



VALORACIÓN CONTINGENTE DICOTÓMICA DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO HÍDRICO EN UNA MICROCUENCA ANDINA DEL ECUADOR

DICHOTOMOUS CONTINGENT VALUATION OF THE WATER ECOSYSTEM SERVICE IN AN ANDEAN MICRO-WATERSHED IN ECUADOR

Edison Fernando Campos Collaguazo* y Luis Alberto Jimenez Díaz

Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: edicampos84@gmail.com

Manuscrito recibido el 24 de febrero de 2022. Aceptado, tras revisión, el 18 de julio de 2023. Publicado el 1 de marzo de 2025.

Resumen

El páramo es un ecosistema amenazado pues el avance indiscriminado de la frontera agrícola está produciendo la pérdida de servicios ecosistémicos, especialmente del servicio hídrico. Esta investigación estimó la disposición a pagar (DAP) de los usuarios de agua del Municipio de Riobamba, por la conservación del servicio hídrico de la Microcuenca del Río Chimborazo (MCRCH). Se aplicaron 406 encuestas, mediante el método de valoración contingente dicotómico de doble límite, usando un modelo de máxima verosimilitud en el software Stata. Se desarrollaron cuatro modelos de simple límite, de simple límite con otras variables explicativas, de doble límite y de doble límite con otras variables explicativas, siendo este último estadísticamente más significativo. Como resultado se determinó que la DAP es de USD 0,84 mensuales para conservar el servicio hídrico de la MCRCH, valor que se incrementa si se incluye la variable vivienda propia en USD 0,04 y al reconocer el problema del cambio climático en USD 0,24, mientras que la variable nivel de educación disminuye la DAP en USD 0,04.

Palabras clave: Valoración contingente, Modelo dicotómico, páramo, economía del agua.

Abstract

The moorland or paramo is a threatened ecosystem. The indiscriminate advance of the agricultural frontier is producing the loss of ecosystem services, especially water service. This research estimated the willingness to pay (WTP) of the water users corresponding to the Municipality of Riobamba for the conservation of the water service in the Micro-basin of the Chimborazo River (MCRCH). Four hundred and six surveys were applied by means of the double limit dichotomous contingent valuation method, using a maximum likelihood model in the Stata software. Four models were developed: simple limit, simple limit with other explanatory variables, double limit, and double limit with other explanatory variables, the latter being statistically more significant. As a result, it was determined that the

WTP is USD 0.84 per month to conserve the water service of the MCRCH, value that increases if the home ownership variable is included in USD 0.04. The problem of climate change increases in USD 0.24, while the variable level of education decreases the WTP by USD 0.04.

Keywords: Contingent valuation, Dichotomous model, paramo or moorland, water Economy.

Forma sugerida de citar: Campos Collaguazo, E. y Jimenez, L. (2025). Valoración contingente dicotómica del servicio ecosistémico hídrico en una microcuenca andina del Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 41(1):86-99. <https://doi.org/10.17163/lgr.n41.2025.05>.

IDs Orcid:

Edison Campos Collaguazo: <https://orcid.org/0000-0002-3285-9907>

Luis Jimenez: <https://orcid.org/0000-0002-6082-1893>

1 Introducción

El páramo en Ecuador tiene una importancia ecológica y económica (Hofstede et al., 2002) y millones de personas dependen directa o indirectamente de su conservación. Sin embargo, es uno de los ecosistemas más amenazados debido a la expansión de las zonas de cultivo, las malas prácticas pecuarias entre ellas las quemadas y el sobrepastoreo, la introducción de especies exóticas, la minería y la cacería. Estas actividades han transformado este frágil, pero rico paisaje continuo de arbustos y rosetas gigantes en un paisaje de pastizales pobres y destruido (Vuille et al., 2008).

La valoración económica es una herramienta que permite visualizar la importancia de un ecosistema. Esta traduce en unidades monetarias los cambios en el bienestar de las personas ante variaciones en la calidad o cantidad de los bienes y servicios ecosistémicos que percibe. De esta forma, la valoración económica permite cuantificar, en términos monetarios, el valor de los bienes y servicios ecosistémicos, independientemente de si cuentan

o no con un precio o mercado (Ministerio del Ambiente, 2015).

La valoración económica ambiental tiene un sólido marco conceptual que está basado en dos secciones de la teoría económica: microeconomía y economía del bienestar. En el primer caso, se utiliza la teoría de las preferencias del consumidor. En el segundo, se derivan y comentan las medidas monetarias de bienestar; dado que, para medir el valor de los bienes y servicios ecosistémicos se requiere relacionarlos con la variación que ellos provocan en el bienestar de los individuos (Ministerio del Ambiente, 2015). Dicha valoración económica permite observar su contribución económica, así como determinar si la gente acepta tales inversiones y si está dispuesta a pagar por los beneficios obtenidos. Otro tipo de toma de decisión que ayuda a valorar económicamente el agua es la evaluación de alternativas no estructurales o de políticas (Perez, 2010). Se han realizado varios estudios sobre la valoración económica del agua a nivel mundial en los últimos años, y se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Estudios de Valoración Económica del agua a nivel mundial de los últimos años

Continente	Estudio	Autor	DAP (USD)
América	Nacientes de agua bajo la dirección del municipio local de la urbe de Flagstaff.	Mueller (2014)	4,89
América	Aplicación de los métodos de costo de viaje y valoración contingente para determinar la disposición a pagar para la conservación del recurso hídrico del parque Nacional Cajas de la ciudad de Cuenca.	Armijos Espinosa and Segarra Ortega (2016)	1,04
América	Valoración contingente en áreas protegidas: Caso sector amazónico, Ecuador.	Córdova et al. (2019)	5,15
América	El valor económico del agua de la presa Solís, ubicada en Acámbaro, Guanajuato, México.	Trujillo and Perales (2020)	1
Asia	Aplicación del método de valoración contingente para un estudio de caso en la gobernación de Ramallah, Palestina, incluidos los campamentos urbanos, rurales y de refugiados.	Awad and Holländer (2010)	189,37

