

Estimación de la disponibilidad a pagar de los habitantes de la ciudad de Puno por el tratamiento de aguas servidas

Juan Tudela Mamani – UNA



Foto CIES

El sistema de alcantarillado está compuesto por conexiones domiciliarias, red de colectores, colectores principales, interceptores, estaciones de bombeo y líneas de impulsión, emisor, plantas de tratamiento y redes de alcantarillado.

El crecimiento acelerado de la población puneña durante los últimos años se debe, en parte, al proceso de migración, que genera desplazamientos de pobladores de las zonas rurales a las urbanas en busca de mejoras en el ingreso y en el acceso a servicios básicos. El incremento poblacional ha generado un mayor consumo de agua potable y, por consiguiente, la generación de un mayor volumen de aguas residuales domésticas.

EMSAPUNO S.A.¹ brinda los servicios de agua potable y alcantarillado a la ciudad de Puno. El sistema de alcantarillado está compuesto por conexiones domiciliarias, red de colectores, colectores principales, interceptores, estaciones de bombeo y líneas de impulsión, emisor, plantas de tratamiento y redes de alcantarillado. Actualmente, la ciudad de Puno cuenta con la planta de tratamiento Isla Espinar²(construida en 1972), que recibe los

«El incremento poblacional ha generado un mayor consumo de agua potable y, por consiguiente, la generación de un mayor volumen de aguas residuales domésticas»

desagües recolectados de las principales estaciones de bombeo que existen en la ciudad.

Esta planta estuvo operativa hasta el año 1985, fecha en la que quedó inhabilitada por las lluvias que condujeron al incremento en el nivel del lago Titicaca y a la inundación de la referida planta. Entre los años 1995–1996, EMSAPUNO, con el financiamiento del Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (Pronap), rehabilitó la antigua planta de El Espinar. Sin embargo, el crecimiento acelerado de la población durante los últimos años ha generado el aumento en el nivel de descarga de las aguas servidas, lo que ha conducido al colapso de la referida planta. Esto ha generado la aparición de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dermatológicas, que afectan a los más vulnerables, principalmente a los niños.

Por otro lado, el colapso de la planta de tratamiento ha generado que gran parte de las descargas de

1/ Empresa Municipal de Saneamiento Básico de Puno.

2/ Es necesario precisar que existen también otras plantas de tratamiento de aguas servidas de menor escala, como son: la planta de tratamiento Chanu Chanu, la planta de tratamiento Chejoña y la planta de tratamiento piloto de la Universidad Nacional del Altiplano (UNA).



Los costos de operación y mantenimiento en la fase de postinversión corren a cuenta de EMSAPUNO. Algunos cálculos dan cuenta que estos bordearían la suma de US\$ 730.000 anuales.

aguas servidas se viertan en la bahía interior del lago Titicaca, lo que ha generado contaminación de este patrimonio natural y ha perjudicado la salud humana, lo que se traduce en una pérdida de bienestar en la sociedad. Para resolver la situación anterior, existen en la actualidad tres alternativas técnicas: la primera propone la construcción de una nueva planta de tratamiento de aguas servidas en la zona de "El Espinar", la segunda propone la disposición de aguas residuales por bombeo a la zona de Cancharani y la tercera considera poner fuera de servicio las instalaciones existentes y construir una nueva planta de tratamiento mediante zanjas de oxidación en parte del área ocupada por la planta existente.

El objetivo general de la presente investigación es determinar la disponibilidad de pago de los habitantes de la ciudad de Puno por el tratamiento de aguas servidas. De forma específica, se trata de demostrar si el grado de percepción de la contaminación de la bahía interior del lago Titicaca influye positivamente sobre la disponibilidad a pagar por el tratamiento de aguas servidas. Asimismo, si el nivel educativo, el nivel de

«La descarga actual de las aguas servidas a la bahía interior de Puno ha provocado su eutrofización, caracterizada por un excesivo crecimiento de vegetación acuática (lenteja de agua), que cubre un gran porcentaje del espejo de agua de la bahía interior, lo que provoca un desequilibrio ecológico»

ingresos, el género, el número de hijos y la edad del jefe de hogar influyen sobre la disponibilidad a pagar. Finalmente, se trata de estimar el nivel de recaudo potencial a partir de la disponibilidad a pagar.

Antecedentes y justificación

La descarga actual de las aguas servidas a la bahía interior de Puno ha provocado su eutrofización, caracterizada por un excesivo crecimiento de vegetación acuática (lenteja de agua), que cubre un gran porcentaje del espejo de agua de la bahía interior, lo que provoca un desequilibrio ecológico. Este desequilibrio tiene su origen en la descarga de nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente), que están contenidos en descargas de aguas servidas, en la basura que se arroja al lago y en la escorrentía de las aguas de lluvias.

