



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala



DIRECCION DE INVESTIGADORES  
**CUNOC**

**Programa Universitario de Investigación de Educación  
y Paz -PUIE-**

**INFORME FINAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

**“VALORACION ECONOMICO- AMBIENTAL DEL AGUA  
BOSQUE, APLICADO EN LOS SISTEMAS DE AGUA PARA  
EL CONSUMO HUMANO, PARA EL MUNICIPIO DE SANTA  
EULALIA HUEHUETENANGO”**

**Equipo de Investigación:**

Lic. Msc. Victor Manuel Racancoj Alonzo (**Coordinador**)

Lic. David Tonino Gómez Gregorio (**Investigador Adjunto**)

Ing. Carlos Simón Peren (**Investigador adjunto**)

Lic. Leonzo Moisés Gómez Cortez (**Contraparte CUNOC**)

**Quetzaltenango, Guatemala, Enero de 2014**

**Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios**

Rector

**Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo**

Secretario General

**Dr. Jorge Luis De León Arana**

Director General de Investigación

**Licda. Msc. María Del Rosario Paz Cabrera**

Directora CUNOC

**Lic. Roberto León Barrios**

Coordinador Programa Universitario de Investigación de Educación y Paz

El proyecto de investigación denominado **VALORACION ECONOMICO-AMBIENTAL DEL AGUA BOSQUE, APLICADO EN LOS SISTEMAS DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO, PARA EL MUNICIPIO DE SANTA EULALIA HUEHUETENANGO** fue realizado en el año 2013 con el apoyo del Centro Universitario de Occidente -CUNOC- y financiado con fondos de la Dirección General de Investigación -DIGI- de la Universidad de San Carlos de Guatemala

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
RESUMEN EJECTUVO .....	9
1. RESUMEN DE INVESTIGACION .....	13
1.1. Planteamiento Del Problema .....	13
1.2. Justificación .....	14
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. General.....	15
1.3.2. Específicos .....	15
1.4. Hipótesis.....	16
2. MARCO TEORICO.....	17
2.1. Valoración Económica – ambiental del Agua - Bosque .....	17
2.1.1. valoración del recurso hídrico .....	17
2.1.2. Valoración económica .....	17
2.1.3. Pago por servicios ecos sistémicos .....	17
2.1.4. Recursos naturales.....	18
2.1.4.1. El agua .....	18
2.1.4.2. Los Bosques .....	19
2.1.5. Deterioro de los Recursos Naturales .....	21
2.1.6. Desarrollo Sostenible: La Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro 1992 .....	21
2.1.7. Objetivos de Desarrollo del Milenio ODM .....	22
2.2. Métodos de Valoración Económica de Bienes Ambientales y Servicios .....	23
2.2.1. El Valor Económico Total (VET) .....	24
2.2.1.1. Valor de Uso .....	28
2.2.1.1.1. Valor de Uso Directo ....	29
2.2.1.1.2. Valor de Uso Indirecto ..	29

	2.2.1.1.3.	Valor de Opción .....	30
	2.2.1.2.	Valor de No Uso .....	30
	2.2.2.	El método de los costos evitados o inducidos .....	31
	2.2.3.	El método de Costo de Viaje .....	34
	2.2.4.	El método de los Precios Hedónicos .....	35
	2.2.5.	El método de Valoración Contingente .....	37
3.	METODOS Y TECNICAS UTIIZADOS PARA LA VALORACION DE AGUA, EN SANTA EULALIA HUEHUETENANGO .....		39
3.1.	Valoración de la zona de recarga hídrica .....		42
3.2.	Para El Desarrollo De Costos De Operación Y Mantenimiento.....		43
3.3.	Para El Estudio Socioeconómico .....		43
4.	RESULTADOS DEL ESTUDIOS .....		44
4.1.	Información general del municipio de Santa Eulalia, Huehuetenango.....		44
	4.1.1.	Ubicación.....	44
	4.1.2.	Clima y precipitación pluvial .....	45
	4.1.3.	Topografía .....	45
4.2.	Población del Municipio.....		46
	4.2.1.	Crecimiento poblacional .....	46
	4.2.2.	Distribución geográfica Del Municipio .....	48
4.3.	Aspectos socioeconómicos de los usuarios del servicio de agua .....		48
	4.3.1.	Escolaridad.....	48
	4.3.2.	Características de las viviendas .....	49
	4.3.2.1.	Densidad Poblacional.....	50
	4.3.2.2.	Régimen de propiedad de la vivienda ..	51
	4.3.2.3.	Cantidad de Ambientes de las viviendas .....	51

4.3.2.4.	Materiales de los ambientes de la casa de los usuarios de Agua.....	52
4.3.3.	Servicios con los que cuenta la vivienda .....	52
4.3.4.	Aspectos económicos de los usuarios del servicio de agua.....	54
4.3.4.1.	Ocupación.....	54
4.3.4.2.	Nivel De Ingreso y Gasto De Los Usuarios .....	56
4.4.	Valoración económica del agua en Santa Eulalia, Huehuetenango.....	58
4.4.1.	Aspectos generales de los sistemas de agua.....	58
4.4.1.1.	Cantidad de Usuarios por Sistema de Agua .....	58
4.4.2.	Características técnicas de los sistemas de agua ..	61
4.4.2.1.	Sistema por Gravedad.....	61
4.4.2.2.	Sistema por Bombeo .....	63
4.4.3.	Valoración Comunitaria Del Funcionamiento De Los Sistemas De Agua .....	64
4.4.3.1.	Número de días que reciben agua, los usuarios.....	66
4.4.4.	Cantidad De Agua Que Producen Las Fuentes De Agua Y Tamaño De La Zona De Recarga Hídrica .....	67
4.4.5.	Uso Del Suelo En Zona De Recarga Hídrica .....	70
4.4.6.	Valoración Económica De La Zona De Recarga Hídrica .....	73
4.4.7.	Balance Hídrico, Disponibilidad de Agua en zona de Recarga Hídrica .....	76

4.4.8.	Costo Del Metro Cubico De Agua Producida En Zona De Recarga Hídrica.....	80
4.4.9.	Costo Ambiental Del Agua Para Cada Sistema .....	81
4.4.10.	Costo General Real De Operación Y Mantenimiento De Los Sistemas De Agua En Santa Eulalia .....	82
4.4.11.	Costo Total Real Del Agua Por Conexión, Según Sistema .....	83
CONCLUSIONES.....		85
RECOMENDACIONES .....		88
BIBLIOGRAFÍA.....		89
ANEXO FOTOGRAFICO.....		93

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### GRAFICOS

I.	Proyección del Crecimiento Poblacional del Municipio de Santa Eulalia, Huehuetenango para el Periodo 2013-2034.....	47
II.	Nivel de escolaridad de los Usuarios del Sistema de Agua Municipio de Santa Eulalia Huehuetenango, 2013.....	49
III.	Distribución Porcentual de Habitantes por Vivienda, Santa Eulalia, Huehuetenango.....	50
IV.	Numero de Ambientes por Vivienda, Usuarios de sistemas municipales de agua, Santa Eulalia, Huehuetenango. ....	51
V.	Ocupación de los Jefes de Hogar, Usuarios de sistema de Agua Municipal, Santa Eulalia, Huehuetenango 2013.....	55
VI.	Sistemas De Agua Y Cantidad De Usuarios Santa Eulalia .....	59
VII.	Cantidad de Días que Reciben Agua a la Semana, Usuarios de Sistemas de Agua, Santa Eulalia Huehuetenango.....	66

### MAPAS

I.	Mapa I. Ubicación Centros Poblados Que Abarca Los Sistemas De Agua Santa Eulalia, Huehuetenango. ....	61
II.	Mapa II. Zona De Recarga Hídrica, Sistema de Agua por Gravedad... ..	68
III.	Mapa III. Zona de recarga Hídrica, sistema de Agua Por Bombeo.....	69
IV.	Mapa IV. Mapa de Uso de Suelo de Zona de Recarga Hídrica, sistema Por Gravedad.....	70
V.	Mapa V. Mapa de Uso de Suelo de Zona de Recarga Hídrica, sistema Por Bombeo. ....	71

VI.	Mapa VI. Mapa de Disponibilidad Hídrica anual, en la zona de recarga Hídrica, Santa Eulalia, Huehuetenango. ....	78
-----	--	----

## CUADROS

I.	Denominación y cantidad de centros poblados, Municipio Santa Eulalia, Huehuetenango, 2013.....	48
II.	Materiales Utilizados en las viviendas de los usuarios de agua.....	52
III.	Servicios Públicos, con los que cuentan las viviendas de los Usuarios. ....	53
IV.	Personas que trabajan y cantidad de ingreso por familia usuarios del servicio de agua.....	56
V.	Gasto Promedio Mensual, En Quetzales, De Usuarios Del Agua Santa Eulalia Huehuetenango 2013. ....	57
VI.	Comunidades, población y numero de conexiones Santa Eulalia Huehuetenango. ....	60
VII.	Caudal de la fuente, sistema de agua por gravedad Santa Eulalia Huehuetenango 2013 .....	62
VIII.	Opinión de usuarios sobre la cantidad de agua que reciben Santa Eulalia, Huehuetenango 2013.....	65
IX.	Cantidad Del Uso Del Suelo Por Categoría, Zona De Recarga Hidrica Santa Eulalia , Huehuetenango. ....	72
X.	Resumen Valoración del área de bosque. ....	74
XI.	Costo Total Del Zona De Recarga Hídrica Según Categoría De Uso Del Suelo. ....	75
XII.	Balance Hídrico, Zona de Recarga Hídrica.....	77
XIII.	Disponibilidad De Agua En Zona De Recarga Hidrica Santa Eulalia Huehuetenango, 2013 .....	79

XIV.	Costo Ambiental Del Agua De Cada Sistema, Según Cantidad Captada. Santa Eulalia, Huehuetenango. ....	81
XV.	Costo General Reales De Operación Y Mantenimiento Sistemas De Agua Municipal Santa Eulalia Huehuetenango. ....	82
XVI.	Costo Total Real Por Conexión De Agua Incluyendo Costos Ambientales Y De Operación Y Mantenimiento Del Sistema Santa Eulalia, Huehuetenango .....	83

## **FIGURAS**

I.	Valor Económico Total .....	26
II.	Esquema de Método de Valoración Económica Ambiental aplicado en la Investigación.....	39
III.	Ubicacion departamento de huehuetenango y municipio de Santa Eulalia Guatemala 2013 .....	45



## **RESUMEN EJECUTIVO**

### **A manera de introducción**

El estudio **VALORACION ECONOMICO AMBIENTAL DEL AGUA BOSQUE, APLICADO EN LOS SISTEMAS DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO, MUNICIPIO DE SANTA EULALIA HUEHUETENANGO**, Apoyado por la Dirección General de Investigación DIGI y la Dirección de Investigación DICUNOC, alcanzo los resultados esperados a pesar, del contexto local adverso generado por los proyectos de hidroeléctricas y minerías, que se están construyendo, en la zona del estudio. Se logró el objetivo de “Construir un modelo económico de valoración del agua para el consumo humano que incluya la valoración económica de los elementos: bosque y uso del suelo de la zona de recarga hídrica, además del costo de producción, distribución, operación y mantenimiento del servicio municipal de agua”. El servicio municipal de agua de Santa Eulalia, está integrado por dos sistemas: uno que funciona por gravedad y otro por bombeo eléctrico.

Los costos reales obtenidos fueron: para el sistema de agua por gravedad el costo real es de 12.62. Quetzales mensuales por conexión domiciliar. De este costo o tarifa, el 76% corresponde a los costos ambientales de la zona de recarga hídrica y el 24% para operación y mantenimiento. El costo o tarifa calculada es 26% más alta que la que cobra, la municipalidad, actualmente de 10.00 quetzales, sin embargo, es necesario considerar que la tarifa actual no fue calculada técnicamente, la municipalidad no tiene noción de los costos ambientales del agua y además el sistema de agua por gravedad ya no funciona adecuadamente debido a que rebaso el periodo de diseño, hace 20 años atrás.

El costo o la tarifa calculada para el sistema por bombeo es de 107.69 Quetzales mensuales por conexión domiciliar, el 50% es de costos ambientales y el otro 50% es de operación y mantenimiento. La tarifa calculada es 3.6 veces mayor, a la tarifa que cobra la municipalidad actualmente, de 30.00 Quetzales mensuales. La razón del aumento de esta tarifa con respecto a la actual, es que la actual no contempla los costos ambientales, no está calculada técnicamente y además, el costo de la operación y mantenimiento de un sistema por bombeo, es mucho más alto que un sistema por gravedad.

El cálculo real de los costos del agua, que integre los servicios ambientales, es necesario tomarlo en cuenta para desarrollar una política pública local que contribuya a la sostenibilidad de los recursos naturales, que a la vez garantizan la disponibilidad de agua en Santa Eulalia Huehuetenango.

Santa Eulalia es municipio del departamento de Huehuetenango, dista a 355 kilómetros de la capital, Guatemala; y 87 kilómetros de la cabecera departamental, Huehuetenango. La población total del municipio de Santa Eulalia, según el INE, para el año 2013, es de 48,524 habitantes, el crecimiento poblacional, calculado por el estudio, es de 3.3% anual por lo que para el año 2034 (21 años) la población se duplicara a 93,310 habitantes. Santa Eulalia tiene 115 centros poblados con características de alta ruralidad. La población femenina constituye el 52% y el 48% es población masculina.

La investigación realizada sobre agua bosque, aplico parcialmente el métodos de valoración económica total, así como otros elementos de otras metodologías, esto con el fin de lograr resultados realmente objetivos. Por esa razón se calculo el valor de uso y no uso de forma directa y con criterio de la población local Se determinó e identifico el uso del suelo y el costo de la zona

de la hídrica partiendo de las distintas categorías del mapa elaborado por instituto geográfico nacional -IGN-.

Se determinó que la zona de recarga hídrica, de las fuentes de agua de los sistemas, es de 57 kilómetros cuadrados equivalentes a 5,770 hectáreas. El 97% del uso del suelo son: bosques, claros, arboles dispersos y matorrales; solo las áreas de bosque cubren el 54% de la zona de recarga hídrica.

El costo total anual de la zona de recarga es de 34,810,869 Quetzales. Toda la zona de recarga hídrica capta 89,875,051 metros cúbicos de agua anuales, con una cantidad de 57,703,000 metros cúbicos de agua disponibles; relacionados esos datos resulta que el costo ambiental del metro cubico de agua es de 60 centavos de Quetzal.

El costo real, de operación y mantenimiento del sistema por gravedad es de 63,914 quetzales anuales y el del sistema por bombeo es 766.630 quetzales anuales por lo que integrado los costos ambientales y de operación y mantenimiento el resultado se resumen de la siguiente forma.

Valoración de Servicio de Agua, de los sistemas de Agua Municipal en base a Costos del Area de Recarga Hídrica, y Costos de Operación y Mantenimiento Santa Eulalia, Huhuetenango.						
Sistema de Agua	Monto Recarga Hídrica	Monto Operación y Mantenimiento	Costo Total	Numero de Conexiones	Costo por Conexión Anual	Costo por Conexión mensual
<b>Gravedad</b>	Q 179,405.09	Q 63,914.40	Q 243,319.49	1,607.00	151.41	Q 12.62
<b>Bombeo</b>	Q 780,212.39	Q 766,630.11	Q 1,546,842.50	1,197.00	1,292.27	Q 107.69
<b>Total</b>	Q 959,617.48	Q 830,544.51	Q 1,790,161.99	2,804.00	638.43	Q 53.20

En relación a Las características socioeconómicas del los usuarios pueden considerarse aceptables, pues El 76.3% saben leer y escribir y más del 53.9 tiene estudios arriba del sexto grado. El 90% tiene casa propia o vive en casa

de sus papas, las casas tiene suficientes ambiente y los materiales de construcción de los ambientes son adecuados.

En las viviendas de los usuarios, el 98.5 tienen luz eléctrica, contrariamente el 86 y 65% no tienen drenaje ni servicio de recolección de basuras respectivamente, pero el 93% tienen teléfonos celulares, un promedio de 2 por familia; 77% tiene televisor, de ellos el 57% tiene servicio de cable. Todo, nos lleva a concluir que los usuarios del servicio municipal de agua, de Santa Eulalia, aunque les falta servicios básicos, realizan gastos por servicios, considerados superfluos, 300% veces más alto a lo que pagan por la tarifa del agua.

El 80% de los usuarios, tienen como ocupación: comerciantes, agricultores otros servicios y artesanos. En general tienen un ingreso promedio de 2,928 quetzales, sin incluir los ingresos por remesas, contra un gasto promedio de 2,875 para una familia típica de 5 miembros, es decir tienen un ingreso mayor al nivel de gasto. A partir de estos elementos socioeconómicos, se puede inferir, que la población tiene capacidad de pago para apoyar una política de pago de agua que incluya los servicios ambientales. Pero una condición previa es, que el servicio de agua, debe mejorar su funcionamiento, pues el 88.4% considera que el servicio de agua municipal funciona deficientemente debido a que les llega poca agua y existe racionamiento.

# 1. RESUMEN DE INVESTIGACION

## 1.1. Planteamiento Del Problema

“El agua es considerada como un bien abundante y casi gratuito al que todos los seres humanos tienen derecho, lo que trae como consecuencia su desperdicio, degradación, desvalorización económica y ecológica”.<sup>1</sup> Esta afirmación es cierta en sociedades donde el pensamiento occidental está instituido, pero en el mundo indígena, la concepción del bien agua es diferente debido a la existencia de una herencia ancestral donde subsiste un concepto económico que privilegia la vida antes que la ganancia y por lo tanto es otro sistema de valores construido de una forma diferente a la sociedad occidental<sup>2</sup>. Sin embargo, la concepción social que escribe Martínez Tuna, es la predominante actualmente en Guatemala, esta visión sobre el agua, ha contribuido, en las últimas décadas, al acelerado deterioro ambiental y dentro de estos el recurso vital para el humano, el agua. Constituyéndose un problema importante, se hace necesario buscar mecanismos para su recuperación, en este caso la valoración económica con lo que se demuestre y cuantifique, no sólo el valor económico, sino también su valor ambiental.

En ese contexto, se aborda el caso del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano del municipio de Santa Eulalia, donde la tarifa actual, por el servicio de agua, no cubre la operación y mantenimiento y por lo tanto también no incluye el valor de los beneficios, que el área de recarga hídrica proporciona para alimentar las fuentes de agua de los dos sistemas: uno por bombeo y otro por gravedad.

---

<sup>1</sup> Valoración económica del agua, Martínez Tuna. FLASCSO 2002

<sup>2</sup> Concepto de economía maya, Víctor Racancoj. 2013

El monto de las tarifas actuales del servicio de agua no tienen ninguna base técnica, además la municipalidad no cuenta con estudios que le brinden este soporte técnico ni cuenta con políticas públicas que contribuyan a ampliar la cobertura y mejoramiento de los sistemas de agua.

Siguiendo esa problemática, nuestra pregunta **principal de investigación fue:** ¿Cual es el valor económico y ambiental del agua, para el consumo humano, que provee el sistema municipal de agua y el modelo de valoración que incluya el bosque, usos del suelo, costo de producción, distribución, operación y mantenimiento del sistema?

## **1.2. Justificación**

El 53% del territorio del municipio de Santa Eulalia es de vocación forestal, sin embargo, por las necesidades de subsistencia de sus habitantes, parte del suelo se destina para cultivos de maíz, frijol, café y cardamomo, lo que hace evidente la expansión de la frontera agrícola. Por otra lado, dentro de los límites municipales, se encuentra la parte alta de una cuenca hidrográfica con interés intermunicipal y un potencial de 4 sub-cuencas y de 15 micro cuencas, todas estas captan y provisionan agua para la población del municipio y otras poblaciones, aguas abajo. Esto hace justificable impulsar un proceso de generación de conocimiento de valoración del agua-bosque, para garantizar su conservación y recuperación del territorio, donde se ubican las principales fuentes de agua.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. General**

Construir un modelo económico de valoración del agua para el consumo humano que incluya el valor económico de los elementos: bosque y uso del suelo de la zona de recarga hídrica, además del costo de producción, distribución, operación y mantenimiento del sistema municipal de Santa Eulalia, Huehuetenango.

#### **1.3.2. Específicos**

1. Determinar la situación socioeconómica de la población usuaria, para determinar su capacidad de pago
2. Identificar, cuantificar y determinar el costo de la cobertura del suelo, entre esto el bosque, de la zona de recarga hídrica de la fuentes de agua.
3. Determinar la capacidad de recarga hídrica anual de la zona donde se ubican las fuentes de agua del sistema municipal.
4. Determinar el costo ambiental del agua que produce la zona de recarga hídrica.
5. Determinar el costo real de la distribución, operación y mantenimiento del sistema de agua municipal.

6. Construir un modelo y determinar los costos del sistema municipal de agua para consumo humano que incluya el costo ambiental de la cobertura del suelo, entre esto el bosque, más el costo de distribución, operación y mantenimiento del sistema de agua municipal en Santa Eulalia Huehuetenango.

