI-Anexo 1. Mediante la aplicación de Normas Riverside se resolvió que el agua para riego de la acequia El Tambo corresponde a Agua Tipo C1 – S1. Esto significa que se trata de agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos, pudiendo existir problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad (C1); y de agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos; sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio (S1). Esto significa que se trata de agua de baja salinidad,

apta para el riego en todos los casos, pudiendo existir problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad (C1), los cuales no se presentan en la zona de estudio; y de agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos; aunque pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio (S1), este tipo de cultivos no es realizado en la zona considerada.

Se ubicaron y analizaron los tramos de la acequia que presentan un déficit estructural y son un limitante en cuanto al aprovechamiento de agua para riego. Además de identificar dichos tramos se realizó una propuesta de la infraestructura necesaria para recuperar y solucionar los problemas estructurales encontrados. Sumando todas las obras que se necesitan llevar a cabo para la recuperación de la acequia El Tambo, se determinó que se requiere un monto de 120.600 dólares. Considerando también que del mantenimiento en buen estado de la acequia dependen otros proyectos que ayudarán a optimizar el uso de agua. Entre los proyectos a implementarse se encuentran el riego presurizado y la construcción de represas de agua.

Finalmente, cabe destacar que este estudio fue presentado en forma verbal y escrita a la Directiva del Directorio de Aguas de la acequia El Tambo. Además, se realizó énfasis en esta socialización en otros temas competentes al riego, entre ellos figuraron el mantenimiento y operación de sistemas de riego, la necesidad de realizar planes operativos anuales, y, por último, se pusieron en conocimiento de los directivos algunas nociones de agroecología y su importancia en cuanto al buen manejo de sus propios recursos y la optimización de los mismos.

SUMMARY

This thesis deals with the performance evaluation of the Irrigation System in El Tambo, being the empirical basis of this study of irrigation channel of El Tambo which is the main source of water's irrigation resources for the community of El Tambo.

Water is one of the most influential Natural Resources in agriculture, Depending on its quality and quantity of supply, crops will grow and be produced in an efficient and healthy manner.

This study focuses on assessing the efficiency and effectiveness of environmental services provided by the irrigation channel in the community of El Tambo. Over time, the Irrigation System has been abandoned and the limited effort of the community have not solved the problems it posed. In particular, the structural weakness of its irrigation channel has resulted in considerable economic losses, both to the Community of El Tambo in general, and individuals families, who had experienced direct economic losses in their long-term harvest, mainly as a result of landslides that occurred in the irrigation channel. Another problem observed during this research project was the risk posed by the irrigation channel in the densely populated areas particularly; among those areas such as City of El Angel, Garcia Moreno Parish and the Community of San José de Tinajillas. The structural weakness of this irrigation channel also affects the capacity of steady supply of water throughout the year to the community of El Tambo; this led to financial and time consumption, which entails expenditures for the whole community.

Considering the problem described above and in order to evaluate the irrigation system, it was determined to study an area covering the course of the irrigation channel of El Tambo (21,7 Kilometers), from its water source in the Bobo-River to its basin at the El Tambo community, which corresponds to the cantons Espejo and Bolívar. This area of study was determined using geographical information systems (GIS). The employment of GIS in this study allows us to trace structural deficiencies along the course of the irrigation channel in El Tambo.

According to the analysis in this study area, it was possible to identify frequent problems such as contamination of the irrigation channel with floating material, poor agricultural practices regarding the use and application of agrochemicals, non-observance of this relief area. Also noted was a high health risk due to contamination of the irrigation water, that affected infants in these densely populated zones, due to leakage problems in the irrigation channel, to the pollution of water for irrigation added to uncontrollable sprawl in these urban areas as well as inefficient mismanagement by local Decentralized Autonomous Governments in the provision of basic services to distant and dispersed communities, such as drinking water supply and sewerage services.

Consequent from the investigation carried out, it was found that these problems affects quality of water, due to mismanagement of agro-chemicals and pesticides in the upland areas. The inefficient management of agro-chemicals affects the quality of irrigation, as could be demonstrated in the chemical analysis of water from the irrigation channel. Every parameters examined are within the permissible limits stipulated by the Ecuadorian legislation as described in the Unified Text of the Environmental Legislation in its Annex VI, Book 1.

By applying Riverside Norms it was determined that water for irrigation of the zonal areas in El Tambo corresponds to Water Type C1-S1. This indicates low salinity of water that will be suitable for irrigation in all cases, with possible problems only in very low permeable soils (C1), which are not present in this study area; and water with low sodium content, suitable for irrigation in the majority of these cases. There may be problems with crops that are very sensitive to sodium (S1), this type of farming does not take place within the respective area investigated.

