



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS**

### **CARRERA DE ECONOMÍA MENCIÓN FINANZAS**

#### **TRABAJO DE GRADO**

##### **TEMA**

**VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS HÍDRICOS EN EL  
ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO MULTIPROPÓSITO PIÑÁN –  
TUMBABIRO ASOCIADO AL PROYECTO YACHAY**

**PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ECONOMÍA MENCIÓN  
FINANZAS**

**AUTOR: ENRÍQUEZ CABASCANGO CARLOS LUIS**

**DIRECTOR: EC. WILMA GUERRERO**

**Ibarra, junio de 2017**

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación consiste en un estudio exploratorio, de base documental, de campo y descriptiva; concerniente a la valoración de los servicios ecosistémicos hídricos, orientado como un instrumento que facilite la comprensión de la correlación de los aspectos: ambientales, sociales y económicos que giran en torno al recurso hídrico.

Una base teórico científica proporcionó a la investigación un método sistematizado y razonable de conceptos que permitieron abordar el problema, incorporándola a un entorno donde adquiriera valor, integrando conocimientos previos y estructurándolos de tal manera que sean útiles para la comprensión y ejecución de la investigación.

En el aspecto de estimación se analizaron los métodos de valoración desde perspectivas económicas y ecológicas, así mismo herramientas de apoyo para la toma decisiones. Para la fase de campo se empleó la encuesta como herramienta para determinar los usos y dinámicas del recurso agua, aplicadas a hogares (jefes de familia).

Los resultados permitieron reconocer la incidencia que tiene la escasez del recurso hídrico al momento de determinar el Dap (Disposición a pagar). Además, el proyecto MPT tiene un impacto directo en el desarrollo socioeconómico de las personas que habitan en la zona de influencia; sería el motor de desarrollo para la Ciudad del Conocimiento (Yachay) por la importante dotación del recurso hídrico, por tal motivo se puede afirmar que el éxito de Yachay como proyecto transformador de la matriz productiva depende directamente de la construcción del mismo.

## SUMMARY

The present investigation consists of an exploratory, documentary, field and descriptive study; concerning the valuation of water ecosystem services, oriented as an instrument to facilitate the understanding of the correlation of the environmental, social and economic aspects that revolve around the water resource.

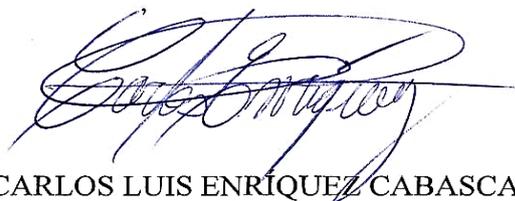
A scientific theoretical basis provided to the research a systematic and reasonable method of concepts that allowed to approach the problem, incorporating it to an environment where it acquires value, integrating previous knowledge and structuring them in such a way that they are useful for the understanding and execution of the investigation.

In the estimation aspect, we analysed the valuation methods from economic and ecological perspectives, as well as support tools for decision making. For the field phase, the survey was used as a tool to determine the uses and dynamics of the water resource, applied to households (heads of households).

The results allowed to recognize the incidence of the scarcity of the water resource when determining the Dap (Disposition to pay). In addition, the MPT project has a direct impact on the socio-economic development of people living in the area of influence; would be the motor of development for the City of Knowledge (Yachay) for the important endowment of the water resource, for that reason it can be affirmed that the success of Yachay as project transforming the productive matrix depends directly on the construction of the same one.

**AUTORÍA**

Yo, **CARLOS LUIS ENRIQUEZ CABASCANGO**, portadora de la cédula de ciudadanía número 100364780-5, declaro bajo juramento que el trabajo **“VALORACIÓN DE LOS SERVICIO ECOSISTÉMICOS HÍDRICOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO MULTIPROPÓSITO PIÑAN-TUMBABIRO ASOCIADO AL PROYECTO YACHAY”** es de mi autoría, y que no ha sido previamente presentado para ningún otro fin de orden académico o profesional y que los resultados de la investigación que se incluyen en este documento son de mi responsabilidad.



**CARLOS LUIS ENRIQUEZ CABASCANGO**

CI.100307002-4

## **INFORME DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

En calidad de Director de Trabajo de Grado presentado por la señorita, **CARLOS LUIS ENRIQUEZ CABASCANGO**, para optar por el Título de Ingeniera en Economía mención Finanzas, cuyo tema es “**VALORACIÓN DE LOS SERVICIO ECOSISTÉMICOS HÍDRICOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO MULTIPROPÓSITO PIÑAN-TUMBABIRO ASOCIADO AL PROYECTO YACHAY**”. Considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la Ciudad de Ibarra, 12 de Junio del 2017

  
ECO. WILMA GUERRERO.

C.I. 1706948534

**DIRECTORA DE TESIS**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, **CARLOS LUIS ENRIQUEZ CABASCANGO**, con cedula de identidad Nro. 100364780-5, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4,5 y 6, en calidad de autor(es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“VALORACIÓN DE LOS SERVICIO ECOSISTÉMICOS HÍDRICOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO MULTIPROPÓSITO PIÑAN-TUMBABIRO ASOCIADO AL PROYECTO YACHAY”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera en Economía mención Finanzas, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 12 de Junio del 2017



CARLOS LUIS ENRIQUEZ CABASCANGO

100307002-4



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### 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, determino la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

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

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100307002-4
APELLIDOS Y NOMBRES:	ENRÍQUEZ CABASCANGO CARLOS LUIS
DIRECCIÓN:	ATUNTAQUI: Calle Bolívar y 4 de Febrero
EMAIL:	krlyn_pjl@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	062909534
TELÉFONO MÓVIL:	0992000009
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
TÍTULO:	“VALORACIÓN DE LOS SERVICIO ECOSISTÉMICOS HÍDRICOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO MULTIPROPÓSITO PIÑAN-TUMBABIRO ASOCIADO AL PROYECTO YACHAY”
AUTOR (ES):	ENRÍQUEZ CABASCANGO CARLOS LUIS
FECHA:	2017-06-12
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA EN ECONOMÍA MENCIÓN FINANZAS
ASESOR/DIRECTOR	EC. WILMA GUERRERO

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **CARLOS LUIS ENRIQUEZ CABASCANGO**, con cédula de identidad Nro. **100307002-4** en calidad de autora 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

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se 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, 12 de Junio del 2017

EL AUTOR:



CARLOS LUIS ENRIQUEZ CABASCANGO

CI. 100307002-4

Facultado por resolución del consejo universitario.

## DEDICATORIA

A mi Madre, Rosita.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Madre, Rosita.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO .....	ii
SUMMARY .....	iii
AUTORÍA.....	iv
INFORME DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO...;	<b>Error! Marcador no definido.</b>
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....;	<b>Error! Marcador no definido.</b>
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	vii
1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	vii
2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.....;	<b>Error! Marcador no definido.</b>
3. CONSTANCIAS.....;	<b>Error! Marcador no definido.</b>
DEDICATORIA .....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
ÍNDICE GENERAL .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
CAPÍTULO I .....	15
INTRODUCCIÓN .....	15
Planteamiento del problema.....	15
Objetivo general.....	18
Objetivos específicos .....	18
Preguntas de investigación.....	19
Hipótesis .....	19
Resumen de la estructura .....	19
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
Antecedentes .....	21
Compilación de investigaciones en torno al recurso hídrico. ....	23
Estudios empíricos realizados en Latinoamérica .....	29
La cuenca hidrográfica como unidad ecológica y de gestión .....	32
La gestión del recurso hídrico.....	33

El recurso hídrico como servicio ambiental.....	35
Oferta y demanda hídrica.....	36
Economía y ambiente.....	37
Valor de uso y no uso.....	37
El valor económico del recurso hídrico .....	39
Métodos de valoración ambiental .....	39
Métodos contingentes o mercados contruidos.....	42
Herramientas de apoyo a la valoración y análisis.....	43
Marco legal ambiental.....	43
Proyectos multipropósito .....	45
CAPÍTULO III.....	46
APROXIMACIÓN METODOLÓGICA EMPLEADA PARA ABORDAR EL PROBLEMA .....	46
Identificación de los servicios ecosistémicos hídricos de la zona de influencia del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro (MPT) .....	51
Servicios de provisión.....	52
Servicios de regulación .....	54
Servicios culturales .....	55
Servicios de soporte .....	56
Caracterización de las condiciones económicas de la población rural en la zona de influencia del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro (MPT) .....	57
Estimación del valor de los servicios ecosistémicos hídricos que serían aprovechados por la población rural de la zona de influencia del proyecto a partir de la implementación del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro. ....	60
Agua de consumo.....	61
Modelo 1:.....	62
Modelo 2:.....	62
Modelo 3:.....	63
Riego.....	66
Modelo 1:.....	67
Modelo 2.....	67
Modelo 3:.....	67
CONCLUSIONES .....	71

RECOMENDACIONES.....	74
BIBLIOGRAFÍA .....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

1. Conferencias Mundiales Sobre el Agua.....	25
2. Clasificación de los métodos de valoración ambiental .....	40
3. Distribución de la población por edades según las parroquias de la zona de influencia del proyecto 2010.....	57
4. Distribución de variables del agua de consumo.....	62
5. Resultado del modelo probit en el caso del agua de consumo.....	64
6. Distribución de variables del agua de riego.....	67
7. Resultado del modelo probit en el caso de agua de riego .....	68

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### **Planteamiento del problema**

Los seres humanos hemos usado el recurso hídrico como cimiento para el desarrollo de nuestras civilizaciones, pero no somos recíprocos con el ecosistema por todos los servicios que nos han proporcionado, hemos contaminado sus cauces y transformado su morfología a través de grandes obras de infraestructura (canalizaciones, reservorios, tomas de agua, hidroeléctricas). La sociedad ha adquirido notables beneficios económicos a partir de estas transformaciones de los ríos y otras fuentes de agua dulce, no obstante, esta segmentación ha derivado serios efectos en la biodiversidad y en las funciones y servicios ecosistémicos que los ríos proveen (Encalada, 2010).

Para describir los servicios ecosistémicos es preciso partir de la comprensión de la biodiversidad entendiéndose que es importante al menos por dos razones, la una desde el punto de vista ecológico, y, la otra desde el punto de vista económico; en lo que concierne a la primera, los ecosistemas conservan el equilibrio de las funciones vitales para la vida de las especies, en las que se incluyen al ser humano; y, la económica, al otorgarle a esta materias primas y servicios ambientales.

Ecuador integra la subregión andina, que es considerada una potencia hídrica mundial y, de hecho, según datos de las Naciones Unidas dispone de 40.000 metros cúbicos de agua al año por habitante, contra 3.200, 2.000 y 900 metros cúbicos de Asia, Europa occidental y África del Norte, respectivamente. Si bien el Ecuador presenta una situación favorable en el servicio

ecosistémico hídrico, se revela que el 60% de la población rural no tiene acceso a agua potable, y que sólo el 7% de la tierra productiva es regada (Hofstede,2003).

Frente a esta situación, es imprescindible garantizar el abastecimiento del recurso hídrico a zonas productivas que carecen del mismo; y a través del reconocimiento de la biodiversidad que engloba al recurso hídrico que ofrece la unidad hidrográfica del río Piñán, la misma que pertenece a la cuenca del río Intag del sistema hidrográfico Guayllabamba – Esmeraldas, se plantea desarrollar en esta investigación una propuesta para *Valorar los servicios ecosistémicos hídricos en el área de influencia del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro asociado al proyecto Yachay.*

Para efectuar dicha investigación es preciso seguir un proceso que consiste en: i) Identificar los servicios ecosistémicos hídricos en la zona de influencia del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro, ii) Caracterizar las condiciones económicas de la población rural de la zona de influencia del proyecto y iii) Estimar el valor de los servicios ecosistémicos hídricos que serían aprovechados por la población rural de la zona de influencia del proyecto a partir de la implementación del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro.

Todo esto a fin de evidenciar que la población de la zona de influencia está dispuesta a la compensación monetaria por el servicio de provisión de los servicios ecosistémicos hídricos que se aprovecharán en el mencionado proyecto, permitiendo encontrar un equilibrio del ecosistema y las actividades económicas que se realizarían.

En definitiva el estudio persigue buscar respuestas veraces a las siguientes incógnitas: i) ¿Cuál es la situación socio-económica actual de la zona de influencia directa del Proyecto Piñán- Tumbabiro?, ii) ¿Qué servicios ecosistémicos hídricos serán aprovechables por el proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro asociado al proyecto Yachay? y iii)¿Cómo valorar

los servicios ecosistémicos hídricos por la implementación del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro en la zona de influencia de Yachay?

El estudio se plantea en función de contribuir en la investigación del tema de servicios ecosistémicos hídricos de la provincia de Imbabura, particularmente, el proyecto Multipropósito Piñán-Tumbabiro; lo que permitirá conocer cómo efectivamente estos actuarán en el cambio de las condiciones de vida de las comunidades rurales de la zona directa de influencia y las oportunidades que brindará al desarrollo sostenible de Yachay (la ciudad del conocimiento). En este contexto es justificable, porque contempla la aplicación de capacidades de investigación en cuanto al estudio de la problemática del desarrollo territorial y la protección ambiental.

Esta tesis se asocia dentro del proyecto “Valoración Ecológico-Económica de los servicios Ecosistémicos hídricos en condiciones de cambio climático en los Ecosistemas subtropicales y andinos del Ecuador (V5E)”, que tiene como fin posicionar a la Universidad Técnica del Norte un espacio académico nacional, mediante su aporte al conocimiento de los ecosistemas hídricos en zonas tropicales de los Andes Amazónicos del Ecuador, el valor diverso que los servicios ecosistémicos y el efecto económico que el cambio climático puede tener en éstos.