Asia	El método de valoración contingente mediante un modelo dicotómico de simple límite para medir la disposición a pagar media que busca reunir fondos para mejorar la calidad de agua del río Swat en Pakistán.	Shah (2013)	0,20
Asia	La disposición de los agricultores a pagar para mejorar la calidad del agua del río Aksu en la provincia de Kahramanmaras.	Ikıkat (2020)	8,03
África	La aplicación de un método dicotómico de simple límite en los hogares del distrito de Emuhaya situado en Kenia.	Emily et al. (2013)	1,10
África	Evaluación de la disposición de los hogares a pagar por una conexión de servicio de agua segura con flúor en la región del Valle del Rift de Etiopía.	Reta and Lee (2020)	6,84
África	Evaluación de la disposición de los hogares de los agricultores por un mejor uso del agua de riego en el Sur de Etiopía.	Aman et al. (2020)	13,92
África	Determinación de la disposición a pagar de los hogares por servicios mejorados de operación y mantenimiento en ocho sistemas de agua alimentados por gravedad en la isla de Idjwi perteneciente a la República Democrática del Congo.	Jimenez et al. (2021)	0,16
África	Uso del método de valoración contingente para evaluar la disposición a pagar de los consumidores para un mejor servicio continuo de suministro de agua municipal en Chitungwiza.	Zvobgo (2021)	40
África	Análisis de la disponibilidad a pagar y participar en actividades voluntarias para la restauración del río Sosiani en Eldoret, Kenia.	Wambui and Watanabe (2021)	1,54

Como se observa, existe información a nivel mundial sobre el método de valoración contingente (MVC), pero estos estudios son escasos en Ecuador, más aún en modelos dicotómicos de doble límite. Hanemann (1991) sugiere una alternativa para mejorar la eficiencia en la estimación de las valoraciones contingentes dicotómicas. Esta alternativa se conoce como el método de pregunta dicotómica con seguimiento (*o de doble límite o double-bounded*). En este caso después de la respuesta a la pregunta dicotómica de valoración contingente se hace una segunda pregunta. Es decir, si el individuo responde sí a la primera pregunta entonces se le pregunta una cantidad más alta. En caso de que responda

no a la primera se le ofrece una cantidad más baja. Lo anterior implica que la segunda pregunta es endógena, en el sentido de que depende de la respuesta que se obtenga de la primera pregunta (la cual es exógena). Con este método se obtienen dos respuestas para cada individuo, lo cual nos da más información, pero al mismo tiempo hace que el análisis econométrico sea un poco más complicado.

Dado que y_i^1 y y_i^2 representan las respuestas a la primera y segunda pregunta, la probabilidad de que el individuo responda Sí a la primera pregunta y No a la segunda se puede expresar como $\Pr(y_i^1 = 1, y_i^2 = 0 | z_i) = \Pr(\text{Sí}, \text{No})$, expresión simi-

lar para las 3 combinaciones restantes. Bajo los supuestos de que la función $DAP_i(z_i, u_i) = z_i\beta + u_i$ y $u_i \sim N(0, \sigma^2)$, la posibilidad de que cada caso se presente está condicionada por:

- Caso 1: $y_i^1 = 1, y_i^2 = 0$

$$\begin{aligned} \Pr(\text{Sí}, \text{No}) &= \Pr(t^1 \leq DAP < t^2) \\ &= \Pr(t^1 \leq z_i'\beta + u_i < t^2) \\ &= \Pr\left(\frac{t^1 - z_i'\beta}{\sigma} \leq \frac{u_i}{\sigma} < \frac{t^2 - z_i'\beta}{\sigma}\right) \\ &= \Phi\left(\frac{t^2 - z_i'\beta}{\sigma} \leq \frac{u_i}{\sigma} < \frac{t^1 - z_i'\beta}{\sigma}\right) \end{aligned}$$

La última igualdad se obtiene haciendo uso de $\Pr(a \leq X < b) = F(b) - F(a)$, por lo tanto, usando la propiedad de simetría se obtiene:

$$\Pr(\text{Sí}, \text{No}) = \Phi\left(\frac{z_i'\beta}{\sigma} - \frac{t^1}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{z_i'\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}\right)$$

- Caso 2: $y_i^1 = 1, y_i^2 = 1$

$$\begin{aligned} \Pr(\text{Sí}, \text{Sí}) &= \Pr(DAP > t^1, DAP \geq t^2) \\ &= \Pr(z_i'\beta + u_i > t^1, z_i'\beta + u_i \geq t^2) \end{aligned}$$

Aplicando la regla de Bayes, $\Pr(A, B) = \Pr(a | b) \times \Pr(B)$ se tiene que:

$$\begin{aligned} \Pr(\text{Sí}, \text{Sí}) &= \Pr(z_i'\beta + u_i > t^1 | z_i'\beta + u_i \geq t^2) \times \\ &= \Pr(z_i'\beta + u_i \geq t^2) \end{aligned}$$

Ya que $t^2 > t^1$ y por tanto $\Pr(z_i'\beta + u_i > t^1 | z_i'\beta + u_i \geq t^2) = 1$ entonces:

$$\begin{aligned} \Pr(\text{Sí}, \text{Sí}) &= \Pr(u_i \geq t^2 - z_i'\beta) \\ &= 1 - \Phi\left(\frac{t^2 - z_i'\beta}{\sigma}\right) \end{aligned}$$

Por simetría:

$$\Pr(\text{Sí}, \text{Sí}) = \Phi\left(\frac{z_i'\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}\right)$$

- Caso 3: $y_i^1 = 0, y_i^2 = 1$

$$\begin{aligned} \Pr(\text{No}, \text{Sí}) &= \Pr(t^2 \leq DAP < t^1) \\ &= \Pr(t^2 \leq z_i'\beta + u_i > t^1) \\ &= \Pr\left(\frac{t^2 - z_i'\beta}{\sigma} \leq \frac{u_i}{\sigma} < \frac{t^1 - z_i'\beta}{\sigma}\right) \\ &= \Phi\left(\frac{t^1 - z_i'\beta}{\sigma} - \Phi\frac{t^2 - z_i'\beta}{\sigma}\right) \end{aligned}$$

$$\Pr(\text{No}, \text{Sí}) = \Phi\left(\frac{z_i'\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{z_i'\beta}{\sigma} - \frac{t^1}{\sigma}\right)$$

