



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

**“Valoración económica del agua para uso industrial en
Texcoco, México”**

TESIS

Que como requisito parcial

Para obtener el grado de Doctor en Ciencias en Economía Agrícola



**DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

PRESENTA:

MARTIN GELACIO CASTILLO CALIPA

Chapingo, Estado de México, Diciembre de 2012.

La presente tesis titulada "**Valoración económica del agua para uso industrial en Texcoco, Estado de México**" fue realizada por el C. Martín Gelacio Castillo Calipa, bajo la dirección del Dr. José Antonio Ávila Dorantes y ha sido aprobada por el Jurado Examinador, como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

Presidente:



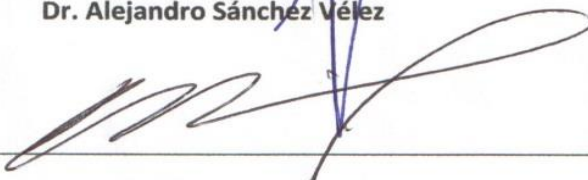
Dr. José Antonio Ávila Dorantes

Secretario:



Dr. Alejandro Sánchez Vélez

Vocal:



Dr. Ignacio Caamal Cauich

**Lector
externo:**



Dr. Andrés Rodríguez Ríos

Chapingo, México. Diciembre de 2012.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por permitirme vivir y, entre muchas otras cosas por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado para poder realizar mis estudios de posgrado y la presente investigación.

A mi *Alma Mater*, la Universidad Autónoma Chapingo, por haberme permitido realizar mis estudios de doctorado.

Al Dr. José Antonio Ávila Dorantes por su dirección y apoyo durante el desarrollo de esta tesis.

Al comité y jurado examinador: Dr. Alejandro A. Sánchez Vélez, Dr. Ignacio Caamal Cauich, Dr. Andrés Rodríguez Ríos por sus valiosas aportaciones durante la revisión de esta tesis y sus contribuciones para la mejora de la misma.

A mis maestros, por la educación de calidad que me brindaron estos años, por formarme en el área de economía y hacer de mi un profesionista más capaz y comprometido con el crecimiento económico y social de nuestro país.

DEDICATORIA

A mis hijos Derian, Erin e Irán, en quienes me inspiro a diario para seguir adelante.

A quien me formó como persona desde que me dio la vida: MI MAMÁ.

A mis hermanos: Héctor, Inés, Dora, Lelo, María, Ángel, Chela, Violeta, Queta, Ana y Lupe, quienes me han apoyado en todo momento y han sido mi ejemplo.

A mis sobrinos y sobrinas, los quiero mucho.

A mis amigos que han formado parte de mi vida en diferentes etapas.

A mis maestros de quienes aprendí no solo la parte académica sino también la parte humana; quiero destacar a dos de ellos: Rosario y Thyrsó, gracias por haberme encaminado a este logro.

DATOS BIOGRÁFICOS

Martin Gelacio Castillo Calipa nació en el municipio de Tezonapa el 30 de Enero de 1977 en el estado de Veracruz. Realizó sus estudios de educación básica en la comunidad de Ixtacapa el Chico y llevó a cabo sus estudios superiores y de posgrado en la Universidad Autónoma Chapingo. Es Ing. Agrónomo Especialista en Economía Agrícola y Maestro en Ciencias en Economía del Desarrollo Rural. Se ha desempeñado laboralmente en diversas empresas de orden privado y de gobierno. Actualmente es consultor independiente y ha gestionado diferentes proyectos en beneficio de la gente más necesitada.

Índice de contenido

	Página
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Justificación	9
1.2. Antecedentes	10
1.3. Planteamiento del problema	11
Objetivos	19
Hipótesis.....	20
Limitaciones de la investigación.....	21
CAPÍTULO I. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	29
2.1. Economía ambiental y economía de los recursos naturales.....	29
2.1. Valor económico del medio ambiente	29
2.3. Clasificación del valor económico de los bienes ambientales	30
2.4. Medición del valor económico de los bienes ambientales	32
2.5. Compensación en términos de bienestar económico.....	33
2.6. Variación compensatoria y variación equivalente	34
2.7. Externalidades	39
2.8. No exclusión y los comunes	39
2.9. Valoración de bienes sin mercado	40
CAPÍTULO III. LA APLICACIÓN DE LA VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES	58
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA.....	66
4.1. Diseño muestral	66
4.2. Diseño de la encuesta	67
4.3. Análisis de la pregunta de valoración contingente	67
4.4. Especificación del modelo econométrico	70
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	72
5.1. Características de las industrias	72
5.2. Abastecimiento y uso del agua	73
5.3. Disponibilidad a pagar	76
5.4. Estimación de la DAP.....	77

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
Bibliografía consultada	89
Anexos	91

Índice de cuadros

	Página
Cuadro 1. Tamaño de las cuencas superficiales que comprende el acuífero Texcoco.....	25
Cuadro 2. Población de los municipios pertenecientes al acuífero Texcoco.....	26
Cuadro 3. Extracciones de agua subterránea por municipio y tipo de uso.....	27
Cuadro 4. Formas funcionales y medidas de bienestar.....	55
Cuadro 5. Escala de las variables incluidas en el modelo empírico.....	71

Índice de figuras

	Página
Figura 1. Ubicación del Municipio de Texcoco.....	22
Figura 2. Maximización de la utilidad sujeto a la restricción del ingreso	36
Figura 3. Variación compensatoria y variación equivalente	36
Figura 4. Excedente compensatorio y excedente equivalente	37
Figura 5. Excedente equivalente	38
Figura 6. Giro de las industrias.....	73
Figura 7. Uso del agua en la industria	74
Figura 8. Volumen de agua consumida por mes.....	75
Figura 9. Administración del fondo.....	77

Valoración económica del agua para uso industrial en Texcoco, México.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue estimar el valor económico del agua que dan los usuarios industriales en Texcoco, México. Se utilizó el método de Valoración Contingente. El modelo utilizado para la estimación de parámetros fue la regresión logística. Los resultados fueron: 82% de los industriales señaló estar dispuesto a pagar por una mejora en la calidad y la cantidad de agua. El modelo estimado predijo el 88.4% de las observaciones correctamente y estuvo explicado por las variables: giro, ingreso promedio mensual de la empresa, años de operación, costo mensual por el consumo de agua, volumen consumido de agua y precio a pagar. El beneficio económico de la valoración del agua para uso industrial fue \$271 pesos mensuales en promedio. Si se contempla a todas las industrias el beneficio económico de la valoración del agua será de \$1'437,384 anuales.

Palabras clave: Valoración contingente, valor económico, usuarios industriales, regresión logística.

Economic Valuation of water to industrial use in Texcoco, México.

ABSTRACT

The aim of the study was to estimate the economic value of water that industrials in Texcoco, Mexico give to it. The contingent Valuation method was used. The logistic regression model was used for this research to estimate the parameters. The results were the following ones: 82% of the industrial reported that they are willing to pay for an improvement in quality and quantity of water. The estimated model predicted 88.4% of the observations correctly and it was explained by the variables: rotation, average monthly income of the company, years of operation, monthly cost for water consumption, water consumption volume and price to pay. The economic benefit of valuing water for industrial use is on average \$271 pesos per month. If it is considered all industries the economic benefit of water valuation is \$1'437, 384 pesos a year.

Key words: Contingent assessment, economic value, industrial users, logistic regression.

INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

La investigación es de relevancia para la región, pues con este trabajo se determinará una aproximación del precio que deberían pagar los usuarios industriales de agua en el municipio de Texcoco, para compensar a los dueños de los bosques que se encuentran en la parte alta de la cuenca, con el propósito de realizar acciones de mantenimiento y conservación que conlleven a garantizar la capacidad de recarga del acuífero, a reducir la carga de sedimentos en la partes bajas de la cuenca, a la conservación de los cuerpos de agua como manantiales y bordos, y a la reducción de los riesgos por inundaciones. Asimismo, el estudio permitirá conocer una aproximación del precio al que los usuarios industriales del municipio estarían dispuestos a dejar de usar el agua que destinan a sus actividades productivas.

Un aporte importante de este trabajo es el valor teórico, ya que mediante el manejo de la metodología de valoración contingente, que es utilizada para valorar bienes sin mercado, puede servir como referencia en otros estudios de investigación, para determinar la disponibilidad a pagar por parte de los diferentes usuarios de agua en el municipio y en diferentes regiones, como son: el sector servicios, uso doméstico, los agricultores y los ganaderos.

La investigación tendrá un uso práctico, ya que la información puede ser utilizada para conocer el monto que estarían dispuestos a pagar los diferentes usuarios del agua y retribuir a los propietarios de los bosques para que se hagan obras de conservación y mantenimiento.

Finalmente, el trabajo de investigación tienen relevancia social, pues una vez determinado el precio aproximado que estarían dispuestos a pagar los usuarios industriales de agua (incorporado con las demás disponibilidades a pagar de los otros usuarios), dicha información puede servir como referencia para constituir un

fondo concurrente, el cual sirva para compensar a los propietarios de los bosques para que realicen obras de mantenimiento.

1.2. Antecedentes

En el contexto del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), se estima que el cambio climático va a intensificar la presión que en la actualidad se ejerce sobre los recursos hídricos, como consecuencia del crecimiento de la población, del desarrollo de las actividades económicas, las transformaciones en el uso del suelo y, en particular, los procesos de urbanización.