Sections of these irrigation channels that showed structural deficit and restrictiveness in terms of use of water for irrigation were located and analyzed. Besides identifying those sections, it was an accomplished proposal for a necessary budget to retrieve and address the structural problems identified in the irrigation channel. By aggregating all the necessary works to be carried out for the

recovery of the irrigation channel of El Tambo, it was established that a total of \$70,000 is required.

A cost-benefit analysis for the investment in this budget was conducted; the resulting implementation is very cost effective and necessary for the recovery of these irrigation channels, since water resources are strategic and essential for agricultural production. The foregoing also considered the fact that maintenance of the irrigation channel in proper condition relies on other projects that will support the optimal use of water. Among the projects to be implemented are pressurized irrigation and the construction of water dams.

Finally, it's worth noting that oral and written research study were made to be presented to the Water Board Directive of the irrigation channel in El Tambo. More so, other relevant irrigation topics were discussed during the presentation, including the maintenance and operation of irrigation systems and the need for annual operating plans; also some notions about agro ecology and its importance with regards to good management and optimization of their own resources were shared with the directives.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar Prieto, P. C. (2000). La calidad del agua de consumo y las enfermedades diarreicas en Cuba, 1996-1997. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 313-318.
- Albert, L. A.-v. (1988). Contaminación por compuestos organoclorados en algunos alimentos procedentes de una región de México. *Revista de Saúde Pública*, 500-506.
- Ambiental, M. d. (2008). *Texto Unificado de legislación ambiental*. Quito, Ecuador.
- Atehortúa, M. R. (2010). La geología, geomorfología, pedología y uso de la tierra en las municipalidades de Puerto López (Colombia) y Uberlândia (Brasil). *Sociedade & Natureza*, 22(2), 329-345.
- Bellido, J. G. (2010). Saneamiento ambiental y mortalidad en niños menores de 5 años por enfermedades de transmisión hídrica en Brasil. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 114-120.
- Bofill-Mas, S. e. (2005). Efectos sobre la salud de la contaminación de agua y alimentos por virus emergentes humanos. *Revista Española de Salud Pública*, 253-269.
- Bonanseña, M., Ledesma, C., C., R., & Delgado, A. S. (2012). Concentración de clorofila-a y límite de zona fótica en el embalse Río Tercero (Argentina)

- utilizando imágenes del satélite CBERS-2B. *Revista Ambiente & Agua*, 1-11.
- Bustamante, R. (1994). *Sistemas de las Leyes de Indias*. Cochabamba - Bolivia: PEIRAV.
- Calizaya-Anco, J. A.-C.-V. (2013). Evaluación de la calidad del agua fluvial con diatomeas (Bacillariophyceae), una experiencia en Tacna, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 58-63.
- CAMAREN, Foro Nacional de los Recursos Hídricos . (2013). *Agua, Estado y Sociedad. Aporte para políticas públicas*. Quito: GRAPHUS.
- Caraguay, L. e. (2009). *Mesa de Trabajo de los Recursos Hídricos*. Loja.
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores en la calidad del agua*. Quito: EcoCiencia.
- Chávez, L. L. (2005). *Problemas y posibilidades para el uso sustentable del agua en las ciudades del norte de México desde el punto de vista de la planeación urbana El caso de Saltillo*. Bremen.
- Constitución. (2008). *Constitución Política de la República del Ecuador*. Montecristi.
- Cruz Vera, M. d. (2012). Análisis de la directiva europea 98/83/CE: paradigma de la justificación y establecimiento de los valores paramétricos. el caso concreto de los plaguicidas. *Revista Española de Salud Pública*, 21-35.
- FAO, D. d. (2012). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. (Estudio FAO: Riego y drenaje - 55)*.
- Forest Systems . (11 de 08 de 2014). *recyt.fecyt.es*. Obtenido de <http://recyt.fecyt.es/index.php/IA/article/viewArticle/1521>
- Foro de los Recursos Hídricos. (2008). *Una ley que Garantice el derecho al agua*. Quito: Aline Arroyo.