- Caso 4: $y_i^1 = 0, y_i^2 = 0$

$$\begin{aligned} \Pr(\text{No}, \text{No}) &= \Pr(DAP < t^1, DAP < t^2) \\ &= \Pr(z_i'\beta + u_i < t^1, z_i'\beta + u_i < t^2) \\ &= \Pr(z_i'\beta + u_i < t^2) \\ &= \Phi\left(\frac{t^2 - z_i'\beta}{\sigma}\right) \end{aligned}$$

$$\Pr(\text{No}, \text{No}) = 1 - \Phi\left(\frac{z_i'\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}\right)$$

De esta manera, el modelo de Lopez-Feldman (2012), dependería de cuatro ecuaciones condicionadas:

$$\Pr(y_i^1, y_i^2 | z_i) = \begin{cases} \Phi\left(\frac{z_i'\beta}{\sigma} - \frac{t^1}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{z_i'\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}\right) & \text{si } y_i^1 = 1, y_i^2 = 0 \\ \Phi\left(\frac{z_i'\beta}{\sigma} - \frac{t^1}{\sigma}\right) & \text{si } y_i^1 = 1, y_i^2 = 1 \\ \Phi\left(\frac{z_i'\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{z_i'\beta}{\sigma} - \frac{t^1}{\sigma}\right) & \text{si } y_i^1 = 0, y_i^2 = 1 \\ 1 - \Phi\left(\frac{z_i'\beta}{\sigma} - \frac{t^2}{\sigma}\right) & \text{si } y_i^1 = 0, y_i^2 = 0 \end{cases}$$

La valoración contingente dicotómica de simple límite se puede calcular mediante el uso del modelo Probit, que es un tipo de modelo econométrico de elección binaria, es decir, de elección entre dos opciones, y se caracteriza por basarse en una distribución acumulada normal estándar. En cambio, para obtener los resultados de valoración contingente dicotómica de doble límite se recurre al método de máxima verosimilitud que permite obtener directamente los factores β para el cálculo de la disposición a pagar (DAP) media. El comando *doubleb* en el software Stata facilita el proceso de análisis (Lopez-Feldman, 2012).

Para el análisis de las variables explicativas se puede usar el comando *stepwise* que proporciona el control de los criterios estadísticos cuando se utilizan métodos por pasos para crear un modelo. Este

subcomando se ignora si no se especifica un método por pasos que incluye modelos de regresión en la que la elección de variables predictoras se lleva a cabo mediante un procedimiento automático. El procedimiento toma la forma de una secuencia de pruebas-*f* en la selección o eliminación de variables explicativas (Lopez-Feldman, 2012).

El objeto principal de este estudio es determinar un costo económico en términos monetarios y que la población asigna al servicio hídrico de la Microcuenca del Río Chimborazo (MCRCH) bajo las condiciones actuales, es decir un escenario real. A los encuestados se les proporcionó únicamente la información necesaria para darles a conocer descriptivamente el centro de valoración, informándoles que el agua que llega a sus hogares proviene inicialmente de la MCRCH, explicando de esta manera la regla de implementación de la encuesta.

La naturaleza hipotética del método de preferencias declaradas supone la no existencia de compromisos de pago reales por parte de los encuestados. Este hecho frecuentemente conduce a exageraciones en las DAPs individuales (Kjær, 2005). Cummings and Taylor (1999), sugieren que se puede evitar este sesgo mediante una explicación simple, previa a la pregunta, acerca de los riesgos que corre una respuesta exagerada, particularmente respecto a las interrogaciones sobre DAP e ingresos de dinero.

La sostenibilidad del ecosistema páramo con un enfoque de economía de bienestar para la conservación de los recursos naturales es una alternativa, ya que analiza el valor económico del agua, con una visión en que predomina la idea que la conservación de los recursos naturales garantiza un verdadero desarrollo sostenible. Por ello, esta investigación realizó la valoración económica del servicio hídrico utilizando la metodología basada en preferencias declaradas (valoración contingente).

2 Materiales y Métodos

La población investigada está constituida por 32 739 viviendas urbanas habitadas por usuarios de agua de consumo de la ciudad de Riobamba, cuyo abastecimiento proviene en su mayoría de las aguas subterráneas de la MCRCH. Esta población

está catalogada como consumidores domésticos de la Empresa Pública de agua Potable (EMAPAR). De acuerdo con la base de datos del año 2020, esta constó con un total de 37 251 registros que incluían todas las categorías (residencial, comercial, industrial y otros) (EMAPAR, 2020). De estas categorías se consideró únicamente la de consumo residencial, que incluía al 90%. Se excluyeron las demás categorías por no representar usuarios finales; en este contexto, los medidores de consumo pasaron a ser las unidades muestrales.

La encuesta se realizó a través de Google forms, mediante el envío de un correo a los usuarios registrados de agua potable y fueron distribuidos en 4 grupos de acuerdo con las parroquias urbanas a la que pertenecen, como se indica en la Figura 1 (grupo 1= parroquia Lizarzaburu, grupo 2 = parroquia Maldonado, grupo 3 = parroquia Veloz y grupo 4 = parroquia Velasco y Yaruquies). La variante del MVC utilizada buscó obtener la máxima DAP de los consumidores, recurriendo a la modalidad de preguntas dicotómicas de doble límite.

La primera pregunta indicó: ¿Estaría dispuesto a pagar *m* USD adicionales en la planilla de agua para asegurar la provisión del recurso hídrico de los páramos de la microcuenca del Río Chimborazo? La oferta *m* se tomó de un vector de 6 valores (USD 0,10; 0,25; 0,50; 0,75; 1; 1,25) que se distribuyó aleatoriamente entre los 4 grupos de encuestados tentativamente iguales, excluyendo los valores extremos primero y último del vector. A continuación, se expuso la misma pregunta con una segunda oferta tomada del mismo vector, siendo su valor el inmediatamente superior o el inmediatamente inferior, dependiendo de la primera respuesta, respectivamente positiva o negativa. Se introdujo una tercera pregunta, abierta y relacionada con la pandemia COVID-19, con el propósito de verificar la consistencia de las respuestas recibidas. La pregunta resultaba ser endógena a las anteriores, por lo que no alteraba los resultados previos. En la encuesta se reconoció el comprobante de pago mensual de consumo del agua como respaldo general.

