

**Determinación de un sistema tarifario para el
suministro de agua potable en la Escuela
Agrícola Panamericana**

**Alberto Quintana Bello
Willian Ernesto Moreno Escobar**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

Determinación de un sistema tarifario para el suministro de agua potable en la Escuela Agrícola Panamericana

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Alberto Quintana Bello
Willian Ernesto Moreno Escobar

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2011

Determinación de un sistema tarifario para el suministro de agua potable en la Escuela Agrícola Panamericana

Presentado por:

Alberto Quintana Bello
Willian Ernesto Moreno Escobar

Aprobado:

Arie Sanders, M.Sc.
Asesor principal

Arie Sanders, M.Sc.
Director
Carrera de Desarrollo Socioeconómico
y Ambiente

Erika Tenorio, M.Sc.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Donaldo Chávez, M.A.E.
Asesor

RESUMEN

Quintana, A y Moreno, W. 2011. Determinación de un sistema tarifario para el suministro de agua potable en la Escuela Agrícola Panamericana. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 23 p.

La finalidad del presente estudio es la determinación de un sistema tarifario para el servicio de distribución del agua para Zamorano como una política institucional para incentivar el uso racional del recurso agua. Para el establecimiento del sistema tarifario, se utilizó la metodología de determinación de costos recomendada por la Asociación Mundial Para el Agua. Con los costos ya establecidos, se determinó el cobro de la tarifa con el sistema de bloques crecientes recomendado por la Asociación Americana de trabajos del Agua, AWWA por sus siglas en inglés, para sistemas que cuentan con mediciones de consumo. Se estableció una línea de base del consumo general del agua por parte de los diferentes sectores dentro el campus de Zamorano, para después estimar los costos relacionados a la distribución, protección de la fuente, mantenimiento y operaciones. Con eso se obtuvo el costo por metro cúbico de agua para proseguir con el cálculo de la tarifa. La determinación de precios se realizó considerando la variación porcentual que toma el SANAA para los diferentes bloques. Con el análisis de la información se encontró que la reserva biológica Uyuca cuenta con una media diaria de oferta hídrica de 1,469 m³. Además que la EAP cuenta con una capacidad de almacenamiento de 1,870 m³, y un consumo medio por día de 1,356 m³. La participación en consumo por sectores es variada, donde el sector agropecuario cuenta con las mayores tasas de consumo (38 % del consumo total de la escuela) y al de servicio con las menores (6 % del consumo total). Para la determinación de costos se tomó en cuenta la inversión, potabilización, administración, y mantenimiento de fuentes de agua. Con el análisis de los costos y el consumo, se obtuvo que para suministrar un metro cúbico de agua potable la EAP gasta \$0.29. En el diseño de la tarifa el precio base para el sector domiciliar, estudiantil e institucional fue el costo por metro cubico de agua, con incrementos en el precio del 5 % por bloque para estos dos últimos e incrementos del 10 % para el primero. Para el sector agropecuario, industrial y de servicios los incrementos son del 50, 45 y 30 % respectivamente.

Palabras clave: Oferta hídrica, sistema tarifario, tarifa por bloques decrecientes.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4. CONCLUSIONES.....	11
5. RECOMENDACIONES.....	12
6. LITERATURA CITADA.....	13
7. ANEXOS.....	15

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Consumo promedio mensual en metros cúbicos y porcentaje de participación para cada sector en el consumo de agua.....	6
2. Costos del sistema de distribución de agua en la EAP, en sus diferentes rubros y su nivel de participación expresado en porcentaje.....	7
3. Costos de administración, mano de obra y mantenimiento fuente de agua en dólares estadounidenses (US\$).....	8
4. Costos mensuales del servicio de suministro de agua.....	9
5. Diseño del sistema de tarifas de consumo para la EAP.....	10
Figuras	Página
1. Comportamiento de los costos incurridos en el sistema de abastecimiento....	3
2. Tarifa por bloques decrecientes, para el diseño de tarifas a partir de la utilidad marginal decreciente	4
Anexos	Página
1. Sectorización del consumo de agua en la EAP.	15
2. Consumo de agua en viviendas del campus central y campus alto	17
3. Costos de inversión en medidores e instalaciones varias.....	19
4. Costos anuales del sistema de distribución.	20
5. Tarifa aprobada por el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) para el año 2009.....	21

1. INTRODUCCIÓN

A raíz de la creciente escasez relativa que presenta el recurso hídrico como resultado de diversos factores económicos, sociales y naturales, se ha puesto en marcha una nueva visión de la gestión del agua. Uno de los principios centrales del nuevo enfoque de los recursos hídricos constituye el reconocimiento de su valor económico en los distintos usos, como elemento primordial del medio ambiente e indicador de su calidad. En la reunión de la Naciones Unidas en Dublín (1992) se estableció como uno de los principios que el agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos por lo cual debe ser reconocida como bien económico (Jouravlev 2003). Dentro la declaración se reconoce el derecho de los seres humanos a tener acceso a los servicios sanitarios y agua limpia con un precio asequible. Además, acentúa las fallas incurridas por no reconocer, el valor del recurso, y causa costos ambientales por desperdicio. Destaca que tomarla como un bien económico es uno de los mejores caminos que logra su equitativo y eficiente uso.

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, menciona algunos métodos que ayudan a la conservación del agua. Sugiere que el abastecimiento de agua potable sea con medidores, y que el ente administrativo disponga de registros contables y de pérdidas. También recomienda ajustar precios y costos; así mismo, informar y educar a la población servida. Recalca que uno de los principales caminos para fomentar la conservación es la fijación de precios, aunque también afirma que las decisiones no deberían estar asentadas en una sola acción (NDWC 1998).