Las consecuencias de este fenómeno de eutrofización son variables: desde el deterioro de las condiciones estéticas del lago, malos olores, pérdida del valor de los terrenos aledaños, mortalidad de peces y plantas, deterioro de la salud, aumentos en la morbilidad, hasta la reducción en la calidad de vida de los pobladores que habitan en las zonas circundantes de la bahía interior.

Descripción de las alternativas técnicas para el tratamiento de aguas servidas en la ciudad de Puno

Antecedentes

Mediante Ley 27814 y Decreto Supremo 007-2002-MINCETUR de fecha 2 de octubre de 2002 se crea la Comisión Técnica Multisectorial, órgano encargado de promover el Plan de Recuperación Ambiental de la Bahía Interior de Puno, siendo uno de sus principales objetivos analizar y evaluar la viabilidad de soluciones técnicas orientadas a la descontaminación de la bahía, proponiendo alternativas y soluciones al proceso de deterioro de la misma. En esta línea, la comisión se encarga de realizar cinco consultorías dentro de su agenda de trabajo. De los cinco estudios uno de ellos describe de manera minuciosa las tres alternativas técnicas que existen en la actualidad para el tratamiento de aguas servidas en la ciudad de Puno:

- Primera alternativa: ampliación de la planta de tratamiento "El Espinar".
- Segunda alternativa: bombeo de aguas servidas a la zona de Cancharani.
- Tercera alternativa: zanja de oxidación.

Tabla 1

Ventajas y desventajas de las alternativas técnicas para el tratamiento de aguas servidas

Alternativas	Ventajas	Desventajas
Alternativa I	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza las instalaciones existentes. • Flexibilidad en la operación y mantenimiento del sistema a bajo costo. • Sus condiciones financieras (financiamiento y donación aprobados y en ejecución), implican aumentos tarifarios moderados. • Menor consumo de energía eléctrica. • Puede absorber cambios bruscos de cargas hidráulicas y orgánicas. • Elevada estabilización de la materia orgánica. • Efluente de alta calidad con excelente reducción de microorganismos patógenos. • El área para los lechos de secado es mucho menor en razón del drenaje constante de lodos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado costo de inversión inicial. • El empleo de sedimentadores, digestores y acondicionador de lodos conlleva la necesidad de disponer de personal capacitado. • Requiere extensas áreas de ampliación en zonas inundables cercanas a la zona poblada, disminuyendo áreas habitables. • Restringe el uso de zonas de recreación.
Alternativa II	<ul style="list-style-type: none"> • Mitigación de riesgos de contaminación de la bahía interior. • Simplicidad en la operación del nuevo sistema. • Permite utilización de tierras para su forestación. • Áreas adyacentes a la Isla Espinar podrían favorecer el turismo. • Elimina las descargas de los efluentes hacia el lago interior: beneficio ecológico. • Permite darle otro uso a las áreas inundables de la bahía, con planteamientos de desarrollo ecológico y turístico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado costo de operación y mantenimiento. • Requiere mantenimiento especializado y repuestos costosos. • Elevado consumo de energía eléctrica. • Carece de financiamiento, por lo que su ejecución conllevaría incrementos en las tarifas que acumularían un 382% entre 2006 y 2010. Incrementos de tal magnitud son poco factibles en todo sentido. Las posibilidades de justificarlos de manera exitosa ante el ente regulador son reducidas. • Vulnerable a cortes de energía, por el uso permanente de equipos de bombeo • Debido a la longitud considerable de la línea de impulsión, el tiempo de llegada del desagüe crudo a la planta es alto. • Requiere equipos de bombeo de fabricación especial.
Alternativa III	<ul style="list-style-type: none"> • Alta eficiencia en remoción de nitrógeno. • Requiere un área limitada (aproximadamente 10 hectáreas de extensión). • Eliminación de fósforo con el uso de sustancias químicas mediante procesos de operación simple. • Facilidad en operación y mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta el mayor costo de inversión inicial. • Debido al elevado costo de inversión inicial, no contar con financiamiento genera que para su ejecución sea necesario realizar incrementos en las tarifas que acumularían un 600% entre 2005 y 2010. Incrementos de tal magnitud son poco factibles en todo sentido y las posibilidades de justificarlos de manera exitosa ante el ente regulador son muy reducidas. • Alta generación de lodos.

