

**Evaluación económica del sistema de  
distribución de agua potable del municipio de  
Lamaní, Comayagua, Honduras,  
Centroamérica**

**Stéfany Sharleen García Bohórquez  
Eduar Jonathan Zamora Zamora**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2013

ZAMORANO  
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

**Evaluación económica del sistema de  
distribución de agua potable del Municipio  
de Lamaní, Comayagua, Honduras,  
Centroamérica**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingenieros en Administración de Agronegocios en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Stéfany Sharleen García Bohórquez  
Eduar Jonathan Zamora Zamora**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2013

# **Evaluación económica del sistema de distribución de agua potable del Municipio de Lamaní, Comayagua, Honduras, Centroamérica**

Presentado por:

Stéfany Sharleen García Bohórquez  
Eduar Jonathan Zamora Zamora

Aprobado:

---

Fredi Arias, Ph.D.  
Asesor principal

---

Ernesto Gallo, M.B.A.  
Director  
Departamento de Administración de  
Agronegocios

---

Marco Granadino, M. Sc.  
Asesor

---

Raúl H. Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

## **Evaluación económica del sistema de distribución de agua potable del Municipio de Lamaní, Comayagua, Honduras, Centroamérica**

**Stéfany Sharleen García Bohórquez  
Eduar Jonathan Zamora Zamora**

**Resumen:** En vista de la problemática en el sistema actual de abastecimiento de agua potable en el municipio de Lamaní se realizó una evaluación económica para determinar tarifas sostenibles del sistema de agua potable. Usuarios del casco urbano y productores de la zona de recarga hídrica la microcuenca Piedra Parada fueron la población de estudio. Se realizaron encuestas con estructuras divididas en características socioeconómicas, percepción del servicio de agua potable, conocimiento de la situación en la microcuenca y producción agropecuaria. Para la caracterización de los dos universos y encontrar la disponibilidad a pagar se utilizó un análisis de frecuencia, distribución y valores de significancia estadística de las variables. La encuesta presentó el escenario contingente para saber la disponibilidad a pagar del usuario para obtener mejoras en la calidad del agua y conservación de la zona de recarga hídrica, la media aritmética ajustada por las variables significativas en la regresión lineal del modelo general es L. 36.30. Se planteó los costos adicionales en proyectos de inversión para la mejora del sistema actual. Se determinó que el costo de oportunidad por manzana para los productores es de L. 10,330.04. Para la determinación de tarifas se desarrolló un plan estratégico para protección de la zona de recarga hídrica, y se determinaron los costos de mantenimiento del sistema. Se desarrollaron dos modelos tarifarios, una tarifa mensual fija promedio de L. 83.00 y otra tarifa variable que resultó en un precio por metro cúbico de agua de L. 1.79.

**Palabras clave:** Costo de oportunidad, disponibilidad a pagar, microcuenca, tarifa.

**Abstract:** In view of issues in the current water supply system at Lamaní municipality was performed an economic evaluation to determine sustainable fares of safe drinking water supply system. The study population was urban users and producers of water recharge area, Piedra Parada micro watershed. Surveys were conducted with structures divided into socioeconomic characteristics, drinking water service perception, knowledge of the current situation and agricultural activities in Piedra Parada. To characterize the two universes and find the willingness to pay was used a frequency analysis, distribution and statistical significance values of variables. The survey had the contingent scenario to find the user's willingness to pay and improve the water quality and water catchment area conservation, the adjusted arithmetic mean for significant variables in the general linear regression model is L. 36.30. Additional costs were raised in investment projects to improve the current system. The opportunity cost per acre for producers is L. 10330.04. To determine fares was developed a strategic plan for protection of water recharge area, and identified system maintenance costs. Two pricing models were made, a fixed monthly fee averaging L. 83.00 and a variable rate that resulted in a price per cubic meter of water L. 1.79.

**Key words:** Opportunity cost, willingness to pay, micro watershed, fares.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4 CONCLUSIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>5 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>6 LITERATURA CITADA.....</b>	<b>32</b>
<b>7 ANEXOS .....</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Estratificación para la población del casco urbano: .....	7
2. Caracterización de la población urbana del Municipio de Lamaní. ....	8
3. Planilla de pago a recurso humano del sistema de agua potable. ....	11
4. Costos detallados de mantenimiento y operación del sistema de agua potable para la Municipalidad de Lamaní.....	12
5. Costos ideales de mantenimiento y operación para el sistema de agua potable en Lamaní.....	13
6. Variables explicativas de DAP del modelo general a los usuarios de Lamaní .....	13
7. Costo de oportunidad promedio ponderado general de los productores de la microcuenca Piedra Parada.....	17
8. Costo de oportunidad de los productores en la microcuenca Piedra Parada ajustada basado en las utilidades promedio por actividad y el costo de oportunidad promedio ponderado general .....	18
9. Incorporación anual del área de producción en la microcuenca Piedra Parada al plan estratégico de protección. ....	19
10. Presupuesto de Inversión para la construcción de tanque de abastecimiento de 800 m <sup>3</sup> . ....	20
11. Presupuesto de Inversión para instalación de contadores de agua .....	21
12. Categorías de usuarios.....	22
13. Costos mensuales de mantenimiento y operación.....	22
14. Pliego tarifario mensual basado en tasa fija. ....	23
15. Flujo de caja de inversión para la tarifa fija. ....	25
16. Precio del metro cúbico de agua.....	26
17. Aporte mensual por usuario para conservación de la zona de recarga hídrica.....	27
18. Flujo de caja de inversión para tarifa variables. ....	29
Anexos	Página
1. Encuesta realizada a los usuarios del casco urbano.....	33
2. Encuesta y entrevista realizada a los propietarios y/o explotadores agrícolas de la microcuenca Piedra Parada.....	35
3. Resultados de SPSS para la Regresión de disponibilidad a pagar (DAP).....	40
4. Zona de protección extensiva e intensiva en al microcuenca Piedra Parada.....	42

## 1. INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable y saneamiento constituye un derecho humano esencial, el cual debe de ser garantizado por los gobiernos, contribuyendo al desarrollo integral de la población y erradicación de la pobreza. Según la UNICEF 2.2 millones de hondureños y hondureñas no acceden a un saneamiento seguro de agua, de las cuales la mitad de la cifra son niños y niñas. El estudio para el establecimiento de tarifas de agua se llevó a cabo en el Municipio Lamaní, departamento de Comayagua, Honduras. La microcuenca Piedra Parada es la zona de recarga hídrica de agua para el área urbana del municipio Lamaní, la cual no posee un decreto como zona de reserva forestal productora de agua. La microcuenca Piedra Parada colinda con la microcuenca Ojo de Agua la cual provee de agua a moradores de la aldea La Tablazón, perteneciente al municipio Lamaní (Anexo 4).

El sistema de distribución de aguas en Lamaní no es sostenible ya que carece de un sistema tarifario eficiente que incluya el consumo del agua, costos de mantenimiento, saneamiento y previsiones para inversiones futuras por lo tanto la calidad del servicio se deteriora con el tiempo. El cobro del servicio de agua en la municipalidad Lamaní está basado en una tarifa fija sin importar el volumen consumido, estratificación o número de llaves por hogar. Este estudio pretende establecer el costo real del servicio de agua de una manera sostenible basado en a los costos de mantenimiento que aseguren el servicio con buena calidad a largo plazo. Actualmente la oferta de agua no cubre la demanda de la misma durante algunas épocas del año para los habitantes de Lamaní y varias de las causas son: la deforestación, frecuentes incendios y la agricultura migratoria en la zona de producción de agua; pero sobre todo la falta de infraestructura para el acopio y la red de distribución del servicio de agua. Esta problemática es resultante de una tarifa que no considera costos básicos de mantenimiento del sistema.

La disponibilidad de pago de los usuarios a un servicio es un método efectivo de revelar el valor que estos tienen por un recurso renovable, para este caso agua. La disponibilidad a pagar (DAP) es la manera genérica en que se mide el valor económico de cualquier bien o servicio. Expresa la necesidad del servicio y la disponibilidad de desprendernos de otros bienes o su equivalente en dinero a fin de disponer del servicio, es decir el precio asignado por el consumidor a un servicio dado. El equilibrio entre esta disposición a pagar y la disponibilidad del bien o servicio, se expresa en el mercado por el precio (Leal 2005). Cuando la DAP es menor que el costo de provisión en el tiempo del servicio, el consumidor no tiene una percepción plena del valor de dicho servicio.

En Honduras existe una ley que regula el abastecimiento del agua potable y los servicios de saneamiento. La ley marco de agua y saneamiento de la República de Honduras establece las normas aplicables para el servicio de agua potable, en la cual define las obligaciones y derechos de los usuarios y propone el régimen tarifario que se ajusta a una serie de principios. Establece al Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA) como el representante oficial del Gobierno de Honduras en materia de agua potable y saneamiento. De acuerdo a CONASA la municipalidad de Lamaní se responsabiliza de ser el prestador de servicio de agua potable y saneamiento en el Municipio de Lamaní.

La eficiencia comercial es una medida utilizada en empresas que prestan un servicio para evaluar la razón entre mora y costos del servicio. La eficiencia comercial ha sido utilizada como un valor para el ajuste de las cuentas sin pagar por parte de los beneficiarios del servicio de agua potable del municipio de Lamaní.

Por otro lado, el costo de oportunidad es la mejor alternativa que se sacrifica por una mejor alternativa seleccionada es decir lo que dejamos de hacer por tomar la decisión de realizar otra actividad. Este costo se mide por el bien real o el tiempo sacrificado para obtener el beneficio de la oportunidad seleccionada (Tucker 2010).

Los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

- Identificar la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Caracterizar socioeconómicamente los usuarios del casco urbano del municipio de Lamaní y los productores de la microcuenca Piedra Parada.
- Determinar la capacidad de pago de los usuarios para la protección de la zona de recarga hídrica mediante un análisis de disponibilidad a pagar (DAP).
- Calcular el costo de oportunidad de los agricultores y ganaderos de la microcuenca Piedra Parada.
- Desarrollar modelos tarifarios que aseguren la sostenibilidad del sistema de distribución de agua potable en conjunto con planes estratégicos para mejorar el servicio.



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Recolección de datos.** Se realizaron encuestas y entrevistas personales para recopilar datos con el objetivo de caracterizar socioeconómicamente a los pobladores del casco urbano (Anexo 1) y los propietarios de terrenos en la zona de recarga hídrica de la microcuenca Piedra Parada (Anexo 2); determinar el costo de oportunidad de los productores basado en los ingresos de las actividades agropecuarias que realizan en terrenos ubicados en la microcuenca y obtener la disponibilidad de pago de los usuarios para la conservación de la zona de recarga hídrica.

La recolección de datos se hizo para dos universos diferentes, los usuarios de agua potable ubicados en el casco urbano de Lamaní así como propietarios y explotadores de los predios ubicados aguas arriba en el área de influencia de la microcuenca. Se llevó a cabo una encuesta para pobladores del casco urbano del Municipio con 527 casas con 2390 habitantes el total de la población. Se obtuvo una muestra significativa de 105 casas a encuestar, bajo el método de muestreo aleatorio estratificado, fue estratificado basado en el número de habitantes por casa obteniendo cuatro estratos estableciendo un margen de error de 5% en el proceso de selección de la muestra. La estructura de la encuesta presenta el uso de variables que expliquen la Disponibilidad a pagar y realizar la caracterización socioeconómica de los usuarios. La validación de la encuesta se llevó a cabo en el casco urbano, encuestando 20 personas y fue importante para ver la presencia de ambigüedad o errores en la formulación de las preguntas. La fórmula para obtener tamaño de muestra estratificada es la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \sum_{i=1}^m N_i^2 \sigma_i^2 / W_1}{\varepsilon^2 N^2 + Z^2 \sum_{i=1}^m N_i \sigma_i^2} [1]$$

Donde Z es el valor normal estandarizado a un cierto nivel de confianza,  $\varepsilon$  es el error de estimación, N es el tamaño de la población en este caso el número total de viviendas en el casco urbano 527,  $N_i$  es el número de elementos en el estrato  $i$ ,  $W_1$  es el peso en la población del estrato  $i$ , y  $\sigma^2$  es la varianza de estrato  $i$ .