Es importante resaltar que los beneficiarios directos de esta investigación lo constituyen las comunidades de Urcuquí, San Blas y Tumbabiro del cantón Urcuquí y la parroquia de Imantag del cantón Cotacachi (Innovativa, 2012); los estudiantes ya que permite desarrollar las capacidades de investigación en base al estudio de la problemática socioeconómica y ambiental. En cuanto a su importancia a nivel del gobierno central constituirá en un estudio nuevo y versátil, permitiendo aportar información, referente a las posibilidades de valoración

del agua como bien y servicio ambiental. A nivel regional, el Cantón Cotacachi, que cuenta con recursos naturales diversos que cohabita con el desarrollo económico-social y la notable presencia del recurso hídrico que permiten el desarrollo del proyecto multipropósito Piñán-Tumbabiro, que facultará un posible estudio de valoración, en vista de la necesidad de provisión de agua potable y de riego en la zona de Yachay (Plan Maestro Yachay, 2012).

Además, es necesario señalar que también existen beneficiarios indirectos, en este estudio como: la academia porque se mejora la transferencia de conocimientos entre los estudiantes, investigadores del proyecto Prometeo, docentes de la universidad, y por último la sociedad civil que en general puede disponer de esta investigación para su mayor beneficio.

Por lo mencionado, el presente trabajo es factible en aspectos sociales, económicos, ambientales y académicos, que permitirán reforzar la transferencia de conocimientos entre todos los actores, ayudando así: a la toma de decisiones, a la reorganización comunal en cuanto a alternativas sustentables y a la valoración de los servicios ecosistémicos hídricos enfocados al desarrollo de la zona de Yachay (Plan Maestro Yachay, 2012).

### **Objetivo general**

Valorar los servicios ecosistémicos hídricos en el área de influencia del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro asociado al proyecto Yachay.

### **Objetivos específicos**

- Identificar los servicios ecosistémicos hídricos en la zona de influencia del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro.
- Caracterizar las condiciones económicas de la población rural de la zona de influencia del proyecto.

- Estimar el valor de los servicios ecosistémicos hídricos que serían aprovechados por la población rural de la zona de influencia del proyecto a partir de la implementación del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro.

### **Preguntas de investigación**

- ¿Cuál es la situación socio-económica actual de la zona de influencia directa del Proyecto Piñán- Tumbabiro?
- ¿Qué servicios ecosistémicos hídricos serán aprovechables por el proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro asociado al proyecto Yachay?
- ¿Cómo valorar los servicios ecosistémicos hídricos por la implementación del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro en la zona de influencia de Yachay?

### **Hipótesis**

La población de la zona de influencia está dispuesta a la compensación monetaria por el servicio de provisión de los servicios ecosistémicos hídricos que se aprovecharán en el Proyecto Multipropósito Piñán-Tumbabiro.

### **Resumen de la estructura**

En la primera parte de la investigación se expone el planteamiento del problema, el objetivo general y los objetivos específicos, las preguntas de investigación, la hipótesis y la justificación. Todos estos puntos exponen en lo que consiste la investigación y evidencia los propósitos que persigue.

En la segunda parte se analizan los diferentes estudios de valoración de los servicios ecosistémicos hídricos y conferencias entorno al recurso agua realizados por investigadores a nivel mundial, regional y nacional. Se emplea una revisión documental con respecto a la

gestión de cuencas y de agua, sus usos y la legislación existente en Ecuador, clasificación de los servicios ecosistémicos, conceptualización de proyecto multipropósito.

La tercera parte presenta el método que acompaña la investigación, que expone cómo será abordado el problema a investigar, partiendo de un apoyo documental hasta un estudio de campo con el objetivo de estudiar las variables, el análisis de la relación entre ellas y sus efectos. Además, se detalla el método de valoración utilizado y herramientas de apoyo.

En la cuarta parte, con la información recolectada se plantea una propuesta de valoración del recurso ecosistémico hídrico y un análisis de correlación entre las variables. Al mismo tiempo que se identifica las condiciones de vida de la población estudiada.

Por último, se exponen las conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenidos por la investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes**

El aumento de la población humana y sus necesidades, requieren de medidas para satisfacer una mayor demanda de servicios básicos como: alimentación, electricidad, agua para consumo humano y agua para riego. Es por esta razón que en la década de los noventa en Imbabura se llevaron a cabo estudios de proyectos estratégicos como Tumbabiro y Puruhanta-Pimampiro para solventar dichas necesidades (VV, entrevistas 2016).

El gobierno del Ecuador estableció el Plan de Nacional Desarrollo 1989-1992, que tenía como objetivo reactivar y aumentar la producción de alimentos; dicho objetivo fue igualmente mencionado en planes de desarrollo anteriores. Al mismo tiempo este plan propone aumentar la exportación de productos agrícolas tradicionales (café, cacao, banano), promoviendo su producción y de igual manera incentivar la siembra de productos agrícolas básicos para el consumo nacional (PL, entrevistas 2016).

La zona de influencia del Proyecto Multipropósito Piñán-Tumbabiro (MPT), ubicada en el altiplano noroeste de la Provincia de Imbabura (PDOT Urcuquí, 2012), cuya producción agrícola disminuye principalmente en época de verano, posiblemente debido a la escasez de agua, a pesar de que dicha área goza de afluentes en la parte del páramo y un alto potencial en lo que respecta a productividad agrícola (JO, entrevistas 2016).

Reactivar el sector agrícola de la zona, evitará la migración de los campesinos a las áreas urbanas, y, elevar el nivel de vida de los agricultores del sector es una prioridad del

Gobierno Central, por lo cual es de vital importancia retomar y desarrollar el Proyecto Multipropósito Tumbabiro (MPT), para convertir al sector en un centro de abastecimiento de productos agrícolas y dotar de servicios básicos a las comunidades de la zona (Innovativa 2012).

El ex Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI) en los años 1970-1980 inició los primeros estudios del “Proyecto Piñán-Tumbabiro” a través de los cuales se efectuó un levantamiento de información básica y el trazado de varias alternativas. En 1990 el gobierno ecuatoriano encabezado por el presidente constitucional Rodrigo Borja solicitó al gobierno del Japón una cooperación técnica para realizar los estudios de factibilidad del Proyecto Tumbabiro, dicho gobierno a través de la empresa Japan International Cooperation Agency (JICA) envió una misión de análisis en abril 1992 mediante la cual se suscribió un convenio de apoyo por medio de cooperación técnica, producto de la cual se elaboraron estudios por parte de la Consultora Japonesa Pacific Consultants International NAIGAI Engineering Co. Ltda (Innovativa, 2012). Estos estudios finalizaron en abril de 1994 y fueron apoyados por instituciones gubernamentales como el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Departamento de Cooperación Internacional (VV, entrevistas 2016).

Alrededor de dos décadas, ningún gobierno inicio la construcción del proyecto según (JO, entrevistas 2016) debido a presupuesto, mientras los investigadores (PL y VV, entrevistas 2016) manifiestan que fueron aspectos políticos y más profundización del estudio en el área geotérmica. Finalmente, en el año 2012 el Proyecto Multipropósito Tumbabiro fue retomado por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA). Estos estudios parten del análisis inicial realizado por JICA, determinando la necesidad de elaborar un nuevo estudio total e integrado (Innovativa,2012).

Según el estudio ambiental del proyecto, aproximadamente 100.000 habitantes serán los beneficiarios de este proyecto que contempla la construcción de una presa de regulación para el desarrollo agrícola de 12.800 Ha, generación hidroeléctrica de 12 megavatios y dotación de agua potable para 31.000 habitantes (Innovativa, 2012).

En el marco de la construcción de este proyecto se asocia otro emblemático proyecto para el gobierno ecuatoriano como es el de Yachay (Ciudad del Conocimiento), que tiene como fin elevar y promover la transformación productiva, potenciar la economía popular y solidaria, mejorar la equidad, implementar mecanismos financieros y de gestión de los conocimientos, ampliar las capacidades tanto del talento humano como de las instituciones del país (Plan Maestro Yachay, 2012).

Ante la magnitud del Proyecto Piñán- Tumbabiro y los objetivos que se relacionan con el abastecimiento del agua, nace la necesidad de proyectar un estudio de valoración del servicio ecosistémico hídrico para comunicar a los responsables de políticas sobre una serie de decisiones, desde la paralización de programas ineficientes hasta promover proyectos que otorguen un bienestar a la colectividad. Los estudios alcanzan su máxima efectividad cuando aportan al planteamiento de políticas públicas.

### **Compilación de investigaciones en torno al recurso hídrico.**

El agua es un recurso indispensable para el bienestar humano y solo puede ser renovable si está bien gestionado. Actualmente, más de 1.700 millones de personas viven en cuencas fluviales en las que su uso excede la recarga natural, una tendencia que advierte que para el 2025 dos tercios de la población mundial podría vivir en países con escasez de agua. El agua representa un importante desafío para el desarrollo sostenible, pero, gestionada de manera eficiente y equitativa, el agua puede ser la piedra angular en el fortalecimiento de la resiliencia

de los sistemas sociales, económicos y ambientales frente a unos cambios rápidos e imprevisibles (ONU-DAES, 2014).

En torno al agua en las últimas 4 décadas se han organizado diversas conferencias mundiales (Tabla 1), que evidencian la situación de éste recurso en las diferentes regiones del planeta. El suministro básico de agua y de servicios sanitarios para cubrir los requisitos actuales y futuros demandan optimizar la gestión del agua.

Desde la conferencia de Mar de Plata de 1977 hasta la conferencia mundial del agua realizada en Zaragoza en el 2015, se ha reiterado continuamente la importancia de la participación ciudadana en la gestión de los recursos hídricos. Por lo que se considera a la transparencia, publicidad, información e intercambio de datos, como elementos que permiten un abordaje equitativo y eficiente del planeamiento y la gestión del agua, así mismo se les considera instrumentos esenciales para fortalecer el proceso compartido de toma de decisiones. En este contexto, la cooperación técnica internacional entre organizaciones multilaterales, el sector público y la sociedad civil, es un instrumento clave para la gestión de los recursos hídricos.

**Tabla N° 1****Conferencias Mundiales Sobre el Agua**

<b>Conferencia</b>	<b>Logros</b>
1977. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, Mar del Plata (Argentina). Evaluación y usos de los recursos hídricos.	Marcó el comienzo de una serie de actividades globales en torno al agua
1981- 1990. Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental.	Aportó una ampliación substancial del suministro de servicios básicos para las poblaciones pobres
1990. Consulta mundial sobre el Agua potable y el Saneamiento ambiental para la década de los 90, Nueva Delhi (India). Agua potable, saneamiento ambiental	Concluyó que el acceso al agua y al saneamiento no es solo una cuestión técnica, sino que es un condicionante fundamental para el desarrollo económico y social.
1992. Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente, Dublín (Irlanda). Valor económico del agua, mujer, pobreza, resolución de conflictos, desastres naturales, sensibilización	Se concretaron cuatro principios fundamentales: i) El agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para la vida, para el desarrollo y para el medio ambiente, ii) El desarrollo y gestión del agua debe basarse en un enfoque participativo involucrando a los usuarios, planificadores y tomadores de decisión a todos los niveles, tomando las decisiones al nivel más bajo posible que sea el adecuado, iii) La mujer juega un papel central en la provisión, gestión y salvaguarda del agua y iv) El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico.
1994. Conferencia Ministerial sobre Abastecimiento de Agua Potable y	Reafirmó el apoyo a la gestión integral de los recursos hídricos, la determinación de

Saneamiento Ambiental, Noordwijk (Países Bajos). Abastecimiento de agua y saneamiento.	avanzar en la cobertura universal del abastecimiento y el saneamiento y en que las intervenciones tengan en cuenta la capacitación de las administraciones de todos los niveles, las necesidades de su financiación y que las tecnologías sean coherentes con las necesidades y posibilidades reales de los beneficiarios.
1997. Primer Foro Mundial del Agua, Marrakech (Marruecos).	Exhortó a reconocer el agua y saneamiento como necesidades humanas básicas, a establecer mecanismos de gestión efectivos para las cuencas internacionales, preservar los ecosistemas, promover el uso sostenible del agua, considerar las cuestiones de equidad de género en los temas de agua e impulsar las alianzas entre los gobiernos y organizaciones de la sociedad civil.
1998. Conferencia Internacional sobre Agua y Desarrollo Sostenible, París (Francia).	Por primera vez se hizo un documento de referencias a la recuperación de costos y a la participación privada en la provisión de los servicios de abastecimiento, intensificando el debate al respecto
2000. Segundo Foro Mundial sobre el Agua, La Haya (Países Bajos).	Aprobó siete desafíos como base de la acción futura y que fueron también adoptados por el Informe (WWDR) como criterios de seguimiento para controlar el progreso realizado. Entre el más destacado, al agua como instrumento económico se encuentra contenido en el principio 6 que busca: Valorar el agua, identificar y evaluar los diferentes valores del agua

	(económicos, sociales, ambientales y culturales)
2001. Conferencia Internacional sobre Agua Dulce (Dublín + 10), Bonn (Alemania).	Se concretaron unas recomendaciones de acción, y se asumen los Objetivos de Desarrollo del Milenio en abastecimiento y se propugna la gestión integrada de los recursos hídricos
2002. Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible, Johannesburgo (Sudáfrica).	Se planteó reducir a la mitad el porcentaje de personas que carecen de acceso al agua potable y Asequible y su saneamiento dentro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio
2003. Año Internacional del Agua Dulce. Tercer Foro Mundial del Agua, Kioto (Japón).	Contempló en lo fundamental los temas recogidos en la Declaración ministerial del Foro de La Haya. Cobertura de las necesidades básicas de agua y saneamiento, seguridad alimentaria, protección de los ecosistemas, financiación de presas y grandes infraestructuras hidráulicas, privatización, y agua y conflictos-, lo cierto es que el debate dominante se centró, otra vez, en temas muy concretos, como fueron la consideración del agua como un bien social o económico, con todo lo que ello conlleva de la privatización, las alianzas público-privadas, el derecho humano al agua, y la financiación del agua.
2006. IV Foro Mundial del Agua, México	Hubo dos temas que centraron la atención, los de la privatización y el mercado global, por una parte, y el derecho humano al agua.
2009. V Foro Mundial del Agua, Estambul (Turquía)	Los ejes temáticos en torno a los que se articularon las sesiones fueron el cambio

	global y la gestión del riesgo, haciendo especial énfasis a las acciones de adaptación; el impulso al desarrollo humano y los Objetivos de Desarrollo del Milenio.
2012 VI Foro Mundial del Agua, Marsella-Francia	Tuvo como objetivo principal, encarar los desafíos que está afrontando nuestro mundo y considerar el agua en todas las agendas políticas. Asimismo, se enfatizó en la gestión sustentable del agua.
VII Foro Mundial del Agua República de Corea, 2015	Tuvo como finalidad compartir las experiencias internacionales en la implementación de la ciencia y la tecnología para resolver los principales retos que enfrenta el sector hídrico, haciendo particular énfasis en el papel que desempeña la innovación.