La introducción de instrumentos económicos y financieros es de gran importancia para lograr la gestión sostenible del agua. Los instrumentos económicos más conocidos son los impuestos, los subsidios y la tarifa. Los principios económicos relacionados (además del uso racional del agua), que también son utilizados en la economía del agua y del medioambiente, son la recuperación de costos y quien contamina paga. Por lo tanto, los instrumentos financieros ayudan a tomar decisiones específicas acerca de las inversiones. La tarifa, en términos generales se puede definir como el precio o lista de precios que se pagan por recibir un servicio público. Por consiguiente, la tarifa de agua es el precio que los usuarios deben pagar por el servicio de distribución del agua, la cual puede cumplir una función económica, financiera o social dependiendo del tipo de manejo que esté dando el sistema (Chang *et al.* 1993).

Función económica: se debe inducir a la maximización de los beneficios económicos para la comunidad y el uso eficiente de los insumos. Así mismo determinar la demanda de agua por sectores y zonas geográficas, para priorizar la asignación del recurso donde este produzca mayor beneficio económico para la sociedad.

Función de financiera: la tarifa debe cubrir los costos totales en los que se incurre por la dotación que el sistema ofrece. Debería ser diferencial según el consumo; para la aplicación de este criterio se requiere que el consumo sea medido. Es importante cobrar los metros cúbicos que realmente se consumieron, para que el diseño de tarifario sea justo y equitativo.

Función social: las tarifas deben estar acordes con la capacidad de pago de los diferentes tipos de usuarios y estimular el uso eficiente del agua. Es necesaria la agrupación de los usuarios por el uso que le den al agua, categorizándolos en usuarios de mayor y menor capacidad económica, así mismo usuarios con elevados y bajos consumos (Fuentes 2001).

Al considerar las tarifas de agua en términos de conservación, se debe entender la relación entre el precio y el consumo del mercado. Uno de los principios económicos básicos es la elasticidad de la demanda, esto expresa la variación porcentual de la cantidad de agua demandada sobre la variación porcentual del su precio. Se tiene entendido que el agua es un bien inelástico; aumente o disminuya el precio de la misma el consumo se mantiene constante. Pero si se analiza en el tiempo, en el corto plazo su demanda llega a ser más elástica, contrayendo el consumo del recurso con el aumento del precio (González 2005).

El principio que los recursos hídricos tienen un valor económico ha sido reconocido por la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), aunque sus avances para establecer instrumentos políticos, económicos e institucionales para una gestión sostenible del recurso hídrico poseen grandes carencias. Actualmente no hay incentivos establecidos para lograr el uso más eficiente del agua por parte de los diferentes actores en el campus de Zamorano. El objetivo principal de esta investigación es lograr una eficiencia económica a través del diseño de un sistema tarifario para el suministro de agua potable en la EAP, que asegure la sostenibilidad del recurso y autosuficiencia del sistema. Una política de precios implementada adecuadamente racionaliza la demanda, da incentivos para evitar el desperdicio, da señales al proveedor en relación con la escala de producción óptima, provee recursos al proveedor para aumentar la demanda y da a los consumidores información acerca de la escasez del recurso (GWP 2008).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque metodológico. Con la oferta y la determinación del consumo establecidos, se prosiguió con la asignación de costos totales y el establecimiento del sistema tarifario. Se tomaron los costos recomendados por la Asociación Mundial Para el Agua, estos toman en cuenta los costos de operación y mantenimiento, abastecimiento, y externalidades.

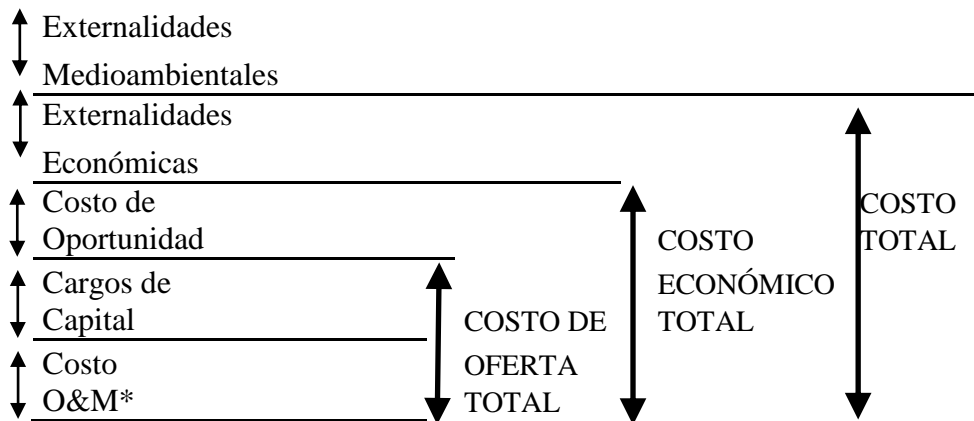


Figura 1. Comportamiento de los costos incurridos en el sistema de abastecimiento.

*operación y mantenimiento

Fuente: GWP, 2000. Adaptado por los autores.

Las externalidades son todos los costes o beneficios que recaen sobre la sociedad y el medioambiente como consecuencia de una actividad económica no se introducen en la estructura del precio del producto (Cracco 2004). El costo de oportunidad en sistemas de distribución de agua potable se ve reflejado en los usos alternativos del agua. El costo de oportunidad del agua es nulo sólo cuando no hay usos alternativos. Los costos de operación y mantenimiento son los costos asociados al abastecimiento de agua para los consumidores. El costo total de agua es igual a la suma de todos estos costos.