El objetivo de la encuesta fue obtener información para realizar una caracterización socioeconómica y obtener la DAP. La estructura de la encuesta para el casco urbano tomó en cuenta: ubicación o barrio al que pertenece, edad, género del entrevistado, años de educación, trabajo u ocupación del jefe de familia, ingresos adicionales de otros miembros o ingreso por remesas, gastos en servicios básicos (agua, energía eléctrica, teléfono fijo, celular, salud), tenencia de la vivienda, bienes (casas, terrenos, fincas, negocios).

En servicio de agua (calidad por potabilidad, volumen y frecuencia), uso y tratamiento del agua, el conocimiento sobre la situación actual de la zona de recarga hídrica, aceptación de uso de medidores y el escenario contingente (Anexo 1).

**Disponibilidad a pagar.** El Método de Valoración Contingente (MVC) fue usado como método directo para encontrar la DAP (Disponibilidad a pagar) de los usuarios del servicio de agua. El MVC presenta un escenario hipotético que pregunta a encuestados cuánto estarían dispuestos a pagar por la conservación y mantenimiento de la zona de recarga hídrica, la microcuenca Piedra Parada. La función de DAP fue estimada usando una regresión lineal múltiple para investigar el efecto de variables socioeconómicas y otras variables que afecten en el valor total (Díaz 2002).

En el desarrollo del modelo de regresión; la variable dependiente es disponibilidad de pago del usuario (DISPONIBILIDAD) con los datos ingresados en lempiras por mes. Las variables independientes fueron ingresos del hogar (INGRESO), conocimiento de la situación en la microcuenca (CONOCIMIENTO), edad del entrevistado (EDAD), años de escolaridad del entrevistado (ESCOLARIDAD), número de habitantes por casa (HABITANTES), gastos en los servicios básicos (GASTOS), comprar agua purificada embotellada o en otras presentaciones (AGUAPURI), uso de llaves provenientes de pozo (USOLLAVE). Ingresos, gastos y comprar agua purificada se presentan en unidades de Lempiras; edad, escolaridad y habitantes se presentan en años y números naturales. Las variables conocimiento y uso de llaves del pozo son variables dicotómicas ya que fueron designadas a la respuesta Si=1 y No=0.

El programa estadístico usado para el estudio fue SPSS 15.0. Para el análisis del modelo se determinó aceptar valores con significancia o valor  $p$  hasta 0.20, para clasificar las variables que explican el modelo según el grado de significancia designamos:

Menos que 0.05	altamente significativo
Entre 0.06 – 0.15	significativo
Mayor que 0.20	no significativo

**Costo de oportunidad.** El costo de oportunidad para los productores representa la segunda mejor opción por dedicarse a sembrar árboles, en cuyo caso se consideró que los ingresos actuales de las actividades productivas representaban la mejor segunda opción por sembrar árboles. Para determinar el costo de oportunidad para los productores en Piedra Parada, se entrevistó a todos los propietarios de terrenos en la microcuenca. La zona de influencia para la zona de captación de agua consta de 533.11 hectáreas (762.89 mz) que han sido enmarcadas bajo protección intensiva en la Municipalidad bajo la consideración de influencia directa e indirecta por la metodología del área situada aguas arriba del sitio de captación de agua (Anexo 4). Esta zona está influenciada en relación a derivaciones de agua, vertimientos de aguas residuales, represamientos y los usos del suelo en el área de influencia. Una zona de influencia se considera de acuerdo al impacto ambiental que puede repercutir en un área determinada bajo específicas consideraciones de acuerdo al estudio.

La estructura de la encuesta para los productores en la microcuenca Piedra Parada tuvo variables cuantitativas y aspectos socioeconómicos como edad del encuestado, número de habitantes en los hogares, las actividades y usos que se realizan en los terrenos, sus rendimientos, precios del producto y gastos incurridos (Anexo 2). Con los datos obtenidos de las encuestas, se realizó por cada productor un estado de resultado, en cual muestra las utilidades reales para cada productor.

A partir de las utilidades de los productores se determina un promedio ponderado de utilidades de las actividades. Se determinó la utilidad de cada actividad por unidad de producción, para este caso la unidad de producción es la manzana, la utilidad por unidad de producción se obtuvo dividiendo la sumatoria de las utilidades por actividades de cada productor entre el área en producción de cada actividad. Posteriormente se determinó un promedio ponderado para determinar el costo de oportunidad por unidad de producción global, la ponderación refleja el peso de ingresos y área para las cuatro actividades. La ponderación tiene como objetivo estandarizar el costo de oportunidad sin castigar ninguna actividad ni sobrevalorar las mismas, es así que se dio un peso de acuerdo a las utilidades e intensidad del área trabajada (Cuadro 7).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} [2]$$

Dónde  $\bar{X}$  es la media ponderada,  $X_i$  son los datos obtenidos que es las utilidades de cada productor, y  $W_i$  es el peso que se designa a las utilidades de cada actividad.

**Modelos para determinar tarifas para el servicio de agua potable.** El modelo que se implementó para determinar las tarifas del servicio de agua fue el método de costeo propuesto por el Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (ERSAPS) y está basado en la Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento de Honduras, en el cual se determinan los costos que se incurren para el mantenimiento y operación del sistema de agua potable y se divide para el número de conexiones en el sistema.

El diseño de la tarifa debe ser capaz de recuperar los costos del servicio incluyendo los costos de operación y márgenes de utilidad del operador para el caso que aplique. El diseño tarifario para el servicio de agua potable debe permitir el acceso al servicio a la población de bajos ingresos, debe definir tarifas preferenciales las cuales deben ser aprobadas por los titulares del servicio. El modelo debe de incluir costos por las tareas de protección ambiental del área de donde se toma el agua para el servicio; también puede incluir un fondo de reserva que sirva para contingencia o imprevistos u otras eventualidades justificadas como la reserva de cuentas incobrables (ERSAPS 2009).

A través de un análisis se obtuvo los costos y las alternativas de inversiones que aseguren la sostenibilidad del sistema de distribución de agua potable en Lamaní. Se recabó información de la situación actual del sistema con la descripción de la situación de la toma

de agua, el número de conexiones, tanques de abastecimiento y red de distribución. Los costos de mantenimiento y operación, requerimientos de saneamiento y análisis del agua.

Se definirán dos tarifas, una tarifa fija según el número de llaves en la vivienda y la segunda tarifa será variable según el consumo de agua; ambas tarifas incluyen el costo de mantenimiento y operación del sistema de agua potable, el costo de oportunidad de los productores de la microcuenca y las inversiones respectivas para mejorar el sistema de agua potable. Se proponen dos escenarios de inversiones para la mejora del sistema, para la tarifa fija se plantea una inversión en un tanque de almacenamiento, para la tarifa variables se presenta una inversión en un tanque de almacenamiento e instalación de contadores de agua potables. Para la elaboración de las inversiones se consultó un especialista y se hicieron las respectivas cotizaciones. El tanque tendrá dimensiones de 100 m de largo, 100 m de ancho y 2 m de altura. Esta inversión será tomada en cuenta para la elaboración de tarifa fija para el pago del servicio de agua potable

El análisis financiero de las inversiones previstas se realizó con flujos de cajas con un periodo de vida útil de treinta años basado en la depreciación del sistema, tasa de descuento del 15% basado en el promedio de tasa usados para proyectos de esta índole en Honduras, se estableció la demanda anual con un crecimiento de 2% basado en el índice de crecimiento poblacional rural de Honduras y costos de mantenimiento y operación constante a lo largo de la vida útil del proyecto. La tarifa será la cual provea un VAN (Valor Actual Neto) igual a cero como se aplica para inversiones sociales, cubriendo de esta manera los costos e inversión del proyecto y el valor del dinero en el tiempo.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Determinación del tamaño de muestra para los habitantes del casco urbano.** Se realizó un muestreo aleatorio estratificado en el cual el criterio de estratificación fue basado en el número de habitantes por vivienda ubicado en el casco urbano con un tamaño de población de 527 casas. Se estableció un margen de error de 5% en el proceso de selección de la muestra, con un valor Z para el nivel de confianza de 95%. Se eliminaron las observaciones reconocidas como outliers, en el que el criterio de eliminación se basó en más y menos tres desviaciones estándar, teniendo una población final de 510 casas. Se eliminaron observaciones con un número de habitantes por casa mayor a 9 casas. Se obtuvieron cuatro estratos con su desviación, pesos de cada estrato y número de observaciones por estrato (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estratificación para la población del casco urbano:

Estratos (N° de habitantes)	$N_i$	Desviación Estándar	$W_i$	$n_i$
1 a 2	79	0.49	0.15	14
3 a 4	221	0.5	0.43	38
5 a 7	182	0.8	0.36	31
8 a 9	28	0.51	0.05	5
Total	510		1	88

$N_i$ : Número total de observaciones por estrato.

$W_i$ : Peso por estrado.

$n_i$ : Número de observaciones muestreadas por estrato.

Se obtuvo una muestra significativa de 88 observaciones. Por disponibilidad de recursos se aplicaron 105 encuestas finales, para el estrato de 1 a 2 habitantes se aplicaron 15 encuestas, para el estrato de 3 a 4 habitantes se designaron 40 encuestas, para el estrato de 5 a 7 habitantes se corrieron 40 encuestas y para el estrato 8 a 9 habitantes se aplicaron 10 encuestas.

**Caracterización socioeconómica de los usuarios del sistema de agua potable de Lamaní.** Recopilamos 105 encuestas, que representa un 20% de la población total para desarrollar la caracterización socioeconómica del casco urbano en general. Las características socioeconómicas recopiladas mediante las encuestas y el comportamiento de las mismas en la población se analizaron basados en la información primaria recabada (Cuadro 2).

Las variables de gastos en agua purificada, disponibilidad a pagar, gastos en servicios básicos e ingresos son presentados en lempiras. Las variables de edad y escolaridad están medidas por años; habitantes por casa y llaves son medidas por unidades. Las variables dicotómicas donde se asigna a las respuestas Sí un valor de uno y a No un valor de cero son: conocimiento, factibilidad de medidores, uso de llaves de agua de pozo y tenencia de vehículo. Las variables categóricas tenemos calidad con valores de 1 (excelente), 2 (buena), 3 (regular) y 4 (mala); problemas en la frecuencia del recibo de agua tiene designaciones para invierno (1), verano (2) y todo el año (3). En tenencia de vivienda tenemos categorías en totalmente pagada (1), casa pagando (2), casa prestada (3) y alquilada (4). En ocupación u trabajo se designó a labrador (1), jornalero (2), profesional (3) y ama de casa (4). En tratamiento que se aplica al agua potable es designado a usuarios que no dan tratamiento (0), cocción (1), clorificación (2), ozonificación (3), filtración (4) y solidificación (5).

Cuadro 2. Caracterización de la población urbana del Municipio de Lamaní.

VARIABLES	Media	Unidad
Gasto en agua purificada	60.45	L.
Calidad percibida del sistema de agua potable	2.31	Categórica
Conocimiento de la situación de la zona de recarga hídrica	0.44	Dicotómica
Disponibilidad a pagar para protección de la zona de recarga hídrica	24.24	L.
Edad del jefe de familia	46	años
Escolaridad del jefe de familia	7	años
Frecuencia del suministro de agua potable	2	Categórica
Gastos en servicios básicos	1058.06	L.
Habitantes por casa	5	unidad
Ingresos familiares	7486.67	L.
Numero de llaves por casa	3	unidad
Aceptación de contadores de agua	0.36	Dicotómica
De acuerdo con la protección de la microcuenca	1	Dicotómica
Tenencia vivienda	1.16	Categórica
Trabajo u Oficio	2.26	Categórica
Tratamiento agua antes de ser consumida	0.5	Categórica
Uso de llaves publicas	0.72	Dicotómica
Tenencia de Vehículo	0.4	Dicotómica

#### Indicadores socioeconómicos:

Se encontró variables sociales que marcan las características de los habitantes en los hogares del Municipio de Lamaní. En promedio la edad de las personas encuestadas es de 46 años, encontrando personas desde 18 hasta 81 años de edad. Los años de escolaridad

promedio son 7 años de estudio del jefe de hogar, con una dispersión hasta 16 años de estudio y personas sin años de escolaridad. En comparación de los años de estudio promedio del jefe de hogar en Honduras en la zona rural que es de 4,8 años, el promedio en Lamaní es superior al promedio nacional. Un 60% de los entrevistados han terminado sus estudios primarios. En las viviendas hay 5 personas promedio que las habitan, con una dispersión desde una persona hasta 9 habitantes por casa.

