



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL
NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO**



**MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS
HIDROGRÁFICAS**

**TÍTULO: “ESTRATEGIAS PARA LA SUSTENTABILIDAD HÍDRICA DE TRES
ACEQUIAS DE LA CIUDAD DEL CONOCIMIENTO YACHAY”**

Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster en Gestión Integral
de Cuencas Hidrográficas.

DIRECTOR:

MGs. Ing. Guillermo Beltrán

AUTORA:

Ing. Zulimar Mafla Pantoja

IBARRA - ECUADOR

2018

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, M.Cs. Guillermo Beltrán Michilena con número de cédula 1800859512, en calidad de tutor del trabajo de Grado, presentado por la Ingeniera Mafla Pantoja Zulimar Gioconda, para optar por el título de Magister en Gestión Integral de Cuencas Hidricas, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a 20 días del mes de marzo del 2018.



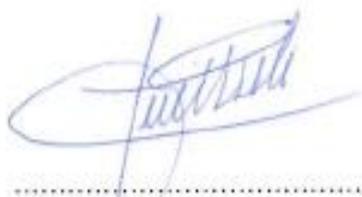
.....
Mgs. Guillermo Beltran

APROBACIÓN DEL JURADO

“ESTRATEGIAS PARA LA SUSTENTABILIDAD HÍDRICA DE TRES ACEQUIAS DE LA CIUDAD DEL CONOCIMIENTO YACHAY”

Por: Mafla Pantoja Zulimar Gioconda.

Trabajo de Grado de Maestría aprobado en nombre de la Universidad Técnica del Norte, por el siguiente jurado, al 20 de octubre de 2018.



.....
Mgs. Guillermo Beltrán



.....
Mgs. Hugo Vallejos

AUTORÍA

Yo, Mafla Pantoja Zulimar Gioconda con número de cédula 0401617386, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado, ni calificación profesional, que he consultado referencias bibliográficas que se incluyen en este documento y que todos los datos presentados son resultado de mi trabajo.



Ing. Mafla Pantoja Zulimar Gioconda
C.C. 0401617386



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN



A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentado mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CEDULA DE IDENTIDAD:	0401617386		
APELLIDOS Y NOMBRES	Mafla Pantoja Zulimar Gioconda		
DIRECCION:	Urcuquí, Antonio Ante y Guzmán		
EMAIL:	zulymafla@gmail.com		
TELEFONO FIJO:	062236373	TELEFONO MÓVIL	0959186254

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	“Estrategias para la sustentabilidad hídrica de tres acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay”
AUTOR:	Mafla Pantoja Zulimar Gioconda
FECHA:	20 días del mes de Octubre
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA	PREGRADO ---- POSGRADO ---X---
TITULO POR EL QUE OPTA:	Magister en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas
DIRECTOR:	MGs. Guillermo Beltrán Michilena

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Mafla Pantoja Zulimar Gioconda, con cédula de ciudadanía Nro. 040161738-6, 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 la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 20 días del mes de octubre de 2018

El AUTOR:



Mafla Pantoja Zulimar Gioconda

C.C. 0401617386

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta obra a mi hija quien ha sido la promotora de mi superación profesional, a mis padres quienes siempre me han apoyado en mi vida con experiencias y sabiduría me orientaron hacia la búsqueda de verdaderos ideales, mis hermanos, y aquel angelito del cielo quien me brindo sus sapiencia y generosidad el tiempo que nos acompañó en este mundo y que aun desde el cielo intercede ante Dios nuestro creador.

RECONOCIMIENTO

La virtud más digna del ser humano es la gratitud, ya que por este divino valor podemos expresar nuestros más profundos sentimientos de reconocimientos y consideración a quienes aportaron en el desarrollo de mi investigación.

Quiero agradecer primero a Dios ya que su infinito amor y bendiciones guio mis pasos en esta ardua labor y de manera especial a mis Padres y mi hija, quienes sin escatimar esfuerzos y sacrificios me han alentado para salir adelante en mi vida.

A la Universidad Técnica del Norte y su Instituto de Post grado con su planta de docentes calcificados me guiaron en la elaboración de la tesis de Post grado. A la Empresa Pública Yachay E.P por su apoyo al designar un área para realizar la investigación, así como facilitar el recurso humano necesario para culminar esta investigación.

Quiero reconocer además la valiosa ayuda del MGs. Guillermo Beltrán y el MGs. Hugo Vallejos quienes me han brindado sus vastos conocimientos y su elevado espíritu investigativo han sido un pilar fundamental para alcanzar los objetivos propuestos. Además hago extenso mi agradecimiento a todas las personas e instituciones que de una u otra manera con sus aportes, sugerencias y conocimientos han contribuido al desarrollo de esta investigación.

Zulimar Mafla Pantoja

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. CAPÍTULO I.....	1
2. INTRODUCCIÓN	1
1. Problema de investigación.....	1
1.1. Objetivos de la investigación	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
1.2. Preguntas Directrices	3
1.3. Justificación	3
CAPITULO II	6
3. MARCO REFERENCIAL	6
2. Antecedentes.....	6
2.1. Referentes Teóricos	7
CAPITULO III.....	12
MARCO METODOLÓGICO	12
3. Descripción del área de estudio	12
3.1. Diseño y tipo de investigación	16
3.2. Procedimiento de investigación	16
3.2.1. Diagnosticar la sustentabilidad del sistema de manejo del recurso hídrico de las acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay	16
3.2.2. Aplicación de Índices	19
3.2.3. Propuesta de estrategias	23
3.3. Consideraciones Bioéticas	23
CAPITULO IV	24
RESULTADO Y DISCUSIÓN	24
4. Diagnóstico de la sustentabilidad del sistema de manejo del recurso hídrico.....	24
4.1.1. Acequia La Chiquita.....	24
4.1.2. Acequia La Guzmaná	24
4.1.3. Acequia La Jijona.....	24

4.1.4.	Variabilidad del caudal referente al clima.....	25
4.1.5.	Concesión de agua.....	28
4.1.6.	Calidad del agua para riego.....	34
4.1.7.	Oferta hídrica superficial para el riego.....	38
4.1.8.	Costo de operación del agua de riego.....	40
4.1.9.	Análisis de los indicadores a través de la encuesta.....	42
4.1.10.	Costo del agua para riego.....	43
4.1.11.	Participación colectiva.....	44
4.1.12.	Conflictos por uso de agua.....	45
4.1.13.	Adaptación ante amenazas climáticas.....	46
4.1.14.	Eficiencia del manejo del agua para riego y control de escorrentía.....	47
4.1.15.	Capacitación en educación ambiental.....	48
4.1.16.	Entidades que desarrollan actividades para la conservación.....	49
4.1.17.	Consolidación de la Junta de Aguas.....	50
4.1.18.	Organización comunitaria para la gestión del agua.....	50
4.2.	Aplicación de Índices.....	51
4.2.1.	Índice de sustentabilidad WSI.....	51
4.2.2.	Índice de sostenibilidad ISRHA.....	55
4.3.	Propuesta de estrategias.....	58
4.3.1.	Introducción.....	58
4.3.2.	Problema.....	58
4.3.3.	Objetivos.....	59
4.3.4.	Estrategias.....	61
4.3.5.	Presupuesto.....	66
5.	CAPITULO V.....	68
	CONCLUSIONES.....	68
	RECOMENDACIONES.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa Ubicación de las acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay.....	13
Figura 2 Mapa de las acequias de la Ciudad del Conocimiento.....	15
Figura 3 Biotemperatura	26
Figura 4 Evapotranspiración potencial.....	27
Figura 5 Precipitación	27
Figura 6 Porcentaje de concesión Acequia La Chiquita	30
Figura 7 Porcentaje de concesión Acequia La Jijona	32
Figura 8 Porcentaje de concesión Acequia La Guzman.....	33
Figura 9 Calidad de agua aspectos físico-químicos	35
Figura 10 Calidad de agua parámetros químicos	36
Figura 11 Análisis químico de la Acequia La Guzman.....	36
Figura 12 Análisis químico Acequia La Guzman	37
Figura 13 Análisis químico de la Acequia La Guzman.....	37
Figura 14 Conflictos por el uso de agua.....	45
Figura 15 Adaptación ante amenazas climáticas.....	47
Figura 16 Diagrama radial de la Acequia La Chiquita	56
Figura 17 Diagrama radial de la Acequia La Jijona.....	56
Figura 18 Diagrama radial de sostenibilidad de la Acequia La Guzman	57
Figura 19 Diagrama de sostenibilidad de las acequias	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros de sustentabilidad WSI.....	20
Tabla 2 Rango y puntaje de aplicación a los parámetros	20
Tabla 3 Valoración final de la ecuación WSI	21
Tabla 4 Parámetros de sostenibilidad ISRHA.....	22
Tabla 5 Rango y puntaje de aplicación a los parámetros.....	22
Tabla 6 Porcentaje respecto al valor en el ISRHA.....	23
Tabla 7 Caudales del año 1965 hasta el 2014	25
Tabla 8 Concesión Acequia La Chiquita	29
Tabla 9 Concesión Acequia La Jijona.....	31
Tabla 10 Concesión Acequia La Guzmaná	32
Tabla 11 Medición de Caudales.....	39
Tabla 12 Presupuesto Anual 2018 A. La Chiquita	40
Tabla 13 Valoración de parámetros WSI.....	53
Tabla 14 Índice de sostenibilidad ISRHA.....	55
Tabla 15 Propuesta de estrategias	61
Tabla 16 Presupuesto de estrategias.....	66

GLOSARIO DE TERMINOS Y ABREVIATURAS

GADMU: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Urcuquí.

ISRHA: Aplicación del índice de Sostenibilidad del Recurso Hídrico en la Agricultura.

Junta de Agua: Es un organismo legalmente consolidado para administrar el sistema de riego, desarrolla la función principal de control y administración del recurso hídrico.

Padrón de Usuarios: Padrón es un término con origen en el latín patronus que permite nombrar un listado o nómina. El concepto suele utilizarse para hacer referencia al registro en el que se encuentran inscritos los ciudadanos habilitados para participar.

Polígono de la Ciudad: Área donde se desarrolla la Ciudad del Conocimiento Yachay compuesta por 4461 ha.

SENAGUA: Secretara Nacional del Agua.

TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente.

WSI: por sus siglas en inglés Watershed Sustainability Index; la metodología llamada Índice de Sustentabilidad de Cuencas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA
“ESTRATEGIAS PARA LA SUSTENTABILIDAD HÍDRICA DE TRES ACEQUIAS
DE LA CIUDAD DEL CONOCIMIENTO YACHAY”

Autor: Mafla Pantoja Zulimar

Tutor: M.Sc. Guillermo Beltrán Michilena

Año: 2018

RESUMEN

La Ciudad del Conocimiento Yachay posee una extensión de 4461 hectáreas, con una asignación de 11 acequias, el presente estudio se realizó en tres acequias como son; Chiquita, Jijona y Guzmaná, como principal problema se determinó el desabastecimiento, conflictos por el uso y aprovechamiento, además de no desarrollar estrategias hídricas. El estudio se cataloga como cuantitativo, según el tipo de investigación es descriptiva lo que permitió determinar el objetivo principal proponer estrategias para la sustentabilidad hídrica de tres acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay y como objetivos específicos diagnosticar la sustentabilidad del sistema de manejo del recurso hídrico, comparar dos índices de sustentabilidad hídrica y proponer estrategias para promover la sustentabilidad hídrica en tres acequias de la Ciudad del Conocimiento. A su vez se tomaron como indicadores la variabilidad del caudal referente al clima, concesión de agua, calidad del agua para riego, oferta hídrica superficial, costo de operación del agua, costo del agua, participación colectiva en actividades para recuperación y conservación del recurso hídrico, conflictos por uso de agua, adaptación ante amenazas climáticas, eficiencia del manejo del agua y control de escorrentía, capacitación en educación ambiental, entidades que desarrollan actividades para la conservación, consolidación de la junta de aguas, organización comunitaria para la gestión del agua, se aplicó la metodología adaptada al escenario de investigación como es el índice de Sostenibilidad del Recurso Hídrico en la Agricultura (ISRHA) desarrollado por Loaiza, Reyes, & Carvajal, (2012) en Colombia y la Aplicación del índice de sustentabilidad WSI, (2013) en México, con base a lo anteriormente escrito se determinó que las acequias Jijona y Chiquita presentan casi los mismos escenarios con puntos críticos similares teniendo una sostenibilidad Moderada caso contrario de la acequia La Guzmaná posee varios puntos críticos que afectan generando una sostenibilidad Baja.

Palabras clave: estrategias, sustentabilidad, agua de riego, acequias, indicadores.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA

“ESTRATEGIAS PARA LA SUSTENTABILIDAD HÍDRICA DE TRES ACEQUIAS
DE LA CIUDAD DEL CONOCIMIENTO YACHAY”

Autor: Mafla Pantoja Zulimar

Tutor: M.Sc. Guillermo Beltrán Michilena

Año: 2018

ABSTRACT

The City of Knowledge Yachay has an extension of 4461 hectares, with an allocation of 11 ditches, the present study was conducted in three ditches such as Chiquita, Jijona and Guzman, as the main problem was determined shortage, conflicts over the use and exploitation, besides not developing water strategies. The study is cataloged as quantitative, depending on the type of research is descriptive, which allowed to determine the main objective to propose strategies for the water sustainability of three ditches of the City of Knowledge Yachay and as specific objectives to diagnose the sustainability of the water resource management system, compare two indexes of water sustainability and propose strategies to promote water sustainability in three irrigation ditch of the City of Knowledge. At the same time, the variability of the flow regarding the climate, water concession, water quality for irrigation, surface water supply, cost of water operation, water cost, collective participation in activities for recovery and conservation of water resources were taken as indicators. , conflicts over water use, adaptation to climatic threats, efficiency of water management and runoff control, training in environmental education, entities that develop conservation activities, consolidation of the water board, community organization for water management, the methodology adapted to the research scenario was applied, such as the Sustainability Index of Water Resources in Agriculture (ISRHA) developed by Loaiza, Reyes, & Carvajal, (2012) in Colombia and the Application of the Sustainability Index WSI, (2013) in Mexico, based on what was previously written, it was determined that the Jijona and Chiquita irrigation channels n almost the same stage with similar critical points having sustainability Moderated contrary to the irrigation ditch La Guzman has several critical points that affect generating a Low sustainability.

Keywords: strategies, sustainability, irrigation water, irrigation ditches, indicators.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. Problema de investigación

Según Martínez & Villalejo, (2018) El agua es un recurso vital para el desarrollo de un país, pues actúa directamente en beneficio de la población aportando en la calidad de vida, lo que implica asumir responsabilidades relacionadas con su manejo, conservación y control de uso adecuado, así como la concesión de derechos de uso del agua. Es por cuanto la gestión del agua tiene que ver con la forma como se administra este recurso natural, teniendo en cuenta que si hay una crisis del agua también habrá una crisis en el desarrollo y a medida que la población aumenta y la economía crece, es mayor la demanda de agua y se acentúa la presión sobre los recursos hídricos.

La presión sobre los recursos hídricos es un problema que ligado a los crecientes niveles de contaminación, el incremento de la superficie de riego, el aumento en la producción agropecuaria, la mala gestión pública y los bajos costos del agua han constituido en factores críticos que explican el deterioro del recurso hídrico (Delgado, 2015). Este problema denota no solo con alcance local o nacional sino expendiéndose hacia fronteras internacionales, tal es el caso de México, que declaró el tema del agua como un problema de interés nacional. Aunque en términos absolutos el país no carezca de agua, la desigualdad en la repartición de este recurso en el territorio, su contaminación y la falta de mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas son responsables de su escasez (Rolland & Vega, 2010).

El Ecuador, presentan fundamentos similares, las cuales se van incrementando en las regiones interandina y oriental, donde se manifiestan una tendencia progresiva a la desertificación. Estas causas están ligados a las condiciones socio-económicas y factores climáticos, determinan el empobrecimiento del ambiente, focalizada en el aprovisionamiento de los recursos hídricos (Salomón, Guaman, Rubio, Galárraga, & Abraham, 2008). Lo que conllevan a los problemas ambientales hídricos como: la contaminación de los ecosistemas de

sustento de actividades productivas y degradación de ecosistemas acuáticos, el mal manejo y sobre explotación de los recursos naturales, el inadecuado uso del suelo, expansión de monocultivos, malas prácticas agrícolas, desertificación y sobrepastoreo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2014).

La Reserva Ecológica Cotacachi- Cayapas posee recursos hídricos en la zona Alta como son el Pichambiche, Pichaví, Yanayacu, Ambi; siendo estos dos últimos ríos los principales abastecedores de las acequias que irrigan las diferentes áreas productivas e infraestructura tanto del área de influencia como de sus alrededores de la Ciudad del Conocimiento Yachay (Anexo 6.1).

De lo anteriormente mencionado se desprende las filtraciones de agua que se originan en las faldas del cerro Cotacachi, las que abastecen de agua potable y riego a las comunidades (MAG, 1984); la diferencia de volumen de agua por zona, es aprovechada al bajar en todo el trayecto por las poblaciones locales, que en su mayoría es en la Zona Alta (Claure, 2001); hecho por el cual se desprende los innumerables problemas de las acequias en la zona baja; el principal recae sobre la distribución del agua que no cubre con la demanda existente generando desabastecimiento, hurto hídrico y conflictos por el uso y aprovechamiento, además de que el área de estudio no posee estrategias para la sustentabilidad hídrica ocasionando variabilidad del caudal, afectando la calidad y cantidad de agua.

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo general

- Proponer estrategias para la sustentabilidad hídrica de tres acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay.

1.1.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la sustentabilidad del sistema de manejo del recurso hídrico de las acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay.
- Comparar dos índices de sustentabilidad hídrica en tres acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay.

- Diseñar estrategias para promover la sustentabilidad hídrica en tres acequias de la Ciudad del Conocimiento hídrico.

1.2. Preguntas Directrices

- ¿Las acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay poseen sustentabilidad hídrica?
- ¿Las acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay tienen estrategias hídricas que mejoren la gestión?
- ¿Los indicadores proporcionarían información sobre los puntos críticos para alcanzar la de sustentabilidad hídrica?

1.3. Justificación

En el ámbito internacional en la última década se ha proyectado y evocado esfuerzos dedicados a la protección del recurso hídrico, es así que desde hace algún tiempo países como México y Brasil han diseñado la institucionalidad para la gestión del agua basándose en las cuencas hidrográficas como unidades de gestión que ha permitido mejorar el uso, manejo y conservación del recurso hídrico (CEPAL, 2003); el agua es considerada como un recurso estratégico para el desarrollo social, cultural y económico del país por su contribución a la vida, a la salud, al bienestar, a la seguridad alimentaria y al mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas es por cuanto en Cuba según el estudio *“La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos”* realizada por Martínez & Villalejo(2018) lleva a cabo la gestión hídrica basándose en los principios e instrumentos para su uso, aprovechamiento integral y racional, en función de satisfacer de manera sostenible las demandas de la economía, la sociedad, así como de la conservación y protección del medio ambiente.

En el caso puntual del Ecuador se marca un hito con la creación de las demarcaciones hidrográficas en función de las cuencas, establecido y registrado en el Acuerdo Ministerial de SENAGUA N° 2010-66 en el que menciona uno de los principios fundamentales es la Gestión Integral del Recurso Hídrico, que nace como una estrategia que consolide una relación sustentable. Tomando mayor relevancia; el mantener saludables los servicios ecosistémicos que proveen las cuencas hidrográficas y/o reducir la vulnerabilidad de las cuencas ante las amenazas en especial del recurso hídrico (Aguirre, 2011).

El presente estudio toma como referencia el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida, abarcando dentro de su Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones, en el que tipifica al ser humano con derecho a vivir en un ambiente sano, libre de contaminación y sustentable, así como también brinda beneficios y garantía a la naturaleza, a través de una planificación integral que conserve los hábitats, gestione de manera eficiente los recursos, repare de manera integral e instaure sistemas de vida en una armonía real con la naturaleza.

El proyecto “Ciudad del Conocimiento YACHAY” a través de la Empresa Pública Yachay, requiere conocer los puntos críticos y generar acciones de mejora que permita una excelente gestión y administración hídrica, incorporando una perspectiva de sostenibilidad de los medios de subsistencia identificando oportunidades para mejorar el rendimiento del sistema, la gestión integrada del recurso hídrico en la presente investigación de las acequias, tiene como finalidad identificar los puntos críticos hidrológicos a través de los indicadores de sustentabilidad y diseñar estrategias para la futura aplicabilidad. Según Aguirre (2011), la propuesta de mejoramiento desde el punto de vista técnico, administrativo, operación y mantenimiento, tendientes a proponer el sistema de administración más adecuado y eficiente que vaya en beneficio de actores directos e indirectos. Como resultado se propone diseñar estrategias para alcanzar la sustentabilidad del recurso hídrico de tres acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay como propuesta de manejo de drenaje para garantizar los caudales en los canales de riego, calidad de agua, eficiencia en el sistema de riego y manejo de conflictos entre usuarios e instituciones.

Las principales aspiraciones de la Gestión Integral de Recursos Hídricos se resumen en las siguientes acciones: conservación del recurso agua mediante la asignación más eficiente del recurso a los diferentes usuarios; resolución de conflictos entre los distintos tipos de usos y entre usuarios mediante la implementación de mecanismos eficaces de gestión; incorporación de consideraciones sociales y aumento de la participación de las comunidades en todas las etapas de gestión (Pérez, 2006). Ahorro y uso eficiente: el agua dulce se considera un recurso escaso y por lo tanto, su uso será racional y se basará en el ahorro y uso eficiente. Participación y equidad: la gestión del agua se orientará bajo un enfoque participativo y multisectorial, incluyendo entidades públicas, sectores productivos y demás usuarios del recurso y se desarrollará de forma transparente y gradual propendiendo a la equidad social. Generalmente no se aprecia la medida en que el aprovechamiento de los recursos hídricos contribuye a la

productividad económica y al bienestar social, aunque todas las actividades sociales y económicas descansan en grado sumo sobre el suministro y la calidad del agua potable.). (Martínez & Villalejo, 2018)

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

2. Antecedentes

La Gestión integral de Recursos Hídricos persigue algunos objetivos según Pérez (2006), citado por Martínez & Villalejo (2018) en los que se toma en cuenta para el presente estudio como: hídricos (preservación y producción de agua, satisfacción de demandas de agua, protección de la calidad del agua, racionalización de los usos, etc.); jurídicos institucionales (leyes, orden institucional apropiado, visión integral, manejo de los recursos hídricos, eficiencia en tareas y procesos, administración adecuada); administrativos y de planificación (administración equilibrada, planificación hidrológica, garantizar oferta de agua (calidad y cantidad), del régimen económico, financiero y participación de los usuarios (valoración económica del agua, apoyo de inversiones, recuperación económica, fomento y participación, inversión de los usuarios y sector privado y proteger los derechos de los usuarios)

El estudio realizado en la Ciudad Juárez sobre los indicadores de uso sustentable de agua establece que para la medición se propone un modelo sistemático que involucra a la sociedad, infraestructura, instituciones y medio ambiente, con indicadores que tienen que ver con la calidad de vida de la sociedad, el estado actual de la infraestructura de agua potable y la respuesta en materia de tratamiento, en la que se obtuvo resultados indican que el sistema municipal de agua y saneamiento presenta buenos indicadores de uso sustentable del agua; esto sin considerar la tasa de extracción-recarga del acuífero y la calidad del agua potable (Cervera, 2007).

En el estudio de la evaluación de la gestión del agua para uso agrícola en Colombia, a través del ISRHA, que evalúa la sostenibilidad del manejo del recurso hídrico en la agricultura, aplicado a tres vertientes que conforman la microcuenca Centella, utilizando la evaluación de sistemas de manejo incorporando Indicadores de Sostenibilidad-MESMIS y el Enfoque de Presión-Estado-Respuesta-PER. Al comparar los resultados, se obtuvieron incrementos promedio del 11 % en la sostenibilidad, identificando puntos críticos, fortalezas, y plantear estrategias tecnológicas de sostenibilidad del recurso hídrico en los sistemas productivos agrícolas de la microcuenca (Loaiza, Reyes, & Carvajal, 2012).

Los indicadores representan, de manera cuantitativa, una serie de atributos que caracterizan el sistema analizado, el estado en que se encuentra el sistema respecto a la condición de referencia, cómo ha sido la evolución y cuál es el estado potencial futuro. La problemática ambiental que presenta la cuenca Lerma-Chapala es el resultado de la interacción entre los actores políticos, económicos, sociales, y su entorno, se utilizó la metodología llamada Índice de Sustentabilidad de Cuencas (WSI). Se obtuvo como resultado que el cálculo del WSI fue de 0.61 para toda la cuenca Lerma-Chapala, que la califica con un nivel de sustentabilidad intermedio (Preciado, Güitrón, & Hidalgo, 2013).

La historia hídrica de Urcuquí inicia hace cinco siglos con conflictos por la posesión del agua, siendo la gestión comunitaria una de las formas tradicionales de administración de los recursos naturales en comunidades indígenas y campesinas. A finales del siglo XVI y hasta el siglo XX, surgieron luchas y conflictos por la apropiación, entre los hacendados y residentes de Urcuquí, por llevar todo el caudal a las propiedades para la producción de caña o algodón. Actualmente en la ciudad de Urcuquí se construye la Ciudad del Conocimiento Yachay, el cual para el desarrollo y funcionamiento tiene bajo custodia el caudal remanente de 11 acequias y la otorgación por parte del GAD Municipal de Urcuquí, mediante ordenanza, caudal para consumo humano (Tafur, 2016).

La Empresa Pública YACHAY EP, es la Institución que lleva a cabo el proyecto “Ciudad del Conocimiento YACHAY”, que comprenderá un complejo urbano, científico y tecnológico que formará parte de las 50 ciudades de conocimiento que existen en el mundo. El proyecto YACHAY, cuenta con 4461 ha, de las cuales se tiene proyectado habilitar en un primera fase 660 ha, con diferentes infraestructuras (Cárdenas, 2014).

2.1.Referentes Teóricos

Según Bernal, Rivas, & Peña, (2014) en el estudio de nominado “*Propuesta de un modelo de co-gestión para los Pequeños Abastos Comunitarios de Agua*” definen que para el manejo de los recursos naturales, la comunidad incorpora dimensiones socio-ambientales, como el territorio y la cultura, para el abasto de agua dirigido al consumo humano, además requiere el apoyo del Estado como garante de la provisión de servicios públicos y es imprescindible la

colaboración de individuos y empresas como agentes económicos y ambientales en el aprovechamiento y disposición de los recursos hídricos.

En el estudio *“La gobernabilidad de la gestión del agua en el Ecuador”* menciona que es la capacidad de un sistema social para movilizar energías en forma coherente alcanzando el desarrollo sostenible de los recursos hídricos; de esta manera se analiza los problemas del agua y de los servicios que se presentan con este recurso (CEPAL 2003). En cambio en el estudio *“El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis”* lo expone que el sistemas políticos ni económicos no tienen mayor relevancia sino que, a partir del medio ambiente, postula un cambio social pacífico y gradual, que de manera organizada y planificada modificando la relación con la naturaleza y con la sociedad (Ramírez, Sánchez, & García, 2004).

Cervera,(2007) en la investigación *“Indicadores de uso sustentable del agua en Ciudad Juárez, Chihuahua”* definen al uso sustentable del agua como “el uso de agua que permite sostener a una sociedad para que perdure y se desarrolle en un futuro indefinido sin alterar la integridad del ciclo hidrológico y de los ecosistemas que dependan de él, es una coevolución entre el ser humano y sus sistemas naturales, por lo que en materia del uso sustentable del agua podemos considerar que los elementos son la sociedad y el recurso hídrico

Lo anteriormente expuesto es ratificado por Vásquez, (2008) en el estudio *“Gestión de recursos hídricos en América Latina: Un asunto de equidad y sostenibilidad”* donde se menciona que la sostenibilidad se podría asociar con la equidad social (en términos de las oportunidades) si se consideran las alternativas que las diversas formas de gobernabilidad del agua ofrecen a las comunidades para que puedan acceder al uso de los recursos hídricos, de tal manera que se satisfagan sus necesidades y no se genere un deterioro grave o irreversible de tales recursos.

Según el estudio *“Del desarrollo sostenible a la sustentabilidad ambiental”* presenta una reflexión teórica del concepto de desarrollo, para este propósito se realizó una investigación cualitativa soportada en una revisión documental y como resultado de la investigación se evidencia que la expresión “desarrollo sostenible” se determina en términos de crecimiento económico y sustentabilidad ecológica. Ante este escenario se propone el concepto de “sustentabilidad ambiental” como una alternativa que posibilita el bienestar social y el equilibrio ecológico (Gómez, 2014).