Para determinar el sistema tarifario de la EAP se utilizó el método de Cargos por Bloques Crecientes, recomendada por la AWWA en varios aspectos uno de los principales, la medición del suministro. Esta metodología de cobro por el servicio de agua se fundamenta en la utilidad marginal decreciente del consumidor. Explicando que a partir de un nivel de consumo de un bien, la satisfacción adicional que este proporciona será menor a medida que se vayan consumiendo unidades extra del mismo. Siendo conscientes de la utilidad marginal decreciente, se puede establecer un precio sobre diferentes rangos de consumo

entendiendo que la propensión a cobrar por metro cúbico ofrecido es mayor ya que se aumentan los niveles de uso del agua. Esto sin dejar de considerar que los precios establecidos buscan asegurar la recuperación de costos, distribución equitativa y sostenibilidad (González 2005).

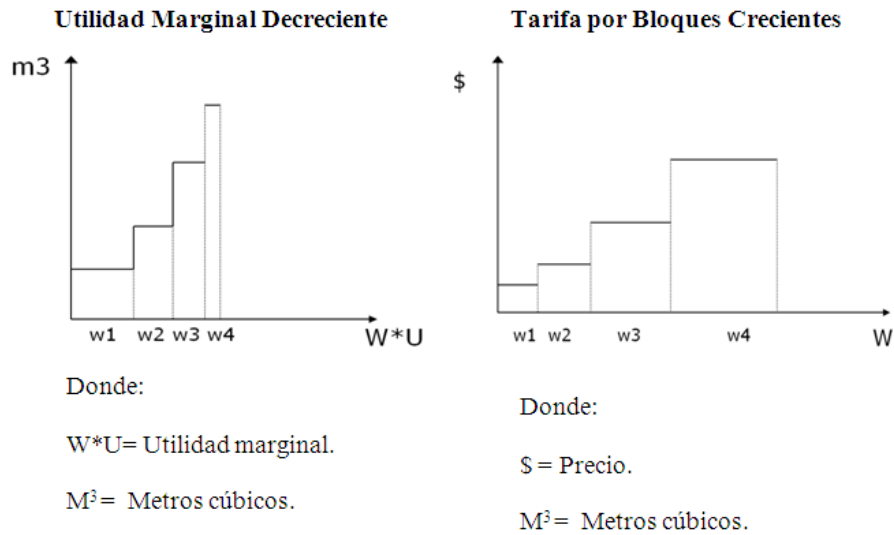


Figura 2. Tarifa por bloques decrecientes, para el diseño de tarifas a partir de la utilidad marginal decreciente.

Fuente: González, 2005. Adaptado por los autores.

La determinación de la tarifa se realizó considerando la variación porcentual que el SANAA toma para los diferentes bloques. Tomando como primer bloque lo rangos de consumo recomendado en estándares internacionales para principales actores dentro del sector.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de agua y diseño tarifario. La Escuela Agrícola Panamericana es actualmente abastecida de agua potable por la reserva biológica Uyuca con flujos en época seca de 1,352 m³/día y en época lluviosa de 1,586 m³/día. Ésta alimenta dos tanques redondos con una capacidad de almacenamiento por ambos de 1,003 m³ ubicado en la comunidad del Jicarito. Además cuenta con dos pilas cuadradas ubicadas en Campus Alto que sirven para almacenamiento, con una capacidad conjunta de 1,870 m³ (Planta Física 2011).

La red de distribución del agua potable en el campus cuenta con 19 medidores de 6, 4, 3 y 2 pulgadas donde se toman registros diarios. También se tomaron en cuenta los 67 medidores de los edificios/plantas y los 85 de las residencias, los cuales se instalaron en el mes de octubre del 2010, para los cuales el registro de consumo se realiza una vez por mes.

El campus de la EAP cuenta con un total de seis tipos de consumidores, que incluye: las residencias domiciliarias en Zamorano (85 casas abastecidas con una media habitacional de cuatro personas por casa, con desviación estándar de ± 1.79 y error estándar de 0.22); residencias de los estudiantes (que albergan 1,139 alumnos); unidades de producción industrial, unidades de producción agrícola y pecuaria; unidades de servicio; y edificios institucionales. Cada uno con características y necesidades de consumo diferentes. Cabe recalcar que Zamorano no cuenta con un sistema tarifario para el cobro de agua, lo cual da como resultado la desvalorización y desperdicio del recurso.

Con la meta de lograr la aplicación del método de bloques para el establecimiento de una tarifa de consumo, se ha categorizado el consumo de Zamorano en distintos sectores. La categorización se determinó considerando el origen o actividad principal de cada entidad. Dentro de esta sectorización se comprenden entes como las unidades de producción tanto de nivel agropecuario como también industrial. Se incluyen además, entidades que ofrecen servicios estudiantiles y de lujo, investigación, salud, entre otros. Las viviendas de los profesores y residencias estudiantiles también han sido tomadas en cuenta para la categorización.

De acuerdo a la información proporcionada, se puede observar que el mayor nivel de consumo de agua para la EAP se encuentra en el sector agropecuario. Por otro lado, se observa que el menor nivel de utilización de agua le pertenece a la categoría de servicios. El sector agropecuario, consume alrededor de un tercio del agua potable suministrada para zamorano (Cuadro 1). Para este caso en particular, de las 14 unidades productivas

incluidas, cuatro de ellas: módulo de ordeño, módulo de ganado porcino, Horticultura zona II y Horticultura zona III, abarcan en conjunto 85 % del consumo promedio mensual para el sector (Anexo 1).