Las variables económicas marcan que el trabajo u ocupación del jefe de familia mayormente encontrado es labrador (33%) el cuál es propietario de la tierra mientras que el jornalero (26%) trabaja tierras para otros dueños. La mayoría de los habitantes (59%) no poseen vehículo, y un 94% en cuanto a la tenencia de la vivienda es propia o está totalmente pagada. El promedio de ingresos por hogar es de L. 7,486.00 con una dispersión desde L. 2,000.00 a L. 40,000.00, el 51% de los hogares tiene ingresos hasta L. 5,000.00. En comparación con el ingreso promedio de la zona rural en Honduras de L. 1,652.00 el valor promedio de ingreso en Lamaní de L. 7,485.00 es superior. Los gastos promedios en servicios como energía eléctrica, agua, teléfono fijo, celular y salud son L. 1,058.00 y los gastos van desde L.35.00 únicamente pago de tarifa del agua hasta L. 7,405.00 lempiras en pago por servicios básicos.

#### Indicadores del sistema de agua potable:

Los usuarios fueron encuestados a cerca de la percepción del servicio del sistema de agua potable. El 57% de los usuarios tienen en promedio de una a dos llaves por casa, siendo la dispersión desde una a 5 llaves que poseen los entrevistados por casa. El 49% de los hogares compran agua purificada, los gastos por la compra de agua purificada en promedio es de L. 60, compras máximas de L. 1,050.00 por mes hasta personas que no compran agua purificada (51%). El 72% de los hogares hacen uso de las llaves públicas de agua de pozo, se presenta que un 73% de la población no le da tratamiento al agua potable ya que no la usa para tomar directamente, un 80% dedica sólo a uso doméstico al agua.

Para evaluar la percepción de calidad se tomaron en cuenta tres parámetros como volumen, disponibilidad y potabilidad con calificaciones de excelente, buena, regular y mala. El 53% de la población considera que la calidad del agua es buena, mientras que el 36% considera que la calidad es regular. El parámetro de calidad con percepción regular en calidad fue potabilidad. El 54% de los usuarios presentan problemas en la frecuencia del servicio de agua potable durante la época de verano durante algunas horas del día, un 20% de los usuarios tiene problemas de frecuencia del servicio en invierno por uno o dos días al año, seguido por un 25% que presenta problemas todo el año durante algunas horas.

Era imprescindible determinar el grado de conocimiento de la situación actual de la zona de recarga hídrica, la microcuenca Piedra Parada por parte de los usuarios. El 56% de los usuarios no tenían conocimiento de la situación actual de la microcuenca Piedra Parada, pero si saben que es la fuente de recarga hídrica y el 44% sabía que se presentaban problemas de contaminación por desechos por la cosecha de café e incendios repetidas veces. Las otras causas eran incendios esporádicos, deforestación y presencia de actividades agrícolas y ganaderas. Cuando se les cuestionó si creen que la zona de recarga

hídrica necesita protección y conservación para mejorar la calidad del agua el 91% de los usuarios respondieron que definitivamente sí. Sin embargo cuando los usuarios fueron encuestados a cerca de la instalación de un medidor para mejorar el manejo del recurso de agua el 64% respondió que no estaría de acuerdo.

El escenario contingente presentó la problemática actual de la microcuenca Piedra Parada y el motivo del análisis para saber cómo mejorar el servicio de agua en la comunidad de Lamaní. Se cuestionó al usuario si estarían dispuestos a un pago adicional de la tarifa que asegure la protección y mantenimiento del servicio para su sostenibilidad a largo plazo. Se obtuvo un promedio de 24.24 lempiras incluyendo usuarios que no aceptan el escenario y no están dispuestos a pagar un valor adicional, hasta usuarios con un máximo de DAP de L. 200.

**Caracterización de los productores de la microcuenca Piedra Parada.** En una microcuenca los productores aguas arriba son parte muy importante del manejo adecuado del agua. Ellos deberían ser incorporados, para que el modelo sea sostenible se obtuvieron los datos de las entrevistas realizadas a los productores y propietarios en la microcuenca Piedra Parada con el fin de caracterizarlos socioeconómicamente; saber el grado de conocimiento de la microcuenca esperando que tengan mayor información de la situación actual así como conocer los usos que se dan a las tierras en la microcuenca y obtener el costo de oportunidad de los mismos.

La edad promedio de los propietarios y explotadores entrevistados es de 61 años, encontrando personas desde 37 hasta 85 años de edad, estos productores presentan edades avanzadas. Los años de escolaridad promedio son 2.6 años de estudio, con una dispersión hasta 12 años de estudio y personas analfabetas. En comparación de los años de estudio promedio del jefe de hogar en la zona rural de Honduras que es de 4,8 años, el promedio de los productores de la microcuenca Piedra Parada es inferior al promedio nacional lo que significa que tienen menos preparación académica y por ende pueden tener menos ingresos al hogar. En el número de habitantes por casa hay un promedio de 6 personas, con una dispersión desde 3 personas hasta 12 habitantes por casa. . El único trabajo u ocupación como jefe de familia encontrado en los productores fue labrador, es decir que trabaja sus tierras en actividades agropecuarias.

La descripción de las características económicas de los productores de la microcuenca Piedra Parada detalla que la mayoría de los habitantes (53%) no poseen vehículo, mientras que el 100% de los productores son dueños de su vivienda o se encuentra totalmente pagada. El promedio de ingresos por hogar de los productores es de L. 7,284.00 con un rango de L. 13,452. En comparación con el ingreso promedio de la zona rural en Honduras que es L. 1,652.00 el valor promedio de ingreso de los productores de la microcuenca Piedra Parada con L. 7,284.00 es considerablemente superior.

El grado de conocimiento que tienen los productores de la situación actual de la zona de recarga hídrica, la microcuenca Piedra Parada fue mayor que el grado de conocimiento de los usuarios de Lamaní con un 73% a diferencia de un 44%. El conocimiento que presentan los productores muestra que existen problemas de contaminación por desechos por la cosecha de café, incendios esporádicos y deforestación; a su vez también reconocen



que hay zonas de conservación y área sin explotación en la zona de recarga hídrica que es el mayor porcentaje de toda el área de la microcuenca. Cuando se les cuestionó si creen que la zona de recarga hídrica necesita protección y conservación para mejorar la calidad del agua el 100% de los productores respondieron que indudablemente es necesario tomar esta medida.

**Determinación de los costos de mantenimiento y operación del sistema de agua potable.** Actualmente, la Municipalidad de Lamaní no cuenta con un sistema de costos de mantenimiento y operación sostenible del sistema de agua potable, los costos incurridos han sido durante muchos períodos el salario de fontanero y gastos de reparaciones o cambios necesarios que se presenten esporádicamente. Se presenta una estructura de los costos detallados basado en el mantenimiento y operación del sistema de agua potable para la Municipalidad de Lamaní (Cuadro 3).

Cuadro 3. Planilla de pago a recurso humano del sistema de agua potable.

N°	Cargo	Sueldo Base (L.)	Bono 13/14 (L.)	Vacaciones (L.)	Aportación anual IHSS (L.)	Sueldo anual (L.)
1	Administración	7,000.00	14,000.00	2,333.33	6,048.00	106,381.33
2	Fontanero	7,000.00	14,000.00	4,666.67	6,048.00	108,714.67
Total gasto de personal						215,096.00

Para obtener los costos de mantenimiento y operación del sistema de agua potable en Lamaní se tomó en cuenta los salarios para un administrador, fontanero permanente y contrato a terceros para actividades esporádicas. El sueldo anual está basado en conformidad a las leyes laborales aplicables en Honduras (Cuadro 4).

Cuadro 4. Costos detallados de mantenimiento y operación del sistema de agua potable para la Municipalidad de Lamaní

Categorías	Componente	Consumo anual	Unidad de medida	Precio unitario (L.)	Gasto proyectado (L.)
Combustible	Gasolina Regular	100	galones	98.15	9,815.00
	Diesel	250	galones	86.90	21,725.00
Químicos para el tratamiento de agua	Cloro granular HTH 65%	39	Baldes	2,762.64	107,742.96
Control de calidad de agua	Análisis básico (coliformes, bacterias, dureza, pH, cloro residual)	12	Global	926.00	11,112.00
	Análisis de elementos	3	Global	1,335.00	4,005.00
Herramientas	Piocha	2	Unidad	200.00	400.00
	Pala	2	Unidad	200.00	400.00
	Barras	2	Unidad	350.00	700.00
	Carreta	2	Unidad	750.00	1,500.00
Otros implementos	Uniforme	2	Unidad	400.00	800.00
	Botas	2	Unidad	150.00	300.00
	Casco	2	Unidad	200.00	400.00
	Capote	2	Unidad	150.00	300.00
Otros costos de operación y mantenimiento	Mantenimiento de tanques	24	Global	150.00	3,600.00
	Limpieza de presas	24	Global	150.00	3,600.00
Otros Costos	Fondo de reserva (estimación)	1	Global	2,500.00	2,500.00
	Imprevistos	1	Global	5,000.00	5,000.00
	Materiales reparación (estimación anual)	1	Global	5,000.00	5,000.00
Costos totales de mantenimiento y operación					178,899.96

Para obtener los costos de mantenimiento se tomó en cuenta gastos de combustible en viajes de los operadores; gastos de tratamientos y control de calidad de agua; materiales y herramientas necesarias para desarrollar actividades cotidianas y eventuales entre otros gastos incurridos. Se listó los requerimientos, cantidad y precios actuales de todos los costos que se deben incurrir para asegurar el buen funcionamiento y sostenibilidad del servicio de agua potable para beneficio de los usuarios de Lamaní (Cuadro 5).

Cuadro 5. Costos ideales de mantenimiento y operación para el sistema de agua potable en Lamaní.

N°	Componente	Costo (L.)
1	Personal	215,096.00
2	Combustible	31,540.00
3	Gasto en químicos para el tratamiento de agua	107,742.96
4	Gasto en control de calidad de agua	15,117.00
5	Herramientas	3,000.00
6	Otros implementos	1,800.00
7	Contrato a terceros	7,200.00
8	Otros Costos	12,500.00
Costos totales de mantenimiento y operación		393,995.96

El costo de mantenimiento y operación total anual para el sistema de agua potable en Lamaní es de L. 393,995.96, basado en el número de conexiones totales de 532. El costo total anual de mantenimiento y operación puede ser cubierto con un aporte mensual por usuario de L. 64.80.

**Determinación de la disponibilidad a pagar de los usuarios del servicio de agua en Lamaní.** La disponibilidad a pagar significa la percepción de valor que el usuario tiene a cerca de un servicio o recurso. Las personas que aceptaron el escenario hipotético de la conservación de la zona de recarga hídrica y una mejora en calidad del agua fueron 82 usuarios, este es el número de observaciones finales para la regresión del modelo de DAP. El modelo estadístico aplicado fue la regresión lineal múltiple con el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) que determinaron la influencia de variables predictoras (Cuadro 6).

Cuadro 6. Variables explicativas de DAP del modelo general a los usuarios de Lamaní

Variabes	Beta	T	Sig.	Media	Error Std.
Constante	21.313	1.565	0.122	0.000	13.616
Usollaves	-12.685	-1.791	0.077*	0.700	7.081
Ingresos	0.002	2.688	0.009**	7878.050	0.001
Gastos	0.005	1.595	0.115*	1096.330	0.003
Conocimiento	-0.128	-0.020	0.984	0.450	6.285
Edad	0.129	0.633	0.529	44.880	0.203
Habitantes	-0.862	-0.538	0.592	4.780	1.601
Aguapuri	0.039	1.759	0.083*	65.880	0.022
Escolaridad	-0.642	-1.056	0.295	7.410	0.608

\*\*Muy significativo

\*Significativo

El modelo de regresión general determinó la disponibilidad a pagar de los usuarios del sistema de abastecimiento de agua potable en el Municipio de Lamaní. Las variables introducidas en el modelo fueron el uso de llaves de agua de pozo, los ingresos por hogar, gastos de servicios básicos, conocimiento de la situación actual en la zona de recarga hídrica, la edad de los usuarios entrevistados, el número de habitantes por casa, los gastos en comprar agua purificada y los años de estudio del entrevistado. Los valores beta nos explican el cambio porcentual en la variable dependiente en el cambio porcentual de cada variable independiente cuando las demás variables se mantienen constantes. Los valores T y la significancia nos dicen el grado de significancia de cada una de las variables independientes del modelo que fueron introducidas.

