

Costo de oportunidad en el valor económico del agua superficial para el uso agrícola en el Valle del Río Mala

Luis Jimenez D. ¹

Resumen

Se determina el costo de oportunidad de los usos consuntivos y no consuntivos del agua superficial para uso agrícola en el valle de Mala, se aplicaron encuestas a los agricultores, se identificó la curva de demanda y el excedente del consumidor para los usos doméstico, explotación de camarones y recreación. Entre los hallazgos, el 70% de agricultores considera que el problema principal es la deficiente cantidad de agua, por ese motivo, se implementan las "mitas". La superficie agrícola está mayormente dedicada al cultivo del manzano que demanda 9,500 m³ por cosecha de 8 meses. Este cultivo tiene una relación directa con su precio y una relación inversa a la cantidad consumida de agua, existiendo un uso ineficiente. El agua en un huerto de manzana, con tecnología intermedia, tiene un valor, costo del consumo y tarifa de 0.18, 0.10 y 0.02 US\$/m³; respectivamente. Calculando los costos de oportunidad, en el uso consuntivo, el agrícola es de US\$ 0.018/m³ y el doméstico es de US\$ 0.032/m³; mientras que en el uso no-consuntivo, la explotación de camarones es de US\$ 0.017/m³ y la recreación de US\$ 0.016/m³. Llegando a identificar que el uso doméstico es el de mayor valor.

Palabras clave: Valor, costo y tarifa agrícola del agua, costo de oportunidad.

Abstract

Was determined the opportunity cost of consumption and non-consumption uses of the superficial water for agricultural purpose in the Mala valley, surveys were applied to the farmers, it was identified the demand curve and the consumer surplus for the domestic uses, fishing of shrimps and recreation.

Among the results, 70 % of farmers think that the main problem is the deficient quantity of water, that's why the "mitas" are implemented. The agricultural surface is dedicated mainly to apple crops that demands 9.500 m³ by harvest of 8 months. This apple crops shows a direct relation with it's the product price and an inverse relation with the consume volume of water, existing an inefficient use. The water in an apple orchard, with intermediate technology, has a value, cost of the consumption and tariff of 0.18, 0.10 and 0.02 US\$/m³; respectively.

In the determination of opportunity costs, in the consumption use, for agriculture purpose is US\$ 0.018/m³ and the domestic use is of US\$ 0.032/m³; whereas in the non consumption use, fishing of shrimps is US\$ 0.017/m³ and the recreation of US\$ 0.016/m³. Then, the domestic use has the greater value.

Key words: Value, cost and agricultural tariff of the water, opportunity cost.

1. Introducción¹

El agua por ser un recurso natural renovable y habidad de flora y fauna especial, requiere de un cuidado especial tanto en su cantidad y calidad, de tal manera, que alcance el requisito para su conservación y administración sustentable. El problema identificado es la inadecuada valoración económica del agua superficial para uso agrícola. Actualmente, sólo se considera el costo de oferta (costos de inversión, operación y mantenimiento de la infraestructura para ofrecer el servicio) y no se considera los costos de oportunidad del recurso, ni las externalidades económicas y ambientales que se generan en el consumo. En la mayor parte del país, por el consumo del agua superficial para riego sólo se paga la tarifa para cubrir gastos administrativos, fijada en el presupuesto anual de las Juntas de Usuarios. En el valle de Mala, el uso agrícola del agua superficial se destina mayormente al cultivo del manzano. Las preguntas orientadas a dar respuesta en esta investigación fueron:

¿Los agricultores cultivadores del manzano, en el valle de Mala, utilizan el agua de manera eficiente y no pagan el costo real por ello?

¿Cuáles son los costos de usos consuntivos (agrícola y doméstico) y no – consuntivos (pesca camarones y uso recreacional), que los usuarios desconocen?

¿El costo mayor debe ser considerado como el costo alternativo de utilizar el agua para uso agrícola en el valle de Mala?

El objetivo general es Calcular el Costo Económico del Agua para uso Agrícola en el valle del río Mala, comparando el costo del agua para el cultivo del manzano con sus usos alternativos, consuntivos y no consuntivos; de tal manera que se identifique el mayor costo alternativo. Los objetivos específicos son:

Determinar el valor, costo y tarifa del uso del agua en el cultivo del manzano en el valle de Mala, cuantificando la producción, costos, precio de venta y la cantidad de agua demandada; de tal manera que se busque el uso eficiente del recurso.

Calcular los costos de los usos alternativos del agua en el valle de Mala, entre los usos consuntivos (agrícolas y domésticos) y no-consuntivo (pesca de camarones y recreacional), mediante sus preferencias

¹ Facultad de Economía y Planificación, Universidad Nacional Agrar La Molina

reveladas; de tal manera que se cuantifique cada uno de estos valores.

Identificar el mayor costo económico de los usos alternativos que tiene el agua superficial para uso agrícola en el valle de Mala, aplicando el criterio de costo de oportunidad; de tal manera que los usuarios puedan darle la verdadera importancia a este recurso escaso.

2. Marco conceptual

2.1. Costo de oportunidad

El Costo de oportunidad se refiere al hecho que al consumir agua un usuario está privando a otro del consumo, si este último valora más el agua, existe un costo de oportunidad que experimenta la sociedad debido a la mala asignación de recurso. El costo de oportunidad del agua es cero sólo en la medida de que no exista uso alternativo, esto es, que no exista escasez de agua. Cuando se ignoran los costos de oportunidad, se produce una subvaloración del recurso hídrico, lo que desincentiva la inversión y produce una mala asignación del recurso entre los usuarios. El concepto de costo de oportunidad también se aplica a temas como la calidad medioambiental.

2.2. El costo y valor del agua

El Costo Total del consumo de agua en término de su cantidad, calidad y oportunidad, se puede visualizar en el Esquema 1² Este Costo Total está conformado por el Costo Económico Total, más las Externalidades Medioambientales. A su vez el Costo Económico Total del agua es la suma del Costo de Oferta Total, el Costo de Oportunidad y las Externalidades Económicas.

Esquema 1. Principios Generales para Costear el Agua

Externalidades Medioambientales		Costo Económico Total	Costo Total	=	Valor de Uso Sustentable
Externalidades Económicas					
Costo de Oportunidad		Costo Económico Total	Costo Total	=	Valor de Uso Sustentable
Costo de capital	Costo de Oferta Total				
Costo de O&M					

Valor Total de Uso del agua, de lo mencionado anterior, se puede visualizar en el Esquema 2 y esta representado por la suma del Valor Económico y el valor Intrínseco. A su vez el Valor Económico está conformado por el Valor para los Usuarios de Agua, los Beneficios Netos de los Flujos de Retorno, los Beneficios Netos del Uso Indirecto y los Ajustes por Objetivos Sociales.

Esquema 2. Principios Generales para el Valor de Uso.

Valor Intrínseco		Valor Económico	Valor Total
Ajustes por Objetivos Sociales			
Beneficios Netos de los Usos Indirectos			
Beneficios Netos de los Flujos de Retorno			
El valor para los usuarios de Agua			

En el Esquema 3³, se marcó una distinción entre el análisis de eficiencia (dominio típico de la economía) y más allá de la eficiencia. Dentro de la categoría de eficiencia, hay dos conceptos. Aquellos que tradicionalmente son comercializados en el mercado (bienes privados como: manzanas, naranjas, etcétera) y aquellos que no son comercializados en el mercado tradicionalmente (bienes públicos o no de mercado como: calidad del aire, preservación de las cuencas y vertientes, etcétera). La suma de ellas ha sido designada como valor económico completo.

