

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA Y CIENCIAS SOCIALES**



**“VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA Y SU APLICACIÓN  
AL FLUJO DE BENEFICIOS DE LOS PROYECTOS DE  
CONSERVACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS,  
MICROCUCENCA VINCHOS - 2010”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON  
MENCION EN PROYECTOS DE INVERSION**

**ELABORADO POR:**

**DENIS CARRASCO VALENZUELA**  
**MIRNA NÉRIDA SAIRITUPA LÓPEZ**

**ASESOR (a)**

**MSc. MAGEN DANIELLE INFANTE ROJAS**

**LIMA-PERÚ**

**2012**

## **DEDICATORIA**

Dedico este esforzado trabajo a mi hijo Chris, quien es la mayor motivación e inspiración para seguir superándome.

A mi esposa Patricia, por su permanente apoyo en este y todos mis proyectos importantes.

A mis padres Eudosio y Ana, por haber sembrado en mí la semilla de perseverancia y honestidad.

**Denís**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo a mis padres porque me sacaron adelante dándome ejemplos dignos y transmitidos su perseverancia.

A mis dos pequeñas hijas Vics y Johana que bajaron del cielo para ser el motor de mis proyectos más importantes.

**Mirna**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a nuestros profesores de la maestría y en especial a nuestra asesora de tesis Magen Infante por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

A nuestros amigos y todas aquellas personas que creyeron en nosotros porque gracias a ellos estamos escribiendo estas líneas finales.

## INDICE

DEDICATORIA .....	1
DEDICATORIA .....	2
<b>RESUMEN .....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPITULO 1: FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
1.1.1. Descripción de la realidad problemática .....	11
1.1.2. Formulación del problema .....	12
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.2.1. Objetivo General .....	13
1.2.2. Objetivos Específicos .....	13
1.3. IMPORTANCIA .....	13
1.4. LIMITACIONES.....	15
1.5. ALCANCES .....	15
<b>CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1. ANTECEDENTES.....	16
2.1.1. Experiencias de valoración económica del agua e investigaciones de la influencia del agua en los cultivos .....	16
2.2. BASES TEÓRICAS GENERALES.....	26
2.2.1. Recurso hídrico .....	26
2.2.2. El Agua y las normas asociadas .....	26
2.2.3. Microcuenca.....	28
2.2.4. Proyectos de Conservación de Recursos Hídricos .....	29
2.3. BASES TEÓRICAS ESPECIALIZADAS DE LA INVESTIGACIÓN .....	29
2.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	71
2.5. LAS VARIABLES .....	72
2.6. LOS INDICADORES .....	72
2.7. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y PLAN DE TRABAJO .....	74
2.8. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	76
<b>CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>77</b>
3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	77
3.2. POBLACION / MUESTRA Y UNIDAD DE ANALISIS.....	77

3.3. INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	80
3.4. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS .....	83
i. <b>Análisis con el modelo Dicotómico Simple empleado</b> .....	83
ii. <b>Procesamiento de resultados por el método de valoración contingente (hipótesis 1)</b> .....	85
iii. <b>Escases de Agua en el Predio y Monto de la Disponibilidad a Pagar de Agua, (hipótesis 2)</b> .....	88
iv. <b>Procedimiento para determinar el Volumen de Agua para uso agrícola(DA) en ámbito de la Microcuenca Vinchos</b> .....	89
<b>CAPITULO 4: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>90</b>
4.1. NIVEL SOCIOECONÓMICO DE LA MUESTRA .....	90
4.2. DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA USO AGRICOLA.....	91
i. <b>Volumen de Agua de uso agrícola (DA) en ámbito de la Microcuenca Vinchos</b> .....	93
4.3 VALORACIÓN DEL AGUA .....	93
4.4 INCORPORACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA EN LOS FLUJOS DE BENEFICIOS DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS. ....	94
4.5 COMPARACION DE RESULTADOS CON OTRAS INVESTIGACIONES.....	95
<b>CAPITULO 5: APLICACIÓN DE LA VALORACIÓN DEL AGUA A UN PROYECTO DE CONSERVACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS .....</b>	<b>96</b>
5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MICROCUENCA VINCHOS.....	96
5.2 RECURSOS HÍDRICOS.....	99
5.3 POBLACIÓN DE LA MICROCUENCA VINCHOS .....	100
5.4 TIPO DE SERVICIO QUE-OFRECERÁ EL PROYECTO .....	100
5.5 OFERTA QUE CUBRIRÁ EL PROYECTO .....	101
5.6 VALOR ANUAL TOTAL DEL AGUA ALMACENADA POR EL PROYECTO .....	103
5.7 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO .....	103
<b>CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>105</b>
6.1 CONCLUSIONES.....	105
6.2 RECOMENDACIONES.....	107
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>108</b>

## RELACIÓN DE CUADROS

- CUADRO N°2.1: Principios Generales para Costear el Agua
- CUADRO N°2.2: Principios Generales para el Valor de Uso
- CUADRO N°2.3: Bienes públicos, rivalidad y exclusión
- CUADRO N°2.4: Relación del valor del agua y la misma como bien intermedio, de consumo privado y proveedora de servicios públicos.
- CUADRO N°2.5: Indicadores de variables dependientes
- CUADRO N°2.6: Indicadores de variables Independientes
- CUADRO N°2.7: Matriz de consistencia y plan de trabajo
- CUADRO N° 3.1: Población Proyectada Anual
- CUADRO N° 3.2: Definición de la muestra Anual
- CUADRO N° 3.3: Variables utilizadas
- CUADRO N° 3.4: Estadísticas Descriptivas de las variables
- CUADRO N° 3.5: Estimación del Modelo Logit Completo
- CUADRO N° 4.1: Estimación del Modelo Logit reducido
- CUADRO N° 4.2: Media de la MDAP por hogar en la Microcuenca Vinchos
- CUADRO N° 4.3: Valoración del Agua en la Microcuenca Vinchos
- CUADRO N° 4.4: Indicadores de rentabilidad
- CUADRO N°5.1: Distribución de Áreas de la Microcuenca Vinchos
- CUADRO N°5.2: Población de la Microcuenca Vinchos
- CUADRO N°5.3: Área específica de intervención
- CUADRO N°5.4: Infiltración por efecto de la cobertura vegetal
- CUADRO N°5.5: Infiltración por efecto de la zanja de infiltración
- CUADRO N°5.6: Oferta total del proyecto
- CUADRO N°5.7: Valor del agua
- CUADRO N°5.8: Indicadores de rentabilidad

## RELACIÓN DE FIGURAS

FIGURA N°2.1: Excedente del consumidor

FIGURA N°2.2: Demandas Marshallianas y Hicksianas

FIGURA N°2.3: Clasificación de los métodos de valoración

FIGURA N°2.4: Función de densidad de probabilidad normal

FIGURA N°2.5: Función de densidad de probabilidad logística y lognormal

FIGURA N° 3.1: Plano de la Microcuenca Vinchos con los límites distritales y poblaciones rurales

FIGURA N°3.2: Ciclo hidrológico del agua

FIGURA N° 4.1: Medidas para Mejorar la disponibilidad de Agua

FIGURA N°5.1: Mapa de ubicación de áreas de intervención



## RESUMEN

La presente investigación pretende determinar el efecto de la valoración económica del agua en el flujo de beneficios aplicado a los proyectos de conservación de recursos hídricos, en este sentido, se utilizó el método de Valoración Contingente, aplicado en la Microcuenca como unidad geográfica de análisis.

Como resultado de la aplicación del método de la Valoración Contingente se obtuvo un valor del agua equivalente a 0.068 nuevos soles por  $m^3$ , siendo el monto de la Disposición a Pagar total en la Microcuenca de S/.843,060.93 anuales. La aplicación de este valor en un proyecto de la Microcuenca Vinchos ha mejorado el VAN en un 31%.

## ABSTRACT

This research aims to determine the economic value of water for its application in projects of conservation of water resources, in this sense a contingent valuation method was used in the micro watershed as a geographical unit of analysis, so that the value is applied in the flow of profits and has a positive impact on the economic evaluation of the above-mentioned projects.

As a result of the application of the contingent valuation method we have obtain a value of the water equivalent to 0.068 new soles per  $m^3$ , being the amount of the total willingness to pay for the watershed of S/.843, 060.93 annually. Applying this value to the watershed project VAN Vinchos has improved by 31%.

## INTRODUCCIÓN

Los Proyectos de Conservación de Recursos Hídricos, comúnmente denominados proyectos de siembra y cosecha de agua, son cada vez más importantes, considerando el actual contexto del calentamiento global, con la disminución progresiva de las reservas naturales de agua. Particularmente el Perú es muy vulnerable a esta condición, debido al proceso de deshielo de los nevados de la cordillera.

Ante tal situación, se ha visto de suma importancia aplicar la metodología de Valoración Contingente para la valoración económica del agua, que al incorporarlo en el flujo de beneficios permitan demostrar la rentabilidad de los proyectos de conservación de recursos hídricos, demostrándose así la conveniencia de hacer la presente investigación. En tal sentido, se ha seleccionado la Microcuenca Vinchos para su aplicación en un proyecto desarrollado el año 2010.

La Microcuenca Vinchos está ubicada en la Región Ayacucho, en la sierra Centro Sur del Perú, que comprende parte de los distritos de Vinchos y Chiara de la provincia de Huamanga y los distritos de Paras, los Morochucos y Chuschi de la provincia de Cangallo.

El déficit hídrico reflejado en toda la sierra del país ha motivado un conjunto de proyectos relacionados a la conservación del mencionado recurso, en los cuales se han identificado beneficios productivos y ambientales para la evaluación económica bajo el enfoque costo-beneficio, incluso en muchos casos se ha obviado la valoración monetaria del agua identificándolo como beneficio pero sin valor monetario. En dichos casos se ha optado por la evaluación bajo el enfoque costo-efectividad.

Por lo tanto la presente investigación pretende proponer un procedimiento metodológico de valoración económica del agua, aplicable al flujo de beneficios de la evaluación económica de proyectos relacionados a la conservación de

recursos hídricos, incorporando como parte de la metodología el análisis en un espacio geográfico delimitado por las divisorias de aguas, es decir “la cuenca”.

# CAPITULO 1: FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1.1. Descripción de la realidad problemática

El agua como recurso natural es un bien que no tiene un mercado definido, por lo que no tiene un precio de transacción, sin embargo se establecen tarifas por su uso, que no necesariamente reflejan su valor real.

El actual escenario mundial y nacional del calentamiento global induce a pensar en la disminución del caudal de las fuentes naturales de agua, es así que el déficit hídrico reflejado en la Microcuenca Vinchos, con sus particularidades naturales, es común en la Sierra del país, por lo que se han venido planteando un conjunto de proyectos relacionados a la conservación de recursos hídricos<sup>1</sup>. Estos proyectos contemplan, entre sus componentes, actividades de reforestación, manejo de pastos y construcción de zanjas de infiltración en las partes altas de las cuencas, con el fin de retener e infiltrar en el subsuelo la mayor cantidad de agua de las lluvias en los periodos lluviosos. Ello logrará el almacenamiento hídrico en los acuíferos subterráneos; así el agua saldrá posteriormente a través de los manantiales en las partes medias y bajas de las cuencas, principalmente para su uso agrícola.

Por otro lado, la evaluación económica bajo el enfoque costo-beneficio de los proyectos relacionados a la conservación de los recursos hídricos en cuencas de la sierra que están registrados en el Banco de Proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), fueron hechas principalmente vía la valoración monetaria de los beneficios productivos, obviándose la valoración monetaria del

---

<sup>1</sup> Explicado en las Bases Teóricas Generales (Capítulo II, ítem 2.2.4)

agua, a pesar que sí se identifica como un beneficio ambiental importante.

En consecuencia, en la valoración del agua para usos agrícolas no se ha identificado una metodología específica utilizable en proyectos de conservación de recursos hídricos de cuencas hidrográficas de la Sierra del Perú, por lo que se aplican indistintamente diversos métodos existentes. Ello no permite determinar con certeza el valor del agua limitando la rentabilidad de dichos proyectos, por lo que se limita sus posibilidades de financiamiento.

### **1.1.2. Formulación del problema**

En la evaluación económica de proyectos de conservación de recursos hídricos (siembra de agua), generalmente sólo se cuantifica el volumen almacenado por efecto del proyecto, sin llegar a cuantificar su valor económico. En la presente investigación se ha identificado un conjunto de metodologías que se pueden aplicar para la valoración del agua de uso agrícola en la Microcuenca Vinchos, región Ayacucho; sin embargo surgen las preguntas de la investigación que se constituyen en los problemas a ser resueltos.

#### **Problema central identificado:**

¿Qué tanto inciden las variables socio económicas relevantes a la conservación de recursos hídricos, y la menor disponibilidad de agua para uso agrícola, con el Monto de Disposición a Pagar (MDAP) del agua, y en consecuencia en los flujos de beneficios de los proyectos de conservación de recursos hídricos para uso agrícola en zonas altoandinas rurales, caso de la Microcuenca Vinchos?

#### **Problemas específicos**

##### **Problema Especifico N°1**

¿Qué relación existe entre las variables socio económicas relevantes a la conservación de recursos hídricos, de la población de análisis,

con el Monto de la Disposición a Pagar por la conservación del recurso hídrico?

### **Problema Especifico N°2**

¿Qué tanto incide la insuficiencia del agua para los predios agrícolas de la Microcuenca Vinchos en el Monto de la Disposición a Pagar (MDAP)?

## **1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar el efecto de los indicadores socio económicos relevantes a la conservación de recursos hídricos y la menor disponibilidad de agua para uso agrícola, con el MDAP del agua, para su aplicación en el flujo de beneficios de los proyectos de conservación de recursos hídricos para uso agrícola, caso de la Microcuenca Vinchos.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

#### **Objetivo Especifico N°1**

Determinar la relación que existe entre las variables socio económicas relevantes a la conservación de recursos hídricos para uso agrícola, y el Monto de la Disposición a pagar de los jefes de hogar, caso de la Microcuenca Vinchos.

#### **Objetivo Especifico N°2**

Determinar la relación que existe entre la menor disponibilidad de agua para uso agrícola y el Monto de la Disposición de los jefes de hogar, en los proyectos de conservación de recursos hídricos para uso agrícola, caso Microcuenca Vinchos.

## **1.3. IMPORTANCIA**

La importancia de la presente tesis radica en el hecho de que se contará con un instrumento para la valoración del agua, que sea eficaz para su aplicación en el flujo de beneficios de los proyectos de conservación de

recursos hídricos (cosecha de agua), pese a que existen esfuerzos de investigadores nacionales y extranjeros, se intentará obtener un procedimiento adecuado para que el valor del agua obtenido permita hacer una evaluación económica de la mencionada tipología de proyectos.

Por otro lado, el agua es un recurso muy vulnerable al calentamiento global y al uso intensivo de sus fuentes, además, su magnitud de masa es limitada, entonces, su conservación es cada vez más importante. En consecuencia, las intervenciones para la conservación del recurso hídrico requieren financiamiento mediante la implementación de diferentes proyectos bien sustentados bajo conceptos de rentabilidad económica y social.

Las principales fuentes de reserva de agua tales como los nevados, están perdiéndose progresivamente por el calentamiento global, es así que en los últimos 35 años, los glaciares del Perú se han reducido en 22% y en los próximos 20 años podrían desaparecer, entonces de manera urgente debe promoverse proyectos de almacenamiento alternativo de agua.

Los productores agrarios, son testigos de la disminución de las fuentes de agua y eso nos lleva a preguntarnos ¿qué tan conscientes son del peligro de la escasez del agua? y, si son conscientes, ¿cuál es su compromiso en la conservación de éste recurso?

Además de la conservación en los reservorios naturales o artificiales, está la eficiencia de su uso, ya que con menor cantidad de agua tendrá que atenderse la misma o mayor demanda.

En ese sentido, cobra mayor importancia el contar con una medida del valor monetario del agua que responda a las interrogantes propuestas y la obtención de ese valor pasa por contar con un procedimiento adecuado.

Así mismo el contar con un procedimiento aplicable a los proyectos de Conservación de Recursos Hídricos, permitirá medir adecuadamente la

rentabilidad social de estos proyectos, evaluados bajo la metodología de Costo Beneficio.

#### **1.4. LIMITACIONES**

Las limitaciones de la presente investigación están relacionadas a la magnitud de la investigación que se detalla:

- La investigación se realiza en un solo ámbito (Microcuenca Vinchos).
- Los resultados de la investigación son aplicables fundamentalmente para proyectos de Conservación de recursos Hídricos.
- La determinación del valor del agua se hace exclusivamente para el uso agrícola.

#### **1.5. ALCANCES**

El agua tiene diferentes usos, sin embargo el sector más demandante es el agrícola, siendo la principal actividad económica de la zona altoandina; entonces, el agua es un insumo que incide fuertemente en la productividad de los cultivos y por ende en la rentabilidad de los mismos.

El procedimiento propuesto podrá ser adoptado por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) y cualquier fuente de cooperación que financie proyectos de conservación de recursos hídricos.



## CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

#### 2.1.1. Experiencias de valoración económica del agua e investigaciones de la influencia del agua en los cultivos

La valoración económica del agua ha merecido atención de investigadores en diferentes partes del mundo, de las cuales se han seleccionado las más relevantes y que tienen relación con el objeto de la presente investigación, tales como:

##### **El caso del agua potable en quebrada verde-Pachacámac<sup>2</sup>**

“Este artículo analiza la validez del método de valoración contingente para determinar la disposición a pagar por el servicio de agua potable, a partir de una aplicación para el caso del Centro Poblado Rural Quebrada Verde – Pachacámac, distrito de Pachacámac.....” “...Los resultados evidencian que las principales variables que influyen sobre la disposición a pagar de los encuestados son su percepción sobre la calidad del agua que consumen, que cuando se considera baja supone una mayor disposición al pago; el sexo y la educación que se supone reflejan una mayor disposición al pago en el caso de las mujeres y de las personas con mayor nivel educativo; el nivel de ingreso, que se relaciona en forma directamente proporcional con la disposición al pago; y el gasto familiar en agua, que debería ser directamente proporcional a la disposición a pagar. Finalmente, se estima la disposición a pagar por el agua potable en esta población, resultado que es mantenimiento de un sistema de agua potable rural.”

---

<sup>2</sup> William Postigo de la Motta, Raquel Barrera Ocampo, Patricia Hernández Campanella, Juana Díaz Gonzáles, Juana (2000), Anales Científico “*Valoración económica del medio ambiente. El caso del agua potable en quebrada verde-Pachacámac.* Artículo de Investigación” Perú.

... “Luego de aplicar la fórmula de la disposición a pagar promedio” con los coeficientes del modelo elegido, se obtuvo S/. 47.41,....” “.... los resultados de la encuesta evidencian una alta aceptación para el valor de S/. 30, lo cual influye en una probabilidad alta de que el valor de la DAP sea superior a dicho monto .....

“Una forma de evaluar la validez de la DAP estimada es comparar el resultado obtenido con el ingreso familiar promedio estimado para esta población, que es S/. 488. Este monto implica que la DAP estimada representa el 9.7% del ingreso familiar promedio, lo que resulta menor a lo recomendado internacionalmente en el sentido que el pago por los servicios de agua no debería ser mayor al 10% del ingreso familiar. En otras palabras, la DAP estimada resulta consistente con los niveles de ingreso promedio en esta población.”

“Por otra parte, estimaciones de especialistas en saneamiento señalan que el costo de operación y mantenimiento de un sistema de agua potable rural como el de Quebrada Verde puede ubicarse entre S/.38.60 y S/. 43.50 por familia, lo cual es menor que la disposición a pagar encontrada en este estudio. Ello refuerza la idea de que la población sí estaría en condiciones de sufragar los gastos respectivos del sistema de agua potable, lo que permitiría que dicho sistema sea sostenible”

Los resultados de este estudio muestran que el método de valoración contingente es una herramienta útil, relevante para estimar la disposición a pagar de la gente por el servicio de agua potable. En tal sentido, la estimación de la disposición a pagar de la población de Quebrada Verde es consistente con las limitaciones del ingreso familiar en dicha población, y también con los costos reales de operación y mantenimiento del servicio, de lo cual se desprende que dicha población estaría en condiciones de contar con un servicio de agua potable sostenible.

### **Desarrollo de un nuevo método de valoración medio ambiental<sup>3</sup>**

La valoración medio ambiental es la parte de la economía ambiental que estudia la manera de cómo asignar un valor monetario a los bienes y servicios provenientes del ambiente. A lo largo de la historia muchos han sido los esfuerzos, realizados por los investigadores, con el fin de obtener el valor de tales activos ambientales. Se emplearon métodos basados en la realización de encuestas enmarcadas en mercados hipotéticos, como el método de valoración contingente (MVC); y otros basados en mercados reales, como el método del costo de viaje (MCV) o el de precios hedónicos (MPH).

En el referido trabajo de tesis se presenta un nuevo método de valoración de bienes y servicios provistos por los recursos naturales, mediante el empleo del Producto Interno Bruto (PIB) como elemento de estudio. Se fundamenta en que cualquier actividad del mercado (consumo público y privado, inversiones, exportaciones, etc.) relacionados a un recurso natural generará un incremento en la cifra del PIB de la zona en donde se encuentra el recurso. Dicho incremento será mayor o menor según la importancia con que participe ese recurso en los valores del PBI.

Este nuevo método, denominado Método de Valoración basado en la variación del PIB (MVPIB) fue aplicado en las ciudades de Termas de Río Hondo y Frías en Santiago del Estero, Argentina realizando encuestas a visitantes y a hoteles y sus resultados fueron comparados con los obtenidos por el MCV y MVC, también aplicable en Termas de Río Hondo.

Los resultados obtenidos reflejan el bajo valor que le asignan las personas al uso recreativo del recurso mediante el MVC (0.4 Millones de euros), mientras que con el MCV (6.2 Millones de euros)

---

<sup>3</sup>Sarmiento Miguel Angel. (2003). *Tesis doctoral, Desarrollo de un nuevo método de valoración medio ambiental*; Universidad Politécnica de Madrid

ese valor es superior. Sin embargo con el MVPIB (682 Millones de euros) los valores alcanzan cifras muy superiores coincidiendo con el pensamiento de las personas que fueron entrevistadas.