**Modelo de regresión general completo.** El modelo de regresión general explica la acción de los valores betas y las medias de las variables para el resultado del valor final de la variable dependiente DAP. Las variables introducidas para el modelo general son uso de llaves de pozo, los ingresos de los usuarios, gastos en los servicios básicos, el conocimiento que tienen a cerca de la zona de recarga hídrica, la edad de los entrevistados, número de habitantes por hogar, el consumo de agua purificada y el nivel de escolaridad o años de estudios.

Ecuación completa:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 \quad [3]$$

Disponibilidad = Constante +  $\beta_1$  (Usollaves) +  $\beta_2$  (Ingresos) +  $\beta_3$  (Gastos) +  $\beta_4$  (Conocimiento) +  $\beta_5$  (Edad) +  $\beta_6$  (Habitantes) +  $\beta_7$  (Aguapuri) +  $\beta_8$  (Escolaridad)

$$\begin{aligned} \text{DAP} = & 21.313 - 12.685 X_1 + 0.002 X_2 + 0.005 X_3 - 0.128 X_4 + 0.129 X_5 - 0.862 X_6 \\ & \quad (-1.791) \quad (2.688) \quad (1.595) \quad (-0.020) \quad (0.633) \quad (-0.538) \\ & + 0.039 X_7 - 0.642 X_8 \\ & \quad (1.759) \quad (-1.056) \end{aligned}$$

Donde:

Y= Disponibilidad a pagar

X<sub>1</sub> = Uso de llaves

X<sub>2</sub> = Ingresos familiares

X<sub>3</sub> = Gastos de servicios básicos

X<sub>4</sub> = Conocimiento de la situación actual en la microcuenca

X<sub>5</sub> = Edad del jefe de familia

X<sub>6</sub> = Número de habitantes por casa

X<sub>7</sub> = Gastos en agua purificada

X<sub>8</sub> = Años de escolaridad

$$\begin{aligned} \text{DAP: } & 21.313 - (12.685)(0.70) + (0.002)(7878.05) + (0.005)(1096.33) - (0.128)(0.45) \\ & + (0.129)(44.88) - (0.862)(4.78) + (0.039)(65.88) - (0.642)(7.41) \end{aligned}$$

DAP= 33.15 lempiras

**Modelo de Regresión Parcial.** El coeficiente de determinación  $R^2$ , es una medida de bondad de ajuste del modelo que explica la fracción de variación de la variable dependiente (DAP) que es explicada por mis variables independientes ( $X_i$ ). El rango del valor del coeficiente de determinación es de cero a uno; mientras más se acerque a uno mejor es la bondad de ajuste del modelo. El valor  $R^2$  de este modelo no es muy fuerte o significativo para explicar la fortaleza de variación en la variable DAP.

$$R^2 = 0.319 \quad R^2 \text{ ajustado} = 0.244$$

Valor F (4.275) que es el valor de la significancia general en comparación con el valor F tabular (2.05), señala que al menos uno de los coeficientes de las variables independientes es diferente de cero. El valor F del modelo tiene un valor p o de significancia (.000).

Valor de Durbin-Watson nos dice la correlación que puede haber entre miembros de las series de tiempo o las observaciones. Este valor  $d$  (1.958) se encuentra sobre el rango de los parámetros para determinar si existe o no correlación demostrando que no hay evidencia de correlación serial de primer orden (autocorrelación).

Las variables significativas que explican la Disponibilidad a Pagar (DAP) son: Ingresos mensuales de los usuarios (INGRESOS), Gastos en los servicios básicos (GASTOS), compra de agua purificada (AGUAPURI) y el uso de llaves de agua de pozo (USOLLAVE). Las cuatro variables restantes no fueron significativamente representativas que expliquen directamente la influencia en la variable dependiente Disponibilidad a pagar (DAP).

La explicación de estas variables para la influencia en la DAP está basada en el valor beta, ya sea negativo o positivo. En el caso de la variable compra de agua purificada con beta positivo las personas que compran agua para consumo tienen la disposición de un pago adicional mayor ya que ellos gastan adicionalmente en agua purificada y no consumen el agua directa de las llaves ni bajo ningún tratamiento. La variable uso de llaves de pozo con beta negativo indica que la gente que no usa estas llaves estarán dispuestas a pagar más ya que consumen el agua potable de la Municipalidad para tomar bajo tratamientos diferentes (cocción, cloración). Las variables de ingresos y gastos demuestran la relación directa con la DAP ya que mientras aumenten los gastos e ingresos de los usuarios estarán disponibles a un aumento en la DAP. Estas variables económicas muestran el poder de adquisición del usuario y expresan el nivel de vida del mismo.

Ecuación Parcial:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 \quad [4]$$

Disponibilidad = Constante +  $\beta_1$  (Ingresos) +  $\beta_2$  (Gastos) +  $\beta_3$  (Aguapuri) +  $\beta_4$  (Usollave)

$$DAP = 21.313 + 0.002 X_1 + 0.005 X_2 + 0.039 X_3 - 12.685 X_4$$

(2.688)      (1.595)      (1.759)      (-1.791)

Donde:

Y= Disponibilidad a pagar

X<sub>1</sub> = Ingresos familiares

X<sub>2</sub> = Gastos de servicios básicos

X<sub>3</sub> = Gastos en agua purificada

X<sub>4</sub> = Uso de llaves

$$DAP = 21.313 + (0.002)(7,878.05) + (0.005)(1,096.33) + (0.039)(65.88) - (12.685)(0.695)$$

$$DAP = 36.30 \text{ lempiras}$$

La media aritmética de DAP es 24 lempiras, dicho valor es la media que se obtiene sumando los valores obtenidos en las encuestas del escenario contingente para la DAP de los usuarios entre el total de usuarios entrevistados.

La disponibilidad a pagar de los usuarios del servicio de agua de Lamaní obtenido en el modelo de regresión ajustado es un valor de L. 36.30. La DAP del modelo de regresión ajustado es un valor mayor a la media aritmética DAP gracias a la influencia de las variables representativas como son ingresos de los usuarios, gastos en servicios básicos, consumo de agua purificada y el uso de llaves de agua de pozo. La disponibilidad a pagar que se espera recaudar en base al modelo será L. 229,824.00 anuales, para destinar en la conservación de la zona de recarga hídrica.

Hay significativa diferencia entre la media aritmética DAP de L. 24.00 y la DAP del modelo de regresión general L. 36.00, debido a un bajo ajuste del modelo ( $R^2$  ajustado = 0.244) por factores externos. La DAP obtenida en el modelo de regresión para este estudio es más baja que la DAP encontrada en el estudio realizado en Honduras (L. 41.33) para un plan de pago por servicios ambientales del recurso agua en el municipio de Morocelí, El Paraíso (L. 36.30). La diferencia que existe entre el resultado de las DAP se debe a la aplicación de las encuestas a los usuarios, en el estudio realizado en el Municipio de Lamaní fue una encuesta directa realizada a los usuarios del casco urbano, en el caso del estudio realizado en el Municipio de Morocelí en el año 2002 se realizó una campaña de concientización a los usuarios a cerca de la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable, y que también conocieran los principales problemas que existen en la microcuenca (Díaz, 2002).

**Costo de oportunidad de los productores en la microcuenca Piedra Parada.** En su gran mayoría los problemas que presenta el sistema de agua potable con respecto a la calidad y cantidad del recurso, está estrechamente relacionado con el uso irracional del recurso agua. Los principales problemas que afectan la calidad del recurso son: el avance de la frontera agrícola, técnicas convencionales de producción, incendios forestales, uso irracional de agroquímicos y deforestación. Cualquier estrategia a implementar para mejorar la calidad del servicio tendrá que tomar en cuenta a los productores que realizan actividades agropecuarias dentro de la zona de influencia para la microcuenca.

En el área de esta microcuenca se realizan diversas actividades agrícolas y ganaderas con destino comercial y autoconsumo. El cultivo de café se destina a la venta de

intermediarios; al contrario los cultivos de maíz, frijol y la ganadería lechera son de subsistencia, ya que son destinados al consumo de cada hogar. Los productores que intervienen en la zona de la microcuenca con las actividades agropecuarias representan una amenaza para la sostenibilidad del sistema de agua de Lamaní. La zona intervenida por los agricultores y ganaderos representa el 17.63% del total del área de influencia de la microcuenca, esto representa 134.5 manzanas en producción agropecuaria. Se presenta también propietarios que no realizan ninguna actividad agropecuaria la cual representa 82.37% del área total de influencia.

En la búsqueda del costo de oportunidad de estos agricultores se reconocieron las actividades que realizan en la zona de influencia de la microcuenca Piedra Parada, el número de productores y el área de intervención. La producción de café cuenta con cinco productores, la ganadería lechera con cinco ganaderos, dos productores para la producción de maíz y un productor de frijol ocupando una extensión de 19.5, 109, 4 y 2 manzanas respectivamente. El costo de oportunidad será equivalente a las utilidades que los productores dejarían de percibir al no realizar ninguna actividad para proteger la microcuenca (Cuadro 7).

Cuadro 7. Costo de oportunidad promedio ponderado general de los productores de la microcuenca Piedra Parada

Descripción	Café	Leche	Maíz	Frijol	Sumatoria
Promedio de Utilidades (L.)	21,743.59	411.74	1,875.00	6,250.00	30,280.33
Área (mz)	19.50	109.00	4.00	2.00	134.50
Peso (área)	0.14	0.81	0.03	0.01	1.00
Peso (utilidades)	0.72	0.01	0.06	0.21	1.00
Ponderación	0.66	0.82	0.09	0.22	2.00
Ponderación/Utilidades	18,765.97	339.28	171.86	1,382.97	20,660.08
Promedio ponderado de Costo de oportunidad (L.)					10,330.04

El cuadro anterior muestra las actividades con sus respectivas utilidades promedio anuales y el área utilizada por cada actividad. La ponderación es el resultado de la multiplicación de los pesos de área y utilidades; esta se usó para determinar el promedio ponderado de las utilidades, que a su vez se traduce en el costo de oportunidad de los productores de la microcuenca Piedra Parada. La actividad con mayor promedio de área utilizada es la de ganado lechero y la actividad con mayor promedio de utilidad es el cultivo de café.

El costo de oportunidad por manzana tomando en cuenta todas las actividades es de L. 10,330.04 anual. El monto total para cubrir el costo de oportunidad de las 134.5 manzanas será de L. 1,389,390.54 anuales. Este promedio ponderado tiene un efecto que sobrevalora las actividades de ganadería de leche, producción de maíz y frijol. Este monto elevaría el pago para la conservación de la microcuenca Piedra Parada, provocando un impacto económico alto para los usuarios del servicio de agua potable. Se propone un costo de oportunidad ajustado con el fin de no sobrevalorar las actividades de producción de leche, maíz y frijol, disminuyendo el impacto económico en la tarifa para los usuarios.