Una encuesta piloto con 40 casos permitió ajustar la claridad de algunas preguntas, reducir su número debido a limitaciones temporales, así como hacer ajustes correspondientes al vector de ofertas. Sueki (2013), indica que se requiere aproximada-

mente 400 participantes en el MVC cuando se utiliza la opción de interrogaciones dicotómicas de doble límite para minimizar las fallas de estimación y llegar a conclusiones de DAP con una alta fiabili-

dad estadística. Alam (2013) estableció una muestra de ese mismo tamaño, 400 unidades, en un MVC aplicado a un tema hídrico, mientras que Tentes and Damigos (2012), describen su trabajo con 310 casos.

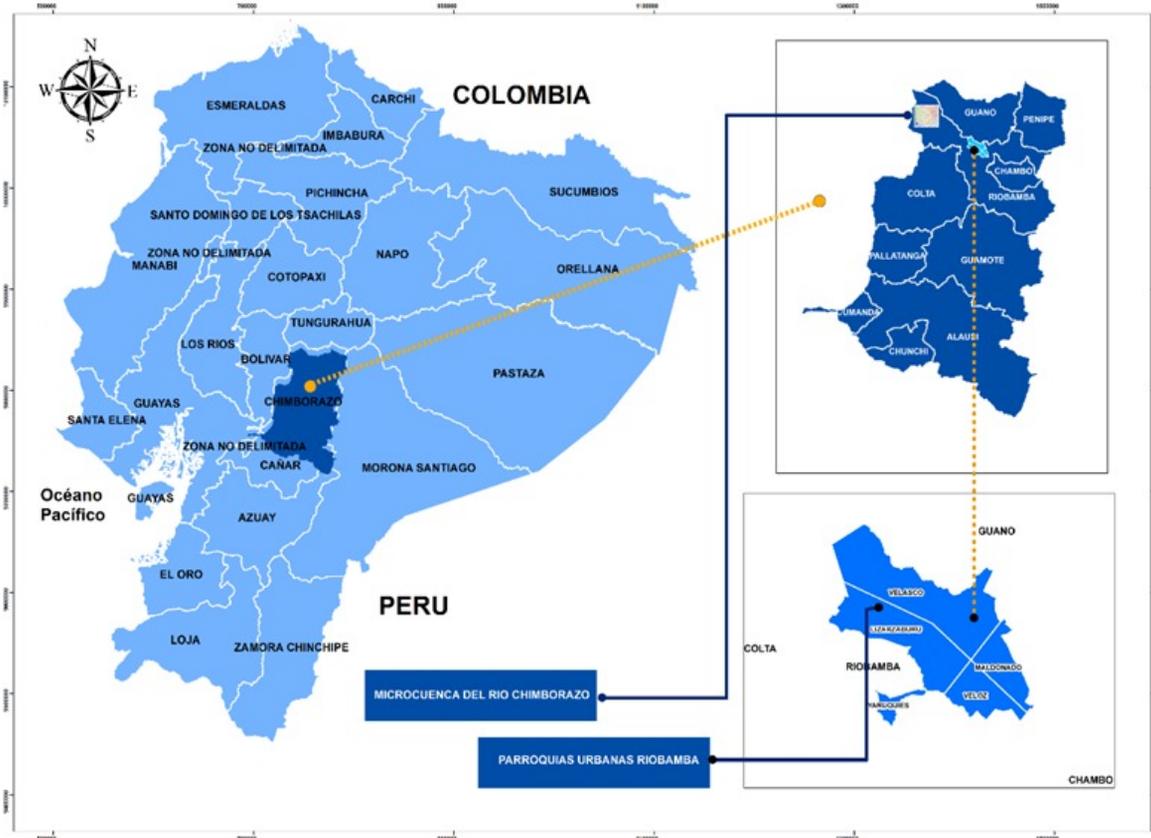


Figura 1. Microcuenca del Río Chimborazo-Parroquias urbanas de Riobamba.

Para este estudio, se utilizó la fórmula (2), en donde las respuestas dicotómicas ofrecen un acercamiento satisfactorio (Cochran, 1983). Tomando en cuenta los condicionales proporcionados, p correspondería a una apreciación insesgada de P , y el valor de la muestra estaría definido por:

$$N = \frac{no}{1} + \frac{no}{N} \tag{1}$$

Siendo

$$no = \frac{z^2 p(1-p)}{e^2} \tag{2}$$

Considerando como población $N=32\ 739$ puntos de conexión del agua de consumo humano, un nivel de seguridad o confianza del 95% ($z=1,96$), margen de falla admisible $e=5\%$, y una posibilidad

de aprobación de la oferta del 50% o $p=50$, el volumen requerido fue de 380 casos, muestra que se amplió a 406 encuestados. Para seleccionar los elementos muestrales se utilizó la opción de manejo de modelos complejos, se aplicó el método aleatorio simple y se realizó la distribución homogénea entre los 4 grupos de diferentes sectores de la ciudad, obteniendo la respuesta de 406 personas.

La encuesta estuvo estructurada en cinco secciones, cada una incluía preguntas relacionadas con un tema en particular. Las secciones fueron las siguientes:

- El Agua
- El Ambiente y el Cambio climático
- La disposición a pagar (DAP)

- El uso de recursos públicos
- La información socio – económica

Esta metodología permitió generar cuatro modelos (se incluye como anexo el cálculo en el Software Stata). Los encuestados no fueron advertidos de que serían preguntados dos veces sobre su DAP, por lo tanto, la respuesta a la primera oferta es exógena a la segunda, condición que permite estimar la DAP como si se tratase de una encuesta basada en una pregunta dicotómica de simple límite. En este caso, se recurrió al modelo Probit con una sola variable explicativa (modelo simple, modelo A).

El modelo B, al igual que en el modelo A, tampoco se incluye en la segunda oferta, pero se consideran todas las variables explicativas; usando el comando stepwise se eligieron aquellas que resultaron estadísticamente significativas, y usando el modelo Probit se determinó la DAP.

En el modelo C se utilizó el de máxima verosimilitud, mediante el uso del comando doubleb, y se determinó la DAP usando únicamente las variables correspondientes a las dos ofertas con sus respectivas respuestas, sin considerar más variables explicativas.