Fuente: Viceministerio de Construcción y Saneamiento (2004).

«Es importante resaltar que una vez concretadas las inversiones, los costos de operación y de mantenimiento en la fase de postinversión corren a cuenta de EMSAPUNO. Algunos cálculos dan cuenta que estos bordearían la suma de US\$ 730.000 anuales en el caso de las alternativas 1 y 3, y de US\$ 3'280.000 anuales en el caso de la alternativa 2»

En este contexto, tomando como referencia básica el estudio elaborado por la Dirección Nacional de Saneamiento del Viceministerio de Construcción y Saneamiento en marzo de 2004, se describe en la tabla 1 las ventajas y desventajas de las tres alternativas:

Hay una gran variación en las características de las tres alternativas técnicas para el tratamiento de aguas servidas. Las diferencias entre ellas se relacionan fundamentalmente con la ubicación geográfica, los costos de operación y de mantenimiento y aspectos técnicos. Es importante resaltar que una vez concretadas las inversiones, los costos de operación y mantenimiento en la fase de postinversión corren a cuenta de EMSAPUNO. Algunos cálculos dan cuenta que estos bordearían la suma de US\$ 730.000 anuales en el caso de las alternativas 1 y 3, y de US\$ 3'280.000 anuales en el caso de la alternativa 2³. Actualmente, con los ingresos percibidos por la empresa, no sería posible cubrir estos costos, por lo que se tendría que incrementar la tarifa por los servicios de agua potable y alcantarillado con la finalidad de dar sostenibilidad a las inversiones.

Revisión de literatura nacional e internacional

En la literatura económica existe una gran variedad de estudios empíricos sobre valoración de bienes y

servicios ambientales, referidos principalmente a la identificación y estimación en términos monetarios de los beneficios y daños derivados del uso de recursos naturales.

Galarza y Gómez (2002) estiman un aproximado del valor económico del área verde del valle del río Lurín en la zona de Pachacamac; mediante el método de valoración contingente revelan que el área verde de Pachacamac tiene un valor aproximado de US\$ 475.194 anuales. Con esta cifra llevada a perpetuidad, se obtiene un valor de conservación del área verde de US\$ 5.279.931. Este resultado ayuda a conocer más a fondo el tema de conservación de los recursos naturales y servicios ambientales. Cualquier política de expansión urbana debería tomar en cuenta el anterior resultado y hacer una elección de manera que maximice el bienestar social.

González (2001) estima el valor económico que la población le asigna al ecosistema del manglar de San Pedro-Sechura. Por otro lado, determina costos y beneficios económicos de la alternativa de declarar el área del manglar un Área Natural Protegida de desarrollo turístico y de recreación frente a la alternativa de desarrollo de la actividad acuícola. El autor llega a la conclusión de que el ecosistema del manglar genera grandes beneficios netos como Área Natural Protegida, determinándose una elevada rentabilidad económica, social y ambiental, en relación al uso alternativo de desarrollo de la actividad acuícola.

Sanhueza (2003) identifica los beneficios del Plan de Saneamiento de Aguas Servidas de la Cuenca Maipo-Mapocho, en Chile. Del trabajo queda claro que el enfoque del VET como herramienta sirve para demostrar la existencia de valores económicos en elementos del medio ambiente y permitió, en este caso, identificar los beneficios del Plan de Saneamiento, tomando en cuenta los valores de uso directo, valores de uso indirecto, valores de opción y cuasi opción para identificar el valor de uso y, por otro lado, los valores de legado y de existencia para identificar los valores de no uso, para finalmente identificar el valor económico total que resume los beneficios del plan de saneamiento.

Mendieta, et.al. (2002) estiman la disponibilidad a pagar de los habitantes del área metropolitana de Pereira y Dos Quebradas (Colombia) por el tratamiento primario de sus aguas residuales. Se encuentra evidencia empírica que demuestra que los habitantes están dispuestos a pagar por el tratamiento de aguas residuales y, por ende, a financiar este tipo de proyectos, pues los problemas de saneamiento afectan directamente su bienestar.

3/ Los costos de operación y de mantenimiento ilustrados corresponden a los estimados por el Viceministerio de Construcción y Saneamiento en el año 2004, en el estudio de consultoría: "Análisis de las soluciones técnicas viables y la propuesta de la mejor alternativa para el tratamiento y disposición final de las aguas residuales en la ciudad de Puno".



En el presente trabajo de investigación se utilizará el formato referéndum. Se realiza una pregunta por un valor predeterminado de la disponibilidad a pagar con respuestas discretas (SÍ/NO).