Para Delgado (2015), en la investigación “*Gestión y valor económico del recurso hídrico*” determina dos tipos de Gestión las cuales se expresan de la siguiente manera: Gestión de la oferta: se basa en aumentar la oferta y en hacerla más estable en el tiempo, lo que implica incrementar el espacio de extracción del líquido, en concordancia con la construcción de obras civiles que permitan contar con una oferta mayor en zonas donde incluso se presenta un déficit, no considera la producción del agua natural mediante la conservación y restauración de ecosistemas productores, y la Gestión de la demanda: se basa en la búsqueda de la sostenibilidad y de la disponibilidad a partir de la racionalización de los usos y el consumo del agua. El objetivo fundamental es conservar la oferta de agua y generar un uso más eficiente de esta, mediante la observación de los ciclos hidrológicos, los cambios geográficos, los comportamientos y el cambio de actitudes de los usuarios con respecto a la valoración del agua, al concebirla como un recurso finito y limitando.

Es por cuanto es menester medir la sustentabilidad hídrica a través de los indicadores que pueden aplicarse a sistemas productivos, en la que De Camino y Müller (1993) como se citó en Velásquez & Armas, (2013) afirman que no existen indicadores universales sino que cada sistema depende de su nivel de agregación, sus categorías y elementos específicos. Para elaborar un buen sistema de indicadores se requiere de la flexibilidad y adaptabilidad de estos a los diferentes niveles de agregación, con el fin de medir e interpretar situaciones positivas o negativas hacia los ecosistemas y hacia las dinámicas comunitarias.

Quintero, Carvajal, & Aldunce (2012) en la investigación denominada “*Adaptación a la variabilidad y el cambio climático intersecciones con la Gestión de Riesgo*” menciona que es importante que las comunidades políticas y científicas aborden la variabilidad y cambio climático un caso puntal es Colombia, durante El Niño (fase cálida), se presenta una disminución en la precipitación y un incremento en la temperatura media del aire; La Niña (fase fría), con eventos de precipitación muy intensos; estrechamente asociados al aumento de caudales. En los dos fenómenos se genera impacto en pérdidas de vidas humanas y económicas a causa de la destrucción de cosechas e infraestructura, y a desastres asociados a crecientes, inundaciones, avalanchas y derrumbes

Martínez & Villalejo (2018) en la investigación “*La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos*” denota que una de las mayores necesidades dentro

del desarrollo mundial lo constituye el recurso hídrico cuya cantidad y calidad cada día se ve amenazada por las deficientes e inoperantes políticas de manejo y aprovechamiento, por tanto, la gestión del agua en esencia es una gestión de conflictos, implica diseñar y utilizar mecanismos prácticos y eficaces para resolver los conflictos que se presentan. Con este enfoque se busca orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recursos hídricos, a través de una conciliación entre el desarrollo económico, social y la protección de los ecosistemas.

“La concesión de aguas superficiales a la luz de la teoría general del acto administrativo Incidencia de la tradición dogmática del derecho público en el derecho ambiental” realizado por Gómez (2010) menciona que la concesión de aguas superficiales es una autorización o permiso, emitida por la autoridad ambiental competente bajo los lineamientos del estado como propietario del recurso hídrico, el cual es otorgado a una persona natural, jurídica, nacional, extranjera privada o pública o grupo de personas para obtener el derecho de acceso, uso y aprovechamiento de aguas continentales por un tiempo establecido y sujeto al cumplimiento de obligaciones derivadas de la protección al medio; cabe recalcar que la entrega puede conllevar a efectos secundarios a personas diferentes al beneficiario de la concesión, produciendo la disminución del caudal de una corriente por el aprovechamiento del concesionario.

Delgado, Trujillo, & Torres (2013) en el estudio *“La huella hídrica como una estrategia de educación ambiental enfocada a la gestión del recurso hídrico: ejercicio con comunidades rurales de Villavicencio”* mencionan que en las propuestas de educación ambiental es necesaria la implementación de estrategias para que las comunidades se apropien de la importancia y tomen conciencia del uso que están dando a los recursos naturales; a partir del concepto de huella hídrica (HH) propuesto por Hoekstra y Hung en 2002, que permite estimar el agua que ha sido necesaria en la producción de bienes y servicios, estos líderes ambientales han comenzado a generar propuestas, que a nivel local contribuyen en la gestión del recurso hídrico.

Para determinar el costo del agua se debe analizar diferentes puntos de vista como se analiza en el estudio *“Gestión y valor económico del recurso hídrico”* escrito por Delgado (2015) pronunciando que el mercado de agua es la interrelación de la oferta y demanda del recurso hídrico favoreciendo una reasignación de derechos de uso del agua, las personas reaccionan cuando se conoce el precio del metro cúbico, y aunque los hábitos de consumo son difíciles de cambiar, la cantidad depende del precio. En el caso del agua no tratada para uso de sistemas de

riego, turismo, actividades agrícolas y algunas actividades de corte industrial, entre otros los usuarios consumidores de los recursos hídricos en las ciudades de Colombia pagan el metro cúbico de agua que consumen a un precio más alto en comparación con tarifas de otras capitales del mundo como Santiago de Chile, Quito, Lima o Madrid.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3. Descripción del área de estudio

La Ciudad del Conocimiento Yachay se ubica al norte de Ecuador, en la Provincia de Imbabura, Cantón Urcuquí, entre las parroquias de Urcuquí y Tumbabiro, posee un área de 4461 hectáreas, el clima del área de estudio según Cuadro de clasificación bioclimática (véase Anexo 1.3) pertenece al Clima sub-húmedo Templado en donde normalmente debería haber de cuatro a seis meses seco, con lluvias que se presentan de manera bimodal (tropical), Según GADMU (2011) a través del Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2011-2031 menciona que la precipitación media mensuales es de 400 mm, y según Ecuambiente consulting grup (2014) y Cárdenas, (2014) el área de estudio presenta lluvias de alrededor de 800 mm/año y una altitud promedio de 2000 msnm, con una temperatura promedio de 17°C.

El escenario de investigación se desarrollara en la Ciudad del Conocimiento Yachay ubicada en la provincia de Imbabura cantón Urcuquí y el espacio empírico de investigación fueron las acequias La Chiquita, Guzman y Jijona. El presente estudio tiene la finalidad contribuir a la planificación, promoción, manejo y conservación del recurso hídrico, para promover el desarrollo sustentable. El estudio comprende fase de campo para la toma de datos, recopilación y validación de la información mediante encuesta (véase Anexo 4), priorización, análisis de documentación y aplicación del índice de sustentabilidad.

Según Ecuambiente consulting grup (2014) y (MAE & CORPORACIÓN GRUPO RANDI RANDI, 2006), a través de los diferentes estudios realizados referentes al aspecto hidrológico posee recursos hídricos en la zona Alta como son el Pichambiche, Pichaví, Yanayacu, Ambi; siendo estos dos últimos ríos los principales abastecedores de las 11 acequias que irrigan dentro de la Ciudad del Conocimiento como se muestra en la Figura 1 Mapa Ubicación:

1. La Banda
2. Pigunchuela (alta y baja)
3. San Eloy
4. Grande de Caciquez
5. Chiquita – San José
6. Madre de Coñaquí

7. Tapiapamba
8. La Jijona
9. Guzmán

10. San Luis
11. Canal Salinas

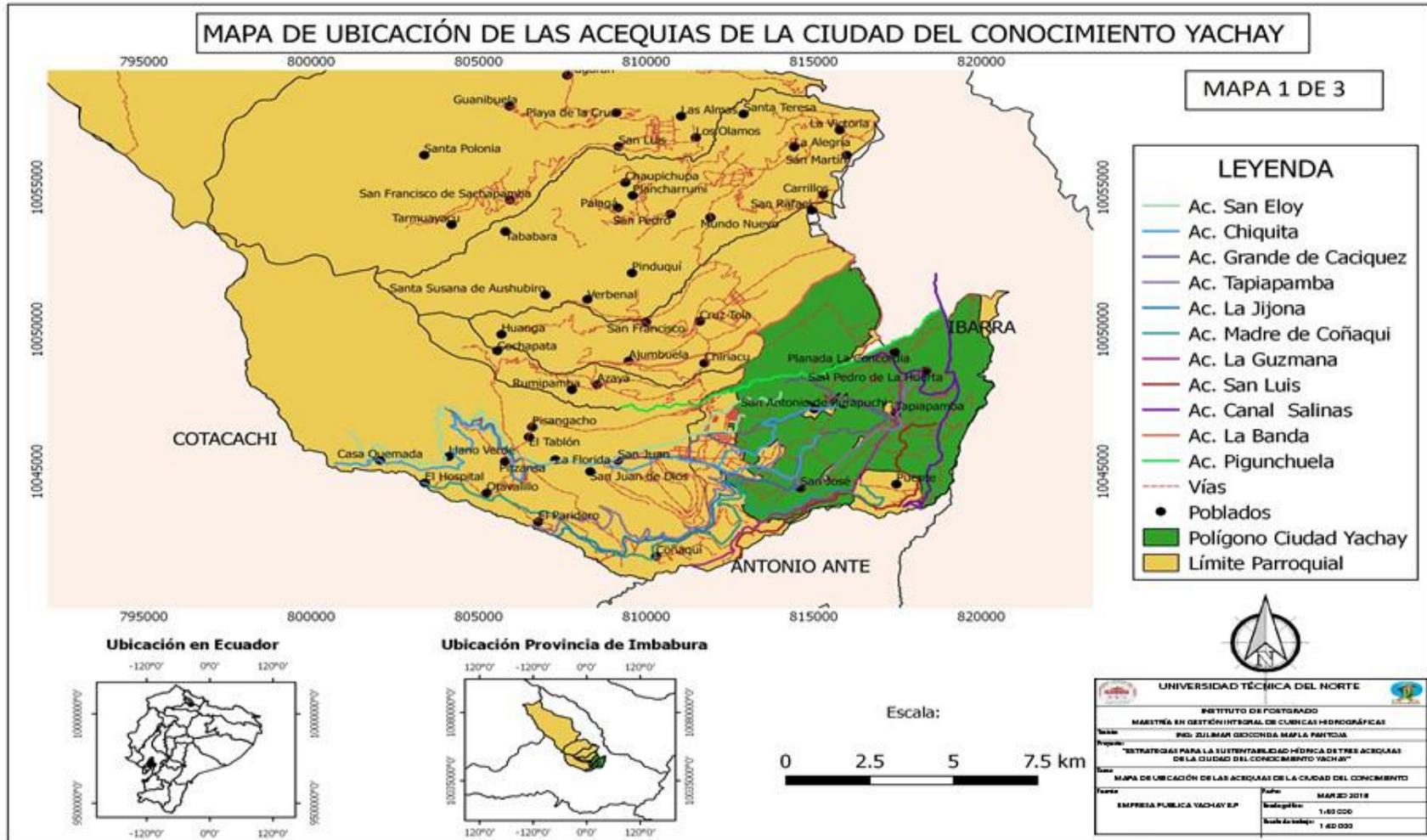


Figura 1 Mapa Ubicación de las acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay

Según Martínez (2010) en la parte metodológica de su estudio menciona a la matriz de importancia como una metodología matricial que se ha hecho común porque combina la evaluación cualitativa y cuantitativa basándose fundamentalmente en el uso de atributos o cualidades con los cuales se pueden calificar, asignando valores prefijados según sea la cualidad alta, media o baja, para obtener como resultado la de mayor importancia o impacto es por cuanto se determinó esta metodología para la aplicabilidad en el área de estudio.

Se aplicó la matriz de importancia (véase Anexo 2.2) a las 11 acequias que irrigan el proyecto Ciudad del Conocimiento Yachay según los aspectos técnicos específicos como concesión de agua de riego, estado del sistema de riego, tipo de infraestructura, longitud de las acequias, hectáreas que riegan, número de usuarios, Junta de Agua, análisis de agua para determinar los recursos hídricos propicias para la aplicación de la investigación como se muestra en la Figura 2, en la que se obtuvo como resultado para la disertación las acequias La Chiquita, Jijona, y Guzmaná como fuentes hídricas de importancia para el estudio.



Figura 2 Mapa de las acequias de la Ciudad del Conocimiento

3.1. Diseño y tipo de investigación

De acuerdo con las características metodológicas el presente estudio se cataloga como cuantitativo. En relación al tipo de investigación es descriptiva lo que permitirá determinar el estado de sustentabilidad de las acequias y diseñar estrategias de manejo sustentable para el recurso hídrico, con un diseño de investigación de campo y documental, la selección de esta metodología permitirá dar respuesta al objetivo de investigación (Arias, 2012).

3.2. Procedimiento de investigación

La metodología de investigación constituye un paso fundamental en el estudio ya que enmarcan lineamientos a aplicar, determinando el análisis y procesamiento de la información recopilada para el cumplimiento de los objetivos planteados, tomando como base lo expuesto para el desarrollo de la presente investigación se adaptará la siguiente metodología:

3.2.1. Diagnosticar la sustentabilidad del sistema de manejo del recurso hídrico de las acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay

Para diagnosticar la sustentabilidad del sistema de manejo del recurso hídrico de las acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay según Arias (2012) se desarrolló mediante el diseño de investigación documental y de campo, con la aplicación de la técnica de análisis documental, de contenido, observación y encuesta, a través del instrumento de los registros de campo y de laboratorio.

Con base a la metodología adaptada del estudio de Loaiza, Reyes, & Carvajal (2012) en la que cuenta con 53 parámetros se le adaptó a 14 parámetros como se muestra en la Tabla 1 que aplican a la realidad actual del área de estudio en lo que referente a lo ambiental, social, económico, político-institucional para lo cual se realizó un levantamiento de información con análisis documental y de campo con forma se detalla a continuación:

Variabilidad del caudal referente al clima.- Con base a la documentación y los datos recopilados del caudal de los años desde 1965, 2010, 2013 y 2014 de los diferentes estudios realizados por la Empresa Pública Yachay en especial el estudio de Cárdenas (2014), se determinaron los años en el que hubo variabilidad del caudal; en lo referente al clima se determinó mediante el clima diagrama (véase Anexo 1) y matriz de datos de 20 años desde

1990 hasta el 2010 enfocados básicamente en la biotemperatura, evapotranspiración y precipitación, es relevante mencionar que se realizó con la información existente otorgada por los anuarios meteorológicos del INHAMI de la estación meteorológica Cahuasqui- FAO .

Concesión de agua: Se realizó mediante recopilación de documentación de la entidad competente (SENAGUA) conocidos como Patrones de Usuarios (véase Anexo 7.1, 7.2, 7.3) datos obtenidos del Memorando, Informe global referente a la concesión de derecho de aprovechamiento de las aguas. 21 de Diciembre de 1978, Expediente N° 669 – 950; fojas 65 a 70, para solicitar la versión oficial de la concesión de agua asignada a los usuarios de la zona, así como también a través de las Juntas de Agua para la asignación de caudal por usuario.

Calidad del agua para riego.- Para la determinación de la calidad del agua de riego se basó en los estudios de laboratorios realizados por parte de la Empresa Pública Yachay en los años 2014 y 2017 a las acequias. Estudios que proporcionarán una base teórica-científica para la respectiva comparación y análisis necesario, a través de la normativa ambiental vigente extraído del TULSMA libro VI anexo I- como se muestra en el Anexo 3 del presente estudio.

Oferta hídrica superficial para el riego.- El análisis del presente ítem se realizó mediante la medición del caudal, que fue posible gracias a la utilización del molinete eléctrico que determinan de manera exacta la proporción de agua destina para riego, como se muestra en el Anexo 5.

Costo de operación del agua de riego.- En cuanto al cálculo de costos de operación se realizó tomando en cuenta elementos básicos que se encuentran presentes en la dinámica alrededor de las acequias, mencionando los siguientes: gastos que se realicen por el mantenimiento de las acequias, gastos que se realicen por pago mensual a los operarios, gastos por insumos, herramientas y maquinaria que se utilicen para el desarrollo de actividades diarias en cuanto al manejo del recurso hídrico, pago hacia las instituciones competentes.

La encuesta se aplicó a 15 usuarios internos (véase Anexo 4.1) del polígono de la Ciudad del Conocimiento como actores directos, así como también a usuarios de las acequias Chiquita, Jijona y Guzmaná que se encuentran fuera del área de influencia de Yachay como a 7 usuario externos que se encuentran vinculados dentro del espacio empírico de estudio como se muestra en el Anexo 4.2; para ello se realizó un cuestionario escrito, mismo que se integró preguntas

abiertas y cerradas generando información sobre los parámetros adaptados de estudio realizado por Loaiza, Reyes, & Carvajal (2012) que impliquen, afecten y se desarrollen dentro del área de estudio de tres acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay entre los ítems que se analizará son:

- Costo del agua para riego
- Participación colectiva en actividades para recuperación y conservación del recurso hídrico
- Conflictos por uso de agua
- Adaptación ante amenazas climáticas
- Eficiencia del manejo del agua para riego y control de escorrentía
- Capacitación en educación ambiental
- Entidades que desarrollan actividades para la conservación
- Consolidación de la Junta de Aguas
- Organización comunitaria para la gestión del agua.

Cálculo de la muestra: El universo de estudio se base en el Padrón de Usuarios de los sistemas de riego Yachay, con concesión de los tres sistemas de riego priorizados en la matriz de importancia, con un total de 24 concesiones, para determinar el tamaño de muestra se empleó las ecuaciones de tamaño de muestra (n) y tamaño de muestra ajustado (n_2) tomadas de Aguirre y Vizcaíno 2010.

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 S^2}{E^2} \quad n_2 = \frac{n_1}{1 + \frac{n_1}{N}} \quad (1)$$

Se calculó la varianza (S^2) con la información de la superficie de los predios identificados en el padrón; se empleó el valor de “ α ” de Student al 5% de probabilidad estadística y como error se consideró el valor del límite de confianza; con un tamaño de muestra de 15 encuestas; que constituyen el 62,5%. Cabe mencionar que, además se realizó 7 encuestas adicionales de los usuarios externos, es decir fuera del polígono de Yachay como se muestra en el Anexo 4.

3.2.2. Aplicación de Índices

En la aplicación de los índices de sustentabilidad hídrica en las tres acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay se aplicó la metodología adaptada al escenario de investigación según los métodos utilizados en los estudios científicos como es: “*Aplicación del Índice de Sustentabilidad del Recurso Hídrico en la Agricultura (ISRHA) para definir estrategias tecnológicas sostenibles en la microcuenca Centella*” desarrollado por Loaiza, Reyes, & Carvajal, (2012) en Colombia y el estudio “*Aplicación del índice de sustentabilidad WSI en la cuenca Lerma-Chapala*” desarrollado por Preciado, Güitrón, & Hidalgo, (2013) en México por lo que se lo adapto de la siguiente manera:

3.2.2.1. Índice de sustentabilidad WSI

Para la elaboración de este estudio se aplicó el Índice de Sustentabilidad de Cuencas hidrográficas, en adelante WSI, por sus siglas en inglés (Watershed Sustainability Index) adaptado a las acequias del área de estudio de la Ciudad del Conocimiento Yachay, el cual es un indicador que estima la sustentabilidad hídrica de una cuenca mediante el promedio aritmético de cuatro indicadores, conforme a la siguiente ecuación, (Chaves y Allipaz 2017, como se citó en Preciado, Güitrón, & Hidalgo, 2013):

$$WSI = (E+AM+VI + PO) / 4 \quad (2)$$

Donde:

E: es el indicador Económico (0-1).

AM: el indicador de Medio Ambiente (0-1).

VI: el indicador de Social (0-1).

PO: es el indicador de Políticas Públicas (0-1).

Cada uno de los cuatro indicadores del WSI está integrado a su vez por un conjunto de parámetros en tres niveles relativos que Chaves y Allipaz (2007), describen en su metodología. Los parámetros presentan cierta especificidad y en la matriz de indicadores parámetros es clasificada en niveles, a los que se asocian puntajes entre 0 y 1, En la Tabla 1 se presenta la descripción de cada uno de los parámetros del WSI para los tres niveles a evaluar (Preciado, et al., 2013)

Tabla 1
Parámetros de sustentabilidad WSI

Económico	Costo del agua para riego
	Costo de operación del agua de riego
Social (Vida)	Participación colectiva en actividades para recuperación y conservación del recurso hídrico
	Conflictos por uso de agua
Ambiental (Hídrica)	Variabilidad del caudal referente al clima
	Adaptación ante amenazas climáticas
	Concesión de agua
	Calidad del agua para riego
	Eficiencia del manejo del agua para riego y control de escorrentía
	Oferta hídrica superficial para el riego
Política	Capacitación en educación ambiental
	Entidades que desarrollan actividades para la conservación
	Consolidación de la Junta de Aguas
	Organización comunitaria para la gestión del agua

Fuente: Chaves y Allipaz (2007).

Para la evaluación de los parámetros Tabla 1 se aplicó según el rango y puntaje como se muestra en la Tabla 2 según el escenario que se presentó en las acequias de estudio del polígono de la Ciudad de Conocimiento.

Tabla 2
Rango y puntaje de aplicación a los parámetros

Rango	Puntaje
Excelente/ Muy Alto	1
Bueno/ Alto	0,75
Regular/ Medio	0,5
Malo/Bajo	0,25
Pésimo/ Muy bajo	0

Fuente: Chaves y Allipaz (2007).

El valor final del WSI surge a partir de la Tabla 2, según la ponderación que se haga de cada uno de los parámetros señalados en la Tabla 1. Una vez obtenido este valor, se contrasta respecto a la escala de referencia mostrada en la Tabla 3, que determina el grado de sustentabilidad que presenta la cuenca analizada.

Tabla 3
Valoración final de la ecuación WSI

Baja	Intermedia	Alta
WSI < 0.5	0.5 < WSI < 0.8	WSI > 0.8

Fuente: Chaves y Allipaz (2007).

3.2.2.2. Índices de sostenibilidad ISRHA

Según Loaiza, Reyes, & Carvajal (2012) el ISRHA, combina la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sostenibilidad-MESMIS; identificando puntos críticos y fortalezas del recurso hídrico, para plantear estrategias de sostenibilidad que permitan reducir el impacto de las actividades antrópicas ante el uso manejo y conservación del agua.

Los valores de los 53 parámetros que se mencionan en el estudio de referencia “*Aplicación del Índice de Sostenibilidad del Recurso Hídrico en la Agricultura (ISRHA) para definir estrategias tecnológicas sostenibles en la microcuenca Centella*” desarrollado por Loaiza, Reyes, & Carvajal, (2012) en Colombia de los cuales se adaptaron 14 parámetros a las acequias de la Ciudad del Conocimiento según el contexto actual, se sintetizó mediante clasificación y agrupación por diferentes áreas de evaluación como se muestra en la Tabla 4 (ambientales, sociales, económicos y político-institucionales), con el fin de obtener un valor único que permitió compararlos en diferentes escalas; la obtención del valor único se realizó aplicando las variables, permitiendo establecer relaciones de dependencia entre los factores, con el fin de obtener los promedios ponderados del valor final del indicador y la elaboración del Diagrama radial para el ISRHA, el cual visualizó el valor de cada variable, el gráfico radial plantea las relaciones entre el área síntesis de cada vertiente y el área ideal; cada eje corresponde a un indicador y cada circunferencia representa la escala de evaluación de 1 a 5 utilizada para su valoración. Este procedimiento permitió identificar puntos críticos o débiles de menor valoración, así como fortalezas relacionadas con los factores de mayor cumplimiento; y propicia el reconocimiento de componentes que aumentan o reducen la sostenibilidad.

Tabla 4
Parámetros de sostenibilidad ISRHA

Indicadores de Sostenibilidad ISRHA	
Económico	Costo del agua para riego
	Costo de operación del agua de riego
Social (Vida)	Participación colectiva en actividades para recuperación y conservación del recurso hídrico
	Conflictos por uso de agua
Ambiental (Hídrica)	Variabilidad del caudal referente al clima
	Adaptación ante amenazas climáticas
	Concesión de agua
	Calidad del agua para riego
	Eficiencia del manejo del agua para riego y control de escorrentía
	Oferta hídrica superficial para el riego
Política	Capacitación en educación ambiental
	Entidades que desarrollan actividades para la conservación
	Consolidación de la Junta de Aguas
	Organización comunitaria para la gestión del agua

Fuente: Loaiza, Reyes, & Carvajal, (2012)

Para la evaluación de los parámetros se aplicó según el rango y puntaje como se muestra en la Tabla 5 según el escenario que se presentó en las acequias de estudio del polígono de la Ciudad de Conocimiento.

Tabla 5
Rango y puntaje de aplicación a los parámetros

Rango	Puntaje
Excelente/ Muy Alto	5
Bueno/ Alto	4
Regular/ Medio	3
Malo/Bajo	2
Pésimo/ Muy bajo	1

Fuente: Loaiza, Reyes, & Carvajal, (2012)

El valor final surge de la ponderación que se haga de cada uno de los parámetros señalados en la Tabla 4 se valora respecto a la escala de referencia mostrada en la Tabla 6, una vez obtenido este valor, que determina el grado de sostenibilidad que presenta las acequias

analizadas. La relación que existe entre el área síntesis y la ideal para la sostenibilidad del recurso hídrico, se determina con un gráfico radial.

Tabla 6
Porcentaje respecto al valor en el ISRHA

Valor del ISRHA	Porcentaje del Diagrama radial	Evaluación del indicador
1	0% - 20%	Manejo insostenible del recurso hídrico
2	20% - 40%	Manejo del recurso hídrico con baja sostenibilidad
3	40% - 60%	Sostenibilidad moderada en el manejo del recurso hídrico
4	60% - 80%	Alta sostenibilidad del manejo del recurso hídrico
5	80% -100%	Muy alta sostenibilidad del manejo del recurso hídrico

Fuente: Loaiza, Reyes, & Carvajal, (2012)

3.2.3. Propuesta de estrategias

Para la elaboración de las estrategias para alcanzar la sustentabilidad hídrica en tres acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay se realizó con base a la información generada, en la que se formularon mecanismos para la implementación de acciones hídricas, ambientales, socio-económicas, político-institucionales, los lineamientos estratégicos vinculados a los problemas y amenazas identificados en la evaluación hídrica los cuales son expresados en términos de objetivos y acciones, que permitan la sustentabilidad hídrica en la Gestión del Recurso Hídricos de las Acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay adaptado del estudio desarrollado por Palma (2005).

3.3.Consideraciones Bioéticas

En el presente estudio no se hará uso ni manipulación de material genético, en el caso de la obtención de la información se realizará el acercamiento formal hacia los actores directos e indirectos de la Ciudad del Conocimiento Yachay y la Empresa Pública Yachay para la obtención de la información documental solicitada, bajo los procedimientos legales que el estatuto ecuatoriano contempla.

CAPITULO IV

RESULTADO Y DISCUSIÓN

4. Diagnóstico de la sustentabilidad del sistema de manejo del recurso hídrico.

El diagnóstico de los recursos hídricos de las tres acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay se realizó a través de registros documentales, estudios de campo y gracias al respectivo procesamiento y sistematización de la información obtenida en la que se determinó los siguientes resultados:

4.1.1. Acequia La Chiquita

Según los diferentes estudios e información concedida por la Junta de Agua y la Empresa Pública Yachay E.P la acequia posee una longitud de 26,51 km desde la toma de agua de la Chiquita hasta el área de San José regando una superficie total de 2678 hectáreas, otorgando una concesión por parte de SENAGUA de 550 l/s a toda la Junta de Agua de los cuales a la Ciudad del Conocimiento Yachay le corresponde 306,95 l/s, regando una superficie 1000 ha, (véase Anexo 6.2 Mapa de Área de Estudio). El estado del sistema es buena, con un tipo de infraestructura mixta. En cuanto a la estructura organizativa, se encuentra constituido jurídicamente a través de una Junta de Agua la misma que posee 18 usuarios integrados principalmente por personas naturales y organizaciones comunitarias.

4.1.2. Acequia La Guzmana

Según Cárdenas (2014) la acequia posee una longitud de 28,8 km², otorgando una concesión por parte de SENAGUA de 800 l/s a todos los usuarios pero el proyecto posee 534 l/s al proyecto Yachay, regando una superficie de 400 hectáreas Yachay, (véase Anexo 6.2), el estado del sistema se encuentra en malas condiciones, con un tipo de infraestructura rústico. No posee organización política ni comunitaria a través de una Junta de Agua. La integran 4 usuarios principales personas naturales.

4.1.3. Acequia La Jijona

Según Cárdenas, (2014) la acequia posee una longitud de 26,75 km, otorgando una concesión por parte de SENAGUA de 280 l/s totales y 212 para al proyecto Yachay, regando

una superficie de 650 hectáreas, (véase Anexo 6.2), el estado del sistema se encuentra en regulares condiciones, con un tipo de infraestructura mixta. Posee organización política administrativa a través de una Junta de Agua, integrado por 5 usuarios principales personas naturales y organizaciones comunitarias.

4.1.4. Variabilidad del caudal referente al clima

Con base a la documentación y los datos recopilados del caudal de los años desde 1965, 2010, 2013 y 2014 de los diferentes estudios realizados por la Empresa Pública Yachay en especial el estudio de Cárdenas (2014) como se muestra en la Tabla 7; en los años anteriores a 1965 la acequia Jijona realizaba la captación de agua desde el río Ambi y desde finales del año 1965 cambian la captación al río Yanayacu es por cuanto se aduce la variabilidad del caudal en la acequia.