Las conclusiones encontradas destacan que tres métodos resultan ser significativos y los costos de aplicación son menores en el MVPIB con respecto a los demás.

### **Valoración económica del agua para uso agrícola. Su aplicación en Palestina<sup>4</sup>.**

La Tesis Doctoral “Valoración económica del agua para uso agrícola. Su aplicación en Palestina” tuvo como objetivo principal la estimación del valor económico del agua para uso agrícola en Palestina, tanto desde el punto de vista de la demanda como de la oferta, con el fin de proporcionar a los centros decisores la información necesaria para la gestión eficaz de los escasos recursos hídricos existentes en Palestina. Para ello se realizó, en primer lugar, un estudio de los principales recursos hídricos existentes en Palestina, así como de los cultivos más importantes y sus necesidades de agua. Estos recursos se reducen, en la mayoría de los distritos, al agua subterránea procedente de los pozos y en tres de ellos se dispone, además, de agua de las fuentes. En ningún caso se dispone de agua superficial.

El precio del agua en el año 1999/2000 era entre 0,12 y 0,37 euros/m<sup>3</sup>. Asimismo, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los principales trabajos relacionados con el tema, con el fin de determinar las metodologías más adecuadas a emplear para el caso de Palestina y que van a depender, en gran medida, de las fuentes de información disponibles, las cuales son bastantes limitadas por la situación particular de Palestina. Además, la mayoría de las fuentes

---

<sup>4</sup>Shwaika Ahmed M. h. (2005) *Tesis doctoral Valoración económica del agua para uso agrícola. Su aplicación en Palestina*, Universidad Politécnica de Valencia, España.

oficiales sólo tienen una vida de 10 años y en muchos casos, se van a emplear datos inéditos. La metodología empleada para estimar el valor desde el punto de vista de la oferta, es la de los costes de obtención del agua y sus costes marginales, con el fin de determinar las curvas de oferta del agua para los propietarios de los pozos, en cada uno de los distritos y para el conjunto de Palestina.

Parte de una estructura de costes teórica a aplicar a cada uno de los pozos, dado que no se dispone de datos de costes reales, sino únicamente de precios medios para cada distrito. Partiendo de los costes teóricos, la función de costes agregada en cada distrito se va a obtener suponiendo que los costes de obtención del agua van a depender únicamente de la profundidad de los pozos, y no de las horas de funcionamiento, debido a que la tarifa de energía es única y no varía con el volumen de agua extraído.

Por otro lado, las curvas de demanda para los agricultores o usuarios del agua, se van a determinar mediante técnicas de programación lineal, partiendo de la hipótesis de que el agricultor pretende siempre maximizar el margen bruto, así como de otras introducidas en las restricciones del modelo, tales como: los cultivos actuales son los más adecuados para la zona, la superficie total actual de regadío no va a ser modificada y debe ser utilizada en su totalidad, el agua procedente de la lluvia queda almacenada en el suelo en los meses lluviosos para ser utilizada en los meses más secos, etc. Se obtienen unas curvas de demanda mensuales y anuales para cada distrito y el conjunto de los territorios palestinos. Los meses de mayor demanda para todos los distritos son los meses de mayo, junio y julio, siendo además en estos meses muy elástica para precios del agua elevados, al contrario de lo que ocurre en los meses de invierno. Una vez definidas las curvas de oferta y de demanda, el precio del agua vendrá definido por el equilibrio entre ambas. Para los primeros meses del año el precio del agua resulta ser bajo, es de 0,05 euros/m<sup>3</sup>, el cual va a aumentando hasta llegar

al mes de septiembre en el que los precios oscilan entre 0,14 y 0,32 euros/m<sup>3</sup>.

### **Valoración Económica de la Producción de Agua Fresca Para el Consumo Humano: El caso de la Cuenca de Llancahue<sup>5</sup>**

A partir del año 2003, es la valoración económica del bosque nativo en términos de su capacidad para abastecer de agua a las poblaciones humanas. Para ello, el autor eligió la cuenca Llancahue ubicada dentro de la Eco región del Bosque Lluvioso Valdiviano, en la Décima Región de Los Lagos, en Chile, que cubre una superficie aproximada de 1.300 hectáreas. Tiene un 60 % de bosque nativo adulto de los tipos forestales siempre verde y roble-raulí-coihue, un 24% de renovales nativos y un 13 % de matorrales y áreas abiertas. Llancahue constituye prácticamente uno de los últimos relictos del tipo forestal siempre verde de la cordillera de la Costa del sector sur de la ciudad de Valdivia. Por este motivo ha sido asignado como una de las 40 áreas prioritarias para la conservación de ecosistemas naturales en la Décima Región. Además de su importancia para la conservación de la biodiversidad, Llancahue representa la principal fuente abastecedora de agua potable de Valdivia, especialmente en la temporada otoño-invierno.

Para determinar el valor económico del bosque nativo de la cuenca se estimó una función de producción que relaciona la generación de agua potable como bien de mercado con una serie de insumos, entre los que se incluyen la energía eléctrica, elementos para la potabilización y el agua proveniente del estero Llancahue, que representa el servicio ecosistémico del bosque nativo de la cuenca. La medida de valor económico obtenida a través de esta función corresponde al cambio en productividad marginal del agua del estero valorado al precio de mercado del agua potable. Esto significa que el valor económico está dado por el cambio físico en producción de

---

<sup>5</sup>Revista Ambiente y Desarrollo, VOL. XX / Nº 3 - VOL. XX1 / Nº 1, 2004-2005/ Santiago de Chile

agua potable medida en metros cúbicos anuales, resultante de un cambio en la producción de agua del estero, que a su vez se origina de un cambio de uso de suelo en la cuenca.

Usando una función de producción lineal se obtuvieron resultados de valor económico por metro cúbico de agua del estero Llancahue, por consumidor domiciliario (hogares) de la ciudad de Valdivia y por hectárea de bosque nativo de la cuenca. Las cifras obtenidas se pueden interpretar como la pérdida en valor económico resultante de un cambio en el uso de suelo en la cuenca de Llancahue, cada vez que una hectárea de bosque nativo es transformada a otro uso competitivo que limita la provisión de agua fresca en el estero, como la sustitución por especies exóticas. El valor por metro cúbico de agua del estero fue de \$ 11.

Esta cifra se convirtió en valores agregados, tomando en cuenta la producción total de agua potable en un año promedio durante el período de estudio, que abarcó series de tiempo entre enero de 1995 y diciembre de 2003. De este modo, si se considera una población de 33.000 hogares usuarios de agua potable para Valdivia generada en la cuenca de Llancahue, el valor anual del servicio eco sistémico fue de \$ 2.538 por hogar. Por otro lado, dada una superficie total de 1.117 hectáreas de bosque nativo de la cuenca, el valor anual por hectárea fue de \$ 74.971. Si este valor se extrapola a la superficie de 1.117 ha, se obtiene un valor anual de \$ 83.742.607 y que correspondería al valor de la cuenca de Llancahue asociado al servicio eco sistémico de abastecimiento de agua. Cabe destacar, además, que frente a una transformación de la cuenca a otros usos, estos valores corresponden a la pérdida de bienestar a perpetuidad.

## **Costo de oportunidad y externalidades en el valor económico del agua superficial para uso agrícola en el Valle de Mala<sup>6</sup>**

El problema identificado en la investigación “Costo de oportunidad y externalidades en el valor económico del agua superficial para uso agrícola en el Valle de Mala” 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 considera los costos de oportunidad del recurso, ni las externalidades económicas y ambientales que se generan en el consumo; en la referida investigación se ha considerado los costos de oportunidad. En la mayor parte del país, por el consumo del agua para riego, sólo se paga la tarifa para cubrir gastos administrativos, fijada en el presupuesto anual de la Junta de Usuarios. En el valle de Mala, el uso agrícola del agua superficial se destina mayormente al cultivo del manzano.

La propuesta del autor de la tesis “Costo de oportunidad y externalidades en el valor económico del agua superficial para uso agrícola en el Valle de Mala” tiene una visión de demanda, determinando los costos de oportunidad del uso agrícola del agua superficial en el valle de Mala, de tal manera, que el valor del agua dependa de su cantidad, calidad, bienestar (o rentabilidad) y perpetuidad.

El objetivo general es calcular el Costo Económico Total del Agua Superficial para uso Agrícola en el valle del río Mala, incorporando al costo de la oferta el costo de oportunidad, de los usos consuntivos y no consuntivos a la alternativa agrícola; de tal manera que se obtenga un valor real distinto al tradicional.

---

<sup>6</sup>Jiménez Díaz, L. (2008) *Tesis doctoral Costo de oportunidad y externalidades en el valor económico del agua superficial para uso agrícola en el Valle de Mala, Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú.*



El Costo Total del consumo de agua en término de su cantidad, calidad y oportunidad, se puede visualizar en el Cuadro N° 2.1.; 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.

De lo mencionado anterior, el Valor Total de Uso del agua, se puede visualizar en el Cuadro N° 2.2 y está 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.

**CUADRO N°2.1: Principios Generales para Costear el Agua**

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

Fuente: Guía Metodológica de Valoración Económica de Bienes, Servicios e Impactos Ambientales; JIMENEZ, L. Tesis doctoral, UNFV, 2008.

**CUADRO N°2.2: Principios Generales para el Valor de Uso**

Principios Generales para el Valor de Uso Valor Intrínseco		Valor Económico	Valor de 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			

Fuente: Guía Metodológica de Valoración Económica de Bienes, Servicios e Impactos Ambientales; JIMENEZ, L. Tesis doctoral, UNFV, 2008.

La superficie agrícola esta mayormente dedicada al cultivo del manzano, el que demanda en promedio  $9,500 \text{ m}^3$  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 manzana. También 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  $0.02 \text{ US\$/m}^3$ , respectivamente.

El uso doméstico considera las bondades de liberar recursos y por tener 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 ( $18 \text{ m}^3/\text{mes}/\text{conexión}$ ). Se llegó a determinar que el valor, costo de la oferta y tarifa son de 0.032, 0.02 y  $0.007 \text{ US\$/m}^3$ , 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  $\text{US\$ } 0.0014/\text{m}^3$ .

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 en ningún momento, cuyo flujo es de 139,704,480  $\text{m}^3/\text{año}$ . Por lo tanto su valor fue  $\text{US\$ } 0.00413/\text{m}^3$ .

En resumen, 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 ( $\text{US\$ } 0.018/\text{m}^3$ ) y el doméstico (US\$

0.032/m<sup>3</sup>); mientras que en el uso no-consuntivo tenemos a la pesca de camarones (US\$ 0.0014/m<sup>3</sup>), recreación (US\$ 0.0041/m<sup>3</sup>), siendo el mayor de ellos el uso doméstico de US\$ 0.032/m.

Si al costo de oportunidad se le adiciona el costo de Operación y mantenimiento de US\$ 0.0105, como recomienda la metodología; se determina el valor económico total del agua superficial para uso agrícola cuantificado en US\$ 0.042/ m<sup>3</sup>, para el valle de Mala. Este valor determinado servirá para fijar las tarifas reales para el uso agrícola, que permitan que el insumo agua sea competitivo y comience a diseñarse los requisitos de perpetuidad.

## **2.2. BASES TEÓRICAS GENERALES**

### **2.2.1. Recurso hídrico**

Es la denominación que se le da al agua, que de acuerdo a la Ley de Recursos Hídricos<sup>7</sup>, se define como un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible.

Así mismo el recurso hídrico, es un factor de producción indispensable para la actividad agrícola y como tal, su suficiencia o déficit incide directamente en la productividad de los cultivos.

### **2.2.2. El Agua y las normas asociadas**

La Ley de Recursos Hídricos tiene como principio N° 1 que “el agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental...”; así mismo, en su artículo 42° indica que “el uso productivo del agua consiste en la utilización de la misma en procesos de producción o previos a los mismos...”; en su artículo 89 “La Autoridad Nacional, en coordinación con la Autoridad del Ambiente, debe desarrollar estrategias y planes para la prevención y adaptación a los efectos

---

<sup>7</sup> Ley N° 29338, aprobada el 23 de marzo del 2009

del cambio climático y sus efectos sobre la cantidad de agua y variaciones climáticas de orden local, regional y nacional...”; en su artículo 91 que “La retribución económica por el uso del agua es el pago que en forma obligatoria deben abonar al Estado todos los usuarios de agua como contraprestación por el uso del recurso, sea cual fuere su origen. Se fija por metro cúbico de agua utilizada cualquiera sea la forma del derecho de uso otorgado y es establecida por la Autoridad Nacional en función de criterios sociales, ambientales y económicos.

Por otra parte, ante la ausencia de normas específicas para el cálculo de las tarifas de agua, la Autoridad Nacional del Agua ha emitido los Lineamientos para determinar y aprobar los valores de las tarifas para el año 2011 por los servicios de suministro de agua que prestan los operadores de infraestructura hidráulica<sup>8</sup>.

Se evidencia que la Ley de Recursos Hídricos, hace un reconocimiento explícito que el agua tiene un valor asociado a aspectos sociales, ambientales y económicos (uso productivo), por lo que se debe pagar una retribución económica, reconociendo además, sobre la necesidad de prevenir los efectos del cambio climático, sobre la cantidad del agua.

El Plan Estratégico del Ministerio de Agricultura<sup>9</sup>, tiene como su primer eje estratégico la Gestión del Agua”, dentro del cual, como cuarto lineamiento de política, “Fortalecer la conservación y uso sostenible de los recursos agua, suelo y foresta en las cuencas hidrográficas”.

Como parte de la implementación de este lineamiento de política, están los proyectos de conservación de recursos hídricos, con

---

<sup>8</sup> Aprobado mediante Resolución Jefatural N°546-2010-A NA, del 26 de agosto del 2010.

<sup>9</sup> Plan Estratégico Sectorial Multianual de Agricultura 2007-2011, aprobado en julio del 2008

actividades de forestación, conservación de suelos, zanjas de infiltración, recuperación y manejo de pastos, etc.

**El Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)**, el SNIP es un sistema administrativo del Estado que a través de un conjunto de principios, métodos, procedimientos y normas técnicas certifica la calidad de los Proyectos de Inversión Pública (PIP) y ha demostrado su interés en los efectos del cambio climático, por lo que ha puesto a disposición dos publicaciones denominadas: “Sistema Nacional de Inversión Pública y cambio climático. Una estimación de los costos y los beneficios de implementar medidas de reducción de riesgo”, en el cual bajo el título, El cambio climático, el riesgo y los proyectos de inversión pública, dice: las actividades económicas se desarrollan en contexto de incertidumbre. La incertidumbre puede ser incorporada en el análisis de rentabilidad de un Proyecto de Inversión Pública (PIP) a través del análisis de riesgo que éste puede enfrentar. En la actualidad el MEF se encuentra en el proceso de adaptar los manuales para evaluación de los PIP con ese propósito.

### **2.2.3. Microcuenca**

Microcuenca es un subsistema menor de una cuenca hidrográfica, la misma que se define como “el área natural o unidad de territorio, delimitada por una divisoria topográfica (puntos más altos), que capta la precipitación pluvial (lluvia) y drena el agua de escorrentía hasta un colector común denominado río principal”(Vásquez 2000, p.24).

Según enfoque sistémico de una cuenca, “si en las partes altas de las cuencas se realizan trabajos de almacenamiento de agua, forestación y reforestación, tratamiento de pastizales, control de suelos y control de cárcavas, etc., la disponibilidad de agua para las partes medias y bajas de las cuencas será adecuada” (Vásquez 2000, p.31); es decir la mayor disponibilidad de agua en las partes

medias y bajas de las cuencas depende de las intervenciones en las partes altas.

#### **2.2.4. Proyectos de Conservación de Recursos Hídricos**

Los proyectos de conservación de recursos hídricos son aquellos que utilizan el enfoque sistémico de la cuenca para almacenar agua en sus partes altas y hacer uso en las partes medias y bajas de la cuenca.

El proyecto de Conservación de Recursos Hídricos, comúnmente denominado como “Siembra y Cosecha de Agua”, consiste en la construcción de zanjas de infiltración (canaletas horizontales que realiza en las partes altas de una microcuenca para captar las aguas pluviales (lluvia), reforestación y manejo de pastos, los mismos que facilitan la infiltración del agua de lluvia en el periodo más lluvioso, logrando un almacenamiento natural en el subsuelo, que luego es aprovechado por la agricultura a través de los manantiales.

### **2.3. BASES TEÓRICAS ESPECIALIZADAS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **MEDICIÓN DEL BIENESTAR ECONÓMICO EN LOS BIENES AMBIENTALES**

La mayoría de los bienes que consumen los individuos son bienes de mercado. Al referirnos al término bienes de mercado, estamos haciendo alusión a aquellos bienes que pueden ser demandados y ofrecidos libremente en un mercado convencional. Es decir, estos se pueden saber cuáles son las cantidades demandadas por los individuos y sus respectivos precios.

No obstante, no todos los bienes que se consumen tienen mercado explícito. Existen bienes que no cuentan con un mercado convencional donde se pueda transar libremente. Sin embargo, la ausencia de un mercado no implica que viene de este tipo sean de vital importancia para la sociedad en términos de la generación de bienestar económico. Esta clase de bienes también son bienes económicos.

La medición del valor económico derivados de cambios en la calidad ambiental, así como la totalidad de la teoría de valoración económica del medio ambiente se basa en la “Economía del Bienestar”, recurriendo esencialmente a las medidas de cambios en el bienestar ocurridos por cambio en la calidad de recursos naturales. Para evaluar modificaciones en el bienestar causados por políticas públicas o medidas de impuestos en insumos de producción, se parte de cambios experimentados en el excedente del productor debido a estas medidas.

Una premisa muy importante a seguir es que cualquier cambio en el nivel de calidad ambiental puede afectar el bienestar de los individuos a través de cualquiera de las siguientes vías:

- Cambios en los precios en los mercados de los bienes.
- Cambios en los precios en los mercados de factores.
- Cambios en las cantidades o calidades de los bienes no mercadeables.
- Cambios en el nivel de riesgo que enfrentan los individuos.

### **Preferencias Individuales y Teoría de la Demanda**

Esta teoría se basa en que los individuos pueden tener el mejor juicios acerca de su bienestar y que esta inferencia puede mostrarse para cada uno de los individuos mediante la observación de sus elecciones entre las diferentes alternativas de canastas de bienes y servicios disponibles<sup>10</sup>.

Por consiguiente, los individuos tiene un ordenamiento de las diferentes canastas de bienes de acuerdo a sus preferencia, resultarán dos propiedades de mucha importancia en el análisis del bienestar. Primero, “insaciabilidad”, es decir se preferirá una canasta con mayor cantidad de bienes. Segundo, “sustituibilidad”, es decir los individuos podrán reemplazar canastas de bienes según las circunstancias que se presenten.

---

<sup>10</sup> Si un individuo prefiere la canasta A en vez de la canasta B, entonces la primera le proporcionará un mayor nivel de bienestar al individuo sobre la otra.

Este ordenamiento de preferencias puede ser representado por medio de una función de preferencias ordinarias. Es decir, una función de utilidad que asigne un número a cada canasta en función de la cantidad de cada uno de los elementos de la canasta. Esta función se representa como:

$$U=U(X,Q,T)$$

Donde X es un vector de cantidades de bienes de mercado, Q un vector de bienes públicos y servicios ambientales cuyas cantidades o calidades son fijadas por el individuo; y T un vector compuesto por el tiempo gastado en cada una de las actividades que producen utilidad para el individuo<sup>11</sup>.

El problema de maximización es expresado como:

$$\text{Maximizar } U=U(X), \text{ sujeto a } \sum_i p_i x_i = M$$

Donde X es el vector de cantidades ( $X=x_1, \dots, x_n$ ),  $p_i$  el vector de precios de estos bienes y M el ingreso del individuo. La solución a este problema conduce a obtener Funciones de Demanda Ordinaria o Marshallianas.

$$X_i = x_i(P, M)$$

Donde P es el vector de precios ( $P=p_1, \dots, p_n$ ).

Si sustituimos la demanda Marshalliana en la función de utilidad directa obtenemos la función de Utilidad Indirecta<sup>12</sup>, en función de los precios y del ingreso. Es decir:

$$U=v(P, M)$$

Utilizando la Identidad de Roy, la función de demanda Marshalliana puede ser expresada en términos del cociente de las derivadas de la función de

---

<sup>11</sup> Esta función es creciente en todos sus argumentos. Con propósitos de modelamiento matemático esta función es continua, convexa y doblemente diferenciable.

<sup>12</sup> Representa el máximo nivel de utilidad que puede alcanzar el individuo dados unos precios y un ingreso.



utilidad indirecta con respecto a los precios y el ingreso respectivamente. Lo que lleva a:

$$X_i(P, M) = -\frac{\partial v / \partial p_i}{\partial v / \partial M}$$

Por otra parte, si utilizamos el Enfoque Dual, el problema de maximización del individuo puede ser expresado también como la minimización del gasto total sujeto a un determinado nivel de utilidad. Es decir:

$$\text{Minimizar } \sum_i p_i x_i, \text{ sujeto a } U(X) = U^0$$

De este problema de minimización surge un conjunto de funciones de demanda llamadas Hicksianas<sup>13</sup> que proporcionan las cantidades óptimas demandas a unos precios y un nivel de utilidad asumido como constante. Las demandas Hicksianas pueden ser reemplazadas en el problema de minimización de gasto para encontrar la mínima cantidad de dinero necesaria para alcanzar un nivel de utilidad específico-Función Gasto, dados unos precios de mercado. Por tanto:

$$e = e(P, U^0)$$

Donde “e” es el dinero gastado y  $U^0$  el nivel de utilidad que se pretende alcanzar. Si utilizamos el Lema de Sheppard, también podemos encontrar la función de demanda Hicksiana o Compensada:

$$\frac{\partial e(p_i, u^0)}{\partial p_i} = h_i(P, U^0)$$

### **Medidas de Bienestar para Cambios en Precios**

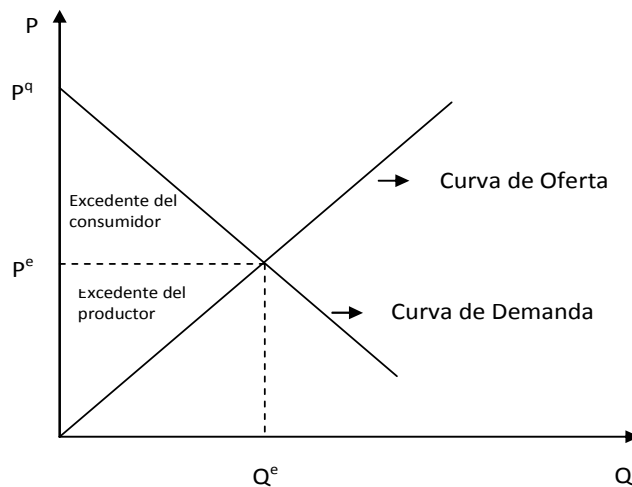
Considere el caso de dos bienes y la ganancia en el bienestar asociado con una disminución “no marginal” de uno de estos bienes. Esta alteración

---

<sup>13</sup> Representa las cantidades demandadas dados unos precios y un nivel de utilidad de referencia.

en el bienestar puede ser medido mediante el cambio en el excedente del consumidor, medida propuesta por Alfred Marshall y Dupuit. Este se refiere al área por debajo de la curva de demanda Marshalliana y por encima de la línea de precio como se aprecia en el Figura N°2.1.