Bermúdez (1997) hace la valoración económica del cambio en la calidad del agua generada por la construcción de una planta de tratamiento primario y secundario para el río El Salitre, en Colombia. A partir de las estimaciones calcula la contribución al bienestar total de los habitantes de la zona por la reducción de la contaminación del agua del río. Se encuentra que a mayor nivel de calidad ambiental, la disponibilidad a pagar de los hogares es mayor, lo que indica que las personas perciben los problemas ambientales y saben que estos los pueden impactar negativamente.

Marco teórico

Método referéndum

Según Mitchell y Carson (1988), para aplicar el método de valoración contingente debe inicialmente decidirse la forma de la entrevista (personal, por teléfono, por correo, etc.). Lo que más se aplica en estudios empíricos es la entrevista personal.

En el presente trabajo de investigación se utilizará el formato referéndum⁴. Esta técnica hace referencia específicamente a la forma en la que se plantea el mercado hipotético. Se realiza una pregunta por un valor predeterminado de la disponibilidad a pagar con respuestas discretas (SÍ/NO). Una vez seleccionada la muestra representativa de la población, se subdividen en grupos igualmente representativos y se les hace la pregunta mencionada a cada uno de ellos con una cantidad diferente. De las respuestas obtenidas se puede extraer mediante transformaciones logit o probit, la estimación de la disponibilidad

a pagar de la población por el cambio analizado (Ardila 1992).

La característica principal del formato referéndum es que se deja al individuo solamente con el problema de decidir si está dispuesto a pagar o no una suma determinada por acceder a los beneficios del proyecto ambiental que se ofrece. En este evento, todas las posibles posturas o propuestas del encuestador se distribuyen aleatoriamente entre los encuestados.

A partir de las recomendaciones del Panel NOAA (1993)⁵, el formato referéndum es el más utilizado para la elaboración de estudios de valoración contingente. El método referéndum está basado en un marco conceptual microeconómico que toma como implícitos los supuestos del modelo de competencia perfecta como es un individuo con comportamiento racional que maximiza su bienestar sujeto a una restricción presupuestaria y que ordena sus preferencias, lo que supone también una perfecta información sobre el mercado. El planteamiento teórico para la aplicación del método referéndum en los estudios de valoración contingente es el siguiente:

Método de Valoración Contingente

El Método de Valoración Contingente (MVC) trata de construir un mercado hipotético de los individuos o usuarios de un proyecto a partir de preguntas sobre su DAP por mejoras ambientales, estéticos y/o por mejoras en la salud. La idea es cuantificar la DAP promedio como una aproximación del bienestar que refleja las preferencias del usuario, luego agregar este resultado a la totalidad de beneficiarios del proyecto.

4/ El formato referéndum vence la dificultad del sesgo de las respuestas cero típico cuando se aplica el formato abierto y el problema del sesgo del punto de partida típico del formato subasta.

5/ La conformación del Panel NOAA (1993) surge con la finalidad de dimensionar económicamente el daño causado sobre el medio ambiente el derrame de petróleo en el mar frente a las costas de Alaska, causado por el transportador de petróleo Exxon Valdez en 1989. Este Panel estuvo integrado por un equipo de notables economistas a quienes se les asignó la tarea de perfeccionar una metodología para valorar económicamente los daños ambientales causados por el derrame. Del trabajo de ese grupo surgió un importante compendio de recomendaciones que han servido desde entonces como guía para llevar a cabo estudios de valoración ambiental, utilizando el Método de Valoración Contingente, Arrow et. al. (1993).

«La descontaminación de la bahía interior del lago Titicaca (18,11%) y las obras destinadas a mejorar la salud (15,08%) son las más importantes para el mejoramiento de la ciudad»

Resultados

Estadísticas descriptivas

Datos de identificación

Se entrevistó a un total de 390 hogares, de los cuales 130 corresponden a cada zona identificada: centro, sur y norte. De las viviendas entrevistadas, el 1% de ellas están cercanas a la planta de tratamiento y en su mayoría son viviendas precarias. El 84% de viviendas están a más de 10 cuadras de la planta de tratamiento, el 9% entre 5 y 10 cuadras y solo el 6% entre 1 y 5 cuadras, estos resultados nos muestran que la encuesta fue aplicada a toda la ciudad de Puno, es decir, a los habitantes que viven más cerca y más lejos de la bahía interior del lago Titicaca.

Problemas de saneamiento

Las preguntas de esta parte de la encuesta están encaminadas a conocer la problemática de saneamiento ambiental que afecta a las viviendas seleccionadas.