Fuente: Elaboración Propia, 2016 (ONU, 2003 y 6° Foro Agua para el desarrollo, 2010)

En la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente de Dublín, en 1992 se estableció cuatro principios rectores: 1) El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente, 2) El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles, 3) La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua, y 4) El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico.

En estos principios se apoderó el beneficio de emprender la gestión de los sistemas en el nivel más directo y elemental (la comunidad), tener en cuenta el enfoque de género, como reconocimiento de que las mujeres usan el agua de forma diferente a los hombres, y la hipótesis

de que la recuperación de costes y la voluntad de pagar por el agua era un factor demostrativo de la demanda de soluciones por parte de las comunidades (Solanes y Gonzales, 2001).

Las diferentes “Conferencias mundiales del Agua” exponen la evolución y evaluación de objetivos planteados en las primeras citas mundiales sobre el recurso agua, pero citaremos especialmente al último foro VII internacional realizado en Corea 2015, entre sus principales objetivos destacaron: a) mejorar la información disponible respecto al estado de la ciencia y la tecnología desarrollada en el sector hídrico por medio de un análisis de las mejores prácticas; b) diseñar guías marco para la utilización de la ciencia y la tecnología en el diseño y ejecución de obras alineadas con políticas hídricas innovadoras; y c) proveer rutas prácticas para los actores involucrados en la iniciativa privada y el gobierno en la labor de encontrar aliados estratégicos para implementar soluciones.

Además, los principales temas tratados en el Proceso Científico y Tecnológico fueron: 1) Gestión eficiente del agua, 2) Recuperación de recursos a partir de sistemas de tratamiento de aguas residuales, 3) Agua y desastres naturales, 4) Tecnología inteligente para el agua y 5) Comprendiendo y gestionando los servicios ecosistémicos para el agua (Arriaga, 2015).

Entre los principales objetivos de las conferencias desarrolladas entre 1977 y 2015 convergen en: combinar soluciones estructurales y no estructurales a fin de atender problemas cada vez más complejos e interdependientes, compartir las experiencias, las lecciones aprendidas y las expectativas para incentivar la toma de decisiones basadas en el conocimiento técnico combinado con el buen sentido, y la búsqueda de acciones viables (Sanchez,2005).

### **Estudios empíricos realizados en Latinoamérica**

En este sentido a nivel internacional se han desarrollado una serie de investigación referidas a entender el valor del agua, considerados en esta investigación como referencia en

cuanto a su viabilidad, metodología y resultados logrados, que son aportes para el diseño de planes de gestión del recurso en estudio, a través de la propuesta de valoración de los servicios ecosistémicos hídricos presente en la cuenca.

En este sentido Sepúlveda (2010) en su estudio “Uso y valor del recurso hídrico urbano. Sistema de agua potable en Culiacán, México” tuvo el propósito de construir un sistema para valorar cualitativamente el uso del recurso hídrico como elemento inevitable para el suministro de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento (SaPaS) en la ciudad de Culiacán, Sinaloa. Este modelo de evaluación del recurso hídrico está fundamentado en la visión del desarrollo sustentable (DS) y en la construcción del sistema de indicadores que integró factores de Presión-Estado-Impacto-Respuesta (PEIR), modelo desarrollado por la organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Este modelo, se construyó con veinticuatro indicadores organizados en tres categorías para la visión de sustentabilidad y, en cuatro clases que atendieron el modelo PEIR. Finalmente, se estableció un conjunto de conclusiones sobre el discurso teórico y metodológico para construir modelos de valoración del agua urbana.

Por su parte, Dourojeanni (2012) en su artículo “El incierto futuro de los consejos de recursos hídricos por cuenca en el Perú”, se enfoca en la gestión del agua en el Perú y la valoración de los Consejos de Recursos Hídricos por Cuenca. El autor menciona la limitación en cuanto a la capacidad técnica de los consejos y discurre sobre las tareas que realizan estas asociaciones que incluyen la protección ambiental y de los recursos hídricos además de la satisfacción de las demandas del uso de estos recursos.

Cerón et al. (2012), dirigió su investigación a la “Aplicación del índice de Sostenibilidad del Recurso Hídrico en la Agricultura (ISRHA) para definir estrategias tecnológicas sostenibles en la microcuenca Centella”. La evaluación de la gestión del agua

para uso agrícola en Colombia es escasa, por esta razón, se desarrolló el ISRHA, que evalúa la sostenibilidad del manejo del recurso hídrico en la agricultura, considerando aspectos sociales, económicos y ambientales que contribuyan a la planificación y ordenamiento del recurso hídrico en la microcuenca Centella (Dagua, Valle del Cauca-Colombia).

El ISRHA se desarrolló utilizando el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sostenibilidad-MESMIS y el Enfoque de Presión-Estado-Respuesta-PER. El índice se aplicó en dos períodos, en los años 2009 y 2010, en las tres vertientes que conforman la microcuenca Centella (La Virgen, Aguas Calientes y Centella). Al comparar los resultados obtenidos en las dos evaluaciones realizadas del ISRHA, se obtuvieron incrementos promedio del 11% en la sostenibilidad, lo cual permitió identificar puntos críticos y fortalezas en cada vertiente evaluada, y plantear estrategias tecnológicas de sostenibilidad del recurso hídrico en los sistemas productivos agrícolas de la microcuenca.

Una investigación realizada en el Ecuador por parte de Astinza et al. (2007) “Agua y globalización: tensiones y balances asociados al recurso hídrico en Ecuador: el caso de los páramos del cantón Quijos” entre sus conclusiones manifiesta que, en el Ecuador, existe una clara tensión sobre el recurso hídrico constituida principalmente a partir de conjunto de presiones que existen desde Quito por la demanda del agua para el abastecimiento de la capital del país. Esta situación genera cierto grado de estrés que ocasiona parte de la transformación de las dinámicas ambientales y poblacionales.

Un aporte significativo lo realizó Porras (2003) en su investigación “Valorando los servicios ambientales de Protección de Cuencas en Panamá: Consideraciones metodológicas”, que centró este estudio en las complicaciones metodológicas que surgen a la hora de valorar los servicios, específicamente en términos de definición del servicio, cuantificación biofísica y

valoración económica, mediante flujos hídricos y económicos en la cuenca del canal de Panamá y de servicios de bosques nublados.

Donde determinó tres usos principales del agua: a) tránsito con un promedio aproximado de 40 barcos de diferentes tamaños que transitan el canal generando un ingreso diario aproximado de 1.54 millones de dólares, el requerimiento diario total de aguas es de 7.87 millones de m<sup>3</sup> de agua para cruzar el canal, lo que genera un ingreso promedio ponderado de USD 0.193/m<sup>3</sup>. b) en el uso como agua potable determinó un consumo promedio en ciudades servidas de 0.8 millones de m<sup>3</sup> diarios, a un precio aproximado de venta USD 0.173/m<sup>3</sup> a consumidores finales con un costo de potabilización de USD 0.06/m<sup>3</sup>. Ingreso m<sup>3</sup>: USD. 0.112 equivalente a 35 millones de dólares al año, y c) en la generación hidroeléctrica, es considerada una actividad residual, el precio por Kw es de Usd 0.086 Kwh para ventas de 35 millones de dólares al año (Sánchez, 2005).

### **La cuenca hidrográfica como unidad ecológica y de gestión**

La cuenca hidrográfica tiene relaciones vastas obedeciendo a los objetivos que se pretenda estudiar. La cuenca hidrográfica, sus recursos naturales y sus habitantes poseen connotaciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que le confieren características peculiares (Dourojeanni ,1994).

El manejo de cuencas implica información física – gráfica, como su pendiente de las cuencas hidrográficas, la configuración de la red de canales, ubicación dividida del drenaje, la longitud del canal y los parámetros geomorfológicos (Es decir, el alivio relativo, factor de forma, índice de circulación, índice de bifurcación, densidad de drenaje e hipsométricos integral - HI) para la cuenca, priorización y conservación del suelo y del agua (Sarangi et al., 2004).

A más de las características geográficas, la cuenca implica también un concepto de unidad territorial, ya que solo a partir de esta clara apreciación, se puede comprender que únicamente en la cuenca es posible cuantificar la oferta de agua que se produce durante el ciclo hidrológico. Es por sus cualidades de unidad hidrológica y de medio colector, almacenador e integrador de los procesos naturales y antrópicos que ocurren en la cuenca, que ésta puede ser también la unidad política, administrativa de gestión ambiental o de manejo de los diversos recursos naturales que albergan (Llerena, 2003).

Si bien los ecosistemas son usuarios legítimos del agua, la perspectiva antropocéntrica que rige la gestión del agua, en base a infraestructuras hidráulicas, ha atenuado el interés por la preservación de entornos y procesos naturales, sin considerar que los temas prioritarios, como el acceso al agua potable y saneamiento, o la prevención de desastres naturales, pueden ser optimizados con la inclusión de los ecosistemas en los programas de gestión hídrica. Por lo tanto, los ecosistemas juegan un papel importante en la generación de servicios hidrológicos o derivados, estos servicios dependen no solo de la presencia o no de una cubierta forestal y orgánica, sino del tipo de especies, del tipo de terreno, de la composición del suelo y el agua, del clima y de los regímenes hídricos, entre otros factores (Cazorla-Clariso, 2003).

### **La gestión del recurso hídrico**

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), reconoce que la gestión integrada del agua, involucra el agua superficial y subterránea asumiendo aspectos cualitativos, cuantitativos y ecológicos e involucrando los requerimientos, las necesidades y los usos del recurso hídrico. Por tal motivo, se debe considerar que por la intervención del ser humano se han modificado las características de calidad y cantidad del recurso, en donde se ha priorizado un desarrollo social y económico, poniendo en riesgo la posibilidad de seguir proporcionando los beneficios

a las comunidades (Santacruz, 2013). Así mismo, la Asociación Mundial para el Agua (GWP) define la gestión integrada del recurso hídrico como “el proceso que promueve la gestión y el aprovechamiento del agua, la tierra y demás recursos naturales, buscando de manera integral el bienestar social y económico, sin afectar los ecosistemas” (Global Water Partnership, 2000).

Concerniente a la gestión de los recursos hídricos es necesario entender que, en el pasado, la toma de decisiones para seleccionar las mejores alternativas de administración de organismos operadores de agua de ciudades únicamente se sustentaba en juicios económicos, específicamente en la reducción de los costos. En la actualidad, uno de los retos primordiales para países empobrecidos y en vías de desarrollo es construir herramientas que aprecien otros aspectos elementales para el desarrollo regional y local, como las institucionales, sociales, ambientales y económicas.

Por lo general los instrumentos que prevalecen evalúan criterios técnicos y económicos. Estos mecanismos habitualmente se apoyan en programas informáticos que emprenden del diseño o de la concepción de diversas opciones para la gestión del agua que se distribuye entre la población de los entornos urbanos y rurales. Después estudian las alternativas, las ponderan y las comparan (Sepúlveda, 2015).

La gestión y el desarrollo integral de los recursos hídricos buscan asegurar un uso óptimo y sustentable del agua para el desarrollo económico y social, mientras se protege y mejora el valor ecológico del ambiente. La gestión integrada del recurso hídrico es necesaria para combatir el incremento de la escasez de agua y la contaminación. Se puede emplear un gran número de métodos y técnicas, incluyendo la conservación del agua, la reutilización, y la gestión de las aguas residuales. Además, se requiere crear un marco legal e institucional que

permita la aplicación de estos principios, acompañado de herramientas de trabajo y metodologías para su implementación (Sánchez, 2005).

### **El recurso hídrico como servicio ambiental**

El servicio hídrico se refiere a la capacidad que tienen los ecosistemas para captar agua y mantener la oferta hídrica a la sociedad (Constanza et al, 1998). Los servicios ecosistémicos constituyen las funciones que son capaces de proveer los ecosistemas y los recursos naturales a fin de proveer beneficios de apoyo a la vida humana, contribuyendo a su calidad de vida y su perpetuidad (CEPAL, 2003).

Los servicios ecosistémicos hídricos se concentran en cinco grupos : a) los derivados de la oferta de agua: uso municipal, agrícola e industrial; b) los de oferta de agua in situ: uso recreacional, transportación y otros derivados del agua; c) los de mitigación: reducción de daños por salinización de tierras, inundación, sedimentación e intrusión de agua de mar ; d) los espirituales y estéticos: provisión de religiones, educacionales y turísticos, y e) los de soporte: agua y nutrientes para deltas importantes y otros hábitat, además opciones de preservación. Cada uno de estos servicios tiene propiedades de calidad, cantidad, tiempo de flujo y localización. La oferta de agua municipal no demanda exclusivamente una cantidad de agua apropiada, al mismo tiempo requiere de una calidad razonable en el lugar adecuado y tiempo apropiado (Brauman et al., 2007).