#### **1.4. Hipótesis**

Es posible construir un modelo de costos reales del sistema de agua municipal de santa Eulalia que incluya la cobertura del suelo entre estos el bosque de la zona de recarga hídrica además de los costos de distribución, operación y mantenimiento del sistema, para que las autoridades municipales dispongan de conocimiento para fundamentar racionalmente sus decisiones de política pública municipal en relación al agua de consumo humano.

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1. Valoración Económica – ambiental del Agua - Bosque**

Para abordar la investigación sobre la valoración económica – ambiental del agua-bosque, se presenta un breve resumen sobre teorías y conceptos importantes para abordar el tema de valorización del Agua

#### **2.1.1. valoración del recurso hídrico**

Uno de los principales problemas que tienen los bienes y servicios ambientales, es que carecen de mercado y por lo tanto “no tienen precio”. Sin embargo, estos bienes deben tener una valoración económica, porque varias de las funciones que desempeñan, afectan positivamente a la sociedad y al ecosistema en general. En otras palabras, el recurso hídrico es un bien que determina la vida humana y si no se toma en cuenta su reposición condiciona también la vida humana sobre la tierra.

#### **2.1.2. Valoración económica**

En este estudio, se entenderá por valoración económica todo intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por los activos naturales, especialmente del agua, bosque y suelo, independientemente de que, si existen o no, precios de mercado.

#### **2.1.3. Pago por servicios ecos sistémicos**

El Pago por Servicios Eco sistémicos –PSE- es un concepto que surge alrededor de los años 60’s<sup>3</sup> como una iniciativa encaminada a lograr la protección, manejo y sostenibilidad de los recursos naturales y es definido

---

<sup>3</sup> En esta época se hace patente la crisis ambiental y se inician cuestionamientos acerca de los impactos severos en la capacidad del planeta para mantenerse y producir suficientes bienes para ser consumidos por las poblaciones humanas.

como: un mecanismo flexible y adaptable a diferentes condiciones, que consiste en un sistema de compensación a los proveedores de un servicio eco sistémico concreto por parte de los usuarios de este servicio.

#### **2.1.4. Recursos naturales**

Los recursos naturales, son aquellos elementos proporcionados por la naturaleza sin intervención del hombre y que pueden ser aprovechados por el hombre para satisfacer sus necesidades. Dentro de la diversidad de recursos naturales, se encuentra el agua y el bosque, que cumplen un papel importante en la vida de nuestro planeta.

##### **2.1.4.1. El agua**

Es un líquido incoloro, insípido e inodoro, que se solidifica a 0 grados Celsius y hierve a los 100 grados Celsius, está formado por la combinación de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno y se le considera el solvente universal debido a la gran cantidad de sustancias que se pueden diluir en ella. Puede ser considerada como un recurso renovable cuando se controla cuidadosamente su uso, tratamiento, liberación, circulación; de lo contrario puede ser un recurso no renovable en un territorio específico.

El agua También es un recurso natural cuando se encuentra en su estado original y/o cuando cumple una serie de funciones en la naturaleza, pero se transforma en un recurso económico cuando el hombre lo incorpora al proceso de productivo, en forma de materia prima o bien en la distribución y consumo de uno o más bienes y/o servicios. Dicho de otra manera, el agua deja de ser un recurso natural cuando empieza a generar riqueza ya sea por su participación directa o indirecta en el proceso productivo<sup>4</sup>. Entre los principales usos que

---

<sup>4</sup> MARTINEZ TUNA, MIGUEL (2002). Valoración económica del agua en la ciudad de Guatemala. Facultad Latinoamérica de Ciencias Sociales.

tiene el agua están: producción agrícola, producción industrial y generación de energía eléctrica.

El agua es uno de los recursos más abundantes del planeta, cubre aproximadamente 71% de la superficie terrestre. A pesar de esto, la cantidad que el hombre puede utilizar es relativamente baja, porque 97.5% es agua salada contenida en el mar y la mayoría de la porción restante está congelada en los polos, o forma parte del manto acuífero subterráneo, lo que deja solamente 0.007% del total para consumo humano (Martínez, 2002)<sup>4</sup>.

Los expertos estiman que la cantidad total de agua en el mundo, accesible para consumo humano asciende a 12,500 km<sup>3</sup> los cuales son suficientes para satisfacer las necesidades actuales de la sociedad, puesto que el humano solo utiliza 6,250 km<sup>3</sup>. Sin embargo, Naciones Unidas (2000), estima que la población mundial se duplicará en aproximadamente 50 años, por lo que es fácil predecir una crisis de agua a gran escala. Crisis que se verá agudizada por varias razones una de ellas es que las fuentes de agua para el consumo humano, son cada vez más contaminadas por: a) pesticidas provenientes de la agricultura, b) aguas negras de las ciudades que no son tratadas, c) basuras de los centros poblados, d) desechos químicos. (Martínez, 2002). Sumando a esto, el avance de la frontera agrícola, que deforesta y el avance de la frontera urbana que permeabiliza los suelos.

#### **2.1.4.2. Los Bosques**

Son los ecosistemas que más agua logran captar; al caer la lluvia, es asimilada por la espesa vegetación y se evapora nuevamente para formar otra vez nubes. Al escurrirse por la superficie del suelo, forma ríos, arroyos, lagos y lagunas. Al filtrarse en el suelo (con la ayuda de los árboles, arbustos, pastos, etc., y a través de las rocas), forman los mantos freáticos o acuíferos.

La importancia de este recurso natural radica en que “los bosques proporcionan un hábitat a una amplia variedad de plantas y animales; además, cumplen otras muchas funciones relacionadas de forma directa con los seres humanos. El follaje de las plantas libera el oxígeno que es necesario para la respiración, mediante la fotosíntesis, proceso químico que se realiza en las hojas utilizando la luz solar y el dióxido de carbono de la atmósfera.

Los árboles tienen la función de conservar y almacenar agua y alimentar los mantos acuíferos. Esta reserva subterránea es liberada lenta y gradualmente por los árboles, ayudando a evitar las inundaciones y sequías estacionales<sup>4</sup>.

También la cobertura boscosa captura agua procedente de la niebla, que distribuye como precipitación en la vegetación y el suelo. El agua almacenada en las raíces de los árboles, troncos, tallos, follaje y el suelo del terreno forestal, permite a los bosques mantener un flujo constante de agua en ríos y arroyos.

Lo anterior, indica que los bosques tienen una infinidad de beneficios, los cuales contribuyen a la reproducción de vida, tanto de los seres humanos como de los distintos ecosistemas. Entre los beneficios se pueden citar algunos: a) Reducción de los efectos erosivos producidos por el agua y el viento, favoreciendo la conservación de la fertilidad de los suelos, b) Regulación de los niveles hídricos y el equilibrio del ciclo hidrológico, en este sentido, retienen el agua de lluvia y regulan los cauces de los ríos, c) Regulación del clima: atenúan los rigores climáticos, favorecen la existencia de lluvias, reducen la evaporación, mantienen el nivel de humedad ambiental y evitan la sequedad y d) Depuran las aguas y los suelos contaminados. Esta infinidad de beneficios son los que deben hacer entender la importancia de los bosques como el elemento necesario para la vida humana y el ecosistema.

### **2.1.5. Deterioro de los Recursos Naturales**

El medio ambiente es un sistema complejo y frágil pero juega un papel determinante para la vida en la tierra. Las alteraciones graves pueden modificar las condiciones de vida y poner en peligro la vida total en la Tierra.

En las últimas décadas se ha visto que: el incremento de seres humanos sobre el planeta tierra y el uso que se hace de nuevas tecnologías, mas el continuo incremento en la explotación de los recursos naturales; exceden el límite de los recursos naturales y desequilibra la capacidad de regenerarse correctamente. Este fenómeno junto a la contaminación y el consumo de recursos, son causas de problemas ambientales que afectan el planeta y ponen en peligro la vida humana y la de todas las especies del planeta tierra. Por eso, es necesario conocer las causas que producen estos problemas para que así, las actitudes individuales y del conjunto de la sociedad puedan ser orientadas a no agravar dichos problemas.

Se puede sumar a todo el cuadro anterior la inoperancia de políticas nacionales y locales orientadas a la conservación y desarrollo de los recursos naturales, aspecto que deprime aun más la situación ambiental del país.

### **2.1.6. Desarrollo Sostenible: La Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro 1992**

En 1983, cuando la crisis ecológica del planeta Tierra se hacía cada vez más evidente, la Asamblea General de las Naciones Unidas, decidió la creación de una Comisión Internacional (Comisión Mundial para el Desarrollo del Ambiente) con el fin de realizar un diagnóstico global de la situación ambiental del planeta y sus relaciones con los objetivos del desarrollo. Se derivaría de esto un conjunto de recomendaciones de acción. El informe,

Nuestro Futuro Común conocido como el Informe Brundtland. Este informe fue la plataforma básica que acotó las negociaciones de la Cumbre de la Tierra realizada en Río de Janeiro en el año 1992. El informe sostiene que es posible el crecimiento económico y eliminar la pobreza de un modo sostenible, siempre y cuando las transformaciones tecnológicas permitan producir cada vez más con menos insumos materiales y energéticos, sin poner en peligro el medio ambiente y la vida para futuras generaciones. En otras palabras, todo proceso de producción debe estar sustentado en el equilibrio ecológico, y en el ser humano como el centro del desarrollo. En este contexto surge, el término de desarrollo sostenible.<sup>5</sup>

#### **2.1.7. Objetivos de Desarrollo del Milenio ODM**

La Declaración del Milenio, en septiembre de 2000, con la que 189 países dieron la bienvenida al nuevo milenio en el marco de la Cumbre de las Naciones Unidas, representa el compromiso mundial actual más importante para la reducción de la pobreza y de todas sus manifestaciones: el hambre, la falta de ingresos, la desigualdad de género, la falta de acceso a los servicios sociales de educación y la salud, y dentro de este marco está el objetivo del milenio 7 (ODM7): el que consiste en garantizar la Sostenibilidad del Medio Ambiente. El propósito de este objetivo es, desarrollar mecanismos de gobernabilidad ambiental, fortalecer los procesos que promuevan el interés, y cambios de conductas mediante la adopción de buenas prácticas productivas y la gestión de políticas locales que apoyen el uso sostenible de los recursos naturales.

---

<sup>5</sup> Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, [<http://upload.wikimedia.org/wikisource/en/d/d7/Ourcommon-future.pdf>]. Octubre, 2011.

## **2.2. Métodos de Valoración Económica de Bienes Ambientales y Servicios<sup>6</sup>**

Uno de los principales problemas que tienen los bienes y servicios ambientales es que “no tienen precio” desde hace más o menos 4 décadas se han venido construyendo un sinnúmero de propuestas teóricas y metodologías para asignar un valor económico a los bienes ambientales que desempeñan un papel fundamental en la vida de la sociedad y del ecosistema en general.

El concepto de valor aplicado a los recursos naturales ha sido analizado y construido de varias maneras, se le ha dado diversas interpretaciones según el punto de abordarlo, tiempo de su construcción y el espacio donde se construye

Todos los métodos de valoración económica, están sustentadas consciente o inconscientemente por la teoría económica subjetiva del valor. Esta teoría, basa la cuantificación del valor o costo, en el pensamiento y utilidad que el bien o servicio, tiene para la persona. Es indudable que un esfuerzo de valoración de este tipo, es valioso en un contexto donde existe poco esfuerzo de valoración ambiental.

La teoría objetiva del valor, en nuestro contexto, es poco usada, esta teoría expone que no es la persona quien cuantifica el valor de un bien

---

<sup>6</sup> Barzev, Rodoslav, Guía Metodológica para la Valoración de Bienes, Servicios e Impactos Ambientales, Corredor Biológico Mesoamericano. CCAD-PNUD-GEF. Serie Técnica 04. Proyecto para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. 147 páginas. Año 2002 (páginas 21-49)

sino es el bien o servicio en sí mismo, el que contienen el valor o costo, es decir el valor o costo del bien esta dado por los elementos que están incorporados en su constitución o construcción.

En el marco de la economía ambiental, podemos distinguir cuatro métodos de valoración económica del medio ambiente. Estos son: i) el método de los costos evitados o inducidos; ii) el método del costo de viaje; iii) el método de los precios hedónicos; iv) el método de la valoración contingente. Los tres primeros son considerados métodos de preferencias reveladas y el último es un método de preferencias declaradas, o alternativamente, métodos indirectos y método directo.

El denominador común de todas estas metodologías es que intentan asignar un valor a los bienes y a los servicios ambientales de la forma en que lo haría un mercado hipotético, que luego, en caso de así deseárselo, permiten realizar una estimación de la función de demanda del bien o servicio ambiental en cuestión.

Los métodos directos e indirectos se ubican en una perspectiva temporal diferente. Mientras los métodos indirectos intentan inferir la valoración que hacen las personas de un hecho que ya ocurrió a partir de la observación de su conducta en el mercado, el método de valoración contingente y sus variantes presentan una situación hipotética que aún no se ha producido.

### **2.2.1. El Valor Económico Total (VET)**

Una dificultad sustantiva con la que se enfrenta la economía ambiental, en el momento de la valoración del medio ambiente, es definir quién le da

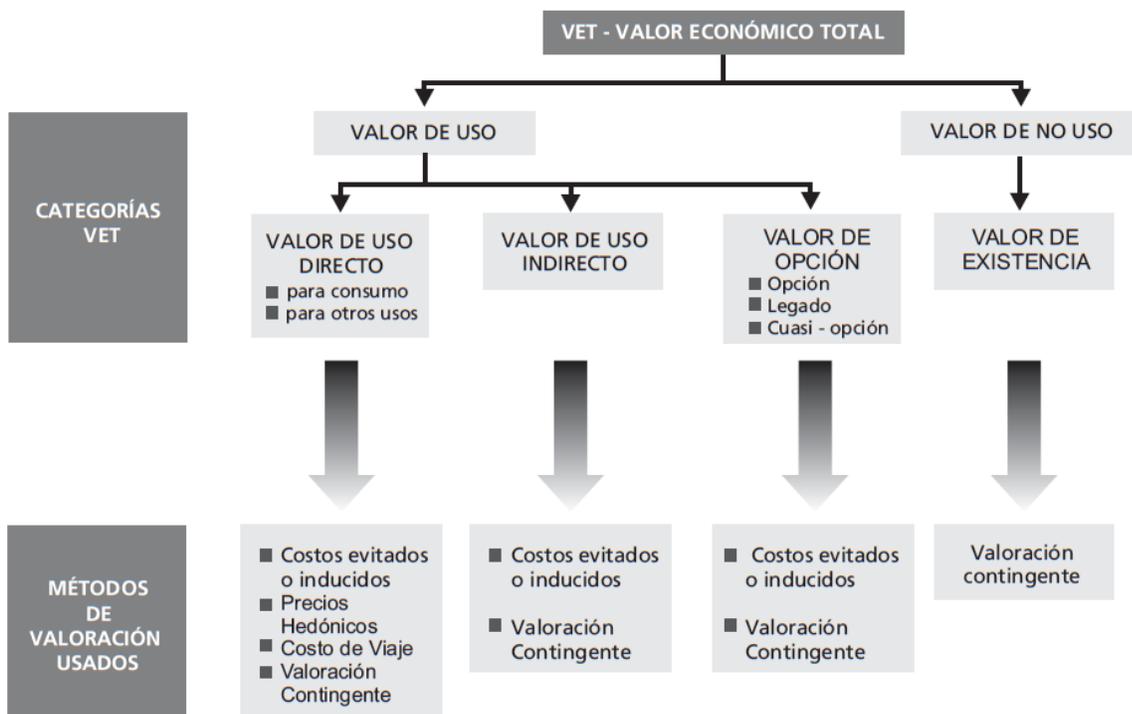
valor al mismo, definir cuáles son los derechos de aquellos usuarios de bienes y servicios ambientales y cuáles los derechos de los no usuarios. Este punto resulta sumamente complejo dado que es muy frecuente que aquellos que provocan un efecto nocivo sobre el medio ambiente son distintos de aquellos que deben padecerlo, tal situación es extensiva tanto a comunidades como a regiones y a países. Además, al determinar quiénes son los afectados, puede resultar un error considerar únicamente a aquellas personas que ven modificados los valores de uso inmediatos del medio ambiente.

En este sentido, en un trabajo previo de Penna y Cristeche (2008), se estudió el paradigma de valor utilitarista antropocéntrico - del que se derivan los métodos de valoración económica – que generalmente clasifica a los bienes y a los servicios del ecosistema de acuerdo a como éstos son utilizados. Los bienes y servicios ambientales pueden poseer un valor desigual para diversos individuos y grupos de personas. La agregación de los distintos valores marginales por debajo de algún tipo de umbral mínimo es el Valor Económico Total. La terminología y la clasificación de los distintos elementos que componen el Valor Económico Total varían ligeramente entre analistas, pero generalmente incluye al Valor de Uso y al Valor de No Uso. El primero está compuesto por: I) Valor de Uso Directo; II) Valor de Uso Indirecto; y III) Valor de Opción.

El Valor de No Uso se asocia habitualmente con el concepto de valor de existencia. Asimismo, esta subdivisión de los diferentes tipos de valor que posee el medio ambiente, sirve para identificar con mayor facilidad cuáles son los individuos o grupos de personas que se ven afectados por algún tipo de variación en la cantidad o en la calidad del bien o del servicio ambiental en cuestión.

El grafico 1 describe la composición del VET e ilustra la correspondencia que existe entre sus distintas partes integrantes y los métodos de valoración económica que pueden utilizarse para estimar las mismas.

Figura I. Valor Económico Total



Fuente: Millenium Ecosystem Assessment 2003.

En general, los **Valores de Uso Directos** son más fáciles de medir, dado que involucran cantidades observables de productos se que cotizan en el mercado. La recreación también es relativamente sencilla de valorar dado que la cantidad de personas que visitan un espacio natural en el que se desarrollan actividades de recreación es directamente observable. En cambio, evaluar el beneficio que perciben los visitantes resulta más complejo de cuantificar, pero existen desarrollos metodológicos cuyo objetivo reside en intentar identificar el costo de viaje real o la disposición a pagar que los sujetos declaran para visitar un determinado sitio (este punto será tratado más adelante).

La medición del **Valor de Uso Indirecto** es generalmente más compleja que la medición del **Valor de Uso Directo**. Asimismo, las cantidades de servicio provisto, como por ejemplo, la cantidad de carbono almacenado en la biomasa o en el suelo, son generalmente difíciles de medir. Mientras la contribución de los servicios del ecosistema a la producción de bienes y servicios de mercado, puede resultar significativa, generalmente resulta complicado distinguir entre ésta y las contribuciones de otros insumos de la producción. A su vez, muchos de estos servicios frecuentemente no ingresan al mercado en ningún caso, por lo que su valor no es sencillo de establecer.

El **Valor de No Uso** es el tipo de valor más complejo de estimar, dado que en muchos casos, no se refleja en el comportamiento de las personas y es casi inobservable, lo cual hace que sea imposible capturar el mismo a través de las preferencias que los individuos revelan en el mercado. En este sentido, a la hora de estimar el **Valor de No Uso** o **Valor de Existencia** se realizan encuestas que intentan relevar, por ejemplo, la disposición a pagar de las personas para conservar especies en peligro de extinción o ecosistemas remotos de los que ellos no hacen uso directo.

En términos de valor económico total, el valor de uso directo, para consumo y para otros usos, puede medirse a través del enfoque de costos evitados o inducidos y los métodos de: precios hedónicos, costo de viaje y valoración contingente (Ver Figura 1). El **Valor de Uso Indirecto** y el **Valor de Opción** pueden calcularse a través de los métodos de costos evitados o inducidos y el método de valoración contingente. Finalmente, el **Valor de No Uso** o **Valor de Existencia**, sólo puede estimarse a partir de las metodologías de valorización hipotética o contingente.

A continuación se procede a desarrollar los distintos métodos que sirven a la hora de calcular el VET de los bienes y servicios del ecosistema.

Las ecuaciones siguientes resumen el razonamiento anterior, El Valor Económico Total se resume en la siguiente Ecuación:

$$\mathbf{VET= VU+VNU}$$

En donde:

**VET**=Valor Económico Total

**VU**=Valor de Uso

**VNU**=Valor de No Uso

Luego, Valor de Uso puede ser directo o valor de uso indirecto así:

$$\mathbf{VU= VUD \acute{o} VU= VUI}$$

Donde significa que: el valor de uso (VU) puede ser:

**VUD=Valor de Uso Directo ó VUI= Valor de Uso Indirecto**

El valor de no uso puedes ser (VNU):

**Valor de no uso opcional (VNUO) o el valor de no uso de existencia (VNUE)**

#### **2.2.1.1. Valor de Uso**

Los **Valores de Uso** se refieren al valor de los servicios del ecosistema que son empleados por el hombre con fines de consumo y de producción. Engloba a aquellos servicios del ecosistema que están siendo utilizados en el presente de manera directa o indirecta o que poseen un potencial para proporcionar Valores de Uso Futuros.