Además del valor económico, se reconoció plenamente que existen valores que van más allá que aquellos considerados por Rogers Peter et al.

Esquema 3. Análisis de Valores

Más allá de la Eficiencia	Valores de objetivos distintos a la eficiencia económica (valores culturales, valores religiosos)		Valor Económico Total	Valor Completo
Valor Económico Total				
Análisis de Eficiencia	Valores Sociales (no de mercado) Ajuste de cuenta por valores sociales (externalidades ambientales)	Valores Privados (transacción de mercado)	Valor Económico Total	
	Valor Completo			

3. Metodología

3.1. Zona de estudio

Se ubica en la costa central a 90 Km de la ciudad de Lima. Geográficamente, se ubica entre las coordenadas 76°50' y 76°32' de Longitud Oeste y 12°03' y 12°44' de Latitud Sur. Políticamente, pertenece a la provincia de Cañete, departamento de Lima, comprende los distritos de Mala, San Antonio, Santa Cruz de Flores y Calango, su principal fuente de recursos hídricos para la agricultura bajo riego es el río Mala. En gestión de los recursos hídricos, el valle Mala depende de la Administración Técnica del Distrito de Riego Mala-Omas-Cañete, Sub Administración Técnica Mala-Omas. La Junta de Usuarios Mala-Omas está conformada por 8 Comisiones de Regantes que tienen a su cargo el sistema de distribución de riego del valle Mala, Tabla Nro.1.

² Rogers, Peter; Bhatia, Armes y Huber, Annette. "El agua como un bien económico y social: como poner los principios en práctica".

³ Matthews, Olen; Brookshire, David; Campana, Michael (2001): "El valor económico del agua"

Tabla 1. Junta de Usuarios Mala Omas - Padrón de Usuarios.

Comisión de Regantes	Área (has)		Número Predios	Número Usuarios	Usuarios/ha
	Total	Bajo Riego			
Calango	377.32	368.74	890	629	1.71
San Andrés	652.77	557.07	76	60	0.11
Corrreviento Rinconada	831.39	815.81	483	380	0.47
Flores Azpitia	314.79	307.65	462	344	1.12
Escala Salitre/Barcelona	1,314.25	1,313.74	1,004	797	0.61
Flores San Antonio	574.88	573.92	1,781	1,431	2.49
Bujama	1,331.30	1,328.64	961	844	0.64
Minay	264.65	262.34	491	324	1.24
Total	5,661.35	5,527.91	6,148	4,809	0.87

Fuente: Junta de Usuarios Mala-Omas

3.2. Determinación de la muestra

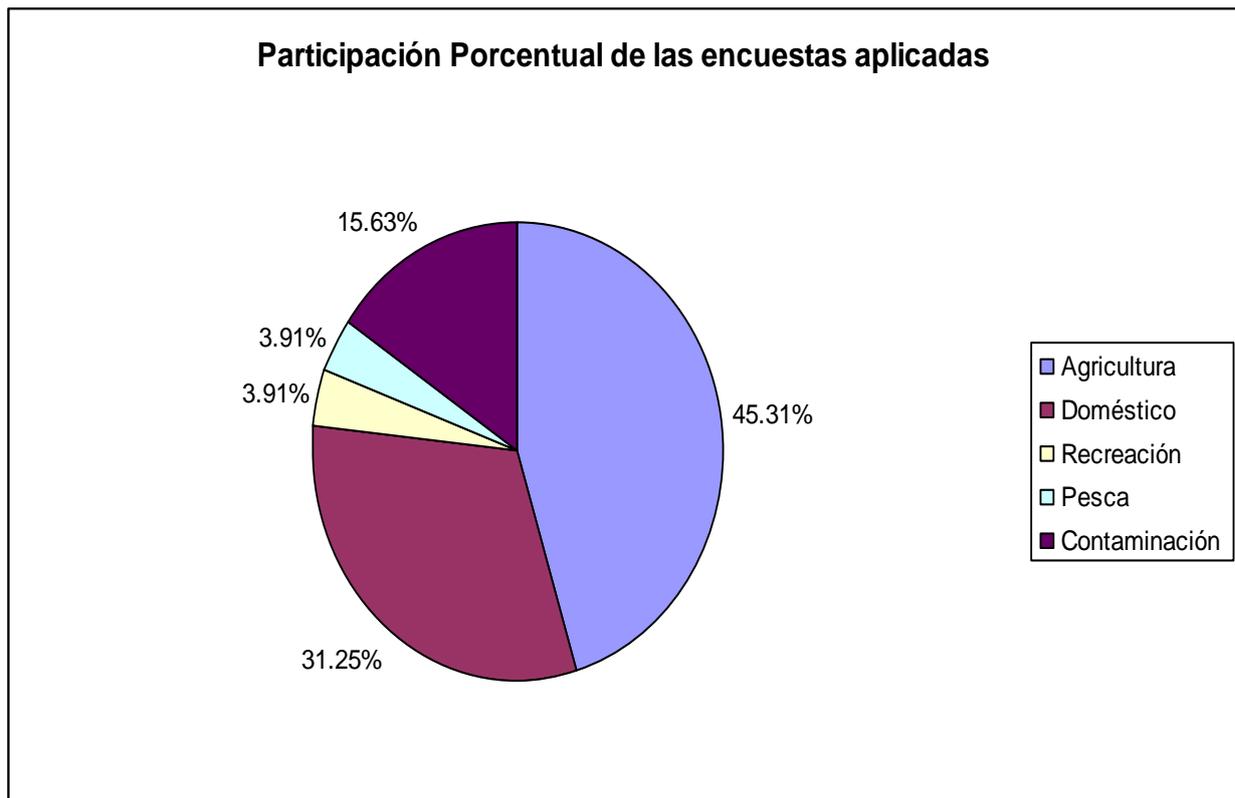
Para definir las muestras, por tipo de usuarios, se emplearon dos pasos. Primero, el muestreo aleatorio simple para definir el número de encuestados, en este

caso 128 encuestados. Segundo, definir el muestreo estratificado para determinar los tipos de encuestados.

Estrato de usuarios	Número de usuarios ⁴	Desviación estándar ⁵ de los estratos	Números de entrevistados
Agrícola	5,660	22,846	58
Domésticos	4,800	18,136	40
U. no consuntivos	4,758	13,782	30

Las encuestas se aplicaron a los siguientes subsectores: Agrícola (58), doméstico (40), pesca de

camarones (5), recreación (5) y contaminación (20), como se muestra a continuación:



3.3. Problemas identificados en el valle de Mala

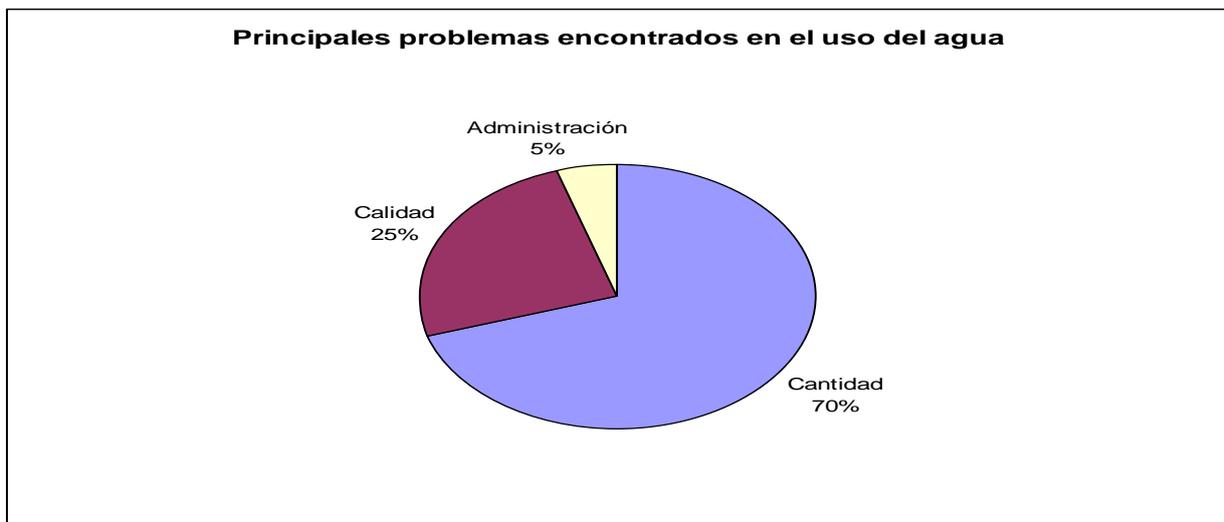
El 70% manifestó que el principal problema identificado es la baja y deficiente cantidad ofertada;

un cuarto de ellos identificaron a la calidad como problema y sólo el 5% manifestó tener problemas administrativos.

45

⁴ Subdirección Técnica de Riego Mala – Omas y las entrevistas del autor.

⁵ Estimación de diferencias de sueldos al interior del grupo



Fuente: Aplicación de encuesta.

3.4. La importancia del agua en sus actividades cotidianas. En la escala de 1 a 10, sólo se encontraron respuesta del 8 al 10. El criterio muy importante disminuye a

medida que se sube por el valle, así tenemos que en las zonas baja, media y alta los porcentajes son 92.8, 91.6 y 89.4 %, respectivamente. Como se puede observar en el cuadro siguiente.

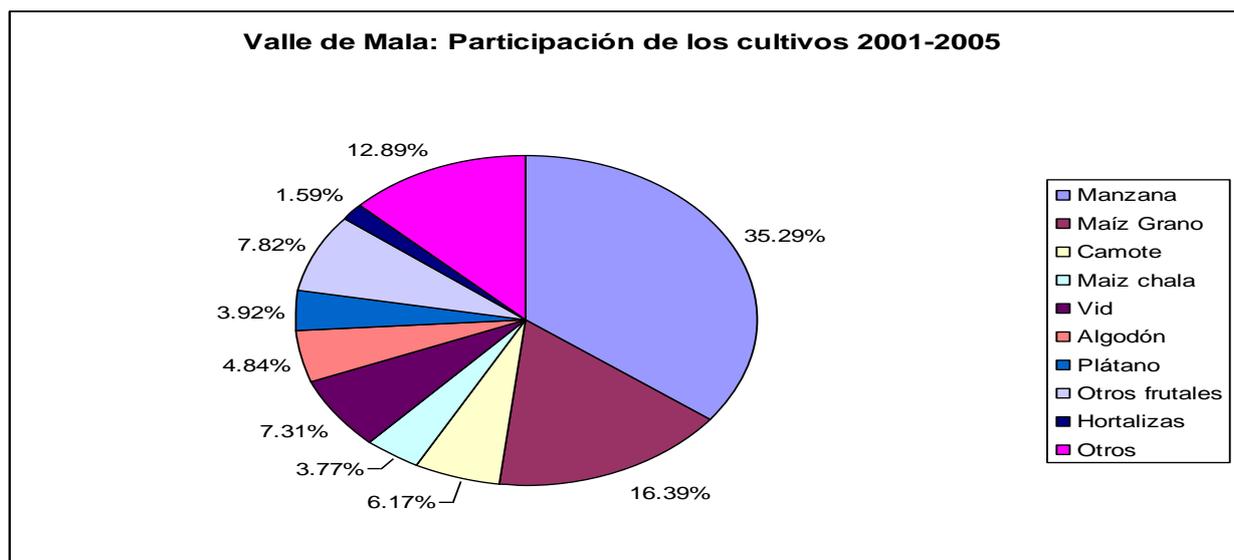
Tabla 2. Criterio de evaluación sobre la importancia del agua.

Criterio de Evaluación	Zona Baja		Zona Media		Zona Alta	
	Número	Frecuencia	Número	Frecuencia	Número	Frecuencia
Muy importante (10)	39	92.86%	44	91.67%	34	89.47%
Importante (9)	3	7.14%	3	6.25%	3	7.89%
Valioso (8)		0.00%	1	2.08%	1	2.63%
Total	42	100.00%	48	100.00%	38	100.00%

Fuente: Aplicación de encuesta.

3.5. Cultivos a los que se dedican. Se identificó que el 35% se dedica al cultivo del manzano y el 16% al maíz grano. En la zona alta, el manzano es un monocultivo, conociéndose que este

cultivo demanda entre 9,500 m³ por campaña de 8 meses. La participación de otros cultivos se muestra seguidamente.



2. Resultados

2.1. Uso agrícola del agua en el Valle de Mala

2.1.1. El valor del agua en el cultivo del manzano

Considerando dos niveles de producción, buenas y bajas. El rendimiento (kg/ha) y en número de cajones cosechados se expresan seguidamente.

Rendimiento del cultivo Manzano por ha

Producción	Cantidad Kg/ha	Cajones de 20 Kg
Baja	20,000	1,000
Buena	40,000	2,000

Los precios por cajón, el mínimo, máximo y promedio tanto en soles y en dólares; como se registra seguidamente.

Precio de la manzana por cajones

Comportamiento	Mínimo	Máximo	Promedio (S/.)	Promedio (US\$)
Bajo (Diciembre-Mayo)	8	10	9	2.6
Alto (Julio- Noviembre)	10	20	15	4.3

Los ingresos se manifiestan combinando los rendimientos con sus precios previstos, obteniéndose los niveles de ingreso mínimo, máximo y promedio.

Tabla 3. Ingresos de la manzana por ha.

Ingresos	Mínimo	Máximo	Promedio (S/.)	Promedio (US\$)
Baja producción				
Precio bajo	8,000	10,000	9,000	2,571
Precio alto	10,000	20,000	15,000	4,286
Buena producción				
Precio bajo	16,000	20,000	18,000	5,143
Precio alto	20,000	40,000	30,000	8,571

Elaboración propia

La comparación de ingresos y costos muestra la rentabilidad por campaña de 8 meses. Obteniendo la

rentabilidad mensual mínimo de US\$ 71 y un máximo de US\$ 634, como se presenta seguidamente.

Tabla 4. Rentabilidad de la manzana por ha

Producción/precios	Ingresos (US\$)	Costos (US\$)	Rentabilidad campaña: 8 meses	Rentabilidad mensual (US\$)
Baja producción				
Precio bajo	2,571	2,000	571	71
Precio alto	4,286	2,000	2,286	286
Buena producción				
Precio bajo	5,143	3,500	1,643	205
Precio alto	8,571	3,500	5,071	634

Elaboración propia

Determinada la rentabilidad, se adiciona la cantidad de agua que demanda el cultivo del manzano (9,500 m³), determinando el valor del agua por metro cúbico, para cada opción de producción y precio, expresado en US\$/m³, con un mínimo de 0.008 (no sustentable en consumo de agua) y un máximo de 0.018 (sustentable en el consumo de agua).

Tabla 5. Valor del agua en el cultivo del manzano.