**FIGURA N°2. 1: Excedente del consumidor**



Además de esta medida de bienestar, gracias a John Hicks, existen otras cuatro reportadas por la literatura. Estas son:

- Variación Compensatoria
- Variación Equivalente
- Excedente Compensatorio
- Excedente Equivalente

### **Variación compensada (VC)**

Es la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar para acceder a un cambio favorable, o bien la mínima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a aceptar como compensación por aceptar un cambio desfavorable. En el caso de la VC, el individuo tiene derecho a la situación inicial, ya que ésta mejor o peor que la respectiva situación final.

### **Variación equivalente (VE)**

Es la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar por evitar un cambio desfavorable, o la mínima cantidad de dinero que está dispuesto a aceptar como compensación por renunciar a un cambio favorable. En este caso, el individuo tiene derecho a la situación final.

### **Excedente Compensatorio (EC)**

Es la máxima cantidad de dinero que se debería sustraer del individuo para dejarlo en la situación inicial en presencia del cambio de precio, sin tener derecho a reajustes de su canasta. No existe la posibilidad de hacer recomposición de la canasta de consumo.

### **Excedente Equivalente (EE)**

Es la máxima cantidad de dinero que el individuo estaría dispuesto a pagar por renunciar a la situación con cambio, sin tener derecho a reajustes en su canasta de consumo. No existe la posibilidad de hacer recomposición de la canasta de consumo.

## **MEDIDAS DE BIENESTAR ECONÓMICO<sup>14</sup>**

El principal problema de los bienes no mercadeables, como es el caso de los bienes ambientales y los recursos naturales es que todos los flujos de bienes y servicios que proveen no tienen mercado. Por tal razón, la mayoría de las veces, los bienes ambientales y los recursos naturales son tratados como bienes gratuitos debido a que aparentemente son propiedad de todos. La ausencia de los derechos de propiedad bien establecidos sobre los recursos imposibilita la adecuada asignación de un precio para el bien ambiental que permita que los recursos naturales y ambientales sean usados de manera óptima. Para entender el problema ambiental desde el punto de vista económico es importante tener en cuenta algunos conceptos más importantes propuestos por la economía del bienestar.

---

<sup>14</sup>Mendieta López, Juan Carlos (2001). *Manual de valoración económica de bienes no mercadeables*, Bogotá-Colombia.

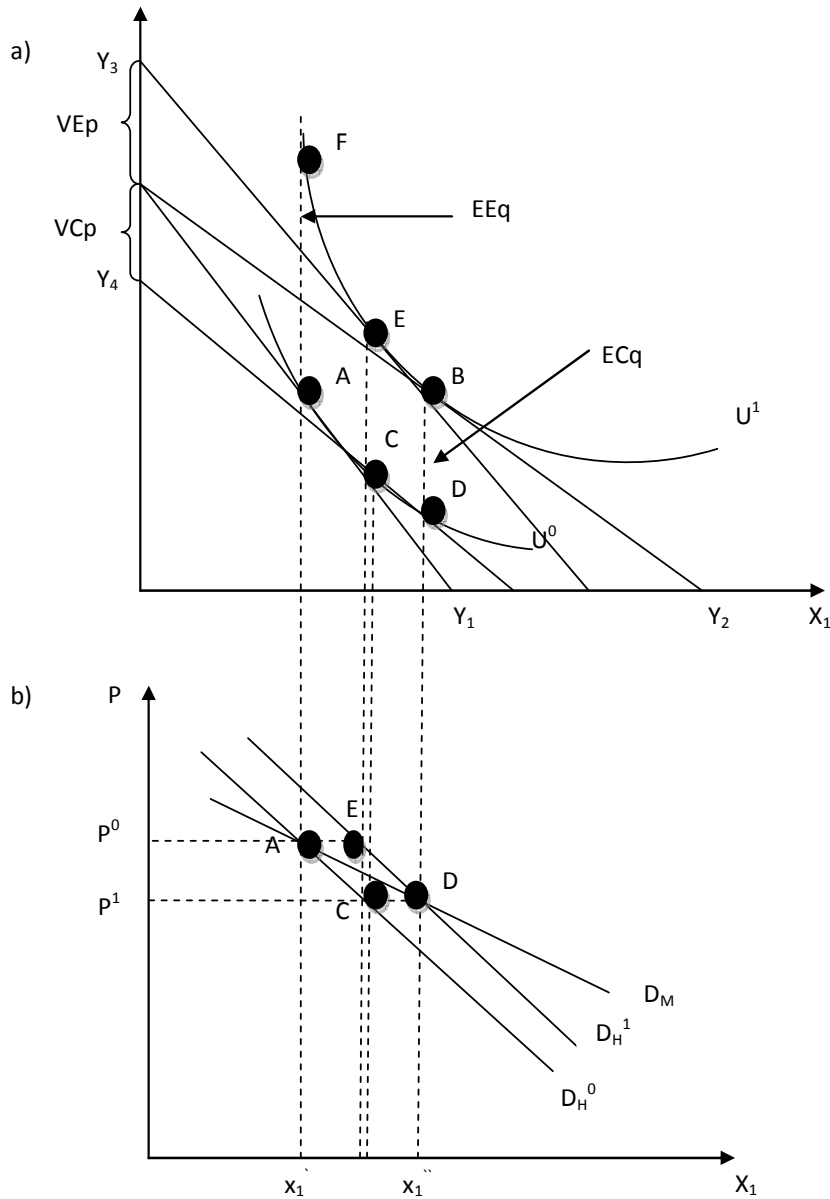
Un primer concepto, y quizás uno de los más importantes planteados por la economía del bienestar es el excedente del consumidor (EC). Este trata de medir la ganancia o pérdida de bienestar experimentadas por un individuo cuya situación se ve modificada por algún evento económico, como es el caso de un cambio en el precio o un cambio en la cantidad. En caso de ser válida tal medida, se daría la posibilidad de sumar todas las ganancias y restar todas las pérdidas de cualquier cambio económico dando lugar a obtener una medida que represente el valor social neto, producto de ese cambio económico. Para explicar las diferentes metodologías recurriremos a un gráfico en el cual se explican las cuatro medidas propuestas por Hicks para analizar cambios en precios y cantidades.

En la Figura N° 2.2 la situación del individuo se encuentra en el punto A, con un nivel de utilidad  $U^0$  y con la recta presupuestaria  $Y_1 (m_0, P_0)$ . Supongamos que el efecto de una política lleva a la reducción de precios, de  $P_0$  a  $P_1$  ( $P_0 > P_1$ ). La situación final del individuo, debido a la política, lo lleva al punto B, con un nivel de utilidad  $U^1$  ( $U^1 > U^0$ ) con una nueva recta presupuestaria  $Y_2 (m_1, P_1)$ .

La primera medida de bienestar es la Variación Compensada del ingreso. Una vez que el consumidor se desplaza al punto B, producto de la disminución en el precio de  $x_1$ , se le podría gravar con una cantidad de dinero VCp, lo cual llevaría al consumidor a colocarse en la línea de presupuesto  $Y_4$  y por lo tanto, regresándolo a la curva de indiferencia inicial. Esto lo haría gozar del nivel de utilidad  $U^0$  pero ahora ubicado en el punto C. En este caso, el consumidor termina comprando una canasta de bienes  $x_1$  y  $x_2$  diferente a la que consumía en A. Si no decide comprar la canasta correspondiente al punto C, tendría que comprar la canasta del punto D. Es decir, podría gravarse al consumidor en una cantidad ECq y regresarlo a su nivel de bienestar  $U^0$ , mientras que aún consume la cantidad de  $x_1$  que consumía en B. Las dos medidas mencionadas

anteriormente corresponden a sumas de dinero, que cuando se pagan o se reciben dejan al consumidor en su posición de bienestar inicial.

**FIGURA N° 2: Demandas Marshallianas y Hicksianas**



Así mismo se puede proponer el caso de determinar sumas de dinero para dejar al consumidor en el nivel de utilidad final  $U^1$ . Entonces, si el consumidor no presenta restricciones en las cantidades compradas (parte de A), esta compra será medida por VEP debido a que la suma lo

colocaría en el punto E de la curva de indiferencia. Ahora, si el consumidor está restringido a comprar la cantidad  $x_1'$  delimitada por el punto A, la única medida pertinente para medir el cambio será EEq, ubicando al individuo en el punto F, nivel de utilidad  $U^1$ . En resumen podemos presentar dos medidas:

- VC(ganancia potencial)=VE(pérdida potencial)
- VC(pérdida potencial)=VE(ganancia potencial)

Las cuáles serán expresadas como:

- VCp: La variación compensada es la máxima suma de dinero que el consumidor estaría dispuesto a pagar para lograr la baja de precio indicada por el desplazamiento de  $Y_1$  a  $Y_2$ .
- ECq: Llamada también Excedente Compensatorio. Representa la máxima suma de dinero que el consumidor estaría dispuesto a pagar para lograr la baja de precio, suponiendo que está restringido a comprar la cantidad de  $x_1''$  indicada en el punto B.
- CEp: La variación Equivalente es la mínima suma de dinero que necesitaría el consumidor para renunciar al beneficio de la baja de precio.
- EEq: Llamada también por la literatura Excedente Equivalente. Representa la mínima suma de dinero que necesitará el consumidor para renunciar al beneficio de la baja de precio, suponiendo que esté restringido a comprar la cantidad  $x_1'$  indicada por el punto A.

Dado que los consumidores por lo general, no están restringidos en cuanto a las cantidades que pueden comprar, las medidas pertinentes serán VCp y VEp. Significa que en términos de definición se puede afirmar que la variación compensada mide la máxima disposición a pagar de los beneficios, mientras que la variación equivalente mide la mínima compensación requerida para renunciar a un beneficio. Por el contrario, para el caso de los bienes ambientales, los cuales son

exógenos para el consumidor, las medidas indicadas serían el ECq y el EEq.

La medida VC representa a una curva de demanda trazada con respecto a los puntos A y C del gráfico (a). Esta curva solamente representa el efecto sustitución de un cambio en el precio de Y1 a Y2, de modo que la curva de demanda DH0 sea una curva de demanda compensada, a menudo llamada curva de Demanda Hicksiana. De la misma manera, la curva de demanda DH1, que nos da la medida VE, se refiere a los puntos E y B.

Otra medida del cambio es el bienestar derivado de la baja en el precio, definida por el área P0P1AB, el cual aparece como una medida promedio de las otras. Note que el desplazamiento de A hasta B, en la parte (b) corresponde directamente al desplazamiento de A hasta B en la parte (a). Es decir, la curva de demanda que pasa por los puntos A y B contiene el efecto ingreso y el efecto sustitución. Esta es la curva de demanda Marshalliana, la cual no es compensada. Por lo tanto, el área P0P1AB es una medida directa del excedente del consumidor Marshalliano. En la parte (b) del anterior gráfico se puede observar que:

$$VE > EC > VC$$

Donde, EC es el excedente del consumidor Marshalliano y la VC se encuentra delimitada por el área P0P1AB, mientras que la VE se define como el área P0P1EB.

### **CONCEPTO DE BIEN PÚBLICO**

Un bien público, es un bien o servicio cuyo consumo por parte de una persona no impide que otras personas también lo consuman. Estos tipos de bienes no tiene la propiedad de rivalidad ni exclusión. La rivalidad significa que tan sólo una persona puede consumir el bien, este es usado en el proceso de consumo. Si una segunda persona quiere consumir un caramelo, es necesario que se produzca un segundo

caramelo. La exclusión significa que se puede impedir que haya terceros que consuman el bien. Tan sólo la persona que es propietaria del caramelo podrá comérselo.

Los bienes públicos no tienen la propiedad de rivalidad. Su consumo de un bien público que otra persona también pueda consumir dicho bien. No hay necesidad de racionar el consumo de un bien público sólo perjudica a esa persona sin ayudar a otros consumidores.

Todos los bienes públicos carecen de la propiedad de la rivalidad, pero sólo algunos carecen de la propiedad de la exclusión. Los mayores problemas se producen cuando no se puede impedir que una determinada persona consuma un bien público. La defensa nacional es un ejemplo importante de un bien público que no se puede excluir. El coste de proteger a una persona adicional es nulo cuando todo el mundo está protegido (no hay rivalidad) y no se puede dejar a una persona en el país sin proteger (no hay exclusión).

Otros bienes públicos son exclusivos pero no hay rivalidad en su consumo. Los guardias de seguridad impiden que las personas que no tienen entrada entren en un concierto. Hasta que la sala está llena, el costo de proveer el concierto a una persona adicional es nulo.

Así pues, un concierto en una sala privada que no está llena tiene elementos tanto de bien privado (exclusión) como de bien público (no rivalidad en el consumo). Este tipo de bien público se llama bien club. Aunque el costo marginal de proveer el concierto a una persona adicional es nulo siempre que el aforo sea inferior a la capacidad del local, la aceptación de una persona adicional genera congestión y otras externalidad que perjudican a los asistentes cuando el local está lleno. Ver Cuadro N°2.3



### CUADRO N°2.3: BIENES PÚBLICOS. RIVALIDAD Y EXCLUSIÓN

	Exclusión	No Exclusión
Rivalidad	Bien privado	Recurso de acceso comunal: banco de pesca, agua de riego
No Rivalidad	Bien público con exclusión: televisión por cable, bien club	Bien público sin exclusión: defensa nacional, fumigación aérea, aire limpio, etc.

Fuente: Perloff, J. Microeconomía. 2004.

Además de los bienes privados, los bienes públicos no exclusivos y los bienes club, hay recursos con rivalidad pero sin exclusión, como una propiedad comunal. En un banco de pesca público cualquiera puede pescar (no hay exclusión), pero una vez que se ha pescado un pez, nadie puede pescarlo (rivalidad).

#### **Agua de riego como recurso de acceso comunal**

Si intentamos caracterizar el tipo de bien, que es el agua de riego desde el punto de vista de su valoración económica o valor monetario; en primer lugar, se busca su definición que es un bien no mercadeable; esto es caracterizado como un bien que no se puede transar en un mercado convencional, es decir que no puede estipularse su precio a través de la interacción de la oferta y la demanda, desde esa perspectiva el servicios que brinda el agua de riego tienen un carácter de mercado monopolista, ahora en relación a su uso para fines agrícolas; el goce de este bien no puede transarse, ni excluirse. No asume un costo por este beneficio, con estas mismas características no se puede estipular su precio ya que la demanda de este servicio no muestra un carácter de mercado competitivo.

El agua de riego es un bien que se caracteriza porque se fundamenta en los conceptos de todo bien de acceso comunal, significa no excluible.

Cuando se usa el agua de riego se ofrece a un poblador, se ofrece a dos pobladores y a todos los pobladores, en otras palabras, no puede excluirse a nadie de su disfrute, aunque no paguen por ello. Por lo tanto este bien se fundamenta también en el concepto de rivalidad en el consumo, es decir que cuando alguien consume el bien o lo disfruta, reduce el consumo potencial de los demás, en otras palabras el hecho usar el agua de riego reduce su disponibilidad. Por lo expuesto, se trata de medir este bienestar y para ello nos apoyamos en el Método de la Valoración Contingente.

### **Valoración Económica del Agua<sup>15</sup>**

#### **El valor y costo del agua**

El agua en sus condiciones naturales tiene un valor económico. Dicho valor se compone de valores de uso directo e indirecto, valor de opción y valor intrínseco (valor de existencia y de legado). El valor de uso directo puede ser consuntivo o no. Los valores de uso consuntivo corresponden al valor para los usuarios de riego, domésticos, industriales y cualquier otra actividad que consuma agua. Los valores de uso no consuntivo corresponden al valor para los usuarios de generación hidroeléctrica, navegación, recreación y cualquier uso directo de las aguas con la condición de que no se consuma. El valor de uso indirecto corresponde al valor que la sociedad le da al recurso por la función que éste cumple. Son ejemplos de éste, el valor que tiene el agua como hábitat de especies vivas, el valor del recurso por su capacidad de depuración o solvente de sustancias que entran en contacto con ella, el valor del agua por su papel en el ciclo de nutrientes necesarios para la vida, entre otros. El valor de opción del agua corresponde al valor que le da la sociedad al recurso por la opción de poder hacer uso o no del mismo en el futuro. En esta categoría entran entre otros los sitios de aguas con potencial hidroeléctrico, los sitios de agua con potencial turístico, los sitios de agua con posibilidad de almacenamiento con fines agrícolas (riego), domésticas, industriales, control de inundación, etc. Pertenecen

---

<sup>15</sup>José A. Pérez Roas (2005), Universidad de los Andes

a esta categoría también aquellos sitios con potencial cultural, histórico, belleza escénica, entre otros. El valor intrínseco del agua corresponde al valor que se le da al recurso por el solo hecho de existir en determinados sitios y por la oportunidad de dejarlo como herencia a las generaciones futuras. En esta categoría se ubica a las bellezas escénicas, sitios culturales e históricos.

El cálculo del valor del agua es sitio específico y puede ser determinado por la suma de los valores arriba mencionados o permitiendo que el cálculo del valor o valores más relevantes en un sitio representen el valor del agua.

A manera de ilustración, se presenta el Cuadro N°. 4, el cual contiene una relación entre el valor del agua y el agua como bien intermedio de consumo privado y proveedora de beneficios públicos. Tal relación sirve de introducción a la inquietud que tienen muchos de que los valores del agua no tienen un mercado. Por lo tanto para cuantificarlos, se necesitará de métodos que se asemejan y se relacionan con el mercado.

**CUADRO N° 2.4: Relación del valor del agua y la misma como bien intermedio, de consumo privado y proveedora de servicios públicos.**

Valor	Uso y no uso del agua		
	Agua como bien Intermedio.	Agua de consumo Privado.	Agua como proveedor de Beneficios públicos.
Uso directo	Riego Industrial Hidroelectricidad	Consumo urbano Consumo industrial	Recreación Turismo y amenidades.
Uso indirecto		Receptor de desechos urbanos e industriales.	Hábitat para peces Hábitat para especies salvajes, endémicas y en peligro de extinción.
Opción	Uso futuro para riego, industria, hidroelectricidad.	Uso futuro para consumo privado.	Hábitat para conservación de biodiversidad.
Intrínseco (legado y existencia).			Sitios culturales Sitios históricos

Fuente: José A. Pérez Roas (2005)

## **La importancia del Valor, Costo y Precio de los Recursos Hídricos en su Gestión<sup>16</sup>**

### **Valoración del Agua de Riego**

El agua para el uso agrario se emplea como bien intermedio o factor de producción, por lo que el valor del agua de riego, y por tanto, la demanda que de ella hagan los agricultores, proviene de su contribución en la obtención del valor de la producción agrícola.

Calcular el valor del agua en un uso determinado supone obtener el valor del beneficio marginal del agua en dicho uso. El beneficio marginal equivale a la cantidad máxima que el usuario estaría dispuesto a pagar por una unidad adicional de agua (su disposición al pago), lo que da una medida de su demanda.

Es importante también diferenciar entre valores medios y valores marginales del agua. Es frecuente encontrar en la literatura valores del agua obtenidos dividiendo los beneficios del uso del agua por la cantidad de agua utilizada, lo que resulta en la estimación de un valor medio del recurso. Los valores medios son utilizados generalmente en la presupuestación financiera, mientras que los segundos son relevantes en la determinación de condiciones de optimalidad, más útiles en los estudios de asignación de agua. Un elevado valor medio del agua en un determinado uso no implica necesariamente un elevado valor marginal, por lo que valores medios nunca deben de utilizarse para justificar cambios o reasignaciones en los usos del agua.

### **Valor, Costo y Precio del Agua en el Uso Agrícola:**

El **valor económico del agua**, suma del valor total de uso y de los valores de no uso, intrínsecos, etc., engloba todos los beneficios económicos que puede proporcionar a una sociedad, tanto monetarios

---

<sup>16</sup>Alberto Garrido, Enrique Palacios V., Javier Calatrava L., JesusChavez M. Adolfo Exebio G. (2004). FODEPAL

como aquellos que son menos tangibles como el bienestar económico de las personas. Esta definición concuerda con la señalada anteriormente, que divide el valor del agua en su valor en extracción y su valor.

### **El costo del agua**

Otro aspecto relacionado con la economía del agua es el costo de extraerla de una fuente de abastecimiento y entregarla a la parcela donde se utilizará. El costo de la extracción, se relaciona con el costo de la infraestructura que deberá amortizarse, así como los costos directos de la operación y mantenimiento de la infraestructura para entregarla en el sitio donde se utilizará.

Desde el punto de vista conceptual el **costo del agua** se refiere a aquello que renunciamos para satisfacer los usos del agua. La dificultad reside en elegir el ámbito en el que consideramos las renunciaciones u oportunidades perdidas que se desea valorar.

### **El precio del agua**

El concepto de **precio del agua** ha de entenderse, en un contexto de mercados, formales o informales, como la compensación monetaria asociada a un intercambio de agua (valor de intercambio del agua).