#### **2.2.1.1.1. Valor de Uso Directo**

El **Valor de Uso Directo** hace referencia a los bienes y a los servicios del ecosistema que son utilizados de manera directa por los seres humanos, tales como: la producción de alimentos, la producción de madera para utilizar como combustible y como insumo para la construcción, los productos medicinales derivados de sustancias naturales, la caza de animales, etc. Por otro lado, a diferencia de lo que acontece en los ejemplos anteriores, se pueden identificar ciertos servicios ambientales cuyo consumo no implica una disminución en el stock o flujo total de los mismos. Tal es el caso del disfrute de actividades culturales y de recreación que no se asocian con la generación de productos.

En consonancia con este punto, se puede distinguir entre ambos tipos de Valor de Uso Directo, indicando que es «para el consumo» cuando la cantidad de un bien disponible se ve reducida cuando es consumida por un conjunto de actores; y en cambio, se considera «para otros usos» cuando el disfrute de tales servicios no trae aparejada una reducción en la disponibilidad de los mismos. Este último fenómeno es conocido como la «no rivalidad» en el consumo, una de las propiedades que definen a los bienes públicos en economía. Las personas que residen o visitan los ecosistemas bajo estudio son, generalmente, las que le asignan un mayor valor de uso directo a los servicios ofrecidos por los mismos.

#### **2.2.1.1.2. Valor de Uso Indirecto**

Los **Valores de Uso Indirecto** se asocian a los servicios ambientales derivados de las funciones de soporte de los ecosistemas y que pueden considerarse como requisitos naturales o insumos intermedios para la producción de bienes y servicios finales. Un ejemplo de ello son: la filtración natural de agua que beneficia a las comunidades aguas abajo, la función de protección frente a tormentas que proveen los bosques brindando amparo a las propiedades y a las obras de infraestructura adyacentes, y por último, el

secuestro de carbono que beneficia a la comunidad entera mitigando el cambio climático. En el caso de la producción de alimentos, es muy importante la intervención de servicios del ecosistema tales como: la provisión de agua y de nutrientes del suelo, la polinización y el control biológico de plagas.

#### **2.2.1.1.3. Valor de Opción**

El concepto de **Valor de Opción** se refiere al bienestar que experimentan las personas por el hecho de preservar la oportunidad de utilizar en el futuro los bienes y servicios del ecosistema, ya sea por parte de las generaciones presentes (valor de opción) o de las generaciones futuras (valor de legado). El «valor de cuasi-opción» representa el beneficio que se percibe por postergar decisiones que en un contexto de elevado grado de incertidumbre puedan producir efectos irreversibles hasta que surja nueva información que revele si ciertos servicios ambientales poseen valores que se desconocen hasta el momento.

#### **2.2.1.2. Valor de No Uso**

Por **Valor de No Uso** se entiende al disfrute que experimentan las personas simplemente por saber que un servicio ambiental existe, aún si no esperan hacer uso del mismo de forma directa o indirecta a lo largo de todas sus vidas. Este valor también es conocido como «Valor de Existencia», «Valor de Conservación» o «Valor de Uso Pasivo». De alguna forma, este concepto se superpone parcialmente con otras fuentes de valor no utilitarias. El paradigma utilitario en sí mismo no cuenta con una noción de valor intrínseco, pero es una realidad que para muchas personas los ecosistemas sí lo poseen. En la medida en que las personas consideren que los ecosistemas son poseedores de ese tipo de valor, esto se verá reflejado parcialmente en el «Valor de Existencia» que le asignen al medio ambiente, y por ende, estará incluido en la evaluación del valor económico total calculado a partir del enfoque utilitario. entro de los

valores de no uso, existiría otra categoría llamada **vicarious use value**, la que se refiere a la posibilidad que tienen ciertas personas que se ven impedidas de visitar espacios naturales inhóspitos y poco conocidos, pero que obtienen placer al admirar las imágenes de los mismos transmitidas por televisión u otro medio de comunicación.

### **2.2.2. El método de los costos evitados o inducidos**

Tal como se desprende de la Figura 1, el método de costos evitados o inducidos sirve para estimar las tres categorías de Valor de Uso que componen el VET, a saber: el Valor de Uso Directo, el Valor de Uso Indirecto y el Valor de Opción.

Este método corresponde al típico caso en que el bien o servicio ambiental bajo análisis no se comercia en el mercado, pero está relacionado con un bien que sí lo es, o sea, que posee un precio; y que el vínculo entre ambos radica en ser sustitutos en el marco de una determinada función de producción.

En este contexto se admiten dos posibilidades:

- El bien o servicio ambiental es un insumo más dentro de la función de producción ordinaria de un bien o servicio privado.
- 
- El bien o servicio ambiental forma, junto con otros bienes y servicios, parte de la función de producción de utilidad de un individuo o una familia.

En el marco de esta dimensión del enfoque de costos evitados e inducidos se distinguen varios métodos de valoración. Estos métodos no proveen medidas precisas de los valores económicos de los servicios ambientales, a diferencia de otros métodos que se basan en la disposición a pagar de las personas por los bienes o servicios en cuestión.

Por el contrario, estos métodos suponen que los costos de evitar ciertos daños sobre el medio ambiente o reemplazar ecosistemas o los servicios que éstos proveen constituyen estimaciones útiles de su valor.

Por ejemplo, es sabido que el control de la erosión constituye un importante servicio del ecosistema. La pregunta es: ¿Cómo valorarlo? Una alternativa para ello consiste en evaluar económicamente el efecto que tiene la erosión del suelo en la productividad agrícola. El abordaje de este tipo de problemática precisa de lo que se denomina como «funciones de dosis-respuesta», también conocidas como «funciones de daño».

Estas funciones miden la relación entre la presión sobre el ambiente como causa y resultados específicos de la misma como efectos. Se establece una relación matemática que determina como un determinado nivel de contaminación y/o degradación repercute en la producción, el capital, los ecosistemas, la salud humana, etc. De esta manera, se obtiene una estimación del impacto ambiental de una práctica particular.

En muchos casos no se pueden utilizar las funciones dosis-respuesta, ya sea porque es muy difícil obtener las mediciones necesarias o por no existir suficiente disponibilidad de datos para poder estimarlas. En estas situaciones, se pueden aplicar otros métodos que no cuentan con el mismo grado de precisión, como por ejemplo:

- el costo de reemplazo
- el costo de oportunidad
- el costo de relocalización
- los costos preventivos

La técnica del **costo de reemplazo** descansa en el supuesto de que es posible calcular los costos en los que se incurre para sustituir los activos ambientales dañados a causa del desarrollo de alguna actividad humana. A través de este enfoque se pretende obtener una estimación de los beneficios que se perciben por evitar que se genere un determinado daño o deterioro ambiental. Este enfoque puede ser de utilidad para aquellos casos en los que sea necesario invertir dinero para poder reemplazar un activo ambiental. No obstante, la aplicación del mismo se torna dificultosa cuando los activos que están en juego son, por ejemplo, el suelo o el agua. En algunas ocasiones, no existen bienes sustitutos, o los que existen no son capaces de proveer la gama completa de servicios que proveía el activo ambiental original.

Por su parte, el enfoque del **costo de oportunidad** calcula el costo de destinar recursos para la conservación del medio ambiente, contabilizando todos los ingresos perdidos por no asignar esos recursos a otras funciones. Es decir, se mide el beneficio que se deja de percibir por dedicarse a actividades de preservación. De alguna forma, este enfoque puede interpretarse como una forma de estimar el «costo de preservación».

Los **costos de relocalización** constituyen una variante de la técnica de los costos de reemplazo a través de la cual se estiman los costos de relocalizar una instalación física para evitar una potencial disminución de la calidad

ambiental, considerando los costos y los beneficios de evitar tal daño. Es importante destacar, que esta técnica puede resultar de especial utilidad a la hora de evaluar planes de ordenamiento territorial.

Finalmente la técnica de **los costos preventivos** consiste en calcular los gastos que realizan los agentes para tratar de impedir los perjuicios causados por la contaminación y la degradación. Este enfoque supone que la percepción individual del costo que genera el daño ambiental es, por lo menos, el monto que el individuo paga para evitar el daño. Los valores obtenidos a partir de esta técnica son considerados como el costo mínimo de prevención de problemas ambientales dado que los gastos individuales pueden verse limitados por el nivel de ingreso o debido a que existe, una vez realizado el gasto preventivo, alguna porción restante del excedente del consumidor sin contabilizar.

Es importante destacar que a través de estos métodos que no precisan de funciones dosis-respuesta se pierde mucha exactitud en los resultados. Asimismo, dado que estos métodos no tienen en cuenta las preferencias sociales por los servicios de los ecosistemas, deben ser utilizados como último recurso para valorar los servicios ambientales.

### **2.2.3. El método de Costo de Viaje**

A diferencia del método de costos evitados, este método consiste en analizar la relación entre bienes y servicios privados y ambientales complementarios. El ejemplo típico de este tipo de relación complementaria es el consumo de los servicios ambientales que puede proveer un bosque, un Parque Nacional o una Reserva Natural, y el consumo de otros bienes privados como el costo de viaje, el costo de entrada al lugar (en caso de que se cobrara), el tiempo de viaje, la estadía, etc. En estos casos, lo que se obtienen son estimaciones de los valores de uso asociados con ecosistemas y sitios

destinados a actividades de recreación. Este método también supone funciones de utilidad débilmente separables. En comparación con el método de valoración contingente, el método del costo de viaje se basa en las actividades que la gente realiza, en lugar de lo que la gente declara. Para poder aplicar este método es preciso contar con información acerca de la utilización real del entorno natural bajo estudio y luego, compararlo con el costo pagado para poder hacerlo.

Este método parte de la premisa de que el tiempo y el dinero empleados para realizar el viaje al sitio bajo estudio representa el precio de acceso al mismo. Por consiguiente, la disposición a pagar para visitar el sitio se puede estimar a partir del número de visitas que realiza la gente incurriendo en diversos costos de viaje.

El método de costo de viaje se puede utilizar para estimar los costos y los beneficios resultantes de:

- Cambios en los costos de acceso a un sitio donde se desarrollan actividades recreativas.
- La eliminación de un determinado espacio natural que provee servicios de recreación.
- La creación de un nuevo sitio recreativo.
- Cambios en la calidad del ambiente de un sitio recreativo.

#### **2.2.4. El método de los Precios Hedónicos**

El método de precios hedónicos es utilizado para calcular el valor económico de bienes y servicios del ecosistema que afectan de manera directa a los precios de mercado.

El supuesto básico en el que descansa el método es que muchos de los bienes que se comercian en el mercado poseen un conjunto de características y atributos que no pueden adquirirse por separado, dado que los mismos no se intercambian en un mercado independiente. Estos son considerados bienes «multi-atributo» dado que poseen más de un valor de uso satisfaciendo varias necesidades al mismo tiempo. El ejemplo típico de este tipo de bien privado es la vivienda, otro ejemplo similar es el automóvil, siendo la sumatoria del peso de sus diversas características las que finalmente determinan el precio final del bien. Esto último es lo que se conoce en la teoría económica como hipótesis hedónica. De acuerdo a esta última, existe una relación subyacente entre el precio de un bien y su calidad. Si bien la valoración de la calidad de un bien es eminentemente subjetiva, sería correcto aproximarla mediante sus cualidades físicas.

En síntesis, se puede afirmar que al comprar un bien no lo hacemos únicamente para satisfacer una necesidad básica sino que también lo hacemos con el objeto de obtener un determinado nivel de calidad de vida. En este punto ingresan las variables ambientales al análisis. Por ejemplo, al comprar un inmueble además de considerarse la cantidad de habitaciones, la calidad de construcción del edificio, se tienen en cuenta otras variables, como por ejemplo: la búsqueda de tranquilidad, la pureza del aire, la cercanía a un espacio verde, etc.

El método de los precios hedónicos puede utilizarse para estimar los beneficios y los costos asociados con: la calidad ambiental (como la contaminación del aire y del agua, el ruido, etc.) y servicios ambientales estéticos (paisaje) y de recreación.

### **2.2.5. El método de Valoración Contingente**

Este método se distingue de todos los expuestos previamente por ser el único método directo o hipotético. En otras palabras, este método a diferencia de los anteriores -indirectos u observables - tiene como objetivo que las personas declaren sus preferencias con relación a un determinado bien o servicio ambiental, en lugar de realizar estimaciones sobre la base de conductas que se observan en el mercado. Asimismo, el método de valoración contingente es el único que permite calcular el valor económico total de un bien o servicio ambiental, dado que es capaz de estimar tanto valores de uso como de no uso, siendo estos últimos los responsables de su gran difusión debido a que ningún otro método puede capturarlos. Adicionalmente, habida cuenta de las dificultades que presentan los métodos indirectos ya mencionados con anterioridad, el método de valoración contingente se presenta como una metodología útil a los fines de la comparación. Este tipo de análisis comparativo es conocido con el nombre de Tests of Convergent Validity (O'Doherty, 2001). No obstante, dado que los beneficios que se miden a través del método de valoración contingente y los otros métodos (costo de viaje, precios hedónicos, etc.) divergen, este tipo de ejercicios de comparación es frecuentemente cuestionado. Asimismo, es considerado también el método más controvertido de valoración económica de servicios ambientales (Ecosystem Valuation, 2006).

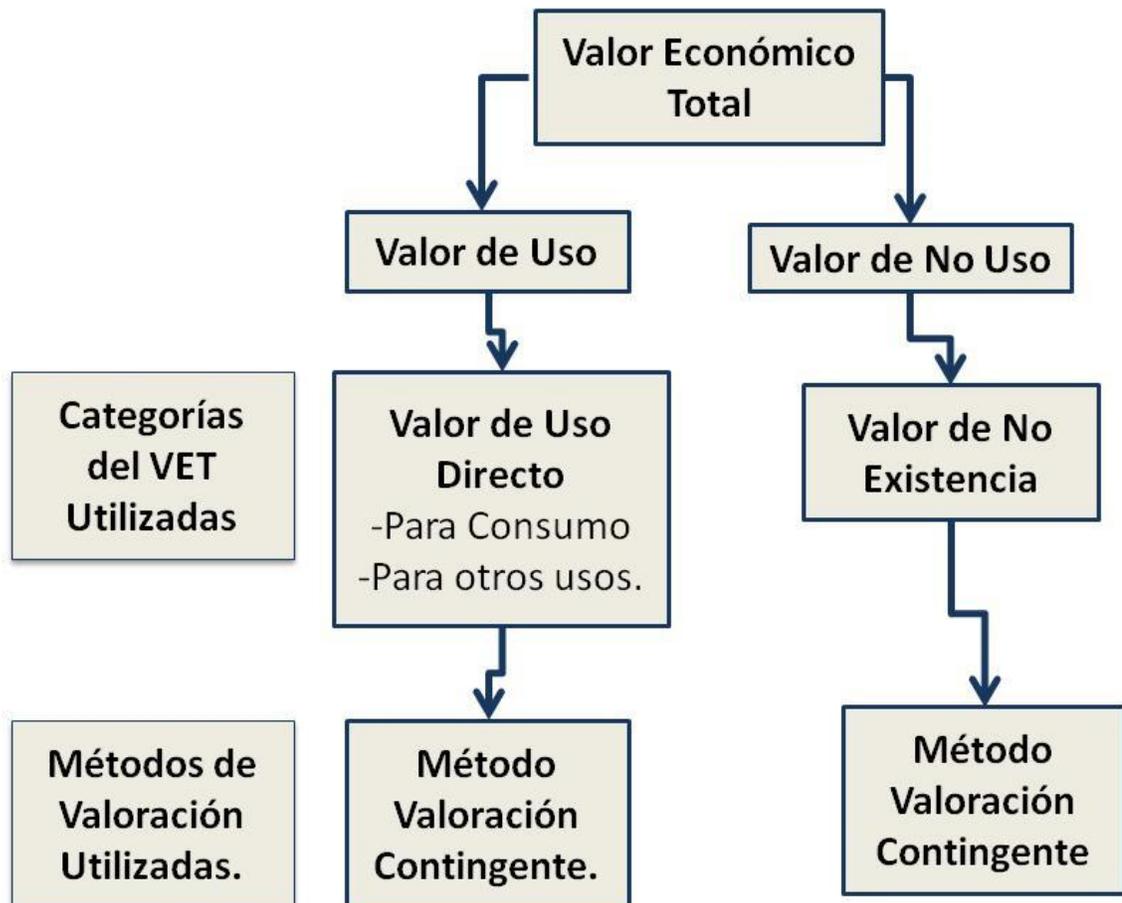
La aplicación del método generalmente tiene como objeto la estimación de la función de demanda de un bien que no posee un mercado donde pueda ser transado ni posea relaciones de sustitución o complementariedad con otros bienes privados. Este último sería el caso en que nos enfrentamos a funciones de utilidad estrictamente separables, por tanto no queda otra opción que preguntarle a las personas directamente por la alteración en el bienestar experimentada o esperada. No obstante, este método es teóricamente aplicable a todos los casos de valoración ambiental.

El origen de este método se remite a la década del setenta en los EEUU, cuando Robert Davis lo desarrolló como parte de su tesis doctoral realizando encuestas a cazadores sobre el valor que le atribuían a los bosques del estado de Maine. A lo largo de los años, el método de valoración contingente consolidó su respetabilidad siendo oficialmente reconocido por varias instituciones dedicadas a cuestiones ambientales en diversos países, lo que dio impulso a la realización de una gran cantidad de estudios que utilizaron esta metodología.

### 3. METODOS Y TECNICAS UTILIZADOS PARA LA VALORACION DE AGUA, EN SANTA EULALIA HUEHUETENANGO

Para la valoración económica del agua, como servicio ambiental, se llevo a cabo siguiente la lógica del siguiente esquema.

Figura II. Esquema de Método de Valoración Económica Ambiental aplicado en la Investigación.



El objetivo de la investigación realizada en Santa Eulalia, era formular el costo del servicio ambiental de agua, en función del Valor Económico Total

(VET), de la zona de recarga hídrica, calculado a partir de los valores de Uso y No Uso, utilizando el método de valoración contingente para ambos valores.

**El Valor de Uso Directo**, fue calculado utilizando las categorías: para consumo y para otros usos. Siempre utilizando el método de valoración contingente, el cual se aplicó valorando las distintas categorías de uso de suelo, que según el mapa trazado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) cuenta con las categorías: bosques, árboles dispersos claros y matorrales. Se cuantificó en hectáreas y kilómetros cuadrados cada uno de los usos del suelo y luego con opinión directa de la comunidad se le asignó a cada categoría, un costo por unidad de medida usada en la comunidad, como por ejemplo la cuerda 25 \*25 varas.

**El valor Uso Indirecto**, se calculó en base a la categoría de existencia, este es el caso de matorrales que si bien es cierto aparentemente no los utiliza la comunidad tienen una función elemental que es la filtración de la lluvia para alimentar las fuentes, su costo fue determinado por la comunidad dando el precio que tiene actualmente una cuerda.

Se calculó la capacidad de recarga hídrica de la zona, a partir del mapa construido por IARNA<sup>7</sup>, para la región de Huehuetenango, en las que está ubicada la zona de recarga hídrica de Santa Eulalia. Con estas operaciones se llegó al costo de metro cúbico de agua disponible anualmente en la zona.

---

<sup>7</sup> Evaluación Regional De Los Recursos Hídricos Y Las Necesidades De Gestión Para Apoyar La Agricultura De Pequeños Productores: Enfoque De Gestión Y Adaptación A Las Amenazas Inducidas Por El Cambio Y La Variabilidad Climática En El Altiplano Occidental De Guatemala, (IARNA, USAID, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR) Julio 2013

Con información directa y de primera mano de fontaneros y registros municipales, se calcularon costos de operación y mantenimiento de los sistemas de agua. Estos costos sumados al costo ambiental de la zona de recarga hídrica se construyó el costo real de la tarifa real por conexión a cada uno de los sistemas de agua municipal.

Esta forma de valoración, utilizando una combinación de técnicas y métodos, contribuyó a superar, relativamente el alto grado de subjetivismo que existe en la valoración de servicios ambientales, por lo tanto se aproximó más a la realidad concreta de los bienes, sujetos de valoración.

Un ejemplo de la aplicación metodológica lo constituye la valoración del bosque: primero se delimitó la zona de recarga hídrica, luego se determinó el área cubierta por bosques. Después se realizó un inventario forestal donde se identificaron las especies de árboles que integran el bosque y cuáles son las más comunes; seguidamente se cuantificó, por medio de una muestra, los tamaños y edad de los árboles, luego la comunidad le asignó un precio a los árboles según especie. Finalmente en base a la muestra realizada se generalizó en el área total cubierta por bosques de la zona de recarga hídrica para concluir en el costo total directo del bosque desde el punto de vista o criterio comunitario.