Con base en las estimaciones del IPCC (El Cambio Climático proyectado y sus impactos), las pérdidas de masa de los glaciares y las disminuciones de la cubierta de nieve de los últimos decenios se acelerarían durante el siglo XXI, ello reducirá la disponibilidad de agua y el potencial hidroeléctrico, lo cual alteraría la estacionalidad de los flujos en regiones abastecidas de agua de nieve de las principales cordilleras, en donde en la actualidad vive más de la sexta parte de la población del mundo.

Para el caso de México, el cambio climático traerá importantes consecuencias sobre la disponibilidad de los recursos hídricos. Se estima que habrá incrementos de la temperatura a nivel mundial de tres a cuatro grados centígrados, hacia finales del siglo XXI. Existen estudios como el del Cambio Climático proyectado y sus impactos, el cual fue realizado por el IPCC, que muestran que el país resultaría muy vulnerable a la modificación climática en especial en el norte y las zonas más pobladas. Los recursos hidrológicos más vulnerables serían los de la región central del país, así como los que se ubican en la Cuenca Lerma-Santiago.

Las actividades productivas que dependen del agua se verían afectadas al modificarse la distribución y la disponibilidad de la misma. Los asentamientos humanos estarían más expuestos en aquellos estados con alto crecimiento poblacional, con importante consumo de agua y en los que poseen altos niveles de incidencia de enfermedades infecciosas, principalmente la zona centro, que abarca los estados de Jalisco y México, así como el Golfo de México (Tabasco).

En México, los estudios sobre industria y agua son escasos; no obstante, dada la importancia del tema, urgen investigaciones que den cuenta de los problemas que se derivan del uso del agua por los establecimientos industriales, y en particular del daño ambiental a los cuerpos de agua aledaños a éstos. El daño ambiental que las manufacturas están generando en los cuerpos de agua en México es de una magnitud importante, y aun cuando se presenta en grado diferente en el país, resulta de especial importancia que la industria transforme su política respecto al cuidado de este recurso, en caso contrario no sólo seguirá dañando la calidad de vida de la población, sino que estará poniendo en riesgo la continuidad de sus propias actividades.

1.3. Planteamiento del problema

El agua es uno de los recursos naturales renovables más importantes que se vincula directamente con la calidad de vida de la población y es determinante para el funcionamiento del sistema económico.

En el siglo XX la población mundial se triplicó, mientras que las extracciones de agua se sextuplicaron. Esto aumenta el grado de presión sobre los recursos hídricos del mundo. Dentro de los países con mayor extracción de agua se encuentran: India, China, USA, Pakistán y Japón. México se encuentra en octavo lugar (FAO, 2007).

Los países con mayor grado de presión sobre los recursos hídricos son los países del medio oriente (Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, Libia, Qatar, Bahrein, entre otros); México se encuentra en el lugar 58 de 151 evaluados (CONAGUA 2008: Pág.94).

México atraviesa en la actualidad por una fase de escasez relativa de recursos hídricos, luego de haber transitado por una fase prolongada de disponibilidad de agua y otra más de sobreexplotación que aún se traslapa hoy con la escasez, acentuada por una progresiva contaminación de los cuerpos de agua, superficiales y subterráneos, que han derivado en un rezago y en algunos casos decline de la disponibilidad natural del agua. El grado de escasez varía entre regiones

dependiendo de su configuración hídrica, el desarrollo económico y su proceso de urbanización.

Con respecto a los acuíferos en México, a partir de la década de los setentas ha aumentado de manera importante el número de los sobreexplotados, en el año 1975 eran 32, 80 en el año 1985, y 101 en el 2008. De los sobreexplotados se extrae el 58% del agua subterránea para todos los usos.

Problemática del agua en la Zona Metropolitana del Valle de México

La escasez de agua es el resultado de un desequilibrio entre las necesidades hídricas derivadas del propio crecimiento económico y demográfico y las capacidades decrecientes de aumento de la oferta, determinadas por la naturaleza, la política pública y privada de sobreexplotación, y de las condiciones ineficientes de la distribución-principalmente debido a las fugas y a la falta de mantenimiento del sistema.

La relación positiva entre los recursos hídricos y el desarrollo económico ha comenzado a deteriorarse, al paso que se complica la disponibilidad y su oferta total; en ese tenor, los indicadores económicos y ambientales apuntan hacia el hecho de que el agua representa ya para ciertas regiones una restricción para diferentes aspectos del desarrollo económico.

Se observa una tendencia a aumentar el rezago en la contribución de los recursos hídricos al desarrollo económico que ha surgido de las formas de uso ineficiente, de una pobre dirección gubernamental, una productividad decreciente del recurso y crecientes costos ambientales y financieros derivados de la extracción, distribución, tratamiento y la existencia de estructuras tarifarias que no permiten una aproximación a la recuperación de los costos económicos, sociales y ambientales.

El sistema económico es el factor que determina la extracción de agua hasta que el sistema natural muestre sus límites y amenaza con desestabilizar esta

situación, lo que pone en riesgo la continuidad del sistema económico y urbano más importante del país.

La política hidráulica en la Cuenca del Valle de México ha estado basada en la sobreexplotación del recurso para cubrir la demanda creciente de agua que exige su crecimiento económico y poblacional; las cifras reportadas muestran que los límites de una extracción sustentable han sido rebasados, que los daños por sobreexplotación al sistema hídrico son graves, y en numerosos casos irreversibles; las descargas de aguas residuales a los cuerpos de agua se hacen en su mayoría sin tratamiento, y por lo tanto, la contaminación de los acuíferos llega a niveles extremos.

El Área Metropolitana del Valle de México (AMVM) es hoy la región de mayor importancia económica, política y social del país. Su crecimiento ha llevado a concentrar una población de 18.6 millones de habitantes en una región de casi 5,000 kilómetros cuadrados, con una densidad de población de 3,740 personas por kilómetro cuadrado, la más alta de México, y que se ubica entre las regiones de mayor densidad demográfica en el mundo. Para 2004, un área de estas dimensiones requirió de una extracción de agua del orden de los 2,922 hectómetros cúbicos, lo que explica una extracción per cápita media anual de 157.1 metros cúbicos (IV Foro Mundial de Agua, 2005). Para cubrir este nivel de abastecimiento los acuíferos han sido sometidos a una presión que ha llegado a la sobreexplotación y al aumento de la importación de agua de cuencas aledañas como la de Lerma y la de Cutzamala.

La extracción total de agua en la cuenca del Valle de México supera 1.73 veces la disponibilidad natural media de la cuenca, que indica una presión extrema sobre los acuíferos del Valle de México que no está contemplada en ninguna clasificación y que la ubica dentro de las regiones más sobreexplotadas del mundo.

La extracción de agua de primer uso en la cuenca del Valle de México se obtiene básicamente de los cuerpos de agua subterráneos (88%) y la extracción de

cuerpos de agua superficiales desempeña un papel secundario (12%). Particularmente, en 2004 se extrajeron 1,702 hectómetros cúbicos del acuífero del AMVM, lo que rebasa por mucho la recarga natural anual de agua de estos cuerpos, misma que alcanza un volumen de 751 h³, y explica un nivel de sobreexplotación de 951 h³ de los cuerpos de agua subterráneos (IV Foro Mundial de Agua, 2005).

La importación de agua ha representado una solución parcial a la escasez de este recurso en la cuenca. Para 2004 se trasladaban 622 hectómetros cúbicos anuales, de los cuales tres cuartas partes provienen del sistema Cutzamala y una cuarta parte del sistema Lerma. Esta fuente de abastecimiento, que enfrenta problemas como la sobreexplotación, constituye una fuente de abastecimiento cara que a la fecha funciona con elevados subsidios. Además, está latente el riesgo de que tarde o temprano sea reclamado por los propietarios del derecho de explotación para darle un uso local (Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del agua, 2007).

Actualmente las mujeres mazahuas están decididas a impedir que se continúe exportando agua de su cuenca al AMVM, y pretenden que el agua sea destinada al uso en su comunidades. Y en el caso de no poder cambiar la situación actual, pretenden obtener a cambio una compensación que justifique el daño que se le está causando a su ecosistema, al desempeño de sus actividades económicas y a sus condiciones de vida.

Los límites al abastecimiento de agua afectan a todos los usuarios establecidos en el AMVM. Sin embargo, el sector industrial que demanda 6% de la extracción total, enfrenta límites a su crecimiento en las actividades manufactureras en donde las empresas son grandes usuarias de agua, como las productoras de bebidas no alcohólicas y alimentos, entre otras.

El crecimiento de la industria en giros que usan intensivamente agua de primer uso ya no tiene cabida en el AMVM; estas industrias deben pensar su relocalización en zonas en donde exista agua en suficientes cantidades. Los usos de agua que dependen del abastecimiento subterráneo son los más vulnerables;

el uso público urbano depende de esta fuente en 62%, y la industria en 70%, y son precisamente la población del AMVM y las actividades industriales, comerciales y de servicios las que enfrentan un alto riesgo en la continuidad de sus actividades básicas debido a la dificultad de abastecerse en el futuro (Compendio Básico del agua 2004).