El valor del costo de oportunidad promedio ponderado obtenido castiga a los productores de café y sobrevalora las demás actividades agrícolas y ganaderas. Los L.10,330.04 se usarán como valor ajustado del costo de oportunidad para la actividad cafetalera. Las demás actividades tendrán como costo de oportunidad el valor equivalente a las utilidades promedio por manzana. Para ganadería de leche tendremos la utilidad promedio de L. 411.74, producción de maíz con L. 1,875.00 y frijol de L. 6,250.00 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Costo de oportunidad de los productores en la microcuenca Piedra Parada ajustada basado en las utilidades promedio por actividad y el costo de oportunidad promedio ponderado general

N°	Actividad	Área (mz)	Utilidad (L.)	Utilidad total (L.)	Costo de oportunidad ajustado (L.)	Costo ajustado final (L.)
1	Cultivo de café	7.00	138,900.00	138,900.00	72,310.29	72,310.29
2	Cultivo de café	1.00	28,900.00	34,900.00	10,330.04	23,505.82
	Ganadería de leche	32.00	6,000.00		13,175.78	
3	Cultivo de maíz	2.00	1,600.00	1,600.00	3,750.00	3,750.00
4	Cultivo de café	8.00	180,000.00	196,320.00	82,640.33	97,463.08
	Ganadería de leche	36.00	16,320.00		14,822.75	
5	Cultivo de café	1.50	16,800.00	19,200.00	15,495.06	21,671.21
	Ganadería de leche	15.00	2,400.00		6,176.15	
6	Cultivo de café	2.00	59,400.00	59,400.00	20,660.08	20,660.08
7	Ganadería	6.00	17,760.00	17,760.00	2,470.46	2,470.46
8	Cultivo de maíz	2.00	5,900.00	5,900.00	3,750.00	3,750.00
9	Cultivo de frijol	2.00	12,500.00	14,900.00	12,500.00	20,734.86
	Ganadería de leche	20.00	2,400.00		8,234.86	

El cuadro anterior refleja las utilidades totales para cada productor, detalla el costo total de oportunidad ajustado según la cantidad de terreno que tenga cada uno. Es notoria la diferencia que existe entre las utilidades reales y el costo de oportunidad ajustado. El monto total para cubrir el costo de oportunidad anual de todas las actividades será de 266,315.80 lempiras. Este valor de costo de oportunidad ajustado utilizado disminuye el monto total requerido para satisfacer el costo de oportunidad de los productores.

**Plan estratégico para protección de la zona de recarga hídrica.** El plan estratégico para la protección de la microcuenca Piedra Parada constituye una herramienta en la cual los productores dejan de realizar las actividades agropecuarias que causan un impacto negativo sobre la calidad del agua potable. Con el fin de evitar o disminuir los efectos negativos en el medio ambiente se crea un subsidio para los productores de la zona de recarga hídrica, asegurando la sostenibilidad del recurso hídrico para cubrir las necesidades de las generaciones presentes y futuras. El uso adecuado del suelo, cuidar la



calidad del agua y su uso, la conservación y el manejo de vegetación así como mantener la biodiversidad de la microcuenca asegura la sostenibilidad del recurso hídrico.

Este plan tiene como objetivo incorporar las 134.5 manzanas explotadas por actividades agropecuarias en la zona de la microcuenca en un plazo de diez años a las tarifas planteadas, con el fin de reducir el impacto en el aporte de los usuarios al costo de oportunidad. Es así que la incorporación por cada año vigente tendrá un costo promedio nominal de L. 26,631.00, que se acumulará hasta el año 10 con el pago total del costo de oportunidad con el valor nominal que asciende a L. 266,315.80. El plan estratégico trata de incorporar el área distribuida en las actividades que causan mayor impacto ambiental en la zona de recarga hídrica en los primeros años de aplicabilidad. Al final de los diez años el total del área de todas las actividades agropecuarias será incorporada finalmente (Cuadro 9).

Cuadro 9. Incorporación anual del área de producción en la microcuenca Piedra Parada al plan estratégico de protección.

Año	Área incorporada anualmente (mz)				Costo anual (L.)	Costo anual de incorporación (L.)	Aporte mensual por usuario (L.)	Aporte acumulado por usuario (L.)
	Café	Leche	Maíz	Frijol				
1	2.00	15.00			26,836.23	26,836.23	4.20	4.20
2	2.00	15.00			26,836.23	53,672.46	4.20	8.41
3	2.00	15.00			26,836.23	80,508.69	4.20	12.61
4	2.00	15.00			26,836.23	107,344.92	4.20	16.81
5	2.00	15.00			26,836.23	134,181.15	4.20	21.02
6	2.00	15.00			26,836.23	161,017.37	4.20	25.22
7	2.00	15.00			26,836.23	187,853.60	4.20	29.43
8	2.00	2.00	2.00		25,233.57	213,087.17	3.95	33.38
9	2.00	2.00	2.00		25,233.57	238,320.74	3.95	37.33
10	1.50			2.00	27,995.06	266,315.80	4.39	41.72

El cuadro anterior muestra la cantidad en manzanas que se incorporaran al programa anualmente, el costo que se incurrirá por dicha incorporación y el aporte mensual por usuario. La implementación del plan estratégico trae consigo la inconformidad por parte de los productores al tener que cambiar sus actividades a otras zonas agrícolas y el no cubrir sus utilidades en su totalidad en el caso de los productores de café.

**Costos adicionales para mejorar el servicio.** En conocimiento de la situación actual del sistema de distribución de agua potable en Lamaní se proponen dos proyectos como costos adicionales para obtener la mejora en el servicio a los usuarios del sistema. Las bases para determinar estas inversiones fueron tomadas por la falta de racionalización del recurso ya que no se toma en cuenta el volumen de agua consumido ni el uso eficiente del mismo; por otra parte la falta de frecuencia del recurso agua varias horas en el día a lo largo del año e intensificación en verano.

**Proyecto de inversión de tanque de almacenamiento.** Actualmente existe un déficit entre la demanda y la oferta de agua. Este déficit se da por la falta de capacidad de almacenamiento que tiene el sistema de distribución de agua potable, debido a que solo existen dos tanques de almacenamiento que en conjunto tienen una capacidad de 340 m<sup>3</sup>. Estos tanques son llenados tres veces durante el día para suplir la demanda, por lo cual en el periodo que toma el llenado de los tanques, los usuarios no tienen el servicio. En vista de este problema se propone construir un tanque de almacenamiento de 800 m<sup>3</sup> de capacidad, esto con el fin de tener agua disponible para que los usuarios hagan uso del servicio (Cuadro 10).

Cuadro 10. Presupuesto de Inversión para la construcción de tanque de abastecimiento de 800 m<sup>3</sup>.

Nº	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio (L.)	Total (L.)
1	Cemento gris	1,220	Unidad	158.00	192,760.00
2	Arena de rio	156	m <sup>3</sup>	235.00	36,660.00
3	Grava de fabrica	78	m <sup>3</sup>	500.00	39,000.00
4	Bloque de 6 pulg.	2,000	Unidad	12.00	24,000.00
5	Celecto	60	m <sup>3</sup>	150.00	9,000.00
6	Piedra Ripion	42	m <sup>3</sup>	220.00	9,240.00
7	Varias de 3/8	900	Unidad	120.00	108,000.00
8	varias de ¼	650	Unidad	45.00	29,250.00
9	Alambre de amarre	230	Libras	18.00	4,140.00
10	Clavo de 2 1/2 pulg.	1	Caja	900.00	900.00
11	Impermeabilizante	5	Baldes	3,000.00	15,000.00
12	Tabla de 1*10*16	2,000	Pies	18.00	36,000.00
13	Palos 2*4*16	427	Pies	18.00	7,686.00
14	Reglas de 1*4*16	214	Pies	18.00	3,852.00
15	Mano de obra	1	Global	255,000.00	255,000.00
16	acarreo de materias	1	Global	7,000.00	7,000.00
Total inversión para tanque de almacenamiento de 800 m <sup>3</sup>					777,488.00

El presupuesto describe la mano de obra, materiales y accesorios necesarios para la construcción del tanque de abastecimiento del sistema de agua potable así como la cantidad y costo de los mismos.

**Proyecto de instalación de contadores de agua potables.** El sistema de cobro actual está basado en una tarifa fija mensual de L. 35, este valor sin tomar en cuenta el volumen consumido del servicio. Esto provoca un uso irracional del recurso agua por parte de los usuarios. La inversión en un sistema de medición del consumo trae consigo la valoración eficiente del servicio. La instalación de contadores de agua o mejor conocidos como medidores, permitirá calcular el volumen en metros cúbicos consumidos por el usuario y de este modo elaborar una tarifa variable según el consumo (Cuadro 11).

Esta inversión consta de un contador de agua que permite medir el volumen consumido por usuario, una válvula cheque que no permite que el agua regrese a la tubería principal de distribución y una válvula de balón o llave de paso para cercar al flujo de agua hacia la red de distribución domiciliar.

Cuadro 11. Presupuesto de Inversión para instalación de contadores de agua

N°	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio (L.)	Total (L.)
1	Contador p/agua plast.1/2plg calibre X	532	Unidad	455.36	242,251.52
2	Caja para contador	532	Unidad	500	266,000.00
3	Válvula 100-1/2 cheque Europa	532	Unidad	111.61	59,376.52
4	Válvula 098 1/2 de balón ideal	532	Unidad	147.32	78,374.24
5	Camisa PVC (unión) pot.1/2-plg.lisa	1064	Unidad	1.79	1,904.56
6	Codo PVC pot.1/2-plg.liso	2128	Unidad	2.23	4,745.44
7	Adaptador PVC macho pot.1/2-plg.	2128	Unidad	1.52	3,234.56
8	Adaptador PVC hembra pot.1/2-plg	1064	Unidad	1.88	2,000.32
9	Pegamento PVC master bond 7045-1/4 c/brochin	3	1/4 Galón	214.29	642.87
10	Lija p/metal c99-080c 9x11 pulg. papel uso c/agua	10	Unidad	6.79	67.90
11	Sierra p/h.sandcut 3905300-18dx12	10	Unidad	17.28	172.80
12	Tubo PVC pot.sdr13.5 1/2x20'	131	Unidad	34.82	4,558.13
13	Mano de obra	1	Global	159,600.00	159,600.00
Total de inversión					822,928.86

El presupuesto describe la mano de obra, materiales, accesorios e instrumento necesarios para la instalación de los contadores de agua potable, la cantidad y costo de los mismos. El monto final de la inversión para la instalación de contadores de agua es de L. 822,928.86.

**Tarifa actual.** La tarifa actual de cobro por servicio del agua potable es un valor mensual fijo de L. 35.00. La eficiencia comercial actual se percibe en un 50% aproximadamente según los datos de cuentas por cobrar en la municipalidad. Los valores de recaudación por pago del sistema de agua fueron L. 60,620.00 para el 2011 y para el año 2012 fueron L. 104,178.75. Estos valores representan un 27% de eficiencia comercial o el porcentaje recaudado del monto total de la tarifa en el año 2011 y un 47% en el año 2012. La tarifa actual es notoriamente ineficiente y no sostenible ya que con el valor de L. 35.00 por usuario no cubre los costos de mantenimiento y operación que sólo pueden ser cubiertos con un valor de L. 64.80.

**Alternativas de tarifas.** Con la tarifa actual se denota la no sostenibilidad del sistema, por lo cual se ve la necesidad de la elaboración de alternativas tarifarias que cubran en su totalidad los costos del sistema e inversiones para la mejora del mismo. Para tal fin se establecieron categorías con diferentes niveles de pago basado en el número de llaves y

rubro del usuario, a cada categoría se le asignó un factor de conversión (Cuadro 12). Incluye costos adicionales para proyectos de inversiones asegurando la sostenibilidad del sistema ofreciendo un mejor servicio y calidad de agua potable al usuario.

Cuadro 12. Categorías de usuarios

Categorías	Factor de conversión	Descripción
Comercial	1.5	Comercios o negocios
Gubernamental	1.4	Entidades del gobierno
Institucional	1.1	Centros educativos, centro de salud, entidades sin fines de lucro
Domiciliar alto	1.3	Hogares con mayor de 3 llaves
Domiciliar ordinario	0.8	Hogares de 1-2 llaves

El factor de conversión trata de que los usuarios con menores recursos económicos puedan acceder al servicio, a su vez este factor incrementará según la capacidad del pago del usuario. Estas categorías van a ser aplicadas para todas las alternativas tarifarias.

**Tarifa fija.** Esta tarifa trata de cubrir en su totalidad los costos en que se incurren para el mantenimiento y operación de sistema de agua. El costo total de mantenimiento y operación es de L. 393,995.96 anual. En base al supuesto la tarifa promedio será de L. 64.80 sin importar el volumen consumido de agua. Los valores tarifarios lleva implícito la eficiencia comercial (95%) para los próximos diez años y ajustadas por inflación (5.2%). Toma en consideración los parámetros de la norma técnica de calidad del agua en Honduras al momento de definir los costos de mantenimiento y operación del sistema (Cuadro 13).