Cuadro 1. Consumo promedio mensual en metros cúbicos y porcentaje de participación para cada sector en el consumo de agua.

Sector	CMP ()	Participación (%)
Agropecuario	11,139	38
Industrial	5,434	18
Institucional	3,032	10
Domiciliar	4,036	14
Estudiantil	4,009	14
Servicios	1,930	6
TOTAL	29582	100

CMP: consumo mensual promedio.

El sector industrial abarca once unidades de producción, dentro de las que destacan las plantas agroindustriales, así mismo unidades como lavandería y el comedor estudiantil. Estas dos últimas se consideraron en este sector por su nivel de consumo y tipo de actividad. Se identificó tres de todas las unidades contempladas (lavandería, comedor estudiantil y la planta de productos lácteos) consumen 72 % del agua suministrada, específicamente para este sector (Anexo 1).

Respecto a la categoría institucional, se clasificaron los entes que ofrecen servicios de diversos tipos, tales como académicos, administrativos, de seguridad, comunicaciones, entre otros. En esta categoría se clasificaron los entes que ofrecen servicios específicos tales como venta de productos, servicios recreativos, médicos, de análisis e investigación y servicios hoteleros. De esta categoría, el integrante más representativo es el Centro Kellogg, 40 % del consumo total de agua es para esta unidad (Anexo 1).

El sector domiciliar se compone de los consumos de todas las viviendas de los maestros y sus familias que residen tanto en el campus central como en campus alto. El total es de 85 hogares, con igual número de medidores (Anexos 2). Se levantó un censo del número de personas por casa para determinar el consumo en litros por persona por día (LPPD) para estos hogares, dado que la unidad de planta física no cuenta con el listado del número de personas que habitan por hogar.

En el sector estudiantil se han incluido 10 dormitorios estudiantiles en que viven en promedio alrededor de 1,139 estudiantes durante un periodo de 11 meses por año. La residencia Arboreto no se tomó en cuenta debido a que no existen datos exactos a la fecha sobre su consumo acumulado, por lo que resulta imposible determinar su consumo.

Para calcular el costo anual y mensual del servicio de distribución del agua en el Zamorano, se tomaron en cuenta todos aquellos aspectos relacionados al servicio. La determinación de dichos costos se llevó a cabo mediante una recopilación y respectivo análisis de la información proporcionada por la unidad de planta física, como encargado del servicio de distribución de agua.

Dentro de estos costos se ha incluido desde aspectos tales como la inversión inicial del proyecto en el sistema de tuberías, hasta inversiones recientes, como es el caso de la instalación de los medidores para los hogares y los edificios. También se toma en cuenta los costos de potabilización de agua mediante la aplicación de cloro HTH y soda ASH, el mantenimiento de las instalaciones y equipo de la unidad de planta física, administración y mano de obra implicada en la actividad. Adicionalmente, se ha incluido otro aspecto que influye en el costo del servicio, como es el caso de la externalidad generada por la protección de la fuente de agua en el cerro Uyuca.

Se presenta un resumen de los costos en que se ha incurrido para realizar el servicio de distribución de agua para Zamorano (Cuadro 2). Además se incluye el porcentaje de participación de cada sector a partir de los costos totales anuales. Obtenido el costo anual, se procedió a dividir entre los doce meses comprendidos en un año, para estimar el costo mensual por la distribución del servicio.

Cuadro 2. Costos del sistema de distribución de agua en la EAP, en sus diferentes rubros y su nivel de participación expresado en porcentaje.

Rubro	Monto (US\$)	Participación (%)
Mantenimiento de instalaciones y equipo	5,330	3.3
Potabilización del agua	10,298	6.5
Administración	25,548	16.0
Mantenimiento de fuentes agua	86,944	54.4
Inversiones varias	31,580	19.8
Costo Total Anual	159,699	100.0
Costo Mensual	13,308	

La dirección de planta física considera dentro de su contabilidad una “cuenta de agua” en la cual incluye el costo de mantenimiento de las instalaciones y el equipo que utiliza. En esta “cuenta de agua” se registra el costo relacionado a las reparaciones y mantenimiento del sistema de distribución y equipo utilizado en esta operación, tales como reparación y sustitución de tuberías, válvulas, llaves y medidores dañados; dentro del equipo se incluyen reparaciones y revisiones de bombas hidroneumáticas del sistema.

Para el cálculo de este costo, se tomó como referencia la estimación del promedio de los gastos incurridos por planta física para el periodo 2009-2011, recopilando todos los gastos de los movimientos en la cuenta en este periodo correspondiente de tres años. En el caso de los gastos incurridos para el presente año 2011, para el cálculo del promedio anual se estimó en base a los siete meses comprendidos desde de enero hasta julio (Anexo 4). El

dato del costo de aplicación de cloro HTH y soda ASH, fue proporcionado directamente como valor estimado promedio anual por planta física.

Para la mano de obra, específicamente hablando del personal encargado del chequeo periódico de los medidores principales y de los edificios y así como también encargarse de su mantenimiento, se cuenta con dos empleados permanentes. Mientras que para época de realizar el chequeo general, donde se revisan todos los medidores instalados en el sistema de distribución, se contrata tres empleados temporales para la realización de la tarea.