En general, la ecuación teórica del valor del agua fue:

$$\mathbf{VACH = \frac{VUZRH + VOMSA}{QRHA}}$$

Donde

**VACH** es igual al valor del agua para el consumo humano

**VUZRH** es igual al valor uso de la zona de recarga hídrica

**VOMSA** es igual Valor de la operación y mantenimiento del sistema de agua

**QRHA** Cantidad de recarga hídrica de la zona

Para aplicar el método de valor contingente y obtener la información de primera mano para la determinación del valor económico de la Zona de recarga hídrica o la construcción práctica de las variables: VUZRH que es igual al valor uso de las zona de recarga hídrica, los costos de operación y mantenimiento y la identificación de la situación socio económica de los usuarios del servicio municipal de agua, se procedió a diversas tareas de gabinete y de campo que resumidamente se pueden plantear de la manera siguiente:

### **3.1. Valoración de la zona de recarga hídrica**

- Delimitación de Zonas de recarga hídrica de las fuentes de agua.
- Elaboración de Mapas sobre usos del suelo de la zona de recargas hídrica.
- Cuantificación de cada área de los distintos usos del suelo:
  - Inventario particular de categorías de los productos o bienes del uso del suelo en cada área
  - Selección y construcción de la de muestra
  - Valorización directa, de campo, con criterio de la comunidad, de las categorías predominantes en cada área (muestra)
  - Procesamiento de información
  - Análisis y relaciones
  - Elaboración de modelo
  - Elaboración de informe

### **3.2. Para El Desarrollo De Costos De Operación Y Mantenimiento**

- Acotación de información técnica y financiera del sistema, en la municipalidad y fontaneros y comités
- Talleres locales, participativos para construcción de información, con personal operativo
- Entrevistas semi-estructurada a población usuaria y personal operativo.
- Observación directa, de campo, de los sistemas
- Procesamiento de información
- Análisis y relaciones
- Elaboración de informe

### **3.3. PARA EL ESTUDIO SOCIOECONÓMICO**

- Preparación de instrumentos
- Selección de muestra
- prueba de instrumentos
- contactos comunitarios
- Levantamiento de información
- procesamiento de información
- Análisis y relaciones
- elaboración de informe

## **4. RESULTADOS DEL ESTUDIOS**

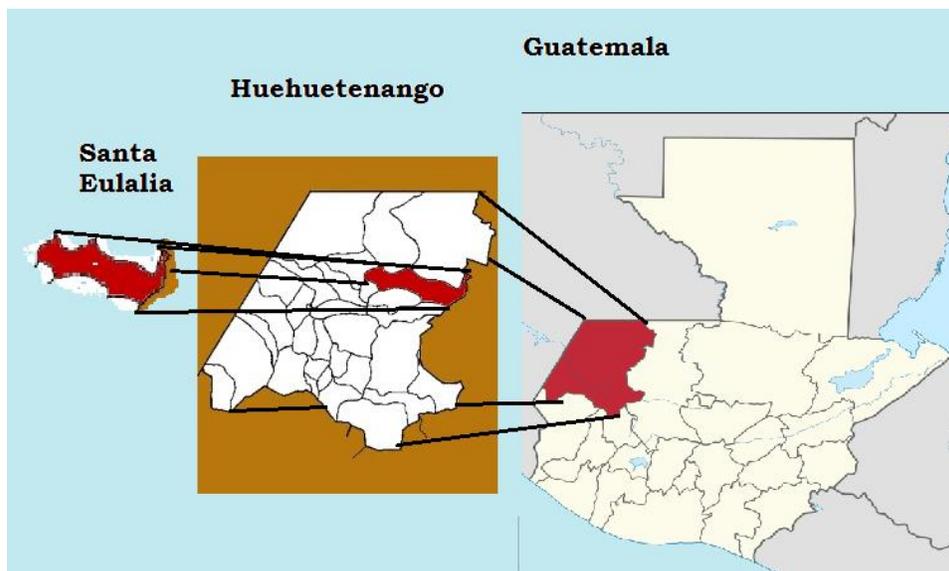
### **4.1. Información general del municipio de Santa Eulalia, Huehuetenango.**

#### **4.1.1. Ubicación**

Santa Eulalia es municipio del departamento de Huehuetenango, Guatemala. Se ubica a una distancia de 355 kilómetros de la capital, Guatemala; y 87 kilómetros de la cabecera departamental. Huehuetenango pertenece a la región VII del sistema de regionalización del país. Para llegar a Santa Eulalia, es por carretera asfaltada de la ruta nacional 9-N, la que también comunica con los municipios de Soloma y San Mateo Ixtatán. La ruta de la Capital a la Cabecera Departamental es por la interamericana CA-1.

El municipio, Colinda al Norte con los municipios de San Mateo Ixtatán y Barillas; al Sur con San Pedro Soloma y San Rafael La Independencia; al Oeste con San Sebastián Coatán y San Rafael La Independencia, todos estos municipios, del departamento de Huehuetenango. Al Este con Chajul y Nebaj, del departamento de Quiché. La extensión Santa Eulalia es de 292 kilómetros cuadrados. Su altitud de 2,580 msnm, su latitud de 15°43' 55" y una longitud de 91° 27'31".

Figura III. **Ubicación departamento de huehuetenango y municipio de Santa Eulalia Guatemala 2013**



Fuente: Elaboración Propia 2013

#### **4.1.2. Clima y precipitación pluvial**

El municipio por su topografía y altura, en sus regiones, se derivan varios climas: en las regiones central y occidental, prevalece el clima frío, mientras que el oriente es templado. La temperatura máxima reportada en los últimos cinco años fue de 27.5 grados centígrados y la mínima fue cero. La temperatura media anual es de 13 grados centígrados. La velocidad promedio anual, del viento, aumentó de 4.1 a 4.7 kilómetros por hora durante el período 2000-2007. La precipitación pluvial media durante el último quinquenio se situó en 1,900 milímetros

Fuente: Insivumeh, 2007.

#### **4.1.3. Topografía**

Los terrenos del Municipio son quebrados y ondulados. Los caminos hacia las comunidades son de terracería y de difícil acceso tal el caso de Cocolá

Chiquito, Chojzunil y Chibal Chiquito en los cuales resulta imposible transitar en vehículo.

#### **4.2. Población del Municipio**

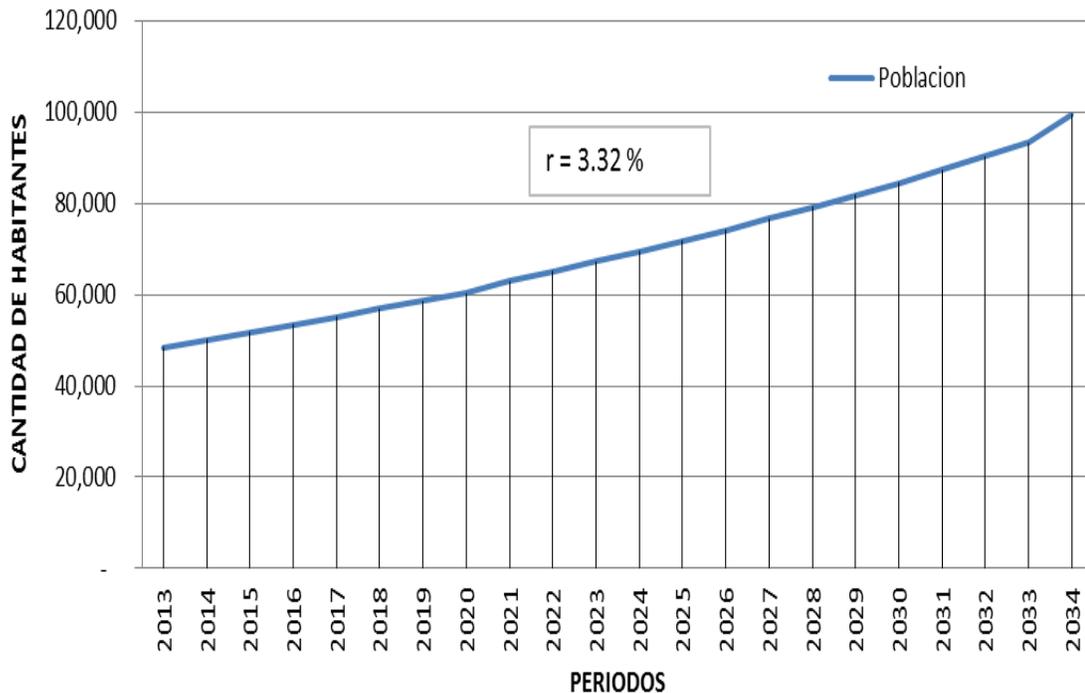
La población total del municipio de Santa Eulalia según el INE, para el año 2013, es de 48,524 habitantes, distribuidos en 115 centros poblados del municipio. La densidad poblacional en 1994 fue de 69 y para el año 2004 fue de 98 habitantes por kilómetro cuadrado, siendo la concentración mayor en la región central del Municipio.

La distribución de la población por sexo, para el año 2012 fue: 52% de mujeres y 48% de hombres; en cantidades absolutas fueron: 25,002 y 23,522 respectivamente. La dinámica de crecimiento de la población para los próximos 21 años, se muestra en el gráfico No. 1.

##### **4.2.1. Crecimiento poblacional**

El crecimiento poblacional en Santa Eulalia, se calcula a partir de la tasa de crecimiento promedio del mismo municipio, que para el periodo del 2008 – 2020, se calculó en 3.3%. Esto indica, que por cada cien habitantes se incrementan 3.3 personas por año, lo que es igual a un aumento de 1,600 personas, a la cantidad de población de cada año como se muestra en el gráfico siguiente:

**Grafico 1. Proyección del Crecimiento Poblacional del Municipio de Santa Eulalia, Huehuetenango para el Periodo 2013-2034.**



Fuente: Elaboración propia con datos del INE, Instituto Nacional de Estadística, 2004.

El grafico muestra que la población se duplicara en 21.2 años, es decir que la población actual de 48,524 habitantes, en el municipio de Santa Eulalia, para el año 2,034 tendrá la cantidad de 93, 310 habitantes, cantidad que es el doble de la población actual.

La tasa de crecimiento, calculada por este estudio, para el municipio de Santa Eulalia, es menor comparada con la tasa de crecimiento del departamento de Huehuetenango, tasa que para el año de 2,013 se situó en 3.8%. Pero el crecimiento de santa Eulalia es mucho mayor que la tasa promedio nacional de Guatemala que para el 2013, fue calculada en 2.4% anual.

#### 4.2.2. Distribución geográfica Del Municipio

En el municipio se santa Eulalia Existen varios de espacios territoriales poblados, con clasificaciones y denominaciones distintas, el siguiente cuadro resume la cantidad de centro poblados por denominación.

Cuadro I. **Denominación y cantidad de centros poblados, Municipio santa Eulalia, Huehuetenango, 2013**

Denominacion	Numero	Porcentaje
Pueblos	1	0.9%
Aldeas	9	7.8%
Caserios	68	59.1%
Cantones	21	18.3%
Fincas	8	7.0%
Parajes	1	0.9%
Otro	7	6.1%
<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración Propia con datos del INE, Instituto Nacional de Estadística, 2004.

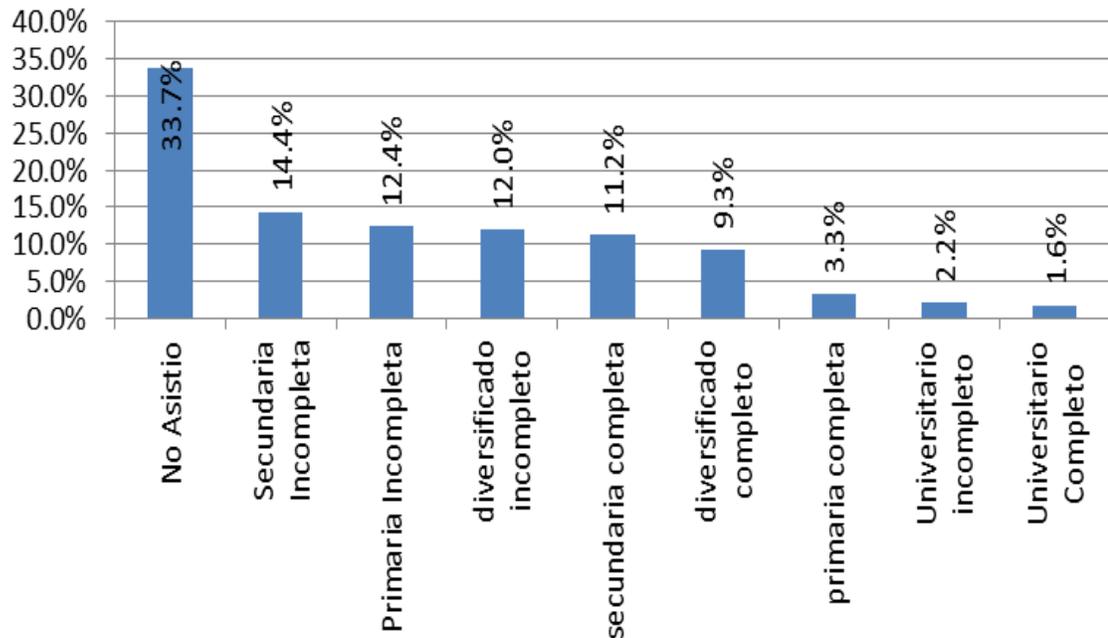
Las denominaciones predominantes, en Santa Eulalia son los caseríos y luego los cantones, sumados estos dos tipos de centros poblados constituyen el 77.4%, teniendo estos centros poblados altas características de ruralidad.

#### 4.3. Aspectos socioeconómicos de los usuarios del servicio de agua

##### 4.3.1. Escolaridad

El índice de escolaridad, de los usuarios de los sistemas de agua municipal de Santa Eulalia, se calculo a partir de los individuos mayores de 15 años.

**Grafico 2. Nivel de escolaridad de los Usuarios del Sistema de Agua Municipio de Santa Eulalia Huehuetenango, 2013.**



Fuente: Elaboración propia, datos Trabajo de campo. 2013

El nivel de escolaridad de los usuarios se puede considerar aceptable pues el 66.3% sabe leer y escribir, el analfabetismo es de 33.7 %, tasa que es casi similar al índice nacional, que según la ENCOVI, para el 2011 fue de 34%. El nivel de escolaridad de los usuarios puede contribuir a una mejor comprensión de la situación del agua bosque, pues como se presenta en grafico, el 53.9% de usuarios cuenta con estudios arriba del sexto grado, el 25% supera el nivel diversificado, inclusive el 3,9% alcanzo nivel universitario. Para un espacio rural, puede considerarse como un contexto educativo favorable.

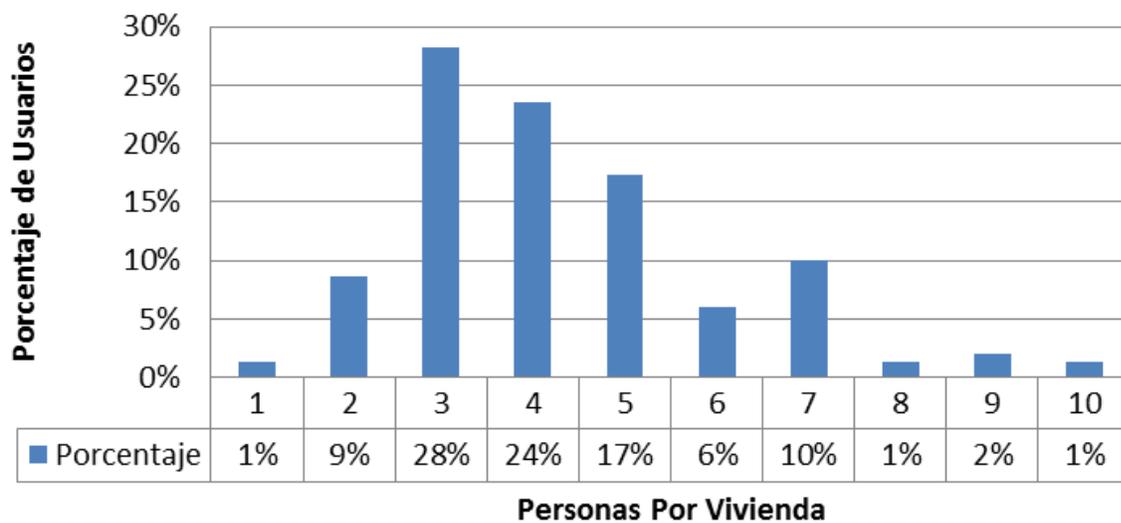
#### **4.3.2. Características de las viviendas**

El total de viviendas con servicio de agua son 2,804, de este 100% el 41% están conectadas al servicio de agua por gravedad, el 19% tiene conexión

al servicio por bombeo y el 39% tiene conexiones de los dos subsistemas. El porcentaje de cobertura de los sistemas de agua municipal es aproximadamente el 70% de la población total, de las donde existe este servicio.

#### 4.3.2.1. Densidad Poblacional

Grafico 3. **Distribución Porcentual de Habitantes por Vivienda, Santa Eulalia, Huehuetenango**



Fuente: Elaboración Propia, datos investigación de campo 2013

El promedio de habitantes por vivienda, en el Municipio de Santa Eulalia Huehuetenango, es de 4.34, siendo de mayor predominio las viviendas con 3 a 5 personas por casa, estos constituyen el 69% del total de las viviendas. El promedio de habitantes por vivienda en Santa Eulalia es menor al departamental, que se sitúa en 5.62 habitantes/vivienda y el promedio nacional es de 4.91 habitantes/vivienda<sup>8</sup>. Con estos datos podemos inferir que en Santa

<sup>8</sup> Según n datos del INE obtenidos en la ENCOVI 2011.

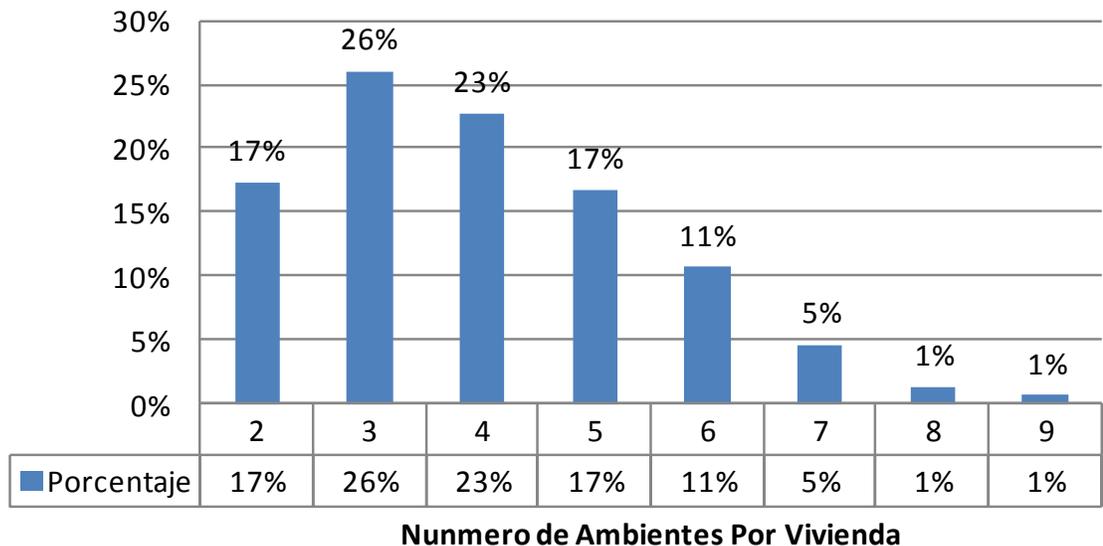
Eulalia, el hacinamiento no es problema sustantivo de los usuarios del servicio de agua.

#### 4.3.2.2. Régimen de propiedad de la vivienda

El tipo de régimen de propiedad predominante, es propia, pues el 78% de la población usuaria es propietaria de la vivienda, el 9.9% la tiene alquilada y el 12.1% vive en una casa prestada, generalmente estos casos son hijos casados que viven en casa propiedad de los padres. En otras palabras, en las 11 comunidades beneficiadas de los sistemas de agua, las casas que cuentan con conexión a alguno de los dos sistemas, son propiedad de la familia beneficiaria del agua.

#### 4.3.2.3. Cantidad de Ambientes de las viviendas

Grafico 4. **Numero de Ambientes por Vivienda, Usuarios de sistemas municipales de agua, Santa Eulalia, Huehuetenango.**



Fuente: Elaboración propia, investigación de campo 2013

Existen viviendas de 2 hasta 9 ambientes, el 50% tiene de 4 a 6 ambientes, el 43% tienen menos de 3 ambientes, el 7% de casas cuenta con

más de 7 ambientes. De los datos inferiores se puede inferir que el 57% de usuarios del servicio de agua tiene un número adecuado de ambientes en la casa lo que relacionado al número de personas que viven por casa, podemos aseverar que no existe hacinamiento

#### 4.3.2.4. Materiales de los ambientes de la casa de los usuarios de Agua

Cuadro II. **Materiales Utilizados en las viviendas de los usuarios de los sistemas de agua Santa Eulalia, Huhuetenango.**

Ambiente	Pared		Techo		Piso	
	Block	Madera	Lamina	Terraza	Cemento	Tierra
<b>Dormitorios</b>	64.0%	19.3%	68.0%	28.7%	72.5%	20.8%
<b>Cocina</b>	49.3%	28.1%	74.0%	22.7%	65.1%	25.5%
<b>Comedor</b>	79.7%	15.6%	53.0%	46.7%	29.6%	9.3%
<b>Sala</b>	82.2%	8.9%	52.6%	47.4%	77.1%	3.5%

Fuente: Elaboración propia, datos investigación de campo 2013

El tipo de materiales más utilizado en los dormitorios son: el 64% de las paredes son de block de cemento, el 68% tiene techo de lámina y el 72.5 tiene piso de cemento. En similares condiciones se encuentran las cocinas, ambientes que junto a los dormitorios son de los mas importantes para la salud en una vivienda. En general estas condiciones indican que los usuarios del servicio de agua en su mayoría viven en condiciones de aceptables de habitación.