Cuadro 13. Costos mensuales de mantenimiento y operación

Años	Costo base (L.)	Categorías				
		Comercial (L.)	Gubernamental (L.)	Institucional (L.)	Domiciliar alto (L.)	Domiciliar ordinario (L.)
1	64.80	97.20	90.72	71.28	84.24	51.84
2	68.17	102.26	95.44	74.99	88.62	54.54
3	71.72	107.57	100.40	78.89	93.23	57.37
4	75.45	113.17	105.62	82.99	98.08	60.36
5	79.37	119.05	111.12	87.31	103.18	63.50
6	83.50	125.24	116.89	91.85	108.55	66.80
7	87.84	131.76	122.97	96.62	114.19	70.27
8	92.41	138.61	129.37	101.65	120.13	73.92
9	97.21	145.82	136.09	106.93	126.37	77.77
10	102.27	153.40	143.17	112.49	132.95	81.81

A continuación se detalla un modelo que toma en consideración los costos de mantenimiento y operación del sistema de agua potable, costo de oportunidad de los productores de la microcuenca, también toma en cuenta una inversión para la construcción de un tanque de 800 m<sup>3</sup>, con el fin de suplir la demanda de los usuarios mejorando sustancialmente el problema de la disponibilidad del recurso.

El monto total para esta inversión es de L. 777,488.00 con una vida útil de treinta años. Además este modelo refleja el costo que se incurre por el pago a los productores de la zona de recarga hídrica por dejar de producir y conserva el área, de esta manera se mejora la calidad del servicio en cuanto a la calidad y disponibilidad, también contribuye a perpetuar el recurso. El aporte de los usuarios para cubrir el costo de oportunidad de los productores está basado según el plan estratégico de incorporación de los productores a diez años (Cuadro 14). Las tarifas mostradas a continuación están ajustadas por la eficiencia comercial (95%) e inflación promedio anual (5.2%).

Cuadro 14. Pliego tarifario mensual basado en tasa fija.

Años	Factura base (L.)	Categorías				
		Comercial (L.)	Gubernamental (L.)	Institucional (L.)	Domiciliar alto (L.)	Domiciliar ordinario (L.)
1	83.00	124.00	116.00	91.00	108.00	66.00
2	92.00	138.00	129.00	101.00	120.00	74.00
3	102.00	152.00	142.00	112.00	132.00	81.00
4	112.00	168.00	157.00	123.00	146.00	90.00
5	123.00	185.00	173.00	136.00	160.00	99.00
6	135.00	203.00	190.00	149.00	176.00	108.00
7	148.00	223.00	208.00	163.00	193.00	119.00
8	162.00	243.00	227.00	178.00	211.00	130.00
9	177.00	265.00	247.00	194.00	230.00	141.00
10	193.00	290.00	270.00	212.00	251.00	155.00

El flujo de efectivo analiza el proyecto de inversión de un nuevo tanque de abastecimiento, costos de mantenimiento y operación. En el flujo de efectivo el número de conexiones va en aumento anualmente basado en el crecimiento poblacional rural en Honduras que es de 1.1%. Costo de capital de 15% basado en la inflación e índice de rentabilidad. El periodo de vida útil fue estimado para treinta años; el criterio de estimación de la tarifa es al obtener un VAN (valor actual neto) igual a cero cambiando la variable del precio de la tarifa mensual. La tarifa obtenida cubre la inversión inicial en totalidad, la ganancia del dinero en el tiempo del inversionista y todos los costos incurridos (Cuadro 15).

El precio de la tarifa aplicado para obtener ingresos del proyecto es el aporte del usuario para cubrir costo de mantenimiento y operación. El aporte mensual de L. 64.80 por usuario y un VAN (valor actual neto) de cero obtenemos la Ke (Tasa de descuento) de

8%. La tasa de descuento se modifica a 15% ya que el valor anterior de 8% es menor a la tasa de financiamiento, con el  $K_e$  modificado y un VAN igual a cero da como resultado una tarifa mensual de L. 74.84 (Cuadro 15). El nuevo precio de tarifa mensual incorpora la inversión inicial, los costo de mantenimiento y operación y una TIR (tasa interna de retorno) igual a 15%.

Cuadro 15. Flujo de caja de inversión para la tarifa fija.

Tarifa mensual (L.)	74.84
Número de conexiones	532.00
Costo de capital	13%
Costos de mantenimiento	393,995.96

Componente	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Número de conexiones		532.00	538.00	544.00	550.00	556.00	562.00	568.00	574.00	580.00
Tarifa anual		398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07
Ingresos (L.)		477,772.31	483,160.71	488,549.12	493,937.53	499,325.94	504,714.35	510,102.76	515,491.17	520,879.58
Costos totales (L.)		393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96
Utilidad (L.)		83,776.35	89,164.75	94,553.16	99,941.57	105,329.98	110,718.39	116,106.80	121,495.21	126,883.62
Inversión Inicial (L.)	777,488.00									

Componente	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19
Número de conexiones	586.00	592.00	599.00	606.00	613.00	620.00	627.00	634.00	641.00	648.00
Tarifa anual	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07
Ingresos (L.)	526,267.99	531,656.40	537,942.88	544,229.36	550,515.85	556,802.31	563,088.79	569,375.27	575,661.74	581,948.22
Costos totales (L.)	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96
Utilidad (L.)	132,272.03	137,660.44	143,946.92	150,233.40	156,519.87	162,806.35	169,092.83	175,379.31	181,665.78	187,952.26

Componente	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Número de conexiones	655.00	662.00	669.00	676.00	683.00	691.00	699.00	707.00	715.00	723.00	731.00
Tarifa anual	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07	398.07
Ingresos (L.)	588,234.70	594,521.18	600,807.65	607,094.13	613,380.61	620,567.10	627,749.70	634,934.25	642,118.79	649,303.34	656,487.89
Costos totales (L.)	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96
Utilidad (L.)	194,238.74	200,525.22	206,811.69	213,098.17	219,384.65	225,669.20	231,953.74	240,938.29	248,122.83	255,307.38	262,491.93
VAN (13%)	0.00										
TIR	13%										

**Tarifa variable basada en consumo de metro cúbicos de agua.** Este modelo cambia la estructura actual del sistema con la instalación de contadores de agua para hacer un cobro eficiente por la utilización del recurso, adicionalmente la construcción de un tanque de almacenamiento de 800 m<sup>3</sup>, ambas inversiones tiene un total de L. 1,600,416.86. Este modelo cubre los costos de mantenimiento y operación del sistema más el costo que se incurre por el pago a los productores de la zona de recarga hídrica por dejar de producir y conservar el área, de esta manera se mejora la calidad del servicio en cuanto a la calidad y disponibilidad, también contribuye a perpetuar el recurso.

La implementación de los contadores permite hacer un uso racional del recurso por parte de los usuarios, ya que a mayor consumo del recurso su tarifa será mayor. Esta tarifa consta de dos partes una variable que representa el pago por consumo de agua potable (Cuadro 16) y la parte fija que representa el aporte de los usuarios para conservar la zona de recarga hídrica (Cuadro 17). El aporte de los usuarios para cubrir el costo de oportunidad de los productores está basado según el plan estratégico de incorporación de los productores a diez años. Ambas partes se suman para obtener el valor total de la factura por categoría. Los valores del precio por metros cúbicos de agua y el aporte de los usuarios para conservar la zona de recarga hídrica están ajustados por la eficiencia comercial (95%) e inflación anual (5.2%). La inflación anual se basa en el valor que sube en los precios en Honduras en diferencia del año previo al año siguiente.

Cuadro 15. Precio del metro cúbico de agua.

Años	Precio base (L./m <sup>3</sup> )	Categorías				
		Comercial (L./m <sup>3</sup> )	Gubernamental (L./m <sup>3</sup> )	Institucional (L./m <sup>3</sup> )	Domiciliar alto (L./m <sup>3</sup> )	Domiciliar ordinario (L./m <sup>3</sup> )
1	1.79	2.68	2.50	1.97	2.33	1.43
2	1.88	2.82	2.63	2.07	2.45	1.51
3	1.98	2.97	2.77	2.18	2.57	1.58
4	2.08	3.12	2.92	2.29	2.71	1.67
5	2.19	3.29	3.07	2.41	2.85	1.75
6	2.31	3.46	3.23	2.54	3.00	1.84
7	2.42	3.64	3.39	2.67	3.15	1.94
8	2.55	3.83	3.57	2.81	3.32	2.04
9	2.68	4.03	3.76	2.95	3.49	2.15
10	2.82	4.23	3.95	3.11	3.67	2.26

Los precios del metro cúbico de agua refleja la variabilidad del mismo acorde con cada categoría de usuarios. El consumo promedio de persona en áreas rurales es de 0.25 m<sup>3</sup> de agua diarios, es así que el precio por el metro cúbico de agua aumenta debido a la



inflación anual que tienen los precios. La aplicabilidad del precio de cada metro cúbico de agua por categoría según el factor de conversión.

Se representa el aporte mensual que cada usuario realizará para proteger la zona de recarga hídrica por cada categoría designada (Cuadro 17). Este aporte será fijo sin importar el consumo de agua potable, el valor de dicho aporte para la conservación de la zona de recarga hídrica será sumado al valor consumido en metros cúbicos de agua potable. Estos valores representan la parte fija mensual de la tarifa variable que debe aportar el usuario.

Cuadro 16. Aporte mensual por usuario para conservación de la zona de recarga hídrica.

Años	Aporte base (L.)	Categorías				
		Comercial (L.)	Gubernamental (L.)	Institucional (L.)	Domiciliar alto (L.)	Domiciliar ordinario (L.)
1	4.41	6.62	6.18	4.86	5.74	3.53
2	9.29	13.93	13.00	10.22	12.07	7.43
3	14.65	21.98	20.52	16.12	19.05	11.72
4	20.56	30.83	28.78	22.61	26.72	16.44
5	27.03	40.55	37.84	29.73	35.14	21.62
6	34.12	51.18	47.77	37.54	44.36	27.30
7	41.88	62.82	58.63	46.07	54.44	33.50
8	49.98	74.96	69.97	54.97	64.97	39.98
9	58.80	88.20	82.32	64.68	76.44	47.04
10	69.12	103.69	96.77	76.04	89.86	55.30

Para ilustrar la composición y aplicabilidad de la tarifa variable obtenemos consumo promedio, número de habitantes y el valor para cubrir el costo de oportunidad anualmente. El consumo promedio de una persona en áreas rurales es de 0.25 m<sup>3</sup> de agua diarios, el consumo promedio mensual por vivienda con cinco habitantes será de 38 m<sup>3</sup>, en el año uno la tarifa promedio mensual para domiciliar ordinario será igual a L. 58.00 promedio tarifa; el domiciliar alto será de L. 91.00 promedio, estos valores contiene las dos parte de la tarifa (Cuadro 17). Para el año diez se estima una tarifa mensual para domiciliar ordinario de L. 140.00 y para domiciliar alto se estima una tarifa promedio de L. 228.00 mensuales, estos valores están ajustados según la inflación promedio en Honduras.

El flujo de caja muestra la aplicabilidad de un proyecto de inversión del tanque de abastecimiento y la instalación de contadores de agua. En el flujo de efectivo la cantidad ofertada de agua va en aumento anualmente basado en el crecimiento poblacional rural en Honduras que es de 1.1%. Costo de capital de 15% basado en la inflación e índice de rentabilidad. El periodo de vida útil fue estimado para treinta años; el criterio de estimación de la tarifa es al obtener un VAN (valor actual neto) igual a cero cambiando la variable del precio del metro cúbico del agua. El precio del metro cúbico de agua potable

cubre la inversión inicial en totalidad, la ganancia del dinero en el tiempo del inversionista y todos los costos incurridos (Cuadro 18).

El precio del metro cúbico de agua fue aplicado para obtener los ingresos del proyecto para cubrir costo de mantenimiento, operación y la inversión de contadores de agua junto con el nuevo tanque de abastecimiento. El precio del metro cúbico de L. 1.31 y un VAN (valor actual neto) de cero obtenemos la Ke (Tasa de descuento) de 1.30%. La tasa de descuento se modifica a 15% ya que el valor anterior de 1.30% es menor a la tasa de financiamiento, con el Ke modificado y un VAN igual a cero da como resultado un precio por metro cúbico de agua potable de L. 1.70 (Cuadro 18). El nuevo precio de tarifa mensual incorpora la inversión inicial, los costo de mantenimiento y operación y una TIR (tasa interna de retorno) igual a 15%.