En general, no deben confundirse tarifas con precios. Un precio es el derivado de un intercambio entre un comprador y un vendedor. Sin embargo, una tarifa es un precio público y es establecido por una institución, pública o privada, que presta un servicio.

## **RECURSOS NATURALES Y EL MEDIO AMBIENTE COMO UN ACTIVO ECONÓMICO<sup>17</sup>**

En la actualidad, es conocido que los recursos naturales como bosques, pesqueros, depósitos de minerales y atributos ambientales como calidad de aire o calidad del agua producen flujos de bienes y servicios muy importantes para todo el mundo. El equilibrio de estos flujos de bienes y servicios puede ser afectado de manera significativa por cualquier proyecto de inversión o por cualquier política que emprenda el Gobierno. Los impactos generados sobre el medio ambiente se traducirían en cambios de bienestar para la sociedad en forma de costos y beneficios económicos.

Por otra parte, el medio ambiente, debido a sus características de bien público tales como: los derechos de propiedad común y las externalidades en la mayoría de los casos no cuentan con precios de mercado que reflejen su verdadero valor. Este hecho tiene como consecuencia la generación de ineficiencia económica en el uso de los recursos naturales y ambientales debido a que estos no son asignados a los diversos usos según su verdadero valor.

Según Freeman (1993) se ha distinguido cuatro clases de flujos de bienes y servicios provistos por los recursos naturales y ambientales:

- Como fuente de materia prima o insumos para la economía, como por ejemplo los combustibles fósiles, los productos maderables, los minerales y el agua.
- Proveedor de soporte para la vida en la forma de una atmósfera protectora de las radiaciones solares y por medio del régimen climático.
- Proveedor de una amplia variedad de servicios tales como recreación, disfrute de paisaje y vida silvestre, entre otros. Adicionalmente, se

---

<sup>17</sup> MENDIETA LOPEZ, Juan Carlos. 2001. Manual de valoración económica de bienes no mercadeables. Bogotá-Colombia. p. 3-6

puede tener servicios relacionados con el no uso o existencia del recurso.

- Servicios de dispersión, transformación y almacenamiento de los residuos generados para la actividad económica.

Por lo general, esta distinción es más compleja, debido a que los recursos naturales y ambientales pueden brindar más de un bien o servicios a la vez. Como por ejemplo se podría mencionar el caso de un bosque, el cual además de proporcionar madera como un bien de mercado, puede cumplir la función de regulador hídrico, asimilador de Bióxido de Carbono o como hábitat de especies silvestres. Obviamente, estos flujos de bienes y servicios no podrán ser suministrados todos al mismo tiempo y en la misma intensidad a causa de la existencia de un intercambio entre ellos. Es decir, si se aumenta la tala de árboles maderables se disminuye la cantidad de Bióxido de Carbono asimilada por el bosque o la capacidad de éste para servir como hábitat a un conjunto de especies animales. Al final, la cantidad o calidad del flujo de bienes o servicios suministrados a la sociedad dependerá directamente de sus características físicas y biológicas. Debido a todo lo anterior, el sistema de recursos naturales y servicios ambientales se caracteriza por ser escaso, por tener un trade off entre los flujos o bienes o servicios que provee, así como un costo de oportunidad por el uso de estos recursos.

Freeman (1993), puntualiza que el valor económico de un sistema de recursos naturales y ambientales es considerado como un activo que equivale a la sumatoria del valor presente de todos los bienes y servicios que provee. De aquí se desprende que cualquier política pública tendiente a incrementar el flujo de un servicio incrementará a su vez el valor presente de éste.

Por otro lado, también se puede presentar el caso de una acción o política pueda tener costos expresados en términos de la disminución del valor presente de otros servicios. Así mismo, los daños causados por la contaminación y otras formas de intervención humana sobre los

recursos naturales y ambientales pueden generar reducciones en el valor de los flujos de bienes y servicios provistos a la sociedad. Los beneficios y costos económicos derivados de los cambios en los flujos de los bienes y servicios tienen una contraparte en los cambios en el valor de los recursos naturales y ambientales considerados como un activo desde el punto de vista económico.

### **Valor desde el punto de vista económico**

Siguiendo los fundamentos de la teoría neoclásica del bienestar, se supone que los individuos en una sociedad toman las mejores decisiones en cada situación. El bienestar de los individuos no solamente depende del consumo de bienes y servicios privados y de los producidos por el sector privado y el Gobierno, sino también de cantidades y calidades de flujo de bienes y servicios no mercadeables provistos por el sistema de recursos naturales y ambientales. Por consiguiente, cualquier cambio en la base de recursos naturales y ambientales traerá consigo un cambio en el bienestar de los individuos. Esta será medida del valor del cambio en el recurso.

Este enfoque de valoración económica también incluye la posibilidad de que los individuos asignen un valor a la supervivencia de algunas especies, sin tomar en cuenta el posible uso por parte de otras personas diferentes a ellos. De lo contrario, sería basado en motivos de tipo altruistas, éticos y morales. Esta forma de valor económico es comúnmente conocida con el nombre de valor de no uso o valor de existencia totalmente establecida y fundamentada en la teoría de valoración económica ambiental.

La metodología para la valoración económica de los recursos naturales y ambientales se fundamenta en la teoría económica clásica de medición de cambios en precios y cantidades de bienes comprados en mercados convencionales. Aplicando una serie de extensiones a estas metodologías, hoy es posible valorar bienes con características de bienes públicos y sin mercado tales como los bienes ambientales. Esta



teoría supone que las personas conocen sus preferencias y que estas tienen propiedad de sustituibilidad entre bienes mercadeables y no mercadeables<sup>18</sup>. La sustituibilidad establece una tasa de intercambio (trade off)<sup>19</sup> entre pares de bienes, haciendo que ésta sea la esencia del concepto económico de valor.

La medición de valor, basada en la sustituibilidad puede ser presentada por medio de la Disponibilidad a Pagar (DAP) o por medio de la Disponibilidad a Aceptar (DAA) definidas en términos de cualquier otro bien que el individuo esté dispuesto a remplazar por el bien que esté valorado<sup>20</sup>. Lo más común es plantear este pago en términos monetarios. Con esto se evita fijar el valor ambiental a partir del establecimiento de una tasa marginal de sustitución entre el bien ambiental y el resto de bienes de la economía con los cuales se puede producir un intercambio.

## **MÉTODOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA**

Los métodos que se utilizan para la valoración económica de bienes y servicios ambientales básicamente se agrupan en dos categorías: métodos directos e indirectos. Los primeros se caracterizan por obtener directamente los valores de los bienes ambientales mediante el uso de las preferencias directas, mientras que los segundos se caracterizan por obtener este valor revelado, creando mercados paralelos con las preferencias reveladas. Ver Figura 2.3

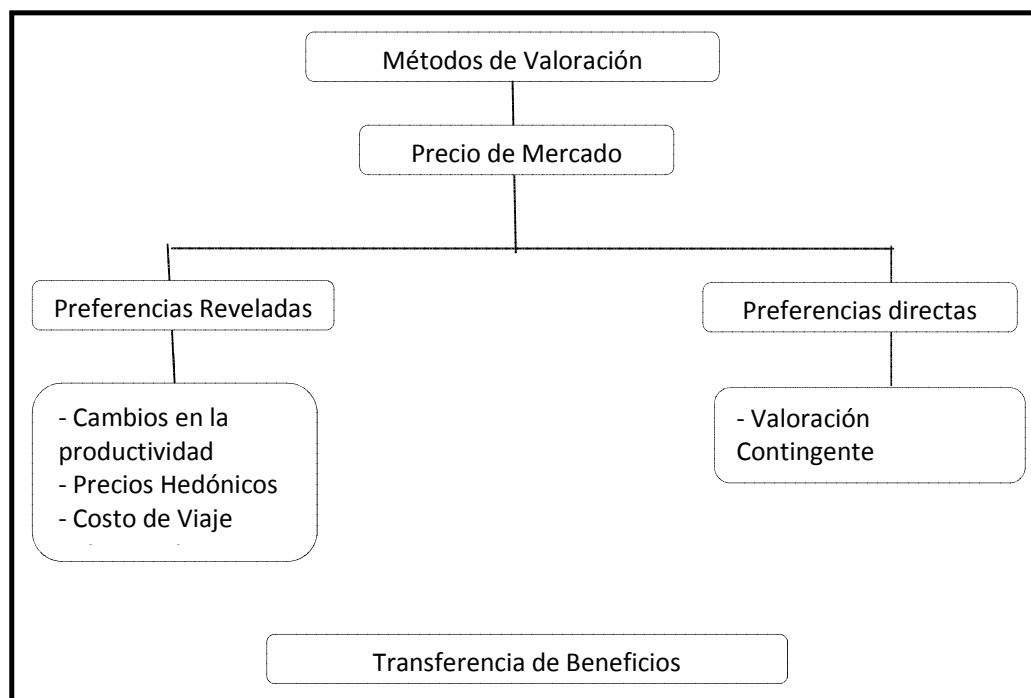
---

<sup>18</sup> En términos económicos, sustituibilidad implica la posibilidad de incrementar la cantidad de algún bien de una canasta específica de un individuo si la cantidad de otro bien de esa misma canasta es disminuida, siempre que el individuo no empeore a causa del cambio.

<sup>19</sup> El precio monetario de un bien mercadeable es un caso de *trade off* debido a que el dinero dado para la compra de una unidad de un bien de una canasta de bienes es una proxy de las cantidades de uno o más de los otros bienes de la canasta que deben ser reducidos para realizar la compra.

<sup>20</sup> Por lo general, la DAP y la DAA son medidas expresadas en términos monetarios debido a la utilización del dinero como bien numerario, pero en realidad estas medidas deben ser presentados en términos de cualquier otro bien materializado por el individuo.

**FIGURA N° 2. 3: Clasificación de los métodos de valoración**



Fuente: Adaptado de Roger Loyola. Valoración económica de impactos ambientales. 2008.

Entre los métodos más comunes tenemos los siguientes:

### **Precio de Mercado**

Este método estima el valor económico de productos y servicios del ecosistema que son vendidos y comprados en mercados, pudiendo ser usado tanto para valorar cambios en la cantidad o en la calidad del bien o servicio. Utiliza las técnicas económicas comunes para medir los beneficios. Además, refleja claramente las preferencias del consumidor, aunque se requiere de ajustes para eliminar distorsiones de políticas públicas y fallas del mercado.

### **Ventajas**

- Los precios, cantidades y costos son relativamente fáciles de ser obtenidos en mercados establecidos.

### Desventajas

- Los datos de mercado están únicamente disponibles para un número limitado de bienes y servicios.
- En determinados casos pueden no considerar el valor de todos los usos productivos de un recurso.
- El valor económico puede no estar totalmente reflejado en las transacciones de mercado dadas las imperfecciones de éste.

### **Cambios en la productividad**

Estima el valor económico de productos y servicios ambientales que contribuyen a la producción de bienes comercializados en el mercado. Es un método que tiene una metodología costo beneficio. Los cambios físicos en la producción debido a cambios en el ecosistema son valorados usando precios de mercado para los insumos y productos.

### Ventajas

- Precios, cantidades y costos son relativamente fáciles de ser obtenidos en mercados establecidos.

### Desventajas

- Valora recursos que pueden ser usados como insumos en la producción de bienes de mercado.
- Se puede subestimar su verdadero valor, dado que no todos los servicios están relacionados a bienes de mercado.
- Se necesita información sobre relaciones científicas entre acciones para mejorar calidad o cantidad de recursos y los resultados de tales acciones.

### **Costo de Viaje**

La premisa básica de este método es que aun cuando el valor de la recreación no tiene precio, los costos y tiempo usados para desplazarse pueden ser tomados como representación de éste. Para ello, se usan los gastos para la recreación en determinado lugar (desplazamiento) para valorar un determinado bien (floresta, humedales, áreas protegidas, etc.). Está estrechamente ligado a las técnicas convencionales usadas

por los economistas para estimar valores basados en precios de mercado.

#### Ventajas

- El método se encuentra basado en el comportamiento actual, antes que en la disposición a pagar por una situación hipotética.
- Es de bajo costo, y los resultados son fáciles de interpretar y explicar.

#### Desventajas

- Dificultad de definir y medir el costo de oportunidad del tiempo o valor de tiempo gastado en el viaje, ya que las personas hacen un viaje con un único propósito.
- Únicamente mide valores de uso.

### **Precio hedónicos**

Este método es usado para estimar valores económicos para el ecosistema o servicios ambientales que afectan precios de mercado. Generalmente, se aplica variaciones en precio de viviendas que reflejan valores de atributos ambientales locales. Puede ser usado tanto para calidad ambiental: contaminación del aire, agua o ruido; o para “amenidades” ambientales: visión estética, proximidad a lugares recreacionales. En este sentido, la suposición básica es que el precio del bien de mercado está relacionado a sus características o a los servicios que proporciona.

#### Ventajas

- Puede ser usado para estimar valores basados en actuales decisiones.
- Es versátil y puede ser adaptado para considerar diversas interacciones entre los bienes de mercado y la calidad ambiental.

#### Desventajas

- El método sólo captura la disposición a pagar por las diferencias percibidas de beneficios ambientales y sus consecuencias, si esta

no se percibe, entonces el valor no se reflejará en los precios. El método es altamente complejo y requiere de un alto grado de conocimiento estadístico.

Supuestos:

- El consumidor se comporta de manera racional, busca lo mejor para sí.
- Existe un mercado competitivo.
- El precio de mercado refleja el valor conjunto de atributos del bien.
- Existe una relación entre el bien privado y las características o atributos ambientales.
- 

Forma funcional general:

$$P = f(S, N, X)$$

P = precio del bien

S = vector de características del bien ( $m^2$ , materiales, divisón, etc)

N= vector de características del medio (seguridad, proximidad a mercados, proximidad a avenidas, etc.)

x= vector de características del ambiente (calidad del aire, nivel de ruido, proximidad a ríos, etc.

### **Costos diversos**

Este método intenta estimar los valores de los servicios del ecosistema basados en los costos de evitar daños a los servicios, o costos de reemplazar los servicios del ecosistema o de sustituirlos por otros servicios. Se asume que estos costos pueden ser útiles para estimar estos valores, sin embargo es necesario mencionar que miden estrictamente valores económicos porque no están basados en la disposición a pagar. Resulta más apropiado utilizarlo cuando los gastos para evitar daños o reemplazar los servicios se han hecho o deberán ser realmente hechos.

### Ventajas

- Puede proporcionar un indicador aproximado del valor económico sujeto a los datos y el grado o situación entre los bienes relacionados.
- Es más fácil medir los costos de proporcionar beneficios antes que los beneficios proporcionados por bienes y servicios no-mercado.
- Estos métodos dan medidas de valor alternativas que son consistentes con posibles conceptos del valor de uso, para los servicios que pueden ser difíciles de ser medidos

### Desventajas

- Asume que los costos de reparar daños o reemplazar servicios son medidas viables de beneficios proporcionados, además de no considerar las preferencias sociales o individuales por los servicios de los ecosistemas.
- Estos métodos pueden ser inconsistentes porque pocas acciones y regulaciones ambientales se basan aisladamente en análisis costo-beneficio.
- Se requiere de información sobre grado de sustitución entre bien de mercado y los recursos naturales, teniendo el agravante de que pocos recursos naturales tiene sustitutos indirectos.

### **Valoración Contingente**

Este es un método que utiliza situaciones de carácter hipotético para determinar el valor de bienes ambientales preguntando por la Disposición a Pagar (DAP) o la Disposición a Aceptar (DAA). A pesar de que el inicio de este método estuvo sujeto a una serie de críticas, ha demostrado ser confiable en pruebas empíricas. Éste permite cuantificar valores de existencia y de uso indirecto, además del usos directo. En este sentido el Pannel NOAA se convierte en una data importante porque a partir de ahí es que este método alcanza el reconocimiento por parte de los juzgados americanos.

En los países subdesarrollados, se han hecho estudios principalmente centrados en valores de uso, mientras que otros tipos de valores han

sido poco analizados. Las dificultades encontradas en los países en desarrollo es que en ellos hay dificultades por la capacidad de pago y por el entendimiento de problemas ambientales. La principal crítica a este método es que las preferencias para bienes ambientales sin mercado pueden ser imprecisas, dado que los individuos son incapaces de obtener experiencia de estos; así como, la imposibilidad de derivar una función de preferencia social.

#### Ventajas

- Una de las principales ventajas de utilizar el Método de Valoración Contingente (MVC), es que permite estimar el valor económico de un bien o servicio ambiental, el cual no es posible estimar con otros métodos de valoración. Asociado a eso, el valor económico que se estima mediante esta metodología corresponde no solo al valor de uso directo, sino también a los valores de uso indirecto o de opción y los de no uso, por lo tanto, el valor que se obtiene bajo esta medida corresponde al valor económico total.
- Aunque la técnica requiere de analistas competentes y capacitados para hacer las estimaciones, la naturaleza de este estudio permite analizar y describir los resultados de forma sencilla. Así, los valores monetarios pueden ser expresados en valores promedio, per cápita, por hogar o como un valor agregado para la sociedad.

#### Desventajas

- Formas de recolectar información sobre las disponibilidades a pagar de las personas por el bien o servicio ambiental. Algunas veces las encuestas pueden estar mal diseñadas de tal forma que las respuestas pueden estar sobreestimadas, debido a que los encuestados pueden estar mintiendo y dar valores que no corresponden ni son coherentes con sus preferencias y con su restricción presupuestaria.
- Falta de familiaridad de las personas con los bienes y servicios que provee el medio ambiente y la conversión de estos valores en

términos monetarios. Es decir, la mayoría de personas no están acostumbradas con la colocación de valores monetarios de bienes y servicios ambientales. Por lo tanto, no puede tener una base suficiente para afirmar su verdadero valor.

- Los posibles sesgos en las preguntas y respuestas, son otro de los inconvenientes de este método. Por un lado, existen respuestas que reflejan sentimientos positivos o negativos hacia la responsabilidad del sector público, privado y la comunidad, las cuales están catalogadas como respuestas de protesta. Otro sesgo se puede presentar cuando los encuestados no responden de manera sincera, debido a que deducen que finalmente no tendrán que pagar la cantidad indicada. Caso contrario, si la persona cree que debe pagar lo que declaró, lo cual conducirá a respuestas de disposición a pagar demasiadas bajas.
- La adecuada elección del vehículo de pago es otro aspecto importante que puede conducir a sesgos en la información. Es decir, si el vehículo de pago es por ejemplo, vía impuestos, los encuestados pueden dar declaraciones de protesta debida que no están dispuestos a tolerar un aumento en los impuestos.
- Por otra parte, cuando se piensa aplicar una encuesta a una muestra que en su mayoría es de bajos ingresos, el uso del método de valoración contingente no reflejaría la verdadera DAP de estos grupos poblacionales. Esto se debe principalmente a que la población tiene otras necesidades básicas que debe satisfacer y por ende la mayoría de las declaraciones sobre DAP serían nulas o muy bajas. Es por eso que existen otros métodos contingentes que permiten encontrar la máxima DAP de estos grupos de ingresos minoritarios, estos métodos corresponden a los métodos de elección contingente o Conjoint.

### **Transferencia de Beneficios**

La dificultad y el alto costo de la estimación de valores sin o por fuera de mercado, hace que en la mayoría de los análisis no se lleve a cabo la investigación primaria sobre ese valor y que la mayoría de los análisis se



confíen en datos y estimaciones de la investigación previa. Este uso de la investigación previa o de otros estudios y aplicaciones, se llama técnicas de transferencia de beneficios. Es decir, los analistas utilizan los precios para el proyecto que se analiza, sobre la base de los resultados de otros estudios.

La transferencia de beneficios, es de dos tipos:

- Basada en Valores Fijos, donde se toman los valores por unidad estándar provenientes de los datos de un sitio de estudio.
- Transferencia de Funciones, es cuando se transfiere funciones que definen la relación entre datos coleccionados en un sitio de estudio.

Los valores de estudio “externos”, deben ser corregidos por un factor:

$$VEI_t = VEE_t * \left( \frac{PBI_{It}}{PBI_{Et}} \right)$$

Dónde:

$VEI_t$  = Valor Económico Interno en el periodo t

$VEE_t$  = Valor Económico Externo en el periodo t

$PBI_{It}$  = PBI per – capite interno en el periodo t

$PBI_{Et}$  = PBI per – capite externo en el periodo t

Por último, se convierte a soles según el tipo de cambio del periodo t y con los índices de inflación se convierte a Valor Presente.

## **SELECCIÓN DEL MÉTODO ADECUADO**

En base a lo anterior y considerando la importancia del agua como factor primario para el sustento de la actividad agrícola, elegimos el de Valoración Contingente por ser un método Directo que requiere tomar información primaria mediante encuestas.

### **Valoración Contingente**

El método de valoración contingente (MVC) intenta averiguar, a través de la pregunta directa, la valoración que otorgan las personas a los cambios en el bienestar que les produce la modificación en las condiciones de oferta de un bien ambiental no transado en el mercado.

El hecho de que la valoración finalmente obtenida dependa de la opinión expresada por la persona a partir de la información recibida es lo que explica el nombre que se le da a este método.

Bishop y Heberlein (1979) introdujeron una variante del método, llamada referéndum (formato dicotómico), que requiere de los entrevistados únicamente respuestas del tipo “sí” o “no”, a diferencia de los métodos anteriores que exigían repreguntar varias veces hasta que el entrevistado cambiaba el signo de su respuesta. Esta variante tiene enormes ventajas en comparación con los procedimientos utilizados anteriormente, porque elimina el sesgo que inducen las repreguntas, además de que tiene un menor costo de aplicación.

M. Hanemann (1984) desarrollaron formulaciones teóricas del MVC que permiten estimar cambios en el bienestar de las personas. Hanemann formula el problema como la comparación entre dos funciones indirectas de utilidad. Cameron interpreta la respuesta como una comparación entre la cantidad de dinero sugerida en la encuesta y la diferencia entre los valores dados por la función de gasto evaluada con y sin posibilidad de acceso al bien público que se pretende valorar. McConnel (1990) demostró que las porciones determinísticas de los dos modelos sugeridos son duales entre sí. La diferencia entre los dos enfoques es el momento en que se agrega el término estocástico a las funciones.