Tabla 7
Caudales del año 1965 hasta el 2014

	1965-2010	2010	2013	2014
	l/s	l/s	l/s	l/s
Río Ambi - Acequia Guzmaná	2904	75,90	502.29	789.50
Río Cariyacu - Acequia Chiquita Toma 1	581	276.56	245.74	400
Qda. Taruga Potrero - Acequia Chiquita Toma 2	183		30.00	110
Río Yanayacu (captación) – Acequia La Jijona	1375	183,25	588,13	280
Entrada – Acequia La Jijona			46,12	

Fuente: Cárdenas (2014)

En el diagrama ombrotérmico que se muestra en el Anexo 1.1 con el promedio de 20 años desde 1990 hasta el 2010 a distribución de tempera (Tbio), precipitación, y evapotranspiración potencial (ETP) definiendo la época lluviosa en el área de estudio en los meses enero, febrero, marzo, abril, noviembre diciembre siendo los meses más acentuados de la época lluviosa marzo con una precipitación de 80 mm, noviembre con una precipitación de 78,6 mm y diciembre con una precipitación de 84,6; la época seca es considera cuando la precipitación es inferior a la mitad de la evaporación potencial determinando así que en el área de estudio los meses secos son junio, julio, agosto, septiembre siendo los meses más acentuado el mes de julio con una precipitación de 11,3 mm y agosto con una precipitación de 6,7mm. Según el Anexo 1 Cuadro de Clasificación Bioclimática el área de estudio pertenece al Clima sub-húmedo Templado

en donde normalmente debería haber de cuatro a seis meses seco. Para el análisis de la variabilidad se hizo énfasis en los tres aspectos la biotemperatura, ETP y precipitación de manera individual y analizando por año y meses críticos en el clima Anexo 1.

En el caso de la biotemperatura (véase Anexo 1.4) Y Figura 3 los años con temperaturas altas se presenta en los años 1991 con una temperatura promedio de 20 ° C y 2003 con una temperatura promedio de 19°C específicamente en el mes de diciembre del año 1991 y en el 2003 en la que casi la mayoría de los meses posee temperatura elevadas alrededor de los 22 °C caso contrario es en el año 2005 donde la temperatura es baja llegando a un promedio de temperatura de 11,7 ° C.

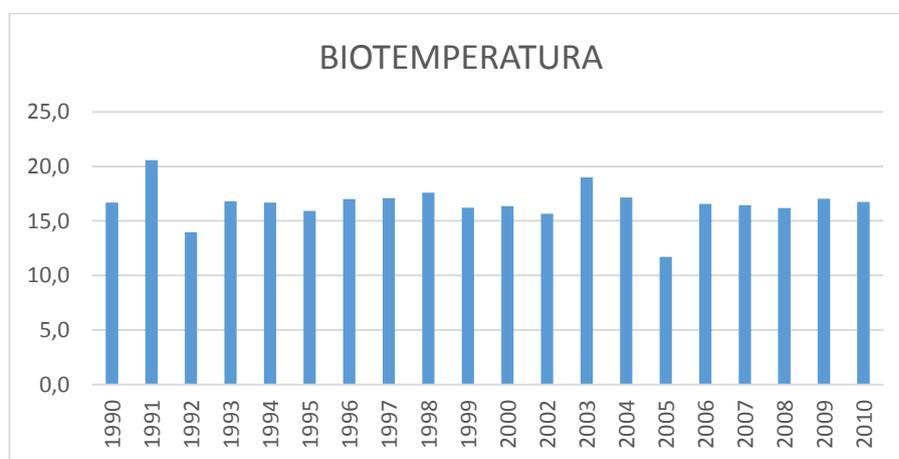


Figura 3 Biotemperatura

Para el caso de la Figura 4 los meses con mayor evapotranspiración potencial se presentan en los años 1991 en el mes de Diciembre con una evapotranspiración de 400 mm, en el 1999 con una evapotranspiración potencial en el mes de mayo de 273 mm, 2003 es el año con mayor evapotranspiración ya que todos los meses supera los 100 mm, 2010 se presenta en el mes de mayo con una evapotranspiración de 292,3 superando los 99 mm y en el caso del año 1992 es el año con más baja evapotranspiración potencial con 69 mm Anexo 1.5.

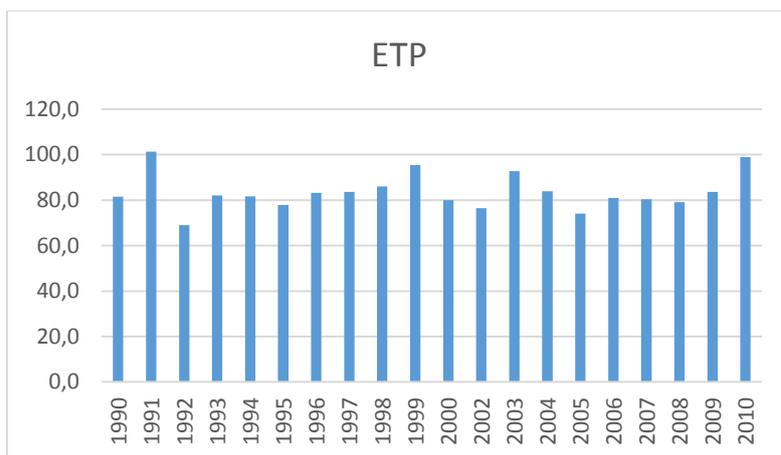


Figura 4 Evapotranspiración potencial

Para el análisis de la precipitación Figura 5 los años con mayor lluvia fueron 1999 con una precipitación promedio de 88,4 mm, año 2016 con una precipitación promedio de 78,7mm y 2008 con una precipitación promedio de 79,2 mm. En el caso de la precipitación se puede determinar que hubo bastante variabilidad ya que antes del año 2000; había dos meses de extensa lluvia cada año superando los 150 mm y en cambio después del año 2000 se presenta escasas de lluvia a excepción del año 2010 que presenta dos meses con abundante precipitación noviembre y diciembre pero sin superar los 150 mm, Anexo 1.6.

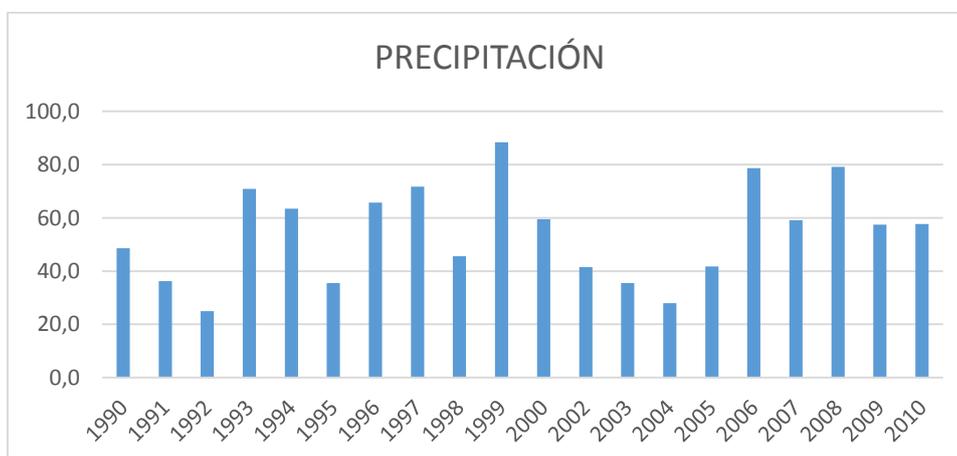


Figura 5 Precipitación

Para la investigación de este ítem no se pudo interpolar la información en vista de que el INAMHI no ha generado información de anuarios meteorológicos actuales desde el año 2012 de las diferentes estaciones meteorológicas y a la vez las instituciones pertinentes no han realizado las mediciones de caudal periódicamente por lo que la información es escasa, por lo tanto el análisis se desarrolló con la información de los años 1990-2010.

Con la información anteriormente expuesta se puede determinar que si hay variabilidad climática e influencia en el caudal debido a que en el 2003 es el año que presento mayor biotemperatura y evapotranspiración potencial lo que hace que el caudal se reduzca como se muestra en la Tabla 6, de la misma manera antes del año 2000 había mayor precipitación aumentando el caudal situación que se presenta en las diferentes acequias de estudio.

Bedoya et al. (2010), Plantean que para el caso de Colombia se perciben algunas evidencias de variabilidad climática y cambio climático, sobresaliendo al incremento o disminución de la precipitación anual en diferentes regiones del país, por lo contrario en otras regiones el aumento de la lluvia donde las lluvias se reducirían cerca de 15%, provocando importantes daños en la agricultura, la disponibilidad de recursos hídricos, la pérdida de suelos agrícolas, y efectos sobre la salud. El estudio de vulnerabilidad en Colombia asevera lo que está sucediendo en el área de estudio en la presente investigación

Por lo tanto el estudio realizado por Quintero, Carvajal, & Aldunce (2012) sugiere algunas acciones a tomar para las adaptaciones a la Variabilidad Climática y el Cambio climático, en prácticas agrícolas destinadas a producir cultivos inmunes resistentes a la sequía, siembra de barreras vivas, mejoras de las instalaciones de drenaje, implementación de políticas regionales y seguros, desarrollo de sistemas de alerta temprana, uso más eficiente de recursos hídricos; deberían promoverse las construcciones que reduzcan el consumo energético, el desarrollo de energías alternativas, estructuras para el reciclaje de agua, áreas para la regulación de temperatura, sistemas de transporte masivo y rellenos sanitarios que reduzcan emisiones, entre otros.

4.1.5. Concesión de agua

La concesión de agua es otorgada a los diferentes usuarios o Juntas de Agua por parte de la institución reguladora en el Ecuador como es SENAGUA, quien a través de un determinado procedimiento otorga el derecho al uso de agua en un porcentaje y de acuerdo a la cantidad de hectáreas agrícolas, por lo que en el presente estudio se muestran los Padrones de Usuarios de los sistemas de riego de las acequias La Chiquita, La Jijona y La Guzmaná (véase Anexo 7).

4.1.5.1. Concesión de agua Acequia La Chiquita

La acequia Chiquita – San José tiene 2 concesiones, 550 l/s de río Cariyacu y 70 l/s de la quebrada Taruga Potrero (quebrada Herraduras), con un total de caudal de 620 l/s; al momento

existe una actualización de la concesión de 501 l/s de las mismas fuentes. En el estudio hidrológico se ha establecido que los caudales disponibles para esta acequia apenas 451,39 l/s, habiéndose realizado un ajuste proporcional a Yachay para que le corresponda un caudal permanente de 306,95 l/s.

Según registro documental otorgada por parte de la Junta de Agua La Chiquita, SENAGUA a través de sus funciones otorga a la Junta de Agua un caudal permanente de 550 l/s, para el riego de 2675 hectáreas consideradas como regables de las cuales por diferentes causas solo son regadas 861 hectáreas, por lo tanto a través de la Tabla 8 concesión de la acequia La Chiquita se presenta de manera general Remales del sistema de riego, actores adjudicados de agua, la concesión otorgada por SENAGUA, el caudal permanente, y el horario de distribución. Para el caso de Yachay con el agua otorgada de la acequia la Chiquita riega 595 hectáreas regando así las áreas del ingenio San José, Hcda. Las Marías y los parceleros San José.

Tabla 8
Concesión Acequia La Chiquita

Ramales del sistema de riego	Actores adjudicatarios del agua	Derechos del agua concesiones (l/s)	Caudales permanentes (l/s)	Reparto y horarios
-La Quesera	Hacienda Coñaquisito	15,68	12,69	(136 horas) Permanentes Lunes a Sábado
	Asociación agropecuaria GDI TRADING INC	40,32	32,64	(136 horas) Permanentes Lunes a Sábado
	Junta de Regantes la Quesera (35 Usuarios)	65+2	13,99	(136horas) Lunes a Domingo (32 horas)Sábado 8H00 a Domingo 16H00
San Juan	Junta de Regantes San Juan (167 Usuarios)	85,5	22,85	(16 H00) Sábado 12H00 a Domingo 6H00 a 17H00
Hacienda San Juan	Hacienda San Juan	99	59,71	Permanentes Lunes a Sábado (152 horas) Durante (16 horas) Sábado Domingo
Hacienda la Verónica	Hacienda la Verónica	36	8,5	Permanentes todos los días (28Horas) Sábados 12H00 a Domingo 16H00
Santa Rosa	Junta de Regantes Santa Rosa (53 Usuarios)	291	23,84	(30 horas) Sábado 12H00 a Domingo 18H00 (18 horas con el 50% del caudal y las 12 horas con el 100% del caudal disponible)
Armas Tola		291	23,84	(30 horas) Sábado 12H00 a Domingo 18H00

	Junta de Regantes Armas Tola (99Usuarios)			(18 horas con el 50% del caudal y las 12 horas con el 100% del caudal disponible)
San Antonio	Antonio Fonte	15	0,62	(07:00) Sábado 07:00 a 14:00 pm
Yachay				(138H00) Lunes a Sábado /semana.
Parceleros San José-Yachay	Yachay Ciudad del Conocimiento	355,5	366,7	(124 horas) Lunes a Sábado (124 horas) (138H00) Permanentes excepto Sábado y Domingo semana
Yachay				

Fuente: Junta de Agua La Chiquita

En la Figura 6 se muestra en porcentaje la concesión que cada usuario posee teniendo Yachay el 65% del caudal otorgado a toda la Junta, en porcentajes minoritarios, se evidencia la participación de otras organizaciones, dentro de la cuales destaca la Hacienda San Juan con el 11%.

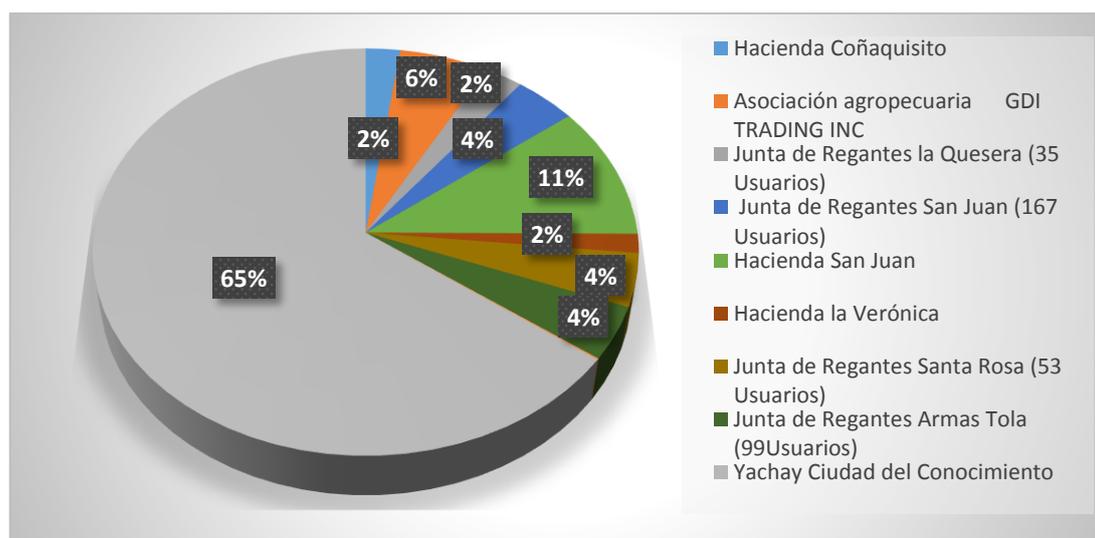


Figura 6 Porcentaje de concesión Acequia La Chiquita

En el caso de la acequia Chiquita según la información otorgada por la Junta de Agua y constatada por la Empresa Pública Yachay el 65% del caudal de la acequia es utilizada por el polígono para regar los predios internos de diferentes cultivos, las diferentes infraestructura regando la zona de la Ciudad del Conocimiento y la parte sur este de la zona de Agroturismo, cabe mencionar que la comunidad de San Antonio es parte de Yachay en la que también hace uso del agua de la acequia Chiquita se riegan los predios de los habitantes de la comunidad; los usuarios de la Junta de Agua La Chiquita en relación al caso de Yachay es asignada la

concesión de agua proporcional al área de terrenos que cada usuario posee, según lo anteriormente expuesto se justifica el 65% de agua otorgada por SENAGUA.

4.1.5.2. Concesión de agua Acequia La Jijona

Según registro documental otorgada por parte de la Junta de Agua La Jijona, SENAGUA a través de sus funciones otorga a la Junta de Agua un caudal permanente de 280 l/s, para el riego de 644,32 hectáreas consideradas como regables, como se presenta a través de la Tabla 9 concesión de la acequia La Jijona en la que presenta de manera general Remales del sistema de riego, actores adjudicados de agua, la concesión otorgada por SENAGUA, el caudal permanente, y el horario de distribución.

Tabla 9

Concesión Acequia La Jijona

Actores Adjudicatarios del Agua	Derechos aprovechamiento agua(concesiones) l/s	de del	Caudales permanentes	Reparto y Horarios
Hacienda La Fontana (Empresa Reproavi)	7		7	(168H00) Permanente Lunes a Domingo
Hacienda San Rafael (Coñaqui)	59		50,57	(144H00) Permanente Lunes a Sábado
Hacienda Yunguilla	59		8,43	(24H00) Sábado a 06H00 a 18H00 Domingo 06H00 a 18H00
Chamanal	43		1,55	(6H00) Sábado a 10H00 a 16H00 (14H00) Viernes 08am a 18pm Sábado 08H00 a 12H00
Sub-Junta La Cruz (16 Usuarios)	163,5		29,2	Sábado 12H00 a Domingo 18H00 (30 horas)
Yachay	219		183,25	(168H00) Permanente Lunes a Domingo Lunes a Viernes (124 horas)
				Permanentes excepto Sábados y Domingos
				Durante 138 horas/semana
TOTAL	550,5		280	

Fuente: Junta de Agua La Jijona

En la Figura 7 presenta en porcentaje la concesión que cada usuario de la acequia La Jijona teniendo Yachay el 65% del caudal otorgado de toda la Junta de Agua siendo similar a la acequia La Chiquita en el que Yachay posee un mayor protagonismo, no obstante resulta interesante la intervención de la Hacienda San Rafael, ubicada en Coñaquí con un 18% del caudal y la subjunta La Cruz la cual posee 16 usuarios internos los cuales son los principales consumidores del agua de riego.

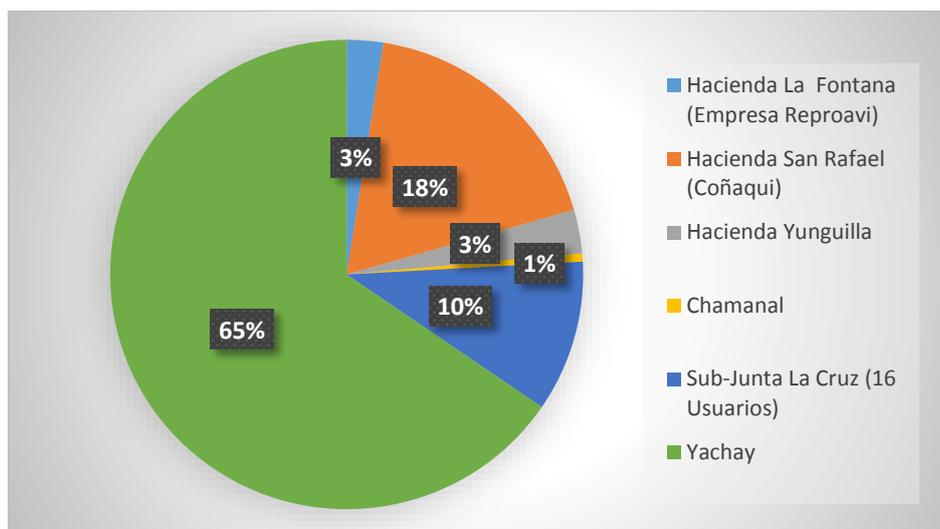


Figura 7 Porcentaje de concesión Acequia La Jijona

Según Cárdenas (2014), en su estudio la acequias La Jijona, no posee problemas con los caudales de concesión ya que existe disponibilidad de agua en los sitios de captación, pero según lo expresado por el Comité Central de la Junta de Agua está en proceso de reasignación del caudal por parte de SENAGUA debido a que consideran que Yachay actualmente se encuentra con el 75,71% de caudal para el riego de los diferentes predios como es la zona de la Ciudad del Conocimiento.

4.1.5.3. Concesión de agua Acequia La Guzmaná

SENAGUA a través de sus funciones otorga a los usuarios de la acequia La Guzmaná un caudal permanente de 800 l/s, para el riego de 888 hectáreas consideradas como regables, por lo tanto a través de la Tabla 10 se presenta de manera general Remales del sistema de riego, actores adjudicados de agua, la concesión otorgada, y el horario de distribución.

Tabla 10
Concesión Acequia La Guzmaná

Actores Adjudicatarios del Agua	Derechos de aprovechamiento del agua (concesiones) l/s	Reparto y Horarios
-Endara	433	(168H00) Permanente Lunes a Domingo
-Flia Acosta	135	(168H00) Permanente Lunes a Domingo
-Flia Merlo	58	-(168H00) Permanente Lunes a Domingo
-Alfonso Merlo	58	-(168H00) Permanente Lunes a Domingo
-Angelina Saa	51,5	-(168H00) Permanente Lunes a Domingo
-IANCEM	64,4	-(168H00) Permanente Lunes a Domingo
TOTAL	800	

Fuente: Empresa Pública Yachay

En la Figura 8 se muestra en porcentaje la concesión que cada usuario de la acequia La Guzmana teniendo Yachay el 100% del caudal otorgado a futuro esto se debe a que actualmente utiliza un caudal de 534 l/s que representa el 66,75% por lo que los usuarios mencionados en la Tabla 9 pertenecen a terrenos que no han sido aún expropiados, sin embargo se encuentra con el caudal otorgado a las familias mencionadas.

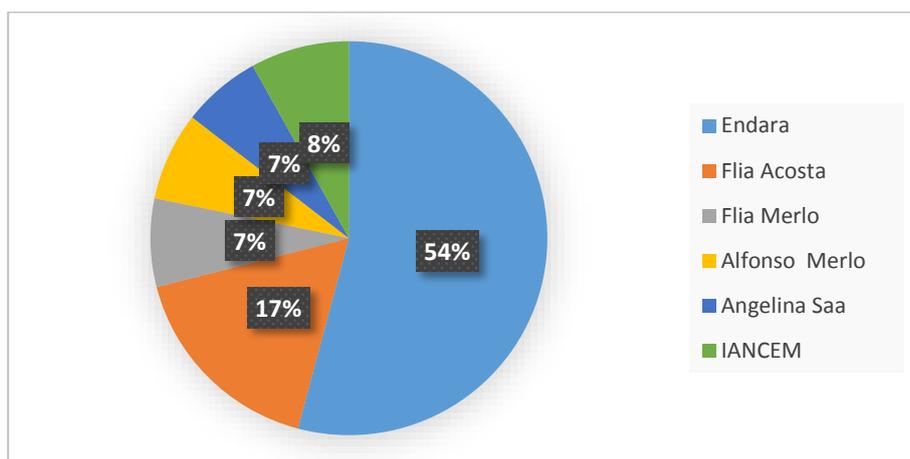


Figura 8 Porcentaje de concesión Acequia La Guzmana

Según Cárdenas (2014), la acequia La Guzmana no posee problemas con los caudales de concesión ya que existe disponibilidad de agua en los sitios de captación, y aún más debido a que Yachay una vez expropiados el 100% de los terrenos será el único usuario de la acequia, aseveración que no concuerda con la realidad actual.

Según Liber (2015) refuerza lo expuesto en la presente investigación sobre la concesión del agua mencionando que en todos los casos se establecen procedimientos administrativos como el permiso y/o la concesión que determina la forma de adquirir y ejercer los derechos sobre el uso del agua. Por lo que se le compara con la región andina argentina y ratifica que, condicionado por la escasez, el mismo que se ha formado a partir de un sistema de asignación del uso del agua centralizado, donde el Estado establece por ley la priorización de las actividades a las que debe asignarse el agua,.

Galindo & Palerm, (2007) concuerdan y afirman que es necesaria una ley y asignación mediante concesiones es por cuanto expone el caso de Hidalgo en México, con la Ley de Aguas (DOF, 1992) las comunidades, los ejidos, las sociedades, e incluso los individuos pueden obtener derechos de agua en tanto posea una personalidad jurídica y patrimonio propio. Por lo

que la concesión y la asignación, es otorgada la primera para personas físicas y morales, y la segunda para dependencias y organismos descentralizados de la administración pública federal, estatal o municipal.

4.1.6. Calidad del agua para riego

La calidad del agua para riego debe cumplir con condiciones y estándares específicos en los parámetros físicos y químicos para evitar perjuicios en los cultivos, en vista que la calidad de agua puede provocar efectos a corto plazo perturbando la producción agrícola, o a largo plazo afectando al suelo con problemas de salinidad, erosión, esterilidad entre otros. Es imperante el análisis a los resultados de laboratorio obtenidos por Cárdenas (2014) en su estudio a las fuentes hídricas de Yachay y por los monitoreos semestrales realizaos por la Empresa Pública Yachay en el 2017 de en los puntos hídricos donde ha habido impacto ambiental.

La acequia Chiquita es captada en la parte alta de Iruquincho y aunque es una de las principales fuentes hídricas del cantón no tiene mucha contaminación externa un caso opuesto sucede con las acequias La Jijona captada del río Yanayacu y La Guzmana la cual reciben aguas del río Ambi. En la Figura 9 se muestra la comparación de los análisis de laboratorio con los límites permisibles que establece la normativa ambiental como es el TULSMA libro VI anexo 1 (véase Anexo 3) en la que se determinó algunos parámetros:

En el riego el color presente en el agua, no posee mayor relevancia o afectación a los cultivos sin embargo se tomó como un parámetro físico en vista de que La Jijona presentan colores altos llegando a un valor de 30 nm, Guzmana posee colores medios, y La Chiquita no posee color tiende a cristalina con nula turbidez esto se debe al tipo de conducción.

En el caso de la conductividad de las muestras se encuentran fuera el límite permisible por la norma, en vista de que se posee valores mayor a 3 milimhos/cm generando un rango de restricción severo en especial de la acequia Guzmana, con un peligro de salinización moderado como se muestra en la Figura 10, se puede utilizar en todos los cultivos con buena permeabilidad de los suelos, en tanto que los sólidos totales se encuentran bajo el límite permisible por la norma TULSMA (véase Anexo 3).

El pH en las acequias examinadas se encuentra dentro del rango permisible por la normativa ambiental siendo ligeramente alcalinas, a excepción de la acequia Guzmana que pasa el límite permitido teniendo un pH de 8,74 tomando en cuenta que lo permitido por la norma es pH 8,4.

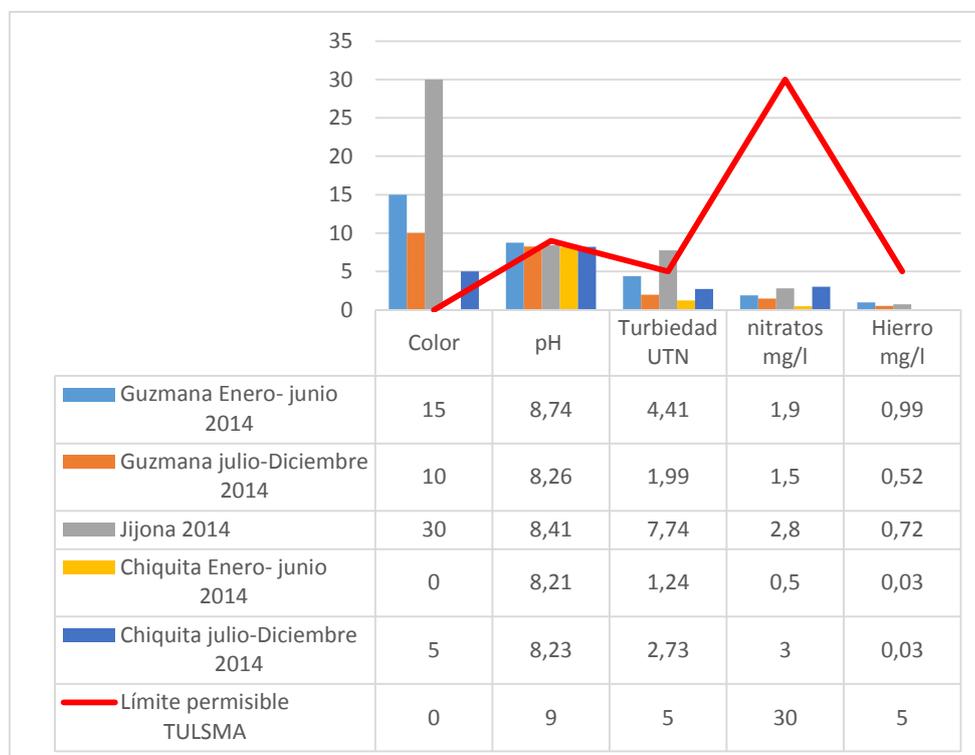


Figura 9 Calidad de agua aspectos físico-químicos

En lo referente a nitritos y hierro las tres acequias presentan valores bajos los cuales se encuentran dentro del rango tolerable establecida por el TULSMA. En cuanto a la dureza, calcio y magnesio, las muestras se encuentran dentro de los límites permisibles, aunque la acequia Guzmana se posee valores altos es dureza muy cercanos a lo tolerable en los cultivos. La alcalinidad de las acequias de estudio se puede observar valores en especial de las acequias Guzmana y Jijona

En el agua es común encontrar coliformes totales, siendo de preferencia que estas no sean patógenas como Echericoli; en la Figura 10 evidencia coliformes totales y fecales en todas las muestras de agua sobrepasando el límite permisible de la norma, esto se debe a que alrededor de las vertientes existen actividades de sobrepastoreo en la parte alta, plantas de tratamiento de agua potable y que las acequias han tenido un largo recorrido por las ciudades aledañas como Urcuquí y Cotacachi.