#### 4.3.3. Servicios con los que cuenta la vivienda

Se determinó que en Santa Eulalia se prestan varios servicios básicos como; Agua, Energía Eléctrica, Drenajes, Recolección de Basura. También existen servicios como; televisión, teléfono, internet, celulares. Con respecto a

los tipos de servicios, y el nivel de cobertura en los hogares de los usuarios de los sistemas de agua, se puede apreciar en la siguiente cuadro.

**Cuadro III. Servicios Públicos, con los que cuentan las viviendas de los Usuarios de los sistemas de agua, municipal Santa Eulalia, Huehuetenango.**

Servicio	Agua Entubada	Drenaje Municipal	Energia Electrica	Basura	Television	Celular	Telefono Residencial	Internet
<b>Si Cuenta con el Servicio</b>	100%	14%	98%	38%	77.30%	93.30%	7%	30.70%
<b>No Cuenta con el Servicio</b>	0%	86%	2%	62%	22.70%	6.70%	93%	69.30%
<b>Total</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: elaboración propia, datos investigación de campo 2013

Los aspectos a resaltar, de los servicios básicos de las viviendas, es que 100% tiene agua y 98% luz eléctrica. En relación a drenajes y basuras el 86% y 62% respectivamente no cuentan con este servicio, no obstante existir un sistema de drenaje y recolección de basura municipal. Las familias resuelven este problema, mediante letrinas de posos ciego y tirando la basura en terrenos baldíos.

En relación a los servicios no esenciales, se encuentra que 93 % cuentan con servicio telefónico celular, el 77% cuentan con televisión y 57% con servicio de cable. Estos datos significan que los usuarios mensualmente dedican una parte de su ingreso para cubrir servicios no esenciales por ejemplo, en teléfono celular gastan entre 75 y 100 quetzales por cada teléfono al mes, el promedio de celulares por casa es de 2 celulares, gastos que superan en 7 y hasta 10 veces, lo que contribuyen para el servicio de agua municipal.

En términos generales, se puede aseverar que las condiciones físicas de la vivienda de los usuarios de los sistemas de agua, son aceptables. El nivel de servicios básicos como el agua y la luz, tienen acceso casi en la totalidad de viviendas; pero en lo que se refiere a drenaje y basuras un alto porcentaje no tiene acceso y en relación a los servicios de telefonía celular y televisión las coberturas son altas.

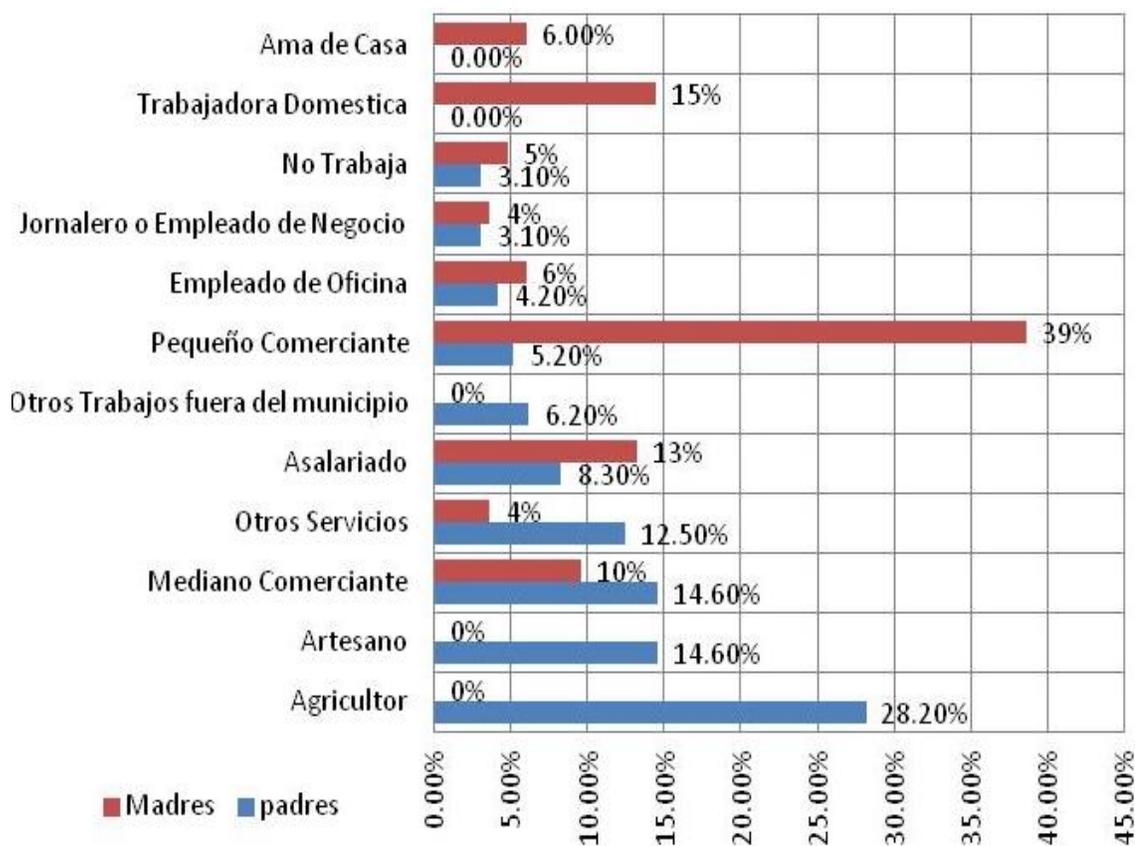
#### **4.3.4. Aspectos económicos de los usuarios del servicio de agua**

##### **4.3.4.1. Ocupación**

Para el análisis de la ocupación de los, o las jefe de hogar, las ocupaciones fueron agregadas, por ejemplo en el caso de asalariados están registrados los maestros empleados de bancos etc. Y los artesanos agrupan a carpinteros, Albañiles, Panaderos.

En los pequeños comerciantes, se toman en cuenta a dueños de pequeñas tiendas y vendedores informales. En los medianos comerciantes se incluyen, dueños de ferreterías, abarroterías, comedores, restaurantes, librerías, Zapaterías, ventas de Ropa. También en la categoría otros servicios, están incluidos, pilotos, mecánicos, barberos. Dentro de la categoría de Empleado de oficina se encuentra, trabajadores de ONG´S, trabajadores de bancos, secretarias. El resultado sobre la ocupación de los usuarios se presenta gráficamente así:

**Grafico 5. Ocupación de los Jefes de Hogar, Usuarios de sistema de Agua Municipal, Santa Eulalia, Huehuetenango 2013.**



Fuente: Elaboración propia investigación de campo 2013

De las distintas ocupaciones de los usuarios, jefes de hogar, padres y madres, se puede destacar: que el 96% de padres trabajan, solamente 4% no tiene trabajo, si agregamos a quienes no tienen trabajo, el 3.4% que trabajan como jornaleros o empleados de otros negocios, se puede decir que el 7.4% de usuarios, tendrían problemas monetarios en cualquier modificación de la tarifa actual del servicio de agua.

Para el caso de las madres de familia en Santa Eulalia, se puede destacar que el 89% trabajan en diversas ocupaciones tales como: comerciantes, asalariadas empleadas de oficina etc. Solamente el 11% no tiene trabajo o trabaja como ama de casa. Con ese contexto Puede deducirse que las madres también pueden apoyar la situación tarifaria para la recuperación del bosque en relación al agua.

#### 4.3.4.2. Nivel De Ingreso y Gasto De Los Usuarios

La estimación del ingreso de los usuarios del servicio de agua se obtuvo determinando cuantas personas trabajan en cada familia, el ingreso que obtienen en total los que trabajan. Además se agrega a estos datos el promedio de remesas que reciben al mes, las familias que tienen familiares en Estados Unidos, esta situación se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro IV. **Personas que trabajan y cantidad de ingreso por familia usuarios del servicio de agua, Santa Eulalia Huehuetenango 2013.**

<b>Porcentaje de Familias</b>	<b>Personas que Trabajan en el Hogar</b>	<b>Ingreso Promedio Mensual del Hogar</b>
3.2%	0	Q -
47.6%	1	Q 1,074.58
29.8%	2	Q 3,364.86
12.9%	3	Q 3,750.00
6.5%	4	Q 3,725.00

Fuente. Elaboración Propia Investigación De campo 2013

El promedio de ingreso general de los usuarios del servicio de agua se estima en 2,978 quetzales al mes. Este dato no incluye las remesas. Las familias que reciben remesas den los Estado Unidos son únicamente el 23% de

todos los usuarios, ellos opinaron que la cantidad que reciben está entre 750 a 1,000 quetzales mensuales, dando un promedio de 860 Quetzales mensuales.

Por otro lado, para determinar el nivel económico de los usuarios, se estudiaron los gastos que realizan las familias, de acuerdo a la opinión de los jefes de familia, el resultado es el siguiente:

**Cuadro V. Gasto Promedio Mensual, En Quetzales, De Usuarios De los Sistemas de Agua, Santa Eulalia Huehuetenango 2013.**

Rubro	Integrantes Por Familia							
	2	3	4	5	6	7	8	9
Alimentacion	Q 775.00	Q 850.00	Q 1,050.00	Q 1,025.00	Q 600.00	Q 900.00	Q 1,200.00	Q 1,650.00
Educacion	Q -	Q -	Q 490.00	Q 922.50	Q 710.00	Q 388.33	Q 805.00	Q 1,390.00
Salud	Q 357.50	Q 40.00	Q 85.00	Q 135.00	Q 30.00	Q 80.00	Q 440.00	Q 550.00
Transporte	Q 50.00	Q -	Q 80.00	Q 20.00	Q -	Q -	Q 160.00	Q 140.00
Luz	Q 75.00	Q 75.00	Q 150.00	Q 7.50	Q 100.00	Q 150.00	Q 200.00	Q 150.00
Tel Celular	Q -	Q -	Q 50.00	Q 50.00	Q -	Q 50.00	Q 100.00	Q 100.00
Cable Tv.	Q -	Q 150.00	Q 50.00	Q 25.00	Q -	Q -	Q 50.00	Q 150.00
<b>Total</b>	<b>Q 1,257.50</b>	<b>Q 1,115.00</b>	<b>Q 1,955.00</b>	<b>Q 2,185.00</b>	<b>Q 1,440.00</b>	<b>Q 1,568.33</b>	<b>Q 2,955.00</b>	<b>Q 4,130.00</b>

Fuente. Elaboración propia, Investigación de campo 2013.

En general, si se toma como modelo una familia de 5 integrantes, el ingreso promedio mensual se calcula en 2,978 Quetzales, si este dato se relaciona con el gasto promedio que realiza una familia de 5 integrantes, que se estima en 2,875 Quetzales, resulta que el ingreso es relativamente mayor a los gastos. Sin tomar en cuenta el ingreso por remesas. Además si se toma en cuenta el número de celulares promedio de los usuarios, que son dos por familia y generan un gasto de 150 a 200 Quetzales mensuales, Se puede concluir que en las familias usuarias del servicio de agua, en Santa Eulalia,

tienen capacidad de pago para una política ambiental local, relacionada con la recuperación y mantenimiento del bosque que tiene relación con las fuentes de agua.

#### **4.4. Valoración económica del agua en Santa Eulalia, Huehuetenango.**

##### **4.4.1. Aspectos generales de los sistemas de agua**

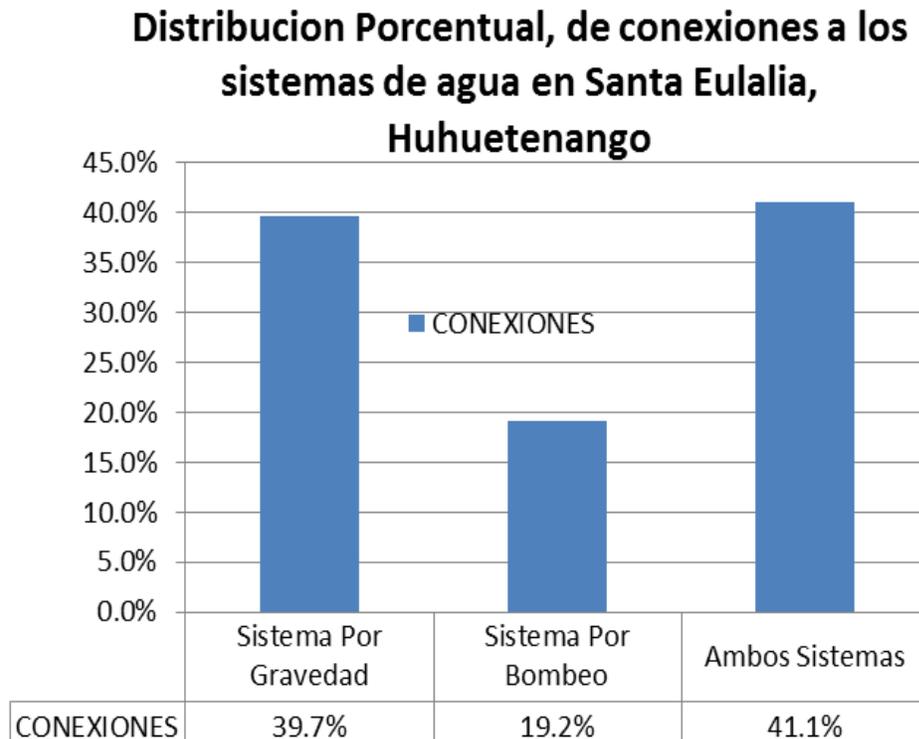
El servicio municipal de agua de Santa Eulalia, está compuesto por dos sistemas: un sistema por gravedad y un sistema por bombeo. Ambos sistemas son alimentados por dos fuentes superficiales o nacimientos de agua que pertenecen a diferente área de recarga hídrica.

Según los datos proporcionados en la municipalidad, existen un total 2,804 conexiones domiciliarias registradas. El sistema por gravedad cuenta 1,607 conexiones domiciliarias registradas, siendo el sistema de mayor tamaño. El sistema por bombeo cuenta con 1197 conexiones domiciliarias registradas.

##### **4.4.1.1. Cantidad de Usuarios por Sistema de Agua**

Una de las características importantes en los usuarios de agua municipal, en Santa Eulalia, Huehuetenango, es que existen usuarios exclusivos de cada uno de los sistemas de agua, pero además existe un segmento que tiene en su domicilio conexiones de ambos sistemas, en porcentaje, la realidad es la siguiente.

Grafico 6. **Sistemas De Agua Y Cantidad De Usuarios Santa Eulalia**



Fuente. Elaboración propia, Investigación de campo 2013.

El 41.1 % de viviendas cuentan con conexiones de los dos sistemas, la razón de este fenómeno, según los informantes, se debe a que inicialmente estaban conectados únicamente al sistema de agua por gravedad, pero debido a que este sistema ya no brindaba el agua suficiente y además funcionaba deficientemente, por haber superado el periodo para el cual fue diseñado, se conectaron a un nuevo sistema de agua operado por bombeo; por esta razón tienen conexión de los dos sistemas. Las comunidades de Paxquil, Tzeltaj y Belén tienen conexiones únicamente del sistema por bombeo. El nombre de las comunidades, la cantidad de población y el tipo de sistema al que están conectados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro VI. **Comunidades, población y número de conexiones Santa Eulalia Huehuetenango 2013.**

No.	NOMBRE DE LA COMUNIDAD	POBLACION TOTAL	CONEXIONES	
			SISTEMA POR GRAVEDAD	SISTEMA POR BOMBEO
1	BUENA VISTA (*Yulchen)	1,265	No Disponible	90
2	CALVARIO	999	No Disponible	31
3	CENTRO	1,279	No Disponible	99
4	CRISTO REY	1,399	No Disponible	70
5	PAXQUIL	1,066	No Disponible	32
6	ROSARIO	1,198	No Disponible	309
7	SAN MIGUELITO	1,399	No Disponible	85
8	SATACNA	1,332	No Disponible	178
9	TZELTAJ	1,066	No Disponible	42
10	VISTA HERMOSA (I y II)	1,999	No Disponible	126
11	BELEN	1,903	No Disponible	135
<b>TOTAL</b>		<b>14,904</b>	<b>1607</b>	<b>1197</b>

Fuente: Ministerio de Salud Pública, Centro de Atención Permanente, Santa Eulalia Huehuetenango, Municipalidad de Santa Eulalia, Huehuetenango 2013.

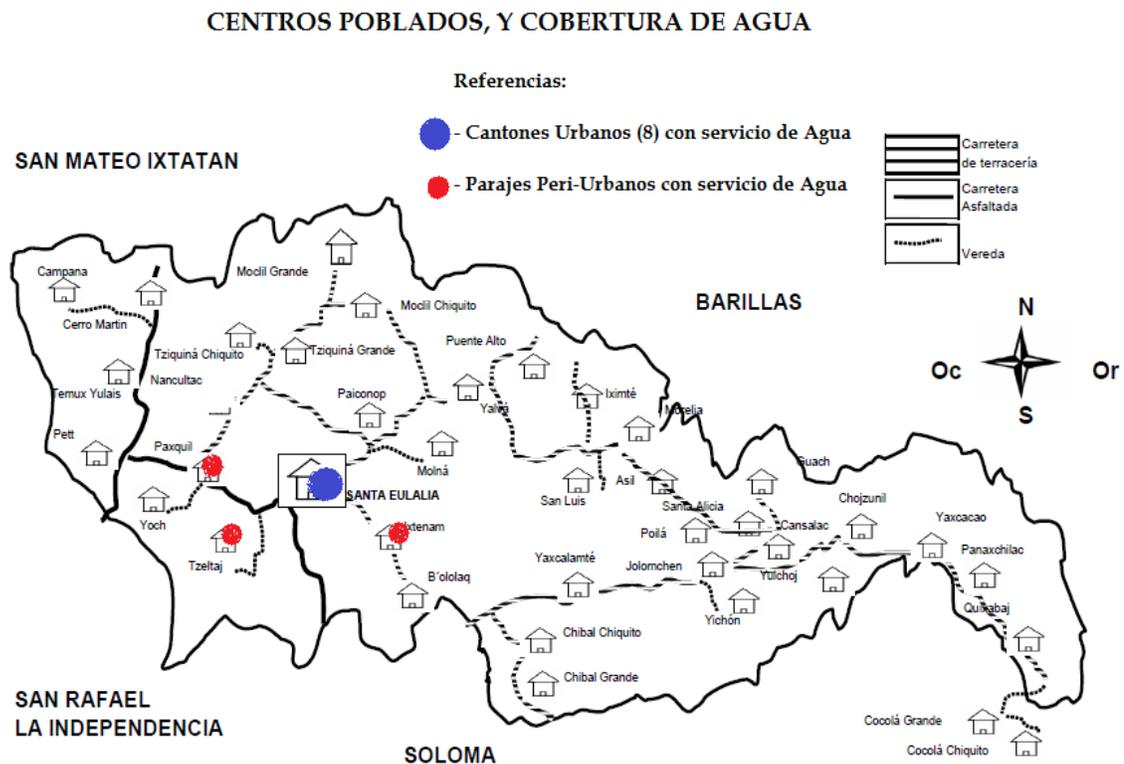
\*La población de Yulchen se encuentra dentro de la población Buena Vista.

Las 11 comunidades beneficiadas de los dos subsistemas de abastecimiento de agua, cuentan con una población total de 14,904 habitantes, de esta población, según la investigación, el 65% tienen acceso al servicio de agua. De todos los que cuentan con servicio de agua, el 41.1 % tiene conexiones de los dos sistemas, el 19.2% tiene solo del sistema de bombeo y el 39.7 % tiene solamente conexión del sistema por gravedad, tal como se presentó en el gráfico número 9.

Los sistemas de agua municipal de Santa Eulalia, Huehuetenango le dan servicio a 11 Centros poblados de los cuales 8 se encuentran dentro del perímetro considerado urbano. La parte urbana que posee el servicio de agua

son los siguientes cantones: Cantón Centro, Cristo Rey, Buena Vista, San Miguelito, Vista Hermosa I y II, Calvario, Rosario y Tzatacná. También se le da servicio a los siguientes parajes: Tzeltaj, Paxquil y Belén, estos se encuentran en la periferia de la parte urbana, la ubicación de los distintos centros poblados con servicio de agua se muestran en el siguiente mapa.

Mapa I. **Ubicación Centros Poblados Que Abarca Los Sistemas De Agua Santa Eulalia, Huehuetenango.**



Fuente Elaboración Propia, Investigación de Campo 2013.

#### 4.4.2. Características técnicas de los sistemas de agua

##### 4.4.2.1. Sistema por Gravedad

El sistema por gravedad fue construido aproximadamente hace 40 años, ya rebaso su periodo de diseño. La captación esta en el cantón Temux Chiquito,

zona ubicada en el territorio del municipio de Santa Eulalia, dista a 7.5 Km del centro urbano.