Producción época	Rentabilidad campaña	m ³ Campaña	Valor M ³ de agua	Valor Promedio de agua (US\$/m ³)
Baja producción				
Precio bajo	571	9,500	0.0030	0.008
Precio alto	2,286	9,500	0.0120	
Buena producción				
Precio bajo	1,643	9,500	0.0086	0.018
Precio alto	5,071	9,500	0.0267	

Elaboración propia

La simulación del Valor Promedio del agua para el cultivo del manzano se realiza al considerar cambios en el consumo de agua entre 8,000 y 11,000 m³. Mientras que el precio del producto cambia desde S/. 8 hasta S/. 18 por cajón de manzana. Ver Cuadro Nro.6.

Tabla 6. Simulación del valor del agua en el cultivo del manzano, tomando el consumo de agua y el precio del producto.

		CONSUMO de agua en cultivo del manzano por campaña (m ³)							
		0.008	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000
PRECIO por cajón de Manzana (S/.)	8	0.009	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	0.006	
	9	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	
	10	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008	
	11	0.013	0.012	0.012	0.011	0.010	0.010	0.009	
	12	0.014	0.013	0.013	0.012	0.011	0.011	0.010	
	13	0.016	0.015	0.014	0.013	0.013	0.012	0.011	
	14	0.017	0.016	0.015	0.014	0.014	0.013	0.012	
	15	0.018	0.017	0.016	0.015	0.015	0.014	0.013	
	16	0.020	0.018	0.017	0.017	0.016	0.015	0.014	
	17	0.021	0.020	0.019	0.018	0.017	0.016	0.015	
18	0.022	0.021	0.020	0.019	0.018	0.017	0.016		

Elaboración propia. Usando la opción: Datos y Tabla de la hoja de cálculo Excel.

A un precio de S/. 10, el nivel de consumo de 8,000 m³ tiene un valor de 0.012 y al nivel de consumo de 11,000 m³ tiene un valor de 0.008. Es decir, si mantenemos el precio fijo, el valor promedio del agua debe disminuir si aumenta su consumo. Mientras que a un consumo fijo de 8,000 m³, al precio de S/. 8 tiene un valor de 0.009 y al precio de S/. 18 tiene un valor de 0.022. Es decir, si mantenemos fijo el consumo, el valor promedio del agua debe aumentar si aumenta el precio del producto.

Por lo tanto, si consumimos más agua en un cultivo su valor real debe disminuir; por lo tanto lleva a una ineficiencia del uso del agua; así mismo, si el precio del producto que usa el agua sube, su valor real debe aumentar.

2.1.2. El costo del consumo del agua en el cultivo del manzano

El costo del rubro agua en el cultivo del manzano tiene una participación del 5%. En este caso, corresponde a US\$ 100, este valor es dividido entre el consumo de las 9,500 m³, obteniéndose el costo del agua en 0.0105 US\$/ m³, como se aprecia seguidamente.

Costo de consumo del agua en el cultivo del manzano

Cultivo	Costo/ha (US\$)	Participación de agua	Costo del agua (ha)	m ³ Campaña	Costo del agua (US\$/m ³)
Manzana	2,000	5%	100	9,500	0.0105

2.1.3. La tarifa del agua en el cultivo del manzano

Respecto a la tarifa del agua para el cultivo del manzano, la tarifa promedio en el valle de Mala es de S/. 115/ha, el consumo promedio por campaña es de 9,500 m³. Además, se conoce que el cultivo del manzano en el valle de Mala se realiza tres (3) cosechas en dos (2) años. Con esta información, se determina que la tarifa es de S/. 0.0081 por m³ Gráfica Nro.1.

(equivalente a US\$ 0.0023/m³), como se presenta a continuación.

Tarifa del agua en el cultivo del Manzano

Tarifa promedio por ha/año (S/.)	115
Consumo agua por campaña (m ³)	9,500
Tarifa por 2 años (S/.)	230
Consumo de 3 campañas (m ³)	28,500
Tarifa por m ³ (S/.)	0.0081
Tarifa por m ³ (US\$)	0.0023

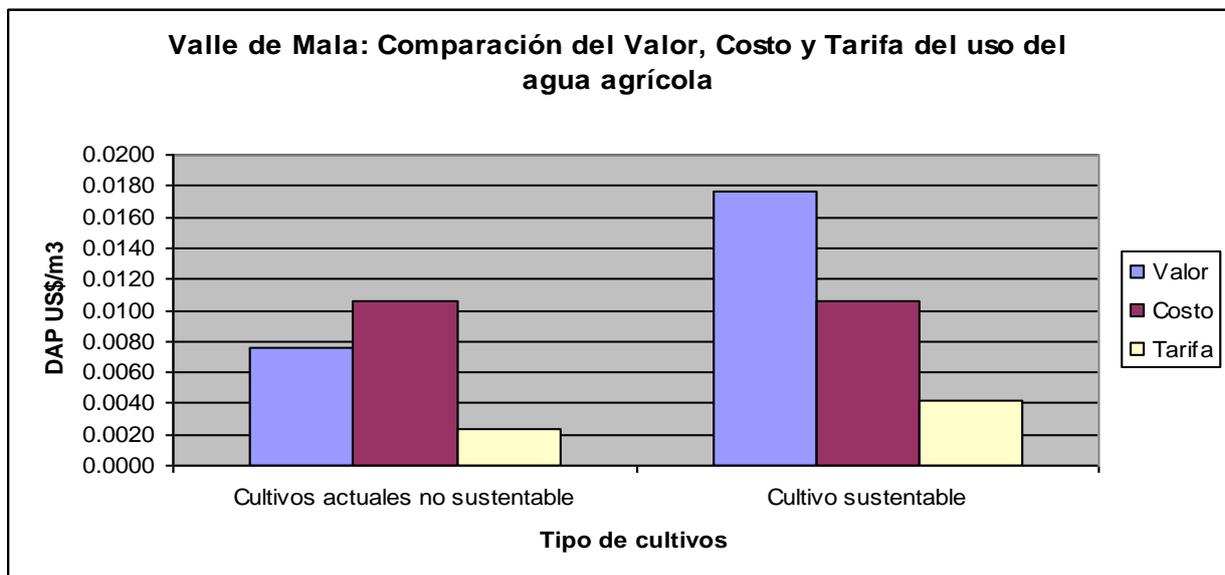
2.1.4. El valor, costo y tarifa del agua en el cultivo del manzano

La comparación se realiza en dos escenarios. Los escenarios se crean por el valor de uso del agua que los agricultores le dan, a su vez el valor de uso está en función del nivel de producción y el precio del producto cosechado.

Primer escenario, al valor mínimo del agua en el cultivo del manzano (US\$ 0.008/ m³). Debido a que el cultivo obtuvo baja producción y precio, por lo tanto, los agricultores terminan no pagando el consumo de agua y lo usan indiscriminadamente. Por lo tanto, el bajo valor de uso del agua crea cultivos no sustentables.

Segundo escenario, el valor máximo del agua en el cultivo del manzano (US\$ 0.018/ m³). Esto se debe a que el cultivo obtuvo alta producción y precio, por lo tanto, los agricultores pagan oportunamente el consumo de agua y lo usan racionalmente. Por lo tanto, el alto valor de uso del agua crea cultivos sustentables, siempre y cuando la tarifa también aumente.

En la gráfica Nro. 1. El primer escenario, para cultivos no sustentables, el costo es el más alto, seguido del valor y la tarifa es la menor. En el segundo escenario, para cultivos sustentables, el valor es el más alto, seguido por el costo y la tarifa sigue siendo la menor.



Por lo tanto, el valor del agua superficial en la agricultura es variable, de acuerdo a la importancia del cultivo; los costos del consumo del agua son fijos, es decir es un porcentaje del costo total; la tarifa también es fija y siempre es la menor entre los tres rubros. En cultivos sustentables, el valor debe ser mayor que su costo y este a su vez mayor que su tarifa.