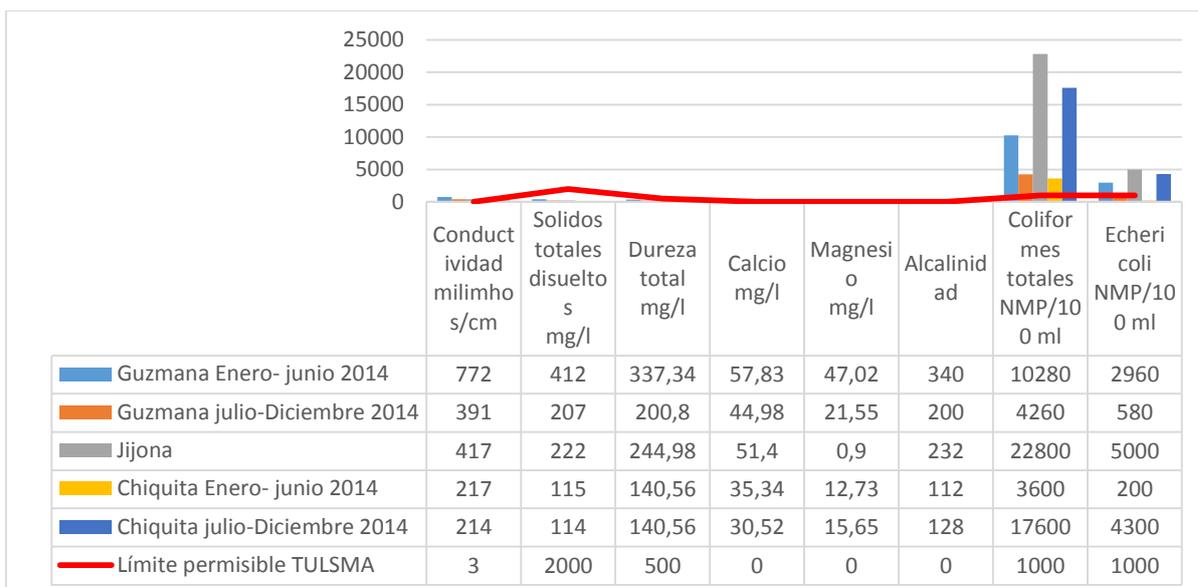


Figura 10 Calidad de agua parámetros químicos

La percepción de los usuarios acerca de la calidad de agua para riego de las acequias el 75% de la población considera que la calidad de agua de riego es buena, a pesar de que ninguno de los usuarios ha realizado un análisis de laboratorio, ni los Directorios Centrales de las Juntas de Agua.

La Empresa Pública Yachay realiza monitoreo periódicos en los puntos donde ha habido impacto ambiental con base a la normativa vigente por lo que solo en la acequia Guzmána posee información actual conforme se observa en la Figura 12 en la que hay problemas en el caso de mercurio y manganeso los cuales se encuentran en el límite permisible por la norma ambiental vigente.

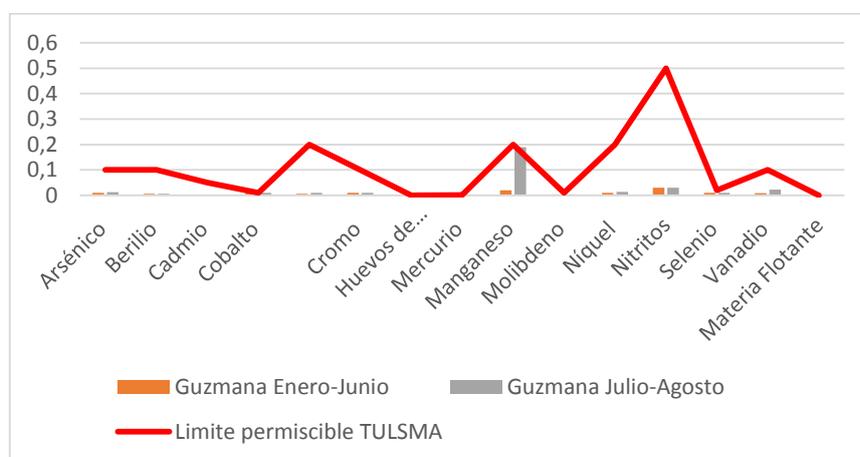


Figura 11 Análisis químico de la Acequia La Guzmána

En la Figura 12 se evidencia el principal inconveniente en el oxígeno disuelto el cual sobrepasa el límite permisible duplicando el valor permitido, en lo referente a aluminio, hierro y pH se encuentra con valores cercana de la norma por lo que se debe implementar acciones que permitan mejorar la calidad del agua.

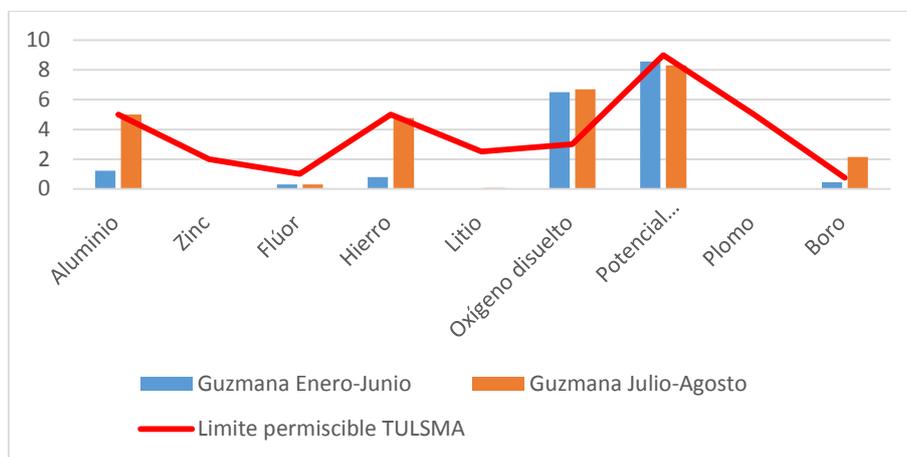


Figura 12 Análisis químico Acequia La Guzmaná

Para el caso de las coliformes fecales y sulfatos no hay inconvenientes en vista de que los valores tomados son muy inferior a los establecidos por la normativa con forme se observa en la Figura 13.

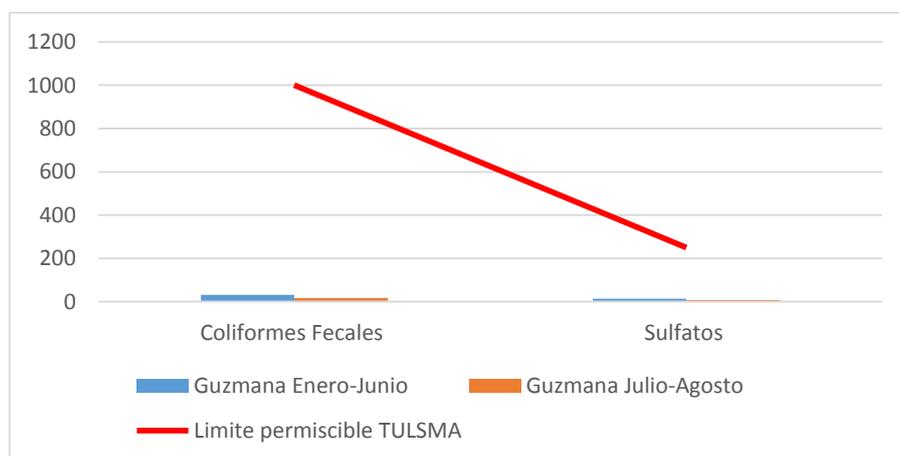


Figura 13 Análisis químico de la Acequia La Guzmaná

Cabe recalcar que entre los dos análisis de laboratorio realizados en los años 2014 y 2017 no se analizaron los mismos parámetros a excepción de pH, Hierro, y coliformes fecales sin tener variación alguna en lo referente a pH y Hierro en cambio en lo referente a Coliformes fecales si hay gran variabilidad en vista de que 2014 se presenta la cantidad de 580 NMP/100ml

y en el año 2017 presenta la cantidad de 14 NMP/100ml disminuyendo la cantidad de coliformes en vista que Yachay colocó una planta de tratamiento de aguas residuales en el área.

Según algunos estudios realizados en Cuba y en Brasil argumentan que una de las mayores necesidades dentro del desarrollo de los continentes lo constituye el agua en vista que la calidad del agua día a día es amenazada por las actividades antropogénicas y aún más por las deficientes e inoperantes políticas de manejo, aprovechamiento y control. (Martínez & Villalejo, 2018). En tal caso uno de los sectores más afectados es la producción agrícola en especial en regiones áridas y semiáridas del mundo las cuales dependen de abastecimiento adecuado de agua de calidad apropiada pero en realidad con el fin de aumentar los recursos hídricos, en cada país o región se exponen a la utilización de aguas de mala calidad que pueden causar daños y afecciones a los cultivos como es el caso de aguas duras, sobresaturadas de sales o microorganismos agresivos para los cultivos (Almeida & Gisbert, 2006).

El agua se ha convertido en un tema de gran preocupación a nivel global. La rapidez del deterioro del recurso natural ha limitado el espacio de recuperación que demanda su ciclo ordinario, poniendo en riesgo la higiene, las condiciones de vida y salud, la seguridad nacional de cualquier sociedad. (Pérez & Ortiz, 2013)

4.1.7. Oferta hídrica superficial para el riego

Con base a la oferta hídrica superficial de riego de la Ciudad del Conocimiento se realizó los aforos en 12 puntos estratégicos de las acequias La Chiquita, Jijona, Guzmaná conforme se muestra en la Figura 15 Mapa de puntos de muestreo, así como en la unión de acequias La Chiquita- Jijona para conocer el aporte hídrico a la asociación agrícola Siempre Unidos que se encuentra dentro de los predios de la Ciudad del Conocimiento.

Mediante un análisis comparativo entre la medición de caudal en campo y el caudal permanente concesionado que está determinado por las Juntas de Agua se determinó la variabilidad del caudal como es el caso de la acequia La Chiquita hay un exceso del caudal de 42,55 l/s en un porcentaje 13,9%, la acequia Jijona presenta un déficit de agua con un caudal de 85 l/s en un porcentaje de 40,1% , la acequia Guzmaná es la acequia que más pérdida hídrica presenta en vista de que tiene el 52,2% del caudal con 417 l/s de pérdida del cauce la cual se aduce que es por hurto hídrico.

Cabe recalcar que las acequias Chiquita y Jijona se unen para el riego de los cultivos a la Asociación Siempre Unidos que poseen un caudal asignado de 100 l/s por parte de la Empresa Pública Yachay E.P, aunque en el aforo que realizó la medición del caudal de la asociación se observó que lleva un caudal de 562,58 l/s, es decir 462,54 l/s sobrepasando el valor asignado en un 400%, para el riego de cultivos agrícolas y de alfalfa.

Como se observa en la Tabla 11 de caudales aforados y la concesión otorgada y con lo anteriormente expuesto, las pérdidas de caudal puede ser determinado por condiciones ambientales como infiltración, evaporación, entre otros cuando la pérdida de caudal es en porcentaje menor; o a su vez por factores antrópicos como hurto hídrico, mal manejo del recurso, o mala distribución del caudal. (Gamboa & Sierra, 2018)

Tabla 11
Medición de Caudales

	Lugar	X	Y	Caudal l/s	Caudal Permanente l/s	Diferencia de caudal l/s	Porcentaje de caudal
La Chiquita	Ingenio- El Puente-Chiquita			135			
	Santa Rosa Inicio	812148	10045171	110,25			
	Santa Rosa repartición para San Antonio	812323	10045529	60		42,55	13,9
	Asociación Chiquita San Antonio- Barrio	814408	10046963	46			
	Total			349,5	306,95		
Chiquita-Jijona	San Miguel Unidos por siempre Chiquita Jijona	815100	10046231	120			
	Chalet Chiquita-Jijona	814440	1004486	44,25			
	Las Marías reservorio Jijona Chiquita	813070	10044777	225		462,58	462,58
	Reservorio Asociación			173,33			
	Total			562,58	100		
Jijona	Jijona	812808	10044573	52			
	Jijona San Rafael	811724	10042917	75		-85	-40,1
	Total			127	212		
Guzmana	La Voladora-Guzmana	815483	10047846	112,5			
	El puente Gordillos Guzmaná	816027	10044256	270		-417,5	-52,2
	Total			382,5	800		

*Los valores positivos es caudal a favor, en cambio los valores negativos es el déficit de caudal

La Ciudad del conocimiento Yachay Cuenta con 11 reservorios dentro de todo el polígono para mantener la oferta hídrica, conservar el recursos hídrico y proporciona un servicio eficiente del agua necesaria para los el riego de los diferentes cultivos de Yachay así como el caudal permanente de los usuarios; para el caso del área de estudio solo las acequias Chiquita y Jijona poseen reservorios los cuales se almacena un promedio de 3500 m³ (véase Anexo 6.3).

La oferta hídrica es un recurso estratégica, el cual permite originar fuentes de agua que abastecen y satisfacen las necesidades de las poblaciones, como es el caso puntual de la ciudad de Medellín-Colombia, este estudio comparte similitud para la investigación en algunas dificultades para realizar estudios de estimación de la oferta hídrica siendo la principal es la falta de información, ya que se tienen pocas estaciones climatológicas y meteorológicas; por lo tanto, la aplicación de modelos que estiman esta oferta hídrica empleando información escasa resulta dificultoso, aunque cabe recalcar que es importante para elaborar planes de manejo de las cuencas hidrográficas y hacer valoraciones económicas del recurso hídrico. (Otaña, Vásquez, & Bustamante, 2008)

4.1.8. Costo de operación del agua de riego

Según el Directorio Central de la Junta de Agua la Chiquita se desarrolla el presupuesto anual para el 2018 como se muestra en la Tabla 12 del presupuesto Anual en el cual consta de todos los gastos que se van a desarrollar en lo referente a lo administrativo, operacional y de mantenimiento, que conlleva la Junta a fin de que estas acequias continúen con los propósitos de sus usuarios.

Tabla 12
Presupuesto Anual 2018 A. La Chiquita

Gastos Administrativos	Valor Unitario	Cantidad	Total
Gastos administrativos directos 50%	187,50	12	2250,00
Pago secretaria 16,40% SMV	61,50	12	738,00
Pago servicio contador	30,00	12	360,00
Pago Local	30,00	12	360,00
Compra Materiales de oficina	30,00	1	30
Transporte	30,00	12	360,00
Pago concesión anual	30,00	1	1085,00
Subtotal			5183,00
Gastos de Mantenimiento			
Limpieza acequia 50% anual	2500,00	1	2500,00
Compra de materiales, transportes, herramientas	2200,00	1	2200,00
Subtotal			4700,00

Gastos Operativos			
Aguatero1 (S. básico, XIII, XIV,FR, Aporte Patronal IESS)	497,29	12	5967,52
Aguatero1 (S. básico, XIII, XIV,FR, Aporte Patronal IESS)	497,29	12	5967,52
Subtotal			11935,04
Imprevistos 10% (temas legales, otros)			2165,24
Total			23983,28

Fuente: Junta de Agua La Chiquita

Dentro de los aportes para ejecutar el presupuesto de la Junta de Agua La Chiquita, los gastos administrativos y de mantenimiento se procede a través de Yachay que brinde un aporte de 60,98% y la contraparte sea ejecutada a través de los usuarios con el 39,02%, los porcentajes dependen de los litros de agua adjudicados, además dentro de la Junta poseen un sistema de acuerdos entre usuarios que prescriben para ciertos casos en específicos, es decir, en realización de mingas se establece una cantidad de dinero a aportar para el desarrollo de esta actividad o a su vez con personal operativo en la que se devenga dinero por trabajo.

De la misma manera en caso de que se realice actividades de mejora en infraestructura o haya alguna condición ambiental ajena a la operación de la acequia o desastre natural se realiza las actividades de mejora siendo, los gastos asumidos por toda la Junta de acuerdo al porcentaje de caudal correspondiente.

En el caso de la Junta de Agua La Jijona para el año 2018 no se ha realizado un presupuesto Anual en vista de que en temas administrativos comparten con la Junta de Agua La Chiquita y en temas de mantenimiento y operacionales se desarrolla de la misma manera. Cabe recalcar que las Juntas de Agua tanto la Chiquita como la Jijona poseen datos en lo referente al uso, manejo y conservación del agua pero no poseen datos en cuanto a la producción.

En la acequia la Guzmaná al no poseer una Junta de Agua ni estar organizada de manera comunal no existe un presupuesto referencial en lo administrativo, operacional; para el caso del mantenimiento y distribución del agua la Empresa Pública Yachay paga un aguatero la cantidad de 420,00 dólares mensuales con beneficios de ley para desarrolla actividades de mantenimiento; asumiendo Yachay el 100% de mantenimiento en el área.

Para la determinación del costo de operación del agua de riego al igual que la presente investigación se desarrolló una metodología para el Distrito de Riego 100 de Alfajayucan, Hidalgo, México para determinar el costo unitario el cual permitió establecer las cuotas de recuperación correspondientes a los clientes del recurso agua. Este costo se relaciona con la operación, administración y la conservación de las diferentes obras e infraestructuras como limpieza, deshierbe entre otras y actividades con maquinaria pesada, en la que se realizó un presupuesto y balance con todos los ingresos y gastos que se generan en el cumplimiento de actividades para el uso, manejo y conservación del recurso hídrico. (Soca & Toriz, 2016)

4.1.9. Análisis de los indicadores a través de la encuesta

La encuesta se aplicó a los actores directos e indirectos que se encuentran dentro del espacio empírico de estudio en la que se obtuvo la siguiente información en los aspectos sociales, ambientales, político-institucionales, económicos, determinados bajo indicadores previamente establecidos (véase Anexo 4).

4.1.9.1. Aspectos Generales

La encuesta se realizó a 22 personas que son usuarios de las acequias La Guzman, La Chiquita, y Jijona, de los cuales 15 personas son usuarios que están inmersos dentro del polígono de intervención de Yachay (Anexo 4.1) y 7 son usuarios externos al polígono pero usuarios del recurso hídrico de las acequias de estudio (Anexo 4.2). Aclaración válida pues presentan cierta dinámica al poseer estas condiciones

Dentro de las personas encuestadas realizan diferentes actividades laborales siendo la principal la agricultura con un 45 %, del total, el 32% es personal jornal el cual no posee un terreno propio pero arrienda dentro del polígono de Yachay para el cultivo de sus productos, el 18 % son funcionarios públicos los cuales trabajan en Yachay y por sus actividades laborales hacen uso del recurso hídrico como es el caso de la Jefatura de Espacio Público los cuales riegan las áreas verdes , parques y jardines de la ciudad.

La mayoría de los encuestados se encuentran entre el rango salarial de los 361-700 dólares mensuales, representando el 55% del total de las 22 encuestas aplicadas, el 32% de la muestra poblacional tienen un ingreso salarial que oscila entre 0-360 dólares.

Las personas encuestadas poseen dentro de sus predios diferentes coberturas vegetales como bosque, barbecho, pajonal, pasto cultivado, cultivos ciclo corto, cultivos perennes, otros, siendo en un 68% cultivos perennes, la cobertura vegetal predominante dentro de la muestra.

En el presente estudios se mostró que todos los encuestados cuentan con agua de riego en diferentes horarios y cantidad teniendo siempre un caudal permanente, en la que cabe recalcar que hay usuarios que poseen riego durante 280 horas mensuales así como hay usuarios que posee el riego de solo una hora información que se la obtuvo al tabular las encuestas.

4.1.10. Costo del agua para riego

El costo de agua posee dos ejes los cuales son el costo que se produce por pago a SENAGUA el cual tiene un valor de 2,21 USD por l/s anual y el costo por alcúotas de mantenimiento y administración a las acequias, el cual el usuario realiza el pago de dinero que se imponga como cuota mensual según la tarifa impuesta por el Comité Central de cada Junta de Agua y en el caso de la acequia la Guzmana según la alcúota cobrada a los usuarios internos por parte de la Empresa Pública Yachay es de 84,37 USD por l/s anual hectárea.

En los casos expuestos anteriormente el pago es efectuado según el porcentaje de concesión de agua que cada usuario posee; cabe recalcar que el pago a SENAGUA se lo realiza como Junta de Agua en el caso de existencia es decir que los usuarios cancelan hacia el Comité Central y ellos a su vez en el último trimestre del año consolidando el pago legal pertinente a excepción de los usuarios de la acequia Guzmana que realizan el pago directo a SENAGUA al no tener una Junta de Agua se lo realiza a través de Yachay quien realiza el pago directamente.

En el estudio denominado Gestión y valor económico del recurso hídrico realizado por Delgado (2015) determina algunos lineamientos para el análisis de los costos para el adecuado manejo, uso y conservación del agua, de los cuales se deriva los Costos económicos financieros: asociados a los planes de mantenimiento, operación y amortización propios de la empresa, Costos ambientales: representan el principio de la externalidad propia del mercado y se regulan bajo el principio de que aquel que contamina debe pagar, el cual permite mantener niveles de calidad, volumen y riesgo biológico moderado, Costo de oportunidad: visto como el empleo de los recursos disponibles en una oportunidad económica a costa de otra inversión disponible todos estos costos permiten determinar el precio del recurso agua conocido como criterio al costo marginal. Este establece que si todos los precios al consumidor son iguales o

mayores al costo marginal del producto, entonces debe considerarse una eficiencia del mercado sin necesidad de subsidios.

Un estudio similar que valida a la presente investigación para determinar el costo del agua de riego se llevó a cabo en los Distritos de Riego de México en el cual se estableció que existen diferencias en cuanto al costo del servicio de riego y la forma de recuperarlo; determinando que existe básicamente dos formas de cobro: por superficie regada y por volumen utilizado para establecer fue necesario información referente a costos, que es la suma de los egresos, y se clasifican los gastos correspondientes a las actividades sustantivas de un módulo o distrito de riego y son: operación, conservación y administración. (Soca & Toriz, 2016)

4.1.11. Participación colectiva

De acuerdo a la encuesta, la participación colectiva está establecida en un 45 % esto se debe a la presencia de Yachay la cual generó la visión de agrupar a la población con intereses comunes y consolidarse en asociaciones para la obtención de mayores beneficios; réditos económicos y participación, claro ejemplo de lo expuesto es el caso de la Asociación Siempre Unidos.

En lo referente al otro 55% de la población encuestada no posee ninguna participación colectiva para el cuidado, recuperación y conservación del recurso hídrico se atribuye a diferentes factores como el desconocimiento y la falta de tiempo desencadenando en la limitada asociación para una participación colectiva en el manejo sustentable del agua.

En la participación en actividades para recuperación y conservación del recurso hídrico con la organización colectiva en lo que se denomina Juntas de Agua, Subjuntas y unidades hídricas cuyo objetivo principal es agruparse para el manejo del agua como comunidad. Dentro del espacio empírico de estudio el 68% pertenecen a una Junta de Agua como es la Chiquita y la Jijona y el 32 % son usuarios que no pertenecen a una Junta de Agua enfocándose en la acequia La Guzmaná.

La participación colectiva o participación ciudadana como lo denominan en el estudio desarrollada en Puerto Rico, comparte una similitud con la presente investigación en que ratifica la importancia que tiene la participación colectiva u asociación para determinar un cambio en cómo se define, maneja y valora el recurso hídrico, integrando la participación

ciudadana como herramienta importante para la sustentabilidad del recurso. Puerto Rico es un país que, históricamente, ha tenido problemas de manejo del agua y social, por lo que se propone un modelo que integre a la participación colectiva en los procesos de manejo hídrico, dando la importancia como factor determinante en procesos de toma de decisiones, manejo, administración, político-institucional y aspecto ambiental del agua. (Pérez & Ortiz, 2013)

4.1.12. Conflictos por uso de agua

Dentro del manejo del recurso hídrico se generan conflictos por el manejo de agua, en el caso del presente estudio hay un porcentaje de 86% de conflictos por el uso del agua. Al realizar el levantamiento de información específicamente en lo que corresponde a los conflictos por el recurso hídrico suscitaron 14 conflictos principales como se presenta en la Figura 15 como el principal el conflicto con los vecinos en un 26% y el déficit de caudal en un 18% esto se debe a diferentes causas como es el tipo de infraestructura, los mantenimientos, entre otros que se pudieron determinar en la fase de campo y corroborados por el estudio de Cárdenas (2014).

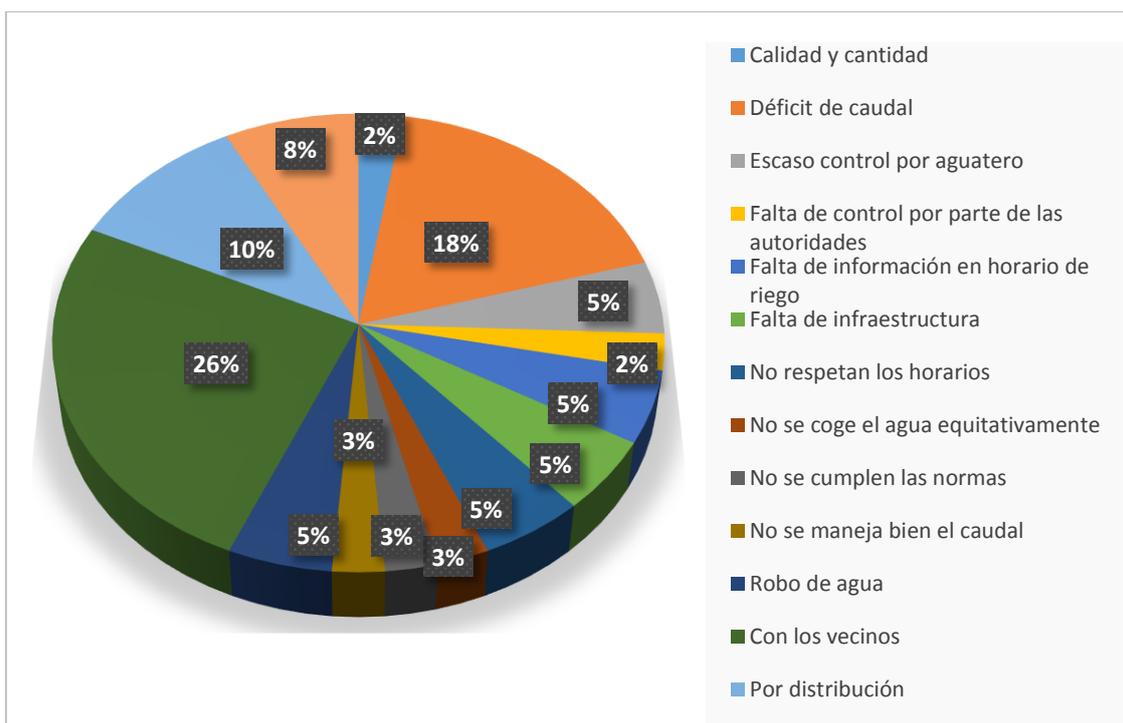


Figura 14 Conflictos por el uso de agua

En las fases de campo se muestran que las acequias como la Chiquita, Jijona y Guzmán, su estructura es en su mayoría de tierra, con pequeños tramos revestidos de cemento, al tener el tipo de infraestructura mixta (tierra y hormigón) y rústica (tierra), produce pérdidas de caudal por infiltración, operación, distribución, además de hurto de agua, que alcanzan al menos el

35% del caudal captado; lo que repercute en forma directa en la cobertura de riego en el proyecto (Cárdenas, 2014).

La administración del agua de riego de dos acequias de estudio como La Chiquita y La Jijona se encuentra bajo la gestión de un Directorio Central, con la operación de forma admisible, y la adecuación de infraestructura lo que ha permitido minimizar de cierta manera los conflictos por la distribución del agua.