Todas las personas del mundo dependen por completo de los ecosistemas de la Tierra y de los servicios que éstos proporcionan, como los alimentos, el agua, la gestión de las enfermedades, la regulación del clima, la satisfacción espiritual y el placer estético. En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo de la historia humana con el que se pueda

comparar, en gran medida para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimentos, agua dulce, madera, fibra y combustible. Esta transformación del planeta ha aportado considerables beneficios netos para el bienestar humano y el desarrollo económico. Pero no todas las regiones ni todos los grupos de personas se han beneficiado de este proceso de hecho, a muchos les ha perjudicado. Sólo ahora se están poniendo de manifiesto los verdaderos costos ambientales (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2005).

### **Oferta y demanda hídrica**

Los seres humanos utilizan intensivamente el recurso hídrico tanto para las necesidades biológicas y culturales como para las diferentes actividades económicas. Cada uno de los diferentes usos tiene unos requerimientos de calidad o características físico químicas y biológicas particulares, por lo que el análisis de oferta y demanda no puede realizarse exclusivamente en términos cuantitativos de rendimientos o de caudales. Aunque el mayor uso de agua tiene lugar en las actividades agropecuarias los aspectos más críticos de disponibilidad tienen relación con sus usos para el abastecimiento de agua potable para la población, para los procesos industriales y para la generación de energía eléctrica (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, 2014)

Por otra parte, el agua utilizada para usos domiciliarios e industriales y que constituyen una proporción mínima respecto a la empleada por las áreas de riego y consumos pecuarios, a diferencia de estos últimos, retorna los volúmenes usados al sistema hídrico, pero con características de calidad sensiblemente inferiores afectando la disponibilidad del recurso aguas abajo.

A efectos del cálculo de la demanda hídrica se requiere la evaluación de los usos y de los diferentes sectores existentes en el contexto, donde se pueden estimar demandas y usos del

agua para periodos anuales por ejemplo: demandas de la población en unidades de vivienda, demanda industrial urbana, demanda industrial de grandes consumidores (procesos dependientes del recursos), demanda de los sectores comercial y de servicios, demanda pecuaria (consumo de especies de fauna domestica), demanda de áreas de riego, demanda hidroeléctrica y termoeléctrica, entre otras (IDEAM, 2014).

### **Economía y ambiente**

La economía es un conjunto de acuerdos tecnológicos, legales y sociales a partir de un grupo de personas que busca aumentar sus estándares materiales y espirituales de vida. En cualquier sistema económico, las funciones elementales de la producción, distribución y consumo ocurren dentro de un mundo natural circundante. Una de las funciones que desempeña el entorno natural es la de proveer materias primas e insumos de energía, sin los que sería imposible la producción y el consumo (Field y Azqueta, 1995)

El desarrollo de la actividad económica a lo largo de la humanidad ha tratado de satisfacer las necesidades humanas mediante el estudio de la producción de demanda de productos para la subsistencia. Estas corrientes se originan en los pensadores clásicos que dan el fundamento teórico y evolutivo para el conocimiento dentro de las ciencias sociales y económicas. El análisis económico es importante para comprender los problemas ambientales y orientar la toma de decisiones de política en este terreno.

### **Valor de uso y no uso**

Los bienes ambientales tienen valores de no uso o uso. Los valores de uso incluyen: directa, indirecta, opción y el valor de legado. Valores de uso directo contribuyen a la satisfacción de los consumidores o productores beneficios. Por ejemplo, preservar una fauna a

lo largo de un río crea valores para los que visitan el sitio para ver la vida silvestre o con los que cosechan productos naturales (moras, mortiño, peces, etc.) para consumo propio o ser vendidos a otros.

Valores de uso indirecto son aquellas que contribuyen a la producción o la utilidad del consumidor mediante el apoyo a otras actividades directas (o evitar daños a las actividades directas). Por ejemplo, si el área de la fauna restaurada también actúa como sitio de almacenamiento temporal de agua de la inundación, a continuación, los daños por inundaciones a las propiedades residenciales y comerciales aguas abajo se pueden reducir.

El valor de opción es el valor que las personas atribuyen a la posibilidad de disfrutar de algo en el futuro, a pesar de que no se pueden utilizar actualmente. Por ejemplo, un residente en una comunidad cercana no puede actualmente visitar el área de la fauna restaurada, pero puede tener previsto hacerlo en el futuro.

El valor de legado es el valor que la gente da, a conocer algo que las generaciones futuras tendrán la opción de disfrutar de ella. Por ejemplo, otro residente no puede estar planeando visitar el sitio, pero tiene valor para ellos debido a que sus hijos pueden visitar el sitio en el futuro. Todos estos valores suponen algún tipo de uso, ya sea ahora o en el futuro. Sin embargo, también es posible que un residente puede valorar el área de la fauna restaurada totalmente, incluso sin visitarla ni él ni sus hijos; que sólo tiene valor porque existe. Este es un ejemplo de un valor de no uso (Lee, 2005).

El valor de no uso no implica interacciones entre el ser humano y el medio ambiente, es un valor intrínseco. Dos formas que adquiere el valor de no uso: Valor de existencia: lo que ciertos actores están dispuestos a pagar para no se utilice el recurso por razones éticas,

altruistas, culturales, etc. Valor de legado: lo que ciertos actores están dispuestos a pagar para no se utilice el recurso en beneficio de las generaciones futuras (Cepal, 2010).

### **El valor económico del recurso hídrico**

Aunque hay muchas formas de medir el valor de uso de los valores económicos es importante cuando hay que elegir a la hora de asignar recursos limitados entre programas de la competencia. La teoría de la valoración económica se basa en las preferencias y las elecciones individuales. Las personas expresan sus preferencias por las opciones y soluciones de compromiso que ellos hacen, dadas las limitaciones, tales como aquellas sobre la renta o el tiempo. En economía, el estudio de los valores, y en particular los cambios en dichos valores, se llama economía del bienestar.

El valor económico de un bien o servicio se mide por la cantidad máxima de otras cosas que una persona está dispuesta a renunciar a fin de adquirir ese bien o servicio. En una sociedad de trueque, esta compensación es evidente cuando una persona renuncia a 3 unidades del bien A con el fin de obtener 1 unidad del bien B. Sin embargo, en las economías de mercado, dólares (u otras formas de moneda) son el indicador aceptado de valor económico, porque la cantidad de dólares que una persona está dispuesta a pagar por un artículo indica la cantidad de otros bienes y servicios que están dispuestos a renunciar a ese tema en particular (costo de oportunidad). Esto se llama disposición a pagar (Dpa) (Lee, 2005).

### **Métodos de valoración ambiental**

Algunos de los servicios que prestan los ecosistemas tienen un precio en los mercados competitivos, y por lo tanto el precio pagado por ese servicio al menos en parte refleja el valor de ese servicio ambiental. Sin embargo, muchos servicios de los ecosistemas no se comercializan en los mercados porque los individuos no poseen los recursos, estos son bienes

públicos y no bienes individuales. La ausencia de mercados no quiere decir que no hay ningún valor económico para el recurso. En estos casos, las técnicas de valoración no de mercado pueden ser utilizados para estimar los valores económicos (Alcaraz-Segura et al,2008).

Existen un grupo de metodologías de valoración que se han ido desarrollando basadas en diferentes premisas y permiten valorar y analizar diferentes aspectos. La Tabla 2 resume estos métodos, que se discuten en más detalle a continuación:

**Tabla N° 2**

***Clasificación de los métodos de valoración ambiental***

<b>Clasificación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Mercados hipotéticos</b>	
Precios hedónicos (precios de la propiedad)	Se basa en determinar los precios implícitos con respecto a ciertas características que determinan su valor. Por ejemplo, el valor de una casa está determinado por factores tales como calidad del entorno, vecindario, ubicación, tamaño y construcción entre otras. (Agüero,2006; Azqueta, 2005).
Costos de viaje	Provee información sobre el valor económico de oportunidades de recreación, las cuales son medibles con valores de mercado, a través de la suma de costos de transporte y otros gastos de viaje. (Rosenthal et al, 1984; Azqueta, 1995).
Valoración contingente	Se basa en la creación de un mercado hipotético con el cual se busca la

---

	determinación del valor para un recurso (principalmente recursos naturales), que no posee valores de mercado. Se les pregunta a los consumidores cuánto estarían dispuestos a pagar (Dap) o bien cuánto estarían dispuesto a aceptar, por mantener una determinada área protegida o por reducir la contaminación de las aguas (Herrador y Dimas, 2001).
Experimentos de selección múltiple	Se basa en examinar las respuestas de los individuos (preferencias) a cambios tanto en los atributos de un escenario, como del escenario mismo.
Análisis de múltiples criterios (MCA)	Estos métodos, aunque no se consideran de valoración económica sino más bien de evaluación económica, permiten el uso de los resultados obtenidos en los procesos de valoración. Además, ofrecen procedimientos flexibles para tratar con los diversos efectos cualitativos y cuantitativos ambientales, producto de las decisiones. El principal objetivo de este tipo de metodología es proveer instrumentos para la toma de decisiones (Munda, 1994).

---

## **Métodos contingentes o mercados contruidos**

El método de valoración contingente (MVC) se utiliza para estimar los valores económicos para todo tipo de ecosistemas y los servicios ambientales. Se puede utilizar para estimar tanto los valores de no uso y uso, y es el método más ampliamente utilizado para la estimación de valores de no uso.

El método de valoración contingente consiste en preguntar directamente a las personas a través de una encuesta, cuánto estarían dispuestos a pagar (Dpa) por los servicios ambientales. En algunos casos, las personas se les pregunta por el monto de la indemnización que estarían dispuestos a aceptar al renunciar a los servicios ambientales. Se llama valoración "contingente", porque las personas se les pide que indiquen su voluntad a pagar, depende de un escenario hipotético específico y descripción del servicio ambiental.

La valoración contingente es una de las pocas maneras de asignar valores en dólares a valores de no uso de los valores de entorno que no impliquen compras en el mercado y puede que no impliquen una participación directa. Estos valores se refieren a veces como "valores de uso pasivo". Ellos incluyen todo, desde las funciones de soporte vital básicos asociados con la salud del ecosistema y la biodiversidad, para el disfrute de una vista panorámica o una experiencia en el desierto, para apreciar la opción de pescar o la observación de aves en el futuro, o el derecho a legar esas opciones a sus nietos.

Está claro que la gente está dispuesta a pagar por falta de uso, o uso pasivo, los beneficios ambientales. Sin embargo, estos beneficios son propensos a ser tratados de manera implícita como cero a menos que su valor en dólares es de alguna manera desvalorada. Entonces, ¿cuánto valen? Dado que las personas no revelan su disposición a pagar por ellos a

través de sus compras o por su comportamiento, la única opción para la estimación de un valor es haciéndoles preguntas (Loomis, 1989).

### **Herramientas de apoyo a la valoración y análisis.**

Los procesos de valoración y asignación se han ajustado a la aplicación de una serie cada día más creciente de programas informáticos que agilitan el procesamiento de datos y simulaciones necesarias en estos procesos; por este motivo se presenta una revisión de estas herramientas:

- **Los modelos LOGIT, PROBIT Y TOBIT**, con respuesta cualitativa son modelos en los cuales la variable dependiente puede ser de naturaleza cualitativa, mientras que las variables independientes pueden ser cualitativas o cuantitativas o una mezcla de las dos. Los modelos de respuesta cualitativa no tienen que limitarse a respuestas de sí o no; la variable respuesta puede tomar más de dos valores, ser tricotómica o politómica, además se constituyen modelos en los que la variable dependiente es de carácter ordinal o de carácter nominal, en donde no hay preestablecido ningún tipo de orden (Gujarati, 2010).

Por último, se están incorporando en estos procesos de valoración, análisis y toma de decisiones software basados en; Modelos de Inteligencia Artificial: Sistemas Expertos, Redes Neuronales, algoritmos genéticos, y complementados en muchos casos con el Manejo del Costo programados y la Información espacial (Sistemas de información geográfica SIG), y STATA como herramientas de apoyo.

### **Marco legal ambiental**

La Constitución de la República aprobada en referéndum del 28 de septiembre de 2008, publicada en el Registro Oficial No. 449 de 20 de octubre de 2008, en su primera disposición

transitoria, inciso segundo establece que en el plazo máximo de trescientos sesenta días, entre otras se aprobó la ley que regule los recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, que incluirá los permisos de uso y aprovechamiento, actuales y futuros, sus plazos, condiciones, mecanismos de revisión y auditoría, para asegurar la formalización y distribución equitativa de este patrimonio.

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua aprobada en el 2014 en su Art. 5 indica que el agua constituye patrimonio nacional, sector estratégico de decisión y de control exclusivo del Estado a través de la Autoridad Única del Agua cuya gestión se enfocará en el interés público. Al igual que la Constitución prohíbe toda forma de privatización del agua, la presente Ley en su Art. 6 menciona que, por su trascendencia para la vida, la economía y el ambiente, el agua no puede ser objeto de ningún acuerdo comercial. El Art. 14 señala que el Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego.

En el Capítulo segundo de los Derechos del Buen Vivir, sección agua y alimentación, el Art. 12 señala que el derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Por su parte, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía (COOTAD) en el Artículo 32, establece como una competencia exclusiva del gobierno autónomo descentralizado regional en su lit. b) Gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas y propiciar la creación de consejos de cuencas hidrográficas, de acuerdo con la ley. Esto se ratifica en el Artículo 132, donde se prescribe que el gobierno autónomo descentralizado

regional propiciará la creación y liderará, una vez constituidos, los consejos de cuenca hidrográfica, en los cuales garantizará la participación de las autoridades de los diferentes niveles de gobierno y de las organizaciones comunitarias involucradas en la gestión y uso de los recursos hídricos.