El sector industrial ha recurrido al agua de reuso como fuente de abastecimiento. Para 2004 representaba 17.5% de su abastecimiento total, lo que indica que falta mucho por hacer para que esta vía de suministro funcione. En el AMVM existen diversas actividades industriales que pueden incorporar agua de reuso en sus procesos, y puede ser considerada como una fuente importante de suministro. No obstante, otras actividades como el sector de alimentos y bebidas requieren agua de primer uso, los volúmenes de extracción de agua subterránea son muy grandes por lo que existen en el presente límites inmediatos en su abastecimiento, y con mayor razón en el futuro. Este sector no se abastece directamente de agua importada, sin embargo participa de manera indirecta mediante las tomas de agua potable que suministra la red de abastecimiento urbano municipal (IV Foro Mundial de Agua, 2005).

La extracción total de agua reportada en 2004 para la cuenca del Valle de México extrapolada a 2025 y 2030, permite generar un escenario muy simple para evaluar los límites a que se enfrenta el AMVM respecto del abastecimiento futuro en esta zona. La disponibilidad natural del agua se supone constante, y es el indicador de la oferta que determina un consumo sustentable. Los resultados de este escenario muestran que la brecha entre la extracción total bruta del agua y la disponibilidad natural aumenta en forma alarmante, la sobreexplotación del acuífero del Valle de México no es suficiente para completar los niveles de extracción estimados y la importación tendría que aumentar a un ritmo tan alto que prácticamente sería imposible de lograr – salvo que se recurra a la nuevas cuencas que sugiere la CONAGUA. La extracción total de agua de 2,924 hectómetros cúbicos en 2004 aumentaría a 3,817 hectómetros cúbicos para 2030 (IV Foro Mundial de Agua, 2005).

Se debe considerar realizar cambios en los factores que determinan el nivel de la demanda de agua, de tal forma que tanto las industrias, como el comercio, los servicios y los hogares hagan un uso eficiente del recurso y que la población modifique sus hábitos en su uso. Al mismo tiempo, las industrias deberán adoptar nuevas tecnologías para producir con menos agua y se requiere que los servicios de los hogares también se ajusten a los nuevos equipamientos ahorradores de agua. Es necesario aplicar instrumentos económicos como el manejo de tarifas, así como brindar una mayor información y educación a la población.

Problemática del agua en Texcoco

La región administrativa XIII Valle de México, con aproximadamente 22 millones de habitantes, la más poblada del país, se ubica en la cuenca alta del Río Pánuco, y está conformada por cuatro subregiones hidrológicas, a saber: Valle de México, Río Tula, Norte de Veracruz y Alto Balsas. En esta región se identifican 14 acuíferos: 5 en el Valle de México, 7 en Río Tula, uno en Norte de Veracruz y uno en Alto Balsas. Dicha región presenta una problemática con respecto al manejo de los recursos hidráulicos, ya que sus fuentes superficiales se encuentran prácticamente agotadas en su totalidad. La condición de sobreexplotación de los acuíferos (cuatro acuíferos sobreexplotados de los 14, específicamente en la subregión Valle de México, donde se encuentra el acuífero de Texcoco) se presenta en forma global con una extracción total que rebasa en un 130% la magnitud de la recarga (Programa Nacional Hídrico 2007-2012).

Con base en información recabada por CONAGUA, el acuífero de Texcoco es el más sobreexplotado de los 14 del Valle de México, en el cual la extracción de agua subterránea superaba a la recarga en más de nueve veces para 2003. En un estudio publicado en el 2009- en ese lapso se modificaron las fronteras del acuífero- la extracción superó a la recarga en menos de 15%. La disminución en el volumen de extracción no se debió a que haya mejorado la eficiencia en el manejo del agua, sino a que en el año 2003 el área del acuífero incluía el municipio de Ecatepec y la Delegación Iztapalapa y en los límites actuales del acuífero ya no los incluye. Además, el aumento en la recarga se debió a un cambio en el

procedimiento de cálculo y no a una implementación de programas de recarga de acuíferos (Paz, 2009).

En el censo realizado en 1990 el número de aprovechamientos censados fueron 1,393 (769 pozos y el resto manantiales y norias), los 769 eran pozos activos e inactivos y de éstos solamente 38 eran inactivos y 731 activos. En el 2006 los aprovechamientos censados eran 1,022 en total, de los cuales 470 eran inactivos y 552 activos. La diferencia más notable es que los aprovechamientos para uso agrícola fueron menores en casi 90 y los domésticos no existen. Con relación a las extracciones, al comparar los valores de extracción total estimados en el año 1990 con los del 2006, éste se incrementó de 141.30 hm³ a 183.03 hm³, respectivamente (CONAGUA, 2006).

Dentro del acuífero de Texcoco se encuentran 26 estaciones multipiezométricas. La profundidad de las estaciones piezométricas variaba de 23 a 250 metros y los niveles se encontraban desde 0.13 hasta 38.08 metros y en una de las estaciones piezométricas el nivel se localizaba a -0.37 metros sobre el terreno.

Existen 84 pozos piloto dentro del acuífero de Texcoco. El nivel estático inicial de los pozos variaba de 25.06 a 131.88 metros; los niveles registrados en la última lectura tenían una variación de 27.98 a 139.85 metros. Para 2006 el comportamiento hidráulico reflejaba un descenso de niveles tanto en los pozos piloto como en los piezómetros registrados en la zona (CONAGUA, 2006).

Para el año 2006, la piezometría muestra que en el área de la zona acuífera de Texcoco existe una densa red de pozos piloto que cubre en su mayor parte a las zonas bajas con límite hacia el poniente con el exlago de Texcoco. El comportamiento hidráulico de los pozos piloto en la mayor parte del acuífero es de un abatimiento casi lineal del orden de 1.2 m/año en las partes bajas, en tanto que los aprovechamientos subterráneos quedan con mayor altitud del terreno. Su abatimiento decrece también de forma lineal pero a menor velocidad, lo que indica que se trata de un solo acuífero, de tal manera que las aguas subterráneas que se

extraen provocan un comportamiento similar en todo el acuífero (CONAGUA, 2006).

El acuífero Texcoco se encuentra en una condición clasificada como extremadamente sobreexplotado de 857.6% (CNA, 2003). Además, si se consideran las zonas de disponibilidad de agua, la zona en que se encuentra el municipio de Texcoco (ZDA-1, clasificación debido a la presión demográfica económica y a la condición de sobreexplotación) como parte de los municipios que integran el acuífero, presenta una región definida por mayor escasez de agua de \$16.5665/m³ para 2006, de acuerdo al artículo 223 de la Ley Federal de Derechos por Uso de Agua (Última Reforma DOF 27-12-2006).

En el municipio de Texcoco hay una sobreexplotación de los mantos acuíferos; por lo que es necesario que las políticas públicas sean reorientadas con el fin de garantizar la capacidad de recarga del acuífero, reducir la carga de sedimentos en las partes altas de la cuenca, conservar los cuerpos de agua como: manantiales, lagos, presas y bordos, así como reducir los riesgos por inundaciones en la zona. En ese sentido, es importante la constitución de fondos concurrentes con las aportaciones de los diferentes usuarios de agua para compensar los esfuerzos que hacen los dueños de áreas forestales para generar servicios ambientales hidrológicos, los cuales sean destinados para que se realicen obras de conservación y mantenimiento. Para ello se debe realizar una valoración económica con la finalidad de determinar el monto que deben pagar los diferentes usuarios de agua: comercio, uso doméstico, industria, agricultores y ganaderos.

Por tanto se hace la siguiente **pregunta de investigación:**

¿Qué cantidad de dinero están dispuestos a pagar los usuarios industriales de agua del municipio de Texcoco?.

Objetivos

General

- Estimar el valor económico del agua que dan los usuarios del sector industrial en el municipio de Texcoco, Estado de México.

Específicos

- Estimar la Disponibilidad a Pagar (DAP) por parte de los consumidores de agua para uso industrial.
- Hacer un análisis de las variables que explican la disponibilidad a pagar de los usuarios de agua de tipo industrial.

Hipótesis

- Los usuarios industriales del Municipio de Texcoco están dispuestos a pagar una cantidad monetaria por una mejora en la calidad y la cantidad de agua.
- La valoración económica del agua por los usuarios industriales se explica por variables cualitativas y cuantitativas, a saber: tamaño de la empresa, volumen consumido de agua, costo del servicio y nivel de ingresos de la empresa. Hay que sustentar las hipótesis

Metodología

En esta investigación se hará una valoración económica del agua de los usuarios industriales en el Municipio de Texcoco, Estado de México. El método que se va utilizar es Valoración Contingente, el cual es un método directo o de preferencias declaradas en el que mediante una encuesta se pregunta a los usuarios del servicio de agua su disponibilidad a pagar por que haya una mejora en la calidad y en la cantidad de agua.

Se diseñó un cuestionario para aplicar a una muestra a los usuarios de agua para uso industrial en el municipio, cuyos datos se tomaron del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, 2011. Para determinar el tamaño de muestra se utilizó el muestreo simple aleatorio y los elementos de la muestra fueron seleccionados al azar.

El modelo utilizado para la estimación de los parámetros fue la regresión logística. Se consideraron las siguientes variables: volumen consumido de agua, nivel de ingresos, giro de la empresa, antigüedad de la empresa, gasto de la empresa, tipo de suministro de agua y costo del agua.

Finalmente, se hicieron las pruebas de hipótesis respectivas y se procedió a hacer las conclusiones y recomendaciones necesarias.