Foto CIES



La preocupación por cuidar el medio ambiente para las generaciones futuras se evidencia en la gran mayoría de encuestados (99,49%).

La relevancia radica en que se determina la importancia que le dan los habitantes de la ciudad a la problemática ambiental y en qué medida son afectados. Para analizar estos resultados se construye variables que dan una ponderación a los resultados y que totalizan las respuestas de los encuestados. De esta manera, los problemas que sumen más son los más importantes para los encuestados.

La descontaminación de la bahía interior del lago Titicaca (18,11%) y las obras destinadas a mejorar la salud (15,08%) son las más importantes para el mejoramiento de la ciudad. Muy cerca se encuentran los referidos a agua potable (14,42%), educación (14,37%), pavimentación de vías (14,24%) y alcantarillado (13,12%); las obras de recreación tienen muy poca importancia (9,53%).

El principal problema derivado del colapso de la planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS) "El Espinar" es la presencia de malos olores (16,75%) y el problema de contaminación ambiental (15,19%) de la bahía interior del lago Titicaca.

La preocupación por cuidar el medio ambiente para las generaciones futuras se evidencia en la gran mayoría de encuestados (99,49%). Por su parte, el 38,21% considera que los problemas de desempleo y de inseguridad deben ser solucionados antes que la contaminación ambiental, mientras que el 57,95% considera lo contrario. El 85,90% de los encuestados cree que los que contaminan deben pagar y el 77,44% considera que todos los puneños deben pagar para descontaminar el medio ambiente.

Por último, para determinar la prioridad entre elegir un proyecto para descontaminar la bahía interior del lago Titicaca y la construcción de un mirador turístico, existe una amplia mayoría de encuestados (96%) que prefiere la descontaminación de la bahía interior sobre la obra del mirador turístico.

«El principal problema derivado del colapso de la planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS) "El Espinar" es la presencia de malos olores (16,75%) y el problema de contaminación ambiental (15,19%) de la bahía interior del lago Titicaca»

Disposición a pagar

La pregunta de disponibilidad a pagar es la variable dependiente del Modelo de Valoración Contingente. En el análisis de la DAP para el tratamiento de aguas servidas se tiene que el 42,82% de los entrevistados no están dispuestos a pagar por este proyecto. El principal motivo es la no disponibilidad de recursos económicos (28,14%) y que no se confía en el uso adecuado de los fondos (25,15%).

Características socioeconómicas

Como se puede apreciar en la tabla 2, el 50,77% de los entrevistados son hombres y el 49,23% son mujeres. El 67,95% de hogares tienen hijos menores de 18 años: este mismo comportamiento se observa en las tres zonas analizadas. El rango de edades ligeramente predominante es entre 26 y 35 años (26,92%) y el nivel de educación predominante es superior universitaria completa (38,72%).

Tabla 2

Características socioeconómicas de los encuestados

Concepto	Detalle	Resultado			
		Zona sur	Zona centro	Zona norte	Total
Sexo	Masculino	52,31%	46,92%	53,08%	50,77%
	Femenino	47,69%	53,08%	46,92%	49,23%
Nro. de hijos menores de 18 años que viven en el hogar	Sí	65,38%	72,31%	66,15%	67,95%
	No	34,62%	27,69%	33,85%	32,05%
Edad	Entre 17 y 25 años	14,62%	26,15%	22,31%	21,03%
	Entre 26 y 35 años	30,77%	24,62%	25,38%	26,92%
	Entre 36 y 45 años	30,00%	23,08%	26,92%	26,67%
	Entre 46 y 55 años	16,15%	12,31%	14,62%	14,36%
	Entre 56 y más	8,46%	13,85%	10,77%	11,03%
Nivel de educación	Primaria completa	4,62%	7,69%	5,38%	5,90%
	Secundaria completa	16,15%	21,54%	23,08%	20,26%
	Superior técnica completa	35,38%	33,08%	26,15%	31,54%
	Superior universitaria completa	40,77%	32,31%	43,08%	38,72%
	Postgrado completa	3,08%	5,38%	2,31%	3,59%
Ingreso familiar mensual	Menos de 300 Nuevos Soles	11,54%	19,23%	9,23%	13,33%
	Entre 301 y 500 Nuevos Soles	18,46%	18,46%	20,00%	18,97%
	Entre 501 y 700 Nuevos Soles	16,92%	16,92%	23,85%	19,23%
	Entre 701 y 1.000 Nuevos Soles	31,54%	20,00%	20,00%	23,85%
	Entre 1.001 y 1.500 Nuevos Soles	18,46%	16,92%	19,23%	18,21%
	Entre 1.501 y 3.000 Nuevos Soles	2,31%	7,69%	6,15%	5,38%
	Entre 3.001 y 5.000 Nuevos Soles	0,77%	0,77%	1,54%	1,03%
	Más de 5.001 Nuevos Soles	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Fuente: Elaboración propia en base a encuestas.