Sin embargo, dado que estas tres personas adicionales solo se contratan por uno o dos días dos veces al mes, se consideró tomar como un solo salario de empleado temporal para el cálculo del costo de mano de obra. Como base para el costo se tomó el salario mínimo para Honduras, correspondiente a \$336 al mes. En la parte de administración, se tomó como costo el salario de dos secretarías, las cuales se encargan de manejar los registros de los costos relacionados al sistema de distribución.

Para el caso del director, se tomó en cuenta un salario base de \$2,200 al mes como estimación. Adicionalmente, bajo el concepto de que el director invierte una buena parte de su tiempo en otras actividades relacionadas con planta física, se estimó el costo basado en un 10% de su tiempo laboral, como tiempo efectivo dedicado a la temática de la distribución de agua (Cuadro 3).

Cuadro 3. Costos de administración, mano de obra y mantenimiento fuente de agua en dólares estadounidenses (US\$).

Ítem	Monto
Empleados (3)	12,112
Secretarías (2)	10,797
Director (10% del tiempo; estimado)	2,640
Uyuca	86,944
Subtotal	112,493

El costo de mantenimiento fuente de agua está estimado con base en el presupuesto asignado para la protección de la fuente para el presente año 2011 por parte del módulo de forestales. Dentro de la categoría de inversiones varias, se contemplan tres tipos de costos. El primero de ellos, es la inversión realizada para la instalación del sistema de tuberías. Para este costo, se hizo uso del programa ArcGis 9.3 para determinar la distancia de las tuberías. Sin embargo, dado que no se encontró información sobre sus extensiones, tipos y tamaños de tuberías, conectores y otros materiales utilizados en su instalación. Por tanto, se tomó como estimación de a inversión del sistema de distribución, el costo fijo anual en base a la suma de 10 años. Para la vida útil se estimó 50 años.

En el costo en que se incurre anualmente en concepto de depreciación de los medidores, se solicitó a planta física información sobre el coste, cantidades y tamaños de los

medidores instalados para realizar su cálculo. Para el caso de los medidores de 3, 4 y 6 pulgadas, la planta carecía de registros sobre el costo incurrido en su compra.

Para calcular el costo de aquellos medidores de los que no existen registros, se contactó directamente con la empresa distribuidora de la cual la unidad de planta física obtuvo estos medidores, la cual confirmó vía correo electrónico el precio de los mismos. La vida útil de dichos medidores se estima en 20 años promedio para todos los tipos y modelos (Anexo 3). Una vez obtenido el costo total de todos los medidores instalados, se procedió a dividir entre su vida útil obteniendo el costo anual de depreciación.

De los tipos de costos, la mayor parte de los costos del servicio de distribución del agua, se dedica a la protección de la fuente de agua en el Cerro Uyuca. Este costo, correspondiente a aproximadamente dos tercios del costo total, es precedido por la parte administrativa, la cual contribuye aproximadamente con un quinto de los costos. Una vez determinados los costos, se establece el costo de producción de agua por metro cúbico mensual.

Cuadro 4. Costos mensuales del servicio de suministro de agua.

Ítem	Valor Unitario
Costo fijo(en US\$)	13,308
Oferta (en m ³)	45,535
Costo por m ³ (en US\$)	0.29
Costo por m ³ (en L.)	5.52

El Cuadro 4 aprecia el costo del metro cúbico de agua, estimado basándole en la cantidad mensual captada como oferta mensual promedio, del cerro Uyuca. A partir del costo estimado, se dividió entre su oferta mensual, obteniendo el costo unitario de US\$0.29 por metro cubico, equivalente a L. 5.52 para Honduras, tomando la tasa de cambio actual de 18.895 por dólar Estadounidense.

La determinación del sistema tarifario se determinó estableciendo los patrones de consumo para el primer bloque y estándares internacionales. Para el sector doméstico se tomó en consideración 300 LPPD (litros por persona por día) como patrón común para países desarrollados. Con este dato se tiene 9 m³/mes consumidos por una persona. Tenemos una media de cuatro personas por casa, y la conclusión de que cada en casa en Zamorano debería consumir 36 m³/mes. Se observa que el 46 % de la población se encuentra dentro de este patrón. A este piso se le aplicó el costo por producción de agua que tiene la EAP.

Para los estudiantes se tomó en consideración el consumo general que la OMS recomienda que sean 100 litros por persona por día (Howards y Bartman 2003). Se tiene una media estudiantil por residencia de 190 estudiantes mismos que deberían consumir 569 m³ mensuales, el primer piso se consideró en función de esta inferencia y ajustado en términos de unidades para facilidad del cálculo de los demás rangos. Para el sector

agropecuario se tomó como precio base el consumo de ordeño recomendado por estudios realizados en la Universidad de Cornell (US), mismo que es de 107 litros por vaca por día, el cual se encuentra en 60% por debajo del consumo en la EAP.

Para las categorías restantes se siguieron considerando los estándares internacionales, para los usuarios con consumos representativos. Pero su ajuste quedó muy desproporcional en términos de porcentaje de participación por rangos. Por lo cual se optó en tomar medias que incluyeran en el primer piso la mayoría de los usuarios. Se obtiene como resultado final la tabla del sistema tarifario para cada uno de los sectores con sus patrones correspondientes (Cuadro 5).

Cuadro 5. Diseño del sistema de tarifas de consumo para la EAP.