No existe información sobre las bases de diseño del sistema de agua por gravedad. Se tiene información que fue ampliado, pero los caudales de la fuente ya no tuvieron capacidad para abastecer mas conexiones del casco urbano. El tamaño del sistema es aproximadamente 40 km de tubería: 7.5 km en la línea de conducción y el resto en la red de distribución. Tiene 1607 conexiones domiciliarias. Cuenta con dos fuentes de agua y una caja reunidora de caudales, 4 tanques de distribución ubicados en un área de 800 metros cuadrados, el mecanismo de llenado es: se llena el primer tanque y luego con el rebalse llena el segundo y así continúa este mecanismo hasta el cuarto tanque. Los 4 tanques tienen capacidad de almacenar 443 m<sup>3</sup> de agua diarios.

El aforo de agua se realizó en tres puntos: en dos fuentes agua y en el tanque de distribución, para determinar el total de agua captada y la forma de distribución, los resultados fueron los siguientes:

**Cuadro VII. Caudal de la fuente, sistema de agua por gravedad Santa Eulalia Huehuetenango 2013**

<b>Punto de Aforo</b>	<b>Litros por Segundo l/s</b>	<b>Metros Cubicos al Dia</b>	<b>Metros Cubicos al Año</b>
<b>Caudal fuente No. 1</b>	4.02	347.33	126,774.72
<b>Caudal fuente No. 2</b>	5.41	467.42	170,609.76
<b>Caudal total Captado</b>	9.43	814.75	297,384.48
<b>Caudal Tanque</b>	6.98	603.07	220,121.28

Fuente Elaboración Propia, Investigación de Campo, 2013.

El total de agua captada de las fuentes es de 9.43 l/s, que equivalente a 814.75 metros cúbicos al día. El Aforo en el tanque de distribución No. 1, es de 6.98 litros por segundo. La diferencia de caudales, de 2.45 entre lo que captan las fuentes y el tanque de distribución, se debe a conexiones domiciliarias instaladas sobre la línea de conducción, y que la municipalidad no tiene registradas el número exacto, ni los fontaneros tienen información.

#### **4.4.2.2. Sistema por Bombeo**

Debido a que el sistema por gravedad llegó al final de su periodo de diseño y a la disminución de caudales, por lo que ya no estuvo en la capacidad de cubrir la demanda, se construyó de 1995 al año 2000 un nuevo sistema de agua municipal, por bombeo eléctrico.

El sistema inicia desde una fuente superficial con una captación de concreto armado, contiguo esta un tanque de succión de donde parten dos líneas de impulsión de bombeo, la primera se compone de dos etapas: la primera de la captación hacia Satajna, luego se produce un re-bombeo de Satajna hacia 10 comunidades. La segunda línea atiende al sector Belén.

El tamaño del sistema es aproximadamente de 36.9 km de tubería, de los cuales 2.9 km son de las líneas de impulsión, 7.53 km son de las 3 líneas de conducción, y el resto es de la red de distribución.

Diseñado para una dotación de 70 litros por habitante al día, una densidad de vivienda de 7 Habitantes/Vivienda. La población inicial fue de 990 viviendas, actualmente tiene el sistema 1,197 conexiones domiciliarias.

La Captación es de una fuente o brote superficial, fue aforado el 25 de mayo del 2013, el resultado del aforo fue de 41.01 litros por segundo. El sistema solo toma una parte de la producción de agua, que es de 14.51 litros por segundo para los dos sub-sistemas de bombeo, para lograr abastecer las diferentes comunidades. Debido al mal diseño del sistema, el equipo de bombeo se ha remplazado 6 veces en 10 años de funcionamiento.

En el primer sub-sistema, el equipo de bombeo solamente impulsa 10.78 litros por segundo, para 10 comunidades. La potencia del equipo de bombeo que opera para impulsar el agua es de 60 caballos de fuerza y lo eleva a una altura de 200 metros, opera con corriente eléctrica trifásica.

El segundo subsistema de bombeo da cobertura al cantón Belén, el aforo en el tanque de distribución dio como resultado 3.73 litros por segundo, cuenta con equipo propio de bombeo de 10 caballos de fuerza, pero se alimenta de la misma acometida eléctrica, el resto de obras se encuentran separadas del sistema de Bombeo de las 10 comunidades. Este sistema fue diseñado para cubrir a 150 conexiones domiciliarias, pero en realidad solamente funciona para 137 conexiones, las 20 restantes se conocen como previstas.

Las oficinas de la municipalidad. Ni los fontanero cuentan con registros de aforos anteriores El cantón Belén es la única parte del sistema por bombeo que cuenta con paquete de planos.

#### **4.4.3. Valoración Comunitaria Del Funcionamiento De Los Sistemas De Agua**

Para tener una perspectiva de los usuarios sobre el funcionamiento de los sistemas de agua, la investigación incluyó la valoración de los comunitarios

sobre el servicio de agua, como elemento para medir el grado de viabilidad de una política de pagos por servicios ambientales

**Cuadro VIII. Opinión de usuarios sobre la cantidad de agua que reciben Santa Eulalia, Huehuetenango 2013**

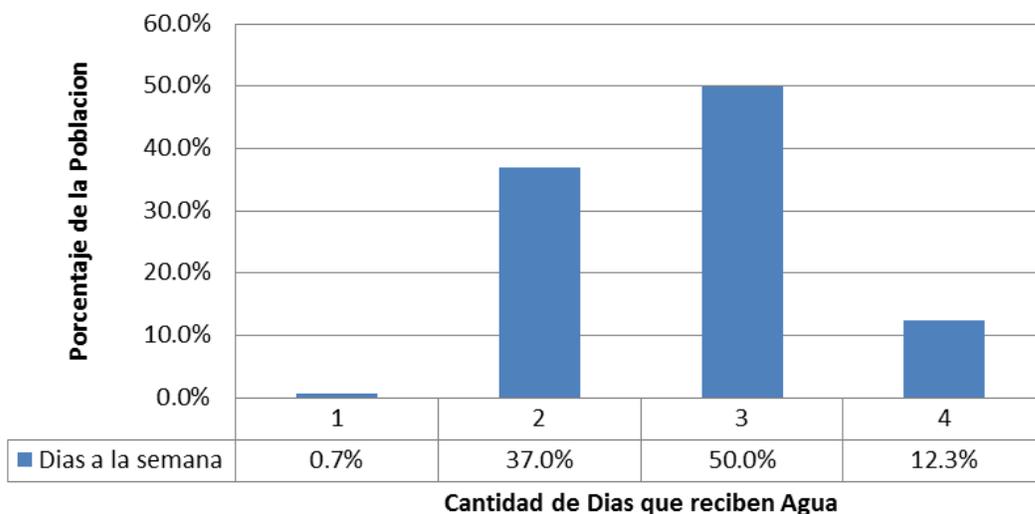
<b>Sistema</b>	<b>Poca</b>	<b>Regular</b>	<b>Abundante</b>	<b>total</b>
<b>Sistema Por Gravedad</b>	27%	58%	15%	100%
<b>Sistema por Bombeo</b>	19%	63%	19%	100%
<b>Por Ambos Sistemas</b>	20%	75%	5%	100%
<b>Total de Usuarios</b>	22.6%	65.8%	11.6%	100.0%

Fuente: Elaboración Propia, Investigación de campo 2013.

La mayoría de usuarios, el 88.4%, manifestó que la cantidad de agua que recibe del servicio municipal, es poca o regular. Solo el 11% opino que el agua es abundante. Esta opinión de los usuarios se deriva por la deficiencia de funcionamiento de los sistemas, por ejemplo: en un tanque de distribución existen instalados directamente 40 tubos, que le brindan servicio a 40 grupos de familias, además no cuentan con estructuras que controlen las presiones, ni accesorios que midan el consumo, esta mala administración del sistema, genera que exista un mayor flujo de agua en las partes bajas y escases en las partes altas.

#### 4.4.3.1. Número de días que reciben agua, los usuarios

Grafico 7. Cantidad de Días que Reciben Agua a la Semana, Usuarios de Sistemas de Agua, Santa Eulalia Huehuetenango.



Fuente: Elaboración Propia, Investigación de Campo 2013

El 99.3% opino que reciben agua, entre 2 a 4 días a la semana, y el 0.7% recibe agua una vez por semana. Los días que reciben agua, el 97.2 % de los usuarios opino que les llega entre 2 y 4 horas al día, el promedio es de tres horas por día. En general ambos sistemas no abastecen todos los días a los usuarios, y cuando abastecen no brindan agua todas las horas del día, en otras palabras, existe racionamiento del agua.

El racionamiento de agua lo organiza la municipalidad, basado en la insuficiente cantidad de agua de los sistemas, que no son capaces de cubrir las necesidades de los usuarios. La insuficiencia en la cantidad de agua que tienen los sistemas es debido: a) el sistema por gravedad finalizo hace más o menos 20 años su periodo de diseño b) el sistema por bombeo no está impulsando los caudales de agua que demanda la población debido a un deficiente diseño. C)

inexistencia de medidores de agua en las casas. D) no existen estructuras adecuadas para distribución de los caudales. Estas razones son la causa real del racionamiento del agua, sin embargo el agua que capta el sistema por bombeo, 14.51 litros por segundo, teóricamente debería de proporcionar entre 14 y 17 metros cúbicos de agua por conexión mensuales, cantidad suficiente para cubrir las necesidades básicas. Pero la población no tiene conocimiento de la cantidad de agua que existe y que recibe, por esa razón el 44.0 % no está de acuerdo con el racionamiento, mientras que el 42.7% si está de acuerdo y el 13.3% se abstuvo de opinar.

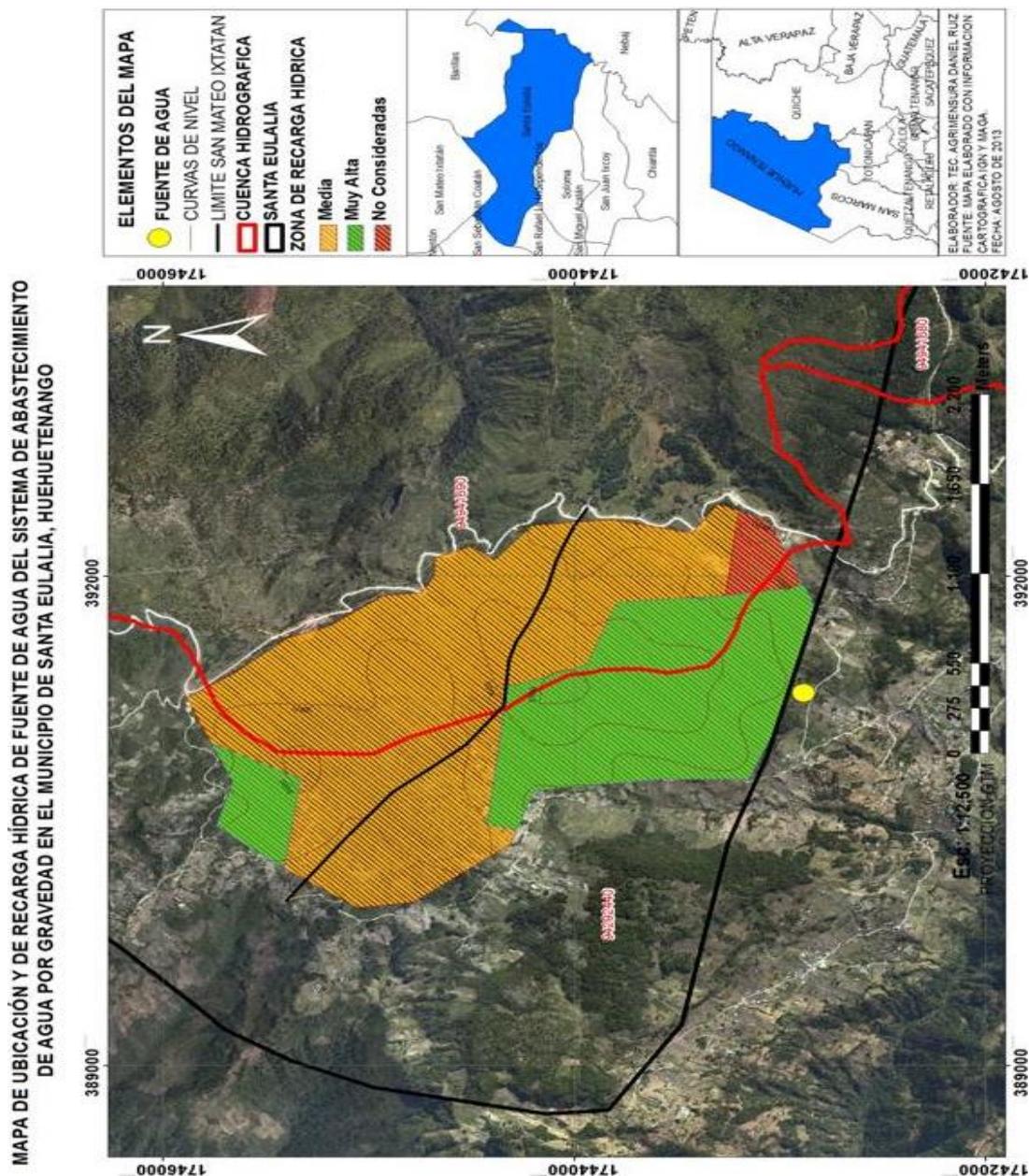
En general, existen dos sistemas de agua en Santa Eulalia, un 41.1 % de usuarios tiene conexiones de los dos sistemas, ambos funcionan deficientemente por problemas de diseño, debilidades administrativas y técnicas. Por lo que no proporcionan suficiente agua a la comunidad lo que genera molestia en los usuarios por el racionamiento, impidiendo la ampliación hacia otros sectores necesitados, esta problemática es necesaria abordarla para poder implementar una política de pagos ambientales por el agua, es decir se debe mejorar el servicio de abastecimiento de agua domiciliar para tratar el tema de la sostenibilidad ambiental del agua.

#### **4.4.4. Cantidad De Agua Que Producen Las Fuentes De Agua Y Tamaño De La Zona De Recarga Hídrica**

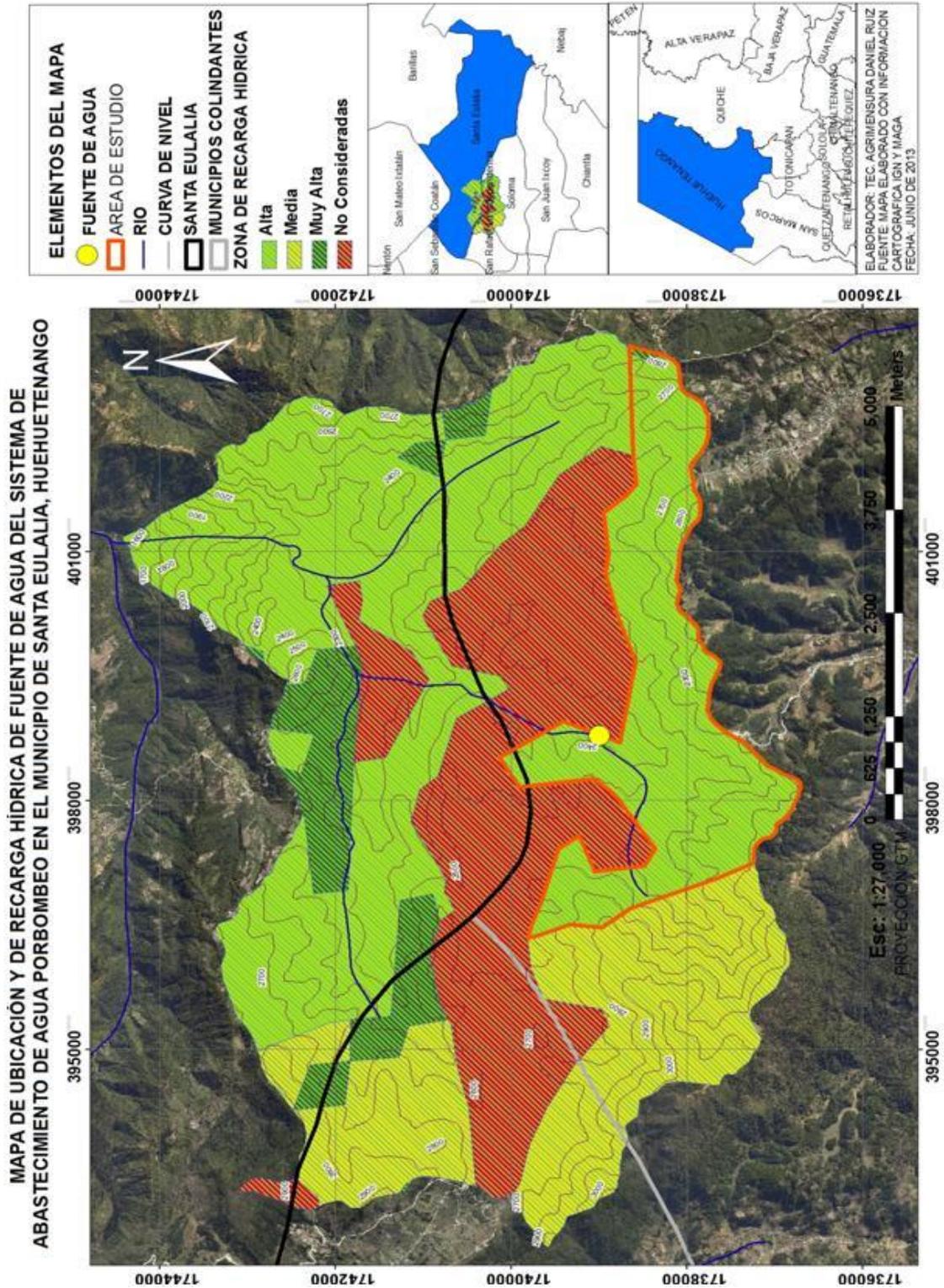
Existen dos fuentes de agua que alimentan los sistemas de abastecimiento de agua, ambas fuentes tienen las características de: ser superficiales, tienen zonas distintas de recarga hídrica, la cantidad de agua que producen estas fuentes de agua al año se estima en 1,590,675.84 Metros cúbicos.

La Extensión total de la zona de recarga hídrica de ambos sistemas, es de 57.7 kilómetros cuadrados. El sistema de bombeo abarca 53.15 y el de gravedad 4.55 kilómetros cuadrados, el mapa siguiente presenta la ubicación de las fuentes y la trayectoria de los sistemas así como las comunidades abastecidas.

Mapa II. Zona De Recarga Hídrica, Sistema de Agua por Gravedad.



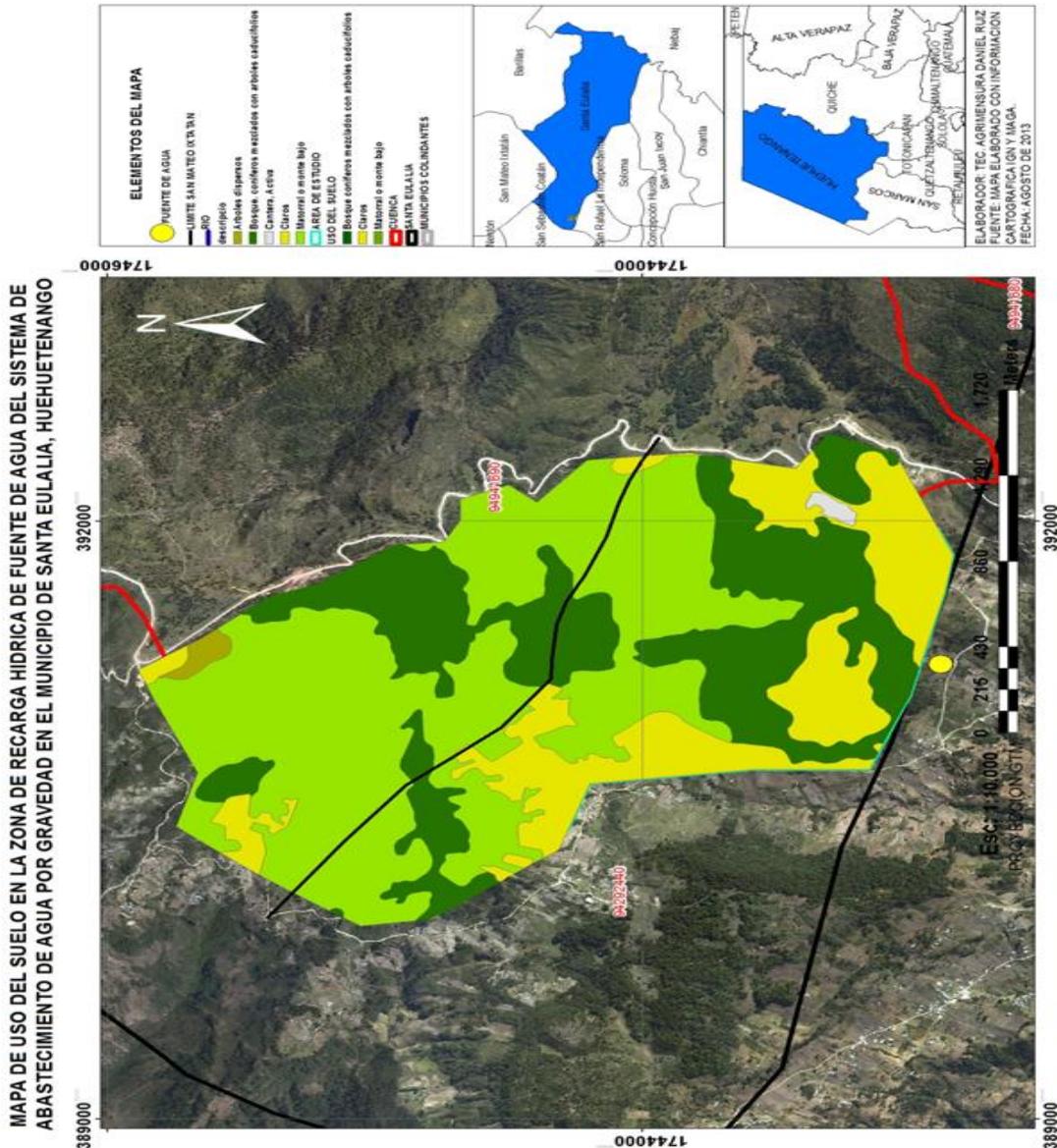
Mapa III. Zona de recarga Hídrica, sistema de Agua Por Bombeo.