Dentro de la gestión del agua se considera imperante el manejo de conflictos que se desarrollan entre los ciudadanos por los diversos intereses, es por cuanto este estudio concuerda con los motivos por los cuales hay conflictos hídricos relacionados con la cantidad y calidad del agua, hurto hídrico, mala distribución, escasa infraestructura, entre otros, lo que implica diseñar y utilizar mecanismos prácticos y eficaces que permitan resolver los conflictos que se presentan. Con base a este enfoque se busca orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recursos hídricos, a través de una conciliación entre el desarrollo económico, social y la protección de los ecosistemas. (Martínez & Villalejo, 2018)

4.1.13. Adaptación ante amenazas climáticas

Las adaptaciones ante las amenazas climáticas en el presente estudio se toman como las iniciativas y medidas que se están realizando y que están encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los habitantes del polígono de la Ciudad del Conocimiento Yachay y la susceptibilidad de los sistemas naturales, ante los efectos reales o esperados del cambio climático partiendo de este punto de vista dentro de este parámetro se determinó la siembra de árboles con un 56% de la población encuestada en áreas cercanas a las acequias y en la parte alta de las cuencas donde son las captaciones, como actividad de conservación del agua ante las amenazas climáticas como se muestra en la Figura 16, además de impermeabilización del área de canal con un 20 %, entre otras, como actividades enfocadas hacia el cuidado del caudal.

Como parte del cumplimiento de actividades orientadas al cumplimiento del plan de manejo ambiental y como compromiso ambiental la Empresa Pública Yachay realizó dos siembras en los años 2015 y 2016 con la cooperación de otras instituciones locales y una reforestación en el año 2017; esta actividad permitió la reforestación de aproximadamente 9 hectáreas de las áreas de conservación como son las lomas San Antoñito, las Lllamaradas, El Churo, parte baja de la loma de San Eloy y la Herradura.

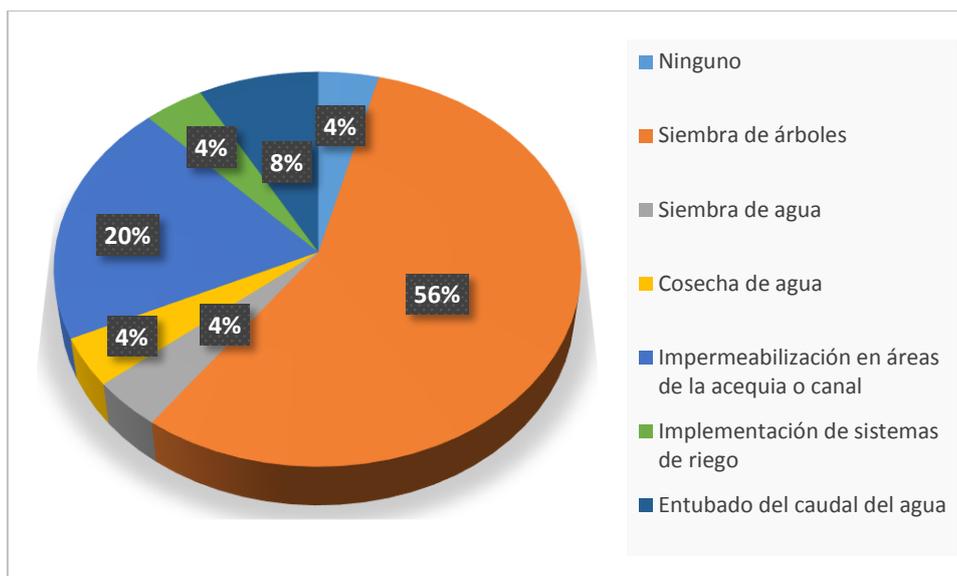


Figura 15 Adaptación ante amenazas climáticas

Quintero, Carvajal, & Aldunce (2012) menciona que la adaptación permite a las especies animal o vegetal sobrevivir, reproducirse y mantenerse en un hábitat es por cuanto se considera que la adaptación siempre ha estado presente en los ecosistemas y en las sociedades, en tal virtud hace dos décadas la comunidad científica y los tomadores de decisiones han priorizado la búsqueda de estrategias y planes orientados a que se logre adaptar al cambio climático concepto que fundamenta la adaptación ante las amenazas climáticas en la Ciudad del Conocimiento Yachay.

Lo expuesto anteriormente es ratificado por Barton & Irrázaval (2016), quien además menciona algunas dimensiones a considerar en el área de estudio como parte de la adaptación al cambio climático mencionando que los seres humanos pueden manejar y planificar su adaptación ya que poseen una dimensión reactiva y proactiva, las sociedades siempre han tratado de utilizar en la medida de las posibilidades las condiciones climáticas, la gestión de riesgo de desastre, gestión costera, gestión de recursos, planificación urbana y regional, salud pública, y extensión agrícola no son parte de la adaptación al cambio climático, y; los métodos y herramientas utilizados en la adaptación al cambio climático provienen de la gestión de riesgos naturales.

4.1.14. Eficiencia del manejo del agua para riego y control de escorrentía

En el caso del área de estudio se puede evidenciar que no hay una eficiencia del manejo del agua de riego y control de escorrentía en vista de que el 96% de la población encuestada utiliza

como tipo de riego por inundación, y por efecto que el agua no sea utilizada en su totalidad y no haya un control de escorrentía, generando un mal manejo y utilización del agua.

Aunque según la percepción de la población sobre el sistema de riego es buena con un 63% de aceptación, tomando en cuenta que el método utilizado les permite regar sus cultivos, ornamentación y la utilización para otros usos, la nula aplicabilidad de sistemas que permitan la eficiencia del manejo del agua para riego y control de escorrentía se debe al desconocimiento en los pequeños agricultores y en el caso de la Empresa Pública Yachay la implementación de estos sistemas se ha limitado por el costo de implementación de estos sistemas en un área tan extensa para los jardines de la Ciudad. Cabe recalcar que el método utilizado de riego en los cultivos en un método convencional y cultural por lo que no se ha desarrollado la eficiencia hídrica ni mejoras tecnológicas en este aspecto.

La conceptualización que esta en concordancia con el presente estudio es la eficiencia en el riego como la capacidad de hacer uso de la menor cantidad posible de agua, para obtener una mayor producción en lo referente a la cantidad y productividad bajo la relación del precio y el producto, además de no permitir el desperdicio de agua, en conclusión la eficiencia se vincula principalmente con la idea de un uso económicamente racional del agua. (Damonte, Gonzales, & Lahud, 2016).

Lo mencionado en este parámetro de medición de sustentabilidad hídrica es ratificado por Delgado (2015), en su estudio quien expresa que es primordial el desarrollo de nuevos proyectos pero con la implementación de tecnologías cada vez más eficientes que permita optimizar el uso del agua, aunque esta realidad no es ajena a otros países como es el caso de Chile, con un millón doscientas mil hectáreas bajo riego seguro, aún predominan los sistemas de riego gravitacional en más de un 90% de la superficie, lo que permite evidenciar que hay un déficit mundial en términos de introducción de tecnología en riego.

4.1.15. Capacitación en educación ambiental

La capacitación en educación ambiental es uno de los factores importantes en la sustentabilidad hídrica en vista de que permite unir las relaciones existentes entre la naturaleza y la sociedad, de igual manera identifica la importancia de los factores socioculturales en el comienzo de los problemas ambientales mediante conocimientos teóricos y prácticos que potenciará la productividad basándose en este concepto, el 77% de la población ha recibido

capacitación en temas ambientales enfocados hacia el uso, manejo y conservación del agua siendo el principal tema en reforestación con un 53% del total, el resto de la población no conoce acerca de temas ambientales enfocados hacia el recurso hídrico.

La educación ambiental forma parte de los grandes retos mundiales, teniendo algunas falencias desde la acción política, poca impartición de educación ambiental en las instituciones, escasa conciencia ambiental, baja capacidad local, de arraigo y la falta de formación de capital humano y social, es por cuanto se han generado algunas estrategias para incorporar el tema de educación ambiental a partir de las políticas de gobierno, al cuidado y conservación de sus recursos naturales, con la participación ciudadana, ligados al tema de identidad y apropiación territorial, con la apertura de espacios de diálogo, de imaginarios sociales que generen altos niveles de concientización del patrimonio natural y cultural, aseverando así la similitud con en estudio desarrollado. (Reyes & Cardona, 2015)

Algunas características de la educación ambiental se encuentra la conciencia, conocimiento, cambio de actitudes, capacidad de evaluación y participación, aspectos que integrados permiten resolver diferentes problemas ambientales, sobre todo en el ser humano el cambio de conductas y comportamientos el cual no es un hecho fácil, pero que avanzara como parte de una intención colectiva, y que evidencia la necesidad de modificar hábitos que permitan fomentar las relaciones del ser humano con su ambiente. (Mendieta & Gutiérrez, 2014)

4.1.16. Entidades que desarrollan actividades para la conservación

Dentro de la gestión hídrica a nivel nacional hay diferentes entidades gubernamentales que desarrollan actividades para el uso, manejo y conservación del agua, así como también en la resolución de conflicto, es por cuanto que el 43% considera que la entidad que debe solucionar los conflictos que se desarrollan dentro del área es SENAGUA.

Además de que la población debe concienciar y desarrollar actividades que permitan el cuidado del recurso hídrico, con algunas actividades en la que el 33% consideran como principal actividad la limpieza de las acequias para la conservación del caudal, la comunidad encuestada considera necesario para el cuidado del caudal y la conservación del recurso hídrico para tener un caudal constante y que aumente la escorrentía.

4.1.17. Consolidación de la Junta de Aguas

La administración de las aguas se encuentra bajo un Directorio Central conocido también como Junta de Agua las cuales son organizaciones sociales formada por los usuarios del recurso hídrico, organismo que son sin fines de lucro, teniendo como finalidad prestar el servicio de agua en la comunidad. De la Junta de Agua depende el abastecimiento y administración del agua permitiendo la satisfacción y cumplimiento de las necesidades humanas, agrícolas y productivas, para el caso puntual del estudio dos acequias disponen de Directorio de Juntas de Aguas como es La Chiquita y La Jijona, siendo Yachay un usuario mayoritario en caudal pero sin tener injerencia en las decisiones política administrativa ya que se posee una gestión democrática; en el caso puntual de la Guzmaná pertenece a una de las acequias que no disponen de directorio a pesar de que Yachay es el único usuario ante SENAGUA aunque posee usuarios internos que hacen uso de la acequia. Cabe recalcar que en la mayoría de estas acequias se encuentra operando en forma aceptable, lo que ha generado un mínimo de conflictos por mantenimiento y distribución de agua.

Cervantes, Velázquez, & Pimentel (2016), en su estudio amplia sobre la consolidación de una junta de agua y los beneficios que otorga a la sociedad sobre todo a la comunidad en el uso, manejo, conservación y administración del agua con recursos propios y escaso trámite, vinculando a las entidades gubernamentales en el proceso de gestión, en tal virtud un grupo de personas organizadas para el uso del agua se lo conoce como Comité de Agua Potable, Junta de Agua Potable, Encargado del Agua teniendo una organización Administrativa en donde un presidente se encarga de realizar gestiones ante las instituciones externas y de gestionar el mantenimiento de la red e infraestructura del sistema de agua, un secretario(a) y un tesorero(a) efectúan tareas administrativas, como cobro de cuotas, organización de los comprobantes de pago, pago de reparaciones y salarios del repartidor de agua, y vocales son auxiliares en los procesos de vigilancia, cobros y en la elaboración de informes.

4.1.18. Organización comunitaria para la gestión del agua

Para gestión hídrica dentro del polígono de Yachay como organización comunitaria se ha desarrollado en algunas subjuntas la cual es la unión de usuarios de las comunidades en las que tenemos: La Cruz de Armastola, Subjunta de Armastola, Subjunta San Juan, La Cruz de la Jijona, Subjunta la Chiquita, estas organizaciones comunitarias para la gestión del agua actualmente bajo la normativa de SENAGUA se denominan Módulos; estas son organizaciones

comunitarias que forman parte de la Junta de Agua. Los módulos son representados a través del presidente de la comunidad quien asiste a las reuniones del Directorio Central en representación de todos los usuarios de la comunidad y cuenta el voto como un miembro, además realiza el pago por el uso del agua y la coordinación de actividades con el Directorio Central.

La organización comunitaria se muestra desde décadas atrás, y ha sido causa de estudio en vista que se ha lucido como un modelo de gestión, la presente investigación se compara con la gestión comunitaria del agua como es el caso de estudio del manantial de Patamburapio en el estado de Michoacán en el caso del agua el cual menciona que la organización comunitaria surge de la limitación de los gobiernos de prestar el servicio de agua, en tal virtud se sujeta a las políticas públicas diseñadas e implementadas por los gobiernos locales para solucionar problemas de abastecimiento de agua y escasez, para la satisfacción de necesidades del ser humano, agrícolas, productivas y de sobrevivencia; lo que implica la gestión de los recursos naturales desde lo local, en cuanto a su acceso, distribución y uso. Esta gestión se realiza por medio de la autoridad de actores locales sobre el agua a través de los derechos colectivos en el territorio el establecimiento y conocimiento de reglas y acuerdos comunitarios, así como las sanciones establecidas, lo complejo se encuentra en que los participantes conciben que hay muchas ventajas asociados que actuando de forma independiente. (Casas, 2010)

4.2. Aplicación de Índices

La aplicación de índices permite mediante criterios técnicos evaluar la sustentabilidad del agua en la zona de estudio, hablando en términos hídricos, que conllevan a un análisis crítico determinando los siguientes resultados:

4.2.1. Índice de sustentabilidad WSI

En la aplicación del índice de sustentabilidad se determinaron los siguientes rangos y puntajes de acuerdo al diagnóstico bibliográfico, de campo, la aplicación de la encuesta hacia los usuarios y la emisión de juicios de valor de análisis técnico de expertos en el manejo de las acequias que conocen en el área empírica de estudio como se determina en la Tabla 13 de valoración de parámetros de las acequias La Chiquita, Jijona y Guzmaná.

4.2.1.1. Acequia La Chiquita

En la Tabla 12 de valoración de los parámetros se determinaron de acuerdo al diagnóstico que se realizó en lo referente a lo económico, social, ambiental y político institucional de la acequia. Al aplicar el índice de sustentabilidad en la acequia La chiquita y siguiendo el proceso se determinó un valor de 0,69 conforme se muestra en la aplicación de la fórmula:

$$WSI = (E+AM+VI + PO) / 4 \quad (3)$$

$$WSI = (0,75+0,75 + 0,63 + 0,63) / 4$$

$$WSI= 0,69$$

Al compararlo con la Tabla 3 de Valoración final de la ecuación WSI se determinó que la acequia La Chiquita tiene una sustentabilidad *Intermedia* debido a que se encuentra en el rango $0.5 < WSI < 0.8$.

4.2.1.2. Acequia La Jijona

En la Tabla 12 de valoración de los parámetros se determinaron de acuerdo al diagnóstico que se realizó en lo referente a lo económico, social, ambiental y político institucional de la acequia. Al aplicar el índice de sustentabilidad en la acequia La Jijona y siguiendo el proceso se determinó un valor de 0,67 conforme se muestra en la aplicación de la fórmula:

$$WSI = (E+AM+VI + PO) / 4 \quad (4)$$

$$WSI = (0,75+0,75 + 0,63 + 0,56) / 4$$

$$WSI= 0,67$$

Al compararlo con la Tabla 3 de Valoración final de la ecuación WSI se determinó que la acequia La Jijona tiene una sustentabilidad *Intermedia* debido a que se encuentra en el rango $0.5 < WSI < 0.8$.

4.2.1.3. Acequia La Guzmaná

En la Tabla 13 de valoración de los parámetros se determinaron de acuerdo al diagnóstico que se realizó en lo referente a lo económico, social, ambiental y político institucional de la acequia. Al aplicar el índice de sustentabilidad en la acequia La Guzmaná y siguiendo el proceso se determinó un valor de 0,44 conforme se muestra en la aplicación de la fórmula:

$$WSI = (E+AM+VI + PO) / 4 \quad (5)$$

$$WSI = (0, 50 + 0, 63 + 0, 38 + 0, 25) / 4$$

$$WSI = 0, 44$$

Al compararlo con la Tabla 3 de Valoración final de la ecuación WSI se determinó que la acequia La Guzmana tiene una sustentabilidad **Baja** debido a que se encuentra en el rango $WSI < 0.5$

Al aplicar el Índice WSI presenta que las acequias de estudio de la Ciudad del Conocimiento Yachay poseen una sustentabilidad **Intermedia** como es el caso de la acequia La Chiquita y Jijona teniendo inconvenientes en la capacitación en educación ambiental por parte de la Junta de Agua a sus usuarios y en la eficiencia del manejo de agua para riego y control de escorrentía debido a que no hay la adquisición de sistemas de riego que permita optimizar el recurso hídrico y minimice la escorrentía además de que se realiza el riego de manera convencional.

Tabla 13
Valoración de parámetros WSI

Indicadores de WSI		Acequia La Chiquita		Acequia La Jijona		Acequia La Guzmana	
		Rango	Puntaje	Rango	Puntaje	Rango	Puntaje
Económico	Costo del agua para riego	Bueno	0,75	Bueno	0,75	Bueno	0,75
	Costo de operación del agua de riego	Bueno	0,75	Bueno	0,75	Regular	0,25
Total			1,5		1,5		1
Promedio			0,75		0,75		0,50
Social (Vida)	Participación colectiva en actividades para recuperación y conservación del recurso hídrico	Medio	0,5	Muy Alto	1	Muy alta	1
	Conflictos por uso de agua	Muy Alto	1	Medio	0,5	Bajo	0,25
Total			1,5		1,5		1,25
Promedio			0,75		0,75		0,63
Ambiental (Hídrica)	Variabilidad del caudal referente al clima	Medio	0,5	Medio	0,5	Bajo	0,25
	Adaptación ante amenazas climáticas	Bueno	0,75	Bueno	0,75	Bajo	0,25
	Concesión de agua	Regular	0,5	Bueno	0,75	Mala	0,25
	Calidad del agua para riego	Buena	0,75	Buena	0,75	Mala	0,25
	Eficiencia del manejo del agua para riego y control de escorrentía	Bajo	0,25	Bajo	0,25	Bajo	0,25
	Oferta hídrica superficial para el riego	Muy alta	1	Alta	0,75	Muy alta	1
Total			3,75		3,75		2,25
Promedio			0,63		0,63		0,38
Política	Capacitación en educación ambiental	Bajo	0,25	Bajo	0,25	Bajo	0,25

Entidades que desarrollan actividades para la conservación	Medio	0,5	Medio	0,5	Medio	0,5
Consolidación de la Junta de Aguas	Muy alto	1	Muy alto	1	Pésimo	0
Organización comunitaria para la gestión del agua	Alto	0,75	Medio	0,5	Bajo	0,25
Total		2,5		2,25		1
Promedio		0,63		0,56		0,25
Total Índice WSI		0,69		0,67		0,44

En el caso de la acequia La Guzmanita presenta sustentabilidad **Baja** en vista de que no cumple con algunos indicadores como el costo de operación del agua de riego debido a que los usuarios pagan una alícuota a Yachay de 84.37 USD litro por hectárea anual del agua y estos a su vez pagan a SENAGUA por el caudal concesionado, Conflictos por uso de agua al no haber usuarios no se genera mayor conflictos por el uso del agua, variabilidad del caudal referente al clima, adaptación ante amenazas climáticas no existe un plan de atención de riesgos en el caso de que se efectuó aunque cuando suscita alguna catástrofe natural hay la atención por parte de los operarios, concesión de agua actualmente hay algunos terrenos que no han sido expropiados por Yachay siendo estos usuarios parte la lista de concesión de agua de SENAGUA por lo que a no estar claro las concesiones y al no tener demanda interna de agua solo la oferta se produce el hurto hídrico externo al polígono de Yachay, calidad del agua para riego es de mala calidad ya que la captación de la acequia es del río Ambi, eficiencia del manejo del agua para riego y control de escorrentía debido a que no hay la adquisición de sistemas de riego que permita optimizar el recurso hídrico y minimice la escorrentía además de que se realiza el riego de manera convencional., capacitación en educación ambiental enfocada al recurso hídrico es escaso, organización comunitaria para la gestión del agua.

La generación de indicadores es una herramienta metodológica que permite un avance en la evaluación de la sustentabilidad hídrica, prueba de ello es el estudio que se realizó en la Ciudad Juárez, Chihuahua, para la medición de sustentabilidad se basó en un modelo sistemático que involucra a la sociedad, calidad de vida, infraestructura, instituciones, ambiente, uso del agua, aspectos tecnológicos, ecológicos, políticas, tasa de extracción y el agua bombeada en un periodo, estos indicadores deberán revelar las restricciones principales tanto físicas como humanas para el manejo sustentable del agua. Los indicadores proveen de información comprensiva acerca de los sistemas que dan forma al desarrollo sustentable y son necesarios para guiar políticas y brindar apoyo en la toma de decisiones. Como resultado del estudio se

determinó que la tasa de extracción es de 15 a 20 veces mayor la Ciudad Juárez no cuenta, o al menos no revela, la existencia de un programa de monitoreo constante sobre la calidad del agua servida (Cervera, 2007).

4.2.2. Índice de sostenibilidad ISRHA

Al aplicar el índice de sostenibilidad se valoró cada uno de los parámetros de los indicadores económicos, social, ambiental y político de acuerdo a la situación actual de cada acequia conforme se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14
Índice de sostenibilidad ISRHA

Parámetros de ISRHA		La Chiquita	La Jijona	La Guzmaná
Económico	Costo del agua para riego	4	4	4
	Costo de operación del agua de riego	4	4	2
Social (Vida)	Participación colectiva en actividades para recuperación y conservación del recurso hídrico	4	4	2
	Conflictos por uso de agua	5	5	4
Ambiental (Hídrica)	Variabilidad del caudal referente al clima	2	2	2
	Adaptación ante amenazas climáticas	2	2	2
	Concesión de agua	4	4	2
	Calidad del agua para riego	4	4	1
	Eficiencia del manejo del agua para riego y control de escorrentía	3	3	3
	Oferta hídrica superficial para el riego	4	4	4
	Capacitación en educación ambiental	2	2	2
Política	Entidades que desarrollan actividades para la conservación	2	2	2
	Consolidación de la Junta de Aguas	5	5	1
	Organización comunitaria para la gestión del agua	5	3	2
Promedio		3	3	2

4.2.2.1. Acequia La Chiquita

La acequia Chiquita al aplicar el índice de sostenibilidad identifico los puntos críticos como las entidades que ayudan a la conservación, capacitaciones en temas ambientales, adaptación ante amenazas climáticas, variabilidad del caudal referente al clima, conflictos por el uso de agua, de la misma manera los puntos fuertes es la consolidación de una Junta de Agua y organización comunitaria, generando una sostenibilidad según el valor de ISRHA de 3, con un porcentaje del diagrama radial entre el 40% y 60% generando así una sostenibilidad moderada en el manejo del recurso hídrico como se muestra en la Figura 17.



Figura 16 Diagrama radial de la Acequia La Chiquita

4.2.2.2. Acequia La Jijona

La acequia La Jijona al aplicar el índice de sostenibilidad determinó los puntos críticos en conflictos por el uso del agua, capacitación en educación ambiental y con las entidades que desarrollar actividades de conservación, de la misma manera los puntos fuertes es la consolidación de una Junta de Agua generando que la acequia La Jijona tenga una sostenibilidad según el valor de ISRHA de 3 es decir con un porcentaje del diagrama radial entre el 40% y 60% generando así una sostenibilidad moderada en el manejo del recurso hídrico con forme se muestra en la Figura 18.

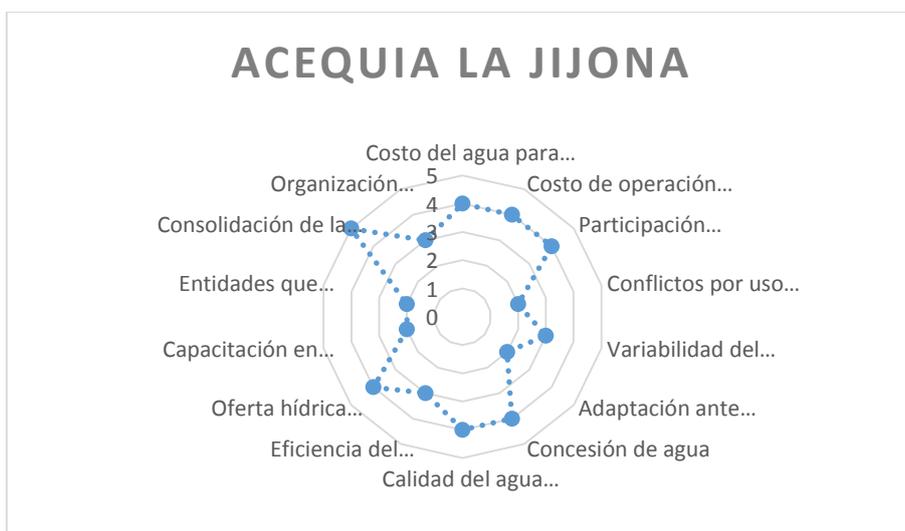


Figura 17 Diagrama radial de la Acequia La Jijona

4.2.2.3. Acequia La Guzmán

La acequia La Guzmán al aplicar el índice de sostenibilidad y la aplicación del diagrama radial determinó los puntos críticos en el costo de operación del agua de riego, participación colectiva en actividades para la recuperación y control del recurso hídrico, variabilidad del

caudal referente al clima, adaptación ante amenazas climáticas, concesión de agua, calidad de agua para riego, capacitación en educación ambiental, entidades que desarrollan actividades para la conservación y consolidación de las jutas de agua, en cambio los parámetros fuertes de la acequia es el costo del agua de riego y la oferta hídrica superficial, lo que le ocasiona que la acequia La Guzmána tenga una sostenibilidad según el valor de ISRHA de 2 es decir con un porcentaje del diagrama radial entre el 20% y 40% generando así una sostenibilidad bajo en el manejo del recurso hídrico con forme se muestra en la Figura 19.

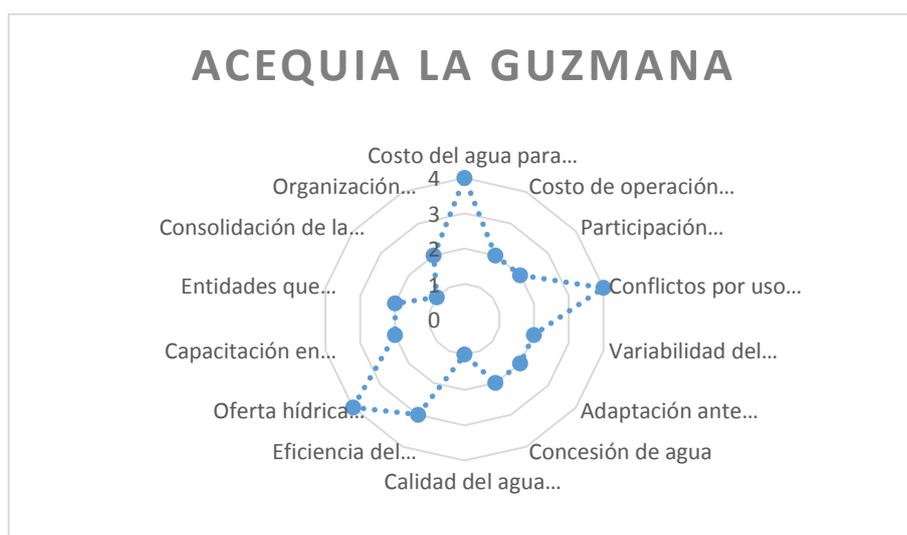


Figura 18 Diagrama radial de sostenibilidad de la Acequia La Guzmána

Al realizar el análisis según el diagrama radial de la Figura 20 muestra que las acequias Jijona y Chiquita presentan casi los mismos escenarios con puntos críticos similares teniendo una sostenibilidad Moderada caso contrario de la acequia La Guzmána quien posee varios puntos críticos que afectan la sostenibilidad del recurso hídrico generando una sostenibilidad Baja.

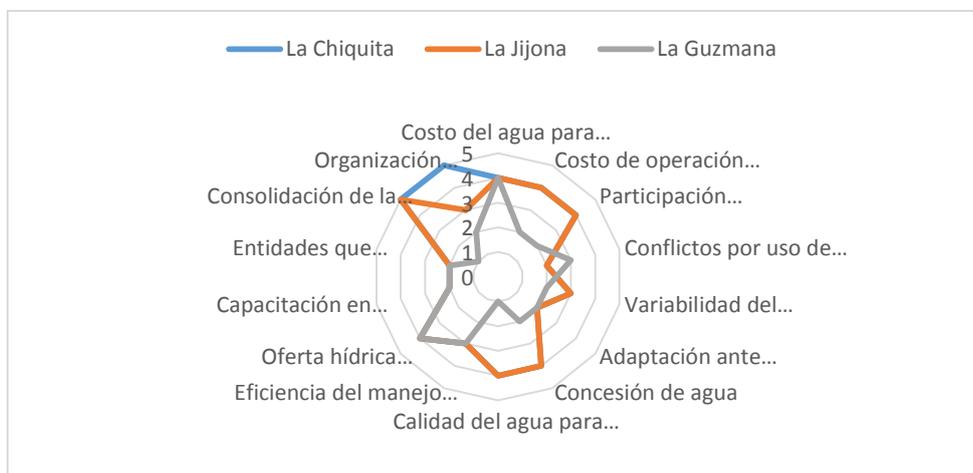


Figura 19 Diagrama de sostenibilidad de las acequias

La aplicación de índices de sostenibilidad es una herramienta para la gestión de los recursos hídricos la cual permite evaluar el estado actual de los recursos hídricos y toma de decisiones por parte de las autoridades. El presente índice ha sido aplicado por distintos investigadores en numerosas cuencas a lo largo de todo el mundo, principalmente América Central y Sudamérica. Sin embargo, no se han encontrado referencias sobre su aplicación en Europa es por cuanto en para el caso particular de la cuenca Segura de España se ha obtenido un valor del índice de sostenibilidad en el periodo 2006-2010 de 0.64, lo que equivale a un nivel intermedio de sostenibilidad caso similar en el presente estudio con las acequias Chiquita y Jijona quien comparte un índice moderado. Cabe recalcar que la metodología propuesta puede ser utilizada en numerosas cuencas pero que presenten condiciones hidrológicas, ambientales, sociales y políticas muy similares a las del caso objeto de estudio (Senent, Pérez, & Alicia, 2016)

4.3. Propuesta de estrategias

El presente ítem define las estrategias a implementar en el área de estudio una vez que se ha identificado los puntos críticos a través de los indicadores.