Cuadro 17. Flujo de caja de inversión para tarifa variables.

Componente	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	
Precio (L./m <sup>3</sup> )		1.70									
Cantidad (m <sup>3</sup> )		348,940.00	352,778.34	356,658.90	360,582.15	364,548.55	368,558.59	372,612.73	376,711.47	380,855.30	
Costo de capital		15%									
Costos (L./m <sup>3</sup> )		1.13									
Componente	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	
Cantidad m <sup>3</sup>		348,940.00	352,778.34	356,658.90	360,582.15	364,548.55	368,558.59	372,612.73	376,711.47	380,855.30	
Precio (L./m <sup>3</sup> )		1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	
Ingresos (L.)		594,513.68	601,053.33	607,664.92	614,349.23	621,107.07	627,939.25	634,846.58	641,829.89	648,890.02	
Costos totales (L.)		393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	
Utilidad (L.)		200,517.72	207,057.37	213,668.96	220,353.27	227,111.11	233,943.29	240,850.62	247,833.93	254,894.06	
Inversión Inicial (L.)	1600,416.86										
Componente	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	
Cantidad m <sup>3</sup>	385,044.71	389,280.20	393,562.28	397,891.47	402,268.27	406,693.22	411,166.85	415,689.68	420,262.27	424,885.15	
Precio (L./m <sup>3</sup> )	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	
Ingresos (L.)	656,027.81	663,244.12	670,539.80	677,915.74	685,372.81	692,911.92	700,533.95	708,239.82	716,030.46	723,906.79	
Costos totales (L.)	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	
Utilidad (L.)	262,031.85	269,248.16	276,543.84	283,919.78	291,376.85	298,915.96	306,537.99	314,243.86	322,034.50	329,910.83	
Componente	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Cantidad m <sup>3</sup>	429,558.89	434,284.04	439,061.16	443,890.84	448,773.64	453,710.15	458,700.96	463,746.67	468,847.88	474,005.21	479,219.27
Precio (L./m <sup>3</sup> )	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
Ingresos (L.)	731,869.77	739,920.33	748,059.46	756,288.11	764,607.28	773,017.96	781,521.16	790,117.89	798,809.19	807,596.09	816,479.65
Costos totales (L.)	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96	393,995.96
Utilidad (L.)	337,873.81	345,924.37	354,063.50	362,292.15	370,611.32	379,022.00	387,525.20	396,121.93	404,813.23	413,600.13	422,483.69
VAN (15%)	0.00										
TIR	15%										

## 4. CONCLUSIONES

- El sistema tarifario actual de Lamaní no es sostenible en términos legales y de calidad, ya que la facturación anual no cubre los costos de mantenimiento y operación.
- La percepción de los usuarios con respecto al sistema de agua potable es mala.
- Los ingresos de los usuarios y pobladores del área de influencia son relativamente altos que los ubican como miembros de clase media.
- Los ingresos de los usuarios del sistema están constituidos principalmente por salarios y remesas, mientras que los productores de área de influencia son autogenerados.
- Los usuarios del sistema tienen una DAP positiva, sin embargo es menor que la tarifa sugerida.
- Los años de escolaridad promedio en el casco urbano de Lamaní son mayores que el promedio de años de estudio de los productores de la microcuenca Piedra Parada.
- Existe un costo de oportunidad positivo para los pobladores del área de influencia.
- Existe la oportunidad de establecer una tarifa que permita la sostenibilidad del sistema.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Establecer un sistema de cobro eficiente que permita la sostenibilidad de sistema, aumentando la eficiencia comercial.
- Promover la formalización de un decreto para la microcuenca Piedra Parada como zona de reserva forestal productora de agua.
- Desarrollar un programa de capacitación y concientización de costo del agua para incrementar la DAP de los usuarios.
- Establecer un sistema de beneficios financieros para los productores del área de la microcuenca, que genere incentivos suficientes para la conservación de la zona de recarga hídrica.

## **6. LITERATURA CITADA**

Villeda, G. 2012. Honduras presenta su propuesta de Política de Agua Potable y Saneamiento. UNICEF Honduras.

Leal, C. 2005. Valoración Económica del Medio Ambiente: Caso de la Reserva de la Biosfera de los Tuxtla. Universidad de las Américas Puebla. Tesis Lic. Medio Ambiente. Cholula, México. (Capítulo II).

CONASA. 2004. Reglamento General de la Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento. Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento. Tegucigalpa, Honduras.

ERSAPS. 2009. Modelos para el Diseño de las Tarifas de los Servicios de Agua y Saneamiento. Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (ERSAPS). Tegucigalpa, Honduras.

Díaz, R. 2002. Bases para un plan de pago por servicios ambientales del recurso agua en el municipio de Morocelí, El Paraíso, Honduras. Tesis Ing. Desarrollo socioeconómico y Ambiente. Francisco Morazán, Zamorano, Honduras. 80 p.

Tucker, B. 2010. Fundamentos de Economía: Posibilidades y Costo de oportunidad. Thompson International y Cengage Learning editorial. México DF, México. Pág. 32-33.

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta realizada a los usuarios del casco urbano

<b>Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano</b>					
<b>Alcaldía Municipal de Lamaní, Comayagua</b>					
Esta encuesta está dirigida a los jefes de familia, marque con una "X" en la casilla que corresponda según la interrogante.					
1	Código de Encuesta:				
2	Barrio/Localidad en la que habita:				
3	Edad del entrevistado:				
4	Género del entrevistado:	Femenino	Masculino		
5	Nivel educativo alcanzado:	Alfabetizado	Primaria completa	Secundaria	
		Primaria incompleta	Secundaria incompleta	Técnico	
		Universidad completa	Pos grado		
		Años: _____			
6	Número de habitantes en la casa:	_____ Habitantes.			
7	Trabajo u ocupación del jefe de familia:	Labrador	Jornalero	Profesional	
		Ama de casa	Ingreso mensual: L. _____		
8	¿Alguien más aporta económicamente en la familia?	Si	No		
		¿Cuántas personas?	1 persona	2 personas	3 personas
		Cantidad aportada por persona.	L.200 a L. 500	L.600 a L1,000	mas de L. 1000
9	¿Recibe remesas?	Si	No		
		Cantidad recibida de remesas:	menor a L. 1,000	L. 1,000 a L. 2,000	mayor a L. 2,000
10	Tenencia de la vivienda:	Casa totalmente pagada	Casa pagando		
		Prestada	Alquilada		
11	Condición de la Vivienda.	Buena	Regular	Mala	
12	Posee vehículo	Si	No		
13	Posee otras propiedades	Fincas	Terrenos	Negocios	
		Fincas y Negocios			
		Detalles: Área / Precio (L.) _____			
14	Estrato social (percepción):	Alta	Media	Baja	
15	Cuenta con el servicio de:	Agua potable	Pago mensual. L. _____		
		Energía eléctrica	Pago mensual. L. _____		
		Cable de Tv	Pago mensual. L. _____		
		Teléfono			
		Celular	Pago mensual. L. _____		
	Fijo	Pago mensual. L. _____			
16	¿Ud. Realiza pagos por el servicio de salud?	Si	No	Pago por visita L. _____	
17	Uso de servicio de Agua.	Tomar	Domestico	Agricultura	
		Ganadería	Otros		

18	¿Cómo considera la calidad del agua por:	Potabilidad	Disponibilidad	Volumen
		Excelente	Excelente	Excelente
		Buena	Buena	Buena
		Regular	Regular	Regular
		Mala	Mala	Mala
19	¿El agua antes de ser tomada, recibe algún tipo de tratamiento por usted?  Tratamiento	Si	No	
		Cocción	Clorificación	Ozonificación
		Filtración	Solificación.	
20	¿Compra agua purificada?	Si	No	
	Volumen mensual		Valor: L. _____	
21	¿Hace uso de las llaves públicas?	Si	No	
22	¿Presenta problemas de suministro del servicio de agua?  Época	Si	No	
		Invierno	Verano	Todo el año
23	Frecuencia del Servicio de agua			
	Invierno	1-2 días por semana	5-6 días por semana	
		3-4 días por semana	Todos los días de la semana	
	Verano	1-2 días por semana	5-6 días por semana	
3-4 días por semana		Todos los días de la semana		
24	¿Cuántas llaves posee en su vivienda?	1 llave	2 llaves	3 llaves
		4 llaves	mayor a 4 llaves	
25	¿Conoce usted la situación actual de la micro cuenca Piedra Parada?	Si	No	
		¿Cuál es? _____		
26	¿Considera usted que la micro cuenca Piedra Parada necesita protección y conservación para mejorar la calidad del agua?	Si	No	
27	¿Para usted quién debe de proteger las fuentes de agua?	Todos los habitantes de la comunidad.		
		Las personas de la junta de agua.		
		El gobierno.		
		Colindantes a la micro cuenca.		
		Todas las anteriores		
28	¿Usted esta de acuerdo con la actual tarifa de agua?	Si	No	
29	¿Usted estaría de acuerdo con la instalación de un medidor de agua, para que mejore la calidad de servicio y el agua?	Si	No	
30	Para su conocimiento la micro cuenca Piedra Parada es la fuente de agua para la comunidad Lamaní, la cual se encuentra con una problemática basada en: Degradación de la zona de recarga hídrica debido a incendios provocados, avance de la frontera agrícola, deforestación y erosión del suelo.			
	En este momento estamos analizando como mejorar el servicio de agua en la comunidad Lamaní y parte de la solución es:			
	1. El manejo adecuado de la zona de recarga hídrica micro cuenca Piedra Parada 2. Mejorar el sistema de distribución y captación de agua			
	Usted estaría de acuerdo en un aumento de la tarifa actual para la mejora de calidad de agua, para tener agua de consumo segura y que pueda tener agua durante las 24 horas todos los días del año, este aumento serviría para proteger y dar mantenimiento al servicio, asegurando la sostenibilidad del mismo.			
		Si	No	
		Cuánto: L. _____		



Anexo 2. Encuesta y entrevista realizada a los propietarios y/o explotadores agrícolas de la microcuenca Piedra Parada.

<b>Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano</b>			
<b>Alcaldía Municipal de Lamaní, Comayagua</b>			
Esta encuesta está dirigida a los jefes de familia, marque con una "X" en la casilla que corresponda según la interrogante.			
1	Código de Encuesta:		
2	Barrio/Localidad en la que habita:		
3	Edad del entrevistado:		
4	Género del entrevistado:	Femenino	Masculino
5	Nivel educativo alcanzado:	Alfabetizado	Primaria completa      Secundaria
		Primaria incompleta	Secundaria incompleta      Técnico
		Universidad completa	Pos grado
		Años: _____	
6	Número de habitantes en la casa	_____ Habitantes.	
7	Trabajo u ocupación del jefe de familia:	Labrador	Jornalero      Profesional
		Ama de casa	Ingreso mensual: L. _____
8	¿Algún más aporta económicamente en la familia?	Si	No
		¿Cuántas personas?	1 persona      2 personas      3 personas
		Cantidad aportada por persona.	L.200 a L. 500      L.600 a L1,000      mas de L. 1000
9	¿Recibe remesas?	Si	No
		Cantidad recibida de remesas	menor a L. 1,000      L. 1,000 a L. 2,000      mayor a L. 2,000
10	Tenencia de la vivienda.	Casa totalmente pagada	Casa pagando
		Prestada	Alquilada
11	Condición de la Vivienda.	Buena	Regular      Mala
12	Posee vehículo	Si	No      Marca/Precio: _____
13	Posee otras propiedades	Fincas	Terrenos      Negocios
		Fincas y Negocios	
		Detalles: Área/Precio: _____	
14	Estrato social (percepción):	Alta	Media      Baja
15	Cuenta con el servicio de:	Agua potable	Pago mensual. L. _____
		Energía eléctrica	Pago mensual. L. _____
		Cable de Tv	Pago mensual. L. _____
		Teléfono	
		Celular	Pago mensual. L. _____
	Fijo	Pago mensual. L. _____	
16	¿Ud. Realiza pagos por el servicio de salud?	Si	No      Pago por visita L. _____
17	Uso de servicio de Agua.	Tomar	Domestico      Agricultura
		Ganadería	Otros
18	¿Cómo considera la calidad del agua por:	Potabilidad	Disponibilidad      Volumen
		Excelente	Excelente      Excelente
		Buena	Buena      Buena
		Regular	Regular      Regular
	Mala	Mala      Mala	
19	¿El agua antes de ser tomada, recibe algún tipo de tratamiento por usted?	Si	No
		Tratamiento	Cocción      Clorificación      Ozonificación
		Filtración	Solificación.
20	¿Compra agua purificada?	Si	No
		Volumen mensual	Valor: L. _____
21	¿Presenta problemas de suministro del servicio de agua?	Si	No
		Época	Invierno      Verano      Todo el año

22	Frecuencia del Servicio de agua			
	Invierno	1-2 días por semana	5-6 días por semana	
		3-4 días por semana	Todos los días de la semana	
	Verano	1-2 días por semana	5-6 días por semana	
3-4 días por semana		Todos los días de la semana		
23	¿Cuántas llaves posee en su vivienda			
	1 llave	2 llaves	3 llaves	
24	¿Conoce usted la situación actual de la micro cuenca Piedra Parada?			
	Si	No		
25	¿Considera usted que la micro cuenca Piedra Parada necesita protección y conservación para mejorar la calidad del agua?			
	Si	No		
26	¿Para usted quien debe de proteger las fuentes de agua?			
	Todos los habitantes de la comunidad			
	Las personas de la junta de agua			
	El gobierno			
	Colindantes a la micro cuenca.			
Todas las anteriores.				