4.2. El uso doméstico del agua en el Valle de Mala

Para el valor del agua de uso doméstico (agua potable), en el valle de Mala, se tomaron los comportamientos de las poblaciones de las zonas rural y urbana, los primeros no tienen el servicio y los segundos tienen en forma deficiente. Para el cálculo del costo y la tarifa se tomó el comportamiento sólo de la población urbana. En este caso la información del distrito de Calango.

En el cálculo del valor del uso doméstico, se analizó el comportamiento de los nuevos usuarios del agua potable y de aquellos antiguos que mejoraron el servicio. En el caso de los nuevos usuarios, se evaluaron dos beneficios: primero el valor de los recursos liberados y segundo el beneficio de recibir el servicio del agua potable. Para los usuarios antiguos que mejoraron su servicio, sólo se valora los beneficios marginales.

2.2.1. El valor del agua para los nuevos usuarios

Los nuevos usuarios se incorporaron al servicio de agua potable domiciliaria, que en condición actual, se abastecían de agua del río, pozos o acequias. Ellos tuvieron doble beneficios, ya que abandonaron la situación actual y luego recibieron el nuevo beneficio.

a. Valor de los Recursos Liberados

Los nuevos usuarios liberaron recursos al dejar de abastecerse de fuentes alternativas al sistema potable. El costo alternativo de las familias no conectadas al servicio de AP, se estimaron de la siguiente manera, se acarrea 5 baldes (capacidad 20 litros c/u) diarios de agua para consumo doméstico, la madre acarrea 2 y los hijos 3. Con estos datos se determinaron que la cantidad acarreada es de 100 litros/ día (5 viajes acarreado 20 litros por viaje) y el consumo promedio mensual /vivienda es de 3 m³, como se presenta seguidamente.

Consumo m³ de agua acarreada por familia por mes

DATOS	UNIDAD	VALOR
1. Número de acarreo de agua por día /vivienda	Viajes	5
2. Volumen de balde	lts	20
3. Consumo promedio diario /vivienda [(1)*(2)]	lts	100
4. Consumo promedio mensual /vivienda [(3)*30/1000]	m ³ /mes	3

Para realizar la valorización del acarreo del agua se considera que una (1) hora con propósito laboral en el área rural es de S/. 3.32⁶. Para propósito no laborales a los adultos les corresponde el 30% de laboral, es decir, un (1) S/./h; en el caso de los no adultos les corresponde el 15% de laboral, es decir, 0.5 S/./h. Sabiendo además, que el tiempo de acarreo por viaje es de 10 minutos; se llega a determinar que el valor de acarrear el agua diariamente es de S/. 0.58, como se muestra en el cuadro siguiente.

Tabla 7. Valor diario del acarreo de agua para los no conectados.

Persona Que acarrea	Tiempo de acarreo por viaje (minutos) (1)	Número. de viajes /día (2)	Tiempo total acarreo (horas) (1)*(2)/60 (3)	Valor del tiempo hora (S/.) (4)	Valor de tiempo de acarreo (S/. /día) (3)*(4) (5)
Madre	10	2	0.33	1	0.33
Hijo	10	3	0.50	0.5	0.25
TOTAL(S/./día)					0.58

Considerando el consumo de un mes, el valor del tiempo de acarreo por mes será de: S/.17.5 /mes, si el consumo promedio acarreada mensual /vivienda es de 3 m³; el valor del tiempo de acarreo al mes /m³ por vivienda S/. 5.83 m³. Por lo tanto, el valor de los recursos liberados por vivienda (área del rectángulo de la gráfica Nro.11) fue de S/.17.50 por familia /mes.

b. Valor de los beneficios del consumidor por disponibilidad del servicio.⁶

Estos beneficios se midieron a través de su máxima disposición a pagar de los nuevos consumidores (área bajo la curva de demanda), el cálculo se realiza de la siguiente manera. Las familias tienen 5 miembros en

los hogares, el consumo de saturación con tarifa marginal cero es: 120 litro por persona día (l/p/d) equivalente a:

$$(120 \text{ l/p/d} * 5 \text{ miembros-familia} * 30)/1000 = 18 \text{ m}^3/\text{mes /conexión}$$

La curva de demanda lineal será: $Q = a + b * P$. En el consumo de saturación: $Q = 18 + b * P$

Como el consumo de los no conectados al sistema doméstico es 3 m³/mes/conexión y el costo económico para los no conectados al sistema doméstico es S/. 5.83 /m³; se determina que la pendiente b de la curva es **-2.57**, dado que $P = 5.83$ y $Q = 3$.

Entonces la curva de demanda será: $Q = 18 - 2.57 P$

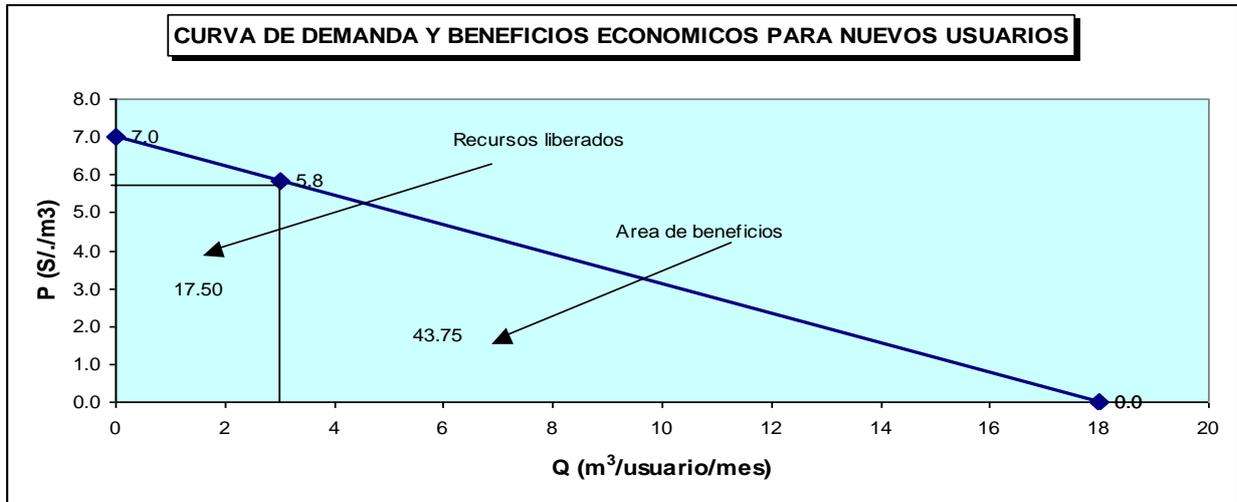
El valor de los beneficios por disponibilidad del servicio es el área del triángulo debajo de la curva de

⁶ Dato emitido por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) para la evaluación de proyectos sociales. Norma del SNIP. 2003.

demanda. El Valor de Beneficios por Disponibilidad del Servicio, será = S/.43.75 /familias/mes, cuya

gráfica se presenta seguidamente.

Gráfica 2. Curva de la demanda y beneficios para nuevos usuarios.



Los beneficios consolidados de los nuevos usuarios, estuvo dado por la suma de las áreas de los recursos liberados y de los beneficios por la disponibilidad del servicio; llegando a determinar beneficios de 61.25 y 735.00 nuevos soles mensuales y anuales respectivamente.