4.3.1. Introducción

La elaboración de un lineamiento de estrategias tiene como finalidad gestionar el uso, manejo y conservación del recurso hídrico, para el buen aprovechamiento, con base a los estudios realizados y la aplicación del índice de sustentabilidad y sostenibilidad se establecen los lineamientos estratégicos, en términos de objetivos y acciones orientadas a ordenar y lograr el aprovechamiento de los recursos hídricos, asegurando el desarrollo sostenible y sustentable.

4.3.2. Problema

La aplicación de los índices de sustentabilidad y sostenibilidad hídrica permitió denotar algunos puntos críticos en las acequias Jijona, Chiquita y Guzmaná según la realidad actual en la que se identificaron:

4.3.2.1. Acequias Chiquita y Jijona

Las acequias posee problemas en los temas de la capacitación en educación ambiental por parte de la Junta de Agua a sus usuarios y en la eficiencia del manejo de agua para riego y control de escorrentía debido a que no hay la adquisición de sistemas de riego que permita optimizar el recurso hídrico y minimice la escorrentía además de que se realiza el riego de manera convencional, en cambio en el índice de sostenibilidad identifico los puntos críticos

como las entidades que ayudan a la conservación, adaptación ante amenazas climáticas, variabilidad del caudal referente al clima, conflictos por el uso de agua.

4.3.2.2. Acequia Guzmaná

La acequia Guzmaná presenta problemas referente a el costo de operación del agua de riego debido a que los usuarios pagan una alícuota a Yachay de 84.37 USD litro por hectárea anual del agua pero no ha sido reinvertida en el mejoramiento de la gestión hídrica, y la empresa a su vez pagan a SENAGUA por el caudal concesionado, variabilidad del caudal referente al clima, adaptación ante amenazas climáticas no existe un plan de atención de riesgos en el caso de que se efectúe aunque cuando suscita alguna catástrofe natural hay la atención por parte de los operarios, concesión de agua actualmente hay algunos terrenos que no han sido expropiados por Yachay siendo estos usuarios parte la lista de concesión de agua de SENAGUA por lo que a no estar claro las concesiones y al no tener demanda interna de agua solo la oferta se produce el hurto hídrico externo al polígono de Yachay, calidad del agua para riego es de mala calidad ya que la captación de la acequia es del río Ambi, eficiencia del manejo del agua para riego y control de escorrentía debido a que no hay la adquisición de sistemas de riego que permita optimizar el recurso hídrico y minimice la escorrentía además de que se realiza el riego de manera convencional., capacitación en educación ambiental enfocada al recurso hídrico es escaso, organización comunitaria para la gestión del agua en cambio en el índice de sostenibilidad se identificó la participación colectiva en actividades para la recuperación y control del recurso hídrico, variabilidad del caudal referente al clima, adaptación ante amenazas climáticas, capacitación en educación ambiental, entidades que desarrollan actividades para la conservación y consolidación de las jutas de agua.

Al identificar los diferentes puntos críticos el presente estudio tiene como alcance generar un instrumento que permita brindar las oportunidades de mejora a recurso hídrico de la Ciudad del Conocimiento Yachay y generar una herramienta que permita la toma de decisiones por parte de las autoridades en pro de la sustentabilidad hídrica.

4.3.3. Objetivos

4.3.3.1. Objetivo General

Diseñar estrategias para promover la sustentabilidad hídrica de 3 acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay.

4.3.3.2. *Objetivos Específicos*

1. Establecer el precio de una alícuota mediante el costo de uso del agua, operación, mantenimiento del sistema de riego y pago ante las instituciones pertinentes para que permita generar mejoras en el tema ambiental, infraestructura y la optimización del servicio.
2. Incentivar y generar la participación colectiva de las comunidades del polígono de la Ciudad del Conocimiento Yachay y los usuarios de las acequias en una sola mancomunidad para el desarrollo de actividades de uso, manejo, recuperación y conservación del recurso hídrico.
3. Enmendar, orientar y solucionar los conflictos por el uso del agua para optimizar el manejo del recurso hídrico consolidando las necesidades de garantizar al proyecto Yachay y los usuarios de las acequias, el derecho al uso y goce del recurso hídrico, sin descuidar la parte ambiental ni el aprovechamiento, con base a lo establecido a la normativa.
4. Implementar estrategia, medidas preventivas y correctivas en cuanto a lo ambiental, infraestructura y tecnológica que permita minimizar el impacto hídrico y riesgos por la variabilidad del caudal y la influencia climática determinando acciones correctivas hacia las acequias.
5. Implementar mecanismos físico, químicos, y de fitoremediación con el objetivo de mejorar la calidad del agua en las acequias, para el cumplimiento de los límites permisibles establecidos por la normativa ambiental vigente.
6. Establecer un modelo de gestión para el manejo de recurso hídrico con base a la calidad de agua para la irrigación de los cultivos y actividades que se desarrollen en el polígono de la Ciudad del Conocimiento Yachay.
7. Determinar y establecer los procedimientos claros y precisos para las concesiones de agua que cada usuario posee según la normativa vigente y las autorizaciones que se emite por parte de la Empresa Pública Yachay para evitar el hurto hídrico, garantizando la distribución del agua.
8. Desarrollar aplicaciones tecnológicas que permitan la conservación del caudal mediante el uso eficiente del recurso hídrico cumpliendo con la oferta y la demanda del agua.
9. Desarrollar e implementar de un Plan de capacitación en educación ambiental enfocados al recurso hídrico.
10. Impulsar la creación de una nueva forma de organización social e institucional, basada en la gestión conjunta y coordinada con la participación de los diferentes actores para alcanzar

un desarrollo económico y social a través del recurso hídrico y la consolidación de Juntas de Agua vinculados al correcto manejo, distribución y a la utilización de los recursos hídricos.

4.3.4. Estrategias

Como se muestra en la tabla 15 se presentan las diferentes estrategias hídricas para mejorar los puntos críticos encontrados en las acequias de la Ciudad del Conocimiento los cuales permitirán alcanzar la sustentabilidad y sostenibilidad hídrica en el polígono bajo los parámetros referente a lo ambiental, social, económico, político-institucional con la implementación de acciones los cuales están enlazados con los objetivos:

Tabla 15
Propuesta de estrategias

Obj.1-Costo del agua riego y de operación
<p>Acciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento de información específica acerca del costo por mantenimiento, construcción de infraestructura, distribución y uso de agua para determina así el cálculo de la tarifa adecuada para que los usuarios realicen el pago. • Desarrollar un plan de reinversión de los recursos económicos para el mantenimiento preventivo y correctivo de las acequias. • Elaboración de un plan de mantenimiento, operación y distribución de cada acequia. • Coordinación interinstitucional para la determinación de funciones en la operación y mantenimiento de las acequias y que cubra el costo • Socializar y acordar con los usuarios el costo del agua para el riego.
Obj.2- Participación colectiva en actividades para recuperación y conservación del recurso hídrico
<p>Acciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar encuentros participativos que permitan integrar instituciones, comunidades, y usuarios internos para generar un trabajo en conjunto para el manejo, recuperación y conservación del recurso hídrico. • Elaborar un plan de acción participativo para la determinación de actividades de uso, manejo, recuperación y conservación de las acequias.

-
- Desarrollar trabajo en conjunto para actividades de infraestructura, mantenimiento preventivo y correctivo de las acequias, distribución, recuperación y conservación del recurso hídrico y control del hurto hídrico.
 - Impulsar la creación de una nueva forma de organización institucional, basada en la gestión conjunta y coordinada con la participación de los diferentes actores vinculados al manejo y a la utilización de los recursos hídricos.
-

Obj.3- Conflictos por uso de agua

Acciones

- Establecer acuerdos y normativas entre usuarios y el polígono de Yachay, contemplando mutuos intereses.
 - Establecer contratos de arrendamiento claro, precisos sobre todo con el enfoque del uso del agua y la optimización tecnología del recurso.
 - Regularización de la situación de usuarios: Otorgamiento de permisos provisorios para el uso del agua a los usuarios.
 - A través de las entidades pertinentes establecer continuidad de proceso de diálogo con los actores involucrados de los diferentes sectores en pro de la solución de problemas.
 - Reorientar el manejo del recurso hídrico desde un criterio sectorial hacia la gestión integrada, desarrollando el Plan de Manejo hídrico de la Ciudad del Conocimiento Yachay.
 - Desarrollar un programa de estudios técnicos continuos para la toma de decisiones de las autoridades sobre el manejo del recurso hídrico.
-

Obj.4-Variabilidad del caudal referente al clima

Acciones

- Aplicación de herramientas tecnológicas para el monitoreo continuo y que permita diagnosticar la variabilidad del caudal referente al clima
 - Elaborar un plan de acción que permita minimizar los impactos haya la variabilidad del caudal por influencia del clima.
 - Adecuación y mejoramiento de infraestructura de las áreas de captación, cajas de repartición, y reservorios de agua para que el caudal sea permanente y no haya afectaciones por la influencia climática.
-

-
- Realización de mantenimiento preventivo y correctivo de las acequias para que no haya mayor afección o riesgo.
 - Plan de reforestación en áreas de captación de agua y lugares circundantes a fuentes hídricas.
-

Obj.4-Adaptación ante amenazas climáticas

Acciones

- Implementación de una estación meteorológica e hidrológica que permita un monitoreo con sistemas de alerta para prevenir los riesgos y mitigar los impactos por las amenazas climáticas hacia las sequías
 - Desarrollar un plan de acción emergente para atender los eventos en caso de riesgos y adversidades por amenazas climáticas.
 - Creación de un Sistema integrado de información de las acequias como usuarios, Información Hídrica, meteorológica, puntos de riesgo, entre otros.
-

Obj.5-Calidad del agua para riego

Acciones

- Establecer un Plan de monitoreo continuo de calidad de aguas de las acequias con base a los parámetros establecidos por la normativa ambiental vigente y para la utilización de acuerdo a cada cultivo.
 - Cumplimiento de la normativa en cuanto a la calidad del agua enfocada a la optimización de la planta de tratamiento de agua y de remoción de agentes contaminantes en el recurso hídrico de las acequias.
-

Obj.6-Eficiencia del manejo del agua para riego y control de escorrentía

Acciones

- Sistematizar de los recursos hídricos y los usuarios internos del polígono para optimizar la oferta y demanda del recurso Hídrico con la correcta y adecuada distribución hídrica.
 - Desarrollar un modelo de gestión integrada de los recursos hídricos de las acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay.
 - Mejorar la infraestructura de las acequias, cajas de repartición, reservorios, revestimiento de canales de conducción para evitar pérdidas actuales hídricas
 - Garantizar que el caudal permanente llegue a cada uno de los usuarios en el horario respectivo para que la distribución se desarrolle con riego tecnificado.
-

-
- Promoción y aplicación de técnicas eficientes de sistemas de riego para la distribución del agua, manejo y optimización del recurso hídrico.
 - Estipular en el contrato de arrendamiento hacia los inversionistas del polígono algunos ítems como: el uso eficiente del recurso hídrico a través de medidas como la reducción de pérdidas por infiltración en los canales de conducción y distribución, concientización y educación en el buen uso, manejo y conservación del agua, el manejo de tarifas y la aplicación de tecnologías para el desarrollo eficientes con el agua.
-

Obj.8-Oferta hídrica superficial para el riego

Acciones

- Preservación de ecosistemas, cobertura vegetal y resiliencia del ambiente en áreas de conservación y circundante a las fuentes hídricas.
 - Restauración hidrológica-forestal para la conservación de la oferta hídrica superficial con programas de siembra de agua y protección tanto en la parte alta, ojos de agua y fuentes hídricas.
 - Establecer mecanismos de medición y repartición para que la distribución se realice de manera correcta y justa según lo establecido por la normativa interna y las leyes vigentes y aplicables
 - Monitoreo constante de las acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay para mantener la oferta hídrica y evitar el hurto hídrico.
 - Elaboración y aplicación del Plan de manejo del recurso hídrico para la conservación del ecosistema y la oferta hídrica superficial.
-

Obj.9-Capacitación en educación ambiental

Acciones

- Realizar campañas de educación ambiental para crear conciencia en la población de la importancia de un uso responsable del recurso hídrico tratando temas relevantes que permita una adecuada gestión integral del recurso hídrico.
 - Crear conciencia entre actores internos, instituciones y usuarios de la necesidad y relevancia que posee la protección del recurso hídrico para mantener el caudal y la producción agrícola así como para los diferentes usos que posee el agua.
-

-
- Concienciar el valor de las acequias principalmente del recurso hídrico que irriga los cultivos a través del estudio de sus funciones, valoración de los servicios ambientales difusión a nivel institucional y comunitario.
 - Socialización de la normativa vigente sobre el recurso hídrico sobre la accesibilidad a una concesión de agua, organización comunitaria para el acceso al agua, mantenimiento, uso y hurto hídrico.
-

Obj. 10-Entidades que desarrollan actividades para la conservación

Acciones

- Coordinación institucional, basada en la gestión conjunta y coordinada con la participación de los diferentes actores vinculados al manejo y a la utilización de los recursos hídricos como juntas de agua, Yachay E.P, comunidades, usuarios internos y SENAGUA, entre otras.
 - Fortalecer a las Autoridades con capacitaciones en temas ambientales y sobre todo como un factor estratégico para la población el manejo del recurso hídrico.
 - Planteamiento ante las instituciones y actores sobre la definición de acciones claras para la gestión hidro-ambiental de las acequias.
 - Integración entre actores directos e indirectos, además de las institucionales vinculados en el manejo del recurso hídrico para que se coordine actividades en pro de la sustentabilidad hídrica y la correcta gestión hídrica.
 - Asignar mayor prioridad en la planificación hídrica, por su importante desarrollo económico, social y ambiental dentro del polígono de la Ciudad del Conocimiento.
-

Obj.7,10-Consolidación de la Junta de Aguas

Acciones

- Impulsar la participación social para el fortalecimiento de Juntas de Agua para el correcto manejo y distribución del agua en la parte administrativa, política e institucional.
 - Determinar estudios previos sobre el recurso hídrico que permitan fundamentar actividades y decisiones con base a la normativa ambiental y del recurso hídrico,
 - Promover un acuerdo interinstitucional y de actores que permita una gestión integrada del recurso a nivel de las acequias que irrigan el polígono de la Ciudad del Conocimiento
-

- Definir del Plan Hídrico de las acequias, bajo los lineamientos del taller participativo entre los actores vinculados.

Obj.10-Organización comunitaria para la gestión del agua

Acciones

- Participación de las comunidades para impulsar el desarrollo económico y social a través del recurso hídrico.
- Promover la integración social entre la comunidad Yachay, la Junta de Agua y los usuarios individuales para el uso adecuado y optimización tecnológica del recurso hídrico.
- Promover la organización comunitaria entre los usuarios individuales para la legalización y autorización del uso hídrico ante las autoridades, evitando así el hurto del agua.

4.3.5. Presupuesto

Para el desarrollo y la implementación de las estrategias y acciones correctivas estipuladas se estima un presupuesto anual que se desarrolla en la siguiente tabla 16:

Tabla 16
Presupuesto de estrategias

Presupuesto	Costo unitario mensual	Costo Total Anual
Recurso Humano		
Técnico del Recurso Hídrico	3609,20	43310,36
Aguateros	1022,21	12266,49
Subtotal		155576,85
Infraestructura		
Implementación de infraestructura (cajas de distribución, revestimiento de canales, socavones, reservorios, entre otros)	1245,83	14950
Mantenimiento Preventivo de las acequias	1243,96	14927,5
Mantenimiento correctivo de las acequias	1460,42	17525
Subtotal		47402,5
Implementación de indicadores		
Costo del agua para riego	2,21	69369,96
Costo de operación del agua de riego	111,31	1335,72
Participación colectiva en actividades para recuperación y conservación del recurso hídrico	2200	30800
Conflictos por uso de agua	291,67	3500
Variabilidad del caudal referente al clima	2200	30800
Adaptación ante amenazas climáticas	2200	30800

Concesión de agua	2,21	69369,96
Calidad del agua para riego	500	7000
Eficiencia del manejo del agua para riego y control de escorrentía	5000	500000,00
Oferta hídrica superficial para el riego	7026,662933	84319,96
Capacitación en educación ambiental	354,17	4250
Entidades que desarrollan actividades para la conservación	2666,67	32000
Consolidación de la Junta de Aguas	1916,67	23000
Organización comunitaria para la gestión del agua	2083,33	25000
Subtotal		911545,59
Total		1114524,94

5. CAPITULO V

CONCLUSIONES

- En el diagnóstico de la sustentabilidad del sistema de manejo del recurso hídrico de las acequias Chiquita, Jijona y Guzmaná de la Ciudad del Conocimiento Yachay se determinó el mal estado en algunos parámetros como: la capacitación en educación ambiental es escasa, no existe sistemas de riego tecnificados que permita optimizar el recurso hídrico y minimice la escorrentía solo se realiza el riego de manera convencional por inundación, el costo de operación del agua de riego es de 84.37 USD /ha. anual del agua pero no ha sido reinvertida en el mejoramiento de la gestión hídrica, no existe un plan de atención de riesgos en el caso de que se efectuó alguna catástrofe natural, actualmente hay algunos terrenos que no han sido expropiados por Yachay siendo estos usuarios parte la lista de concesión de agua de SENAGUA por lo que no definido aún el caudal asignado y al no tener demanda interna de agua, solo la oferta, se produce el hurto hídrico.
- Al aplicar los índices de sostenibilidad y sustentabilidad hídrico se comparó los parámetros en tres acequias de la Ciudad del Conocimiento Yachay que a pesar de variar en la metodología se obtuvo el mismo resultado estableciendo que las Acequias La Chiquita y Jijona poseen una sustentabilidad media destacando como potencialidad contar con una organización como Junta de Agua eso permite tener un presupuesto para mantenimiento y operación de la misma así como el pago del suministro de agua hacia la entidad competente SENAGUA. Como puntos críticos se establecen conflictos por el uso del agua; hurto hídrico y no llevar a cabo un plan operativo para el manejo del caudal en caso de amenazas climáticas o la variabilidad del recurso hídrico. En cuanto a la acequia Guzmaná presenta una sustentabilidad baja siendo los principales puntos críticos que al ser Yachay el único usuario, no hay una organización interna adecuada que abastezca el control de todos los km de la acequia, además de no contar con un presupuesto de mantenimiento y operación evidenciándose un mayor hurto hídrico frente a los otros casos de estudio.

- Para promover el mejoramiento del recurso agua de la Ciudad del Conocimiento y alcanzar la sustentabilidad hídrica se diseñaron estrategias con base a las debilidades detectadas; estableciendo directrices técnicas en el modelo de gestión del recurso hídrico, coadyuvados de la cooperación interinstitucional, comunal, y usuarios internos, generar planes de manejo del recurso hídrico, plan de contingencia en el caso de eventos de desastres naturales, planes y programas de capacitación con enfoque hacia el recurso hídrico, así como la implementación de infraestructura y mantenimiento preventivo y correctivo de las cajas de repartición, reservorios, canales de distribución a través de la propuesta de las estrategias la cual contempla la problemática, los objetivos, las acciones a aplicar, y un presupuesto referencial .

RECOMENDACIONES

- Aplicar el modelo de gestión hídrica que permita la eficiencia del recurso a fin de extender el bienestar social y económico de manera equitativa y sustentable que sirva de referente hacia la orientación de políticas públicas, evidenciado en proyectos agrícolas, de inversión y productivos que se implementan en el polígono de la Ciudad del Conocimiento Yachay.
- Desarrollar un estudio sobre ordenamiento hídrico y la planificación anual sobre la intervención de los cuerpos de agua, con el objeto de alcanzar y mantener las condiciones de calidad y cantidad requeridas para garantizar su funcionalidad ecosistémico y sus usos actuales y potenciales, tomando en cuenta la destinación de acuerdo a los diferentes usos proyectados en las zonas mencionadas en el Plan Maestro de la Ciudad del Conocimiento.
- Elaboración de un programa integral, mismo que toma en cuenta los parámetros de sustentabilidad, recayendo como eje transversal el enfoque ambiental, específicamente en el cuidado del recurso hídrico y a la vez apoyándose en el social, con la determinación de la influencia de Yachay sobre las comunidades que integran el polígono de intervención, económico, visualizando al agua como generador de ingresos a través de las actividades productivas y político con el accionar de las autoridades basados en fundamentos legales que beneficien a derecho el líquido vital.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, N. M. (2011). La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. *Revista Virtual REDESMA*, 10 - 19.
- Almeida, O., & Gisbert, J. (2006). Variación en la calidad del agua de riego en un huerto de cítricos. *Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10(1), 64–69.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación*. Caracas: EPISTEME, C.A.
- Barton, J., & Irarrázaval, F. (2016). Adaptación al cambio climático y gestión de riesgos naturales: buscando síntesis en la planificación urbana. *de Geografía Norte Grande*(63), 87-110.
- Bedoya, M., Benavides, H., Cabrera, M., Carrillo, H., Ceballos, J., Contreras, C., . . . Duarte, M. (2010). *Vulnerabilidad*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales de Colombia.
- Bernal, A., Rivas, L., & Peña, P. (enero-junio de 2014). Propuesta de un modelo de co-gestión para los Pequeños Abastos Comunitarios de Agua. *Perfiles Latinoamericanos*, 22(43), 159-184.
- Cárdenas, Á. (2014). *Estudios de caracterización, diagnóstico y evaluación de fuentes de aprovechamiento que existen en el área de la Ciudad del Conocimiento Yachay en 4.270 ha*. Urcuquí: Cárdenas, Ángel.
- Casas, A. (2010). La gestión comunitaria del agua y su relación con las políticas públicas municipales: El caso del manantial de Patamburapio en el estado de Michoacán, 2009-2014. *Intersticios Sociales*(10), 1-43.
- CEPAL. (2003). La gobernabilidad de la gestión del agua en el Ecuador. *GWP - SAMTAC*.
- Cervantes, A., Velázquez, M., & Pimentel, J. (2016). Gobierno y administración local del agua potable en la Ciénega de Chapala, Michoacán, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(1), 65-80.
- Cervera, L. E. (julio-diciembre de 2007). Indicadores de uso sustentable del agua en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Estudios Fronterizos*, 8(16), 9-41.
- Claire, R. (2001). *La Descentralización y sus implicaciones en el manejo de las Áreas Protegidas. El caso de la Reserva Ecológica Cotacachi - Cayapas*. Quito: FLACSO.
- Codificación de la Ley de Aguas. (2004). *Codificación de la Ley de Aguas*. Quito.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi.

- Damonte, G., Gonzales, I., & Lahud, J. (2016). La construcción del poder hídrico: agroexportadores y escasez de agua subterránea en el valle de Ica y las pampas de Villacurí. *ANTHROPOLOGICA*(37), 87-114.
- Delgado, S., Trujillo, J., & Torres, M. (2013). La huella hídrica como una estrategia de educación ambiental enfocada a la gestión del recurso hídrico: ejercicio con comunidades rurales de Villavicencio . *Luna Azul*(36), 70-77.
- Delgado, W. (2015). Gestión y valor económico del recurso hídrico. *Universidad Católica de Colombia.Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas*, 7(2), 279-298.
- Ecuambiente consulting grup. (2014). *Estudio de Impacto Ambiental de la Ciudad del Conocimiento Yachay*. Urcuqui: Ecuambiente consulting grup.
- Espinosa, E., & Jimenes, L. (2008). *Agua y sostenibilidad. Sostenibilidad de las cuencas*. España.
- GADMU. (2011). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2011-2031 del cantón San Miguel de Urcuquí*. Urcuqui.
- Galindo, E., & Palerm, J. (2007). Pequeños sistemas de agua potable: entre la autogestión y el manejo municipal en el estado de hidalgo, méxico. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 4(2), 19.
- Gamboa, N., & Sierra, D. (2018). *Cálculo de los Módulos de Consumo de Agua de las Veredas La Caja y Rosario en el Municipio de Choachí, dentro del PNN Chingaza y su Zona con Función Amortiguadora*. Bogota D.C: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Gómez, A. (2010). La concesión de aguas superficiales a la luz de la teoría general del acto administrativo Incidencia de la tradición dogmática del derecho público en el derecho ambiental. *Universidad del Rosario*, 343-379.
- Gómez, J. (enero-junio de 2014). Del Desarrollo Sostenible a la Sustentabilidad Ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 23(1), 115-136.
- Liber, M. (2015). Los mecanismos legales de acceso al agua en las provincias áridas del oeste argentino: principios y características comunes. *FCA UNCUYO*, 47(1), 145-157.
- Loaiza, W., Reyes, A., & Carvajal, Y. (2012). Application of a Sustainability Index of Water Resources in Agriculture (ISRHA), to define sustainable technological strategies in the Centella watershed. *Ingeniería y Desarrollo*, 30(2), 23.
- MAE & CORPORACIÓN GRUPO RANDI RANDI. (2006). *Diagnóstico de los recursos hídricos de la reserva ecológica Cotacachi – Cayapas propuesta de monitoreo de recursos hídricos*. Ibarra.

- Martínez, R. (2010). *Propuesta metodológica para la evaluación de impacto*. Bogotá.
- Martínez, Y., & Villalejo, V. (Enero de 2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL*, 39(1), 58-72.
- Mendieta, M., & Gutiérrez, G. (2014). Actitudes ambientales hacia el agua, una exploración en estudiantes del Municipio de Ventaquemada (Boyacá). *Revista Luna Azul*(39), 40-62.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2014). *V Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el convenio de biodiversidad biológica*. Bogotá-Colombia: D.C.
- Otaya, L., Vásquez, G., & Bustamante, G. (2008). Estimación de la oferta hídrica con información escasa en ecosistemas estratégicos. *fac.Nal.Agr.Medellín*, 61(1), 4366-4380.
- Palma, D. (2005). *Reflexiones económicas cómo elaborar propuestas de investigación*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales (IDIES).
- Pérez, A., & Ortiz, B. (2013). Participación ciudadana en la transformación del manejo del agua en Puerto Rico. *Puertorriqueña de Psicología*, 24, 1-16.
- Preciado, M., Güitrón, A., & Hidalgo, J. (septiembre-octubre de 2013). Aplicación del índice de sustentabilidad WSI en la cuenca Lerma-Chapala. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 4(4), 93-113.
- Quintero, M., Carvajal, Y., & Aldunce, P. (junio de 2012). Adaptación a la variabilidad y el cambio climático intersecciones con la Gestión de Riesgo. *Luna Azul*, 34, 257-271.
- Ramírez, A., Sánchez, J., & García, A. (julio-diciembre de 2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del Centro de Investigación.*, 6(21), 55-59.
- Reyes, H., & Cardona, L. C. (2015). La educación ambiental como estrategia necesaria para la planificación de nuevos enfoques regionales en el departamento del Meta. *Sophia*, 11(2), 169-184.
- Rodríguez, E., & Troncoso, J. (Diciembre de 2005). Evaluación técnica y económica de un sistema de riego por pivote central. *Agro Sur*, 33(2), 62-73.
- Rojas, J., Perez, M., Malheiro, T., Madera, C., Guimarães, M., & Santos, R. (2013). Análisis comparativo de modelos e instrumentos de gestión integrada del recurso hídrico en Suramérica. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 8(1), 25.

- Rolland, L., & Vega, Y. (2010). La gestión del agua en México. *Polis: Investigación y Análisis Sociopolítico y Psicosocial*, 6(2), 155-188.
- Salomón, M., Guaman, R. C., Rubio, C., Galárraga, R., & Abraham, E. (enero de 2008). Indicadores de uso del agua en una zona de los Andes centrales de Ecuador. Estudio de la cuenca del Río. *Ecosistemas*, 17(1), 72-85,.
- Senent, J., Pérez, J., & Alicia, B. (2016). Evaluación de la sostenibilidad de cuencas mediterráneas semiáridas. Caso de estudio: cuenca del Segura, España. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(2), 67-84.
- SENPLADES. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013- 2017*. Quito.
- Soca, J., & Toriz, C. (2016). Metodología del costo unitario de la maquinaria de los módulos de Distrito de Riego. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(2), 27-34.
- Tafur, V. (2016). *Dinámicas y modalidades de exclusión del agua en la sierra norte del Ecuador el caso del cantón Urcuqui*. Quito.
- Vásquez, P. J. (enero-junio de 2008). Gestión de recursos hídricos en América Latina: Un asunto de equidad y sostenibilidad. *AD-minister*(12), 107-118.
- Velásquez, L., & D'Armas, M. (2013). Indicadores de desarrollo sostenible para la planificación y toma de decisiones en el municipio caroní. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 17(66), 19-27.