En el modelo D, para seleccionar las variables estadísticamente significativas se recurrió al uso del comando stepwise y al igual que en el modelo C se utilizó el de máxima verosimilitud, y con el comando doubleb se determinó la DAP.

3 Resultados y Discusión

Previo al proceso de obtención de la DAP utilizando un MVC, se investigaron las diferentes características de la población, determinando que en el cantón Riobamba el 96% de los usuarios tiene conexión directa a la red de agua de consumo, el 95% indica que recibe el servicio de agua potable todos los días, el 63% posee una cisterna para almacenamiento de agua y el 54% considera que los problemas que existen en la distribución se deben a una red de agua potable ineficiente. En relación con la solución de estos problemas y al pago mensual del agua, el 72% considera que el Municipio de Riobamba a través de la EMAPAR no toma decisiones acertadas para solucionar los problemas de escasez y el 30% pagó

más de USD 20 al mes por el servicio de agua potable. El ingreso promedio del grupo de encuestados es de USD 641,63. El costo por m³ de agua potable es de USD 0,49.

Modelo A: Simple límite (solo primera oferta) sin otras variables explicativas

Tabla 2. Modelo A de simple límite

DPA01	Coef.	Err. Est.	z	P>z	[Intervalo de Conf. 95%]	
PRE1	-1,17	0,24	-4,81	0,00	-1,65	-0,70
Cons	1,31	0,18	7,15	0,00	0,95	1,67

Siendo:

DPA01=respuesta dicotómica a la primera oferta (variable explicada).

PRE1=primera oferta (variable explicativa).

cons=valor de la constante

Conforme el total de PRE1 (-1.17), se puede observar que un incremento en la oferta conduce a una menor probabilidad de aceptación por parte del encuestado.

Tabla 3. Modelo A de simple límite DAP

DPA01	Coef.	Err. Est.	z	P>z	[Intervalo de Conf. 95%]	
DAP	1,12	0,10	10,80	0,00	0,92	1,32

Partiendo de los resultados mostrados en la Tabla 2, se genera el resultado de la máxima DAP de USD 1.12 (Tabla 3), teniendo el valor del modelo de A que es estadísticamente significativo. La estimación corresponde a un nivel de confianza del 95%.

Modelo B: Simple límite (solo primera oferta) con otras variables explicativas

Tabla 4. Modelo B de simple límite con otras variables explicativas

DPA01	Coef.	Err. Est.	Z	P>z	[Intervalo de Conf. 95%]	
PRE1	-1,19	0,25	-4,8	0,00	-1,67	-0,70
SE06	-0,10	0,06	-1,75	0,08	-0,21	0,01
ACC04	0,40	0,18	2,20	0,03	0,04	0,76
SE07	0,10	0,05	1,94	0,05	0,00	0,19
Cons	1,11	0,31	3,55	0,00	0,49	1,73

Para el análisis de las Tablas 4 y 7 es importante considerar las siguientes descripciones:

PRE1=Valor de la primera oferta, SE06=Nivel de Educación (Primaria, Secundaria, Universidad, Maestría, Doctorado), ACC04=Problema del Cambio climático (Dicotómica), SE07=Condición de vivienda (Propia, Arrendada, Familiares, Hipoteca-da).

Estos coeficientes permitieron inferir la posibilidad de que un encuestado acepte la primera oferta. Las variables con coeficientes positivos incrementarían dicha posibilidad mientras las que tuvieran coeficientes negativos la disminuirían. Sin embargo, en este estudio, este modelo resulta un paso intermedio para obtener la DAP media.

Tabla 5. Modelo B de simple límite DAP

DPA01	Coef.	Err. Est.	z	P>z	[Intervalo de Conf. 95%]	
DAP	1,13	0,10	10,74	0,00	0,92	1,33

Se debe considerar que si el encuestado es consciente del problema del cambio climático se incrementa su DAP en USD 0,40, así como su condición de vivienda aumenta su DAP en USD 0,09. Se observa que el nivel de educación, variable con coeficiente negativo, decrece la DAP en USD 0,09 (Tabla 4). En el modelo B la DAP obtenida es de USD 1,13 (Tabla 5).

Modelo C: método dicotómico de doble límite (dos ofertas) sin otras variables explicativas.

Tabla 6. Modelo C de doble límite DAP

	Coef.	Err. Est.	Z	P>z	[Intervalo de Conf. 95%]	
Beta cons	0,84	0,03	30,05	0,00	0,78	0,89
Sigma cons	0,50	0,03	17,23	0,00	0,44	0,55

Mediante el modelo de máxima verosimilitud y con el uso del comando doubleb obtenemos el valor de la DAP media, que para el modelo C es de USD 0,84 que corresponde a la constante Beta (Tabla 6), que es inferior a los resultados de los dos modelos anteriores.

Modelo D: método dicotómico de doble límite con otras variables explicativas

Tabla 7. Modelo D de doble límite

	Coef.	Std. Err.	z	P>z	[Intervalo de Conf. 95%		
Beta	SE06	-0,04	0,02	-1,83	0,07	-0,08	0
	SE07	0,04	0,02	1,92	0,06	0	0,08
	ACC04	0,24	0,08	3,13	0	0,09	0,39
	cons	0,68	0,11	6,47	0	0,48	0,89
Sigma	cons	0,49	0,02	17,26	0	0,43	0,54

Tabla 8. Modelo D de doble límite DAP

	Coef.	Err. Est.	Z	P>z	[Intervalo de Conf. 95%]	
Beta	0,84	0,03	30,42	0,00	0,78	0,89

Se debe considerar que si la vivienda es propia se afecta el incremento de la DAP en USD 0,04, así como a USD 0,24 si la persona es consciente del problema del cambio climático. Se aprecia que las variables con coeficiente negativo decrecen la DAP en 0,04 USD como el nivel de educación (Tabla 7). El valor de la DAP media en el modelo D alcanza los USD 0,84 (Tabla 8).