Limitaciones de la investigación

Para conformar un fondo concurrente con el cual se pueda compensar a los dueños de los bosques de la parte alta de la cuenca es importante que se conozca la disponibilidad a pagar de los diferentes usuarios del agua en el municipio; no obstante, la cobertura de la investigación alcanzará a cubrir únicamente a los usuarios industriales. Lo que significaría realizar otras investigaciones complementarias, las cuales coadyuvarían a explicar la disponibilidad a pagar de todos los usuarios y con ello se obtendría una aproximación del precio que estaría dispuesto a pagar cada tipo de usuario para compensar a los dueños de los bosques.

CAPÍTULO I. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

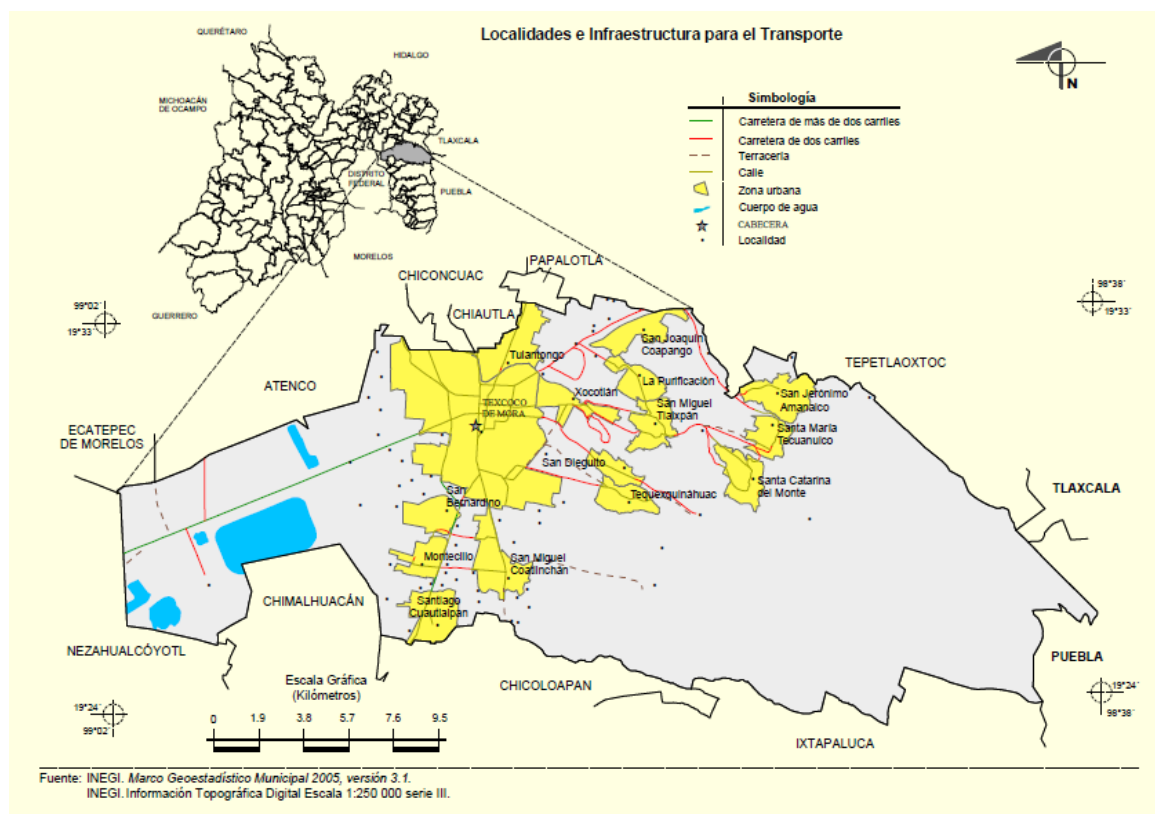
Localización geográfica

El municipio de Texcoco de Mora se localiza entre los paralelos 19°24' y 19°33' de latitud norte; los meridianos 98°38' y 99°02' de longitud oeste; su altitud va de 200 a 4 200 msnm.

Colinda al norte con los municipios de Atenco, Chiconcuac, Chiautla, Papalotla y Tepetlaoxtoc; al este con el municipio de Tepetlaoxtoc y los Estados de Tlaxcala y Puebla; al sur con los municipios de Ixtapaluca, Chicoloapan, Chimalhuacán y Nezahualcóyotl; al oeste con los municipios de Nezahualcóyotl, Ecatepec de Morelos y Atenco (INEGI, 2005).

Ocupa el 1.93% de la superficie del estado. Cuenta con 70 localidades y una población total de 209 308 habitantes (Figura 1).

Figura 1. Ubicación del Municipio de Texcoco



Fisiografía

El área de estudio se encuentra dentro de la cuenca del Valle de México, que se ubica en el borde meridional de la Mesa Central de Sur, en la que se localiza la provincia fisiográfica Faja Volcánica Transmexicana. Dicha cuenca constituye una gran depresión azolvada; antes del pleistoceno tenía un drenaje hacia el sur por medio de grandes cañadas que pasaban por Cuautla y Cuernavaca, las cuales fueron cubiertas hace 700,000 años aproximadamente por la efusiones de material de composición basáltica que dio origen al establecimiento de la Sierra Chichinautzin (Mooser, 1978).

Clima

De acuerdo con la clasificación de climas de Köppen, modificado por Enriqueta García, el clima que se presenta en la zona es de varios tipos: C (w2) (w) b (í')g, corresponde al clima templado subhúmedo con verano fresco, el más húmedo de los templados subhúmedos con régimen de lluvias en verano y escaso porcentaje de lluvia invernal, poca oscilación, y la temperatura del mes más cálido se tiene antes del solsticio de verano; C(w1) (w) b (í'), es un clima templado subhúmedo con verano fresco, intermedio entre el Cw0 y Cw2, régimen de lluvias en verano, escaso porcentaje de lluvia invernal y poca oscilación. BS1kw (w) (e) g, semiseco estepario, el más húmedo de los semisecos, templado con verano cálido con régimen de lluvias en verano y escaso porcentaje de lluvia invernal, extremoso y la temperatura del mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano.

Precipitación

En la región de Texcoco el estiaje se presenta en los meses de noviembre a abril, mientras que la temporada de lluvias es de mayo a octubre, concentrándose sobre todo entre junio y septiembre, con máximos en julio que sobrepasan los 100 mm. La precipitación promedio del año 1960 al 2006 es de 650.73 mm.

Temperatura

La temperatura media anual durante los años 1960 al 2007 fue de 15.48°C, con valores que van de poco más de 12°C en el mes de enero a valores ligeramente superiores a 18°C en marzo.

Evapotranspiración

La evapotranspiración es la evaporación que procede del agua, suelo, hielo, nieve, vegetación y otras superficies, a la que se agrega la transpiración. Para la zona de Texcoco existe una evapotranspiración de 528.81 mm/año.

Edafología

El municipio está ubicado dentro de la Provincia del Eje Neovolcánico, la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. En el sistema de topoformas: Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados (39.04%), Lomerío de basalto (19.53%), Vaso lacustre con lomerío salino (15.49%), Vaso lacustre con lomerío (10.04%), Vaso lacustre inundable y salino (8.58%) y Vaso lacustre salino (7.32%).

Los suelos predominantes en la región son: Phaeozem (27.31%), Andosol (21.49%), Solonchak (11.0%), Vertisol (10.88%), Cambisol (7.87%) y Umbrisol (0.28%).

Hidrografía

Texcoco se encuentra dentro de las regiones hidrológicas Pánuco (93.69%) y Balsas (6.31%), en las cuencas R. Moctezuma (93.69%) y R. Atoyac (6.31%).

Las corrientes de agua existentes son: Aculco, Atla, Coatlinchan, El Manzano, Hueyapa, Arroyo las Majadas, Maxatla y Palmilla.

Los escurrimientos están integrados únicamente por agua de lluvia. Se ubicaron nueve cuencas en el acuífero de Texcoco, cuyos cauces principales corresponden

a los ríos mencionados en el cuadro 1, los cuales desembocan en parte del Exlago de Texcoco.

Cuadro 1. Tamaño de las cuencas superficiales que comprende el acuífero Texcoco

Nombre de la cuenca	Tamaño de la cuenca	Corriente	Superficie (km ²)
Papalotla	Subcuenca	Río Papalotla	186.58
Xalapango	Microcuenca	Río Xalapango	39.72
Coxcacoaco	Microcuenca	Río Coxcacoaco	51.03
Texcoco	Microcuenca	Río Texcoco	36.63
Chapingo	Microcuenca	Río Chapingo	18.42
San Bernardino	Microcuenca	Río San Bernardino	19.41
Santa Mónica	Microcuenca	Río Santa Mónica	57.29
Coatepec	Subcuenca	Río Coatepec	74.26
San Francisco	Subcuenca	Río San Francisco	140.62
Total			623.96

Fuente: CNA, Gerencia regional de aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala, Proyecto Lago de Texcoco, La cosecha de agua; mayo de 2003.

Uso del suelo y vegetación

En el municipio el 46.3% del uso del suelo se dedica a la agricultura, el 14.7% es pastizal, 18.2% es bosque, 0.7% es selva, 0.7% matorral xerófilo y 0.2% es otro tipo de vegetación.

Uso potencial de la tierra

Las superficies destinadas a la actividad agrícola en el municipio se distribuyen de esta forma: agricultura manual estacional (24.59%), agricultura mecanizada continua (18.99%), agricultura de tracción animal estacional (13.4%), agricultura manual continua (12.31%), agricultura mecanizada estacional (9.54%) y no apta para la agricultura (21.17%).