Categoría	Rango de consumo	# Usuarios	% Usuarios	Tarifa m ³ /mes(\$)	Total (\$)
Doméstica (10% Incremento)	0-36	39	46	0.29	221.6
	37-61	20	24	0.32	305.3
	62-85	11	13	0.35	270.7
	86-105	7	8	0.38	259.3
	>106	7	8	0.41	345.0
Estudiantes (5% Incremento)	0-500	3	50	0.29	193.6
	501-1000	2	33	0.3	565.5
	>1000	1	17	0.32	374.5
Institucional (5% Incremento)	0-100	12	60	0.29	129.42
	101-200	4	20	0.3	212.8
	>201	4	20	0.32	602.1
Agropecuaria (40% Incremento)	0-750	10	71	0.41	664.4
	751-1400	2	14	0.52	1,334.7
	> 1401	2	14	0.64	4,431.6
Industrial (35% Incremento)	0-200	4	55	0.39	102.4
	201-400	4	18	0.49	611.7
	> 401	3	27	0.59	2,337.6
Servicios (30% Incremento)	0-100	7	55	0.38	100.9
	101-200	2	18	0.46	145.4
	> 201	3	27	0.55	743.6
				Total	13,952.1

4. CONCLUSIONES

- Se definió la necesidad de implementar un sistema tarifario en la EAP, ya que se puede observar que la cantidad de agua consumida mensualmente por los diferentes sectores sobrepasan las normas internacionales. El consumo promedio diario de una persona en el sector doméstico es de 405 L por persona en el campus, mientras que la OMS recomienda 100 L. En el ordeño el consumo promedio es de 170 litros por vaca por día, mientras lo recomendado es de 107 L.
- Hay que elaborar políticas institucionales encaminadas a la conservación del agua aplicando un sistema tarifario. Hay una percepción equivocada de este recurso dentro la comunidad, las unidades productivas y los servicios, que el recurso se obtiene sin algún costo.
- En Zamorano se tiene que el costo de producción de agua es de \$0.29/ m³.
- La dificultad de recolección de datos en cuestión de costos resultó complicada ya que no existe inventario de las tuberías usadas en el sistema de acueductos y drenajes, específicamente las tuberías que suministran de agua potable a la EAP.
- Se espera que con la aplicación de esta tarifa se reduzca la demanda de agua dentro de la EAP, lo cual traerá consigo repercusiones en los patrones de consumo de las unidades de producción y servicios. A su vez, se podrán internalizar costos que los usuarios de sectores productivos no han tomado en consideración, dando como resultado precios reales en el mercado.
- Para el establecimiento de una tarifa dentro de Zamorano se deben tomar en cuenta aspectos ambientales, económicos, financieros e institucionales.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar inventarios de de los acueductos y drenajes para mejorar la eficiencia en la gestión del suministro de agua potable en la escuela.
- Las tarifas de agua deberían ir acompañadas con programas enfocados en generar conciencia sobre el uso racional del agua en los usuarios. También programas innovadores que induzcan a la conservación pueden ser implementados, por ejemplo dentro de la población estudiantil no se puede cobrar directamente la tarifa ya que ésta va incluida dentro de los costos de la matrícula. Pero se pueden publicar las mediciones del consumo por residencia y dar incentivos a la población estudiantil que tenga las tasas de consumo más bajas.
- Cumplir con las buenas prácticas agrícolas encaminadas a la maximización de los recursos.
- Es recomendable después de un periodo de tiempo observar el tipo de comportamiento que el consumo ha generado y así determinar la elasticidad precio de la demanda para el abastecimiento de agua potable.

6. LITERATURA CITADA

American Water Works Association (AWWA). 2000. Principles of Water Rates, Fees and Charges. Manual M1, Fifth Edition. Denver CO. 97p.

Chang, L. *et al.* 1993. La tarifa de agua con fines agrarios. Perú. 245p.

Chase, L. 2007. How Much Water Do Dairy Farms Use? (en línea). Cornell University. Texto en formato HTML, Consultado 13 Agosto 2011.
Disponible en: <http://www.nwnyteam.org/AgFocus2006/Aug/Water.htm>.

Cracco, J. 2003. Energías Renovables, Capítulo 2: Externalidades (en línea). Consultado 03 Octubre 2011. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-energias-renovables-1/externalidades>

FAO, 2007 (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Manual “Buenas Prácticas Agrícolas para la Agricultura Familia”. Plan Departamental de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Antioquia, Colombia. 29p.

Fuentes, A. 2001. Estructura tarifaria para lograr la autonomía de los Organismos Operadores. ANEAS. México. 19p.

Global Water Partnership. 2000. Manejo Integrado de los Recursos Hídricos. Estocolmo, Suecia. 20p.

González, M. 2005. Dimensión Económica de la GIRH. Curso Regional de Desarrollo de Capacidades: Gestión Integral de Recursos Hídricos.

Howards, G. y Bartman, J. 2003. Domestic Water Quantity, Service Level and Health. World Health Organization. Geneva Switzerland.

Jouravlev, A. 2003 Los municipios y la gestión de los recursos hídricos. CEPAL, Santiago de Chile. 76p.

Longwell, T. 2011. Presupuesto Protección de Uyuca. Entrevista personal 27 de junio de 2011. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.

Mujica, R. y Lavanderos, M. 1981. Análisis Económico de Tarificación de Agua Potable mediante un Modelo de Simulación. Universidad Católica Pontificia de Chile. Chile 1981. 35p.

National Drinking Water Clearinghouse. 1998. Fact Sheet, Water Conservation Measures. West Virginia University. 10p.

Planta Física. 2011. Oferta Hídrica Uyuca y Almacenamiento, Consumos de agua en la EAP y costos del suministro. Entrevista. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.

Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA). 2009. Tarifa Aprobada, Departamento Comercial. Honduras. 1p.