### **Proyectos multipropósito**

Los proyectos de usos múltiples tienen un impacto diverso en el desarrollo económico y el medio ambiente, se ha evidenciado un desarrollo significativo en las zonas en las que se han iniciado con éxito estos proyectos, sobre todo en el campo de la agricultura y la energía. Al mismo tiempo, la implicación ecológica, tales como el agotamiento de los bosques y la extinción de los animales salvajes, es enorme. Del mismo modo, los problemas de inundación y enfermedades diversas en consecuencia a la contaminación del agua han sido mitigadas en las zonas de influencia de los proyectos; otro factor de relevancia en los proyectos multipropósito es la provisión de agua de riego en zonas afectadas por la sequía propia del verano (Vishwambhar, 2008).

## **CAPÍTULO III**

### **APROXIMACIÓN METODOLÓGICA EMPLEADA PARA ABORDAR EL PROBLEMA**

Para valorar los servicios ecosistémicos hídricos, que se aprovecharan a través de la implementación del proyecto multipropósito Piñán-Tumbabiro (MPT), se diseñó un constructo metodológico para la estimación de la valoración del recurso hídrico, el método utilizado fue el método de contingente o mercados contruidos. Que se ajustó a las características del contexto, a los agentes presentes en la zona y las actividades que estos desempeñan, entendiendo que se trató de incluir variables; ambientales, socioeconómicas y agro productivas, que en su conjunto permitieron la composición de la propuesta para su valoración, cuyos procedimientos de orden metodológicos brindan fiabilidad y validez al estudio y que en su conjunto, permiten orientar los resultados como un instrumento que conlleve a la gestión del recurso agua en lo local, regional y nacional.

El estudio fue de tipo exploratorio, se analizó valorar el recurso hídrico proveniente del páramo andino donde nacen los ríos Piñán y Pantaví, mismos que serán intervenidos en la ejecución del proyecto MPT.

Adicionalmente Con el fin de recabar información sobre el estudio realizado en la década de los noventa por la empresa japonesa Japan International Cooperation Agency (JICA) se realizó entrevistas confidenciales a funcionarios que en ese entonces ayudaron a realizar el estudio técnico y que actualmente se encuentran en funciones en las instituciones del gobierno como: Secretaria del agua (SENAGUA), Ministerio de Agricultura, ganadería y pesca (MAGAP) y en el Gobierno Provincial de Imbabura (GPI).

A fin de lograr los objetivos planteados, se empleó como estrategia para la investigación el apoyo documental y de campo. En el primero y con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento del área, se recurrió a la revisión de casos y estudios realizados en otros países, se indagó en las tendencias conceptuales y metodológicas de valoración, así como los requerimientos en aspectos asociados a la gestión integral del recurso hídrico, legislación referente al uso del agua en Ecuador, y aspectos asociados a la evolución de la economía que conllevaron a modelos de valoración del recurso agua; a fin de propiciar lineamientos viables para la obtención adecuada de resultados. El segundo, apoyo de campo, consistió en las visitas in situ al sitio en estudio a fin de identificar los servicios ecosistémicos hídricos y los diferentes agentes presentes en ésta, donde se aplicaron los instrumentos y métodos previstos para la recolección de información.

El método que mejor se acoplo a los recursos disponibles fue el método de valoración de contingentes (mvc), la aplicación de este método consiste en medir la disponibilidad a pagar (Dap) por los bienes ambientales que son utilizados por los proyectos, además es considerablemente usado en diversas circunstancias en diferentes países en desarrollo (Arrow et al, 1993).

A efectos de esta investigación y su desarrollo, se emplearon un conjunto de instrumentos, procedimientos y métodos para la recolección y procesamiento de la información. Se realizaron dos modelos de encuestas para la población, la primera dirigida a los jefes de familia de las comunidades y la segunda orientada a los presidentes tanto del cabildo como de las juntas de agua de consumo y riego; con el fin de identificar como será afectado por la implementación del proyecto MPT, sobre aspectos generales de la población, su forma de vida y el uso que le dan al agua.

En lo que se refiere al cálculo de la muestra para la aplicación de las encuestas, se indagó en diferentes metodologías estadísticas, se consideró que para estudios de tipo exploratorio se recomienda el juicio de expertos, por ser necesaria la experiencia en un tema específico, por ser validados y útiles cuando el objetivo de estudio así lo requieren (Hernández et al, 1997). Por tal motivo se acudió a lectura de proyectos de la misma naturaleza y asesoría a investigadores con vasta experiencia en este ámbito.

La población específica del proyecto distribuida en las cuatro parroquias para el año de 2010 se ha calculado en base a la información de los sectores censales de cada parroquia proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), y que se encuentran localizada en la zona de influencia del proyecto. El total de población del censo de 2010 es de 14.788 habitantes. En base a que la población directamente afectada por el proyecto MPT, se calculó una muestra equivalente a 200 hogares. Sin embargo, a juicio del autor de esta investigación se ajustó (por encima) a un número de 220 hogares como muestra para la aplicación de las encuestas en base a qué, pueden constar encuestas con incoherencias en la información y pueden ser omitidas de la muestra.

La encuesta se realizó entre los meses de marzo y junio de 2016 a los jefes de familia que se sitúan en la zona de influencia del proyecto MPT para conocer de manera más específica acerca de: la identificación de la familia, características de ubicación y biofísicas de su residencia, impacto del proyecto en su actividad productiva y forma de vida y por último sobre la provisión y gestión del agua para uso productivo.

Los resultados de la encuesta podrían ser susceptibles de cierto sesgo especialmente en una de las preguntas esenciales del cuestionario que es “¿Cuánto está dispuesto a pagar por una mejor calidad y aprovisionamiento de agua?” En donde el encuestado tiende a exagerar su Dap. No obstante, esta particularidad fue tomada en cuenta, para lo cual se practicaron pruebas para

contrastar diferencias en la Dap por nivel de ingreso; es decir, midiendo con discreción si los entrevistados apreciaron su restricción presupuestaria al dar su Dap.

Con respecto al medio de pago, para la valoración del servicio de provisión se consideró una propuesta de incremento en la tarifa de pago mensual incorporada en el recibo de consumo de cada mes, en la misma condición, el agua de riego. Porque para los hogares el pago por el servicio de agua es habitual. Un aspecto relevante fue la obtención del consumo de agua de los hogares en m<sup>3</sup>, así como las características socioeconómicas de los hogares encuestados, con el fin de estimar una función de valor, donde la Dap pueda ser calculada a partir de esas características.

La explicación del método de valoración contingente (mvc) a través del modelo probit considera la disponibilidad a pagar (Dap) por el aumento del servicio de provisión tanto en agua de consumo como de agua de riego, de tal manera que esto responda a las necesidades del suministro de agua para los hogares, y especialmente en la dotación del agua de riego. El modelo probit se expresa de la siguiente manera:

$$P_k = E\left(Y = \frac{1}{X_k}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{S_k} \frac{-t^2}{e^2} dt$$

Donde t es una variable aleatoria normal estandarizada,  $t = N(0,1)$ . En este modelo, la probabilidad  $P_k$  para  $Y = (\Pr(y = 1) \text{ o } \Pr(y = 0))$ , se sitúa entre cero y uno, ya que la probabilidad de la variable aleatoria normal estandarizada t es menor o igual a  $S_k$ . Cuando el índice de beneficio  $S_k$  incrementa de  $-$  a  $+$ , la probabilidad  $P_k$  para  $Y = 1$  incrementa proporcionalmente. Ya que  $P_k$  representa la probabilidad de una respuesta positiva, ésta es medida por el área de la curva normal estándar desde  $-$  hasta  $S_k$ . La matriz  $X_k$  contiene las variables socioeconómicas.

Al igual que la encuesta, se realizaron entrevistas con actores especiales, a fin de conseguir información que no se pudo obtener en documentación primaria y secundaria; para esto fue necesario contactar los actores que fueron participes directos o indirectos en el primer estudio realizado por la JICA en 1992. También se realizó el previo análisis con la directora de tesis sobre cada una de las preguntas antes de ser aplicada la entrevista para evitar preguntas con poca trascendencia.

Por último, cabe mencionar que se consideró la participación de un grupo especializado de encuestadores, y el apoyo de instituciones gubernamentales tales como SENAGUA, Empresa pública YACHAY, Municipios del Cantón Cotacachi y Urcuquí, así como la comunidad, que sirvieron de apoyo técnico y logístico en el área de estudio

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### **Identificación de los servicios ecosistémicos hídricos de la zona de influencia del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro (MPT)**

El proyecto MPT, se localizará en la República del Ecuador situado en la región noroccidental de América del Sur, específicamente el área de estudio del proyecto se encontrará localizada a unos 20. Km al noroeste de la ciudad de Ibarra, capital de la provincia de Imbabura, al norte del país y a una distancia aproximada de 140 Km de Quito, capital del Ecuador. Dentro del área de influencia directa del proyecto, se encuentran las comunidades rurales de las parroquiales: San Miguel de Urcuquí, San Blas y Tumbabiro del cantón Urcuquí y las comunidades de la parroquia Imantag del cantón Cotacachi.

Las cuencas que se intervienen en el proyecto MPT son de los ríos Piñán y Pantaví, y para un mayor análisis también se han realizado estudios de micro cuencas aledañas al proyecto (Gualoto, Atanto, Cevallos, Mal Salto, Cristococha y Cariyacu), estos serán los afluentes que serán utilizados para cubrir las necesidades hídricas de la zona de influencia.

Con respecto a los servicios ecosistémicos que son todos los beneficios que percibimos de los ecosistemas desde la aparición de los seres humanos en el actual territorio nacional, los servicios de regulación se refieren a la capacidad de regular los procesos ecológicos esenciales a través de los ciclos biogeoquímicos; los servicios de soporte contribuyen a preservar la productividad y calidad de los bienes y servicios ambientales y, por último, los servicios culturales vinculan los valores que asigna la sociedad a la calidad del medio ambiente (Constanza, 1997).

Se detalla a continuación los servicios ecosistémicos que se identifican en la zona de influencia del proyecto MPT:

### **Servicios de provisión**

La disponibilidad del recurso agua está determinada no solo por la cantidad sino también por la calidad, la cual está determinada por la concentración de ciertas sustancias cuyos valores límites están establecidos en la normativa ambiental, de acuerdo al uso que se planifique darle. La cantidad del agua depende de factores naturales, como la intensidad de la precipitación, la hidrología del lugar, la cantidad de sedimentos arrastrados de las cuencas de los ríos, la sinuosidad o la geometría del cuerpo de agua, la pendiente longitudinal del río, etc. También es importante considerar factores antropogénicos, como las actividades que se desarrollen en las cercanías de los cuerpos de agua, del nivel de contaminación de cuerpos de agua que alimentan a un río principal, del uso previo que se le haya dado al recurso y la eficacia de los tratamientos previos a su uso

La provisión de agua dulce para el consumo del cantón Urcuquí en las parroquias de Urcuquí, Tumbabiro y San Blas son: Alofitara, Cunrayaro, Qda Chimborazo, Nanval, Acequia Guzmaná y la Toma; mientras que las comunidades de la parroquia de Imantag del cantón Cotacachi cuentan con las siguientes fuentes: río Alambi, Cóndor Huaico, Corral Viejo, Curquiloma, Santa Bárbara, Sacha Potrero, Qda Tushila, San Luis de la Carbonería y la Toma.

Es importante resaltar que el 75% del suministro de agua de las comunidades del cantón Urcuquí está administrado por el municipio y el 25% lo administra las juntas de las comunidades en donde el 60.5% de estas expresan que el agua es de buena calidad y un 36.97% que la calidad es regular. En el caso de la parroquia de Imantag el 100% del suministro del agua es administrado por la junta de agua de consumo de cada comunidad y manifiestan que

un 74.56% la calidad de agua es buena y un 16,67% dice que es muy buena. Por lo mencionado las comunidades del cantón Urcuquí tienen un pago y consumo base homogéneo para todas las comunidades, en contraste con Imantag que las bases varían de una comunidad a otra.

Con respecto al agua de riego la zona de influencia directa cuenta con la provisión de las siguientes fuentes: Bocatoma, Rio Huarmiyacu, Caballito, Dorrumi, Sacha Potrero, Conrayacu, el Paradero y San Luis de la Carbonería. Existen 24 canales de riego (acequias), la longitud total es de 240 Km y el área beneficiada por el riego de las acequias es de 25,20 Ha y 1.730 usuarios pagan el derecho por el uso del agua y depende de la junta de agua de riego de cada comunidad o parroquia que va desde 5\$ hasta 15\$ por hora.

En la producción de alimentos, el 70% de la superficie total cultivada se encuentra con maíz, trigo, cebada, fréjol, papa, caña de azúcar, arvejas y garbanzo; y un 30% de la producción está representado por cultivos permanentes como: aguacate, alfalfa y tomate de árbol.

Las zonas altas correspondientes a ecosistemas andinos como páramo y bosque montano son los proveedores y almacenadores del recurso hídrico, por ende, es en estos ecosistemas en donde se aplican los procesos de forestación a fin de asegurar y resguardar la provisión de agua, entre las especies forestales se encuentran: panza (*Polylepis incana*) y (*Polylepis racemosa*), aliso (*Alnus jorullensis*), pumamaqui (*Oreopanax aff. ecuadorensis*), quishuar (*Buddleja incana*), sachá capulí (*Vallea stipularis*), matachi, cerote y mayormente eucalipto (*Eucalytus globulus*).

En el sistema de saneamiento se debe analizar por parroquias como el resto de los datos analizados, debido a que las comunidades de Imantag exponen una realidad muy diferente al resto de parroquias. Por lo mencionado se detalla que en Imantag el 23.68% tiene red de desagüe, el 69.3% cuenta con pozo séptico y un 7.02% no tiene ningún sistema de

saneamiento, mientras en las parroquias del cantón Urcuquí el 83.1% de las comunidades cuenta con una red de desagüe, un 15.5% tiene pozo séptico y solo un 1.41% no posee sistema de saneamiento alguno.