Criterios	Valor
Por liberación de recursos	17.50
Por disponibilidad del servicio	43.75
Total Beneficios (S./familia/ mes)	61.25
Total Beneficios (S./familia/ año)	735.00

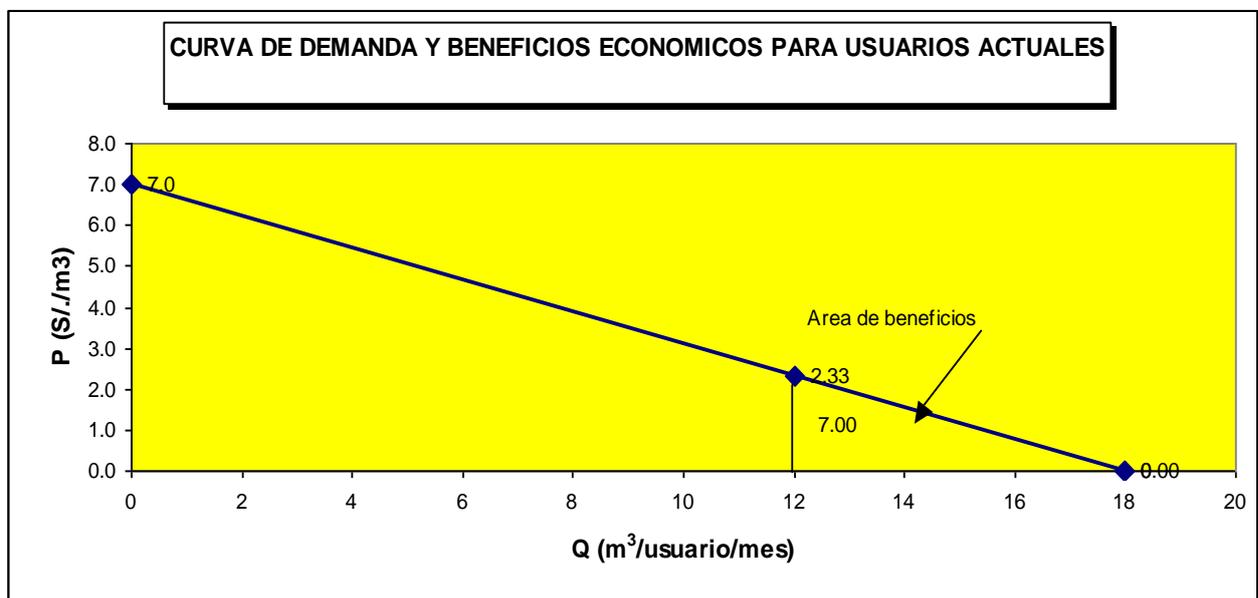
2.2.2. Valor del agua para los antiguos usuarios

Los antiguos usuarios esperan una mejora del servicio de agua potable, dado que ellos ya tenían el servicio. En la ecuación de la curva de demanda es:

$Q = 18 - 2.57 P$. El consumo de racionamiento Q estimado por el estudio (diagnóstico) fue de 12 m³/vivienda/mes, luego en la ecuación de demanda, la máxima disposición a pagar (P) fue de S/. 2.33 por m³.

El valor de los beneficios económicos de los usuarios antiguos, en el área del triángulo debajo de la curva de demanda. La base o la cantidad con saturación menos la con racionamiento [18-12] es: 6. La altura, máxima disposición a pagar asociada al consumo de racionamiento: 2.33. El valor de beneficios por mayor disponibilidad del servicio de agua potable por familia y por mes es S/.7.00 /familia/mes, como se observa en la gráfica siguiente.

Gráfica 3. Curva de demanda y beneficios económicos para usuarios actuales.



Luego, el valor de los beneficios por mayor disponibilidad del servicio de agua potable por familia y por año fue de S/. **84.00** /familias/año.

2.2.3. El valor, costo y tarifa del agua en el uso doméstico

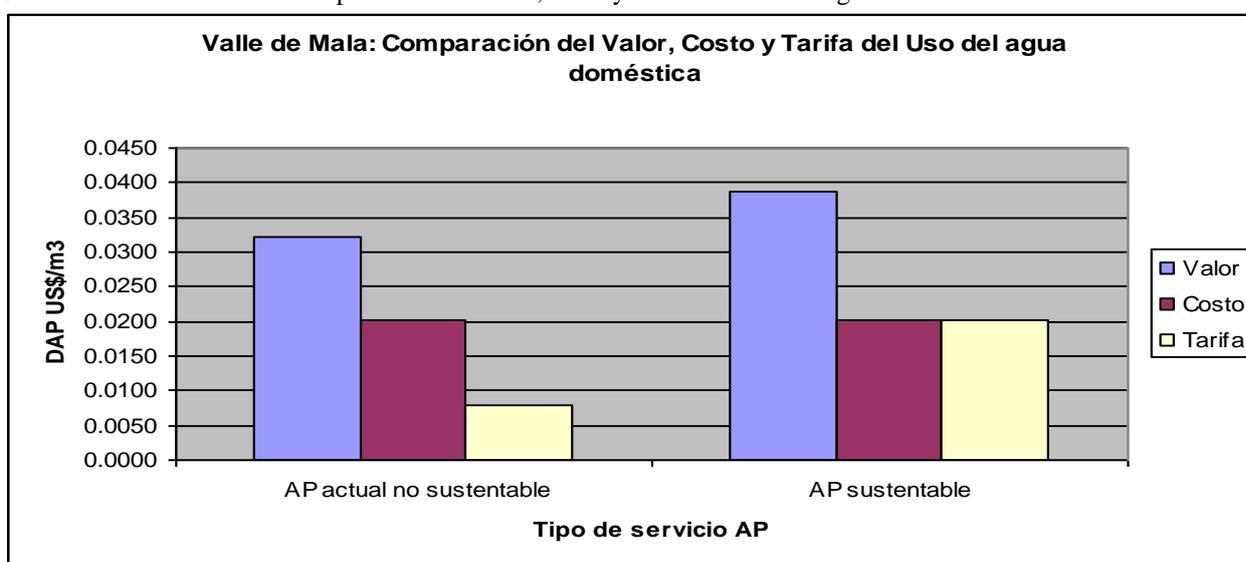
Para el cálculo del valor, se toma en consideración el costo de oportunidad más alto que es el Beneficios Total de los nuevos usuarios calculado en 61.25 S/./familia/ mes, equivalente a 17.5 US\$/familia/mes. Así mismo, las personas tienen un consumo de 120 l/p/d, equivale a 18 m³/mes /conexión; por lo tanto, al dividir el beneficio total entre el consumo se obtiene el valor de 0.97 US\$/ m³ en un mes, al dividirlo entre 30 resulta el valor de 0.032 US\$/ m³.

En la determinación de la tarifa, se considera que en el distrito de Calango se cobra S/. 15 mensual por el

consumo de las familias (no hay micromedición), equivalente a 4.29 US\$/mes; si se sabe que el consumo promedio es de 18 m³/mes /conexión; por lo tanto, al dividir el cobro entre el consumo promedio se obtiene la tarifa de 0.23 US\$/ m³ en un mes, al dividirlo entre 30 resulta el valor de 0.0079 US\$/ m³, resultando ser una tarifa bastante baja, que requiere ser ajustada, en función de sus costos operativos.

Los costos de oferta son variados de acuerdo a los gastos de mantenimiento y de inversión que se requiere. Al no contar con esta información, se ha supuesto que es el promedio entre el valor y la tarifa, es decir, 0.02 US\$/ m³ la comparación entre los tres se observa en la gráfica siguiente.

Gráfica 4. Valle de Mala: Comparación del Valor, costo y tarifa del Uso del agua doméstica.