En este estudio se utiliza el enfoque de Hanemann para la estimación de las medidas del bienestar, estableciendo la diferencia en las funciones de utilidad indirecta (DV), pero se hace una adaptación de la forma funcional lineal de Hanemann para DV agregándole la variable ingreso debido a su significancia estadística en los tres modelos.

### **Estructura del Modelo Hanemann**

Para Hanemann, el consumidor tiene una función de utilidad de la siguiente forma:

$$U = U(J, Q, Z, S)$$

Donde,

U: Función de Utilidad

J: Toma valor “1” en situación de actuación (para hacer una mejora o evitar una desmejora) y “0” en situación de no actuación.

Q: Actividad complementaria con nivel de calidad ambiental.

Z: Bien hicksiano (todos los demás bienes que consume el individuo).

S: Atributos observables del individuo, los cuales pueden afectar sus preferencias (características sociales).

W:  $W(J, P, Y; S)$  es la función de utilidad indirecta determinística para el individuo, la que se utiliza para describir e analizar las medidas de cambio en el bienestar.

### **Medidas de cambio en el bienestar**

#### **Variación Compensada y Variación Equivalente**

Las dos formas comúnmente utilizadas con esta metodología para determinar un cambio en el bienestar del individuo son la Variación Compensada (VC) y la Variación Equivalente (VE). Cada forma tiene dos opciones, en dependencia de quien de las partes involucradas tiene el derecho sobre el uso del recurso.

La VC es la cantidad de dinero que se le quitará a un individuo después de un cambio, al dejarlo en su nivel de bienestar original:

- Cantidad máxima que el individuo está dispuesto a pagar (DAP) por un cambio favorable. (el Consumidor no tiene el derecho).
- Cantidad mínima que el individuo está dispuesto a aceptar (DAA) por un cambio desfavorable (el Consumidor tiene el derecho).

La VC se puede expresar de la siguiente forma:

$$VC = E(P, Q^0, U^0) - E(P, Q^1, U^0) = \int_{Q^0}^{Q^1} \partial E / \partial Q_i (P, Q^1, U^0) dQ_i$$

Donde,

$Q^0$ : Es la calidad ambiental inicial

$Q^1$ : Es la calidad ambiental luego de la intervención

$E(P, Q^0, U^0)$ : Función de Gasto inicial

$E(P, Q^1, U^0)$ : Función de gasto luego de la intervención

También la VC se puede expresar así:

$$V(P, Q^1, Y + VC) = V(P, Q^0, Y) = U^0 = VC$$

Donde Y es el ingreso del consumidor y la expresión significa la cantidad mínima que él estaría dispuesto a recibir (DAA) para aceptar una desmejora en la calidad ambiental, cuando se encuentra en el nivel de utilidad  $U^0$ .

Mientras tanto, la VE es la cantidad de dinero que se le entregará al consumidor si el cambio no se dio, pero que lo hará pasar a un nuevo nivel de bienestar, como si el cambio se hubiera dado:

- Cantidad máxima que el individuo está dispuesto a pagar DAP por evitar un cambio desfavorable. (El Consumidor no tiene el derecho).
- Cantidad mínima que el individuo está dispuesto a aceptar DAA por renunciar a un cambio favorable. (El Consumidor tiene el derecho).

El cálculo de la VE se hace a partir de la función de gasto del individuo. Se traduce en la diferencia en el gasto necesario para alcanzar el nuevo nivel de bienestar, evitando un cambio desfavorable en el bien ambiental, dado un nivel de precios P y el nivel de utilidad después de la instalación de la planta de celulosa  $U^1$ , ( $U^0$  es el nivel de utilidad antes de la intervención humana que altera la calidad ambiental):

$$VE = E(P, Q^0, U^1) - E(P, Q^1, U^1) = \int_{Q^0}^{Q^1} \partial E / \partial Q_i (P, Q, U^1) dQ_i$$

También la VE se puede expresar a través de la función de utilidad indirecta ( $V$  del individuo), siendo que  $V(P, Q, Y) = E(P, Q, U)$  por el lema de Shepard–Uzawa en la teoría de la dualidad:

$$V(P, Q^0, Y - VE) = V(P, Q^1, Y) = U^1 = VE$$

Donde  $Y$  es el ingreso del consumidor y la expresión significa la cantidad máxima que él estaría dispuesto a sacrificar (DAP) por una alteración en la calidad ambiental, cuando se encuentra en el nivel de utilidad  $U^1$ , una vez afectada la calidad ambiental.

Según el enfoque de Hanemann, la función de utilidad indirecta del entrevistado se puede expresar también  $W(J, Y, S)$ , donde  $Y$  es el ingreso,  $J=1$  cuando se ha tomado acción para evitar la desmejora ( $J=0$  cuando no se ha tomado acción), y  $S$  son las características socioeconómicas del encuestado.

Dado que no se conoce esta función, se puede expresar de la siguiente forma:

$$W(J, Y, S) = V(J, Y, S) + \varepsilon_j$$

Donde  $\varepsilon_j$  es un error estocástico debido a que la parte izquierda de la expresión es una aproximación de la verdadera función de utilidad. Siguiendo con el despeje:

$$V(1, Y - C, S) + \varepsilon_j = V(0, Y, S) + \varepsilon_0$$

$C$ : Variación Equivalente y es la verdadera DAP.

$\varepsilon_1$ : error cuando se trata de evitar la desmejora.

$\varepsilon_0$ : error en situación con desmejora.

$\varepsilon_1$  y  $\varepsilon_0$ : variables aleatorias e idénticamente distribuidas.

Mientras tanto, en una encuesta no se pregunta por la variación equivalente del consumidor, sino que se trata de averiguar a través de su DAP. Ahora bien, si el encuestado acepta pagar \$X, para evitar la desmejora resulta la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 V(1, Y - X, S) + \varepsilon_1 &= V(0, Y, S) + \varepsilon_0 \\
 V(1, Y - C, S) - V(0, Y, S) &> \varepsilon_0 - \varepsilon_1 \\
 \Delta V = V(1, Y - C, S) - V(0, Y, S) \text{ y } \eta &= \varepsilon_0 - \varepsilon_1, \\
 \Delta V &> \eta
 \end{aligned}$$

Dado que la respuesta de la pregunta (SI/NO) es variable aleatoria para nosotros, la probabilidad de una respuesta positiva está dada por:

$$\Pr[\text{Respuesta SI}] = F[\Delta V],$$

Donde F es la función de probabilidad acumulada de  $\eta$ :  $F[\Delta V] = \int_{-\infty}^{\Delta V} f(\eta)$ , con  $f(\eta)$  la función de densidad de probabilidad de  $\eta$ , indica la probabilidad que  $\eta$  sea menor o igual a  $\Delta V$ .

Por otro lado, volviendo a la expresión  $V(1, Y - C, S) + \varepsilon_1 = V(0, Y, S) + \varepsilon_0$ , se puede expresar C en función del ingreso Y, utilizando la función de gasto  $E(V, J, S)$ , que es dual de V. Con la identidad  $Y - C = E(P, 1, V(1, Y - C, S), S)$  se obtiene:

$$\begin{aligned}
 Y - C &= E(P, 1, V(0, Y, S) + \varepsilon_0 - \varepsilon_1, S) \\
 C &= Y - E(P, 1, V(0, Y, S) + \eta, S)
 \end{aligned}$$

Ecuación que confirma la aleatoriedad de C. Entonces la respuesta del encuestado se modela así:

$$\Pr[\text{Respuesta SI}] = \Pr[C > X] = 1 - G_c(X)$$

Donde  $G_c(X)$  es la función de probabilidad acumulada de  $C$  evaluada en  $X$ .<sup>21</sup>

Finalmente, se pueden obtener las tres medidas de bienestar.

#### La Media $C^+$

Esta medida de bienestar es el valor esperado de  $C$ , denominado  $C^+$ . Se calcula con el método de integración por partes, a partir de la función de probabilidad acumulada (Hanemann, 1989; Ardila, 1993):

$$C^+ = \int_0^{\infty} 1 - G_c(X) dX - \int_{-\infty}^0 G_c(X) dX$$

#### La Mediana $C^*$

Una segunda medida de la variación equivalente es la mediana  $C^*$ , que hace que la probabilidad de una respuesta afirmativa sea 0.5, definiéndose de manera implícita:

$$\Pr[V(1, Y - C^*, S) + \varepsilon_1 \geq V(0, Y, S) + \varepsilon_0] = 0.5$$

$$F[V(1, Y - C^*, S) - V(0, Y, S) \geq \varepsilon_0 - \varepsilon_1] = 0.5$$

$$F[\Delta V] = 0.5$$

Donde  $F$  es la distribución de probabilidad acumulada de  $\eta = \varepsilon_0 - \varepsilon_1$ . Dado que  $F(\Delta V) = 1 - G_c(X)$ , la última expresión implica que  $C^*$  define el punto donde  $G_c$  toma el valor 0.5, entonces  $C^*$  es la mediana de  $C$ .

#### La integral Positiva $C^+$

Siendo que se espera que la disponibilidad a pagar sea positiva, lo que es económicamente correcto, no tiene sentido calcular el valor esperado de la disponibilidad a pagar incluyendo los valores negativos. En este

---

<sup>21</sup> $G_c(X)$  da la probabilidad que  $C$  sea menor o igual que  $X$ , que es la probabilidad de obtener una respuesta negativa, y  $1 - G_c(X)$  la probabilidad que  $C$  sea mayor que  $X$ .

caso Hanemann, sugiere únicamente el primer término de la ecuación para calcular el valor esperado. Este valor se denomina  $C'$  y es la Integral Positiva.

### Formas Funcionales

$V(.)$  puede adoptar distintas formas funcionales.  $\Delta V$  depende de  $X$  según la forma funcional asumida para  $V$ . Hanemann (1984), ha propuesto dos formas, una lineal y otra semilogarítmica. Mientras que Bishop (1979) propone también una forma semilogarítmica, donde no especifica la función indirecta de utilidad, sino que especifica directamente  $\Delta V$ .

### **Diseño óptimo del vector de pagos bajo distintos supuestos de distribución para la DAP**

Se pueden asumir distintas distribuciones de la DAP para cada diseño, ej.: A) simétrica uniforme; B) simétrica logística y; C) asimétrica lognormal. Los estimadores de los parámetros de las distribuciones B) y C) de la DAP, se obtienen de la pre encuesta con formato abierto (FA). Debido a que la teoría económica no da ninguna orientación sobre la distribución estadística esperada, es difícil determinar la naturaleza de la distribución. A pesar de ello, en los estudios empíricos frecuentemente se asume que la distribución de la DAP es simétrica. En el diseño A) se asume una distribución simétrica uniforme y en el diseño B) una distribución simétrica logística para la DAP. Mientras tanto, para el diseño C) se selecciona la distribución asimétrica lognormal.

Existen varias técnicas para determinar cuál de estas distribuciones es apropiada. Se puede utilizar el Test Gráfico Q–Q Plot y el Test Box–Cox para verificar la normalidad de los datos a partir de la pre encuesta. Con el Test Q–Q Plot se grafican los cuantiles de la muestra versus una situación hipotética donde los cuantiles están distribuidos normalmente (los datos hipotéticos forman una línea recta). Si los puntos de los dos gráficos sobrepuestos están cerca se puede asumir la normalidad de los datos. Al mismo tiempo, la distribución logística puede ser utilizada



cuando los datos están aproximadamente normalmente distribuidos, porque son distribuciones parecidas.

También, con el Test Gráfico Q–Q Plot aplicado en los datos de la encuesta se puede verificar si los datos están distribuidos lognormalmente. Si es así, entonces el logaritmo de los datos debe dar aproximadamente una línea recta.

Con el test Box–Cox aplicado a los datos de la DAP con formato abierto se asume que existe un valor  $\lambda$  para el cual la variable aleatoria DAP es transformada de la siguiente forma:  $(DAP^{\lambda}-1)/\lambda$ , si la DAP está distribuida log normalmente  $\lambda=0$ , y si la DAP está distribuida normalmente  $\lambda=1$ . Por tanto, se probó la hipótesis nula de que DAP está distribuida lognormalmente ante la hipótesis alternativa de que tiene distribución normal.

Para formalizar lo anteriormente expuesto consideremos la fórmula especificada, que es un modelo probabilístico para la distribución de frecuencias de una variable aleatoria continua representado por una curva continua que corresponde a la llamada función de densidad acumulada:

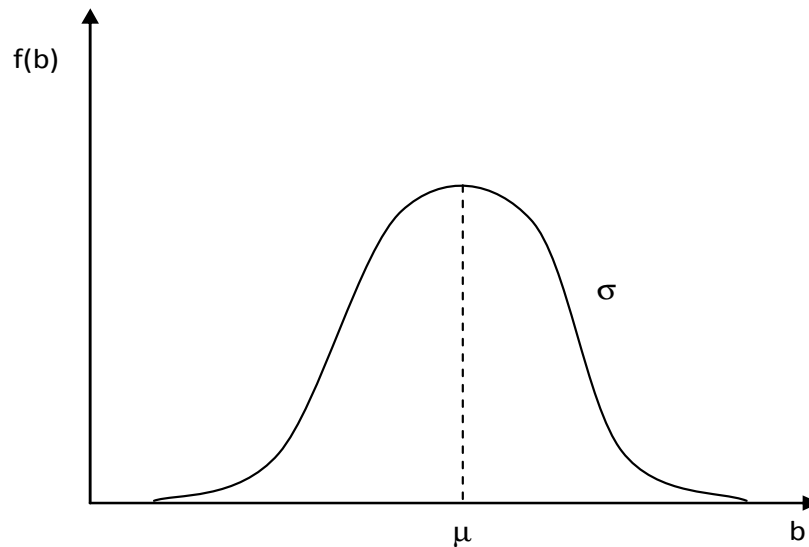
$$E(DAP) = \int_0^{\infty} [1 - F(b)]db$$

Esta densidad puede tomar una gran variedad de formas. Las que se analizan aquí son la distribución de probabilidad normal, la distribución de probabilidad logística y la distribución de probabilidad lognormal.

### La Distribución de Probabilidad Normal

Es una distribución continua en forma de campana, que es la más utilizada en una gran variedad de aplicaciones estadísticas. Como la ecuación de la función de densidad se construye de manera que el área bajo la curva representa probabilidad, el área total es igual a 1.

**FIGURA N° 2. 4: Función de densidad de probabilidad normal**



Su forma funcional de densidad viene dada por:

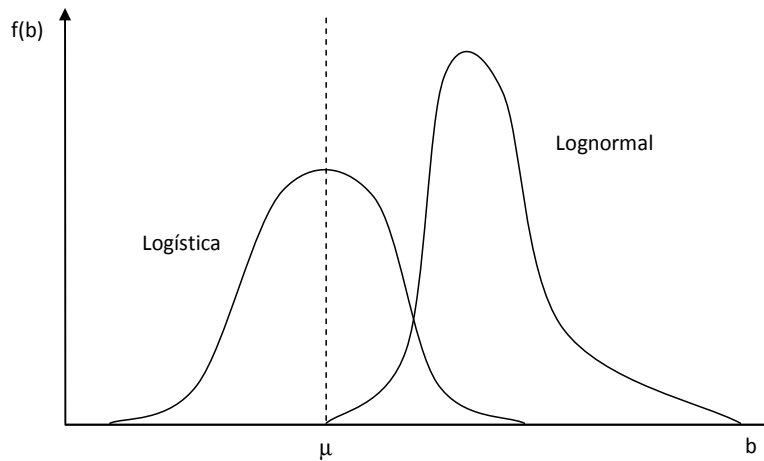
$$f(b) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(b - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] - \infty < b < \infty$$

Donde  $\mu$  es su media y  $\sigma$  es su desviación estándar y  $\sigma^2$  es su varianza. Entonces  $b$  sigue una distribución normal con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$  de la siguiente forma  $b \sim N(\mu, \sigma^2)$ .

#### La Distribución Logística

Si  $f(b_i)$  es logística, los estimadores de los parámetros necesarios para calcular  $F(b_i)$  pueden ser expresados a través de la siguiente forma funcional logística:

**FIGURA N° 2. 5: Función de densidad de probabilidad logística y lognormal**



$$F(b_i) = [1 + \exp(-(\alpha + \beta b_i))]^{-1}, \text{ donde } \alpha + \beta b_i, \beta < 0$$

Esta distribución simétrica es la que se utiliza en el diseño B) de este trabajo.

La Distribución Lognormal

Esta distribución de probabilidad es la que se utiliza para el diseño C) de este trabajo y es la que representa una distribución asimétrica. Una variable b se dice que tiene una distribución logarítmica normal si  $\log b$  sigue una distribución normal. Si se supone que  $y = \log b$  es  $N(\mu, \sigma^2)$ , entonces  $b = e^y$  sigue una distribución logarítmica normal  $LN(\mu, \sigma^2)$ . Su media y su varianza están dadas por,

$$E(b) = E(e^y) = e^{\mu + (\frac{1}{2})\sigma^2},$$

$$V(b) = V(e^y) = e^{2\mu + \sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1)$$

La curva de frecuencia de la distribución logarítmica normal aparece también en la gráfica, donde se puede apreciar la diferencia en la forma de la curva de la función de densidad entre una distribución simétrica y una distribución asimétrica.

Hay que mencionar también que, como muchas otras variables en economía, éstas no pueden tener valores negativos.

### **Formas funcionales para las medidas de bienestar**

La medida de bienestar se determina como la cantidad máxima que los consumidores de la calidad ambiental estarían dispuestos a pagar por evitar un cambio desfavorable: esta es la definición de la Variación Equivalente. La forma funcional más sencilla es la lineal de Hanemann (1984),  $\Delta V = \alpha - \beta X + \eta$ . Para tener mejor análisis de las medidas de bienestar es aceptable adaptar la forma funcional lineal de Hanemann agregándole otras variables (A) que resultan estadísticamente significativas, obteniendo así la siguiente expresión:

$$\Delta V = \alpha - \beta_1 X + \beta_2 A + \eta$$

### **Distribución “Logit” para “ $\eta$ ”**

Para poder estimar los parámetros de las medidas de bienestar, primeramente hay que asumir una distribución para el término estocástico  $\eta$ . Las distribuciones Logit (logística) y Probit (normal), son las que comúnmente se usan en estudios de valoración contingente y producen resultados similares porque sus distribuciones son simétricas y parecidas cuando N tiende a infinito. La distribución Logit tiene las colas tenuemente mayores. Generalmente no importa cual distribución se aplica, siempre y cuando los datos no estén concentrados en las colas. Generalmente se utiliza Logit.

Entonces, una vez obtenidos los datos de la encuesta con formato dicotómico, donde también se obtiene la información sobre las características socioeconómicas del encuestado (McConnel y Ducci, 1989), la probabilidad de una respuesta positiva estará dada por la función de probabilidad acumulada de  $\eta$  evaluada en  $\Delta V$ , que se asume sigue la distribución logística Logit:

$$\Pr(P=1)=F(V)$$

$$\Pr(P=1)=1-G_c(X)$$

$$\Pr(P=1)=1-1/1+e^{-\Delta V}$$

### **Intervalos de Confianza**

Para determinar la significancia de los estimadores y hacer comparación entre ellos, se desarrollaron intervalos de confianza para las medidas de bienestar. El procedimiento consiste en estimar la distribución de probabilidad de las medidas de cambio de bienestar. Siendo que los estimadores de los cambios en el bienestar son variables aleatorias, dependen de los coeficientes de los modelos econométricos estimados. Por tanto tienen una distribución de probabilidad que depende de la distribución de los coeficientes del modelo adoptado. La estimación del modelo Logit utilizando el método de Máxima Verosimilitud proporciona estimadores asintóticamente normales y tienen propiedades asintóticamente deseables.

Los estimadores de las medidas de bienestar son funciones no lineales de los parámetros estimados en el modelo econométrico y por esta razón no es fácil derivar analíticamente expresiones para la varianza de estas medidas. Krinsky y Robb (1986) propusieron un método basado en simulación, que Park, Loomis y Creel (1991) utilizaron para estimar límites de confianza de medidas de bienestar basadas en modelos de valoración contingente.

El método consiste en generar una muestra de gran tamaño de los coeficientes del modelo de regresión, utilizando los estimadores de la matriz de varianza-covarianza generados al estimar el modelo vía máxima verosimilitud. Dadas las propiedades de estos estimadores, se supone entonces que los parámetros  $\beta_i$  siguen una distribución normal multivariada con media y varianza conocidas. Para cada una de las realizaciones de los parámetros del modelo econométrico en la muestra generada se calcula la medida de bienestar correspondiente, obteniéndose de esta manera tantas como se desee. Se obtiene un

intervalo de confianza  $(1-\alpha)$  al organizar el vector de valores calculados de las medidas en orden ascendente y eliminar  $\alpha/2$  de los valores de cada cola del vector para que sea en forma no paramétrica.

Se pueden utilizar mil iteraciones para construir los intervalos de confianza simulados de las medidas de bienestar, utilizando el programa EVIEWS, para hacer las iteraciones. Después se observa si la medida de bienestar originalmente calculada está dentro del intervalo de confianza construido. Si esto ocurre, entonces su estimador es significativo. Después se comparan los intervalos de confianza de los distintos modelos para ver si se traslapan. Y si esto ocurre, entonces las distintas medidas de bienestar no son estadísticamente diferentes. La medida con menor intervalo de confianza tiene mayor significancia, debido a la menor varianza.

### **Sesgos inherentes al método de valoración contingente**

Como ya se mencionó con antelación, el método de valoración contingente es considerado el método de valoración económica más controvertido y los sesgos inherentes a éste método son de especial relevancia en este sentido.

En principio, el carácter hipotético del método no promueve una reflexión profunda acerca de la problemática ni tampoco la buena voluntad para contestar correctamente por parte del encuestado. Consecuentemente, es posible que el encuestado responda el primer monto que se le ocurra o que acepte sin meditar hondamente lo que le plantea el encuestador. El hecho de manejarse constantemente en el terreno de la hipótesis implica que el cometer un error no trae grandes perjuicios. La evidencia empírica, a pesar de no ser terminante, indicaría la existencia de algunos problemas en este sentido. Esta cuestión ha sido mencionada ampliamente en la literatura y como respuesta se ha propuesto realizar preguntas lo suficientemente creíbles, para que el encuestado piense que de decidirse llevar a cabo el proyecto en cuestión, se verá obligado a pagar el monto que se le pregunta en la encuesta.