- Foro de los Recursos Hídricos. (2011). *Transferencia de competencias de riego para el desarrollo*. Quito: Tiraje.
- Foro de los Recursos Hídricos. (2013). *Gestión compartida del Riego*. Quito: Tiraje.
- Foro de los Recursos Hídricos. (2013). *Hacia una nueva ley Aguas Transformadora*. Quito: Tiraje.
- Foro de Recursos Hídricos. (2013). *Planes Provinciales de Riego*. Quito.
- Frederic, A., & Boelens, R. (2011). *Metodologías de análisis y diagnóstico de sistemas de riego campesinos*. Quito: Cesa- Camaren.
- GADMBolívar. (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011 - 2031 del Cantón Bolívar*. Bolívar: GADMB.
- GADMEspejo. (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011 - 2013 del Cantón Espejo*. El Ángel: GADMCE.
- Galárraga, R. (2004). *Estado y Gestión de los Recursos Hídricos en el Ecuador*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Gil, H. A. (2013). Tecnologías verdes para el aprovechamiento de aguas residuales urbanas: análisis económico. *Revista Ambiente & Agua*, 118-128.
- Gregory, K. (2010). *Ecología cultural prehispánica del Ecuador*. Quito: Banco central del Ecuador.
- Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. (2003). *Agua para todos, Agua para la vida*. Paris: UNESCO.
- Instituto Nacional de Salud- Subdirección Red Nacional de Laboratorios. (2011). *Manual para la Toma, Preservación y transporte de Muestras de Agua de Consumo Humano para Análisis de Laboratorio*. Bogotá.
- Jorge Sanchez, A. Z. (2003). *Visión Integral y análisis de sistemas de riego*. Quito.

- Laboratorio A-L de México. (2011). *Agua de Riego*. México.
- Ledesma, C. B. (2013). Calidad del agua en el embalse Río Tercero (Argentina) utilizando sistemas de información geográfica y modelos lineales de regresión. *Revista Ambiente & Água*, 67-76.
- Libault, C. O. (1971). *Os quatro níveis da pesquisa geo-gráfica. Métodos em questão*. São Paulo: USP/IG.
- MAE. (2008). *Texto unificado de legislación ambiental*. Quito: Ministerio del Ambiente.
- MAGAP. (2013). Plan Nacional de Riego Y Drenaje. En S. d. Drenaje, *Plan Nacional de Riego Y Drenaje* (págs. 5-13). Quito: Solventia Publicidad.
- Milanés, O. A. (2014). Experiencias en la aplicación de la educación ambiental como herramienta para la adaptación al cambio climático en espacios comunitarios, en Holguín-Cuba. *Sociedade & Natureza*, 261-270.
- Morillo, A. (16 de 06 de 2014). Comentarios de la Acequia el Tambo. (S. Jiménez, Entrevistador)
- Navarro, V. H. (2012). *Hablemos de Riego*. Ibarra.
- Nuñez, F. (1999). *Hacia una Visión Integral del Riego Andino*. Quito - Ecuador: CAMAREN.
- OMS. (07 de 11 de 2014). <http://www.who.int>. Obtenido de <http://www.who.int>: http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/diseases/es/index.html#
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (06 de 11 de 2014). *aquastat*. Obtenido de Sistema de información sobre el uso del agua en la agricultura y el medio rural: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/ecuador/indexesp.stm

- Pac Sa, M. R. (1998). Brote epidémico por *Salmonella richmond* en Castellón, España. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 96-101.
- Polvorinos, A., Forteza, M., Hernández, M. J., Almarza, J., Toja, J., & Escot, C. (2005). *Remote sensing modeling and monitoring of water quality within the Seville (Spain) area dams*. Frascati.
- Proaño, M. (2002). *Primer Foro de los Recursos Hídricos*. Quito - Ecuador: CAMAREN – MANRECUR,.
- Rodríguez García, R. M. (2003). Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica de salud de Sigüenza. *Revista Española de Salud Pública*, 423-432.
- Romero, A. A. (2010). *Contaminación ambiental y calentamiento global*. Mexico: Trillas, S.A. de C.V.
- Saavedra, C. (2009). *“El manejo, protección y conservación de las fuentes de agua y recursos naturales” Cartilla educativa*. La Paz: Comunicación Integra.
- Salud, O. P. (2005). *Guía para el Diseño de Desarenadores y Sedimentadores*. Lima.
- Sanchez, J., Zapata, A., Hadjaj, H., & Ullauri, M. (2003). *Visión Integral y análisis de sistemas de riego*. Quito: RUVENZ.
- Santos Guzmán, J. G. (2009). Marco legislativo del suministro de agua en México. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 549-552.
- Sica, M. y. (2000). *III Censo agropecuario 2000*. Quito.
- Tambo, C. P. (15 de 01 de 2014). acequia El Tambo. (S. Jiménez, Entrevistador)
- Tobón-Marulanda, F. Á.-G.-S. (2010). Contaminación del agua por plaguicidas en un área de Antioquia. *Revista de Salud Pública*, 300-307.