Al realizar las comparaciones entre valor, costo de oferta y tarifa, se observa que el uso del agua doméstica es muy valorada, sobre todo por los que no tienen el servicio; mientras, que la tarifa resultará ser la más baja de las tres. Para mantener un servicio de agua potable sustentable, se propone mantener o subir el valor de uso, acompañado de una subida de la tarifa, en el extremo podría subir hasta el equivalente de su costo de oferta.

2.3. El agua en la pesca de camarones en el Valle de Mala

2.3.1. La ecuación de demanda de la pesca de camarones

La ecuación de la demanda para la pesca de camarones toma como referencia el consumo de saturación mensual de 1680 Kg. Así mismo si existiera una escasez permanente su precio, subiría a S/. 50/Kg.

Demanda: $Q = 1680 - 33.6 * P$; Si $Q = 0$, entonces el $P = 50.00$.

Actualmente, en el valle, se vende a S/. 10 Kg., llevando a la ecuación se determina una pesca de

1,344 Kg/ mes. Siendo estos puntos los equilibrios del mercado.

Si la pesca es regulada, por normativas del Ministerio de la Producción, fijada en 1,000 Kilos mensuales, el precio subiría a S/. 20.24 /Kg. Con estos dos puntos encontramos el Excedente del consumidor = Área del rectángulo (10238.10) + Área del Triángulo (1760.95) = S/. 11999.05.

El costo marginal privado⁷ (CMP), a partir de la ecuación clásica de oferta

$Q = -295 + 250 * P$, se plantea la ecuación:

$P = 1.18 + 0.004 * Q$

El costo marginal de la externalidad (CME)⁸ cuya ecuación es:

$P = -4.25 + 0.0132978 * Q$ ó también: $Q = 320 + 75.20 P$

A nivel de 320 kilos mensuales, el $CMP = CMS$, el precio será: $P = S/. 2.46$ Kg. A nivel de $Q = 320$ en la

⁷ Se construye con los datos del zoológico municipal del distrito de Calango.

⁸ Jiménez, Luis. "En Costo de oportunidad y externalidades en el valor económico del agua superficial para uso agrícola en el valle de Mala", Tesis Doctoral, UNFV, 2006.

ecuación de demanda, $Q = 1680 - 33.6 * P$; el precio será: S/. 40.49

2.3.2. El valor del agua destinado a la pesca de camarones

Como las funciones anteriores (CMP y CME) son lineales, se pueden adicionar para encontrar el Costo Marginal Social (CMS).

$$\text{CMP: } P = 1.18 + 0.00400 * Q$$

$$\text{CME: } P = -4.25 + 0.01329 * Q$$

$$\text{CMS: } P = -3.07 + 0.01730 * Q$$

La otra forma de expresar el CMS es:

$$Q = 177.48 + 57.81 * P$$

La captura social será cuando: Demanda = CMS

$$1680 - 33.6 * P = 177.48 + 57.81 * P$$

Donde: $P = 16.44$ y $Q = 1,127.72$ Kilos mensuales (Captura Social)

Al aumentar el nivel de pesca desde el nivel socialmente eficiente de 1,127.72 kilos mensuales hasta el equilibrio en 1,344 kilos mensuales, los costos totales de la externalidad aumentan.

Por lo Tanto, el Excedente Social (DAP total por pesca menos los costos sociales) en el nivel social de pesca será:

$$\text{Área 1} = (50 - 40.49) * 320 * 0.5 = 1,520$$

$$\text{Área 2} = (40.49 - 2.46) * 320 = 12,154$$

$$\text{Área 3} = (40.49 - 2.46) * (1,127.72 - 320) * 0.5 = 15,366$$

$$\text{Área 4} = (2.46 - 1.18) * 320 * 0.5 = 204$$

El excedente social (área de trapecoide) = S/. 29,245 = US\$ 8,355.65.

La cantidad de agua utilizada en las actividades productivas⁹ es de 5,826,969/m³. Realizando la división tenemos: US\$ 0.00143/m³ como el valor del agua para las actividad de pesca de camarones.

2.4. El uso del agua en la recreación el Valle de Mala

2.4.1. La ecuación de demanda de la recreación (conservación)

Se sabe que el número de visitantes promedio anual al valle de Mala es de 420 personas, la longitud del río es de 80 km y que la elasticidad¹⁰ de la recreación es 0.6. La función de demanda para conservar el río es:

$$Q = 80 - 0.6 * P.$$

Donde: P es el precio por kilómetro que una persona está DAP por Q kilómetro del río conservado. Costo de oportunidad marginal de conservación¹¹ es: S/.17,500 Km/año.

Por tratarse de un bien público, las curvas de demanda se pueden agregar verticalmente, para esto, la curva de demanda individual hay que expresar en término de P.

$$\text{Sí, } Q = 80 - 0.6 * P, \text{ entonces: } P = 133.33 - 1.66 * Q$$

Si hay 420 consumidores individuales, multiplicando al miembro derecho

$$P = 56,000 - 700 * Q$$

La que representa la curva agregada de beneficio marginal para el bien público. El nivel eficiente del bien público a ser proveído, se halla al igualar el costo de oportunidad marginal con el precio (CMg = P).

Entonces: $17,500 = 56,000 - 700 * Q$. Luego $Q = 55$, es la asignación eficiente a ser conservada anualmente.

4.4.2. El valor del agua destinado a la recreación (conservación)

Los beneficios brutos anuales (BBA) son iguales al área debajo de la curva de demanda hasta $Q = 55$.

$$\text{BBA} = (55) * (17,500) + 1/2 * (55) * (56,000 - 17,500) = 2,021,250.$$

El costo total anual de esta política. Está dado por el área debajo de la curva de costo marginal hasta el nivel de conservación eficiente del río, es decir, $Q = 55$ kilómetros.

$CT = 55 * 17,500 = 962,500$ La magnitud (anual) del excedente de los consumidores. Es igual al área por debajo de la curva de demanda hasta $Q = 55$.

$$\text{EC} = (55) * (17,500) + 1/2 * (55) * (56,000 - 17,500) = 2,021,250$$

El valor del agua para la recreación es S/. 2,021,250 (US\$ 577,500). La cantidad de agua para la recreación es la cantidad ecológica¹², la que no puede faltar en ningún momento, cuyo flujo es de 139,704,480 m³/año. Realizando la división tenemos: US\$ 0.00413/m³ como el valor del agua para la actividad de recreación.

2.5. El costo de oportunidad del agua superficial para el uso agrícola en el Valle de Mala

Para determinar el costo de oportunidad del agua en la agricultura en el valle de Mala, se analizaron los usos alternativos principales a los que se destina el agua del río Mala. Así tenemos, si el uso fue en el mismo sector (cultivo del manzano) tuvo un valor de US\$ 0.018/m³, mientras que para el uso doméstico, en el distrito de Calango, su valor fue de US\$ 0.032/m³. Entre los otros usos identificados tenemos: pesca de camarones con un valor de US\$ 0.0014/m³ y para el uso recreacional (con conservación del río) se determino un valor de US\$ 0.0041/m³. Entre los valores calculados, se identificó que el mayor de ellos era el destinado al uso doméstico, llegando a constituirse como el costo de oportunidad para el uso agrícola en el valle de Mala.