Con respecto a lo pecuario, la superficie destinada a esta actividad se distribuye de la siguiente manera: desarrollo de praderas cultivadas (28.04%), desarrollo de praderas cultivadas con tracción animal (27.63%), aprovechamiento de la vegetación de pastizal (11.28%), desarrollo de praderas cultivadas con maquinaria agrícola (10.11%), aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (1.77%) y no apta para uso pecuario (21.17%).

Aspectos demográficos

En la cuenca del Valle de México habita el 19.01% de la población del país (20.2 millones de habitantes) y generó en el año 2000 el 31.8% del PIB Nacional. En esta región se encuentra el acuífero Texcoco, que está integrado por 12 municipios del Estado de México (entre ellos Texcoco) con una población estimada por CONAPO para el 2010 de 1.73 millones de habitantes, sin considerar el municipio de Nezahualcóyotl y únicamente la mitad del municipio de Ixtapaluca. Con base en estimaciones la población en el año 2030 será de 2'587,503 habitantes. El municipio de Texcoco tendrá una población de 224,563 habitantes, cuadro 2.

Cuadro 2. Población de los municipios pertenecientes al acuífero Texcoco

Fuente	Censos de población y vivienda (INEGI)		Censo de población y vivienda (INEGI)	Población total de los municipios a mitad de año, 2006-2030 (Proyecciones de CONAPO)							
	Año	1990		2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2020
República Mexicana		81,249,645	97,483,412	103,263,388	104,874,282	105,790,725	106,682,518	107,550,697	108,396,211	115,762,289	120,928,075
Estado de México		9,815,795	13,096,686	14,007,495	14,227,630	14,435,284	14,638,436	14,837,208	15,031,728	16,761,058	18,088,060
Atenco		21,219	34,435	42,739	43,929	45,746	47,571	49,402	51,240	69,750	87,745
Chiautla		14,764	19,620	22,664	23,071	23,699	24,325	24,949	25,572	31,680	37,361
Chicoloapan		57,306	77,579	170,035	180,395	199,187	218,071	237,031	256,054	447,078	630,993
Chiconcuac		14,179	17,972	19,656	19,962	20,386	20,806	21,223	21,637	25,619	29,198

Chimalhuacan	242,317	490,772	525,389	533,169	540,108	546,683	552,901	558,771	600,057	613,284
Papalotla	2,387	3,469	3,766	3,783	3,846	3,908	3,968	4,027	4,541	4,918
La Paz	134,782	212,694	232,546	236,950	241,052	245,014	248,838	252,527	282,449	300,350
Tepetlaoxtoc	16,120	22,729	25,523	26,133	26,824	27,512	28,197	28,879	35,473	41,439
Texcoco	140,368	204,102	209,308	211,952	213,431	214,806	216,081	217,260	224,482	224,563
Tezoyuca	12,416	18,852	25,372	26,317	27,721	29,129	30,542	31,957	46,081	59,553
Subtotal	655,858	1,102,224	1,276,998	1,305,661	1,342,000	1,377,825	1,413,132	1,447,924	1,767,210	2,029,404
Ixtapaluca	137,357	297,570	429,033	446,108	475,924	505,705	535,432	565,086	853,846	1,116,198
½ Iztapaluca	68,679	148,785	214,517	223,054	237,962	252,853	267,716	282,543	426,923	558,099
Total	724,537	1,251,009	1,491,515	1,528,715	1,579,962	1,630,678	1,680,848	1,730,467	2,194,133	2,587,503

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAPO.

Los municipios con mayor concentración de la población son Chimalhuacán, La Paz y Texcoco; con base en el censo de aprovechamientos realizado en el 2006 por CONAGUA, también son los municipios con mayor cantidad de extracciones de agua subterránea, cuadro 7.

Mediante los 552 aprovechamientos se extraen 183.0274 hm³/año de agua, de los cuales el municipio de Texcoco extrae 41.87% del total y Chimalhuacán 18.90%. Asimismo, siete de los doce municipios extraen más agua que el volumen autorizado por la CONAGUA, con lo cual se genera un excedente en el total de extracción de -23.59 hm³/año, cuadro 3.

Cuadro 3. Extracciones de agua subterránea por municipio y tipo de uso

Municipio	Tipo de aprovechamiento	Número de aprovechamientos	Extracción por usos (m3/año)					Extracción total por municipio (m3/año)	Volumen autorizado (m3/año)	Excedente (m3/año)
			Agrícola	Público urbano	Pecuario	Industrial	Usos múltiples y servicios			
Texcoco	Pozos	293	26,825,703	36,327,464	707,697	864,677	1,463,493	66,189,034	59,193,465	- 17,433,402
	Manantiales	18	7,264,948	3,100,934	0	0	66,951	10,432,833		
	Norias	1	0	0	0	0	5,000	5,000		
Subtotal		312	34,090,651	39,428,398	707,697	864,677	1,535,444	76,626,867		

Atenco	Pozos	31	3,167,872	2,992,672	0	39,420	0	6,199,964	6,752,918	552,954
Chiautla	Pozos	36	2,332,717	2,516,474	25,128	0	94,608	4,968,927		
	Norias	1	3,185	0	657	0	307	4,149	4,832,208	-140,868
Subtotal		37	37	2,335,902	2,516,474	25,785	0	94,915	4,973,076	
Chicoloapan	Pozos	37	1,315,634	17,690,592	35,936	6,371	30,411	19,078,944	16,883,618	-2,195,326
Chiconcuac	Pozos	13	1,715,520	1,756,413	0	0	0	3,471,933	2,431,270	-1,040,663
Chimalhuacan	Pozos	21	449,640	33,779,908	30,599	0	336,380	34,596,527	38,748,441	4,151,914
Ixtapaluca	Pozos	4	368,040	722,554	0	0	0	1,090,594	1,315,060	224,466
La Paz	Pozos	22	0	25,690,635	0	2,752,759	6,362	28,449,756	22,313,254	-6,136,502
Nezahualcoyotl	Pozos	1	0	2,207,520	0	0	0	2,207,520	0	-2,207,520
Papalotla	Pozos	7	447,178	634,662	0	0	41,731	1,123,571	361,325	-762,246
Tepetlaoxtoc	Pozos	61	2,970,546	1,611,524	28,518	0	39,439	4,650,027	5,487,867	764,697
	Noria	3	64,800	0	0	0	8,343	73,143		
Subtotal		64	64	3,035,346	1,611,524	28,518	0	47,782	4,723,170	
Tezoyuca	Pozos	3	350,120	131,400	0	0	4,000	485,520	1,122,160	636,640
Total		552	47,275,903	129,162,751	828,535	3,663,227	2,097,025	183,027,441	159,441,586	23,585,855

Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAPO.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Economía ambiental y economía de los recursos naturales

La economía ambiental se enfoca a cuestiones sobre los excesivos niveles de contaminación producidos por los mercados y la protección insuficiente de los recursos naturales y ambientales, dadas las fallas de mercado. La economía de los recursos naturales tiene que ver con la producción y uso de los recursos naturales.

2.1. Valor económico del medio ambiente

El medio ambiente debido a que es un bien público, los derechos de propiedad común y las externalidades, en la mayoría de los casos no cuentan con precios de mercado que muestren su verdadero valor. Esto trae como consecuencia la generación de ineficiencia económica en el uso de los recursos naturales y ambientales debido a que no son asignados a los diferentes usos según su verdadero valor. Existen cuatro clases de flujos de bienes y servicios provistos por los recursos naturales y ambientales (Freeman, 1993):

- Fuente de materia prima o insumos para la economía.
- Proveedor de soporte para la vida en la forma de una atmósfera protectora de las radiaciones solares y por medio del clima.
- Proveedor de servicios como: recreación, disfrute de paisajes y vida silvestre, etcétera.
- Servicios de dispersión, transformación y almacenamiento de los residuos generados por la actividad económica.

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

2.3. Clasificación del valor económico de los bienes ambientales

La clasificación del valor económico de los bienes ambientales está influenciada según las responsabilidades de tipo legal y administrativo de control de la contaminación de cuerpos de agua y del aire y de la asignación de responsabilidades en el manejo de recursos como peces, bosques y parques nacionales, el cual clasifica a los recursos naturales y ambientales por tipo de recurso y de ambiente.

Otra clasificación se hace tomando en cuenta el receptor del impacto: los impactos pueden ser directos sobre los humanos, impactos sobre los ecosistemas y mecanismos biológicos e impactos sobre sistemas no vivientes.

Una tercera clasificación toma en cuenta los canales económicos de valoración, dando lugar a la valoración por medio de mercados indirectos, en el que se analiza el cambio en el ingreso de los productores y el cambio y la disponibilidad de los bienes y servicios mercadeables. Asimismo, mediante los mercados directos se miden los cambios y la disponibilidad de bienes que no tienen mercado (por ejemplo valoración contingente) (Freeman, 1993).

A continuación se presenta una clasificación del valor económico de los bienes ambientales (Hueth, 2000):

Valores sociales y valores privados

Los métodos convencionales de estimación del valor de bienes privados, como los ofrecidos en cualquier mercado fracasan en la estimación del valor económico total de bienes que se caracterizan por proveer flujos de bienes y servicios de naturaleza no mercadeable. Debido a ello, los economistas han desarrollado metodologías para valorar bienes no mercadeables que traten de calcular los valores que tienen ciertos bienes, los cuales no pueden ser medidos en los mercados convencionales; dichos métodos se dividen en dos enfoques: directos e indirectos.