Hanemann (1991), sostiene que aplicar un MVC mediante preguntas dicotómicas de límite simple es más fácil para el encuestado, y que, sin embargo, es estadísticamente menos eficiente que un método de doble límite, pues requiere muestras más grandes para obtener un determinado nivel de precisión. Los resultados generados en los cuatro modelos sirven de base para obtener una DAP estadísticamente más significativa. Hanemann (1991) determinan que los mejores modelos asignan mayor importancia a las repercusiones en la precisión alcanzada que se establecen mediante intervalos de confianza más reducidos, criterio que coincide con el de Kjær (2005), quien sostiene que estimaciones más precisas tienen intervalos de confianza más pequeños y por tanto una mayor eficiencia estadística.

Coincidiendo con los resultados de los autores Hanemann (1991) y Kjær (2005) en relación con el nivel de precisión alcanzado en los intervalos de confianza y un menor error estándar (Tabla 9), podemos afirmar que el modelo D es el más adecuado para establecer la máxima DAP media de la muestra estudiada, igual a USD 0,84 mensuales. Resalta el hecho de que los valores de DAP son menores cuando se trata de los modelos de doble límite. Según Lopez-Feldman (2012), este fenómeno de que la

DAP es menor cuando se introduce la información sobre la segunda pregunta es algo bastante frecuente.

Tabla 9. Estadísticos de los diferentes modelos.

Modelo	DAP USD	Err. Est.	Z	P> z	[Intervalo de Conf. 95%]	
A	1,12	0,10	10,8	0,00	0,92	1,32
B	1,13	0,10	10,74	0,00	0,92	1,33
C	0,84	0,03	30,05	0,00	0,78	0,89
D	0,84	0,03	30,42	0,00	0,78	0,89

En Ecuador son escasos los estudios sobre valoración contingente dicotómica. Roldán (2017), realizó un estudio de evaluación económica del recurso hídrico para el suministro de agua de consumo humano en el caso del Parque Nacional Cajas en Ecuador, en la cuenca del Río Tomebamba. Los resultados obtenidos establecieron un valor de USD 3,44 pagaderos mensualmente. Al aplicar un formato de interrogación dicotómica de doble límite, valor superior al determinado en esta investigación en los Modelos C y D es importante considerar que la economía de la Provincia del Azuay es superior a la de la Provincia de Chimborazo, y los vectores de valores planteados en el estudio de Roldan son mayores debido a la conciencia ambiental y económica del Azuay.

A nivel de Latinoamérica existen estudios que sirven para poder realizar un análisis, debido a que los países poseen economías en desarrollo y fueron realizados en ecosistemas similares. Loyola Gonzales (2007) realizó un análisis de la DAP de las familias de la ciudad de Arequipa en Perú, respecto al cuidado de una zona de montañas resguardada ubicada en los Andes, la cuenca alta del río Chili. Los resultados obtenidos establecieron un valor de USD 1,41 pagaderos mensualmente, donde se aplicó un formato de interrogación dicotómica de simple límite. Este valor es un 19,86% mayor al obtenido con los modelos A y B en esta investigación, siendo el más similar en características. Indiscutiblemente la economía de Perú es superior a la de Ecuador, tomando en consideración que el producto interno bruto (PIB) es de USD 223 249 millones para Perú y USD 106 165 millones para Ecuador en el año 2021 (Banco Mundial, 2021).

Avilés-Polanco et al. (2010) realizaron la valoración del servicio hidrológico del acuífero de La

Paz, ubicada en Baja California en México, usando un formato de interrogación dicotómica de doble límite. La DAP promedio por hogar asciende a USD 8,20 mensuales aproximadamente. Por otro lado, la evaluación económica de los servicios ambientales hídricos provistos por el Área Natural Preservada Río Pancho Poza, en México, usando un formato de pregunta dicotómica de doble límite obtuvo un valor de USD 7.60 (Sánchez Bocarando, 2020), valores superiores al de esta investigación en los Modelos C y D. El PIB de México se encuentra en los USD 1 293 037 millones (Banco Mundial, 2021).

El valor de USD 0,84 que las personas están dispuestas a pagar por la conservación del servicio hídrico de la MCRCH representa el 0,13% del ingreso promedio de los encuestados, y el 4,2% de incremento de pago en la factura mensual, asumiendo que más del 30% paga un valor superior a los USD 20 mensuales por consumo de agua. Se podría cobrar mensualmente a los usuarios del servicio agua potable los USD 0,84, lo que generaría un presupuesto mensual de USD 27 500.76. Este presupuesto de acuerdo con la constitución de Ecuador podría ser manejado por el Honorable Gobierno Provincial de Chimborazo (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo, 2019), quienes tienen la competencia Ambiental, pudiendo crear un fondo de agua para financiar programas socio económicos y productivos, como compensación a los dueños de los páramos y fines de conservación, protección, recuperación, forestación y reforestación.

Lopez-Feldman (2012), recomienda que si la selección de la DAP está relacionada con un costo-beneficio, se tiene que analizar el presupuesto del proyecto, es decir que si para la conservación de la MCRCH se necesita un estimado de USD 3 323 371.50 (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo, 2019) se podría utilizar el modelo B que generaría la mayor cantidad de recurso para su cuidado, a diferencia del modelo D que generaría un valor inferior, esto se debe a que es difícil saber cuál de los conjuntos de estimaciones es más confiable (Lopez-Feldman, 2012).

En Europa, Söderberg and Barton (2013) detalla los resultados de su estudio de valoración contingente para mejorar las características del agua recreativa en lagos eutrofiados en el suroeste de No-

ruega. El autor concluye que los datos de DAP para la calidad del agua puede ser más útil como indicador cualitativo de apoyo político para medidas de calidad del agua financiadas por los usuarios, que como medida cardinal de utilidad marginal.

4 Conclusiones

Es importante notar que las versiones de la DAP estimadas en los modelos C y D son menores comparadas con las estimadas en los modelos A y B. Este fenómeno que se refiere a que la disponibilidad a pagar promedio sea menor cuando se introduce la información sobre la segunda pregunta ocurre con mucha frecuencia. Es difícil saber cuál de los dos conjuntos de estimaciones es más confiable. Por un lado, se espera que las estimaciones realizadas utilizando el modelo con seguimiento sean más eficientes; sin embargo, eso no implica que no se presenten sesgos en la estimación. Las variables explicativas nivel de educación, problema de cambio climático y condición de vivienda son significativas para los modelos B y D.