Anexo 1

VARIABILIDAD CLIMATICA

Anexo 1.1 Clima diagrama de la estación meteorológica Cahuasqui-FAO (1990-2010)

Anexo 1.2 Datos Meteorológicos de la estación meteorológica Cahuasqui-FAO (1990-2010)

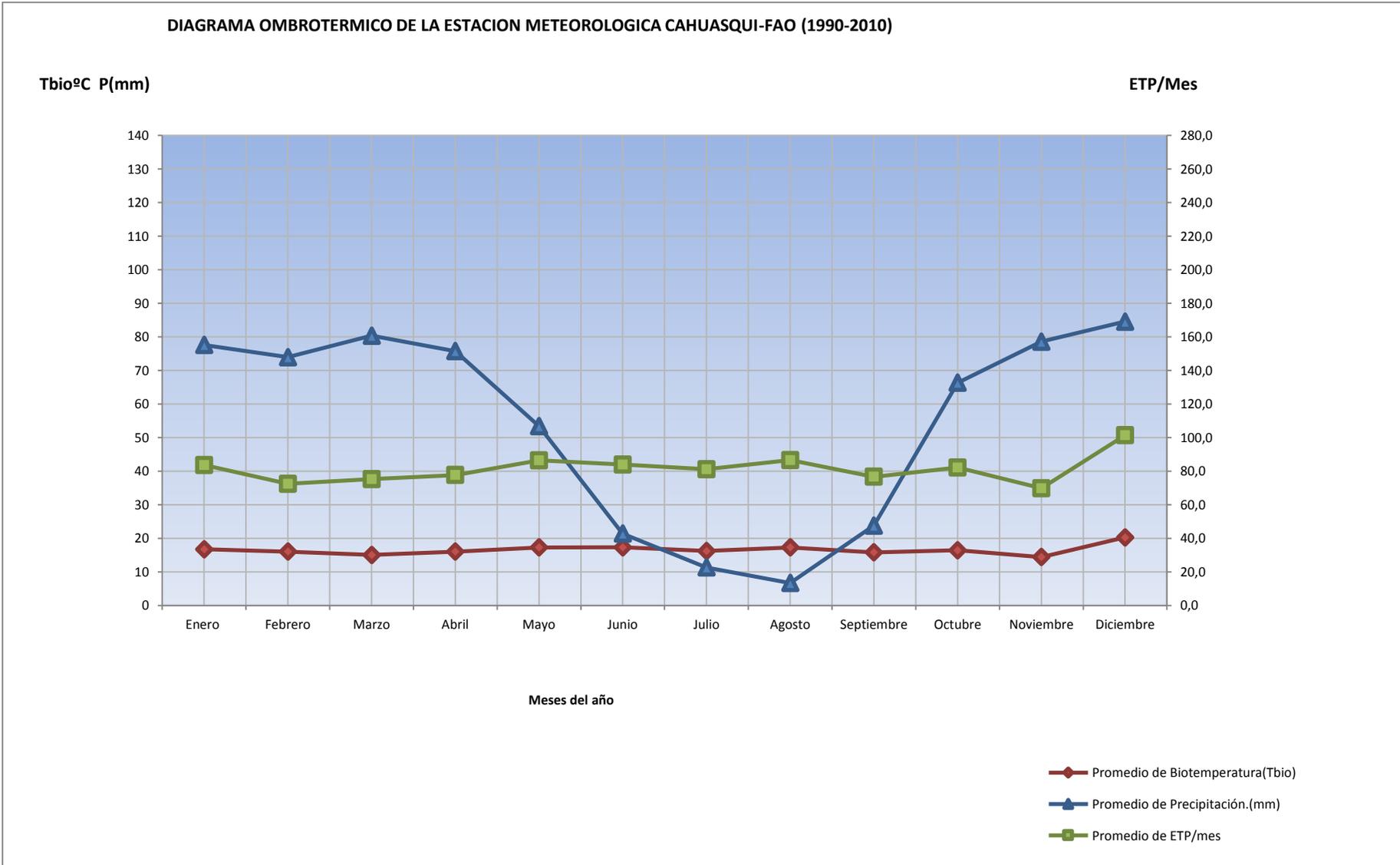
Anexo 1.3 Cuadro de clasificación bioclimática.

Anexo 1.4 Biotemperatura

Anexo 1.5 Evapotranspiración (ETP)

Anexo 1.6 Precipitación

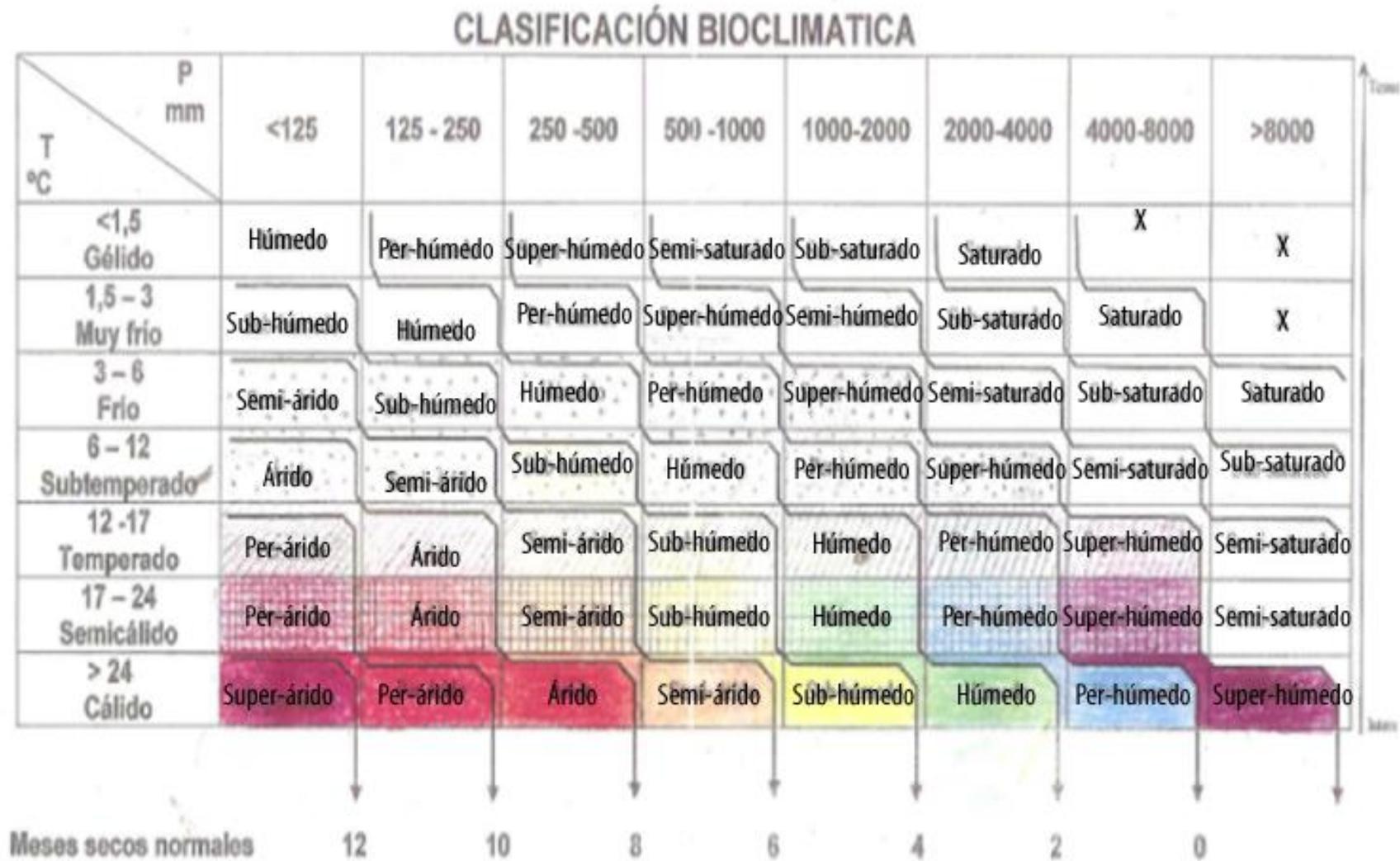
Anexo 1.1 Clima diagrama de la estación meteorológica Cahuasqui-FAO (1990-2010)



Anexo 1.2 Datos Meteorológicos de la estación meteorológica Cahuasqui-FAO (1990-2010)

Mes	Número de días	Constante	Promedio de Biotemperatura(Tbio)	de Promedio de ETP/mes	Media de Promedio de ETP	de Promedio de Precipitación (mm)
Enero	31	5,0	16,71	83,6	41,8	77,6
Febrero	28	4,5	16,02	72,4	36,2	73,9
Marzo	31	5,0	15,03	75,2	37,6	80,4
Abril	30	4,8	16,04	77,7	38,8	75,8
Mayo	31	5,0	17,265	86,4	43,2	53,4
Junio	30	4,8	17,325	83,9	42,0	21,4
Julio	31	5,0	16,205	81,1	40,6	11,3
Agosto	31	5,0	17,29	86,5	43,3	6,7
Septiembre	30	4,8	15,82	76,6	38,3	23,8
Octubre	31	5,0	16,42	82,2	41,1	66,4
Noviembre	30	4,8	14,405	69,8	34,9	78,6
Diciembre	31	5,0	20,25	101,4	50,7	84,6
Año	365	58,9	17,4	1026,6		653,8

Anexo 1.3 Cuadro de clasificación bioclimática



Anexo 1.4 Biotemperatura

MES	BIOTEMPERATURA 1990	BIOTEMPERATURA 1991	BIOTEMPERATURA 1992	BIOTEMPERATURA 1993	BIOTEMPERATURA 1994	BIOTEMPERATURA 1995	BIOTEMPERATURA 1996	BIOTEMPERATURA 1997	BIOTEMPERATURA 1998	BIOTEMPERATURA19 99	BIOTEMPERATURA 2000	BIOTEMPERATURA 2002	BIOTEMPERATURA 2003	BIOTEMPERATURA 2004	BIOTEMPERATURA 2005	BIOTEMPERATURA20 06	BIOTEMPERATURA20 07	BIOTEMPERATURA 2008	BIOTEMPERATURA 2009	BIOTEMPERATURA 2010	PROMEDIO DE BIOTEMPERATURA
Enero	16,3	15,8	17,1	16,1	16,1	17,2	16,1	15,5	18,2	15,4	15,1	16,5	23	16,8	16,9	16	17	15,7	16	17,4	16,71
Febrero	16	17,1		16,2	16,5	17,4	16,4	16,9	17,9	15,5	15,6	16,6	23	16,7	16,6	16,7	16,2	15,6	16,1	17,4	16,02
Marzo	16,6	16,8	17,4	16,1	16,5	16,7	16,4	17,1	18,2	16,2	15,6			17,4	16,5	16,4	16,5	15,8	16,7	17,7	15,03
Abril	16,9	16,9	16,9	16,8	16,7	17,7	17	17,2	18,2	16,7	16,2	16,5		16,8	17,2	16,2	16,6	16,1	16,8	17,4	16,04
Mayo	16,8	17	16,7	16,7	16,9	17,3	16,9	17,2	17,4	16,4	16	17,6	23,2	17,4	17,2	16,9	16,8	16	17,4	17,5	17,26
Junio	17,1	17,2	16,9	17,6	17,4	18	17,1	17,1	17,5	16,7	16,7	16,7	22,3	17,2	17,4	16,7	16	16,6	17,4	16,9	17,33
Julio	16,3	16,6	16	16,8	16,6	17,1	17,2	17	17,4	16,6	16,5	17,6	22,2	16,9		16,5	17	16	17,2	16,6	16,21
Agosto	16,7	16,1	16,8	17,3	16,4	17,5	17,3	17,3	17,4	16,8	16,2	17,4	23,5	17,8	17,4	16,7	16,4	16,7	17,4	16,7	17,29
Septiembre	17,3	16,5		17,5	17,1	17,6	17,8	18,1	17,7	16,3	16,7	17,7	23,4	17,4		17,1	17	16,8	17,7	16,7	15,82
Octubre	16,2	16,9	16,9	17,4	16,8	17,2	17,5	17,7	17,6	16,5	17,4	17,1	22,7	17,4		16,8	16	16,4	17,4	16,5	16,42
Noviembre	17,2		16,5	16,1	16,4		17,4	16,6	16,6	16,3	17,1	17	22,8	17		16,1	16,3	16,3	17,4	15	14,41
Diciembre	16,7	80	16,4	16,8	16,8	17,2	17	17,4	16,9	15,3	17,1	17,2	21,7	17	21,3	16,5	15,4	16,1	17	15,2	20,25
Año	16,7	20,6	14,0	16,8	16,7	15,9	17,0	17,1	17,6	16,2	16,4	15,7	19,0	17,2	11,7	16,6	16,4	16,2	17,0	16,8	16,57

Anexo 1.5 Evapotranspiración (ETP)

MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	ETP MES	PROMEDI O DE ETP
		1991								1999				2003		2005					2010	
Enero	81,5	79,0	85,5	80,5	80,5	86,0	80,5	77,5	91,0	77,0	75,5	82,5	115,0	84,0	84,5	80,0	85,0	78,5	80,0	87,0	83,6	
Febrero	72,0	77,0		72,9	74,3	78,3	73,8	76,1	80,6	69,8	70,2	74,7	103,5	75,2	74,7	75,2	72,9	70,2	72,5	78,3	72,1	
Marzo	83,0	84,0	87,0	80,5	82,5	83,5	82,0	85,5	91,0	81,0	78,0	0,0	0,0	87,0	82,5	82,0	82,5	79,0	83,5	88,5	75,2	
Abril	81,1	81,1	81,1	80,6	80,2	85,0	81,6	82,6	87,4	80,2	77,8	79,2	0,0	80,6	82,6	77,8	79,7	77,3	84,0	83,5	77,2	
Mayo	84,0	85,0	83,5	83,5	84,5	86,5	84,5	86,0	87,0	273,9	80,0	88,0	116,0	87,0	287,2	84,5	84,0	80,0	87,0	292,3	116,2	
Junio	82,1	82,6	81,1	84,5	83,5	86,4	82,1	82,1	84,0	80,2	80,2	80,2	107,0	82,6	83,5	80,2	76,8	79,7	83,5	81,1	83,2	
Julio	81,5	83,0	80,0	84,0	83,0	85,5	86,0	85,0	87,0	83,0	82,5	88,0	111,0	84,5		82,5	85,0	80,0	86,0	83,0	81,0	
Agosto	83,5	80,5	84,0	86,5	82,0	87,5	86,5	86,5	87,0	84,0	81,0	87,0	117,5	89,0	87,0	83,5	82,0	83,5	87,0	83,5	86,5	
Septiembre	83,0	79,2		84,0	82,1	84,5	85,4	86,9	85,0	78,2	80,2	85,0	112,3	83,5		82,1	81,6	80,6	85,0	80,2	75,9	
Octubre	81,0	84,5	84,5	87,0	84,0	86,0	87,5	88,5	88,0	82,5	87,0	85,5	113,5	87,0		84,0	80,0	82,0	87,0	82,5	82,1	
Noviembre	82,6		79,2	77,3	78,7		83,5	79,7	79,7	78,2	82,1	81,6	109,4	81,6		77,3	78,2	78,2	83,5	72,0	69,1	
Diciembre	83,5	400,0	82,0	84,0	84,0	86,0	85,0	87,0	84,5	76,5	85,5	86,0	108,5	85,0	106,5	82,5	77,0	80,5	85,0	76,0	101,3	
Año	81,6	101,3	69,0	82,1	81,6	77,9	83,2	83,6	86,0	95,4	80,0	76,5	92,8	83,9	74,0	81,0	80,4	79,1	83,7	99,0	83,6	

Anexo 1.6 Precipitación

MES	PRECIPITACIÓ	PROMEDIO DE																			
Enero	38,4	68,9	20,6	91,4	135,9	7,5	103,5	201,4	59,6	180,9	123,8	46,5	0,4	42,5	58,6	97,3	40,8	116,1	113,9	4,0	77,6
Febrero	150,9	34,0		132,6	78,3	100,0	69,7	24,4	27,3	163,9	89,7	20,1	66,2	12,1	129,1	69,3	38,8	108,3	137,5	26,7	73,9
Marzo	35,5		36,6	87,6	110,7	80,6	152,9	115,9	38,2	85,4	141,3			22,3	66,7	193,5	141,6	159,4	123,0	16,2	80,4
Abril	76,5	24,0	14,7	89,7	116,1	55,9	100,6	63,0	40,5	90,5	100,9	98,7		75,9	60,5	206,2	106,6	65,4	41,9	87,9	75,8
Mayo	37,2	109,9	34,1	49,9	42,0	26,6	123,9	23,0	115,1	43,6	103,8	9,7	8,1	27,0	16,9	35,2	34,2	119,2	24,5	83,8	53,4
Junio	14,2	14,9	9,9	1,6	0,5	30,8	27,5	86,5	11,0	29,4	41,0	27,6	5,3	0,0	5,4	16,6	12,7	26,0	47,9	19,4	21,4
Julio	41,4	11,7	6,1	3,1	13,6	14,1	2,7		16,8	8,4	15,5	5,0	24,6	1,6		7,8	9,2	0,3	0,0	44,8	11,3
Agosto	0,0	3,5	6,0	9,6	2,8	5,2	16,4	1,8	13,1	3,0	4,6	2,8		0,0	1,4	7,7	31,2	6,1	0,0	18,3	6,7
Septiembre	2,7	23,8		46,8	35,0	6,5	24,6	62,5	0,8	94,1	46,3	31,7	9,1	14,9		9,5	0,0	27,3	0,6	39,9	23,8
Octubre	151,1	37,5	45,0	79,1	77,6	80,7	54,4	76,9	53,8	51,5	20,5	123,8	96,5	26,9		45,5	98,3	130,4	40,2	37,4	66,4
Noviembre	7,9		67,3	172,9	83,1		42,1	160,1	134,8	109,8	1,7	45,7	121,7	77,3		149,0	87,8	101,0	35,3	174,4	78,6
Diciembre	27,6	107,1	59,4	86,8	66,4	18,4	70,1	46,0	36,6	200,6	24,9	86,2	93,8	35,3	161,9	106,5	108,1	90,7	124,2	140,4	84,6
Año 1990	48,6	36,3	25,0	70,9	63,5	35,5	65,7	71,8	45,6	88,4	59,5	41,5	35,5	28,0	41,7	78,7	59,1	79,2	57,4	57,8	54,5

Anexo 2

Matriz de Importancia

Anexo 2.1 Tabla de datos de las 11 Acequias de la Ciudad del Conocimiento

Anexo 2.2 Matriz de Importancia

Anexo 2.1

Tabla de datos de las 11 Acequias de la Ciudad del Conocimiento

Vertiente	Nombre del sistema	Concesión (l/s)	Km	Tipo de infraestructura	Superficie Ha	Estado del sistema	Calidad de agua 2013-2014
	Nombre	Concesión		Tipo infra.		Estado sistema	----
Rio Ambi	Canal Salinas	1500		Convencional	224	Buen estado	----
Q. Chimborazo	La Banda	60	28	Rustico	482	Mal estado	----
Rio Cariyacu	La Chiquita	550	25	Mixto	1.164	Buen estado	Buena
Rio Huarmiyacu	La Grande de Caciques	200	18,23719	Convencional	500	Buen estado	----
Rio Cariyacu y Ambi	La Guzmaná	800	28,80478	Rustico	630	Mal estado	Buena
Rio Yanayacu	La Jijona	280	26,74682	Mixto	650	Regular	Buena
Q. Piguinchuela	La Piguinchuela Alta	36	7,34438	Rustico		Mal estado	----
Q. Piguinchuela	La Piguinchuela Baja	85	3,5635	Rustico		Buen estado	----
Rio Ambi	La San Luis	300	14,07336	Rustico	224	Mal estado	----
Rio Cariyacu	Madre de Coñaqui	180	21,37258	Rustico	60	Buen estado	Buena
Q. Herraduras	San Eloy	60	20,19147	Rustico	843	Regular	----
Rio Cariyacu	Tapiapamba	280	25,86859	Rustico	180	Buen estado	Buena
Vertiente Totoral	Vertiente Totoral	40			50		----

Anexo 2.2

Matriz de Importancia

Nombre	Concesión	Km	Tipo infra.	Ha	Estado sistema	Usuarios	Junta	ICA 2013-2014	ICA 2017	TOTAL
La Chiquita	9	8	2	10	3	8	1	1		42
La Guzmaná	10	12	1	7	1	4		1		36
La Jijona	7	10	2	8	2	2	1	1		33
Tapiapamba	7	9	1	3	3	5		1	1	30
San Eloy	3	6	1	9	2	7			1	29
La Banda	3	11	1	5	1	7				28
La Grande de Caciques	6	5	3	6	3	2	1		1	27
La San Luis	8	4	1	4	1	6			1	25
Canal Salinas	11	1	3	4	3					22
La Piguinchuela Baja	4	2	1	12	3					22
La Piguinchuela Alta	1	3	1	11	1	3				20
Madre de Coñáqui	5	7	1	2	3	1		1		20

Anexo 3

TULSMA

Anexo 3 Libro VI anexo 1 TABLA 6. Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola

4.1.3.7 El Ministerio del Ambiente dictará una Subnorma específica como complemento a la presente, referente a aguas subterráneas.

4.1.4 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego

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 esta Norma.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación (ver tabla 6) :

TABLA 6. 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

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	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
Fluor	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
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coniformes Totales	nmp/100 ml		1 000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	cero
Zinc	Zn	mg/l	2,0

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 7):

TABLA 7. PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	*GRADO DE RESTRICCIÓN.			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
Salinidad (1):					
CE (2)	mmhos/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	0,7	0,2	< 0,2
RAS = 3 - 6 y CE		1,2	1,2	0,3	< 0,3
RAS = 6 - 12 y CE		1,9	1,9	0,5	< 0,5
RAS = 12 - 20 y CE		2,9	2,9	1,3	< 1,3
RAS = 20 - 40 y CE		5,0	5,0	2,9	< 2,9
Toxicidad por ión específico (5):					
- Sodio:					
Irrigación superficial RAS (6)		3,0	3,0	9	> 9,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0		
- Cloruros					
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0	10,0	>10,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0		
- Boro	mg/l	0,7	0,7	3,0	> 3,0
Efectos misceláneos (7):					
- Nitrógeno (N-NO ₃)	mg/l	5,0	5,0	30,0	>30,0
- Bicarbonato (HCO ₃)	meq/l	1,5	1,5	8,5	> 8,5
pH	Rango normal	6,5 - 8,4			

*Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- (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.

Anexo 4

Encuestas

Anexo 4.1 Encuestas desarrolladas en la presente investigación usuarios internos

Anexo 4.2 Encuestas desarrolladas en la presente investigación usuarios externos

Anexo 4.1 Encuestas desarrolladas en la presente investigación usuarios internos



ENCUESTA SOBRE SUSTENTABILIDAD HIDRICA



Estimado Usuario, la presente encuesta es parte de una investigación para obtener el título de Maestría en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, la cual se desarrollara en el área del polígono de la Ciudad del Conocimiento Yachay en particular a las acequias Chiquita, Jijona, Guzmán. De manera gentil solicito que la siguiente encuesta sea contestada con la mayor sinceridad posible como usuario interno o externo.

De antemano agradezco el apoyo brindado para el desarrollo de la investigación.

1. ¿Qué actividades productivas realiza usted? (solo escoger una, la más cercana)

Jornalero	
Agricultura	<input checked="" type="checkbox"/>
Construcción	
Comercio	
Transporte	
Artesanías	
Funcionario Público	
Otras	

2. ¿Cuál es su nivel de ingresos mensual estimado?

- a.- 0 - 360 USD
- b.- 361 - 700 USD
- c.- 701 - 1000 USD
- d.- más de 1000 USD

3. Su predio cuenta con:

- a.- Bosque
- b.- Barbecho
- c.- Pajonal
- d.- Pasto cultivado
- e.- Cultivos ciclo corto
- f.- Cultivos perennes
- g.- Otros _____

4. ¿Cuenta con agua de riego? SI... NO..... (Si su respuesta es afirmativa cuantas horas de riego tiene al mes por hectárea...2.5...)

5. ¿Pertenece usted a alguna organización comunitaria para el manejo y cuidado del agua?

- a.- Si ¿Cuál? Ug. de S. G. de S. de P. de E.
- b.- No ¿Por qué? ...no me da tiempo de ir...

6. ¿Pertenece a una junta de agua?

- a.- Si ¿Cuál?
- b.- No

7. ¿Ha recibido alguna capacitación en educación ambiental?
¿Cuál?

SI..... NO

Si su respuesta es afirmativa seleccione cual	
Cosecha de agua	<input type="checkbox"/>
Cuidado del suelo	<input type="checkbox"/>
Reforestación	<input type="checkbox"/>
Cuidados del agua	<input type="checkbox"/>
Tipos de riego	<input type="checkbox"/>
Otras	<input type="checkbox"/>

8. ¿Cómo ve usted la calidad de agua que usted utiliza para el riego de sus cultivos?

Excelente	<input type="checkbox"/>
Buena	<input checked="" type="checkbox"/>
Mala	<input type="checkbox"/>
Regular	<input type="checkbox"/>
Pésimo	<input type="checkbox"/>

9. ¿Qué tipo de riego utiliza usted para sus cultivos?

Riego por inundación	<input type="checkbox"/>
Riego por goteo	<input checked="" type="checkbox"/>
Riego por aspersión	<input type="checkbox"/>
Otros:	<input type="checkbox"/>

10. ¿Cómo considera que es el sistema de riego que utiliza?

Excelente	<input type="checkbox"/>
Buena	<input checked="" type="checkbox"/>
Mala	<input type="checkbox"/>
Regular	<input type="checkbox"/>
Pésimo	<input type="checkbox"/>

11. ¿Cómo considera que es el control de escorrentía[remanente o excedente de agua]?

Excelente	<input type="checkbox"/>
Buena	<input type="checkbox"/>
Mala	<input checked="" type="checkbox"/>
Regular	<input type="checkbox"/>
Pésimo	<input type="checkbox"/>

12. ¿Qué acción ha hecho usted para cuidar el caudal frente a los cambios climáticos?

Ninguno	<input type="checkbox"/>
Siembra de árboles	<input type="checkbox"/>
Siembra de agua	<input type="checkbox"/>
Cosecha de agua	<input type="checkbox"/>
Impermeabilización en áreas de la acequia o canal	<input checked="" type="checkbox"/>
Implementación de sistemas de riego	<input type="checkbox"/>
Entubado del caudal del agua	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>



ENCUESTA SOBRE SUSTENTABILIDAD HIDRICA



13. ¿Ha tenido conflictos por el uso del agua? SI..... NO.....

Si su respuesta es afirmativa seleccione cual conflicto:	
Con los vecinos	
Con las instituciones referente al costo o gasto	
Con autoridades que distribuyen el agua Por distribución	
No se respetaron los horarios	
No llega la cantidad acordada	
Otros:	

14. ¿Cuáles son los principales problemas que usted tiene con el manejo del agua?

Regar... Deterioro

15. ¿Ha participado en alguna actividad para la protección y conservación de las acequias?

- a.- Si ¿Cuál?
- b.- No ¿Por qué?

16. ¿Cuál es el costo que usted cancela por el uso del agua y cada qué periodo lo realiza?

Costo (Dinero)	Periodo (Días, mes, años)
<i>46</i>	<i>Día</i>

15. ¿Qué personas o instituciones considera usted que pueden ayudar a resolver los conflictos por el uso de agua o que están involucradas en el manejo del agua?

SENAGUA	
Gobierno Provincial de Imbabura	
GAD Municipal de Urcuquí	
Junta Parroquial	
Yachay	
Junta de agua	<input checked="" type="checkbox"/>
Otros:	

Datos Generales

Edad	<i>56</i>
Genero	M <input checked="" type="checkbox"/> F

Anexo 4.2 Encuestas desarrolladas en la presente investigación usuarios externos



ENCUESTA SOBRE SUSTENTABILIDAD HIDRICA



Estimado Usuario, la presente encuesta es parte de una investigación para obtener el título de Maestría en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, la cual se desarrollara en el área del polígono de la Ciudad del Conocimiento Yachay en particular a las acequias Chiquita, Jijona, Guzmán. De manera gentil solicito que la siguiente encuesta sea contestada con la mayor sinceridad posible como usuario interno o externo.

De antemano agradezco el apoyo brindado para el desarrollo de la investigación.