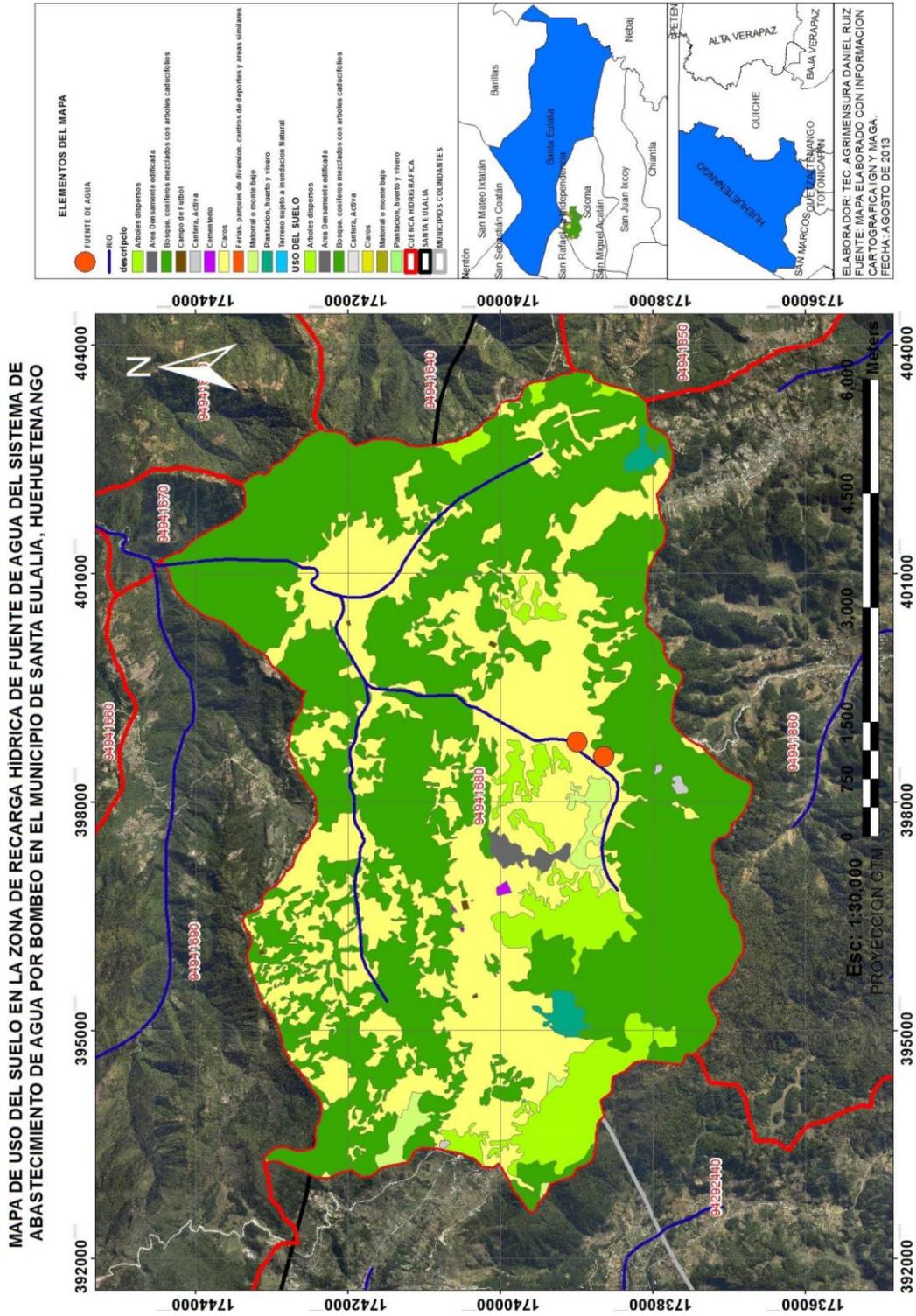
#### 4.4.5. Uso Del Suelo En Zona De Recarga Hídrica

El instituto Geográfico Nacional (IGN) elaboro un estudio o mapa sobre los principales usos del suelo en el país, de donde se obtuvo la información para el municipio de santa Eulalia.

Mapa IV. Mapa de Uso de Suelo de Zona de Recarga Hídrica, sistema Por Gravedad.



Mapa V. Mapa de Uso de Suelo de Zona de Recarga Hídrica, sistema Por Bombeo.



A partir de la información contenida en los mapas anteriores y con datos de campo obtenida en la investigación, se construyó el perfil de uso del suelo de la zona de recarga hídrica de los sistemas de aguas municipal el que se resume en el siguiente cuadro.

**Cuadro IX. Categorías y Extensión Del Uso Del Suelo, Zona De Recarga Hídrica, Santa Eulalia, Huehuetenango.**

<b>CATEGORIA DE USO</b>	<b>Area Sistema Por Bombeo (Km)</b>	<b>Area Sistema Por Gravedad (Km)</b>	<b>Area Total Zona de Recarga Hidrica (Km)</b>	<b>Area Total Zona De Recarga Hidrica (Ha)</b>	<b>Porcentaje Equivalente de Terreno</b>
Arboles Dispersos	3.772	0.028	<b>3.800</b>	<b>380.045</b>	6.586%
Area de Viviendas	0.251	0.000	<b>0.251</b>	<b>25.108</b>	0.435%
Bosques	29.915	1.339	<b>31.254</b>	<b>3125.429</b>	54.163%
Campo de Futbol	0.023	0.000	<b>0.023</b>	<b>2.347</b>	0.041%
Canteras	0.057	0.015	<b>0.072</b>	<b>7.198</b>	0.125%
Cementerios	0.029	0.000	<b>0.029</b>	<b>2.950</b>	0.051%
Claros	18.079	0.923	<b>19.002</b>	<b>1900.165</b>	32.929%
Ferias, Parques de Diversion, Centros de Deporte	0.001	0.000	<b>0.001</b>	<b>0.060</b>	0.001%
Matorrales	0.639	2.246	<b>2.885</b>	<b>288.502</b>	5.000%
Plantacion, Huerto y Viveros	0.385	0.000	<b>0.385</b>	<b>38.529</b>	0.668%
Terreno Sujeto a Inundaciones	0.001	0.000	<b>0.001</b>	<b>0.121</b>	0.002%
<b>TOTAL</b>	<b>53.153</b>	<b>4.551</b>	<b>57.705</b>	<b>5,770.45</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia, Información del Maga y trabajo de Campo 2013.

De acuerdo a los datos anteriores, el 54.16 % del área del suelo de la zona de recarga hídrica, está cubierto por bosque, las especies predominantes son: conífera y latifoliadas. El 32% son claros, entendiendo esta categoría

como espacios sin cubierta forestal que pueden ser utilizados para actividades agrícolas. El 6% de la zona son arboles dispersos, esta categoría corresponde a espacios de bosques que fueron afectados por incendios forestales, secuelas del conflicto armado y por la plaga del gorgojo del pino (*Dentrocnus frontales*), después de estos fenómenos una cuerda de terreno (25 \*25 varas) puede llegar a tener únicamente 5 árboles, por lo que su regeneración natural ha sido muy lenta. El 5% son matorrales, los matorrales son espacios donde la tala de árboles fue incontrolada y su suelo se sitúa en la clase VII es decir alta pendiente, pedregoso y poco profundo, en estos espacios se tiene la posibilidad de regeneración y protección de especies en extinción por ejemplo el palo negro (*Cordia globosa*).

En total las categorías: bosques, claros, arboles dispersos y matorrales constituyen el 98.2% de la cobertura del suelo del área de recarga hídrica. La categoría de suelo que mayor recarga hídrica genera son los bosques, los que se clasifican en una alta y media captación de agua de la lluvia.

#### **4.4.6. Valoración Económica De La Zona De Recarga Hídrica**

Para la valoración de la zona de recarga hídrica, se utilizó la de valor de uso del suelo, la valoración se obtuvo a partir de la declaración de precios hechos por las personas locales (Método Contingente), esto se realizó a través de un muestreo en el área donde jurisdiccionalmente corresponde al municipio de Santa Eulalia y con información local se construyeron los costos del uso del suelo de las distintas categorías. Luego se generalizó este costo al total de la zona de recarga hídrica.

Un ejemplo de la valoración económica total de una de las categorías, es la valoración del área de bosque, la que se realizó a través de las distintas

tareas que se enumeran en capítulo dos del presente documento que se resumen para el costo de uso: A) inventario Forestal, B) Valoración económica de las Especies existentes en el área de muestro, C) Generalización del Costo en el total del área de bosques de la zona de recarga hídrica. Para el costo de No Uso: estimación del costo de protección y reforestación del Bosque, calculados en función de las tarifas de los proyectos de incentivos forestales con los cuales trabaja el INAB (instituto nacional de bosques).

La valoración del área de bosque se hizo en base al método contingente, donde se tomo el precio de producción de madera y leña del área, basándose en los precios locales que las personas locales proporcionaron. Información que finalmente se resume en el siguiente cuadro:

**Cuadro X. Valoración Económica Total (VET) del Bosque, del Área de Recarga Hídrica, Sistemas de Agua Santa Eulalia, Huehuetenango.**

<b>COSTO DE NO USO (proteccion y reforestacion)</b>	<b>COSTO DE USO (madera y leña)</b>	<b>VET (valor Economico Total del Bosque 3,125 Ha)</b>
Q 59,219,200.00	Q 160,800,672.86	Q 220,019,872.86

Fuente: Elaboración Propia, Datos de Investigación de campo, IGN e INAB. 2013.

El bosque constituye el 54.16% de la zona de recarga hídrica su costo total es de Q. Q220,019,872.86 este monto total se divide en 20 años, tiempo que, técnicamente debe reponerse un activo material, de esta operación se obtuvo un costo de Q.11,000,993.64 por año. Dicho de otra forma: El costo anual de Q. 11,000,993.64 es solamente a lo que corresponde al área de bosques de la zona de recarga hídrica.

Para la estimación del costo total de la zona, se calculo el costo de cada área según categoría y extensión. Luego se hizo la sumatoria de los costos parciales de las demás categorías de la zona de recarga hídrica: matorrales, bosques dispersos entre otros. Esta valoración total se resume en el siguiente cuadro.

**Cuadro XI. Costo Total De la Zona De Recarga Hídrica Según Categoría De Uso Del Suelo.**

<b>Categoría de Uso de Suelo</b>	<b>Extencion Total (Ha)</b>	<b>Extencion Total (Cuerda) (1 Cuerda= 435.77 m<sup>2</sup>)</b>	<b>Costo de terreno Por Cuerda</b>	<b>Costo Total</b>
Arboles Dispersos	380.05	8,721.236	Q 1,000.00	Q 8,721,235.97
Area Viviendas	25.11	576.169	Q 25,000.00	Q 14,404,215.53
Bosques	3,125.43	71,721.977	Q 2,242.00	Q 220,019,872.86
Campo de Fut Bol	2.35	53.856	Q 10,000.00	Q 538,563.92
Canteras	7.20	165.177	Q 2,000.00	Q 330,353.17
Cementerios	2.95	67.689	Q 10,000.00	Q 676,893.77
Claros	1,900.16	43,604.764	Q 10,000.00	Q 436,047,639.81
Ferias, Parques de Diversion, Centros de Deporte	0.06	1.368	Q 10,000.00	Q 13,676.94
Matorrales	288.50	6,620.518	Q 1,000.00	Q 6,620,517.70
Plantaciones, Huertos, Viveros	38.53	884.164	Q 10,000.00	Q 8,841,636.64
Terreno Sujeto a Inundacion	0.12	2.765	Q 1,000.00	Q 2,765.22
<b>TOTAL</b>	<b>5,770.45</b>	<b>123,119.513</b>		<b>Q 696,217,371.54</b>

Fuente: Elaboración propia, Datos Investigación de campo 2013, IGN. 2010.

La sumatoria de todas las categorías, del área de recarga hídrica, da como resultado un costo total de 696 millones 217 mil 371 quetzales por la extensión de 5,770.45 Hectáreas, que son equivalentes a 57.7 km cuadrados, tamaño del total de la zona de recarga hídrica de los dos sistemas de agua.

Para determinar el costo anual, se realizó la operación siguiente: el costo total de 696,217,371.54, Quetzales, le aplicamos una vida de regeneración de 20 años, se obtiene que el costo anual de la zona de recarga hídrica es de 34 millones 810 mil 869 quetzales. Podemos decir en otras palabras que el costo general, que la comunidad debe aportar para mantener el suelo en la zona de recarga hídrica en las condiciones actuales es de 34, 810,869 quetzales anuales.

#### **4.4.7. Balance Hídrico, Disponibilidad de Agua en zona de Recarga Hídrica**

El concepto de balance hídrico se deriva del concepto de balance de materia, es decir, que es el equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado. Este balance de La capacidad de recarga hídrica de la zona se presenta en el cuadro siguiente:

**Cuadro XII. Balance Hídrico, Zona de Recarga Hídrica.**

Flujos de Entrada			Flujos de Salida		
Tipo de Flujo	m <sup>3</sup> Anuales	%	Tipo de Flujo	m <sup>3</sup> Anuales	%
<b>Precipitación</b>	81,706,225.82	90.91%	<b>Evapotranspiracion</b>	32,172,051.08	35.80%
<b>Irrigación</b>	1,258,124.90	1.40%	<b>Escorrentía superficial</b>	33,969,372.37	37.80%
<b>Agua almacenada en el suelo el año anterior</b>	6,910,700.36	7.69%	<b>Recarga a Mantos</b>	14,297,690.86	15.91%
			<b>Escorrentía sub-superficial</b>	2,525,236.41	2.81%
			<b>Almacenamiento de agua en el suelo</b>	6,910,700.36	7.69%
<b>Total</b>	<b>89,875,051.08</b>	<b>100.00%</b>	<b>Total</b>	<b>89,875,051.08</b>	<b>100.00%</b>

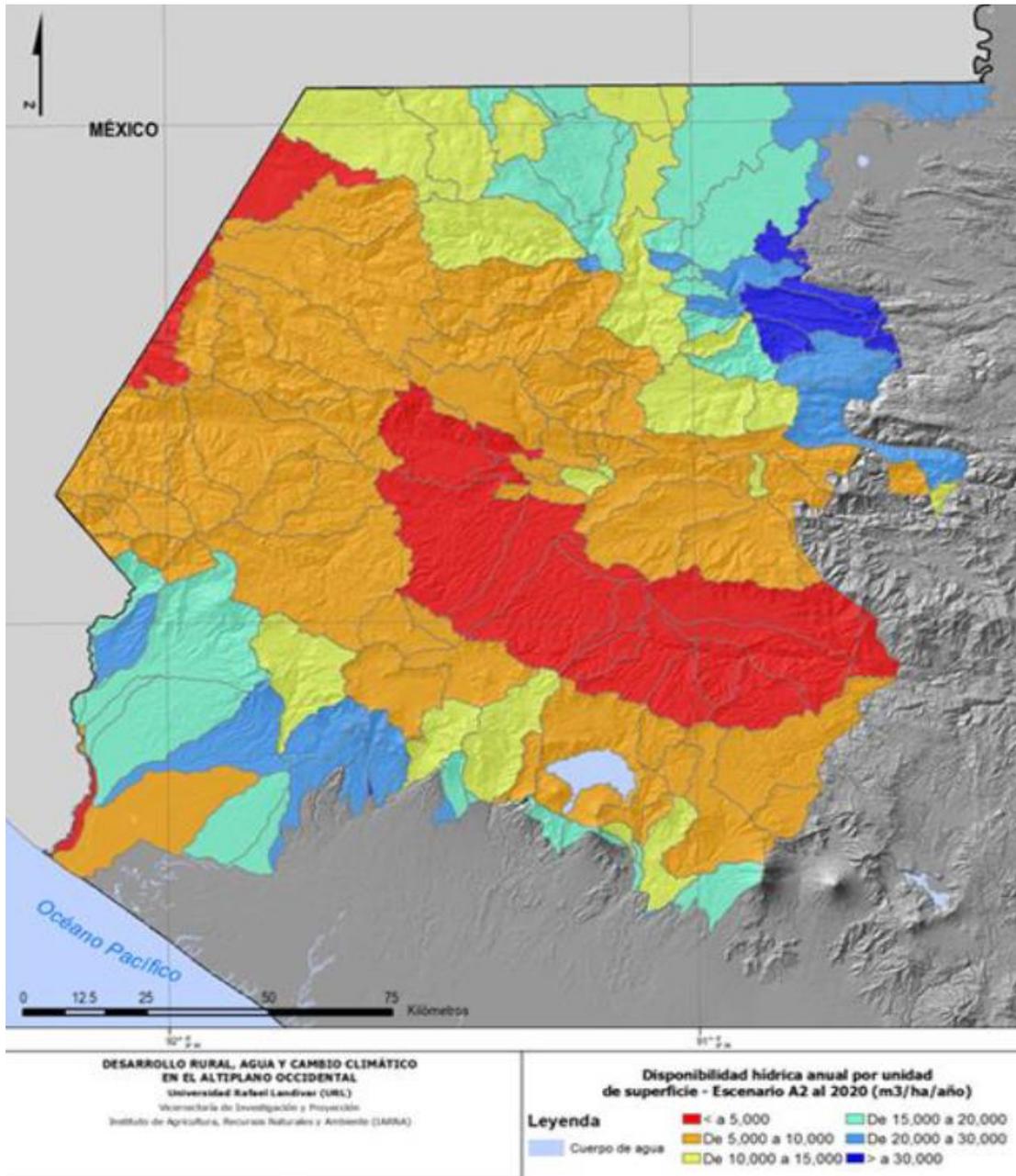
Fuente: Elaboración propia Investigación de campo, MODELO IARNA 2013.

La capacidad de captación de agua que posee la zona de recarga hídrica donde están ubicadas las fuentes de los sistemas de agua de Santa Eulalia Huehuetenango es de 89 millones 875 mil 051 metros cúbicos anuales. Esta totalidad sufre otra modificación debido a fenómenos naturales. Siguiendo el mapa trazado y elaborado por IARNA<sup>9</sup>, para la zona de Huehuetenango, en los que se puede ubicar la zona de recarga hídrica de las fuentes del sistema municipal de agua de Santa Eulalia, Huehuetenango, en una franja donde la disponibilidad de agua anual es de 10,000 a 15,000 m<sup>3</sup>/Ha/anuales, como se muestra en el siguiente mapa:

---

<sup>9</sup> Evaluación Regional De Los Recursos Hídricos Y Las Necesidades De Gestión Para Apoyar La Agricultura De Pequeños Productores: Enfoque De Gestión Y Adaptación A Las Amenazas Inducidas Por El Cambio Y La Variabilidad Climática En El Altiplano Occidental De Guatemala, (IARNA, USAID, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR) Julio 2013

Mapa VI. **Mapa de Disponibilidad Hídrica anual, en la zona de recarga Hídrica, Santa Eulalia, Huehuetenango.**



Fuente: Evaluación Regional De Los Recursos Hídricos Y Las Necesidades De Gestión Para Apoyar La Agricultura De Pequeños Productores: Enfoque De Gestión Y Adaptación A Las Amenazas Inducidas Por El Cambio Y La Variabilidad Climática En El Altiplano Occidental De Guatemala, (IARNA, USAID, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR) Julio 2013.

Para el cálculo de la disponibilidad de agua de este estudio en Santa Eulalia, se utilizó el dato más conservador de 10,000 m<sup>3</sup>/Ha/anuales. Este parámetro multiplicado por 5,770.3 hectáreas de superficie con que cuenta la zona de recarga hídrica, se obtiene una cantidad de 57 millones 703 mil metros cúbicos de agua anuales como disponibilidad total.