United Nations (UN). 1992. The Dublin Statement on Water and Sustainable Development. International Conference on Water and the Environment, UN Documents Gathering a body of global agreements, Ireland. 1p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Sectorización del consumo de agua en la EAP.

Sector	Unidad	CP_M (m ³)	Participación
AGROPECUARIO	CABRAS	23	0.20
	ASERRADERO	54	0.48
	ACUCULTURA	65	0.58
	AVES	77	0.69
	PLANTULAS	112	1.01
	PROPAGACIÓN DE PLANTULAS	137	1.23
	INVERNADEROS DE VIDRIO	163	1.46
	SEMENTALES	178	1.59
	MAQUINARIA AGRÍCOLA	281	2.52
	CORRALES/ VAQUILLAS	548	4.92
	ESTABLO DE ORDEÑO	1231	11.05
	GANADO PORCINO	1326	11.90
	ZONA II HORTICULTURA	3724	33.43
	HORTICULTURA ZONA III	3222	28.92
TOTAL	11139	100.00	
INDUSTRIAL	POST COSECHA 2	6	0.11
	PLANTA DE CONCENTRADOS	48	0.88
	PLANTA PILOTO	88	1.62
	POST COSECHA 1	120	2.20
	MIELES	218	4.02
	PLANTA HORTOFRUTICOLA	264	4.86
	RASTRO	366	6.73
	AGROINDUSTRIA		
	AULAS/ADMON	393	7.22
	LAVANDERIA	1175	21.62
	COMEDOR ESTUDIANTIL	1199	22.06
	LACTEOS	1558	28.67
TOTAL	5434	100.00	

Sector	Unidad	CP_M (m ³)	Porcentaje
INSTITUCIONAL	CENTRO ECUMÉNICO (IGLESIA)	1	0.05%
	AGRONEGOCIOS	14	0.46%
	EDIFICIO DE REGISTRO	16	0.52%
	SUMINISTROS Y MATERIALES	18	0.61%
	EDIFICIO HORTICULTURA (RH)	27	0.88%
	CIENCIAS BÁSICAS	28	0.91%
	EDIFICIO CEDA	35	1.15%
	BIBLIOTECA	42	1.38%
	DIRECCIÓN DE PLANTA FÍSICA	43	1.43%
	COOPERATIVA Y LIBRERÍA	45	1.50%
	CARRERA DSEA	84	2.76%
	COMUNICACIONES	94	3.09%
	ESCUELITA A.B.S.	147	4.83%
	EDIFICIO PRINCIPAL	164	5.40%
	CITESGRAN	192	6.33%
	CAFETERIA CEDA	197	6.48%
	HIGIENE Y SEGURIDAD	202	6.65%
	BARRACAS SEGURIDAD SAS	382	12.61%
Carrera CPA/ D.P.V.	549	18.11%	
EX AGRONOMÍA (R. CARMONA)	754	24.87%	
TOTAL		3033	100.00%
ESTUDIANTIL	DORMITORIO ARBORETO	7	0.16%
	DORMITORIO MORAZÁN	156	3.89%
	DORMITORIO MORA	165	4.12%
	DORMITORIO SUCRE	203	5.07%
	DORMITORIO DELGADO	222	5.54%
	DORMITORIO BOLIVAR	298	7.44%
	DORMITORIO SAN MARTÍN	423	10.55%
	DORMITORIO MAYA	479	11.95%
	DORMITORIO RUBEN DARIO	933	23.27%
	DORMITORIO WASHINGTON	1123	28.01%
TOTAL		4009	100.00%

Fuente: Planta Física.

CP_M (m³): Consumo Promedio Mensual

Anexo 2. Consumo de agua en viviendas del campus central y campus alto

No.	# CASA	CPM (m ³)	LPHD	P/H	Litros por persona por día
1	1251	25.00	833.33	7	119.05
2	1109	10.72	357.22	3	119.07
3	1241 E	14.45	481.67	4	120.42
4	4137	29.89	996.17	8	124.52
5	4159	15.20	506.67	4	126.67
6	1241 A	15.75	525.00	4	131.25
7	4155	4.00	133.33	1	133.33
8	4148	4.28	142.78	1	142.78
9	4154	8.63	287.78	2	143.89
10	1250 C	4.67	155.56	1	155.56
11	4123	19.00	633.33	4	158.33
12	4119	20.67	688.89	4	172.22
13	4111	46.73	1557.78	8	194.72
14	4145	36.20	1206.67	6	201.11
15	1225	30.38	1012.78	5	202.56
17	4147	27.50	916.67	4	229.17
18	4149	14.67	489.00	2	244.50
19	1242 B	22.25	741.67	3	247.22
20	4142	22.34	744.72	3	248.24
21	4121	15.53	517.78	2	258.89
22	4151	15.77	525.56	2	262.78
23	4139	32.12	1070.56	4	267.64
24	5207	8.17	272.22	1	272.22
25	4140	36.12	1204.00	4	301.00
16	1242 A	27.17	905.56	3	301.85
26	1242 D	27.33	911.11	3	303.70
27	4144	54.77	1825.56	6	304.26
28	1233	29.37	978.89	3	326.30
29	1135	49.42	1647.22	5	329.44
30	4153	20.67	688.89	2	344.44
31	4116	41.50	1383.33	4	345.83
32	1214	41.60	1386.67	4	346.67
33	4152	10.47	348.89	1	348.89
34	1253	53.12	1770.56	5	354.11
35	4138	43.00	1433.33	4	358.33
36	1242 C	43.03	1434.44	4	358.61
37	1234	69.62	2320.56	6	386.76
38	4118	46.50	1550.00	4	387.50
39	4146	59.17	1972.22	5	394.44