El nivel de ingreso familiar mensual predominante es entre 701 y 1.000 Nuevos Soles mensuales. En cuanto a la condición socioeconómica de los encuestados, según la clasificación de zonas, se puede observar que se sigue la misma tendencia del análisis general.

Resultados del Modelo de Valoración Contingente

La estimación de la disponibilidad a pagar se realiza mediante un proceso de análisis de varias regresiones econométricas mediante un modelo logit⁶. En las regresiones la disponibilidad a pagar (1=sí, 0=no) siempre es la variable dependiente y el precio a pagar siempre es una de las variables independientes.

Los resultados de las regresiones para el cálculo de la disponibilidad a pagar se presenta en la tabla 3. En ella se presenta las variables utilizadas en la estimación, los coeficientes de cada variable y su respectivo t-estadístico. De las cuatro regresiones presentadas se seleccionó el modelo logit 1 que se especifica con las siguientes variables: precio hipotético a pagar, ingreso total mensual, nivel educativo, percepción de la contaminación del lago Titicaca y la distancia de la planta de tratamiento de aguas servidas a la vivienda del entrevistado. La disponibilidad a pagar por vivienda es de S/. 4,21 mensuales. Los resultados del modelo logit 1 muestran que los signos de los coeficientes que acompañan a las variables son los esperados y se mantienen en los cuatro modelos, hay un buen ajuste (25,09%) en términos del Pseudo

«En el análisis de la DAP para el tratamiento de aguas servidas, se tiene que el 42,82% de los entrevistados no están dispuestos a pagar por este proyecto. El principal motivo es la no disponibilidad de recursos económicos (28,14%) y que no se confía en el uso adecuado de los fondos (25,15%)»

R-cuadrado o Índice de Cociente de Verosimilitudes (ICV). El modelo predice correctamente (77,69%) según el porcentaje de predicción, hay buena dependencia en el modelo en términos del estadístico de Cociente de Verosimilitudes (LR), el estadístico Chi-cuadrado es 133,64, el valor crítico de una chi-cuadrado al 5% de significancia con 9 grados de libertad es 16,92, por lo que se rechaza la hipótesis conjunta de que los coeficientes de todas las variables explicativas sean todos cero.

El coeficiente de la variable PREC, como se esperaba, es negativo. Esto indica que a mayor precio o postura ofrecida para que se desarrolle el proyecto, la probabilidad de obtener una respuesta positiva de parte del encuestado es menor. La variable ingreso (ING), por su parte, tiene signo positivo, lo que indica que a mayor nivel de ingreso del encuestado, la probabilidad de obtener una respuesta positiva de parte del encuestado es mayor. Tener un nivel de educación (EDU) cada vez mayor aumenta la probabilidad de responder positivamente a la pregunta de disponibilidad a pagar por el tratamiento de aguas servidas, lo que corrobora lo esperado *a priori*, es decir, mientras los jefes de hogar tienen mayor nivel educativo son más conscientes de la problemática ambiental y, por ende, estarán dispuestos a sacrificar parte de sus ingresos en un proyecto de descontaminación de la bahía interior del lago Titicaca.

Por otro lado, la variable percepción de la contaminación de la bahía interior del Titicaca (CONT) tiene signo positivo, lo que confirma que a mayor percepción del grado de contaminación de la bahía interior, mayor es la probabilidad de responder positivamente a la pregunta de disponibilidad de pago por el tratamiento de aguas servidas. La importancia de esta variable se debe fundamentalmente a que existe conciencia y conocimiento del daño que se está causando a la bahía interior por el colapso de la actual planta de tratamiento. La variable distancia

Foto CIES



El 42,82% de los entrevistados no están dispuestos a pagar por este proyecto.

6/ En una primera fase los datos se analizaron mediante modelos logit y probit. El mejor ajuste se obtuvo con modelos logit, por lo que finalmente se decidió trabajar solamente con este tipo de modelos.