- Tundisi, J. G., Matsumura-Tundisi, T., & Abe, D. S. (2007). Climate monitoring before and during limnological studies: a needed integration. *Brazilian Journal of Biology*, 795-796.
- Turk, e. (1996). *Tratado de Ecología*. Mexico: TRILLAS.
- Unión Europea. (2011). *El agua es la vida: La Directiva marco sobre aguas contribuye a proteger los recursos de Europa*. Luxemburg.
- VII Encuentro Nacional del Foro de los Recursos Hídricos. (2012). *Estudios y propuestas de políticas públicas para el agua*. Quito: graphus.
- Weemaels, N. M. (2009). *Uso y aprovechamiento del agua*. Quito.
- William, P. (2006). Enfoque histórico del riego en los Andes Ecuatorianos. *Revista Memoria*, 185 - 282.
- Wilson, C., Montalvo, L., Alex, Z., Ramiro, C., & Francisco, Q. (2002). *Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Riego*. Quito: CAMAREN.
- Zambrano, S. L. (2010). *PROTOCOLO PARA TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES*.
- Zapata, A. (2005). *El riego en el Ecuador: problemática, debate y políticas*. Quito.
- Zapata, A. (2008). *Una aproximación a los conflictos por el agua en el Ecuador*. Quito: Aline Arroyo.

ANEXOS

Estatutos y reglamentos del Directorio de aguas de la acequia El Tambo reconocimiento por la SENAGUA.



SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA MIRA – CENTRO ZONAL TULCÁN



C-041-2013
REG. DIREC.
ABRIL 2013

Por las facultades que le confiere los Arts. 82 de la Ley de Aguas y 13 de su Reglamento, al amparo de las normas legales contenidas en el capítulo VII, art. 29 y siguientes del reglamento:

CONFIERE LOS NOMBRAMIENTOS DE LEY

Al "DIRECTORIO DE AGUA DE LA ACEQUIA EL TAMBO", perteneciente a la parroquia García Moreno, cantón Bolívar, provincia del Carchi.

DIGNIDADES

PRESIDENTE:	ANÍBAL ADALBERTO MORILLO REVELO
VICEPRESIDENTE:	LUIS ARNULFO MARTÍNEZ VALENCIA
SECRETARIO:	OLGA YOLANDA CADENA ANDINO
TESORERO:	CARLOS ALBERTO PORTILLA CHILANGUA
SÍNDICO:	SEGUNDO CORNELIO ROSERO VALENCIA

VOCALES PRINCIPALES

PRIMER VOCAL:	OSCAR OLIVER AGUIRRE REASCOS
SEGUNDO VOCAL:	LUIS OLMEDO ALBAN GARCÍA
TERCER VOCAL:	MIRIAN OBDULIA SALAS VALENCIA

VOCALES SUPLENTE

PRIMER VOCAL:	JORGE GONZALO ROMO CADENA
SEGUNDO VOCAL:	ABRAHAM REASCOS JATIVA

Por el periodo de un año, vigente hasta Diciembre del año 2013; y, reelegirán el Directorio en Enero del año siguiente, presentando los informes que dispone la Ley de Aguas y el Reglamento General de Aplicación. Se les recuerda que en el plazo de treinta días tienen la obligación de presentar la nómina actual del representante de cada uno de los óvalos o subjuntas (si existen), conforme lo establece la Ley.

Tulcán, Abril 01 del 2013

Ing. Franklin Alejandro Rubio Tulcán
LIDER CENTRO ZONAL TULCÁN, DEMARCAACION HIDROGRÁFICA MIRA
SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA



Concesión de agua del Directorio de Aguas de la Acequia El Tambo

I- 80-1.689 (A)
RENOVACIÓN
ABRIL-2008

CONSEJO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS.- AGENCIA DE IBARRA.- Ibarra, 09 de Abril del 2008, las 10H30.- **VISTOS:** A esta agencia comparece el señor Jaime Ernesto Chamorro Guerrero, en su calidad de Presidente de la Junta de Aguas de la acequia "El Tambo", manifestando que su representada es beneficiaria de una concesión, constante en el tramite signado con el N° I-80-1689, conferida por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos. Agencia de Ibarra, mediante resolución de fecha 25 de noviembre de 1969, a las 10h20. Con este antecedente, con fundamento en el Art. 152 del Reglamento a la Ley de Aguas, comparece y solicita se renové la Concesión. Se realice una Inspección Técnica a fin de determinar la factibilidad de la Renovación. Finalmente señala casillero judicial para sus notificaciones y designa abogado patrocinador. Aceptada la solicitud a trámite en primera providencia y para justificar lo que dispone el Art. 152 del Reglamento General de Aplicación a la Ley de Aguas, se designa perito al Ing. Oswaldo Haro, funcionario de esta Agencia de Ibarra, a fin de que realice el estudio técnico correspondiente y presente el informe técnico respectivo en el termino de veinte días. Siendo el estado de la causa el de resolver, para hacerlo se considera: **PRIMERO:** De conformidad con lo dispuesto en el Art. 82 de la Ley de Aguas, 13, 14, 152 y siguientes del Reglamento General de Aplicación de la Ley de Aguas, el suscrito Jefe de Agencia de Ibarra del Consejo Nacional de Recursos Hídricos es competente para conocer y resolver la presente causa; **SEGUNDO:** Se ha tramitado el incidente propuesto de acuerdo a lo que estipula la Ley de Aguas y su respectivo Reglamento General de Aplicación, sin que se haya omitido solemnidad sustancial alguna que influya en su decisión por lo que declara la validez del proceso en todo lo actuado; **TERCERO:** Que el Informe del Perito Ing. Oswaldo Haro, que obra de fs. 9 a 10 y vta. de los autos, establece que las condiciones que origino la sentencia de Concesión no han variado por lo cual resulta ser procedente la renovación de Concesión de la sentencia emitida el 09 de junio de 1980, de las aguas del río Bobo, en un caudal de 232 lt/sg considerados como permanentes a fin de destinarse al riego y abrevadero de animales. Informe que se corre traslado y es aprobado por el actor a fs. 12 de los autos. Por las consideraciones que anteceden: **ADMINISTRANDO JUSTICIA EN NOMBRE DE LA REPÚBLICA Y POR AUTORIDAD DE LA LEY,** se acepta la petición presentada y dentro del Exp. I-80-1689 (A), se dispone: **1.- RENOVAR** la sentencia de concesión del 9 de junio de 1980, sobre el derecho de aprovechamiento de las aguas de la acequia "El Tambo" que capta las aguas en el Río Bobo, a favor de la Junta de Aguas de la misma, representada por el señor Jaime Ernesto Chamorro Guerrero, en el caudal de 232.0 lt/sg, con los mismos caudales de distribución para cada ramal y sector, a fin de utilizarse en riego y abrevadero de animales. **2.-** Esta renovación se lo hace por tiempo de diez años como mínimo de acuerdo a lo establecido en los Arts. 23 literal b) de la Ley de Aguas y 80 del Reglamento General de Aplicación a la Ley de Aguas; es decir desde el 25 de noviembre del 2006, fecha en la que caduco la anterior renovación, al 25 de

noviembre del 2016. 3.- Los beneficiarios de esta renovación por concepto de riego, pagarán anualmente al Consejo Nacional de Recursos Hídricos el valor de 430.12 usd, (Son cuatrocientos treinta con 12/100 Dólares Americanos) en función de los 232 lt/sg/año de acuerdo al Registro Oficial Nro. 425 de 03 de octubre del 2.001. 4.- Se proceda de parte de los beneficiarios de esta renovación, a la protección conservación y preservación de las vertientes, en la parte alta donde nace el recurso hídrico sembrando especies nativas de la zona. 5.- Se mantienen a favor de la Junta de Aguas de la acequia de El Tambo, las correspondientes servidumbres de captación, conducción, tránsito y conexas, en la trayectoria de la acequia, sin pago de indemnizaciones. 6.-Las fuentes hídricas antes anotadas de acuerdo a la División Hidrográfica del Ecuador para la Administración del Agua, pertenece al sistema Mira 02, Cuenca Mira 02, Subcuenca Río Mira 01, Microcuenca Río El Ángel, provincia del Carchi, cantón Bolívar, parroquia García Moreno; Cota 3178 m.s.n.m. Coordenadas: Latitud 10.071912 mN., Longitud 842776 mE. 7.- Ejecutoriada que sea la presente resolución, confíerese copia certificada para su inscripción y registro en el libro correspondiente de esta Agencia, de acuerdo a lo dispuesto en el Art. 95 de la Ley de Aguas.- **NOTIFIQUESE. F)**
Ing. Juan Carlos Orbe Cárdenas.


Ing. Juan Carlos Orbe Cárdenas.
JEFE DE AGENCIA DE AGUAS DE IBARRA DEL CNRH

En Ibarra, nueve de Abril del dos mil ocho, a las quince horas con la sentencia que antecede, notifiqué al señor Jaime Ernesto Chamorro Guerrero, Presidente de la Junta de Aguas de la acequia El Tambo, en el cas. 166 del Dr. Paco Ibarra Román. - CERTIFICO.


Ab. Josué Limalco Mina
SECRETARIO