### **Servicios de regulación**

Los servicios regulatorios que se pudieron evidenciar en el estudio de campo son el cambio de uso de suelos por el reemplazo de hábitats naturales por zonas de cultivo especialmente en las comunidades de mayor producción agrícola como son Peribuela y Quitumba. Este efecto por parte de la mano del ser humano tiene una contradicción porque un 83.24% manifiesta que la biodiversidad es importante para su actividad económica pero algunas zonas riveras con arbustos han sido cortados para tener más espacio para cultivar, el efecto en el ecosistema ha sido la reducción de la protección del suelo y la erosión y sedimentación fruto de un monocultivo y los químicos usados para combatir las plagas.

Otro servicio ecosistémico de regulación se refiere al mantenimiento de la calidad del agua, estos se evidencian mediante la presencia de insectos y plantas indicadores biológicos de la calidad del agua. De las comunidades encuestadas, la comunidad de Tapiapamba del cantón Urcuquí expresa un 80% de desconformidad con la calidad de agua situándola en mala y regular, esto se explica porque su fuente es la acequia Guzmaná que proviene del río Ambi caracterizado por su notoria contaminación.

En contrastación a la comunidad de Tapiapamba se encuentran las comunidades pertenecientes a la parroquia de Imantag con un 83.33% de satisfacción por la calidad del agua de consumo y de riego.

Otro servicio ecosistémico se relaciona con la regulación del clima, es decir la temperatura y las precipitaciones propias de un ecosistema y parte del área de estudio (fuentes

de agua) se encuentran ubicada en la reserva ecológica Cotacachi-Cayapas. Sin embargo, a pesar de contar con este valioso recurso un 97.83% de la población manifiesta que sufre de sequía especialmente en los meses de verano, esto nos demuestra que existe abundancia de agua en las fuentes, pero la escasa infraestructura y diseño de los sistemas de agua tanto de consumo como de riego no satisfacen las necesidades de la población.

Los efectos del cambio climático en la zona entre tantas son: el precario rendimiento de las cosechas, pérdida de interés en la agricultura, peligro en la vegetación y la fauna, la proliferación de las especies invasivas, plagas y especialmente migración desde las comunidades al centro urbano o a ciudades más grandes de la provincia.

El Ministerio del Ambiente conjuntamente con el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) han fomentado programas para los agricultores como reforestación, uso eficiente de recursos ecosistémicos, semillas de mejor calidad genética, gestión eficaz de abonos y control de la degradación de suelos. Pero lastimosamente la mayoría de estos programas han sido un fracaso por el precario aprovisionamiento del recurso vital (agua) que no permite que los cultivos sean más productivos.

### **Servicios culturales**

Entre los servicios culturales que se puede localizar en la zona de influencia tenemos la recreación acuática, representada por las aguas termales de la comunidad de San Francisco de la Delicia(Tumbabiro) y de la comunidad de Irugincho (San Blas) entre ellas están: Santagua-Chachimbiro, Arco Iris, Aguasabia, Hacienda Chachimbiro y el complejo ecoturístico Timbuyacu.

Otro punto importante es el aporte cultural y arqueológico de la Hacienda la Banda ubicada en Tumbabiro. En el subsuelo de esta hacienda se encontraron piezas arqueológicas de

origen artesanal y que de acuerdo a los estudios realizados pertenecieron a las culturas pre-incaicas. En las instalaciones se conservan parte de las piezas originales tanto de las prácticas agrícolas como ceremoniales, prácticas que realizaban los aborígenes mucho antes de la invasión inca y la colonización española.

La zona al estar compuesta de una macrotopografía de tope y pie de montaña, altiplanicie, llanura, zona riverena y bosque húmedo, presenta paisajes naturales muy atractivos.

### **Servicios de soporte**

La zona de influencia total del proyecto MPT cuenta con un hábitat para especies diversas como el águila harpía (*Harpia harpyja*), el pavón norteño (*Crax rubra*), el mielero pechirrojo (*Dacnis berlepschi*) y la tångara bigotuda (*Tangara johannae*). En la periferia de la zona alta de esta área se alberga importantes poblaciones de especies amenazadas y casi amenazadas, para las cuales es quizás el área protegida más importante del Ecuador, como el halcón montés plumizo (*Micrastur plumbeus*), el cuco terrestre escamado (*Neomorphus radiolosus*) y el pájaro toro (*Cephalopterus penduliger*) (Ministerio del Ambiente, 2014).

Las siguientes especies de mamíferos amenazados globalmente han sido registradas cerca de los límites del proyecto: la zarigüeya lanuda (*Caluromys derbianus*), el venado de páramo (*Mazama rufina*), el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el olingo de cola tupida (*Bassaricyon gabbii*), el armadillo cola de trapo (*Cabassous centralis*), la paca de montaña (*Agouti taczanowskii*), el murciélago de cola larga (*Choeroniscus periosus*), el murciélago espectral (*Vampyrum spectrum*), el murciélago frutero pequeño (*Rhinophylla alethina*), el murciélago de nariz ancha (*Platyrrhinus chocoensis*) y la rata cangrejera (*Ichthyomys hydrobates*) (Ministerio del Ambiente, 2014).

Todos estos elementos reflejan que la zona de impacto del proyecto es rica en biodiversidad y provee de servicios que la mayoría de la población desconoce y no le da el valor que debería tener, gracias al Ministerio del Ambiente se ha realizado campañas de reforestación, pero esto no es suficiente para mitigar los problemas que aquejan a la población.

### **Caracterización de las condiciones económicas de la población rural en la zona de influencia del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro (MPT)**

La población de la zona directa del área del proyecto de acuerdo con los datos del Censo de Poblacional del 2010, en un alto porcentaje es joven, pues los niños y adolescentes menores de 17 años constituyen el 41,3%, le sigue en importancia el grupo de adultos de edades entre 30 -64 años, que tiene una participación del 30,4% (Cuadro 1).

**Tabla N° 3**

***Distribución de la población por edades según las parroquias de la zona de influencia del proyecto 2010.***

<b>Parroquias</b>	<b>Niños (0-1 Años)</b>	<b>Adolescentes (12-17 años)</b>	<b>Jóvenes (18-29 años)</b>	<b>Adultos (30-64 años)</b>	<b>Adultos mayores (65 y más años)</b>	<b>Total</b>
<i>San Miguel de Urcuquí</i>	1.361	667	1.035	1.664	478	5.205
<i>San Blas</i>	768	374	617	924	332	3.015
<i>Tumbabiro</i>	369	233	297	505	233	1.627
<i>Imantag</i>	1579	750	796	1.402	414	4.941
<i>Total</i>	4077	2.024	2745	4.495	1.447	14.788
<i>Porcentaje</i>	27.6%	13.7%	18.6%	30.4%	9.8%	100%

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la información Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) – Censo Poblacional y Vivienda, 2010.

De acuerdo con los datos obtenidos de la investigación directa de campo realizada entre los meses de marzo y junio de 2016, se puede observar que el número de miembros de las familias rurales de la zona del proyecto es de cinco miembros por familia, distribuidos en padre, madre y 3 hijos, lo que significa que se encuentra por encima del promedio nacional que es de cuatro y dentro del promedio provincial que es de cinco miembros.

Los jefes de familia del total de 2000 hogares y con una muestra depurada del 9.25%, correspondiendo el 63,78 % (118 hombres) y 36.22 % (67 mujeres), la edad promedio de los jefes de familia se encuentra en un intervalo de 41-60 años con un 48.11%.

De acuerdo con los datos obtenidos de la encuesta, los niveles de educación de los jefes de familia se clasifican de acuerdo a su importancia en: Básica primaria completa e incompleta el 43.78 % (81 jefes de familia), bachillerato el 11.89% (22 jefes de familia), superior el 2.16 % (3 jefes de familia) y sin ninguna instrucción educativa el 42.16% (78 jefes de familia). En lo que respecta a la infraestructura de educación el mayor número de escuelas y colegios se encuentra en la jurisdicción de Urcuquí con 8 escuelas y dos colegios, distribuidos en el centro de la ciudad y las diversas comunidades del sector. Le sigue en importancia San Blas con dos jardines de infantes y cinco escuelas. Un aspecto importante dentro de la zona y específicamente en la parroquia de Imantag, existe la Escuela del Milenio SUMAK YACHANA WASI, donde funciona la Escuela y el Colegio, con una infraestructura y adecuaciones de aulas y laboratorios, totalmente modernos y acorde con el plan de mejoramiento de la educación en el sector rural por parte del Gobierno Central.

El 62.33% (121 jefes de hogar) se dedican actividades económicas asociadas a la agricultura, el 6.49% (12 jefes de hogar) se encuentra en el ámbito del comercio, el 5.95% está laborando como empleado del sector público, el 8.65% en el sector privado, un 7.56% se dedica

a la construcción, crianza de animales y ganadería, mientras que el 3.24 % (jefas de familia) está dedicada a labores domésticas y el 1.08 % (jefas de familia) trabaja en artesanías. Los ingresos económicos que perciben los jefes de familia de la principal actividad económica, la agricultura, ha sido muy significativa en ciertas comunidades de la parroquia de Imantag, pero una gran mayoría de las comunidades de las parroquias de Urcuquí manifiestan que la agricultura es un medio de sobrevivencia porque no tienen otras alternativas, y por este motivo siguen con la actividad a pesar de tener pérdidas en las siembras por la sequía omnipresente en el verano.

De acuerdo con la política del Ministerio de Salud Pública y conforme al Manual Operativo, Red nacional integrada de servicios de salud, Red pública integral de salud red privada complementaria.

Los tres Subcentros de Salud de primer nivel distribuido en Tipo A (Centro de salud tipo A de 3.000 a 10.000 habitantes) de Urcuquí y Tipo B (Centro de salud de servicio itinerante para atención a poblaciones dispersas hasta 3500 habitantes) de San Blas y Tumbabiro, corresponden a la Dirección Distrital No. 10 y todas las transferencias hospitalarias lo realizan a los pacientes al Hospital San Vicente de Paul de Ibarra, de la misma manera la parroquia de Imantag cuenta con un subcentro de salud y la hospitalización se lo realiza en el hospital San Luis de Otavalo (Ministerio de Salud Pública, 2015)

También se debe destacar las importantes manifestaciones de medicina ancestral que se desarrollan en la zona, la mayoría de la población acude a esta medicina debido a distancia de los centros de salud, desconfianza en la salud pública, precio y en especial por su cultura de automedicación con plantas medicinales propias de la zona.

**Estimación del valor de los servicios ecosistémicos hídricos que serían aprovechados por la población rural de la zona de influencia del proyecto a partir de la implementación del proyecto multipropósito Piñán – Tumbabiro.**

En el área bruta del proyecto de 11.574,30 ha, se encuentran 1.393 UPAs (Unidad de producción agrícola) excluyendo una UPA del Proyecto Yachay, que cuenta con 2.060,1 ha, se tiene una superficie total de 9.514,16 ha, con una superficie potencial de riego de aproximadamente 5.695,21 ha y Yachay 1.514,11 ha, dando un total de 7.209,32 ha netas de riego del proyecto MPT.

La Ciudad del Conocimiento (Yachay) se proyecta como un mercado potencial de considerable importancia, al que el área de influencia del proyecto podría abastecer directamente de productos agrícolas, pero la entrega de productos deberá ser de forma constante en calidad y cantidad, por lo tanto será necesario de la formación de asociaciones entre productores, a fin de garantizar el suministro constante de productos, además otra de las ventajas de la formación de asociaciones es que se puede eliminar la utilización intermediarios, es decir eliminar eslabones en la cadena de comercialización, con lo cual la entrega directa favorecería a los productores y consumidores, y los precios se fijarían directamente entre el vendedor y comprador.

La promoción del área de influencia del proyecto como abastecedor natural de productos agrícolas para la Ciudad del Conocimiento (Yachay), es una opción que se presenta como prometedora.

Una oferta de productos en cantidad y calidad es la mejor estrategia que tiene el área de influencia del proyecto si se desea captar como mercado natural de destino a los futuros consumidores de la Ciudad del Conocimiento (Yachay).

Uno de los objetivos principales de Yachay es mejorar significativamente el Valor Agregado de la producción, esto se lograría mediante la preparación de diferentes perfiles de Agroindustrias, a instalarse en la zona, a fin de permitir el mejoramiento de la cadena productiva e inherente a esto un progreso de las condiciones de vida de la familia campesina.

El proyecto contempla la entrega de agua cruda y agua para riego de las parroquias y la ciudad del conocimiento Yachay. Para la dotación de agua se ha considerado por efectos de cálculo una población futura a 25 años. Se ha considerado una dotación media diaria de 200 l/ha/día.

La investigación evoca diferentes comportamientos con respecto a la percepción de los habitantes en cuanto al recurso hídrico del que disponen, es así que se ha realizado análisis en dos escenarios, uno de estos es con el agua de consumo y el otro con el agua de riego.

### **Agua de consumo**

El Proyecto Multipropósito Piñán-Tumbabiro ha sido estudiado anteriormente como un proyecto exclusivo de riego, recientemente para los nuevos estudios la SENAGUA, determina para el presente estudio la implementación de energía hidroeléctrica y agua potable a fin de optimizar el recurso hídrico y satisfacer nuevas demandas de la zona (Innovativa,2012).

El objetivo del proyecto en área de agua potable consiste en entregar agua cruda a las parroquias de Urcuquí, Tumbabiro, San Blas e Imantag que se encuentran dentro del área beneficiaria del agua de riego, por tanto, se limita a la determinación de los caudales y el diseño de las conducciones de entrega del agua cruda desde los alimentadores del proyecto de riego hasta los sitios destinados al tratamiento de cada parroquia a fin de dotar de agua a la población urbano rural y rural. (Innovativa,2012).

Para la ejecución del modelo de estimación del recurso hídrico de consumo se utilizaron las variables descritas en el siguiente cuadro.