Tabla 3

Resumen de resultados de la disponibilidad a pagar

Variables	Coeficientes de las variables y nivel de significancia			
	Logit 1	Logit 2	Logit 3	Logit 4
Constante	1,60167330 (1,318)	1,77565388 (1,482)	1,18656626 (1,056)	-1,61339610 (-2,997)*
PREC	-0,49218090 (-6,181)*	-0,48684674 (-6,220)*	-0,48946356 (-6,278)*	-0,47917868 (-6,267)*
ING	0,51617779 (4,919)*	0,49883110 (4,832)*	0,48478002 (4,753)*	0,46162945 (4,605)*
EDU	0,43671846 (2,774)*	0,44186550 (2,865)*	0,49436992 (3,297)*	0,55001462 (3,699)*
CONT	0,65594146 (2,375)*	0,67680685 (2,476)*	0,62792055 (2,322)*	0,84858328 (3,265)*
DIST	-0,69270097 (-2,737)*	-0,70216285 (-2,849)*	-0,67945269 (-2,795)*	
ENF	0,29410073 (1,008)			
GEN	-0,06547728 (-0,252)			
HIJO	0,14775757 (0,539)			
EDAD	-0,16263826 (-1,516)	-0,15489857 (-1,510)		
Función de verosimilitud logarítmica	-199,4693	-200,1965	-201,3433	-205,8092
Función de verosimilitud logarítmica restringida	-266,2930	-266,2930	-266,2930	-266,2930
Pseudo R-cuadrado	0,25094	0,24821	0,24390	0,22713
Porcentaje de Predicción	77,692%	75,897%	76,667%	73,846%
LR (Cociente de Verosimilitudes)	133,6472	132,1928	129,8993	120,9676
DAP Media	4,21457812	4,23135205	4,22430101	4,21979997

Los números entre paréntesis son los t-estadísticos; * indica significancia a un nivel de 5%.

Fuente: elaboración propia en base a resultados del Software limped.



Para la ciudad de Puno el colapso de la actual planta de tratamiento de aguas servidas se ha convertido en un problema ambiental que requiere pronta solución.

(DIST) tiene signo negativo, lo que indica que a mayor distancia de la planta de tratamiento de aguas servidas a la vivienda del entrevistado, la probabilidad de respuesta es menor. Esto se debe a que los hogares más conscientes son aquellos que están ubicados geográficamente más cerca de la actual planta de tratamiento de aguas servidas y son justamente los que perciben a diario las consecuencias de la problemática ambiental.

Por otro lado, es necesario precisar que los valores de los estadísticos "t" del modelo analizado en su mayoría son altamente significativos estadísticamente, es decir, son superiores a dos, lo que implica que la probabilidad de que los coeficientes verdaderos sean diferentes de cero es al menos del 95% e, incluso, del 100% en el caso de las variables PREC e ING.

Existen variables representativas aunque con menores valores de los estadísticos "t". En este sentido merece destacarse las siguientes variables: el coeficiente de la variable ENF que representa la presencia de enfermedades gastrointestinales, parasitarias o dermatológicas al interior del hogar tiene signo positivo, lo que indica que el padecimiento de estas enfermedades tiene relación directa con la probabilidad de pago por el tratamiento de aguas

7/ La jurisdicción de EMSAPUNO abarca las localidades de Puno, Ilave, Juli y Desaguadero. Los usuarios activos en toda la jurisdicción al 31/12/2006 fue de 28.095 usuarios activos. De estos, los usuarios en la categoría doméstico representan el 93,93%, los de tipo comercial 5,35%, los de tipo industrial solo el 0,02% y, finalmente, los usuarios de tipo estatal el 0,70%.

servidas. Por su parte, el coeficiente de la variable género (GEN) resultó con signo negativo, lo que refleja que las mujeres están más dispuestas a pagar por el tratamiento de aguas servidas. El coeficiente de la variable que establece la existencia de hijos menores de 18 años que viven en el hogar (HIJO) resultó con signo positivo, lo que indica que la presencia de hijos menores en el hogar aumenta la probabilidad de pago por el tratamiento de aguas servidas. La edad (EDAD) guarda una relación negativa con la variable dependiente, lo que explica que a mayor edad, menor es la opción de disfrutar los beneficios del proyecto.

En vista de que la disponibilidad a pagar media no varía significativamente entre las zonas estudiadas, se optó por trabajar con la DAP, que es de S/. 4,21 mensuales, para encontrar el potencial recaudo. Esta cifra se multiplica por la totalidad de usuarios activos por categoría en la localidad de Puno: al 31 de diciembre de 2006 se tienen 22.167 usuarios⁷. Si se toma como referencia esta cifra, se tendría un potencial recaudo mensual de S/.93.323,07.

Conclusiones

Para la ciudad de Puno el colapso de la actual planta de tratamiento de aguas servidas se ha convertido en un problema ambiental que requiere pronta solución. En la actualidad, gran parte de las descargas de aguas servidas se vierten a la bahía interior del lago Titicaca, lo que genera contaminación.