La empresa municipal EMAPAR es la responsable del manejo de agua en la ciudad de Riobamba. La ciudad se beneficia del agua proveniente de la MCRCH. Este estudio calculó la DAP media de las familias por la conservación del servicio hídrico mediante la generación de 4 modelos, los dos primeros (A, B) fueron método dicotómico de simple límite, de solo la primera oferta sin y con variables explicativas, las dos últimas (C y D) fueron por el método dicotómico de doble límite (dos ofertas) sin y con otras variables explicativas. El modelo D de acuerdo con los intervalos de confianza es el mejor de ellos y es significativo con las variables nivel de educación, condición de la vivienda y el cambio climático, llegando a determinar que la DAP es igual a USD 0,84 mensuales.

El análisis de valoración contingente se está realizando como parte de un análisis costo – beneficio, por lo tanto, los distintos valores obtenidos para la DAP pueden utilizarse como un análisis de sensibilidad. El modelo D obtuvo un valor económico anual para la población objetivo de USD 330 009.12 utilizando la DAP estimada con el modelo dicotómico de doble límite con variables explicativas. Por otro lado, si utilizamos la información del modelo

B dicotómico de simple límite con variables explicativas obtenemos un valor económico de USD 443 940.84. Para completar el análisis de sensibilidad, el costo de conservación de la MCRCH es de USD 3 323 371.50. En tal caso, sin importar que versión de DAP se utilice, el proyecto tendrá un beneficio económico neto negativo. Por lo cual, se deberá buscar otras fuentes de financiamiento para la conservación del ecosistema.

Contribución de los autores

E.F.C.C.: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, investigación, metodología, administración de proyectos, recursos, software, redacción - borrador original.
L.A.J.D.: Supervisión, validación, visualización, redacción, revisión y edición.

Referencias

- Alam, K. (2013). Factors affecting public participation in river ecosystem restoration: using the contingent valuation method. *The Journal of Developing Areas*, 47(1):223–240. Online:<https://n9.cl/bzicf>.
- Aman, M., Shumeta, Z., and Kebede, T. (2020). Economic valuation of improved irrigation water use: the case of meskan district, southern ethiopia. *Cogent Environmental Science*, 6(1):1843311. Online:<https://n9.cl/mwdcd>.
- Armijos Espinosa, R. and Segarra Ortega, Y. (2016). Aplicación de los métodos de costo de viaje y valoración contingente para determinar la disposición a pagar para la conservación del recurso hídrico del parque nacional cajas de la ciudad de cuenca. Master's thesis, Universidad de Cuenca.
- Avilés-Polanco, G., Huato Soberanis, L., Troyo-Diéguez, E., Murillo Amador, B., García Hernández, J., and Beltrán-Morales, L. (2010). Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de la paz, bcs: Una valoración contingente del uso de agua municipal. *Frontera norte*, 22(43):103–128. Online:<https://bit.ly/3ZQG33G>.
- Awad, I. and Holländer, R. (2010). Applying contingent valuation method to measure the total economic value of domestic water services: A case

- study in ramallah governorate, palestine. *European Journal of economics, finance and administrative sciences*, 20:76–93. Online:https://n9.cl/zeu87.
- Banco Mundial (2021). Pib (us\$ a precios actuales). Banco Mundial. Online:https://n9.cl/9bot6.
- Cochran, W. (1983). *Unbiased value estimates for environmental goods: A cheap talk design for the contingent valuation method*. Compañía Editorial Continental.
- Córdova, J., Molina, E., Zurita, J., and Meza, E. (2019). Valoración contingente en áreas protegidas: caso sector amazónico, ecuador. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (90):581–606. Online:https://n9.cl/ot4rt.
- Cummings, R. and Taylor, L. (1999). Unbiased value estimates for environmental goods: a cheap talk design for the contingent valuation method. *American economic review*, 89(3):649–665. Online:https://n9.cl/p0avs4.
- EMAPAR (2020). Empresa pública de agua potable de riobamba rendición de cuentas. EMAPAR. Online:https://n9.cl/87ahv.
- Emily, E., Kironchi, G., and Wangia, S. (2013). Willingness to pay for improved water supply due to spring protection in emuhaya district, kenya. *International Journal of Education and Research*, 1(7):1–14. Online:https://n9.cl/nsbbc.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo (2019). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de chimborazo. riobamba: Gobierno autónomo descentralizado de la provincia de chimborazo. Technical report, Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo. Online:https://n9.cl/h4lt65.
- Hanemann, W. (1991). Willingness to pay and willingness to accept: how much can they differ? *The American Economic Review*, 81(3):635–647. Online:https://n9.cl/m7bum.
- Hofstede, R., Groenendijk, J., Coppus, R., Fehse, J., and Sevink, J. (2002). Impact of pine plantations on soils and vegetation in the ecuadorian high andes. *Mountain Research and Development*, 22(2):159–167. Online:https://n9.cl/8ja7dx.
- İkikat, E. (2020). Willingness to pay for increasing river water quality in aksu river, turkey. *Environment, Development and Sustainability*, 22(7):6495–6503. Online:https://n9.cl/sps3v.
- Jimenez, R., Arana, G., Landeta, B., and Larumbe, J. (2021). Willingness to pay for improved operations and maintenance services of gravity-fed water schemes in idjwi island (democratic republic of the congo). *Water*, 13(8):1050. Online:https://n9.cl/2dqiu.
- Kjær, T. (2005). *A review of the discrete choice experiment - with emphasis on its application in health care*. Syddansk Universitet. Health Economics Papers.
- Lopez-Feldman, A. (2012). Introduction to contingent valuation using stata. Online:https://n9.cl/p7oti.
- Loyola Gonzales, R. (2007). *Valoración del Servicio Ambiental de Provisión de Agua con Base en la Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca - Cuenca del Río Chili*. PROFONANPE.
- Ministerio del Ambiente (2015). *Manual de valoración económica del patrimonio natural*. Lima, Perú. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.
- Mueller, J. (2014). Estimating willingness to pay for watershed restoration in flagstaff, arizona using dichotomous-choice contingent valuation. *Forestry*, 87(2):327–333. Online:https://n9.cl/9rfoi.
- Perez, J. (2010). Centro interamericano de desarrollo e investigación ambiental y territorial. Mérida, Venezuela: CIDIAT. Universidad de los Andes.
- Reta, B. and Lee, J. (2020). Estimation of household willingness to pay for fluoride-free water connection in the rift valley region of ethiopia: A model study. *Groundwater for sustainable development*, 10:100329. Online:https://n9.cl/h9ma9.
- Roldán, D. (2017). Valoración económica de recursos hídricos para el suministro de agua potable. el caso del parque nacional cajas. la cuenca del rio tomebamba. Master's thesis, Universidad de Alicante.
- Shah, S. (2013). *Valuation of freshwater resources and sustainable management in poverty dominated areas*. PhD thesis, Colorado State University.