**Tabla N° 4**

***Distribución de variables del agua de consumo.***

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Mean</b>	<b>Std.Dev</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Dap	Disposición a pagar	Binario	0,7189189	0,4507496	0	1
Y	Ingreso	\$000/mes	408,6703	232,2305	150	1500
Educ	Educación	Categórica	0,7405405	0,7501665	0	3
Contam	Contaminación	Binario	0,372973	0,4849073	0	1
Conflict	Conflicto por el agua	Binario	0,6432432	0,4803421	0	1
Consum	Consumo m3	m3/mes	28,41081	14,2067	10	100
Q	Calidad	Categórica	2,702703	0,8988176	0	3
Seq	Sequia	Binario	0,9135135	0,2818439	0	1
Knton	Cantón de residencia	Binario	1,616216	0,487626	0	1

Fuente: Elaboración propia, con base encuesta (2016)

Por motivo de una considerable cantidad de variables que fue posible recolectar con base a la encuesta, se realizaron tres ensayos de modelos que explicaron el comportamiento de la variable dependiente (DAP).

La ecuación del modelo se expresa a continuación.

$$DAP = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x + \beta_3x + \beta_4x + \beta_5x + \beta_6x + \beta_7x + \beta_7x \dots + \beta_Nx$$

**Modelo 1:**

$$DAP = \beta_0 + \beta_1xY + \beta_2xEduc + \beta_3xContam + \beta_4xConflict$$

**Modelo 2:**

$$DAP = \beta_0 + \beta_1xY + \beta_2xEduc + \beta_3xContam + \beta_4xConflict + \beta_5xConsum + \beta_6xQ$$

**Modelo 3:**

$$DAP = \beta_0 + \beta_1 xY + \beta_2 xEduc + \beta_3 xCont + \beta_4 xConflict + \beta_5 xConsum + \beta_6 xQ + \beta_7 xSeq + \beta_7 xKntn$$

Tabla N° 5

## Resultado del modelo probit en el caso del agua de consumo

Variable	Modelo 1			Modelo 2			Modelo 3		
	dy/dx	Std.Err	P>  z	dy/dx	Std.Err	P>  z	dy/dx	Std.Err	P>  z
Y	-0,126722	0,7782	0,103	-0,0600029	0,07496	0,423	-0,0172571	0,08041	0,83
Educ	0,1393546	0,0494	0,005	0,1188196	0,05005	0,018	0,0601624	0,054	0,265
Conta	0,2120164	0,06275	0,001	0,1641114	0,06174	0,008	0,1687906	0,06406	0,008
Conflict	0,2737307	0,07551	0,000	0,2010434	0,07796	0,01	0,200266	0,08485	0,018
Consum				0,373397	0,08767	0,000	0,4348188	0,0953	0,000
Q				-0,1576252	0,04868	0,001	-0,084519	0,0525	0,107
Seq							0,2085393	0,17094	0,222
Knton							0,2678373	0,07088	0,000
Wald chi2	30,22			41,46			49,52		
Prob > chi2	0,0000			0,0000			0,0000		
Log likelihood	-92,529255			-78,486415			-71,537434		
Num of obs	185			185			185		
	P<=0.1 *								
	P<=0.05 **								
	P<=0.01 ***								

Fuente: Elaboración propia, a partir del Modelo Probit con base en los datos recolectados por la encuesta (2016)

La mayoría de los coeficientes resultaron con el signo esperado en los diferentes modelos, así tenemos que la educación, la calidad son significativas tanto el modelo 1 como en el modelo 2 pero, a medida que se aumentan variables van perdiendo significancia y finalmente se puede analizar que existen variables muy significativas como la contaminación, conflictos por el agua, consumo y el cantón de residencia. El primer factor se evidencia principalmente en la época de invierno porque las tuberías sufren averías que provocan que el agua se ensucie y crea molestias en todas las comunidades, es decir que a mayor contaminación percibida por los encuestados mayor será la DAP. El conflicto por el agua ha sido un factor común en las comunidades de Imantag, porque comparten fuentes de donde se capta el agua y esto ha generado disputas por la cantidad que se distribuye a cada comunidad y algunas comunidades se consideran perjudicadas por no contar con la suficiente dotación, actualmente se están realizando estudios para la explotación de nuevas fuentes con el objetivo de mermar estos conflictos.

Con respecto al consumo  $m^3$  presenta un signo y significancia esperados, ya que los encuestados tienen tarifas de precios crecientes, y al aumentar el consumo también lo hace el precio, afectando el presupuesto de los hogares. Por ende, la disposición a pagar (DAP) por el suministro en términos de la demanda mensual de agua es mayor para hogares que más consumen. Y finalmente la variable cantón de residencia es decisivo por el hecho que el estudio se realizó en dos cantones con realidades distintas, por una parte, la mayoría de las comunidades de las parroquias de Tumbabiro, San Blas y Urcuquí del cantón Urcuquí cuentan con el aprovisionamiento del gobierno local excepto Coñaquí y San Francisco de la Delicia mientras en Imantag (Cotacachi) todas las comunidades tienen su propia junta de agua de consumo y cuentan con una administración autónoma. Se demostró a través de las encuestas y observación de campo que la parroquia de Imantag cuenta con una mejor dotación de agua y

precio por la cantidad de agua, mientras la base en el cantón Urcuquí es de 2.85\$ por 15m<sup>3</sup> en Imantag es de 1,50\$ por esa misma cantidad. En conclusión, si el encuestado reside en el cantón Urcuquí mayor será su DAP a pesar que tienen una tarifa base más alta.

A pesar que el ingreso (Y) es llamada a ser una variable significativa, antagónicamente en el modelo se presenta con un signo negativo, esto contradice a KEYNES, John Maynard (1992) *“los hombres están dispuestos, por regla general y en promedio, a aumentar su consumo a medida que su ingreso crece, aunque no tanto como el crecimiento de su ingreso”* (pág.93). Es decir que, el aumento en el ingreso es indiferente frente a la disposición a pagar (DAP). Esto se puede explicar por el reciente aumento en las tarifas del agua realizadas aproximadamente 4 meses antes de la aplicación de la encuesta. Pero el principal elemento que podría influir para que el ingreso (Y) sea negativo es que la población especialmente de la parroquia de Imantag (Cotacachi) participaron en mingas obligatorias para la construcción del sistema de agua de consumo y además están organizados para realizar el mantenimiento cuando convoca las juntas de aguas, por lo que posiblemente no consideran justo pagar más por el agua.

## **Riego**

El proyecto Piñán-Tumbabiro ha sido concebido para servir con agua de riego a las comunidades de Tumbabiro, Urcuquí e Imantag, cuenta con un área neta de riego de 7210 Has, dividida en dos grandes sectores para fines de servicio de agua de uso agrícola geográficamente definidas por el río Cariyacu, la zona ubicada al sur del mencionado río tiene un área neta de 1669 Has y la zona al norte del mismo río que alcanza un área de 5541 Has (Innovativa,2012).

En el siguiente cuadro se describen las variables utilizadas en el modelo probit.

**Tabla N° 6****Distribución de variables del agua de riego.**

Variable	Descripción	Unidades	Mean	Std.Dev	Min	Max
DapRiego	Disposición a pagar	Binario	0,6378378	0,4819296	0	1
Y	Ingreso	\$000/mes	408,6703	232,2305	150	1500
Educ	Educación	Categórica	0,7405405	0,7501665	0	3
Contam	Contaminación	Binario	0,372973	0,4849073	0	1
Conflict	Conflicto por el agua	Binario	0,6432432	0,4803421	0	1
Knton	Cantón de residencia	Categórica	1,616216	0,487626	0	1
Agri	Agricultura	Binario	1,259459	0,5189137	0	1
Q	Calidad	Categórica	2,702703	0,8988176	0	3
Seq	Sequía	Binario	0,9135135	0,2818439	0	1

Fuente: Elaboración propia, con base en encuesta (2016)

La ecuación del modelo se expresa de la siguiente manera.

$$\text{DapRiego} = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x + \beta_3x + \beta_4x + \beta_5x + \beta_6x + \beta_7x + \beta_7x \dots + \beta_Nx$$

Para identificar el nivel de significancia que presentan las variables en el comportamiento de la variable dependiente (Dap Riego) se realizó tres ensayos que a continuación se detalla.

**Modelo 1:**

$$\text{DapRiego} = \beta_0 + \beta_1xY + \beta_2xEduc + \beta_3xContam + \beta_4xConflict$$

**Modelo 2**

$$\text{DapRiego} = \beta_0 + \beta_1xY + \beta_2xEduc + \beta_3xContam + \beta_4xConflict + \beta_5xKnton + \beta_6xAgri$$

**Modelo 3:**

$$\text{DAP} = \beta_0 + \beta_1xY + \beta_2xEduc + \beta_3xContam + \beta_4xConflict + \beta_5xKnton + \beta_6xAgri + \beta_7xSeq$$

Tabla N° 7

## Resultado del modelo probit en el caso de agua de riego

Variables	Modelo 1			Modelo 2			Modelo 3		
	dy/dx	Std.Err	P>  z	dy/dx	Std.Err	P>  z	dy/dx	Std.Err	P>  z
Y	0,2421616	0,09114	0,008 ***	0,2449961	0,09498	0,010 **	0,3293262	0,10844	0,002 ***
Educ	0,0410539	0,05402	0,447	0,0723882	0,05912	0,221	0,0434696	0,06331	0,492
Contam	0,00011	0,07917	0,999	0,0105401	0,0809	0,896	-0,044087	0,08677	0,611
Conflict	0,4886451	0,07094	0,000 ***	0,4590171	0,07471	0,000 ***	0,3983696	0,08563	0,000 ***
Knton				0,0375202	0,08425	0,656 ***	0,0310387	0,09815	0,725 ***
Agri				0,2104834	0,07572	0,005	0,3355622	0,10198	0,001 **
Q							0,09059	0,05012	0,071 ***
Seq							0,653666	0,09212	0,000 ***
Wald chi2	40,86			46,04			48,08		
Prob > chi2	0,0000			0,0000			0,0000		
Log likelihood	-97,869725			-93,718159			-83,80001		
Numb of obs	185			185			185		
	P<=0.1 *								
	P<=0.05 **								
	P<=0.01 ***								

Fuente: Elaboración propia, a partir del Modelo Probit con base en los datos recolectados por la encuesta (2016) .

La variable ingreso (Y) es significativa en todos los modelos con el signo teóricamente esperado, y menciona que si aumenta el ingreso del encuestado aumenta su disponibilidad a pagar (Dap Riego). Por este motivo, Kristrom (1995) indica con esta relación positiva que los bienes ecosistémicos son bienes normales. La variable conflicto por el agua es muy significativa, ya que, los encuestados manifestaron todos los altercados que genera la escases del agua de riego al interior de la comunidad y entre comunidades, así que si mayor es la presencia de conflictos en las comunidades mayor es el Dap Riego. La variable de la agricultura como actividad económica es muy significativa pues la principal actividad económica de los encuestados es la agricultura. Según Sirus (2015), la agricultura familiar es el sustento principal de las familias en el sector rural y periurbano, y se debería otorgarle el lugar que verdaderamente ocupa, a través de una nueva visión: la agroecológica, con la introducción de un nuevo enfoque de innovación. Por tal motivo que mientras mayor sean las personas dedicadas a la agricultura mayor será su Dap Riego.

La variable sequía (Seq) juega un papel muy significativo por el hecho de que en la zona donde se realizó la encuesta existe un fuerte periodo de sequía en verano. Como lo señalan Frahm et al (2004) la sequía afecta cerca del 10 % de la superficie del planeta y muchas hectáreas de tierras son abandonadas constantemente por causas de la misma. Es así que la sequía es una variable que participa de una forma decisiva al momento de analizar el modelo, mientras mayor sea la presencia de sequía en la zona encuestada mayor será su disponibilidad a pagar para mitigar los efectos nocivos de esta.

Como se explicó anteriormente se realizaron dos modelos probit de la misma naturaleza, pero con diferencias elementales, tienen variables en común que se comportan de diferentes maneras dependiendo del modelo. Es el caso de la variable ingreso (Y) que en el modelo de agua de consumo presento un signo negativo en su coeficiente denotando que no

tiene significancia mientras en el modelo de agua de riego esta variable es preponderante, este comportamiento se explica porque los encuestados cuentan con una dotación aceptable de agua de consumo mientras el agua de riego es muy escasa especialmente en periodos de sequía y no todos cuentan con este suministro. Esto hace que los encuestados presenten un alto grado de disponibilidad a pagar en función a su ingreso (Y) en el caso del agua de riego.

Además, comparten variables que son significativas en los dos modelos así tenemos cantón de residencia y los conflictos por el agua, estas variables señalan que influyen directamente en los DAP de los dos modelos. En América Latina y el Caribe alrededor de 71% del caudal superficial total de agua corresponde a cuencas compartidas, que abarcan 55% de la superficie de la región (CEPAL, 1985) La existencia de cuencas compartidas entre diferentes sectores facilita la generación de conflictos. Wolf et al. (2003) y Mostert (2003) señalan que los acuíferos que se encuentran localizados en más de una región o país y que se extienden más allá de los límites internacionales provocan conflictos en relación con el uso y el manejo del agua. Es así que los encuestados son víctimas de conflictos por el acceso al agua, las actuales fuentes de agua de la zona de influencia (Urcuquí y Cotacachi) se encuentran ubicadas en el cantón Cotacachi. Por tal motivo el PDOT de Cotacachi lo registra como una amenaza al proyecto MPT (PDOT Cotacachi, 2016). Cuando el recurso hídrico es compartido por dos o más sectores, es necesario establecer a priori alternativas de solución de conflictos ante problemas de disponibilidad, acceso, distribución, disminución de calidad y escasez para evitar que la gobernabilidad en una región se vea afectada (Caire, 2005).