Un estudio de valoración económica que clasifique los flujos de servicios provistos por un recurso, que asigne valores según la naturaleza de los flujos de servicios y que estime el valor económico total de éstos a partir de metodologías especiales, es de vital importancia para estimar el verdadero valor del recurso. El incluir únicamente a los valores mercadeables en el proceso de valoración puede llevar a una subestimación del valor económico total de un recurso, debido a que los valores de naturaleza no mercadeables son un importante componente del valor económico total del mismo.

Clasificación de los tipos de valores

Se usa un número determinado de sistemas para clasificar los flujos de bienes y servicios y sus valores, lo cual se asienta sobre la base de la naturaleza del receptor, si existe o no un mercado para el flujo, si se visita o no la tierra con el objeto de recibir algún beneficio de ésta, o si los impactos sobre las personas son directos o indirectos.

Naturaleza del receptor

Para la tierra de propiedad privada se distingue entre valores privados y valores sociales. Los primeros son aquellos valores de flujos de bienes y servicios que son percibidos por el propietario de la tierra (ingresos de rentas, beneficios de la producción o venta de madera, así como valores menos tangibles como el orgullo de la propiedad). Los valores sociales incluyen los valores privados y también aquellos valores que otros obtienen como resultado de las decisiones del propietario. Significa que los valores privados son parte de los valores sociales, pero el valor social de la tierra puede ser mayor o menor dependiendo de cómo las otras personas son afectadas por las decisiones sobre el uso de la tierra, estos impactos son llamados externalidades (cambios en la visibilidad para los transeúntes, reducciones en la biodiversidad de la propiedad y variaciones en el flujo de los ríos o en la calidad del aire que resulta en impactos sobre la salud de las otras personas).

Valores de mercado y no mercado

Los bienes con mercado pueden ser comprados y vendidos a un determinado precio, mientras que para los bienes sin mercado como el aire y aquellos bienes que no tienen precio los mercados no existen. No existen mercados para los efectos de las externalidades, dichos efectos pueden ser positivos o negativos. De ese modo, existen bienes públicos y males públicos.

Valores de uso y no uso

Los valores de los bienes sin mercado son divididos a su vez en valores de uso y de no uso. Los valores de uso requieren que la persona visite por lo menos la proximidad del sitio del recurso para obtener beneficio; ejemplos de ello son: la recreación, las caminatas y el montañismo, el disfrutar el paisaje y de las caminatas ecológicas para observar la biodiversidad. Los dos valores de no uso más comunes son el valor de existencia y el valor de opción. Los primeros surgen de motivaciones para dejar herencias a las futuras generaciones, de legar experiencias y del valor intrínseco del recurso o sitio. Por su parte el valor de opción es la disponibilidad a pagar por preservar la opción de visitar el sitio en algún momento en el futuro.

Valores directos e indirectos

Los valores de los bienes sin mercado también se pueden clasificar como directos e indirectos. Algunos ejemplos de flujos de bienes y servicios que son directos son: los olores, la visibilidad y la morbilidad. Los indirectos incluyen efectos sobre los valores de la propiedad y las funciones del ecosistema, los cuales afectan las pesquerías, la silvicultura y la productividad agrícola debido a la afectación de factores tales como el tiempo y el clima.

2.4. Medición del valor económico de los bienes ambientales

Para evaluar cambios en el bienestar debido a la implementación de políticas públicas se parte de los cambios experimentados en el excedente del productor debido a estas medidas.

Se desarrolló un método para las medidas en el bienestar de cambios en algunos parámetros que entran en las funciones de producción de las empresas como la calidad del medio ambiente “ q ”. Este parámetro puede ser interpretado como una medida de desarrollo cualitativo o la calidad de un recurso que participa como un insumo en la producción (Freeman y Harrington, 1990).

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.

2.5. Compensación en términos de bienestar económico

Toda medida de política económica implicará beneficios para algunos y costos para otros. Así, situaciones en las que una política mejora por lo menos la posición de algunas personas sin empeorar la posición de nadie, se conocen como mejoras en el sentido de Pareto. Una modificación de la anterior propuesta, que considera siempre la existencia de perdedores, es la prueba de compensación, la cual propone la comparación de los excedentes del consumidor para los ganadores y para los perdedores. A partir de ello surgen tres situaciones:

- La suma del Excedente del Consumidor (EC) de los ganadores supere a la suma del EC de los perdedores. Si esto ocurre los ganadores podrían transferir dinero a los perdedores de tal modo que los perdedores no queden en peor situación que antes. Para que los ganadores sigan en posición ventajosa aún después de la transferencia a los perdedores, dicha transferencia expresada en dinero debe ser menor a la cantidad recibida por los ganadores. A esto se le llama una mejora en el sentido de Pareto.
- La suma del EC de los ganadores sea menor que la suma del Excedente del Consumidor de los perdedores. Este caso es exactamente lo contrario al

anterior, de darse esto se presentaría un desmejoramiento en el sentido de Pareto.

- La suma del EC de los ganadores sea exactamente igual a la suma del EC de los perdedores. Esta situación implica que una política no ofrece mejoramiento ni empeoramiento de la situación inicial.

Lo anterior fue establecido por Kaldor y Hicks en su forma original, y a lo que hoy en día es conocido con el principio de compensación, el cual se refiere a que si *“una política B es preferida a una política A, si en el movimiento de A a B, todos pueden mejorar potencialmente”*. No obstante, se presentaron complicaciones cuando Tibor Scitovsky (1941), puntualizó la existencia de casos fuera del principio de compensación: donde los ganadores pueden compensar a los perdedores al ir de A a B utilizando los precios y la distribución de ingreso iniciales para evaluar los cambios; pero a partir de los subsecuentes precios y distribuciones del ingreso, los perdedores pueden compensar a los ganadores para renunciar ir de A a B. Por lo tanto, pueden surgir casos en que la política B sea preferida a la política A y la política A sea preferida a la política B. Esto fue resuelto mediante la adopción del doble criterio de Scitovsky, el cual establece que la política B es preferida a la política A solamente si los ganadores pueden compensar a los perdedores al hacer el cambio y que los perdedores no puedan sobornar a los ganadores para que renuncien al cambio.

2.6. Variación compensatoria y variación equivalente

El primer paso es el supuesto que los servicios ambientales, o indicadores relacionados a los servicios ambientales, pueden ser tratados como argumentos en funciones de utilidad de bienestar.

Cambios en los precios: variación equivalente y compensatoria

Para el propósito de hacer el Análisis Costo-Beneficio Ambiental se requiere un estimado de Excedente del Consumidor (valor total o costo ambiental). Dado el supuesto que el daño ambiental revelado afecta solo a los consumidores, lo que

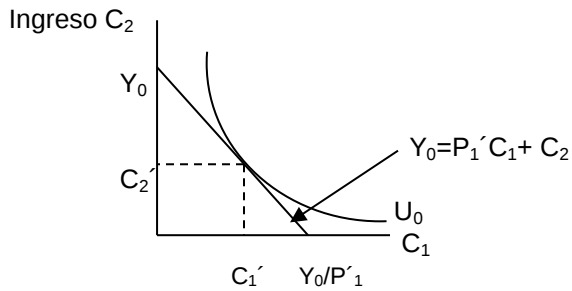
se requiere es una medida monetaria de los cambios sufridos en la utilidad sobre la cantidad de daño ambiental hecha por el proyecto o política.

De ese modo, se desea obtener una medida monetaria del cambio en el bienestar de los individuos que se obtiene o surge de la reducción en el precio de un bien C_1 de P_1' a P_1'' . Definimos un segundo bien C_2 como el bien compuesto. Suponemos el precio de C_2 por unidad, y suponemos que el individuo ha fijado el ingreso monetario en Y_0 . La restricción del ingreso del consumidor, previo a la caída del precio, se puede escribir como:

$$P_1' C_1 + C_2 = Y_0$$

Un consumidor maximiza su utilidad eligiendo C_1 y C_2 para maximizar $U = U(C_1, C_2)$ sujeto a su restricción del ingreso. La solución es dos cantidades de consumo, C_1' y C_2' y un nivel de utilidad maximizada U_0 . Se puede interpretar el eje vertical como la existencia de ingreso en unidades monetarias.

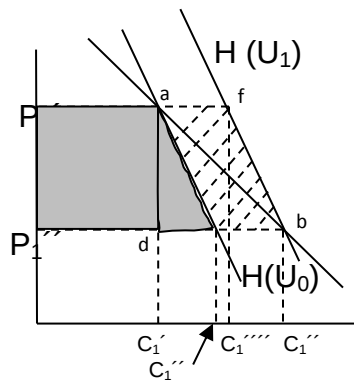
Figura 2. Maximización de la utilidad sujeto a la restricción del ingreso



Existen dos medidas monetarias Hicksianas de cambios en la utilidad asociadas con el cambio en el precio, a saber:

- La variación compensatoria (VC) es el cambio en el ingreso que se debe compensar por el cambio en el precio.
- La variación equivalente (VE) es el cambio en el ingreso que debe ser equivalente al cambio en el precio propuesto.