El sesgo por el que el método de valoración contingente ha sufrido más rechazo en el ámbito académico y que ha sido mencionado previamente en varias ocasiones es el sesgo estratégico. Puede presentarse el caso en que el encuestado posea un interés especial vinculado a la problemática objeto de la encuesta, y que por consiguiente, sea muy cauteloso en las respuestas que brinda en pos de la consecución de su cometido. De esta manera, su contestación no es honesta sino estratégica, la persona considera que la respuesta que aporte tendrá incidencia en el resultado final, y que en consecuencia, se verá favorecida. Entre los distintos tipos de sesgos estratégicos que pueden presentarse, se encuentra el conocido problema del free rider. Admitiendo esta posibilidad desde un comienzo, es de esperarse que la existencia de un sesgo estratégico constituya un obstáculo importante para la aplicación del método de valoración contingente.

Para neutralizar este sesgo se idearon diversas técnicas. Entre ellas se destaca el intento de estimar una función de sesgo, que permita calcular el mismo para luego descontarlo de los resultados finales obtenidos con el método de valoración contingente. Otra opción que se planteó es diseñar la encuesta de manera de que el encuestado no tenga dudas acerca de la incapacidad que tiene para influir en el resultado final del estudio (no sólo en cuanto a la decisión de implementación de un potencial proyecto sino a su financiamiento) a través de su contestación. No obstante, la eliminación de este sesgo no solucionaría del todo los problemas, dado que la existencia de un sesgo estratégico implica la presencia de un incentivo para que el encuestado tome en serio la propuesta y piense la respuesta. Parecería, entonces, que nos enfrentamos a un círculo vicioso de difícil resolución. Sin embargo, el formato de pregunta cerrada o dicotómica se encontraría libre de este problema. Asimismo, existe abundante evidencia que muestra la no manifestación de conductas egoístas de manera sistemática (Bohm 1972 35).

Mitchell y Carson (1989) sostienen que la motivación para desarrollar un comportamiento de tipo estratégico sería débil debido a diversos factores. En primer lugar, los autores establecen que para desarrollar comportamiento estratégico se precisa de un gran volumen de información – y por ende, incurrir en un costo elevado - para ser efectivo. A su vez, las encuestas de valoración contingente generalmente dan la impresión de que existe un volumen importante de encuestados, por lo que la probabilidad de incidir en el resultado final del estudio es relativamente baja. Por otra parte, los instrumentos de pago a los que invoca buena parte de estos estudios – aumento de impuestos, de tasas y de precios - afectan intensamente a las restricciones presupuestarias provocando reacciones negativas, que difícilmente fomenten un tratamiento liviano por parte de los encuestados, aún en situaciones hipotéticas.

## **2.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Hipótesis de trabajo general**

El efecto de las variables socio económicas relevantes a la conservación de recursos hídricos, y la menor disponibilidad de agua para uso agrícola, tendrán un efecto directo con el MDAP del agua, para su aplicación en el flujo de beneficios de los proyectos de conservación de recursos hídricos para uso agrícola, caso de la Microcuenca Vinchos.

### **Hipótesis específica**

#### **Hipótesis Secundaria 1:**

Las variables socioeconómicas relevantes a la conservación de recursos hídricos para uso agrícola, tendrán una relación directa con el Monto de la Disposición a Pagar, caso de la Microcuenca Vinchos.

#### **Hipótesis Secundaria 2:**

A menor disponibilidad del volumen de agua para uso agrícola en el predio, mayor es el Monto de la Disposición a Pagar por la conservación del agua; caso de la Microcuenca Vinchos.



## 2.5. LAS VARIABLES

### Variable Dependiente

Para esta investigación las variables dependientes:

MDAP: Monto de Disposición a Pagar

W: Valorización económica del agua para la conservación de recursos hídricos a nivel de la Microcuenca Vinchos y su aplicación en el flujo de beneficios.

### Variables independientes:

Nivel socio económico del entrevistado

Disponibilidad del volumen de agua en predios para cultivos

### Variable Interviniente:

- Unidad geográfica: Microcuenca
- Ubicación: Microcuenca Vinchos, Región Ayacucho.
- Año de Evaluación: 2010

## 2.6. LOS INDICADORES

Los indicadores que explican las variables seleccionadas para la presente investigación, se resume en los siguientes cuadros.

**CUADRO N° 2.5: Indicadores de Variables Dependiente s**

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Fuentes de Información</b>
<b>Dependiente</b>			
Monto de la Disposición a Pagar (MDAP)	Valores del monto de disposición a pagar (S/hogar) de los encuestados	Software e-view. Método de Valoración contingente: DAP. Modelamiento econométrico con e-view: Estimación del Modelo Logit Completo.	Entrevista a la población rurales muestral en la Microcuenca Vinchos. Resultado del modelamiento econométrico.
Valorización económica del agua (W)	Valor del agua por unidad de medida (S./ x m3)	Flujo de Beneficios	Entrevista a la población rurales muestral en la Microcuenca Vinchos.

**CUADRO N°2.6: Indicadores de Variables Independientes**

Variables	Indicadores	Instrumentos	Fuentes de Información
Nivel socio económico del entrevistado	DAP: Disposición a pagar	Encuestas	Pobladores rurales entrevistados al azar de la Microcuenca Vinchos.
	Tiempo viviendo en la Microcuenca: Variable cuantitativa que representa los años viviendo en la Microcuenca		
	Suficiente cantidad de agua para sus cultivos: Variable binaria que toma el valor de 1 cuando el entrevistado considera que la cantidad de agua es suficiente para sus cultivos y 0 en caso contrario.		
	Sexo: Variable binaria que representa el sexo del entrevistado. Toma el valor de 1 si es de sexo masculino y 0 si es de sexo femenino.		
	Edad: Variable continua, representa la edad en años del entrevistado.		
	Educación o Grado de Instrucción: Variable categórica. Se espera que su influencia sea positiva sobre la DAP. Una persona más educada, entenderá la importancia del agua de riego. Sin instrucción=1, nivel primario =2, secundario =3, superior = 4		
	Ocupación: Variable categórica que toma el valor de 1 si es ama de casa, 2 si es agricultor, 3 si es ganadero y 4 si es técnico.		
Renta: Variable continua que representa los ingresos anuales familiares. Se espera que esta variable tenga una influencia positiva en la DAP.			
Disponibilidad del volumen de agua en predios para cultivos	VOL: Insuficiencia del volumen de agua en predios para cultivos Variable binaria que toma el valor de 1 cuando el entrevistado considera que la cantidad de agua es insuficiente para sus cultivos y 0 en caso contrario.	Encuestas	Pobladores rurales entrevistados al azar de la Microcuenca Vinchos.
	DA: Demanda de Agua para uso agrícola en la Microcuenca Vinchos: expresado en m <sup>3</sup> /año.	Software Cropwat. Penman Modificado	Senamhi, Manual de la FAO, Agencia Agraria.

Fuente: Elaboración propia

## 2.7. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y PLAN DE TRABAJO

Se adjunta cuadro de matriz de asistencia y plan de trabajo

**CUADRO N° 2.7: Matriz de consistencia y plan de trabajo**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADOR	MÉTODO
<p><b>Problema General:</b> ¿Qué tanto inciden las variables socio económicas relevantes a la conservación de recursos hídricos, y la menor disponibilidad de agua para uso agrícola, con el MDAP del agua, y en consecuencia en los flujos de beneficios de los proyectos de conservación de recursos hídricos para uso agrícola en zonas altoandinas rurales, caso de la Microcuenca Vinchos.</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar el efecto de los indicadores socio económicos relevantes a la conservación de recursos hídricos, y la menor disponibilidad de agua para uso agrícola, con el MDAP del agua, para su aplicación en el flujo de beneficios de los proyectos de conservación de recursos hídricos para uso agrícola, caso de la Microcuenca Vinchos.</p>	<p><b>Hipótesis principal:</b> El efecto de las variables socio económicas relevantes a la conservación de recursos hídricos, y la menor disponibilidad de agua para uso agrícola, tendrán un efecto directo con el MDAP del agua, para su aplicación en el flujo de beneficios de los proyectos de conservación de recursos hídricos para uso agrícola, caso de la Microcuenca Vinchos.</p>	<p><b>MDAP:</b> Monto de Disposición a Pagar</p> <p><b>W:</b> Valorización económica del agua para la conservación de recursos hídricos a nivel de la Microcuenca Vinchos y su aplicación en el flujo de beneficios.</p>	<p><b>MDAP:</b> valores del monto de disposición a pagar (S./año)</p> <p><b>W:</b> Valor monetario del agua por unidad de volumen en proyectos de conservación de recursos hídricos (S./m<sup>3</sup>).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo de Caja en un proyecto</li> </ul>

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADOR	MÉTODO
<p><b>Problemas Específico 1:</b> ¿Qué relación existe entre las variables socio económicas relevantes a la conservación de recursos hídricos, de la población de análisis, con el Monto de la Disposición a Pagar por la conservación del recurso hídrico?</p>	<p><b>Objetivos específico 1:</b> Determinar la relación que existe entre las variables socio económicas relevantes a la conservación de recursos hídricos para uso agrícola, y el Monto de la Disposición a pagar de los jefes de hogar, caso de la Microcuenca Vinchos.</p>	<p><b>Hipótesis secundaria1:</b> Las variables socioeconómicas relevantes a la conservación de recursos hídricos para uso agrícola, tendrán una relación directa con el Monto de la Disposición a Pagar, caso de la Microcuenca Vinchos.</p>	<p>Nivel socio económico del entrevistado</p>	<p>Las variable socioeconómico relevantes a la conservación de recursos hídricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>DAP:</b> Disposición a pagar.</li> <li>• <b>TMT:</b> representa los años viviendo en la Microcuenca</li> <li>• <b>SAGUA:</b> Suficiente cantidad de agua para sus cultivos. Valor de 1 cuando el entrevistado considera que la cantidad de agua es suficiente para sus cultivos y 0 en caso contrario.</li> <li>• <b>SEX:</b> sexo del entrevistado. Toma el valor de 1 si es de sexo masculino y 0 si es de sexo femenino.</li> <li>• <b>EDAD:</b> representa la edad en años del entrevistado.</li> <li>• <b>EDUC:</b> Grado de Instrucción. Variable categórica, sin instrucción 1, nivel primario 2, secundario 3, superior 4.</li> <li>• <b>OCUPA:</b> Ocupación; el valor de 1 si es ama de casa, 2 si es ganadero, 3 si es agricultor y 4 si es técnico</li> <li>• <b>RENTA:</b> Los ingresos mensuales familiares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método Valoración Contingente (DAP), modelamiento con el software e-view</li> </ul>
<p><b>Problemas Específico 2:</b> ¿Qué tanto incide la insuficiencia del agua para los predios agrícolas de la Microcuenca Vinchos en el MDAP?</p>	<p><b>Objetivos específico 2:</b> Determinar la relación que existe entre la menor disponibilidad de agua para uso agrícola y el Monto de la Disposición de los jefes de hogar, en los proyectos de conservación de recursos hídricos para uso agrícola, caso Microcuenca Vinchos.</p>	<p><b>Hipótesis secundaria 2:</b> A menor disponibilidad del volumen de agua para uso agrícola en el predio, mayor es el Monto de la Disposición a Pagar por la conservación del agua; caso de la Microcuenca Vinchos.</p>	<p>Disponibilidad del volumen de agua en predios para cultivos</p>	<p>VOL: Insuficiencia del Volumen de agua en predios para cultivos; toma valor de 1 cuando el entrevistado considera que hay escases de agua para sus cultivos en su chacra y 0 en caso contrario. DA: Demanda de Agua para uso agrícola en la Microcuenca Vinchos: expresado en m3/año.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación lineal de las variables.</li> <li>• Cálculo de la demanda de agua con el software Cropwat por el método Penman Modificado.</li> </ul>

## **2.8. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

La operacionalización de las variables se describe en la Matriz de consistencia y se desarrollan en el capítulo III de Metodología; en este proceso tratamos los enunciados planteados en las hipótesis para luego, establecer las relaciones entre las diferentes variables independientes continuas, discretas o dicotómicas y variable dependiente continua, discreta o dicotómica.

## **CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación es aplicada, debido a que busca la aplicación de conocimientos adquiridos en las metodologías de valoración económica, para determinar el valor del agua para uso agrícola en proyectos de conservación de recursos hídricos.

El Nivel de Investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda el estudio, por ello la presente investigación es correlacional porque demuestran dependencia entre diferentes variables, apoyados en las pruebas estadísticas; encontrando estudios de asociación.

Con respecto al diseño de la investigación es empírico o de campo, su fuente de datos se encuentra en información de primera fuente, proveniente de encuestas, como instrumento de recolección de información de campo; es transversal o sincrónica por que las variables son medidas en una sola ocasión, para lo cual el periodo de observación fue de 7 días.

### **3.2. POBLACION / MUESTRA Y UNIDAD DE ANALISIS**

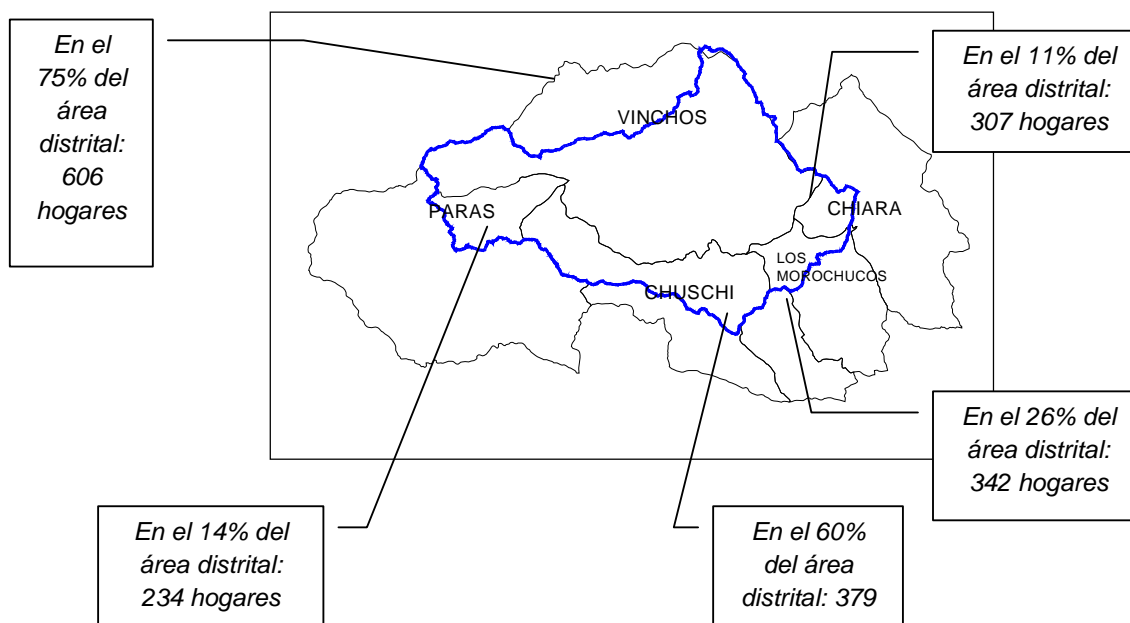
#### **Definición de la Población Objetivo**

La población objetivo está compuesta por los hogares rurales de la Microcuenca Vinchos, para lo cual se ha seguido el siguiente procedimiento:

- Se ha delimitado el área de influencia de la Microcuenca Vinchos, identificando los distritos involucrados en dicho ámbito.
- Se ha determinado el porcentaje del área de cada distrito que se encuentra dentro de la Microcuenca.
- Se ha estimado el número de hogares rurales del ámbito distrital, comprendido dentro de la Microcuenca, como el porcentaje del número de hogares rurales distrital en la misma proporción del área ocupada.

En la Figura 3.1 se puede observar a la población objetivo que está compuesta por los hogares rurales de la Microcuenca Vinchos, distribuidos de la siguiente manera:

**FIGURA Nº 3. 1: Plano de la Microcuenca Vinchos con los límites distritales y poblaciones rurales**



- Se ha calculado, para el año 2007, el número de hogares rurales de la Microcuenca Vinchos que asciende a un número de 1,868, como la sumatoria de los hogares rurales comprendida en los respectivos ámbitos distritales que están dentro de la Microcuenca. Para el diseño de muestras, con esta información base, se proyectará el número de hogares para el año 2010, como se desarrolla en el Diseño de la Muestra.

### **Diseño de la muestra**

La “Población” está presentada por el número total de hogares de los 5 distritos que forman parte de la Microcuenca Vinchos, usando como base el censo del año 2007, proyectada al año 2010, en base al índice de crecimiento poblacional; mientras que los “Beneficiarios” es la Población Objetivo de análisis (N), que corresponde al número de hogares rurales de la Microcuenca Vinchos proyectada al año 2010.

El número de hogares rurales en la Microcuenca Vinchos asciende a 1,980.

**CUADRO Nº 3. 1: Población proyectada Anual**

Descripción	Población proyectado anual			
	1993	2007	Tasa	2010
Población: Urbano y Rural	8,840	11,616	1.97%	12,316
Beneficiarios (N)		1868,	1.97%	1,980

Fuente: INEI-Censo de Población y vivienda 2007 y elaboración propia.

El tamaño de la muestra representativa en la Microcuenca Vinchos, para la aplicación de la encuesta Nº 1, se determinó utilizando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{E^2 * (N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

z: correspondiente al nivel de confianza elegido

P: proporción de una categoría de la variable

e: error máximo

N: tamaño de la población del año 2010, Nº de hogares rurales de la Microcuenca Vinchos.

El tamaño de la muestra representativa en la Microcuenca Vinchos, en base la siguiente ecuación, asciende a 51 muestras:

**CUADRO Nº 3. 2: Definición de la muestra Anual**

Definición de la Muestra	
N5 (número de hogares 2010)	1,980
Z5 (correspondiente al nivel de confianza elegido)	1.96
p5 (porción de una categoría de la variable)	0.160795455
q5	0.839204545
E5 (error máximo)	0.1
Numerador	1027
Denominador	20
Muestra: Número de hogares a encuestar	51

Fuente: Elaboración propia.



### **Tipo de Muestreo**

La encuesta fue aleatoria estratificada, se realizaron en cinco (05) distritos, las que se distribuyeron proporcionalmente a la población de cada distrito dentro del ámbito de la Microcuenca Vinchos.

Las encuestas se aplicaron de manera aleatoria simple en cada distrito, tomando en cuenta que la población a entrevistar eran exclusivamente los pobladores rurales, quienes tienen como actividad principal la agricultura.

Las encuestas se tomaron a hombres y mujeres mayores de edad, cuya requisito principal es constituirse como jefes de hogar.

## **3.3. INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **Encuestas**

El método de Valoración Contingente requiere la toma de información mediante encuestas a la población objetivo, para lo cual se han preparado el formato y la respectiva guía del encuestador.

Las encuestas fueron diseñadas en función del objetivo perseguido en la investigación y tratando de reducir al máximo los sesgos en las respuestas de los entrevistados, lo que se explica a continuación:

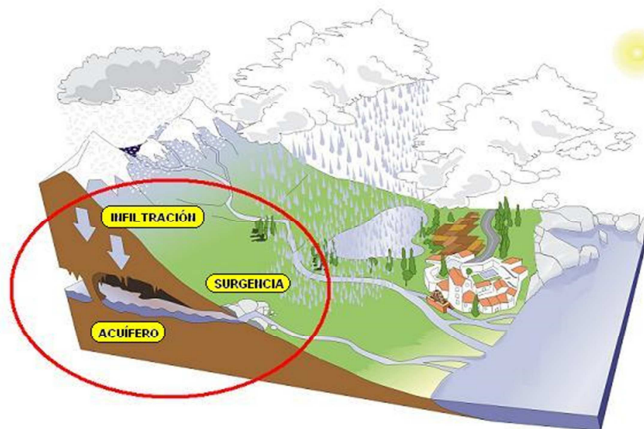
### **Encuesta N° 1: Método de valoración contingente**

Esta encuesta está preparada con la finalidad de recoger información para la aplicación del método de valoración contingente en la determinación del valor del agua de uso agrícola, por lo que el objetivo central de la encuesta es definir la Disposición a Pagar (DAP) por el servicio ambiental de conservar el recurso hídrico en el subsuelo de la Microcuenca Vinchos, mediante proyectos de reforestación, manejo y recuperación de pastos y zanjas de infiltración, y con ello determinar el valor del agua.

La encuesta consta de 3 partes: La primera, contiene preguntas para definir el grado de conocimiento de su ámbito y los conocimientos previos sobre la cantidad de agua, disminución de su volumen, causas que lo originan y posibles alternativas de solución; la segunda parte contiene preguntas para obtener la Disposición a Pagar (DAP), previa una reflexión de la necesidad de intervenir activamente en la conservación del agua para incrementar el volumen disponible para la agricultura, para lo cual se ha empleado su equivalente en jornales<sup>22</sup> de aporte para lograr dicho fin; y la tercera parte recoge información socioeconómica del encuestado para hacer correlaciones de control para el análisis de los resultados.

Al leer la reflexión en la parte II de la encuesta (Anexo 2.1), luego de la pregunta N° 11, se le muestra al entrevistado la Figura N° 3.2 que representa el ciclo del agua que incluye el almacenamiento subterráneo y el afloramiento correspondiente, tal como se presenta a continuación:

**FIGURA N°3. 2: Ciclo hidrológico del agua**



Posteriormente el entrevistado, responderá las preguntas que permitan establecer con la claridad el valor relativo que éste le da a la conservación del agua para la agricultura.

---

<sup>22</sup> 1 jornal equivale a 1 día de trabajo de una persona adulta.