Costo de Oportunidad

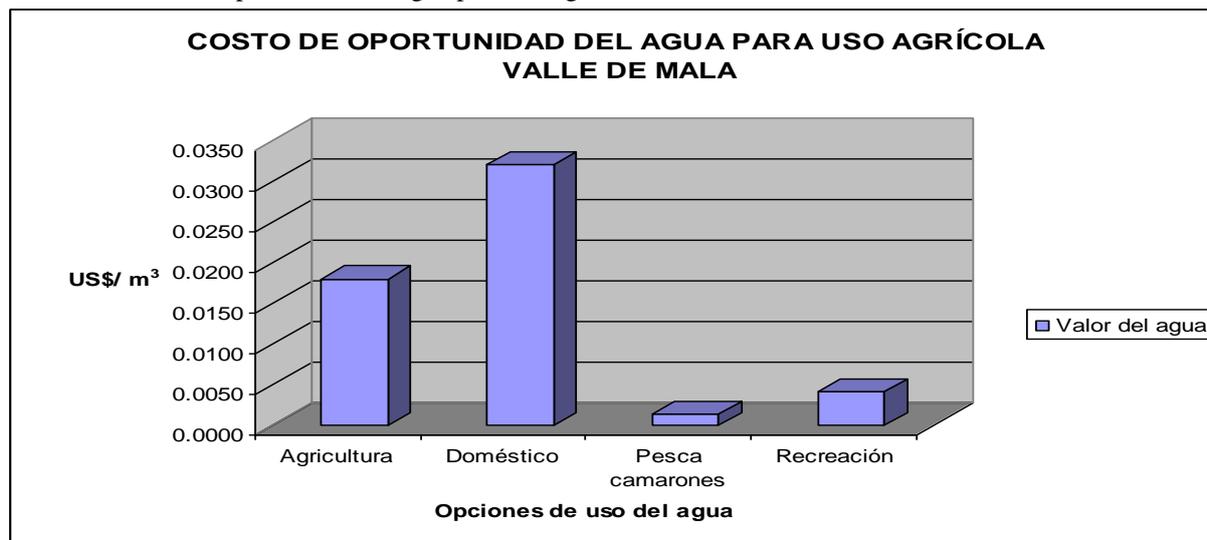
(Uso doméstico: US\$ 0.0320/m³)

⁹ La misma referencia de la nota vii

¹⁰ La curva de demanda de la actividad recreativa tiene una dependencia muy grande de su elasticidad. Así por ejemplo para una actividad más elástica, los kilómetros conservados serán menor.

¹¹ La misma referencia de la nota vii

¹² La misma referencia de la nota vii

Gráfica 5. Costo de oportunidad del agua para uso agrícola valle de Mala.

Este valor determinado servirá para fijar las tarifas reales para el uso agrícola, que permitan que el

3. Conclusiones

En el valle de Mala, el 90% de la población indicó que el agua es un recurso escaso y muy importante en sus actividades vitales, el 70% de agricultores considera que el problema principal es la baja y deficiente cantidad ofertada de agua para uso agrícola durante 8 meses del año, donde se implementa el sistema de "mitas". La superficie agrícola esta mayormente dedicada al cultivo del manzano, el que demanda en promedio 9,500 m³ por cosecha de 8 meses, la tarifa promedio de S/. 115/hectárea/ año.

El uso agrícola del agua se basa en la demanda hídrica y la rentabilidad del cultivo manzano, mostrando una relación directa entre el valor del agua utilizada y el precio de la fruta manzana. También se identificó una relación inversa entre la cantidad de agua consumida en el cultivo y el valor del agua que el agricultor le asigna, deduciendo que existe un uso ineficiente del agua. En el valle, un huerto de manzana con tecnología intermedia tiene un valor, costo del consumo y tarifa de 0.13, 0.10 y 0.02 US\$/m³ respectivamente.

El uso doméstico considera que los nuevos usuarios tienen beneficios sociales de liberar recursos y por tener el servicio, mientras que los antiguos mejorar el servicio. Además conociendo que en el distrito de Calango se paga S/. 15 mensual por vivienda y que el consumo máximo por persona es de 120 l/p/d (18 m³/mes/conexión). Se llegó a determinar que el valor, costo de la oferta y tarifa son de 0.032, 0.02 y 0.007 US\$/ m³, respectivamente.

En la pesca de camarones se genera un excedente social de S/. 29,245 (US\$ 8,355.65). La cantidad de agua es la misma que en las actividades productivas, el valor de esta actividad fue de US\$ 0.0014/m³.

El valor del agua para la recreación es S/. 2,021,250 (US\$ 577,500). La cantidad de agua para la recreación, es la cantidad ecológica, no puede faltar

insumo agua sea competitivo y comience a diseñarse los requisitos de perpetuidad.

en ningún momento, cuyo flujo es de 139,704,480 m³/año. Por lo tanto su valor fue US\$ 0.00413/m³.

El Costo de Oportunidad se determinó entre el conjunto de actividades que se desarrollan en el río Mala. En el uso consuntivo tenemos el agrícola (US\$ 0.018/m³) y el doméstico (US\$ 0.032/m³); mientras que en el uso no-consuntivo tenemos a la pesca de camarones (US\$ 0.0014/m³), recreación (US\$ 0.0041/m³). Llegando a identificar que es el uso doméstico es el de mayor valor.

4. Referencias bibliográficas

- CHEE Azqueta, D. y G. Delacámara. (2001): El valor del agua desde una perspectiva económico-social. Universidad de Alcalá de Henares, en el taller Nacional "La gestión integrada de los recursos hídricos: una contribución al consenso". Lima, noviembre.
- Barzev, R. Editor (2002): Guía metodológica de valoración económica de servicios e impactos ambientales. Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales en el CBM. Corredor Biológico Mesoamericano y CCAD. Serie técnica 04.
- Caballer, V. y N. Guadalajara (1998): Valoración económica del agua de riego. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Chávez, J. (2002): Institucionalidad del riego en el valle de Mala: las reglas de operación de los usuarios regantes de Calango. Anales Científicos. Vol.LII, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Goicochea, J. 2003. Balance hídrico del valle Mala: Un instrumento para la gestión del manejo del agua, en Participación Universitaria en el valle de Mala. Cuadernos de trabajos Nro. 2, UNIR –UNALM. La Molina. pp 77-113.
- Matthews, O., D. Brookshire y M. Campana (2001): El valor económico del agua, en el taller celebrado en Caracas, Venezuela, noviembre de 2000. Publicación No. WRP- 4, agosto de 2001, Programa de Recursos Hídricos, Universidad de Nuevo México. USA.

Rogers, P., R. Bhatia y A. Huber (2001): "El agua como un bien económico y social: Como poner los principios en práctica". Asociación Mundial del Agua (Global Water Partnership, GWP), Comité Técnico Asesor (TAC), TAC Background Papers Nro. 2. Chile.

Young, R. (2004): *Determining the Economic Value of Water, Concepts and Methods*. Resources for the future, Washington, DC, USA.

Zegarra, E. (2004): "Mercado y reforma de la gestión del agua en el Perú". Revista de la CEPAL 83. Agosto.

_____ (1998): *Agua, Estado y mercado: elementos institucionales y económicos*, Lima, Ediciones Pro A Sur.

_____ (2001): "La investigación social sobre el manejo del agua de riego una mirada a la literatura internacional de los estudios peruanos", en tema II: Agua, Instituciones y Desarrollo Agrario en el Perú. SEPIA IX, octubre. Puno-Perú.

_____ (2002): *Water Market and Coordination Failures: The Case of the Limari Valley in Chile*, Wisconsin, University of Wisconsin-Madison.

_____ (2003): Mercado de aguas y desarrollo agrario: explorando límites y posibilidades, *Debate agrario*, N° 36, Lima, Centro Peruano de Estudios Sociales (CEPES).