Figura 3. Variación compensatoria y variación equivalente



Para una caída en el precio de C_1 :

$$VC = \int_{p_1''}^{p_1'} H(U_0) dP = \text{área sombreada}$$

$$VE = \int_{p_1''}^{p_1'} H(U_1) dP = \text{área sombreada} + \text{área tachada}$$

Medidas monetarias para los efectos de cambio en el precio

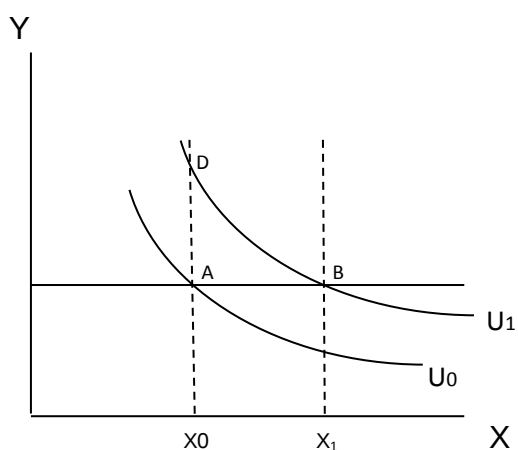
	Variación Compensatoria	Variación Equivalente
Caída del precio	Disponibilidad a pagar para los cambios ocurridos	Disponibilidad a aceptar la compensación para los cambios no ocurridos
Subida del precio	Disponibilidad a aceptar la compensación para los cambios ocurridos	Disponibilidad a pagar para los cambios no ocurridos

Cambios en calidad: excedente compensatorio y equivalente

Excedente compensatorio

Para esta medida el precio se mantiene en cero y se trata de bienes en los que la cantidad consumida no se puede modificar. El excedente compensatorio se considera la cantidad de dinero que restada del ingreso de la persona, bajo su nueva situación, la devuelve a su situación original de bienestar.

Figura 4. Excedente compensatorio y excedente equivalente



Para Mitchell y Carson (1993) cuando se trata de un incremento en el bien, esta medida puede ser interpretada como la cantidad máxima que el consumidor estaría dispuesto a pagar por conseguir el incremento y mantenerse en el nivel

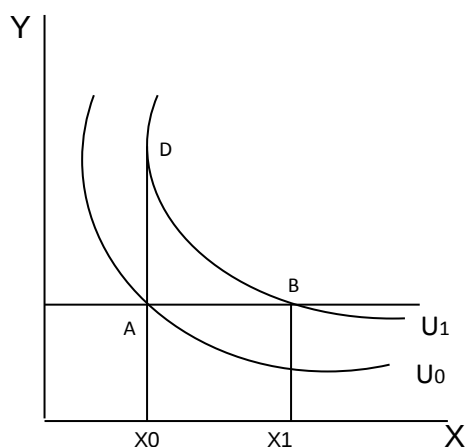
inicial de bienestar. En el caso de que la cantidad disminuyera- por ejemplo una mayor falta de visibilidad en el aire- la medida de Excedente Compensatorio se interpretará como la mínima cantidad compensatoria que el consumidor estaría dispuesto a aceptar o recibir tal decremento en el bien.

Excedente equivalente

Esta medida se plantea de la siguiente manera: parte de considerar que la mejora del bien ya se llevó a cabo y que el consumidor tiene un nuevo nivel de bienestar.

Manteniendo el supuesto de que el consumidor no puede ajustar su consumo, el Excedente Equivalente se interpreta como la cantidad de dinero que se tendría que pagar al consumidor para que su bienestar se mejorara en la misma medida en que se llevó a cabo el cambio en el bien.

Figura 5. Excedente equivalente



Al principio el bien público se ofrece en la cantidad X_0 y, tras una medida cualquiera, se produce un aumento hasta llegar a X_1 : una mejora en la cantidad o en la calidad del servicio ambiental. El excedente equivalente en esta nueva situación estará representado por la cantidad de dinero que se tendría que dar al individuo para que su bienestar mejore en la misma medida que cambió en la oferta de X; es decir, la distancia AD en la figura 5.

Mitchell y Carson señalan que ante una promesa de un incremento en la cantidad de un bien, el excedente equivalente se define como la cantidad mínima de compensación que el consumidor estaría dispuesto a aceptar sin el incremento de la cantidad prometida y mantenerse en el nivel de utilidad que se alcanzaría si en cambio del bien se llevara a cabo.

2.7. Externalidades

Las externalidades son un caso especial de mercados incompletos para activos de naturaleza no mercadeable, como los activos ambientales. Una externalidad se presenta cuando el consumo de un individuo o la producción de una empresa que afecta la utilidad de cualquier otra persona o la función de producción de cualquier otra empresa hasta que las condiciones de optimalidad de Pareto para la asignación de recursos no puedan ser cumplidas (Arrow, 1969). Este efecto externo no trabaja a través de los precios de mercado, sino a través del impacto sobre la producción de utilidad y/o beneficios.

2.8. No exclusión y los comunes

El mercado también falla en asignar el recurso eficientemente cuando es imposible o al menos extremadamente costoso negar el acceso a un activo ambiental. Bajo un esquema de acceso legal a un recurso rival, las personas que lo consumen tienen incentivos para capturar la mayoría de los beneficios que provee el activo antes de que otra persona los capture primero. Estas situaciones en la mayoría de los casos provocan el sobreuso del recurso, el cual ocurre como resultado de la no-exclusión. De ese modo, el mercado falla en brindar señales sobre la verdadera escasez del activo ambiental (Hanley, Shogren y White, 1997).

Los problemas de no-exclusión están relacionados con derechos de propiedad de libre acceso. Gordon (1954) establece la diferencia entre recursos de propiedad común y de acceso abierto; afirma que un recurso de propiedad común se refiere a un régimen de derechos de propiedad que dan potestad a ciertos grupos de personas a diseñar esquemas de exclusión para otras personas.

2.9. Valoración de bienes sin mercado

Existen dos enfoques de valoración económica ambiental de bienes sin mercado, de los que se derivan las metodologías para medir los beneficios, a saber: preferencias reveladas y preferencias declaradas.

Preferencias reveladas

Las preferencias reveladas se construyen con información sobre el consumo de bienes y servicios de mercado que guardan una relación muy estrecha con los activos ambientales, por ejemplo los beneficios por mejoras en la salud de las personas que habitan en las grandes ciudades como resultado de reducciones en los niveles de contaminación del aire. Los principales métodos son: Método de costo de viaje, Modelos de valoración de los impactos sobre la salud derivados de cambios en la calidad ambiental; Modelos de Precios Hedónicos; Método de comportamiento adverso; Modelo de función de producción de salud y Método de la función de daño.

Enfoque de Preferencias Declaradas

Las preferencias declaradas tienen que ver directamente con la formulación y el planteamiento de las preguntas de la disponibilidad a pagar de los usuarios de los bienes y servicios ambientales. Es decir, cuando se formula una pregunta de disponibilidad a pagar por realizar obras de conservación para mejorar un parque de recreación; el valor de disponibilidad a pagar declarado representa el valor económico que asignan las personas a los flujos de bienes y servicios que se garantizan con la conservación del ecosistema. Los principales métodos son: Método de Valoración Contingente y Método de valoración de atributos tipo Conjoing.

2.9.1. Valoración contingente

El método de valoración contingente consiste en simular por medio de encuestas y escenarios hipotéticos un mercado para un bien o conjunto de bienes para los que no existe mercado. Es una herramienta cada vez más popular para estimar

cambios en el bienestar de las personas, especialmente cuando involucran bienes y/o servicios públicos que no tienen precios explícitos. Los objetivos de esta metodología son los siguientes:

- Evaluar principalmente los beneficios de proyectos que tienen que ver con bienes y/o servicios que no tienen un mercado definido.
- Estimar la disposición a pagar (DAP) o aceptar (DAA) como una aproximación a la variación compensada (C), o la variación equivalente (E), respectivamente, con base en la percepción del beneficio o daño por parte del individuo.

Los supuestos en que se basa la metodología son:

- El individuo maximiza su utilidad dada una restricción de presupuesto representada por el ingreso disponible.
- El comportamiento del individuo en el mercado hipotético es equivalente a un mercado real.
- El individuo debe tener completa información sobre los beneficios del bien, incluida ésta en la pregunta de disponibilidad a pagar.

Funcionamiento del método, realización de encuestas y tipos de sesgos más comunes

El Método de Valoración Contingente tiene como objetivo principal averiguar la valoración que le dan las personas a los cambios en el bienestar producido por la modificación de las condiciones de la oferta de un bien ambiental. Dicha valoración se obtiene a través de la pregunta directa: ¿Cómo es el funcionamiento del método? El vehículo normal para este método son las encuestas, entrevistas o cuestionarios; éstas se estructuran principalmente en tres bloques:

- *La Información.* Debe ser la más relevante sobre el bien o servicio a valorar y el entrevistado debe estar al tanto de esta información con el fin de que esté plenamente enterado del problema que se trate.
- *Modificación.* Básicamente consiste en la modificación del objeto de estudio y se toma en cuenta el nivel de partida en cuanto a la calidad del bien ambiental,

la modificación propuesta, lo que ello supone para la persona y el mecanismo de financiación de la medida de estudio. En efecto, este bloque busca presentar el estado inicial y los cambios que la modificación en las condiciones existentes del bien o servicio presentan para los individuos.