Diagnostico Económico del Sistema de Producción - Agricultura

Cultivo	Época del año	Área (mz)	Rendimientos (qq)	Destino de la cosecha	Precio (L.)	Semilla		Insumo		Preparación de la tierra		Mano de obra		Comercialización Costo (L.)
						Tip	Cant.	Pr/lb	Tip	Cant.	Unidad	Precio (L.)	Tip	

Observaciones:

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

**Diagnostico Económico del Sistema de Producción - Ganadería**

# de vacas	Propósito	Época del año	Área (mz)	Rendimientos (Litros/ vaca)	Destino de la Producción	Precio de Venta (L.)	Insumo			Mano de obra		Comercialización						
							Tipo	Cant.	Unidad	Precio (L.)	Cant.	Costo (L.)	Costo (L.)	Costo (L.)				
<b>Propósito</b>		<b>Época del año</b>			<b>Destino de la cosecha</b>	<b>Insumo</b>												
1. Leche		1. Invierno			1. Autoconsumo	1. Balaceado												
2. Carne		2. Verano			2. Ventas	2. Veternarios												
3. Doble Propósito		3. Todo el año			3. Autoconsumo y ventas													

Observaciones:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Uso y tenencia de la Tierra**

# de parcela	Área (mz)	Topografía	Tenencia legal de la tierra	Pertenencia de la tierra	Uso de la tierra	Clas e de uso actual	Riego																																																		
							Forma	Fuente																																																	
Casa y solar																																																									
Parcela 1																																																									
Parcela 2																																																									
Parcela 3																																																									
Parcela 4																																																									
Parcela 5																																																									
Parcela 6																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Topografía</th> <th>Tenencia legal de la tierra</th> <th>Pertenencia de la tierra</th> <th>Uso de la tierra</th> <th>Clas e de uso actual</th> <th>Forma</th> <th>Fuente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Plana</td> <td>1. Titulada</td> <td>1. Propia</td> <td>1. En uso</td> <td>0.Habitacion</td> <td>0.No hay</td> <td>1. Rio</td> </tr> <tr> <td>2. Ondulada</td> <td>2. No titulada</td> <td>2. De particulares</td> <td>2. Dada en arrendo</td> <td>1. Cultivo anual</td> <td>1. Sifón</td> <td>2. Vertiente</td> </tr> <tr> <td>3. Quebrada</td> <td></td> <td>3. De familiares</td> <td></td> <td>2. Cultivo perenne</td> <td>2. Gravedad</td> <td>3. Pozo</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>4. Nacional</td> <td></td> <td>3. Potrero</td> <td>3. Aspersión</td> <td>4. Llave</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>5. Ejidal</td> <td></td> <td>4. Bosque</td> <td>4. Goteo</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>6. Grupo Campesino</td> <td></td> <td>5. Huerto</td> <td>5. Cubetas</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>									Topografía	Tenencia legal de la tierra	Pertenencia de la tierra	Uso de la tierra	Clas e de uso actual	Forma	Fuente	1. Plana	1. Titulada	1. Propia	1. En uso	0.Habitacion	0.No hay	1. Rio	2. Ondulada	2. No titulada	2. De particulares	2. Dada en arrendo	1. Cultivo anual	1. Sifón	2. Vertiente	3. Quebrada		3. De familiares		2. Cultivo perenne	2. Gravedad	3. Pozo			4. Nacional		3. Potrero	3. Aspersión	4. Llave			5. Ejidal		4. Bosque	4. Goteo				6. Grupo Campesino		5. Huerto	5. Cubetas	
Topografía	Tenencia legal de la tierra	Pertenencia de la tierra	Uso de la tierra	Clas e de uso actual	Forma	Fuente																																																			
1. Plana	1. Titulada	1. Propia	1. En uso	0.Habitacion	0.No hay	1. Rio																																																			
2. Ondulada	2. No titulada	2. De particulares	2. Dada en arrendo	1. Cultivo anual	1. Sifón	2. Vertiente																																																			
3. Quebrada		3. De familiares		2. Cultivo perenne	2. Gravedad	3. Pozo																																																			
		4. Nacional		3. Potrero	3. Aspersión	4. Llave																																																			
		5. Ejidal		4. Bosque	4. Goteo																																																				
		6. Grupo Campesino		5. Huerto	5. Cubetas																																																				

Observaciones:

---



---



---



---

Anexo 3. Resultados de SPSS para la Regresión de disponibilidad a pagar (DAP).

**Estadísticos descriptivos**

Variables	Media	Desviación típ.	N
Disponibilidad	31.0366	31.53225	82
Usollaves	.6951	.46319	82
Ingresos	7878.0488	6312.95013	82
Gastos	1096.3293	1117.36245	82
Conocimiento	.4512	.50068	82
Edad	44.8780	15.46752	82
Habitantes	4.7805	1.95647	82
Aguapuri	65.8780	157.18593	82
Escolaridad	7.4146	5.63050	82

**ANOVA(b)**

Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	25694.758	8	3211.845	4.275	.000(a)
	Residual	54842.132	73	751.262		
	Total	80536.890	81			

a Variables predictoras: (Constante), escolaridad, conocimiento, usollaves, gastos, habitantes, edad, aguapuri, ingresos

b Variable dependiente: disponibilidad

**Resumen del modelo (b)**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio						Durbin-Watson
					Sig. del cambio en F	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2		
1	.565(a)	.319	.244	27.40916	.319	4.275	8	73	.000	1.958	

a Variables predictoras: (Constante), escolaridad, escolaridad, conocimiento, usollaves, gastos, habitantes, edad, aguapuri, ingresos

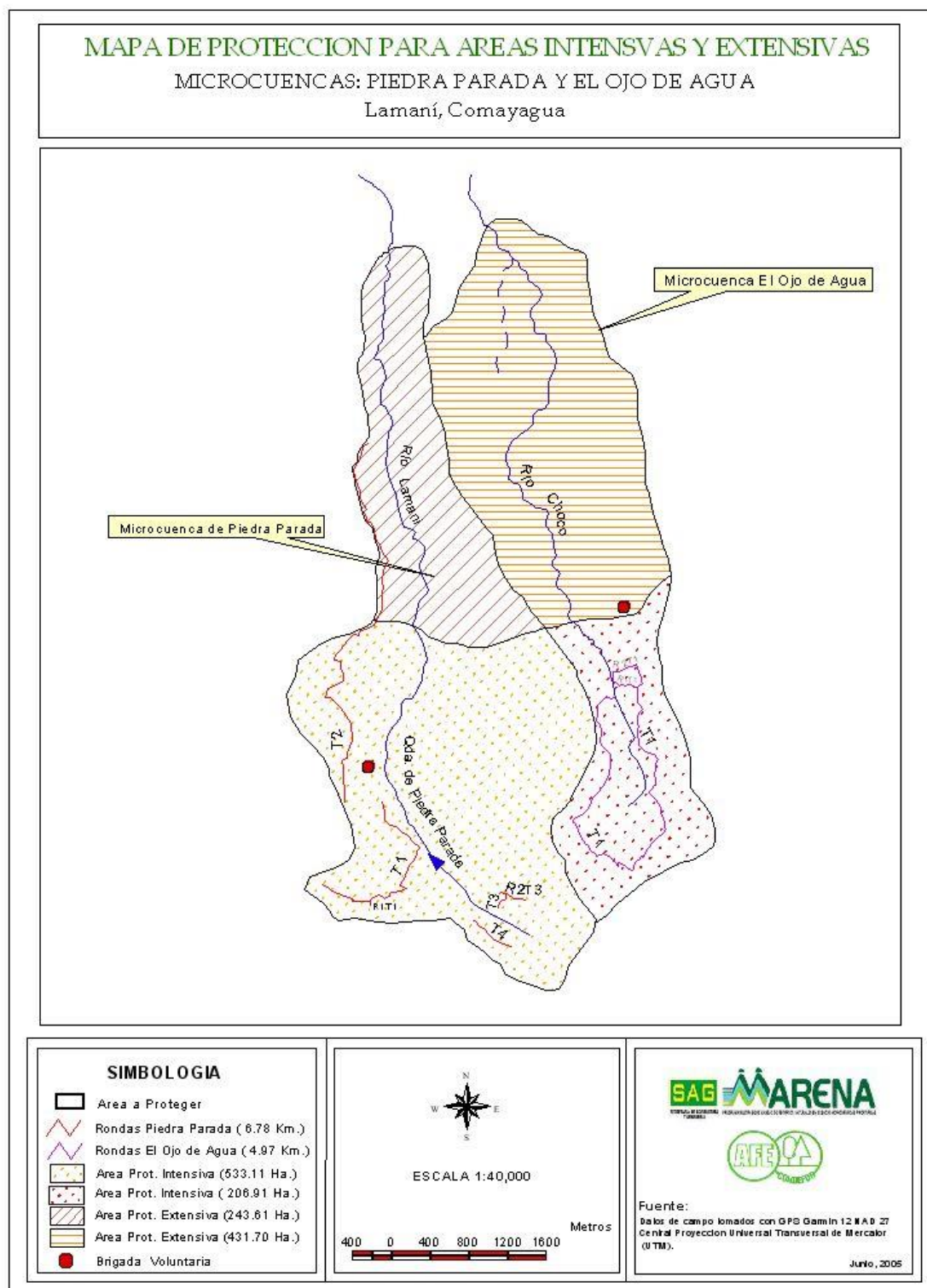
b Variable dependiente: disponibilidad

**Coefficientes(a)**

Modelo	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	T	Sig.	Correlaciones			Estadísticos de colinealidad					
	B	Error típ.				Beta	Orden cero	Parcial	Semiparcial	Tolerancia	FIV	B	Error típ.	
1	(Constante)	21.313	13.616	1.565	.122									
	Usollaves	-12.685	7.081	-1.791	.077	-.186	-.181	-.205	-.173	.862	1.160			
	Ingresos	.002	.001	2.688	.009	.335	.391	.300	.260	.601	1.665			
	Gastos	.005	.003	1.595	.115	.192	.418	.183	.154	.641	1.560			
	Conocimiento	-.128	6.285	-.020	.984	-.002	.056	-.002	-.002	.937	1.068			
	Edad	.129	.203	.633	.529	.063	.103	.074	.061	.938	1.066			
	Habitantes	-.862	1.601	-.538	.592	-.053	-.073	-.063	-.052	.945	1.038			
	Aguapuri	.039	.022	1.759	.083	.195	.353	.202	.170	.762	1.313			
	Escolaridad	-.642	.608	-1.056	.295	-.115	.046	-.123	-.102	.790	1.265			

a Variable dependiente: disoonibilidad

Anexo 4. Zona de protección extensiva e intensiva en al microcuenca Piedra Parada.



Fuente: Municipalidad de Lamaní 2013