## CONCLUSIONES

La mayoría de pequeños y medianos agricultores no poseen infraestructura de riego, los pocos que la poseen también sufren escasez de agua. En consecuencia, la productividad de estos agricultores es muy baja. Bajo estas circunstancias, existe un estancamiento en la economía local y regional, muchos de los agricultores pequeños y medianos, de mediana escala de producción se ven obligados a ausentarse de sus hogares para realizar trabajos temporales o abandonar definitivamente la agricultura por la baja productividad de sus tierras.

El proyecto MPT mejoraría sustancialmente todo el proceso de desarrollo principalmente de las parroquias marginadas de Imantag, San Blas y Tumbabiro, además de un impacto en la mayoría de la región que desarrollaría su economía sólo después de la finalización con éxito de este proyecto. El amplio suministro de agua para los campos agrícolas, a través de la construcción de la presa, aumentaría la producción y los rendimientos por hectárea de cultivo y tiene consecuencias espontáneas sobre la elevación económica de la población de la región o zona, se calcula una expansión de los sectores de agroindustria y distribución de los productos agrícolas por aumentar los productos e insumos.

Mediante la ejecución del proyecto se esperan los beneficios secundarios tales como generación de las oportunidades de empleo para la producción agrícola por la construcción del proyecto y el impacto positivo a los sectores relacionados, como: Aumento de las oportunidades de empleos por la construcción, aumento de las oportunidades de trabajos debido a la expansión del área sembrada para la labranza propia, se espera que se genere las oportunidades de trabajos de 969,101 hombre/año (80.758 hombre/mes), facilidad de los trabajos caseros por conducción del agua de riego hasta las cercanías de la casa y la aceleración de otros proyectos de desarrollo agrícola en Ecuador.

No existe en la zona conflictos de tenencia de la tierra pues la mayor cantidad de UPAs (unidades productivas agrícolas) y superficie disponen de títulos de propiedad; por otro lado, si existen conflictos por el empleo del agua de riego. En las reuniones locales se pudo presenciar que la mayor problemática por parte de los miembros de las juntas de agua es que se consideran perjudicados en la dotación del agua de riego, creen que la poca cantidad de agua está en manos de grandes hacendados incluyendo en este grupo a Yachay. El llamado de los usuarios es a una equidad en la distribución del recurso hídrico especialmente en temporadas de sequía.

Los cálculos ejecutados con base a los datos recolectados a través de las encuestas en la zona de influencia del proyecto MPT, refleja que la población está dispuesta a pagar un poco más por la mejora de la calidad y dotación del agua de consumo, pero el punto importante de estos resultados es la intención de pago por la dotación del agua de riego, existen usuarios que incluso triplicarían el pago actual por tener un servicio garantizado para sus terrenos. Además, se debe acotar que no todos los propietarios de tierras son parte de las juntas, y el proyecto ha sido tomado como plataforma política por parte de varios políticos locales y provinciales. Es notoria la molestia que sienten los habitantes de la zona, por sentirse engañados por varias décadas con la promesa de la construcción de dicho proyecto.

Por un lado, el proyecto MPT tiene un impacto directo en el desarrollo socioeconómico de las personas habitadas en la zona de mando y por el otro; sería el motor de desarrollo para la Ciudad del Conocimiento (Yachay) por la importante dotación del recurso hídrico, por tal motivo se puede afirmar que el éxito de Yachay como proyecto transformador de la matriz productiva depende directamente de la construcción del mismo. Por cuanto la ciudad de YACHAY, constituye un proyecto específico, que se encuentra en plena ejecución, no se ha definido en forma específica ni la ubicación del área de riego, ni el uso del suelo, por

consiguiente, los cálculos del Valor Bruto de la Producción, se realizó de forma general para todos los posibles productos que se cultivaría en la zona agrícola del proyecto.

La población de la zona de influencia es escéptica en cuanto la construcción del proyecto y sus beneficios; las comunidades buscan otras alternativas para mitigar la escases de agua como: construcción de nuevos sistemas de agua de consumo, exploración de nuevas fuentes de agua, juicios a grandes hacendados para una equidad en la distribución del agua de riego. Los líderes comunitarios han asistido a organismos regionales y nacionales sin encontrar respuesta a sus requerimientos. Todo este antecede junto con promesas en campaña de los candidatos de turno han generado susceptibilidad en los comuneros cuando se habla del proyecto MPT.

## RECOMENDACIONES

Los agricultores son miembros de varias organizaciones especialmente de las Juntas de Agua, por consiguiente, la propuesta organizativa del proyecto será fácilmente ejecutable. Además, el nivel de educación tanto de los jefes de familia, como sus esposas e hijos, es satisfactorio, por lo tanto, todos los programas que se ejecuten en el área del proyecto serán de fácil ejecución y los rendimientos propuestos podrán alcanzarse en el menor tiempo posible.

La ciudad de YACHAY, en su proyecto específico debe considerar que el desarrollo de la zona estará sustentado en el proyecto de riego, por consiguiente, sus programas deben estar orientados a formar un polo de desarrollo local, con la variable de mejoramiento de la productividad de los cultivos con el sistema de riego y por ende mejora la calidad de vida de toda la población residente en la zona.

Los cultivos que se implementen en la zona del Proyecto Yachay, deben servir de capacitación para la introducción de nuevas tecnologías en el resto de área del proyecto.

A fin de mejorar la productividad de los cultivos propuestos en el patrón de cultivos, con el riego y tener la mayor eficiencia del mismo, se recomienda, mejorar los servicios agropecuarios de la zona como: crédito, asistencia técnica, comercialización, agroindustria entre otros.

Con el objetivo de que los agricultores se apropien de todo el sistema de riego y sean eficientes, se recomienda que en la administración del proyecto (directorío), exista un representante de los beneficiarios del riego elegidos a través de las Juntas de Agua a existentes y por organizarse en la zona.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz-Segura, D., G. Baldi, P. Durante y M.F. Garbulsky(2008). *Análisis de la dinámica temporal del NDVI en áreas protegidas: tres casos de estudio a distintas escalas espaciales, temporales y de gestión*. Ecosistemas 17(3):108-117.
- Astinza, M., Pablo Cubero Mora, L., & Posada Arrubla, A. (2007). *Agua y globalización: tensiones y balances asociados al recurso hídrico en ecuador: el caso de los páramos del cantón de Quijos*. Revista Ingenierías Universidad De Medellin, 6(10), 39-51.
- Avilés-Polanco, Gerzaín, Huato Soberanis, Leonardo, Troyo-Diéguez, Enrique, Murillo Amador, Bernardo, García Hernández, José Luis, & Beltrán-Morales, Luis Felipe. (2010). *Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de La Paz, B.C.S.: Una valoración contingente del uso de agua municipal*. Frontera norte, 22(43), 103-128. Recuperado en 22 de junio de 2016, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73722010000100005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73722010000100005&lng=es&tlng=es)
- Brauman, Kate A., Gretchen C. Daily, Ka'eo T. Duarte y Harold A. Mooney, (2007) “*The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview highlighting Hydrologic Services*”, *Reviews in Advance 20, Annual Review of Environment and Resources*, Palo Alto, California, p. 30.
- Caire, M. G. (2005), "*Conflictos por el agua en la Cuenca Lerma-Chapala, 1996- 2002*", El Colegio de Sonora, *Región y Sociedad*, 34:73-125
- Cazorla-Clariso, X. (2003). *Conflictos en el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos: La crisis de la gobernabilidad y los Usuarios del Agua*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (1985), *Los recursos hídricos de América Latina y el Caribe y su aprovechamiento*. Estudios e Informes de la CKPAi. núm. 53, agosto de 1985, Santiago de Chile.
- Cerón, W. L., Trujillo, A. R., & Escobar, Y. C. (2012). *Aplicación del índice de Sostenibilidad del Recurso Hídrico en la Agricultura (ISRHA) para definir estrategias tecnológicas sostenibles en la microcuenca Centella*. Ingeniería Y Desarrollo, 30(2), 160-181.
- Chávez Cortés, M. M. (2015). *Valoración del entorno natural de la cuenca del río Eslava*, D.F. Espiral, 22(62), 171-204.
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y *Descentralización* (2012): “COOTAD”. Ministerio de Coordinación de la Política.
- Dourojeanni, A. C. (2012). *El incierto futuro de los consejos de recursos hídricos por cuenca en el Perú*. Agro Enfoque, 27(182), 34-36.
- Dourojeanni, Axel. 1994. “*La gestión del agua y las cuencas en América Latina*”. En: Revista de la CEPAL No. 53 (agosto de 1994).
- Field, B. (1995). *Economía Ambiental: Una Introducción*. Mc.Graw-Hill.
- Frahm, M. A., Rosas, J.C., Mayek-Pérez, N. & López-Salinas, E. (2004). *Breeding beans for resistance to Terminal drought in the lowland tropics*. Euphytica.136 (2), pp. 223-232.
- Global Water Partnership (2000) *Towards Water Security: A Framework for Action*, GWP, March 2000.
- Global Water Partnership (2002). *Introducing Effective Water Governance*, mimeo, April 2002.
- Naciones Unidas (2012). *El futuro que queremos: documento final aprobado en Río+20*.

- Gómez, R., & Flores, F. (2015). Agricultura y servicios ecosistémicos: el caso del espárrago en Ica. *Apuntes*, 42(77), 9-55.
- Gujarati, D. (2010), *Econometría*, McGraw Hill.
- Hofstede (2003). *Gestión de Servicios Ambientales y Manejo de Áreas Naturales en Cuencas Andinas, Presentación al Tercer Congreso Latinoamericano de manejo de Cuencas Hidrográficas*. Foro Regional sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales, Arequipa, Perú , 9 del 12 de junio de 2003.
- Innovativa (2012) Estudio de factibilidad del proyecto multipropósito Piñan-Tumababiro. Quito. Ecuador.
- KEYNES, John Maynard (1992). *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*; 2º edición. Fondo de cultura económica. Buenos Aires.
- Kristrom, (1995) “*Theory and Applications of the Contingent Valuation Method*”, Simposio Economía ambiental: Valoración, recursos naturales y política económica, Barcelona, Universidad Internacional Menéndez y Pelayo, 26-28 de junio.
- Llerena, C. (2003). *Servicios Ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú*. Universidad Agraria La Molina. Lima.
- Loomis, J. 1989. “*Test-Retest Reliability of the Contingent Valuation Method: A Comparison of General Population and Visitor Responses,*” *American Journal of Agricultural Economics* 71(1):76-84.
- Mostert, E. (2003), *Conflict and Cooperation in the Management of International Freshwater Resources: A Global Review*, UNESCO-IHP. (1998), Rixier basin management in the European Union; How it is done and how it should be done, *European Water Management*, pp. 26-35.

- Naredo, J. M. (2001) *Economía y sostenibilidad: la economía ecológica en perspectiva*. Revista de la Universidad Bolivariana Vol. 1 n. 1.
- ONU-Agua (2014). *Un Objetivo Global para el Agua Post-2015: Síntesis de las Principales Conclusiones y Recomendaciones de ONU-Agua*.
- ONU-DAES (2012). *Sustainable Development for the 21st Century Back to our Common Future* (2012) ONU-DAES.
- Pérez Torres, F. J. (2016). Medio ambiente, bienes ambientales y métodos de valoración. *Equidad Y Desarrollo*, (25), 119-158. doi:10.19052/ed.3725
- Plan Maestro (2014) *Estudio de impacto ambiental de la ciudad del conocimiento Yachay*. Quito. Ecuador.
- Plan Maestro (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*.. Quito. Ecuador.
- Porras, I. (2003), *Valorando los servicios ambientales de Protección de Cuencas: Consideraciones metodológicas. Presentado en el III Congreso Latinoamericano de Protección de Cuencas Arequipa*, 9-13 de junio 2003. Perú.
- Rojas, C., Bocanegra, J. L., & De Posada, J. M. (2014). *Biodiversidad Y Servicios Ecosistémicos En La Gestión Del Suelo-Subsuelo*. Opera - Observatorio De Políticas, Ejecución Y Resultados De La Administración Pública, (14), 9-26.
- Samuelson, P. y Nordhaus, W. (2002). *Macroeconomía*. Decimosexta Edición. España. Mc. Graw Hill/Interamericana.
- Sánchez-Molina, V. (2005) *Enfoque de Género en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico*. Universidad Nacional de Costa Rica. V Seminario Internacional CYTED-VII. Buenos Aires.

- Sarangi, A., Madramootoo, C.A., Enright, P., *Development of user interface in ArcGIS for watershed management*. In Proc. Map India Conference, 2004.
- Sarangi, A., Madramootoo, C.A., Enright, P.,(2004) *Development of user interface in ArcGIS for watershed management*. In Proc. Map India Conference, 2004.
- SENAGUA, 2011: “*Políticas para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos*”. Presentación. 2011.
- Sepúlveda, C. I. (2010). *Uso y valor del recurso hídrico urbano. sistema de agua potable en Culiacán, México*. Urbano, 13(21), 41-47.
- Solanes y Gonzales-Villares (2001), “*Los principios de Dublin reflejados en una evaluación comparativa de ordenamientos institucionales y legales para una gestión integrada del agua*”, TAC Background Papers, Nro 3, Asociacion Mundial del agua (GWP), Estocolmo (disponible en Internet: <http://www.cepis.ops-oms.org/nvsarg/fulltext/dublin1.pdf>).
- Suris, M., & González, E. (2015). *Agricultura familiar y sus aportes en la diversidad biológica y la resiliencia de las fincas*. Revista De Proteccion Vegetal, 30167.
- Vishwambhar (2008). *Environmental and economic implications of multipurpose river valley projects : a case for the madikheda Dam (India)*.
- Wolf, A., J. Natharius, J. Danielson, B. Ward y J. Pender (2003), *International River Basins of the World*, en E. Mostert, *Conflict and Co-operation in the Managevient of International Freshwater Resources: A Global Review*, UNF.SCO-IHP.