- Sánchez Bocarando, J. (2020). Valoración económica de los servicios ambientales hídricos provistos por el Área natural protegida río pancho poza. Master's thesis, Universidad Autónoma de México, México.
- Söderberg, M. and Barton, D. (2013). Marginal wtp and distance decay: the role of 'protest' and 'true zero' responses in the economic valuation of recreational water quality. *Environmental and Resource Economics*, 59(3):389–405. Online:<https://n9.cl/hb3au>.
- Sueki, H. (2013). Economic value of counseling services as perceived by university students in japan: A contingent valuation survey. *Journal of Psychology y Psychotherapy*, 3(5):127. Online:<https://n9.cl/lm8av7>.
- Tentes, G. and Damigos, D. (2012). The lost value of groundwater: the case of asopos river basin in central greece. *Water resources management*, 26:147–164. Online:<https://n9.cl/8xa41>.
- Trujillo, J. and Perales, A. (2020). Water economic valuation of solís dam for agricultural use. *Tecnología y ciencias del agua*, 11(4):339–369. Online:<https://n9.cl/d411k>.
- Vuille, M., Francou, B., Wagnon, P., Juen, I., Kaser, G., Mark, B., and Bradley, R. (2008). Climate change and tropical andean glaciers: Past, present and future. *Earth-science reviews*, 89(3-4):79–96. Online:<https://n9.cl/7ob94>.
- Wambui, A. and Watanabe, T. (2021). Willingness to pay and participate in improved water quality by lay people and factory workers: A case study of river sosiani, eldoret municipality, kenya. *Sustainability*, 13(4):1934. Online:<https://n9.cl/1x1sm>.
- Zvobgo, L. (2021). Consumer ability and willingness to pay more for continuous municipal water supply in chitungwiza. *Sustainable Water Resources Management*, 7(2):23. Online:<https://n9.cl/y4z3rh>.

Apéndice

A Programación y estimación de los modelos y disponibilidad a pagar en STATA

```
// Valoración contingente método dicotómico de
doble límite //
// Distribución del Monto de la oferta inicial //
tabulate PRE1

// Fracción de los entrevistados que respondieron
SI a la pregunta de VC //
tabulate DPA01

// Sensibilidad a las ofertas //
tabulate DPA01 PRE1, column nofreq

/// 1. // Estimación de DAP - sin covariables //
probit DPA01 PRE1

// Cálculo de la Disposición a pagar //
nlcom (DAP:- _b[_cons]/_b[PRE1]), noheader

// 2. // Estimación de DAP - con variables
probit DPA01 PRE1 AG01 AG07 AG11 ACC03 ACC04
ACC08 SE01 SE02 SE04 SE05 SE06 SE07 SE09 SE10
SE11

// Estimación de variables
probit DPA01 PRE1 SE06 SE07

// Estimación de variables
probit DPA01 PRE1 SE10 SE11

// Estimación de variables
probit DPA01 PRE1 AG01 AG07

// Estimación de variables
probit DPA01 PRE1 SE01 SE02

// Estimación de variables
probit DPA01 PRE1 SE01 SE02 SE06 SE11

// Estimación de variables
probit DPA01 PRE1 SE06 SE09

// Estimación de variables
probit DPA01 PRE1 SE06 SE10

// Estimación de variables
probit DPA01 PRE1 SE06 SE07

//Después del análisis sacamos las cifras no
significativas y hallamos la disponibilidad
a pagar//

//obtengo las medias y genero un escalar de cada
variable explicativa//

summarize SE06, meanonly
```

```
scalar SE06_M = r(mean)
summarize SE07, meanonly
scalar SE07_M = r(mean)

// Hallamos la disponibilidad a pagar //

nlcom (DAP:- (_b[_cons]+SE06_M*_b[SE06]+SE07_M*_b[SE07])/
_b[PRE1]), noheader

////////////////////////////////////
*---HAROLD - OTRA ESPECIFICACION

stepwise, pr(.1): probit DPA01 PRE1 AG01 AG07 AG11
ACC03 ACC04 ACC08 SE01 SE02 SE04 SE05 SE06 SE07 SE09
SE10 SE11
probit DPA01 PRE1 SE06 SE07 ACC04

summarize SE06, meanonly
scalar SE06_M = r(mean)

summarize SE07, meanonly
scalar SE07_M = r(mean)

summarize ACC04, meanonly
scalar ACC04_M = r(mean)

nlcom (DAP:- (_b[_cons]+SE06_M*_b[SE06]+SE07_M*_b[SE07]+
ACC04_M*_b[ACC04])/_b[PRE1]), noheader //
////////////////////////////////////

// Función de Máxima Verosimilitud//

generate DPA1 = 0
replace DPA1 = 1 if VAI==3 | VAI==4

// Generamos una varibale que nos indica la respuesta a
la segunda pregunta //

generate DPA2 = 0
replace DPA2 = 1 if VAI==2 | VAI==4

// Generamos una sola variable para el segundo
monto //

generate PRED = .
replace PRED = PRE2 if DPA1==1
replace PRED = PRE3 if DPA1==0

// Modelo sin variables explicativas //
doubleb PRE1 PRED DPA1 DPA2

// Modelo con variables explicativas //
doubleb PRE1 PRED DPA1 DPA2 SE06 SE07 ACC04

// Hallamos la disponibilidad a pagar //
nlcom (DAP:(_b[_cons]+SE06_M*_b[SE06]+SE07_M*_b[SE07]
+ACC04_M*_b[ACC04])), noheader

//// End ////
```