Los resultados de las encuestas revelan que el 57,18% de la población está dispuesta a pagar (DAP) mensualmente por familia S/. 4,21 para viabilizar e impulsar la construcción y puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas servidas. Este monto indica el valor que la población puneña asigna al beneficio que el proyecto le generaría.

Para el cálculo de la DAP se utilizó un modelo logit, según el cual las variables que inciden en esta

«Los resultados de las encuestas revelan que el 57,18% de la población está dispuesta a pagar (DAP) mensualmente por familia S/. 4,21 para viabilizar e impulsar la construcción y puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas servidas»

decisión son el precio hipotético a pagar (PREC), el ingreso (ING), la educación (EDU), la percepción de malos olores (CONT), la distancia (DIST), el padecimiento de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dermatológicas (ENF), el género (GEN), el número de hijos menores de 18 años que viven en el hogar (HIJO) y la edad del jefe de familia (EDAD). Existe una relación lógica entre la variable dependiente y las variables independientes.

El potencial recaudo mensual estimado a partir de la DAP es de S/.93.323,07 mensuales, con base a estos resultados. La Municipalidad Provincial de Puno y EMSAPUNO S.A. pueden tomar decisiones sobre la viabilidad financiera de cualquiera de las alternativas técnicas existentes para el tratamiento de aguas servidas.

Recomendaciones

Definitivamente la construcción y puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas servidas implicará hacer frente a los costos de operación y de mantenimiento. Esta función correspondería a EMSAPUNO, sin embargo, en la actualidad, con los ingresos que recauda por los servicios de agua potable y alcantarillado, esta empresa no podría asumir esta carga adicional. Para garantizar la sostenibilidad de las inversiones necesariamente se tendría que optar por un incremento tarifario, que constituiría el aporte monetario de la población. En este contexto, es importante tener en cuenta que debido al tamaño muestral, el valor de la DAP encontrado en el presente estudio deber ser tomado con mucha cautela al momento de implementar políticas de incremento tarifario, por lo que se recomienda previamente concientizar a la población sobre la problemática ambiental de la ciudad.

Sin embargo, según los resultados del presente trabajo, se podría proponer un incremento tarifario para los usuarios del servicio de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Puno. Esta política implicaría aumentar las tarifas en un 45% a los usuarios sujetos a micromedición y en 23% a los usuarios no sujetos a ella. En esta línea, se recomienda aplicar una política de incremento tarifario escalonado. Estos recursos adicionales que se lograría captar se deberían destinar exclusivamente al financiamiento de los costos de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas servidas.

El comité de gestión ambiental para la descontaminación de la bahía interior del lago Titicaca recientemente conformado, integrado por la Muni-

cipalidad Provincial de Puno, el Gobierno Regional, EMSAPUNO, instituciones sectoriales y organizaciones sociales de base, tiene la tarea de emprender un trabajo técnico y recomendar en el corto plazo la alternativa más viable de localización de la planta de tratamiento de aguas servidas. Al respecto, se recomienda revisar minuciosamente los estudios a nivel de consultoría que obran en la Dirección Nacional de Saneamiento del Viceministerio de Construcción y Saneamiento y evaluar las diferentes viabilidades (técnica, económica-financiera, social, ambiental y política) de las alternativas que actualmente existen para descontaminar la bahía interior del lago Titicaca. En esta línea, los resultados de la presente investigación podría ayudar a determinar la viabilidad financiera de la construcción y puesta en marcha del sistema de tratamiento de aguas servidas.

Finalmente, se recomienda que las instituciones que tienen mandato para hacer cumplir las leyes en materia ambiental establezcan estrategias y definan políticas de regulación ambiental. En esta línea, es necesario establecer políticas para detener la contaminación de la bahía interior del lago Titicaca; estas políticas de regulación ambiental podrían en un primer momento ser del tipo comando y control, es decir, podrían establecer mecanismos para parar la contaminación estableciendo multas y sanciones a quienes contaminan la bahía interior, y en una segunda instancia se podría establecer incentivos económicos. El diseño de este tipo de estrategias para parar la contaminación de la bahía interior del lago Titicaca correspondería a la Gerencia de Recursos Naturales y Medioambiente del Gobierno Regional de Puno con el apoyo técnico de la Comisión Nacional del Ambiente (Conam).



Foto CIES

Esta política implicaría aumentar las tarifas en un 45% a los usuarios sujetos a micromedición y en 23% a los usuarios no sujetos a ella.