Este dato de disponibilidad hídrica de la cuenca de agua, agrupa diversas modalidades que pueden clasificarse así: agua de escorrentía superficial y sub-superficial que alimenta los ríos, recarga a mantos, que alimenta el manto frático o corrientes de agua subterránea, almacenamiento de agua en el suelo, que alimenta las fuentes de agua; la disponibilidad en cantidad de agua se resume en el cuadro siguiente:

**Cuadro XIII. Disponibilidad De Agua En Zona De Recarga Hídrica Santa Eulalia Huehuetenango, 2013**

<b>Tipo</b>	<b>m<sup>3</sup> Anuales</b>	<b>% Del Agua Disponible</b>
<b>Escorrentía superficial</b>	33,969,372.37	58.87%
<b>Recarga a Mantos</b>	14,297,690.86	24.78%
<b>Escorrentía sub-superficial</b>	2,525,236.41	4.38%
<b>Almacenamiento de agua en el suelo</b>	6,910,700.36	11.98%
<b>Total</b>	<b>57,703,000.00</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia, investigación de campo 2013 IARNA 2010

El total de agua disponible, estimado, para la zona de recarga hídrica donde están ubicadas las fuentes de agua en Santa Eulalia Huehuetenango es finalmente 57,703 metros cúbicos de agua. Esta cantidad de agua disponible no significa el agua que los sistemas municipales de agua captan para el

abastecimiento a las 11 comunidades de Sata Eulalia Huehuetenango, los sistemas captan menos del agua disponible.

#### **4.4.8. Costo Del Metro Cubico De Agua Producida En Zona De Recarga Hídrica**

El costo del metro cubico del agua, que produce la totalidad de la zona de recarga hídrica, está determinada por el costo de los usos del suelo de la zona de recarga hídrica y la cantidad total de agua disponible que produce la misma zona, costo que se puede resumir en la siguiente relación:

$$\text{Costo m}^3 \text{ De Agua} = \frac{\text{Costo anual de uso del suelo, ZRH}}{\text{M}^3 \text{ de agua Disponibles Anualmente, ZRH.}}$$

En números para esta relación tendríamos 34,810,869 quetzales, como costo del uso del suelo de la zona de recarga hídrica anual. 57,703,000 de m<sup>3</sup> de agua disponible anualmente en la misma zona. Por lo que el costo del m<sup>3</sup> en función al área de recarga hídrica es:

$$\text{Costo m}^3 \text{ De Agua} = \frac{\text{Q. 34,810,869.00 anuales}}{57,703,000.00 \text{ m}^3/\text{anuales}} = \text{Q. 0.60 por m}^3$$

Cada metro cubico de agua, en la zona de recarga hídrica tiene un costo de 60 Centavos de Quetzal lo que significa que por cada metro cubico utilizado en los sistemas de agua municipal, se deben de pagar Q.0.60 como un pago por servicio ambiente en la producción de agua, sin incluir los costos de operación y mantenimiento de los sistemas.

#### 4.4.9. Costo Ambiental Del Agua Para Cada Sistema

Tomando el costo total de 60 centavos por metro cubico de agua producido en la zona de recarga hídrica; se calcula el costo de cada sistema de agua municipal, el costo se realiza en función de la cantidad de metros cúbicos de agua que son utilizados en cada sistema. Este cálculo y costo se resume de la siguiente forma.

Cuadro XIV. Costo Ambiental Del Agua De Cada Sistema, Según Cantidad Captada. Santa Eulalia, Huehuetenango.

Sistema de Agua	m <sup>3</sup> Anuales Utilizados por	Costo Anual por Agua Utilizada
Sistema Por Gravedad	297,384.48	Q 179,405.09
Sistema Por Bombeo	1,293,291.36	Q 780,212.39

Fuente: Elaboración propia Investigación de campo 2013.

El costo ambiental del agua del sistema por gravedad es 179,405.09 quetzales, y el costo ambiental del sistema por bombeo es de 780,212.39 quetzales, El costo del sistema por bombeo es más alto, esto es por la cantidad de agua que usa o se capta en la fuente. Este costo también puede decirse que es la cantidad de dinero que debe remunerar cada sistema anualmente para mantener las condiciones de la zona de la recarga hídrica tal y como están actualmente, por ejemplo: mantener el bosque sin cortar más arboles, los arboles dispersos, mantener las condiciones de los matorrales en toda la zona, todo esto con el fin de mantener la cantidad de agua que actualmente se tiene y en el mejor de los casos reforestar para elevar la cantidad de recarga hídrica. Este costo también no significa mejorar la cantidad de agua en cada domicilio pues el racionamiento del agua es un efecto del mal diseño y mal funcionamiento del sistema.

#### 4.4.10. Costo General Real De Operación Y Mantenimiento De Los Sistemas De Agua En Santa Eulalia

El costo general real consiste en la inclusión de todos los costos parciales de las tareas y materiales que se requieren para mantener y brindar el servicio de Agua municipal, estos se pueden resumir así:

Cuadro XV. Costo Real De Operación Y Mantenimiento, Sistemas De Agua Municipal Santa Eulalia Huehuetenango.

Sistemas de Agua	Salario anual de Fontanero	Costo Energia Electrica Anual	Materiales de	Reposicion equipo de	Administracion 10%	Costo Total
Sistema Por Gravedad	Q 52,104.00	-	Q 6,000.00	-	Q 5,810.40	Q 63,914.40
Sistema Por Bombeo	Q 75,156.00	Q 599,037.60	Q 15,600.00	Q 7,142.86	Q 69,693.65	Q 766,630.11
<b>Total</b>	<b>Q 127,260.00</b>	<b>Q 599,037.60</b>	<b>Q 21,600.00</b>	<b>Q 7,142.86</b>	<b>Q 75,504.05</b>	<b>Q 830,544.51</b>

Fuente: elaboración propia, datos Municipalidad Santa Eulalia. 2013

El cuadro para los dos sistemas, se construyo a partir de Registros de la municipalidad, de los pagos de energía eléctrica, y los sueldo de fontaneros, el resto de información se recopilo en el taller realizado con los fontaneros. Según esta información, la operación y mantenimiento del sistema de agua por gravedad tiene un costo general de 63,914 quetzales anuales y el sistema por bombeo de 766,630 Quetzales. Tal y como se expresa en el cuadro anterior, incluye tareas, materiales, costos de reposición de equipo; pero finalmente este costo es parcial pues no se incluye el costo ambiental del la zona de recarga hídrica.

#### 4.4.11. Costo Total Real Del Agua Por Conexión, Según Sistema

El costo Total del servicio de agua por conexión va a variar según el sistema, este, será calculado en función de los costos de usos del suelo de la zona de recarga hídrica mas al costo de operación y mantenimiento de los sistemas. La tarifa por conexión se calculo para cada uno de los sistemas de la siguiente forma:

$$\text{Costo Por Conexión} = \frac{\text{CAARH} + \text{COM}}{\text{\#CS}}$$

Donde:

CAARH = Costo de la Producción ambiental del agua en zona de recarga hídrica.

COM = Costos de operación y mantenimiento del sistema

#CS= número de conexiones del sistema.

El resultado de la aplicación de esta ecuación esta resumida en el siguiente cuadro:

**Cuadro XVI. Costo Total Real Por Conexión De Agua Incluyendo Costos Ambientales Y De Operación Y Mantenimiento Del Sistema Santa Eulalia, Huehuetenango**

Sistema de Agua	Monto Recarga Hidrica	Monto Operación y Mantenimiento	Costo Total	Numero de Conexiones	Costo por Conexión Anual	Costo por Conexión mensual
<b>Gravedad</b>	Q 179,405.09	Q 63,914.40	Q 243,319.49	1,607.00	151.41	Q 12.62
<b>Bombeo</b>	Q 780,212.39	Q 766,630.11	Q 1,546,842.50	1,197.00	1,292.27	Q 107.69
<b>Total</b>	Q 959,617.48	Q 830,544.51	Q 1,790,161.99	2,804.00	638.43	Q 53.20

Fuente: Elaboración Propia, datos investigación De campo, Municipalidad de Santa Eulalia, 2013.

En el caso del sistema por gravedad se obtuvo, que el costo por conexión del sistema por gravedad es de Q. 12.62 este monto, podemos decir, es la tarifa que se debía de cobrar para recuperar el costo de operación y mantenimiento del sistema, así como el pago ambiental por producción de agua, en el área de recarga hídrica. Esta tarifa es 26% más alta que la tarifa que cobran actualmente la municipalidad que es de 10.00 quetzales. Del total de la tarifa de Q. 12.62 el 74% representa un costo por pago ambiental, y el 26% restante es para pagar la operación y mantenimiento del sistema.

En relación al sistema de agua por bombeo, el costo o tarifa real calculada es de Q.107.69 mensuales, monto 3.6 veces mayor a la tarifa actual que cobra la municipalidad de Q30.00 mensuales. El costo-tarifa resulta mayor que el sistema por gravedad por las razones siguientes: el sistema capta más agua, la operación y mantenimiento de un sistema de bombeo siempre es mucho más alto, lo que determina que el costo de cada conexión sea más alto. Del total de la tarifa de Q. 107.69 el 50% representa un costo por pago ambiental, y 50% es para pagar la operación y mantenimiento del sistema.

## CONCLUSIONES

1. A partir de un modelo combinado de valoración directa de uso de la zona de recarga hídrica sumado a la operación y mantenimiento de los sistemas de agua, los costos fueron: para el sistema de agua por gravedad es de Q. 12.62 mensuales por conexión domiciliar. Este costo o tarifa es 26% más alto que la actual (Q. 10.00) pero se debe considerar que la tarifa actual no fue calculada técnicamente además la municipalidad no tiene noción de lo que es pagos por servicios ambientales, por otro lado el sistema ya no funciona adecuadamente y esta fuera del periodo de diseño desde hace 20 años.
2. El costo o la tarifa, calculada con el mismo modelo anterior, para el sistema por bombeo es de Q.107.69 mensuales, que es 3.6 veces mayor a la tarifa actual de Q30.00 mensuales. La razón primera es que la tarifa no contempla los costos de reposición ambiental, no está calculada técnicamente además que la operación y mantenimiento de un sistema por bombeo es mucho más alto; todas estas variables determinan que el costo de cada conexión sea más alto.
3. El pago por servicios ambientales en el sistema por gravedad es el 74% del total de la tarifa calculada. Para el sistema por bombeo el pago por servicios ambientales es de 50%.
4. El área de recarga hídrica es de 57.7 kilómetros cuadrados el 97% del uso del suelo está entre bosque, claros, árboles dispersos y matorrales, pero en general el área de recarga hídrica capta 89,875,051 metros cúbicos de agua dejando una cantidad disponible de agua de

57,703,000 metros cúbicos de agua disponibles, luego de los gastos por evapotranspiración.

5. El costo anual de la zona de recarga hídrica es de 34 millones 810 mil 869 Quetzales; el costo ambiental del metro cubico del agua resulta de 60 Centavos de Quetzal.
6. Las características socioeconómicas de los usuarios pueden considerarse aceptables ya que el 76.3% de usuarios saben leer y escribir, más del 53.9 tiene estudios arriba del sexto grado. En relación a la vivienda el 90% tiene casa propia y/o vive en casa de sus papas. Las casas tiene suficientes ambientes y los materiales de construcción de los diversos ambientes son adecuados.
7. En relación a los servicios en las viviendas de los usuarios, el 98.5% tienen energía eléctrica, contrariamente el 86% y 65% no tienen drenaje sanitario, ni servicio de recolección de basuras respectivamente.
8. El 93% de los usuarios de los sistemas de agua tienen teléfonos celulares en un promedio de 2 por familia, el 77% tiene televisor y de estos el 57% cuenta con servicio de cable, los que lleva a concluir que los usuarios aunque no tienen los servicios básicos en su totalidad tiene gastos por servicios considerados superfluos que son 300% veces mayor a los que pagan por agua.
9. El 80% tienen estabilidad laboral pues tienen como ocupación: comerciantes, agricultores artesanos y otros servicios. En general tienen un ingreso promedio de 2,928 quetzales sin incluir los ingresos

por remesas contra un gasto promedio de 2,875 para una familia típica de 5 miembros. A partir de estos elementos nos lleva a inferir que la población tiene capacidad de poder apoyar una política de pago de agua que incluya los servicios ambientales.

10. El sistema de agua municipal está compuesto por dos subsistemas, uno por gravedad y otro por bombeo eléctrico, en conjunto sirven a 11 comunidades. el primero, por gravedad tiene 1607 conexiones, con casi 40 años de servicio y su tiempo de diseño ya fue superado hace 20 años. El sistema de bombeo tiene 10 años de servicio tiene 1197 conexiones y la bomba de impulsión en 10 años de servicio se ha cambiado 6 veces. En general ambos sistemas funciona deficientemente por problemas de diseño, administración y operación por lo que la hay necesidad de racionar el servicio del agua, el 97.3% opino que reciben agua entre 2 y 4 días a la semana y en general opina que el agua que llega es poca.

## RECOMENDACIONES

1. La municipalidad debe crea una política de pagos reales por servicio de agua domiciliar de agua en Santa Eulalia Huehuetenango, la tarifa a pagar debe ser real, que incluya los servicios ambientales de la zona de recarga hídrica y los costos de operación y mantenimiento. Esta política con el fin de desarrollar y conservar el medio ambiente en la zona de recarga hídrica, esta acción lograría mantener la cantidad de agua actualmente disponible en las fuentes de agua.
2. Una política de pago por servicios ambientales, no puede desarrollarse si no se trata simultáneamente el problema de mal diseño, mala operación técnica de los sistemas y las debilidades administrativas, pues este conjunto de situaciones determina que los sistemas proporcionen un mejor servicio de agua y los usuarios estarán motivados una mejor colaboración.
3. La formulación de la política de servicios públicos de calidad y pago por servicios ambientales debe realizarse participativamente para que los usuarios, comunidad y gobierno local alcancen un alto nivel de cooperación y racionalidad, dado el contexto adverso por el aspecto de las hidroeléctricas y minería a nivel local.
4. La universidad a través de la Dirección General de Investigación DIGI debe seguir apoyando este tipo de estudios en lugares distantes a la capital del país, pues son estos gobiernos locales quienes más marginado y excluidos de apoyo han estado históricamente

Fin.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AZQUETA (1994). PEARCE (1976). La Valoración Económica del Medio Ambiente.
2. BARZEV, RADOSLAV. Guía Metodológica para la Valoración de Bienes, Servicios e Impactos Ambientales, Corredor Biológico Mesoamericano. CCAD-PNUD-GEF. Serie Técnica 04. Proyecto para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. 147 páginas. Año 2002 (páginas 21-49)
3. CRISTECHE, ESTELA. A. PENNA, JULIO. Instituto de Economía y Sociología (IES). Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Argentina 2008.
4. CLASIFICACIÓN DE ZONAS DE VIDA DE GUATEMALA A NIVEL DE RECONOCIMIENTO, 1,975 Basado en la labor de: Jorge René De La Cruz S. P 21
5. CONAP, Guatemala INAB, Guía De Cubicación Y Transporte Forestal, Santa Elena, Petén, marzo del 2004, 6-8 P
6. DITSO - CUNOC, Universidad de San Carlos de Guatemala y El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula Chiapas México. Ordóñez Morales, Eduardo.
7. Evaluación Regional De Los Recursos Hídricos Y Las Necesidades De Gestión Para Apoyar La Agricultura De Pequeños Agricultores.,

larna: Instituto De Agricultura, Recursos Naturales Y Ambiente.  
Universidad Rafael Landivar. Guatemala, Julio 20213. Parte 1, 67  
ediciones, P 26 a 33

8. Fundación Solar. 2001. Resumen de Proyecto “Mecanismo de Compensación en Cambio Climático”, preparado para HIVOS. Guatemala. (inédito).
9. HERNANDEZ SAMPIERI, ROBERTO. FERNANDEZ COLLADO, CARLOS. BAPTISTA LUCIO, PILAR. (2006). Metodología de la Investigación, cuarta edición. McGraw-Hill, Interamericana. Mexico. D.F.
10. INVENTARIO FORESTAL DE LA SOCIACIÓN DE EXTRABAJADORES DE DIGESA PARA EL DESARROLLO AGRICOLA E ITEGRAL/ASEDAI DEL MUNICIPIO DE QUETALTENANGO, Departamento De Quetzaltenango. Josué Iván Tzic Monzón, Victor Miguel Marroquín Díaz. Mayo 2013. P 3 –
11. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA METEOROLOGIA E HIDROLOGIA, Datos meteorológicos de los departamentos Estación: San Pedro Soloma, Huehuetenango, Guatemala. [www.insivumeh.gob.gt/](http://www.insivumeh.gob.gt/)
12. JIMÉNEZ PINEDA SERGIO ELISEO. “Estudio De Rendimiento De Madera De Pino Candelillo (Pinus Maximinoii H. E. Moore) En El Proceso De Transformación De Troza En Un Aserradero De Cinta De Cobán Alta Verapaz”. Tesis. Universidad Rafael Landivar

Ciencias Ambientales Y Agrícolas Sede Verapaz, Guatemala, junio del 2006.

13. MALDONADO RAMOS, BRAYNNE RONERY (2004). Determinación de la recarga hídrica y propuesta de lineamientos de protección de los recursos naturales, Aldea Chojzunil, Santa Eulalia, Huehuetenango. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas.
14. Manual Para Formulación de Planes de Manejo de Bosques de Coníferas, Instituto Nacional de Bosques INAB, PROCAFOR. Ing. Markku Turtianen, Das. Gabriel Barahona. Guatemala.
15. MARTINEZ TUNA, MIGUEL (2002). Valoración Económica del Agua en la Ciudad de Guatemala. FLACSO.
16. Medina Daniel Alberto. “Análisis De La Influencia En La Cobertura Forestal Del Programa De Incentivos Forestales Pinforen, La Región II De El Instituto Nacional De Bosques –Inab- En El Período 1998-2009”. Universidad Rafael Landívar Facultad De Ciencias Ambientales Y Agrícolas, San Juan Chamelco, Agosto de 2011, Campus San Pedro Claver, S.J.
17. PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SANTA EULALIA, NOVIEMBRE DE 2010. Guatemala, SEGEPLAN, DPT, 2010. P 37 - 56
18. UNIDAD TEMATICA: MANEJO FORESTAL PROYECTO MENEJO Y CONSERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES

RENOVABLES DE LA CUENCA DEL RIO CHIXOY. Fundación Metodista De Desarrollo Integral "Fumedi" Quetzaltenango, Guatemala, Diciembre De 1997. P 9 - 30

19. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO PREPARATORIA AGRÍCOLA  
ÁREA DE AGRONOMÍA. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FORESTAL Unidad II Evaluación de los Recursos Forestales. Doctor Daniel Rivas Torres, P 2 – 17, [www.rivasdaniel.com/articulos/unidad II](http://www.rivasdaniel.com/articulos/unidad%20II)
20. Valoración Económica De Los Servicios Hidrológicos Sub-cuenca Del Rio Teculután Miguel Martínez Tuna, Leopoldo Dimas. 2007. P 23-27
21. Valoración Económica del Servicio Ambiental de Regulación Hídrica Lado Sur De La Reserva De Las Biosfera Sierra De Las Minas, Guatemala Basado En La Labor De: Oscar Hernández, Carlos Cobos, Ariel Ortiz Guatemala Septiembre 2,002. P 7 – 30
22. Valoración Económica Del Recursos Hídrico Sub-Cuenca Jones, Sierra De Las Minas, Guatemala. Sergio Haber Hernández Vela. CATIE, Costa Rica 2001. P 70 – 90

## ANEXO FOTOGRAFICO

### ACTIVIDADES DE INVESTIGACION SOCIOENCOMICA SOBRE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA MUNICIPAL, SANTA EULALIA, HUEHUETENANGO

#### ACTIVIDADES DE COORDINACION Trabajos de campo y gabinete



Investigadores DIGI en reunión COCODES de 11 comunidades Para la aprobación de trabajo de campo



Coordinador de proyecto de investigación en negociaciones con alcalde municipal



Investigadores DIGI en discusión sobre ortofotos de zonas de recarga hídrica fuentes para sistemas de abastecimiento de agua Municipal, Santa Eulalia.



Reunión de trabajo equipo investigador DIGI

**ACTIVIDADES DE INVESTIGACION SOBRE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA MUNICIPAL**



Taller participativo con fontaneros para la determinación de costos de operación y mantenimiento de sistemas de agua



Ing Carlos Simón investigador DIGI realizando Inventario Forestal.



Realizando Encuestas Socioeconómicas.

**FOTOGRAFIAS SOBRE EL USO DE LOS SUELOS  
ZONA DE RECARGA HIDRICA**



**Áreas con árboles dispersos**



Áreas edificadas



Recursos forestales del área de recarga Hídrica de los sistemas de abastecimiento de agua Municipal Santa Eulalia.



Canteras



Claros y cultivos de maíz.



Matorrales

FORO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA MUNICIPAL  
SANTA EULALIA, HUEHUETENANGO



Personal DIGI aforando en fuente Por bombeo



Investigador DIGI preparando Herramientas para aforo en Captación sistema por gravedad



Fontanero municipal aforando (Lucas de Lucas) en captación sistema por gravedad



Personal de fontanería municipal Juntamente personal investigadores DIGI, para realización aforos.