La encuesta obedece a un formato dicotómico simple, entre las preguntas más resaltantes de la encuesta, para levantar información para el método de Valoración Contingente tenemos las siguientes:

15 Entonces, estaría dispuesto a aportar:

- a) ¿1 jornal al mes?
  - i. Si  (Continuar preguntando opción b)
  - ii. No  ¿Cuántos podría ser? .....
- b) Y ¿ 2 jornales al mes?
  - i. Si  (Continuar preguntando opción c)
  - ii. No
- c) Y ¿ 3 jornales al mes?
  - i. Si  (Continuar preguntando opción d)
  - ii. No
- d) Y ¿ 4 jornales al mes?
  - i. Si  (Continuar preguntando opción e)
  - ii. No
- e) Y..... (Así sucesivamente hasta que el entrevistado de la negativa)

16 ¿Cuánto se paga por un Jornal Agrícola en la zona?

..... Nuevos Soles

Fuente: Elaboración Propia

### **Criterios para la aplicación de las encuestas**

En primer lugar ha sido necesario encontrar encuestadores que conozcan el ámbito de la Microcuenca Vinchos y además que tenga buen nivel de conocimiento de los proyectos de conservación de recursos hídricos; en este caso se trabajó con dos técnicos de AGRORURAL (Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural). Otras cualidades del encuestador fue que tenga facilidad de comunicación con los encuestados, que conozca el idioma (quechua y español) y que genere confianza al interlocutor.

Las consideraciones tomadas en cuenta para la aplicación de la encuesta fueron las siguientes:

- El encuestador no debe intimidar a su encuestado, por el contrario debe darle confianza y que el entrevistado no se sienta interrogado, que sienta que sus respuestas son importantes y valiosas, serán confidenciales y que ninguno de los entrevistados sabrán de sus respuestas.
- Si alguna pregunta no estaba clara para el encuestado, el encuestador repitió o explicó con otras palabras para que quede clara la interrogante.
- Los títulos sirven para orientar al encuestador, pero no se lee al encuestado.
- La encuesta se realiza en castellano si el encuestado lo entiende perfectamente, mientras que, si el encuestado es quechua hablante, las preguntas son traducidas a su idioma por el encuestador para que las respuestas sean las que correspondan.
- La modalidad de llenado de cada una de las encuestas fue entrevistando de manera personalizada a cada encuestado para garantizar que las respuestas se obtengan ante el entendimiento claro de las preguntas, dado el grado de instrucción de los entrevistados, además que hay fuerte influencia del idioma quechua, en esos casos el encuestador lo hará en dicho idioma.

### **3.4. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

#### **i. Análisis con el modelo Dicotómico Simple empleado**

Este modelo, consiste en una serie de precios predeterminados que se distribuyen aleatoriamente preguntando al individuo como jefe de familia encuestado si estaría dispuesto a contribuir con jornales, obteniendo respuestas binarias de si o no; y adicionalmente otra pregunta complementaria ¿cuánto se paga por jornal agrícola en la zona de intervención?.

Se ha diseñado de esa forma las preguntas de la encuesta, porque en la zona rural donde se desarrolla los proyectos de conservación de recursos hídricos y propiamente donde se lleva a cabo la encuesta, los pobladores no perciben un ingreso mensual fijo ya que su actividad principal es la agricultura, pero si acostumbran a aportar con su mano de obra no calificada en faenas de trabajo, siendo el termino más utilizado “jornales” que equivale a un día de trabajo de 8 horas a cargo del jefe del hogar. Existe una costumbre tradicional y ancestral arraigada de los andes que es la minka, consiste en trabajo comunitario o colectivo con fines de utilidad social voluntario, puede tener diferentes finalidades de utilidad comunitaria como la construcción de edificios públicos o ir en beneficio de una persona o familia, como al hacerse una cosecha de papas u otro producto agrícola, entre otras.

Regresando al tema de la encuesta, al conocer el número de aporte con “jornales” y el precio del jornal de trabajo, se cuantifica en nuevos soles el monto de la disposición a pagar (MDAP) de cada encuestado.

La probabilidad de responder afirmativamente a la DAP, es una relación funcional de variables socioeconómicas, como el tiempo viviendo en la Microcuenca, la suficiente cantidad de agua para sus cultivos, monto dispuesto a pagar, sexo, edad, educación, ocupación e ingreso; la misma que se expresa en la siguiente ecuación:

$$Pr(\mathbf{SI}) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \varepsilon$$

Dónde:

Pr(SI): Es la variable dependiente, que significa la probabilidad de responder afirmativamente a la disposición a pagar por disponer de contar con suficiente cantidad de agua para la actividad agrícola.

Variables son:

X1=TMP: Tiempo viviendo en la Microcuenca  
X2=SAGUA: Suficiente cantidad de agua para sus cultivos  
X3=MDAP: Monto dispuesto a pagar  
X4=SEX: Sexo  
X5=EDAD: Edad  
X6=EDUC: Educación  
X7=OCUPA: Ocupación  
X8=RENTA: Ingreso

Asimismo,  $\alpha$  es la constante del modelo;  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7,$  y  $\beta_8$  son los parámetros de las variables independientes y  $\varepsilon$  es el término de error aleatorio.

## **ii. Procesamiento de resultados por el método de valoración contingente (hipótesis 1)**

A partir del marco teórico que sustenta la metodología de Valoración Contingente y tomando en cuenta la información generada en las encuestas, se estima el modelo econométrico y a su vez se estima el Valor de la Disponibilidad a pagar individual (DAP). El listado de variables utilizadas en el modelo se detalla en el Cuadro N°3.3:

### CUADRO N° 3. 3: Variables utilizadas

DISPOSICIÓN A PAGAR, DAP=Y=Pr(SI): Contiene la postura del entrevistado en cuanto a la pregunta de la DAP. Toma el valor de 1 si la respuesta es positiva o afirmativa y 0 si es negativa.
TIEMPO VIVIENDO EN LA MICROCUENCA (TMP=X1): Variable que representa los años viviendo en la Microcuenca.
SUFICIENTE CANTIDAD DE AGUA PARA SUS CULTIVOS (SAGUA=X2): Variable que toma el valor de 1 cuando el entrevistado considera que la cantidad de agua es suficiente para sus cultivos y 0 en caso contrario.
MONTO DISPUESTO A PAGAR (MDAP=X3): Contiene los valores del monto a pagar utilizados para preguntar la DAP anual (S/. hogar) de los encuestados.
SEXO (SEX=X4): Variable que representa el sexo del entrevistado. Toma el valor de 1 si es de sexo masculino y 0 si es de sexo femenino.
EDAD (EDAD=X5): Variable que representa la edad en años del entrevistado.
EDUCACIÓN (EDUC=X6): Sin Instrucción, primaria, secundaria, superior. Se espera que su influencia sea positiva sobre la DAP. Una persona más educada, entenderá la importancia del agua de riego.
OCUPACIÓN (OCUPA=X7): Variable que toma el valor de 1 si es ama de casa, 2 si es agricultor, 3 si es ganadero y 4 si es técnico.
INGRESO (RENTA=X8): Variable que representa los ingresos mensuales familiares. Se espera que esta variable tenga una influencia positiva en la DAP.

Fuente: Encuestas realizadas.

Se utiliza la muestra completa (n = 55) a partir de la cual se hicieron las agregaciones para el total de hogares rurales de la Microcuenca Vinchos.

En el Cuadro N°3.4 se pueden ver las estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en este estudio.

### CUADRO N° 3. 4: Estadísticas Descriptivas de las variables

Descripción	DAP	TMP	SAGUA	MDAP	SEX	EDAD	EDUC	OCUPA	RENTA
Media	0.65	41.18	0.16	519.27	0.65	45.49	2.05	2.31	2323.64
Mediana	1.00	41.00	0.00	480.00	1.00	44.00	2.00	3.00	1800.00
Máximo	1	62	1	1680	1	74	4	4	15000
Mínimo	0	17	0	180	0	20	1	1	600
Std. Dev.	0.48	14.25	0.37	297.15	0.48	12.90	0.78	0.92	2430.51
Coef. De Variabilidad*	0.73	0.35	2.28	0.57	0.73	0.28	0.38	0.40	1.05
Criterio	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana
Observaciones	55	55	55	55	55	55	55	55	55

\*Coeficiente de Variabilidad = Std.Dev/Media

Fuente: Elaboración Propia

Para la estimación del modelo del MDAP, se establecieron regresiones del tipo Logit y Probit<sup>23</sup>. El modelo más conveniente para esta estimación es el Logit, esto debido fundamentalmente a que los coeficientes estimados con este modelo siempre presentan una menor desviación estándar con respecto a lo encontrado con el modelo Probit.

#### Estimación del Monto de la Disposición a Pagar (MDAP S/hogar)

Para la estimación del modelo del MDAP, se determinó las variables que deberían explicar el modelo y que tengan significancia individual. La ecuación utilizada para desarrollar el modelo completo logit se presenta a continuación. Ver cuadro 3.5

**CUADRO Nº 3. 5: Estimación del Modelo Logit Completo**

Variable	Coefficient	Std. Error	Z-Statistic	Prob.
TMP	-0.003522	0.042709	-0.082465	0.9343
SAGUA	-3.933435	1.685037	-2.334332	0.0196
MDAP*	0.003891	0.002101	1.851598	0.0641
SEX*	3.326099	1.976641	1.682702	0.0924
EDAD	-0.034798	0.046298	-0.751605	0.4523
EDUC	-3.000538	0.997109	-3.009236	0.0026
OCUPA	-0.580819	1.013947	-0.57283	0.5668
RENTA	0.000152	0.000268	0.566511	0.571
C	6.211752	2.913484	2.13207	0.033

\* Nivel de Significancia 0.1.

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Pr(SI)} = 6.211752 - 0.034798\text{EDAD} - 3.000538\text{EDUC} + 0.003891\text{MDAP} - 0.580819\text{OCUPA} + 0.000152\text{RENTA} - 3.933435\text{SAGUA} + 3.326099\text{SEX} - 0.003522\text{TMP}$$

<sup>23</sup> Los modelos Logit y Probit, se aplican para variables dicotómicas.



Sin embargo, las variables: TMP, EDAD, OCUPA y RENTA no resultaron ser significativas. Asimismo, la validez teórica de los signos de las variables RENTA y SAGUA son consistentes, es decir, no son opuestos a lo que se esperaría. Se esperaba que la variable TMP, tuviera una influencia positiva sobre la probabilidad de la DAP, bajo el supuesto que una persona viviendo más tiempo en la Microcuenca tendría una mayor disponibilidad a pagar por el agua de riego.

El modelo conjunto es significativo, ya que la Prob(LR statistic) es menor a 0.05. En el anexo 2.3 se adjunta resultados de la estimación del modelo con la prueba completa.

#### Modelo Reducido

Posteriormente se desarrolló un modelo reducido utilizando sólo aquellas variables que eran significativas en el modelo anterior a un nivel de 10% o menor y la variable RENTA. La justificación de este procedimiento es encontrar un modelo que pueda explicar mejor la variación en la variable dependiente. Además este modelo puede ser numéricamente más estable, lo que a su vez puede facilitar la estimación de la media de la DAP. Los resultados del modelo reducido se presentan en el capítulo de resultados.

### **iii. Escases de Agua en el Predio y Monto de la Disponibilidad a Pagar de Agua, (hipótesis 2)**

Establecer la relación entre el “monto de la disposición a pagar” (MDAP) e insuficiente disponibilidad de volumen de agua para los cultivos instalados en sus predios o la escases del agua en sus predios para sus cultivos (VOL), se presenta en la siguiente relación lineal:

$$\text{MDAP}' = a + b (\text{VOL})$$

Se busca establecer una relación entre ambas variables. Para luego cuantificar el volumen del agua que demanda la Microcuenca para uso agrícola (ya que su principal uso lo demanda los cultivos) y definir el tamaño de los proyectos de conservación de recursos hídricos.

**iv. Procedimiento para determinar el Volumen de Agua para uso agrícola(DA) en ámbito de la Microcuenca Vinchos**

Para determinar la demanda de agua para uso agrícola, durante la campaña agrícola en la Microcuenca de Vinchos(DA), en primer término se procede a calcular la Evapotranspiración Potencial (ET<sub>o</sub>) por el método de Penman Modificado, para ello se usa información meteorológico de un periodo de cinco años (2003 al 2007), como temperatura promedio expresados en °C, Humedad Relativa expresados en porcentaje (%), velocidad de vientos a 2 m. de altura expresados en Km/día, Horas de Sol (horas), ubicación geográfica.

En seguida se calcula la evapotranspiración real actual (ETA), valor que está en función a las ET<sub>o</sub>, las características físicas del suelo, tipo de cultivo, mes de siembra del cultivo, periodo vegetativo del cultivo, coeficiente K<sub>c</sub>.

Finalmente se determina las necesidades netas de agua para la máxima producción de los cultivos a través de la diferencia entre la ETA y la precipitación efectiva. En el Anexo 4 se detalla los cálculos.

## CAPITULO 4: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. NIVEL SOCIOECONÓMICO DE LA MUESTRA

El método de valoración contingente permite contrastar las respuestas y establecer la relación entre las variables socioeconómicas relevantes a la conservación de recursos hídricos para uso agrícola; con el MDAP, caso de la Microcuenca Vinchos:

#### Resultados por el método de valoración contingente (hipótesis 1)

##### Estimación del Monto de la Disposición a Pagar (MDAP S/hogar) Modelo Reducido

Como resultado se obtuvo un modelo reducido utilizando sólo aquellas variables que eran significativas en el modelo completo a un nivel de 6% o menor y la variable RENTA. Los resultados del modelo reducido se presentan en el cuadro siguiente. Ver cuadro 4.1.

**CUADRO Nº 4. 1: Estimación del modelo logit reducido**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.637646	1.322121	2.751372	0.0059
SAGUA	-2.501855	1.101079	-2.272186	0.0231
MDAP	0.003364	0.001673	2.011214	0.0443
EDUC	-2.184399	0.785773	-2.779936	0.0054
RENTA	0.000166	0.000219	0.758922	0.4479

Fuente: Elaboración Propia.

Los parámetros estimados de las variables SAGUA, MDAP y EDUC resultaron significativos a un nivel de 5%. En tanto que la variable RENTA no es significativa. El modelo reducido es significativo a manera conjunta ya que la Prob(LR statistic) es menor a 0.05.

El modelo seleccionado se presenta a continuación:

$$\text{DAP}(\text{si}) = 3.637646 - 2.501855\text{SAGUA} + 0.003364\text{MDAP} - 2.184399\text{EDUC} + 0.000166\text{RENTA}$$

Las variables EDUC y RENTA serán reemplazadas por su mediana (según el coeficiente de variabilidad se determinó por esta medida de tendencia ya que todas fueron superiores a 0.2). En el anexo 2.3 se adjunta resultados de la estimación del modelo con la prueba reducido.

Se ha identificado cuatro variables socio económica relevantes y al mismo tiempo no presentan correlación, solo una de ellas, renta o ingreso, no tienen significancia.

El jefe de hogar con mayor educación no tiene relación directa con la DAP, según resultado del modelamiento logit completo y modelamiento logit reajustar, por lo que no se confirmando la hipótesis.

El modelo seleccionado para la muestra total proporciona una media del MDAP de S/. 425.79 nuevos soles. Se utilizó la prueba de razón de verosimilitud para determinar el conjunto de coeficientes que eran estadísticamente significativos con un 5%. El resultado de la estimación se observa en el Cuadro N°4.2

**CUADRO N° 4. 2: Media de la MDAP por hogar en la Microcuenca Vinchos**

<b>Modelo</b>	<b>Media MDAP S/.</b>
Modelo Lineal Reducido	425.79

Fuente: Elaboración Propia.

La media de la MDAP es de S/. 425.79 Nuevos Soles anuales por familia.  
 El Valor Total de la Disposición a Pagar de las 1,980 familias rurales en la Microcuenca Vinchos asciende a S/. 843,060.93 Nuevos Soles.

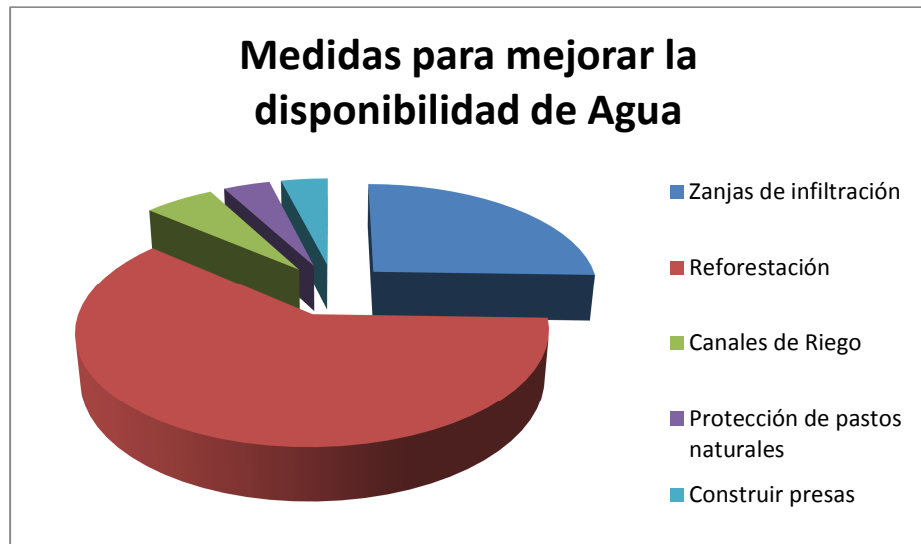
#### **4.2. DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA USO AGRICOLA**

Se establece la relación entre la disponibilidad del volumen de agua para uso agrícola en los predios rurales en contraste al MDAP.

**Insuficiente disponibilidad de volumen de agua para los cultivos instalados en sus predios o Escases de Agua en el Predio para sus cultivos (VOL) y Monto de la Disponibilidad a Pagar de Agua, (hipótesis 2)**

Resultado de las encuestas desarrolladas indican que el 92.73% de la muestra cree que se puede hacer algo en las partes altas de la Microcuenca Vinchos para aumentar la cantidad de agua de los manantiales o puquiales de la parte baja de la indicada unidad geográfica.

**FIGURA Nº 4. 1: Medidas para Mejorar la disponibilidad de Agua**



Fuente: Elaboración propia

De la muestra de hogares encuestados el 83,64% afirman que no es suficiente la cantidad de agua para sus cultivos, el 69.09% afirma que hace 10 años había más cantidad de agua en la Microcuenca, el 64.45% cree que hace 10 años había mayor cantidad de agua para sus predios agrícolas (chacras).

Al establecer la relación entre el “monto de la disposición a pagar” (MDAP) y la escases del agua en sus predios para sus cultivos (VOL), se presenta en la siguiente relación lineal:

$$\text{MDAP} = 505.2632 + 21.40351 \text{ VOL}$$

Los parámetros estimados de la variable VOL no es significativa; por lo que no se busca establecer un modelo, solo establecer una relación entre ambas variables; a mayor escases de agua, mayor el monto de la disposición a apagar para conservar y aumentar la disponibilidad hídrica, por lo que es consistente la relación esperada.

Es importante cuantificar el volumen del agua que demanda la Microcuenca para uso agrícola (ya que su principal uso lo demanda los cultivos) en los proyectos de conservación de recursos hídricos.

#### **i. Volumen de Agua de uso agrícola (DA) en ámbito de la Microcuenca Vinchos**

Las necesidades netas de agua para satisfacer la máxima producción de un cultivo a nivel se determina a través de las relaciones de evapotranspiración, valor que varía de una zona a otra en función a las características climáticas, meteorológicas, ubicación geográfica, tipo de suelo, tipo de cultivo, periodo vegetativo del cultivo, entre otros. Ver anexo 4.

La Microcuenca Vinchos demanda un volumen de agua de uso agrícola para fines de riego de 12'315,399 metros cúbicos al año para atender 6,028 has áreas agrícolas.

### **4.3 VALORACIÓN DEL AGUA**

Se calcula el valor del agua en soles por metros cubico para uso agrícola, utilizando como área geográfica de estudio la Microcuenca Vinchos.

### CUADRO Nº 4. 3: Valoración del Agua en la Microcuenca Vinchos

Descripción	Valoración Contingente (DAP)
Media	MDAP S/. 425.79 anuales por familia
Nº	1,980 familias
Valor Total del Agua	S/. 843,060.93 anuales en la Microcuenca Vinchos
Demanda de Agua para riego en la Microcuenca Vinchos	12'315,399 m <sup>3</sup> anuales
Valor Unitario del Agua	0.068 S/ x m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 INCORPORACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA EN LOS FLUJOS DE BENEFICIOS DE LOS PROYECTOS DE CONSERVACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS.

Tal como se manifiesta en la descripción de la problemática de la presente investigación, la mayoría de los proyectos de conservación de recursos hídricos en el periodo 2007 al 2010, del banco de proyectos del SNIP (una muestra de 11 proyectos) que utilizaron la metodología costo-beneficio, cuyo detalle se muestra en el Capítulo 5 y Anexo 1, en la que sólo tres incorporaron un valor del agua equivalente a 0.002 S/./m<sup>3</sup>, el cual corresponde al valor de la tarifa, el mismo que está subestimado comparado con los resultados de DAP obtenidos.

La determinación del valor económico de agua nos permite incorporarlo en el flujo de beneficios de los proyectos de Conservación de Recursos Hídricos, para mejorar la rentabilidad de dichos proyectos.

La aplicación se hizo el año 2010 en el proyecto denominado “Yacutarpuy (siembra de agua) mediante la construcción de zanjas de infiltración complementadas con actividades de reforestación en la Microcuenca Vinchos, en las Provincias Cangallo y Huamanga, Región Ayacucho”, la misma que fue promovida por AGRORURAL (Ex – PRONAMACHCS) del Ministerio de Agricultura, registrado en el Banco

de Proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), bajo el código PROG-6-2008-SNIP.

El detalle del proyecto y la aplicación de la DAP en los flujos de beneficios del proyecto referido proyecto se encuentra en el Capítulo 5, del cual resultan los indicadores económicos que se detalla a continuación:

**CUADRO N° 4. 4: Indicadores de rentabilidad**

<b>Método de cálculo del valor económico del agua</b>	<b>VAN</b>	<b>TIR</b>
Con la incorporación de la DAP en el flujo de beneficios	S/. 1,456,606.51	32.34%
Sin la incorporación de la DAP en el flujo de beneficios	S/. 1,111,126.37	26.97%

Fuente: Elaboración Propia (Flujo de caja Anexo N° 4)

#### **4.5 COMPARACION DE RESULTADOS CON OTRAS INVESTIGACIONES**

- Las valorizaciones del agua para uso agrícola en otras latitudes, explicada en diferentes investigaciones que se detalla en el ítem 2.1.1 de la presente tesis, toman valores convertidos a moneda nacional que van desde 0.16 a 1.13 Nuevos soles por metro cúbico, valores diferentes al que se obtuvo en la presente tesis (0.068 Nuevos soles por metro cúbico), por lo que se concluye que ello depende de las características de la población y el entorno donde se desarrolló cada investigación.