40	1206	62.77	2092.22	5	418.44
41	1118	52.07	1735.56	4	433.89
42	1255	115.05	3835.00	8	479.38
43	1237	72.40	2413.33	5	482.67
44	1226	73.90	2463.33	5	492.67
45	4143	15.70	523.33	1	523.33
46	1258	94.25	3141.67	6	523.61
58	1241 F	32.87	1095.56	2	547.78
47	4117	69.67	2322.22	4	580.56
48	1256	105.25	3508.33	6	584.72
49	4112	53.97	1798.89	3	599.63
50	1208	74.15	2471.67	4	617.92
51	1230	63.48	2116.11	3	705.37
52	1210	88.20	2940.00	4	735.00
53	1249	101.03	3367.78	4	841.94
54	1252	51.27	1709.11	2	854.56
55	1113	106.80	3560.00	4	890.00
56	1217	110.83	3694.44	4	923.61
57	1248 A	32.40	1080.00	1	1080.00
59	1215	70.33	2344.44	2	1172.22
60	1201	121.33	4044.44	3	1348.15
61	1241 D	127.05	4235.00	3	1411.67
62	Casa bambú	107.42	3580.56	2	1790.28
63	1248 C	54.33	1811.11	1	1811.11
64	4120	98.33	3277.78	1	3277.78
Media		47.68	1589.38	3.6	513.977
Desv. Est		33.40	1113.64	1.8	517.889

Fuente: Planta Física.

CPM (m³): Consumo Promedio Mensual

LPHD: Litros por hogar por día.

P/H: Personas por Hogar.

Anexo 3. Costos de inversión en medidores e instalaciones varias.

Artículo	Cantidad	P. Unitario (\$)	Subtotal(\$)
Medidor de flujo de serie VERSAFLOW de 3"	1	3,071.00	3,071.00
Medidor de flujo de serie VERSAFLOW de 4"	4	3,098.00	12,392.00
Medidor de flujo de serie VERSAFLOW de 5"	1	3,697.00	3,697.00
Subtotal:			19,160.00
Medidores de agua de 3/4"	85	37.20	3,162.00
Medidores de agua de 3"	1	179.42	179.42
Medidores de agua 4"	3	221.32	663.96
Medidores de agua 6"	4	240.12	960.48
Medidores de agua de 2"	50	151.26	7,562.85
Medidores de agua de 1"	6	85.95	515.69
Medidores de agua de ¾"	9	37.21	334.85
Medidores de agua de 1-1/2"	3	45.46	136.39
Subtotal:			13,515.64
Vida útil de los medidores= 20 años		Total:	32,675.64
Total costo anual por depreciación de medidores			1,633.78

Anexo 4. Costos anuales del sistema de distribución.

Mantenimiento de Instalaciones	
Ítem	Monto (US\$)
2009	4,416.74
2010	5,678.18
2011	4,846.53
Promedio anual	4,980.48
Mantenimiento de Equipo	
2009	755.3
2010	242.97
2011	49.39
Promedio anual	349.22
Total	5,329.70
Inversiones varias	
Red de tuberías (vida útil estimada 50 años)	25,623.86
Depreciación de medidores	1,633.78
Instalación de medidores	4,322.00
Subtotal	31,579.64
Total	159,698.95
Administración	
Empleados (3)	12,111.55
Secretarias (2)	10,796.51
Director (10% del tiempo)	2,640.00
Total	25,548.05
Mantenimiento fuente de agua	
Uyuca	86,943.64
Total	86,943.64
Potabilización del agua	
Aplicación de Cloro HTH	6,464.42
Soda ASH	3,833.49
Total	10,297.92

Anexo 5. Tarifa aprobada por el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) para el año 2009.

CATEGORIA DOMESTICA	RANGO m ³ /Mes	C.A.M.S.* Lps/Mes	TARIFA	TARIFA	VARIACION
			2003 Lps m ³ /Mes	2010 Lps m ³ /Mes	
SEGMENTO 1	0-20	31.8	0.85	1.59	0.74
	21-30		1.7	3.17	1.47
	31-40		5.2	5.23	0.03
	41-50		6.8	9.1	2.3
	51-55		8.5	12.92	4.42
	56-Mas			12.9	16.11
SEGMENTO 2	0-20	65.6	0.85	3.28	2.43
	21-30		1.7	4.05	2.35
	31-40		5.2	6.18	0.98
	41-50		6.8	10.54	3.74
	51-55		8.5	13.12	4.62
	56-Más			12.9	16.79
SEGMENTO 3	0-20	88.4	0.85	4.42	3.57
	21-30		1.7	5.23	3.53
	31-40		5.2	7.37	2.17
	41-50		6.8	11.4	4.6
	51-55		8.5	14.42	5.92
	56-Más			12.9	18.24
SEGMENTO 4	0-20	141.6	0.85	7.08	6.23
	21-30		1.7	8.9	7.2
	31-40		5.2	10.93	5.73
	41-50		6.8	13.58	6.78
	51-55		8.5	16.86	8.36
	56-Más			12.9	19.42
CATEGORIA INDUSTRIAL	0-20	299.6	9	14.98	5.98
	21-40		12	19.67	7.67
	41-Mas		16	29.12	13.12
CATEGORIA GOBIERNO	0-20	299.6	9	14.98	5.98
	21-40		12	19.67	7.67
CATEGORIA GOBIERNO	41-Mas		16	29.12	13.12

Fuente: Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)

*C.A.M.S.: Consumo de agua mínimo por segmento.