1. ¿Qué actividades productivas realiza usted? (solo escoger una, la más cercana)

Jornalero	
Agricultura	<input checked="" type="checkbox"/>
Construcción	
Comercio	
Transporte	
Artesanías	
Funcionario Público	
Otras	

2. ¿Cuál es su nivel de ingresos mensual estimado?

- a.- 0 - 360 USD
- b.- 361 - 700 USD
- c.- 701 - 1000 USD
- d.- más de 1000 USD

3. Su predio cuenta con:

- a.- Bosque
- b.- Barbecho
- c.- Pajonal
- d.- Pasto cultivado
- e.- Cultivos ciclo corto
- f.- Cultivos perennes
- g.- Otros _____

4. ¿Cuenta con agua de riego? Si NO (Si su respuesta es afirmativa cuantas horas de riego tiene al mes por hectárea... 1...)

5. ¿Pertenece usted a alguna organización comunitaria para el manejo y cuidado del agua?

- a.- Si ¿Cuál? Comuna Armada
- b.- No ¿Por qué? _____

6. ¿Pertenece a una junta de agua?

- a.- Si ¿Cuál? Solo junta la Chiquita
- b.- No

7. ¿Ha recibido alguna capacitación en educación ambiental?

SI.....X..... NO.....

¿Cuál?

Si su respuesta es afirmativa seleccione cual	
Cosecha de agua	
Cuidado del suelo	
Reforestación	X
Cuidados del agua	
Tipos de riego	
Otras	

8. ¿Cómo ve usted la calidad de agua que usted utiliza para el riego de sus cultivos?

Excelente	
Buena	X
Mala	
Regular	
Pésimo	

9. ¿Qué tipo de riego utiliza usted para sus cultivos?

Riego por inundación	X
Riego por goteo	
Riego por aspersión	
Otros:	

10. ¿Cómo considera que es el sistema de riego que utiliza?

Excelente	
Buena	X
Mala	
Regular	
Pésimo	

11. ¿Cómo considera que es el control de escorrentía(remanente o excedente de agua)?

Excelente	
Buena	X
Mala	
Regular	
Pésimo	

12. ¿Qué acción ha hecho usted para cuidar el caudal frente a los cambios climáticos?

Ninguno	
Siembra de árboles	X
Siembra de agua	
Cosecha de agua	
Impermeabilización en áreas de la acequia o canal	
Implementación de sistemas de riego	
Entubado del caudal del agua	
Otros	



ENCUESTA SOBRE SUSTENTABILIDAD HIDRICA



13. ¿Ha tenido conflictos por el uso del agua? SI...... NO.....

Si su respuesta es afirmativa seleccione cual conflicto:	
Con los vecinos	
Con las instituciones referente al costo o gasto	
Con autoridades que distribuyen el agua	
Por distribución	
No se respetaron los horarios	
No llega la cantidad acordada	<input checked="" type="checkbox"/>
Otros:	

14. ¿Cuáles son los principales problemas que usted tiene con el manejo del agua?

la cantidad de agua no llega

15. ¿Ha participado en alguna actividad para la protección y conservación de las acequias?

a.- Si ¿Cuál?

Por votar herbicida

b.- No ¿Por qué?

16. ¿Cuál es el costo que usted cancela por el uso del agua y cada qué periodo lo realiza?

Costo (Dinero)	Periodo (Días, mes, años)
<i>5 dolares</i>	<i>cada mes</i>

17. ¿Qué personas o instituciones considera usted que pueden ayudar a resolver los conflictos por el uso de agua o que están involucradas en el manejo del agua?

SENAGUA	<input checked="" type="checkbox"/>
Gobierno Provincial de Imbabura	
GAD Municipal de Urcuquí	
Junta Parroquial	
Yachay	
Junta de agua	
Otros:	

Datos Generales

Edad	<i>46</i>	<input checked="" type="checkbox"/>
Genero		M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>

Anexo 5

Registro Fotográfico

Anexo 5.1 Fotografía Molinete electrónico

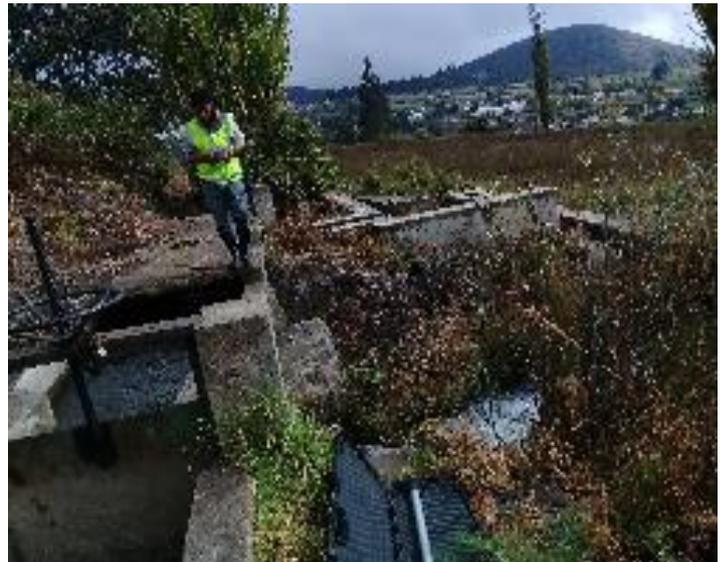
Anexo 5.2 Fotografía Caja de distribución de la Acequia La Chiquita

Anexo 5.3 Fotografía Acequia La Guzmaná

Anexo 5.4 Fotografía Acequia La Jijona



Anexo 5.1 Fotografía Molinete electrónico



Anexo 5.2 Fotografía Caja de distribución de la Acequia La Chiquita



Anexo 5.3 Fotografía Acequia La Guzmána



Anexo 5.4 Fotografía Acequia La Jijona

Anexo 6

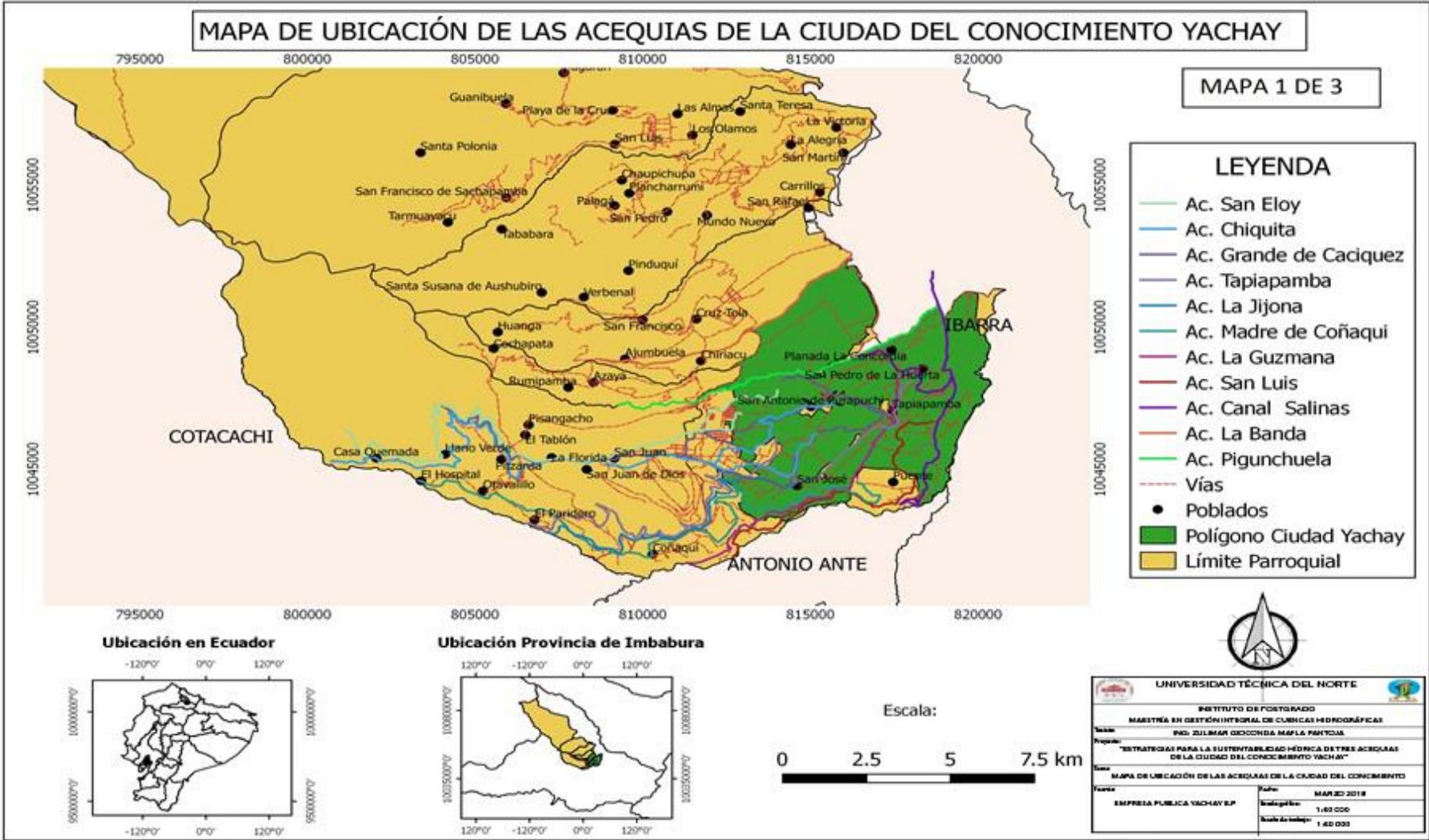
Mapas

Anexo 6.1 Mapa de Ubicación

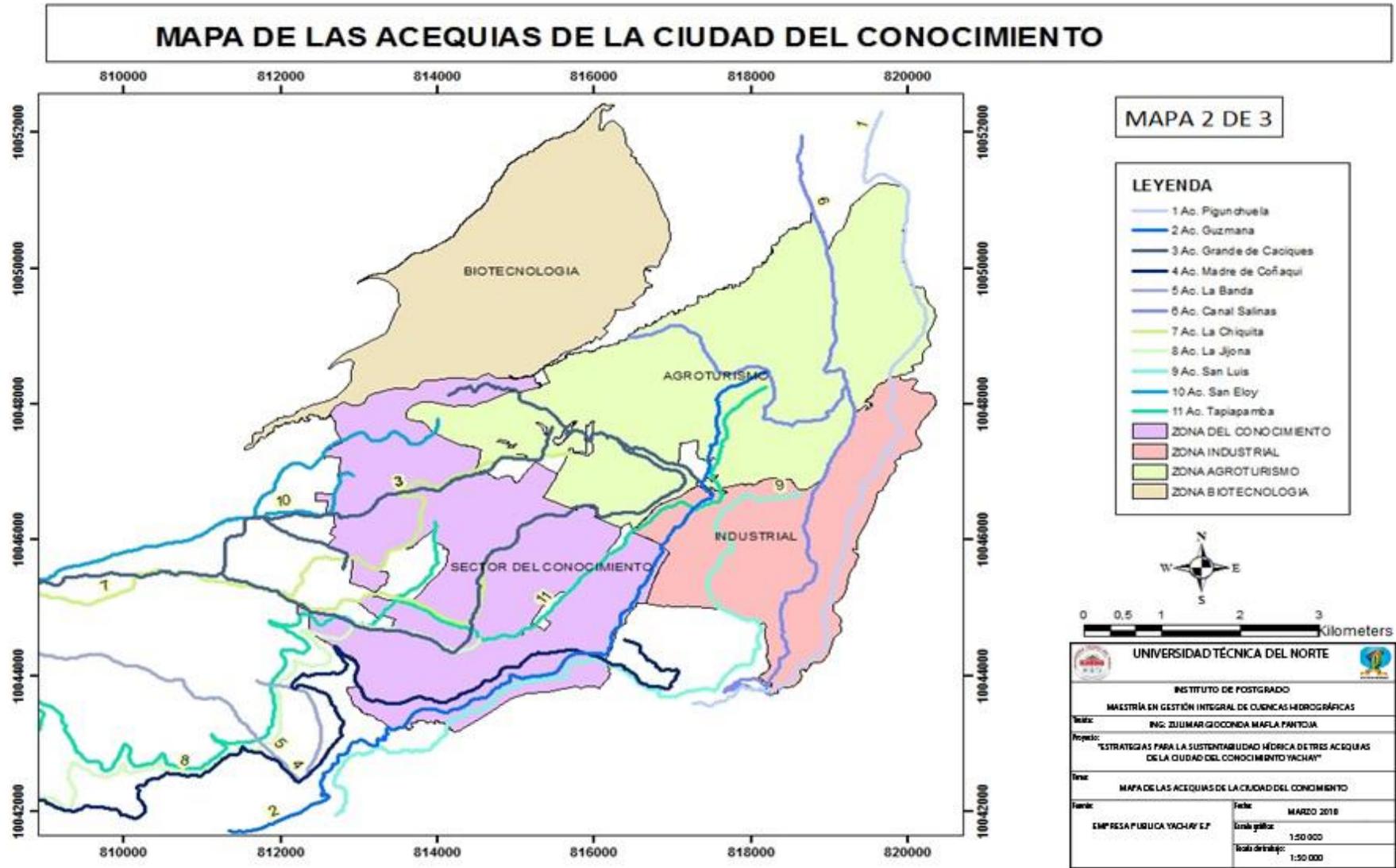
Anexo 6.2 Mapa de Área de Estudio

Anexo 6.3 Mapa de puntos de Muestreo

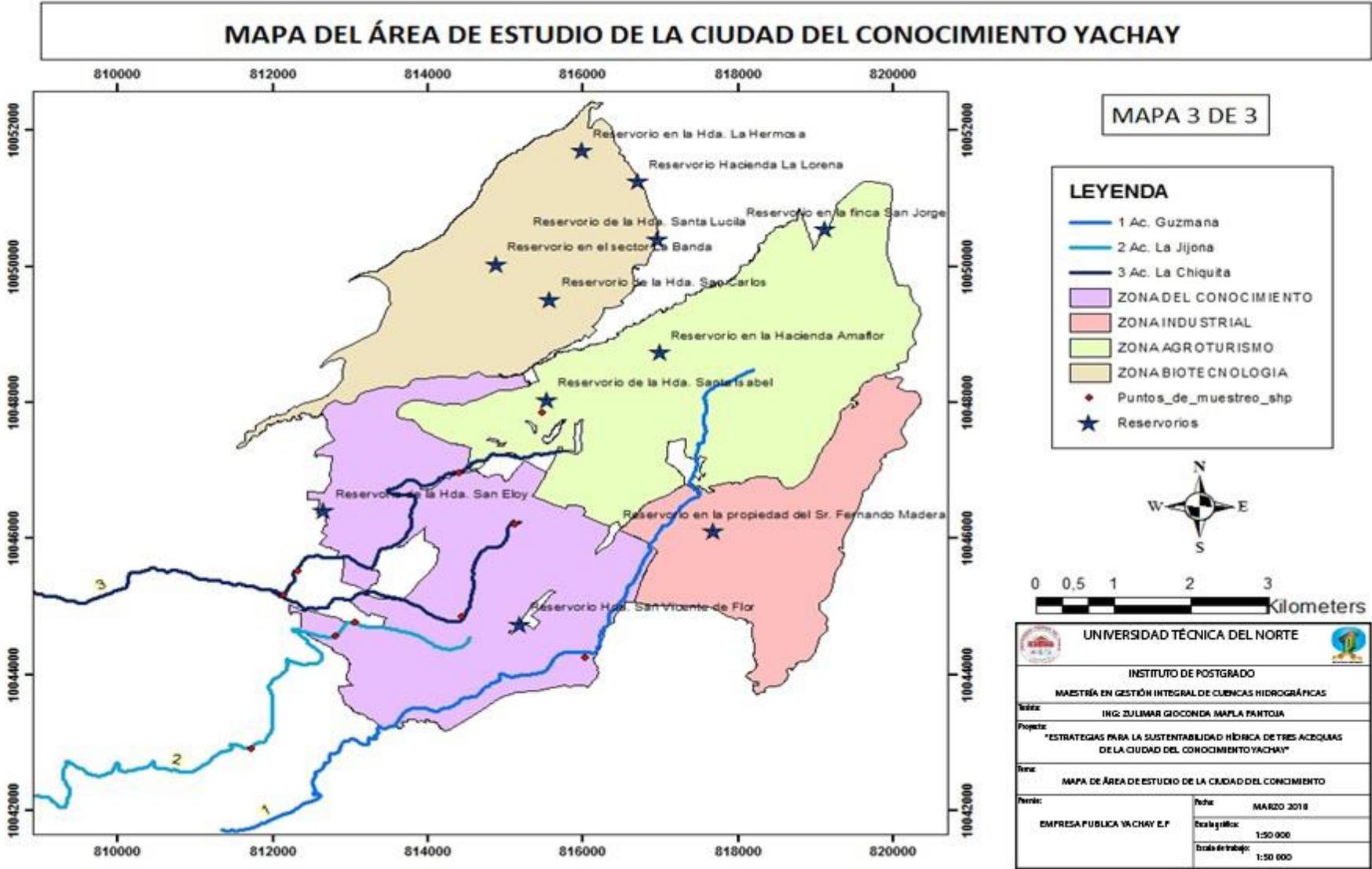
Anexo 6.1 Mapa de Ubicación



Anexo 6.2 Mapa de Área de Estudio



Anexo 6.3 Mapa de puntos de Muestreo



Anexo 7

Padrón de usuarios del sistema de riego

Anexo 7.1 Padrón de usuarios del sistema de riego Acequia Chiquita.

Anexo 7.2 Padrón de usuarios del sistema de riego Acequia la Jijona.

Anexo 7.3 Padrón de usuarios del sistema de riego Acequias Chiquita-Jijona.

Anexo 7.4 Padrón de usuarios del sistema de riego Acequia La Guzmaná.

Anexo 7.1 Padrón de usuarios del sistema de riego Acequia Chiquita.

Ramales del sistema de riego	Actores adjudicatarios del agua	Usuarios	Hectáreas regadas (1164)	Derechos de aprovechamiento del agua ¹ (concesiones) l/s	Reparto y horarios	Caudales permanentes l/s	Tipo de obra de derivación de caudales	
-La Quesera	- Hacienda Coñaquisito - Asociación agropecuaria GDI TRADING INC - Junta de Regantes la Quesera	Ing. Andrés Dueñas	76	70	15,68	(136 horas) Permanentes Lunes a Sábado	12,69	Caja porcentual
		Ing. Gonzalo Dueñas			15,68	(136 horas) Permanentes Lunes a Sábado	12,69	
		Arturo Fanlo	60		24,64	(136 horas) Permanentes Lunes a Sábado	19,97	Caja porcentual
		35 Usuarios	28		2 66	(168horas) Lunes a Domingo (32 horas) Sábado 8H00 a Domingo 16H00	2 12,57	Ovalo Caja porcentual
-San Juan	- Junta de Regantes San Juan	167 Usuarios	66	50% del caudal	(16 H00) Sábado 12H00 a 17H00 Domingo 6H00 a 17H00	22,85	Caja porcentual	
-Hacienda San Juan	- Hacienda San Juan	Herederos Ana Rosa Jijón Caamaño. S-A	200	66 33	Permanentes Lunes a Sábado (152 horas) Durante (16 horas) Sábado Domingo	59,71 3,14	Caja porcentual	
-Hacienda la Verónica	- Hacienda la Verónica	José Aulestia	60	3 33	Permanentes todos los días (28Horas) Sábados 12H00 a Domingo 16H00	3,00 5,50	Compuerta de regulación	
- Yachay Planta Eléctrica	Yachay(Planta eléctrica)	Yachay Ciudad del Conocimiento	--	405	Permanentes	245,00	Compuerta sin regulación	
-Yachay	- Ciudad del Conocimiento	Yachay(ESTADO) Hacienda Las Marías	122	30,5	(138H00) Lunes a Sábado /semana.	25,05	Compuerta sin regulación	
-Santa Rosa -Armas Tola	- Junta de Regantes Santa Rosa -Junta de Regantes Armas Tola	53 Usuarios	42	50% del caudal (85,5) 100% (205,5)	(30 horas) Sábado 12H00 a Domingo 18H00 (18 horas con el 50% del caudal y las 12 horas con el 100% del caudal disponible)	9,16 14,68	Caja porcentual	
		99Usuarios	36	50% del caudal (85,5) 100% (205,5)	(30 horas) Sábado 12H00 a Domingo 18H00 (18 horas con el 50% del caudal y las 12 horas con el 100% del caudal disponible)	9,16 14,68	Caja porcentual	
-Parceleros San José -Yachay	-Usuarios Parceleros San José -Yachay	Ramal - 1:(6) Usuario	72,5	25,0	(124 horas) Lunes a Sábado	18,45	Compuerta sin regulación	
		Ramal - 2:(7) Usuarios	50	25,0	Lunes a Sábado (124 horas)	18,45	Compuerta sin regulación	
-San Antonio	-Antonio Fonte	Antonio Fonte Herederos	1	15	(7H00) Sábado 7H00 am a 14H00pm	0,72	Compuerta sin regulación	
-Yachay	- Ciudad del conocimiento.	Proyecto Yachay.	350,5	275 + 40 Derecho Industrial	(138H00) Permanentes excepto Sábado y Domingo semana	304,75	Compuerta sin regulación	
Total	10 Usuarios Principales	362 Usuarios Directos				550		

Agencia de Aguas – Ibarra. Datos obtenidos del Memorando, Informe global referente a la concesión de derecho de aprovechamiento de las aguas. 21 de Diciembre de 1978, Expediente N° 669 – 950; fojas 65 a 70.

Anexo 7.2 Padrón de usuarios del sistema de riego Acequia la Jijona.

Actores Adjudicatarios del Agua	Usuarios	Hctás regadas (644,32)	Derechos de aprovechamiento del agua (concesiones) l/s	Reparto y Horarios	Caudales permanentes l/s	Porcentaje de Aporte	Tipo de obra de derivación de caudales
-Hacienda La Fontana	Empresa Reproavi Elina Jimenez	11,3200m	7	(168H00) Permanente Lunes a Domingo	7,00	2,50%	Caja Porcentual
-Hacienda San Rafael (Coñaqui)	Sr Hugo Pasquel	90	59	(144H00) Permanente Lunes a Sábado	50,57	18,06%	Ovalo
-Hacienda Yunguilla	Sr Rodrigo Rosero	17,5000m	59	(24H00) Sábado a 06H00 a 18H00 Domingo 06H00 a 18H00	8,43	3,01%	Compuerta de derivación
-Chamanal	Sr Rafael Lita (hrds).	5	10	(6H00) Sábado a 10H00 a 16H00	0,36	0,13%	Ovalo
	Sr Nicolas Ramos	5	10	(6H00) Sábado a 10H00 a 16H00	0,36	0,13%	Ovalo
	Sr Luis Vargas	6	10	(14H00) Viernes 08am a 18pm Sábado 08H00 a 12H00	0,83	0,30%	Ovalo
-Hacienda Las Marías (PROAGRO)	Hugo Grijalva	122	30,5	(168H00) Permanente Lunes a Domingo	30,5	10,89%	Compuerta de derivación
-Sub-Junta Parceleros San José	Ramal 1: 7 Usuarios Ramal 2: 7 Usuarios	70	25	Lunes a Viernes (124 horas)	18,45	6,59%	Compuerta de derivación
-Sub-Junta La Cruz	16 Usuarios	17,5	100% del caudal (163,5)	Sábado 12H00 a Domingo 18H00 (30 horas)	29,20	10,43%	Compuerta de derivación
SUBTOTAL		344-3200			145,70	52,04%	
-Empresa Ingenio San José C.A.	Arq. Francisco Salvador	300	163,5	Permanentes excepto Sábados y Domingos Durante 138 horas/semana	134,30	47,96%	Compuerta de derivación
TOTAL	32 Usuarios Directos				280+280 Ambi	100%	

Agencia de Aguas – Ibarra. Datos obtenidos del Memorando, Informe global referente a la concesión de derecho de aprovechamiento de las aguas. 29 de Diciembre de 1978, Expediente N° 669 – 950; fojas 65 a 69.

Anexo 7.3 Padrón de usuarios del sistema de riego Acequias Chiquita-Jijona.

Actores Adjudicatarios del Agua RAMAL – N° 1 CHIQUITA	Usuarios	Hctás regadas (122,5)	Derechos de aprovechamiento del agua (concesiones) l/s	Reparto y Horarios	Caudales permanentes l/s	Porcentaje de Aporte	Tipo de obra de derivación de caudales
CAJÁ N° 1	-Sr Jorge Montalvo	5	5	(13H0-50 m)Lunes 06h0 a Martes 9H-50m	0,40	0,072%	Compuerta de derivación
	-Sr Pedro Almeida	5	5	(13H0-50m)Martes 9H-50 a Miércoles14H0	0,40	0,072%	Compuerta de derivación
	-Sr Esteban Arroyo	5	5	(16h00-50)Miércoles 15h40 a Viernes 8h30	0,50	0,090%	Compuerta de derivación
	-Sr Heriberto Gordillo	4	5	(13H00-30m)Viernes 08h30 a Sábado 10h00	0,39	0,70%	Compuerta de derivación
CAJA N° 2	-Sr Heriberto Gordillo	4,5	5	(24H00) Lunes 06H00 Hasta Martes 18h00	0,71	0,12%	Compuerta de derivación
CAJA N° 3	-Sr Heriberto Gordillo	5	5	(24H00) Miércoles 06H00 a Jueves 18h00	0,71	0,12%	Compuerta de derivación
	-Sr Juan Morocho	5	5	(12h00) Viernes 06h00 a Viernes 18h00	0,35	0,064%	
CAJA N° 4	-Hds Guillermo Andrade	15	5	(64h00) Lunes 06h00 a el Sábado 10h00	1,90	0,34	Compuerta de derivación
	-Sr German Quito	5	5	(24h00) Lunes 06h00 Hasta Martes 18h00	0,71	0,129%	
RAMAL –N° 2	JIJONA Y CHIQUITA						
CAJÁ N° 1	-Hrds Sra Zoila Bermeo	15	5	(60h00) Lunes 06h00 a el Viernes 18h00	1,78	0,32%	Compuerta de derivación Compuerta de derivación
	-Sr Miguel Collaguazo	10	5	60h00) Lunes 06h00 a el Viernes 18h00			
	-Sr Nelson Chavez	3	5	(13,50h) Lunes 7am a 16h Martes 7h a 11,50am	0,40	0,072%	
	-Sr Esteban Arroyo	3	5	(13,50h) Martes11,50h a 4h Miercoles7 h a 4pm	0,40	0,072%	
	-Sr Esteban Arroyo	4	5	(18h00) Jueves 7am a 16h Viernes 7h a 16h00	0,53	0,096%	
		23	20	(60h00) Lunes 06h00 a Viernes 18h00	7,14	1,29%	
		2	Bebedero permanente	2	0,36%		
CAJÁ N°2	-Sr Oswaldo Aldáz Torres	6	12.5	(24h00) Lunes 06h00 a el Martes 18h00	1,78	0,32%	Compuerta de derivación
CAJÁ N° 3	-Sra Yolanda Murillo	5	25	(12h00)Miércoles 06h00 a Miércoles18h00	1,78	0,32%	Compuerta de derivación
CAJÁ N°4	-Sr Daniel Hurtado	5	25	(12h00)Jueves 06h00 Hasta Jueves 18h00	1,78	0,32%	Compuerta de derivación
	-Sr Miguel Collaguazo Jr	6	25	(12h00) Viernes 06h00 a Viernes 18h00	1,78	0,32%	

Agencia de Aguas – Ibarra. Datos obtenidos del Memorando, Informe global referente a la concesión de derecho de aprovechamiento de las aguas. 27 de Diciembre de 1978, Expediente N° 669 – 950; fojas 68 a 69.

Anexo 7.4 Padrón de usuarios del sistema de riego Acequia La Guzmana.

Actores Adjudicatarios del Agua	Usuarios	Hda. regadas (888)	Derechos de aprovechamiento del agua (concesiones) l/s	Reparto y Horarios
-Endara	AGRO ENDARA AGRICOLA ENDARA		144 135	-(168H00) Permanente Lunes a Domingo
-Endara Flores	Iván Endara Fernando Endara Patricia Endara Carlos Endara Andrés Endara		30.8 30.8 30.8 30.8	
- Flia Acosta	Amaflor Norberto Recalde Heriberto Cazar Flia Acosta		34 15 2 84	-(168H00) Permanente Lunes a Domingo
-Flia Merlo	Pedro y Patricio Merlo Coca Benalcazar		56 2	-(168H00) Permanente Lunes a Domingo
- Alfonso Merlo	Alfonso Merlo		58	-(168H00) Permanente Lunes a Domingo
-Angelina Saa	Gordillo Daniel Yépez Mesías Alfonso Borja Felipe Borja		51,5 18,1 24,3 5,3	-(168H00) Permanente Lunes a Domingo
-IANCEM	Sebastián Borja Norberto Recalde		6,3 10,4	
SUBTOTAL				
TOTAL			800	