## **CAPITULO 5: APLICACIÓN DE LA VALORACIÓN DEL AGUA A UN PROYECTO DE CONSERVACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**

La aplicación se hizo el año 2010 en el proyecto denominado “Yacu tarpuy (siembra de agua) mediante la construcción de zanjas de infiltración complementadas con actividades de reforestación en la Microcuenca Vinchos, en las Provincias Cangallo y Huamanga, Región Ayacucho”, la misma que fue promovida por AGRORURAL (Ex – PRONAMACHCS) del Ministerio de Agricultura, registrado en el Banco de Proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), bajo el código PROG-6-2008-SNIP.

### **5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MICROCUENCA VINCHOS**

La Microcuenca Vinchos, está ubicada en de la Región Ayacucho, en la Sierra Centro Sur del Perú, que comprende los distritos de Vinchos y Chiara de la provincia de Huamanga; y los distritos de Paras; los Morochucos y Chuschi de la provincia de Cangallo<sup>24</sup>.

El ámbito propuesto se presenta en el siguiente mapa.

---

<sup>24</sup>Figura N° 5.1: Plano de la Microcuenca Vinchos superpuesta con los límites distritales.



están categorizados como de pobres extremos y los distritos de Paras Chuschi y Chiara como muy pobres.

Estos altos niveles de pobreza se ven además reflejados en los indicadores de desarrollo humano (IDH) para el ámbito de la investigación, en donde se puede apreciar que en Huamanga el IDH es de 0.56; mientras que Cangallo es el más bajo de todos con un IDH de 0.48.

El clima de la Microcuenca Vinchos es templado y seco, con una temperatura promedio de 14°C y fluctúa de 12 a 16 °C, en las diferentes épocas del año. La precipitación media acumulada anual para el periodo 2003-2007 es 755 mm; la húmedas relativa promedio es de 67.4% siendo el mes más húmedo en marzo (77.3%) y el más seco en noviembre (59.3%).

La extensión superficial total de la Microcuenca Vinchos es de 118.51 Km<sup>2</sup>, de los cuales el 60% corresponde al distrito Vinchos<sup>25</sup>. De acuerdo al último Censo Nacional Agropecuario (INEI-1994), el 22% de los suelos están dedicados a la agricultura, el 57.7% pastos naturales, el 8.1% a bosques y 12.2% a otros usos.

**CUADRO N°5. 1: Distribución de Áreas de la Microcuenca Vinchos**

MICROCUCUENCA	PROVINCIA	DISTRITO	AREA DE LA MICROCUENCA	
			Parcial (Has) (*)	%
Vinchos	Huamanga	Vinchos	71004	60%
		Chiara	5214	4%
	Cangallo	Paras	11090	9%
		Chuschi	24707	21%
		Los Morochucos	6501	5%
	<b>Total</b>			<b>118516</b>

(\*) Area del distrito en la Microcuenca

Fuente: Elaboración propia en base al Mapa de la Microcuenca.

<sup>25</sup>Cuadro N°5.1 : Distribución de áreas de la Microcuenca Vinchos.

De acuerdo al Censo Nacional Agropecuario<sup>26</sup>, el área bajo riego del distrito de Vinchos es de 967 Ha, mientras que las áreas de secano (abastecido sólo por las lluvias) es de 6910 Ha.

### **Producción agrícola a nivel de Microcuenca**

La producción agrícola a nivel de Microcuenca, ha sido estimada según los porcentajes de área de cada distrito que forma parte de la Microcuenca, es así que se elaboraron los cuadros de producción agraria sumando la información de todas las partes proporcionales de los distritos confortantes de cada Microcuenca.

En la Microcuenca Vinchos, cuya mayor extensión forma parte de la provincia de Huamanga, se tiene una producción predominante de Cebada grano con 1305.56 Has, seguido de la papa, maíz y pastos.

## **5.2 RECURSOS HÍDRICOS**

Aun cuando Ayacucho no tiene un valle equivalente al del Mantaro en Junín sino valles menores, en promedio éstos son más bajos y cálidos, y favorables a la producción hortofrutícola.

El tema angustioso de toda la serranía del departamento es su sequedad, puesto que presenta una precipitación pluvial de 500 mm al año, con una temperatura media de 12°C, y cuenta con pocas fuentes de agua regulada.

La red hidrográfica departamental fluye a dos vertientes: la del Pacífico y la del Atlántico; involucrando seis (06) cuencas principales (Pampas, Mantaro, Apurímac, Río Grande, Yauca, Acarí); una (01) intercuenca (Santa Lucía).

---

<sup>26</sup> III CENAGRO (INEI-1994)

### 5.3 POBLACIÓN DE LA MICROCUENCA VINCHOS

La atomización o fragmentación de la propiedad, la escasez del agua, las condiciones topográficas, la incipiente utilización de la tecnología, la debilidad del mercado y las instituciones; son aspectos que imponen retos para la implementación de una programa de manejo de los recursos naturales y productivos adecuada, que coadyuve a superar las dificultades señaladas que han ocasionado una falta de competitividad y baja rentabilidad en el agro, especialmente de la sierra ayacuchana

**CUADRO N°5.2: Población de la Microcuenca Vinchos**

PROVINCIA	DISTRITO	POBLACION DISTRITAL			POBLACION DE LA MICROCUENCA <sup>27</sup>		
		Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
Huamanga	Vinchos	15,787	5,052	10,735	11,802	3,820	7,982
	Chiara	6,307	2,964	3,343	663	314	349
Cangallo	Paras	5,017	2,207	2,810	715	317	398
	Chuschi	8,281	5,051	3,230	4,962	3,027	1,935
	Los Morochucos	7,998	4,319	3,679	2,081	1,129	952
<b>Total</b>		<b>43,390</b>	<b>19,594</b>	<b>23,796</b>	<b>20,223</b>	<b>8,607</b>	<b>11,616</b>

Fuente: Elaboración propia en base al Censo de Población y vivienda 2007- INEI

### 5.4 TIPO DE SERVICIO QUE-OFRECERÁ EL PROYECTO

El Servicio que brindará el proyecto, es el almacenamiento del recurso hídrico, mediante el incremento de la infiltración de agua de lluvia en el sub suelo, para proveer un mayor caudal en los manantiales, obteniendo en consecuencia mayor disponibilidad hídrica para uso agrícola (riego) y consumo humano. Adicionalmente brinda otros servicios relacionados al bosque y los pastos.

#### **Características de la intervención con el Proyecto**

El proyecto de Conservación de Recursos Hídricos, comúnmente denominado como “Siembra y Cosecha de Agua”, consiste en la construcción de zanjias de infiltración (canaletas horizontales que realiza en las partes altas de una microcuenca para captar agua de las lluvias), reforestación y manejo de pastos, los mismos que facilitan la infiltración

---

<sup>27</sup>Población de la microcuenca determinada en base al % de área distrital dentro de la microcuenca

del agua de lluvia en el periodo más lluvioso, logrando un almacenamiento natural en el subsuelo, que luego es aprovechado por la agricultura a través de los manantiales.

### **Tamaño de la intervención del proyecto**

El ámbito de intervención, está circunscrita a la Microcuenca Vinchos, que corresponden fundamentalmente a 2 provincias (Huamanga y Cangallo), conforme se detalla en el Tabla N°5.3; dentro de este ámbito el proyecto ha identificado las áreas específicas de intervención, las mismas que se ubican en 02 comunidades, que fueron seleccionadas en base a criterios, tales como: características adecuadas de los terrenos y la aceptación de las comunidades que se detalla en el cuadro N°5.3

**CUADRO N° 5. 3: Área específica de intervención**

MICROCUEENCA	PROVINCIA	DISTRITO	AREA ESPECIFICA	
			Comunidad	Área (Ha)
Vinchos	Huamanga	Vinchos	Huaraca	170
			Ccochapunco	185

Fuente: Elaboración propia

### **5.5 OFERTA QUE CUBRIRÁ EL PROYECTO**

La intervención del proyecto en las áreas seleccionadas permitirá la infiltración y almacenamiento del agua de lluvia, la misma que es calculada bajo los siguientes parámetros:

- La mayor cobertura vegetal, incide directamente en la disminución del Coeficiente de Escorrentía (de 0.45 a 0.35), tal como se muestra en el Cuadro N° 5.4, produciéndose un incremento en la infiltración de agua equivalente a 75 mm/año, únicamente por la disminución del coeficiente de escorrentía.

**CUADRO N° 5.4: INFILTRACION POR EFECTO DE LA COBERTURA VEGETAL**

Microcuenca	Por efecto Mayor Cobertura Vegetal									
	Pendiente	Tipo de Suelo	Coeficiente de Escorrentia		Precipitacion mm/año	Escorrentia mm/año		Infiltracion por efecto de la cobertura mm/año		
			Ko (sin proyecto)	Kf (con proyecto)		Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto	Incremento
Vinchos	20%	Medio	0.45	0.35	755	339.75	264.25	415.25	490.75	75.50

Fuente: Elaboración Propia

El principio teórico del diseño de la zanja de infiltración, se orienta a la captación de toda la precipitación (lluvia) de la zona de impluvio (área entre zanjas) y zona de las zanjas, por lo que la captación de la zanja debería ser la totalidad de la escorrentía superficial, sin embargo se le ha afectado por un factor de 0.8, considerando que la precipitación es una variable aleatoria, por lo tanto la escorrentía superficial que no es captada por la mayor cobertura vegetal será captada en un 80% por las zanjas de infiltración, logrando una captación de 211 mm/año, tal como se muestra en el Cuadro N°5.5

**CUADRO N° 5. 5: INFILTRACIÓN POR EFECTO DE LA ZANJA DE INFILTRACIÓN**

Microcuenca	Escorrentía mm/año	Eficiencia	Infiltración por efecto de la zanja mm/año	
	Con Proyecto	%	Sin Proyecto	Con Proyecto
Vinchos	264.25	80	0	211
Total	264.25	80	0	211

Fuente: Elaboración Propia

Sumando el efecto combinado de mayor cobertura vegetal y la zanja de infiltración, se ha determinado la oferta total que proporcionará el proyecto, representado por el incremento en la infiltración del agua (recarga del acuífero o almacenamiento del agua subterránea), detallado en el Cuadro N° 5.6, equivalente a 1´018,495 m<sup>3</sup> de agua, que es su equivalente de los 287 mm/año infiltrados.

**CUADRO N°5. 6: OFERTA TOTAL DEL PROYECTO**

Microcuencana	Área de Intervención Has	Por Efecto de Cobertura Vegetal y Zanjias de Infiltración (mm/año)			Por Efecto de Cobertura Vegetal y Zanjias de Infiltración (m3/año)		
		Sin Proyecto	Con Proyecto	Incremento	Sin Proyecto	Con Proyecto	Incremento
Vinchos	355	415	702	287	1,474,138	2,492,633	1,018,495

Fuente: Elaboración Propia

**5.6 VALOR ANUAL TOTAL DEL AGUA ALMACENADA POR EL PROYECTO**

Para los efectos del cálculo del beneficio económico del proyecto, se ha utilizado el valor económico del agua obtenido por el método de la Valoración Contingente, para ser aplicados en los flujos de caja correspondientes del proyecto.

**CUADRO N°5. 7: VALOR DEL AGUA**

Método de Valoración Económica	Valor del Agua (S/./m3)	Volumen anual de agua del Proyecto	Valor Anual Total del Agua del Proyecto (S/./año)
Valoración Contingente	0.068	1,018,495.00	69,257.66

Fuente: Elaboración Propia

**5.7 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO**

La evaluación económica se ha realizado considerando los beneficios ambientales cuantificables, tanto directos como indirectos que se lograrán con la ejecución del proyecto. Dentro de los beneficios ambientales se ha considerado lo siguiente: 1) reducción de la erosión de los suelos y por lo tanto de los nutrientes del mismo, 2) Incremento significativo en la captura de carbono; y 3) Valor del agua retenida en el suelo y subsuelo.



Dentro de los beneficios directos se ha considerado lo siguiente: 1) Ingresos debido a la comercialización del Hongo *Boletusedulis*, 2) Ingresos que se lograrán debido a la comercialización de semillas vegetativas (caso de la quenua). 3) Ingresos obtenidos en los raleos. La asistencia técnica y capacitación, contribuyen a la sostenibilidad y al mejoramiento en la obtención de resultados.

Los beneficios ambientales mencionados en el párrafo precedente han sido calculados en el proyecto, así como los costos de la intervención, los cuales no han sido motivo de la presente investigación, por lo que fueron tomados sin modificación alguna, excepto lo referido al Valor del agua retenida; en tal sentido para efectos de la presente aplicación, se hace el flujo de caja sin y con el valor del agua obtenidos con el métodos de Valoración Contingente. Dicho detalle se muestra en el Anexo N°3.

En el siguiente cuadro se muestra el cálculo de los indicadores: VAN y TIR, según el método de valoración económica empleado, los mismos que se indican a continuación:

**CUADRO N°5. 8: INDICADORES DE RENTABILIDAD**

<b>Método de cálculo del valor económico del agua</b>	<b>VAN</b>	<b>TIR</b>
Con la incorporación de la DAP en el flujo de beneficios	S/. 1,456,606.51	32.34%
Sin la incorporación de la DAP en el flujo de beneficios	S/. 1,111,126.37	26.97%

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

- La relación que existe entre las variables socioeconómicas relevantes a la conservación de recursos hídricos, utilizando la Microcuenca como unidad geográfica de análisis, y el MDAP es la siguiente

Una persona con mayor educación no tiene relación directa con al MDAP, según resultado del modelamiento logit completo y modelamiento logit reajustado; por lo que no se confirma el supuesto inicial.

El jefe del hogar con mayores ingresos estaría más dispuesto a aportar, según resultado del modelamiento logit completo y modelamiento logit reajustado, confirmando el supuesto.

Un poblador que vive más tiempo en la Microcuenca y los que se dedican la actividad agrícola esta menos dispuesto a aportar, según resultado del modelamiento logit completo, por lo que no se confirma el supuesto inicial para estas dos variables.

Se ha determinado finalmente que existe una relación directa entre la variable ingreso y el MDAP de los jefes de hogar; mientras que las variables nivel educativo, tiempo viviendo en la Microcuenca, los que se dedican a la actividad agrícola se relacionan inversamente proporcional al MDAP.

- Ante una mayor escasez de agua para los cultivos, los individuos expresan un mayor monto de disponibilidad a pagar por el agua.

El volumen de agua que demanda la Microcuenca Vinchos, para uso agrícola (fines de riego) asciende a 12'315,399 metros cúbicos al año.

- Las variables socioeconómicas relevantes a la conservación de recursos hídricas y la menor disponibilidad de agua para uso agrícola, tienen un efecto directo en el MDAP.

Para probar el método de la Valoración Contingente se recoge información relevante mediante encuesta a la población y percibir el Monto de la Disposición a Pagar (MDAP) por el servicio ambiental de conservar el recurso hídrico en el subsuelo mediante proyectos de reforestación, manejo y recuperación de pastos y zanjas de infiltración. El método de la Valoración Contingente nos da un valor del agua de 0.068 soles por m<sup>3</sup>.

La DAP como instrumento de valoración económica del agua, permite incorporar el beneficio monetario del agua para fines agrícolas, en los respectivos flujos de los proyectos de conservación de recursos hídricos, caso de la Microcuenca Vinchos. Para ello, en el análisis del flujo de caja a precios sociales del proyecto "Microcuenca Vinchos", el beneficio valorizado por la mayor disponibilidad del agua por efectos de la conformación de zanjas de infiltración y reforestación, genera un VAN S/. 1'456,606.51, y una TIR de 32.34%, sin embargo, el flujo de beneficios que no considera el valor del agua tiene un VAN de S/.1'111,126 y una TIR de 26.97%.

La cuenca hidrográfica o sus subsistemas como las Microcuencas son espacios geográficos de análisis idóneos para aplicar el método de Valoración Contingente en la valoración económica del agua, para su aplicación en proyectos de conservación de recursos hídricos.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Los resultados de la presente investigación, como el valor del agua para uso agrícola expresados en S/. x m<sup>3</sup>, puede constituir fuente de información secundaria de otros proyectos de conservación de recursos hídricos, proyectos de siembra de agua o similares.
- El agua es de uso multisectorial, para ampliar la investigación se podrían desarrollar investigaciones de la valorización del agua para otros usos, como el energético, industrial, piscícola, minero, otros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

APAZA V., MUJICA A. & S.-E. Jacobsen. Microeconomía. Perason Educacional. Resistencia de Sequias en fases fenológicas de Quinoa. Madrid 2004.

ANA. Resolución Jefatural N°546-2010-ANA, Aprueban Valor de la Tarifa de los Servicios de suministro de agua que prestan las Juntas de Usuarios que operan infraestructura hidráulica menor. 26 de agosto 2010.

BISHOP, Richard. y HEBERLIN, Thomas. Measuring Values of Extra Market Goods: Are Indirect Measures Biased?. American Journal of Agricultural Economics. Volumen 61;1979. Página 926 al 930.

FREEMAN III, M. A. The measurement of environmental and resource values. Theory and Methods. Resources for the Future. Página 137 al 141. Segunda Edición. Washington, D.C, 1993.

GARRIDO Alberto, PALACIOS V. Enrique, CALATRAVA L. Javier, CHAVEZ M. Jesús y EXEBIO G. Adolfo. La importancia del Valor, Costo y Precio de los Recursos Hídricos en su Gestión; FODEPAL; 2004.

GARRAFA ARAGÓN, BELISARIO Hernán y MATOS BARRIONUEVO, Isaac Humberto. Tesis para optar el título de Magister "Análisis del impacto por alumbrado público en el bienestar de las comunidades rurales: caso comunidad de Antioquia-Huarochiri". Universidad Nacional de Ingeniería;. Lima 2005. Paginas 1,2, 138.

HANEMANN, Michael. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. American Journal of Agricultural of Economics. Volúmen 66; 1984. Página 332 al 341.

JIMÉNEZ DÍAZ, L. Tesis doctoral "Costo de oportunidad y externalidades en el valor económico del agua superficial para uso agrícola en el Valle de Mala"; Síntesis de la tesis; Universidad Nacional Federico Villarreal. 2008.

KRINSKY, Itzhak y Robb, Leslie. On Approximating the Statistical Properties of Elasticities. Review of Economic and Statistics. Volúmen 68;1986. Página 715 al 719.

LOYOLA, Roger. Manual de Valoración económica de impactos ambientales. Universidad Nacional Agraria la Molina.2008.

MCCONNELL, Kenneth. Models for referendum data: The structure of discrete choice models for contingent valuation. Journal of Environmental Economics and Management. Volúmen 18;1990. Página 19 al 34.

MITCHELL, Robert y CARSON, Richard. Using surveys to value public goods: The contingent valuation method. Página 1 al 17. Resources for theFuture. Washington, D.C. 1989.

MEDIETA LÓPEZ Juan Carlos. Manual de Valoración económica de bienes no mercadeables: Aplicaciones de las técnicas de valoración no mercadeables y el análisis costo beneficio y medio ambiente; Universidad de los Andes. Colombia 2005.Páginas 16-19.

MINAG. Plan Estratégico Sectorial Multianual de Agricultura 2007-2011, aprobado en julio del 2008.

ORTEGA J.F. J.A. DE JUAN, J.M. TARJUELO, R. MERINO, M. VALIENTE. Modelo de Optimización Económica del Manejo del Agua de Riego en las Explotaciones Agrícolas: Aplicación a la Agricultura de Regadío de la Provincia de Toledo.

PARK, Timothy; LOOMIS, John y CREEL, Michael. Confidence for Evaluating Benefits, Estimates from Dichotomous Choice Contingent Valuation Studies. Journal Land Economics. Volúmen 67;1991. Página 64 al 73.

PÉREZ ROAS José A. Valoración Económica del Agua. Universidad de los Andes. 2005.

POSTIGO DE LA MOTTA, BARRERA OCAMPO, Raquel, HERNÁNDEZ CAMPANELLA, William y DÍAZ GONZÁLES, Juana. Anales Científico “Valoración económica del medio ambiente. El caso del agua potable en quebrada Verde-Pachacámac”; Perú; 2000. Páginas 129 al 133.

PERLOFF, Jeffrey. Microeconomía; Editorial Pearson. 3ª Edición. Madrid; 2004. Páginas 672 al 674.

PÉREZ ROAS José. Promoción de servicios ambientales en los paisajes productivos de la cordillera de Mérida. Proyecto: Conservación de la biodiversidad en los paisajes productivos de la Cordillera de Mérida. Universidad de los Andes; 2005.

Proyecto para la conservación del Corredor Biológico Mesoamericano. Guía Metodológica de Valoración Económica de Bienes, Servicios e Impactos Ambientales. Serie Técnica 04. Página 60 al 68. Nicaragua, 2002.

SHWAIKA Ahmed M. h. Tesis doctoral “Valoración económica del agua para uso agrícola”; Síntesis de la tesis. Su aplicación en Palestina”. Universidad Politécnica de Valencia. España 2005.

SARMIENTO Miguel Ángel. Tesis doctoral “Desarrollo de un nuevo método de valoración medio ambiental”, pagina xiii, Universidad Politécnica de Madrid; 2003.

ROGERS, Peter, RAMSH, Bhatia, HUBER, Annette. El agua como un bien económico y social: como poner los principios en práctica. 2001.

Revista Ambiente y Desarrollo. Vol. XX / N° 3 - VOL. XX1 / N° 1 / Santiago de Chile, 2004-2005.

VASQUEZ VILLANUEVA, Absalón. Manejo de Cuenca Altoandinas, Tomo 1.  
Universidad Nacional Agraria La Molina 2000. Páginas. 24, 31.