Lo siguiente es preguntar la disponibilidad a pagar por parte de las personas ante el cambio propuesto, sin olvidar que cuando se trata de encontrar esta cantidad, el planteamiento que se haga debe girar siempre alrededor del intercambio de mayor bienestar debido a la mejora ambiental por el dinero que le supone pagar a la persona por esta mejora.

- *Características Socioeconómicas.* Generalmente se adiciona al cuestionario las características más relevantes de la persona entrevistada, aquí puede incluirse la edad, estado civil, nivel de ingresos, escolaridad, etc. Esta información adicional puede contribuir para determinar, sin ambigüedades, las preferencias de los individuos.

Encuestas

Los principales métodos para implementar las encuestas son:

- a) *Entrevistas Personales.*
- b) *Entrevistas Telefónicas.*
- c) *Cuestionarios o Encuestas por Correo.*
- d) *Experimentos de Laboratorio.*

Formato de pregunta

Los diferentes formatos de pregunta son:

- a) *Formato Abierto.* Aquí el entrevistador espera la respuesta a la pregunta que formula. Esto trae como desventaja en que siempre se tiene un número alto de preguntas sin responder (no respuestas), atribuidas generalmente al poco conocimiento del entrevistado acerca de lo que podría ser una cifra razonable.

b) *Formato Subasta*. Se utiliza una segunda variante y es que el entrevistador adelanta una cifra acerca de la disponibilidad a pagar del entrevistado, o si estaría dispuesto a pagar más por el ofrecimiento. Si la cifra es positiva, ésta se eleva en una cantidad predeterminada y si es negativa se reduce hasta que el entrevistado plante su postura en una cifra.

c) *Formato Múltiple*: Consiste en presentar al entrevistado un cuadro en el que se le ofrecen varias alternativas de cifras a pagar, ordenadas de mayor a menor, de las que éste selecciona una.

d) *Formato Binario*: Es conocido también como formato Referéndum, aquí se le pregunta a la persona ¿pagaría usted \$X por....? ¿sí o no?. Seleccionada una muestra representativa de la población, se subdivide en grupos igualmente representativos y se les hace la pregunta mencionada a cada uno de ellos con una cantidad diferente.

De las preguntas obtenidas se puede extraer mediante una “transformación Logit” la decisión de comprar ese bien o no, al igual como lo hace en un mercado cuando decide entre comprar o no un bien. Este formato tiene la ventaja de que no genera ningún incentivo para no responder honestamente y es ideal para entrevistas telefónicas. Uno de los problemas que se tienen es que se necesita un tamaño de muestra mayor para que los resultados puedan ser significativos, existe la necesidad de escoger correctamente los precios sometidos a consideración y se requiere una especificación previa de la estructura de las funciones de demanda para poder llevar a cabo correctamente la estimación correspondiente.

e) *Formato Iterativo*: A partir de la pregunta inicial el entrevistador puede entrar en un juego iterativo con el entrevistado preguntándole por ejemplo “y si cambiamos.....entonces ¿cambiaría usted su respuesta inicial?”, esto crea una ventaja de que el entrevistado puede reflexionar con más cuidado acerca de la respuesta que está dando, el inconveniente es que invita a dar respuestas más estratégicas que honestas.

Problemas que pueden presentarse en estos formatos:

1. *La Información de Partida*: El primer requisito para que la valoración contingente tenga éxito es que la persona entrevistada esté debidamente informada del alcance de las modificaciones que se le plantean. De esto surge la pregunta ¿Qué podría considerarse como un nivel de información aceptable?, esto debe depender del comportamiento de referencia que esté siendo evaluado por la valoración contingente. Para evitar el problema de que la persona entrevistada no esté plenamente consciente de la existencia del cambio o que carezca de información precisa sobre su importancia, se recomienda que las preguntas deben estar claramente formuladas y contener la información necesaria para que la persona pueda dar una respuesta consistente y coherente.

Freeman (1993) al respecto señala:

1. El cuestionario debe contener una descripción clara y precisa del bien objeto del estudio o del bien que se pretende valorar, así como de las modificaciones contempladas y de lo que éstas suponen.
2. La persona entrevistada debe estar familiarizada con el bien, y/o el problema en cuestión. El cambio propuesto debe encontrarse, en la medida de lo posible, en un rango que resulte familiar para el interesado.
3. El cuestionario debe estar planteado de forma consistente con el marco teórico utilizado para la definición de los valores de uso, de no-uso, etcétera.

2. *Problemas con el tiempo*. El tiempo juega un papel esencial en todo proceso de revelación de información a través de las técnicas de entrevista, al respecto se pueden presentar los siguientes problemas:

- *Tiempo transcurrido desde que se produjo el evento sobre el que se investiga*. Es muy importante el tiempo transcurrido desde que se experimentó el

fenómeno que se pretende analizar, en su caso, también la entrevista tiene su importancia.

- *Tiempo para responder.* Se realizó un experimento en algunas poblaciones de Nigeria en las que se trataba de encontrar la disponibilidad a pagar para tener acceso al agua potable (mediante fuentes públicas o mediante acceso directo a los hogares). Se seleccionaron dos grupos de personas igualmente representativas; al primer grupo se le aplicaba el mecanismo tradicional (el entrevistador esperaba a que se le diera la respuesta); y al segundo, se le dejaba un día entero para meditar (el entrevistador volvía al día siguiente). El resultado fue que la disposición a pagar era invariablemente mucho menor en el grupo que había tenido un día entero para pensarlo, que había consultado a los cónyuges, con los vecinos, que había hecho cuentas, etc.
- *Consistencia en el tiempo:* Transcurrido el tiempo suficiente como para que el entrevistado no se acuerden de las respuestas que dio en el primer experimento, se realiza nuevamente el experimento, luego se comparan las cantidades reveladas en cada caso y se comprueba la solidez de las respuestas.

3. *Respuestas negativas.* Cuando se realiza una pregunta sobre la disponibilidad a pagar y contestan negativamente, lo primero que se piensa es que la persona no está valorando el cambio y que por lo tanto no está dispuesta a pagar por el mismo. En muchos de estos casos no es así, por ejemplo la persona puede decir que “no” en su respuesta porque no está de acuerdo con el planteamiento del proyecto, porque a su juicio ese cambio no se debe dar (ejemplo, cuando se quiere dar una compensación por explotar un bosque virgen), o simplemente porque él pueda considerar que el que debe pagar por el cambio es el gobierno y no él como ciudadano.

Es fundamental, por tanto, al tener una respuesta de esta naturaleza, intentar descubrir su causa, presentando para ello un abanico de posibilidades que permitan conocer el motivo de la respuesta. Dado esto, se separan las respuestas de las personas que dicen “no” porque no valoran el cambio y los que dicen “no”

porque no están de acuerdo con el planteamiento, los cuales distorsionarían la disposición a pagar del grupo si sus respuestas no son eliminadas.

Sesgos

Los sesgos se dividen en dos grupos: uno en el que los sesgos se tienen por un carácter puramente operativo o instrumental, conocidos como Sesgos Instrumentales y, otro grupo en el que los sesgos son de naturaleza más compleja y de difícil solución.

1. *Sesgos instrumentales*

a. El sesgo originado por el punto de partida

El sesgo sugiere que la cantidad de partida sugerida por el entrevistador condiciona, generalmente, la respuesta final de la persona entrevistada. La persona puede ofrecer una respuesta sobre la cantidad cercana a la que se sugirió simplemente por acortar el tiempo de la entrevista o porque se la sugiere el entrevistador, quien supuestamente debería estar más enterado del problema y cuya respuesta sería la razonable.

Una forma de determinar la existencia del sesgo cuando se llevan a cabo los ensayos previos a la elaboración de la encuesta definitiva, es subdividir el grupo piloto en subgrupos y utilizar puntos de partida diferentes en cada uno. Si las respuestas obtenidas difieren, el peligro de sesgo existe y lo mejor es que el entrevistado elija la respuesta desde el principio. Es obvio que el formato binario está libre de este sesgo, si previamente se han seleccionado las cantidades correctas.

b. El sesgo del vehículo

Se presenta cuando el medio de pago pueda influir en la respuesta final. Por ejemplo, en un proyecto sobre una mejora en la calidad de agua, si se dice que los medios de pago serán por medio de un incremento en la cuenta de agua, esto puede influenciar la respuesta final de si se está dispuesto o no a pagar. Para

detectar este sesgo el procedimiento a seguir es el siguiente: se subdivide al grupo piloto en grupos homogéneos con distintos medios de pago, si las respuestas difieren el sesgo existe y se hace necesario buscar un vehículo neutral.

c. El sesgo de la información

Supongamos que en cierta localidad se quiere averiguar los beneficios para la población de una mejora en la recolección y tratamiento de basuras, partiendo de que la persona está informada sobre el cambio propuesto, sus características y lo que representa para ellas. Sin embargo, puede ocurrir que el individuo desconozca los efectos reales de su respuesta, en este caso es posible que la situación se modifique (o sea dado su respuesta y la de los otros, en términos de costos del proyecto éste pueda llevarse a cabo).

La siguiente pregunta que surge es, ¿cambiaría su disposición a pagar si se le brinda esta información?, si la respuesta es afirmativa la respuesta inicial estaba sesgada por carencia de información. Para evitar esto, se puede recurrir a un procedimiento iterativo, en el que se le informa al entrevistado sobre si con su respuesta el proyecto se llevaría a cabo, permitiéndole cambiarla en caso negativo.

d. El sesgo del entrevistador

Cuando el ejercicio se lleva a cabo entrevistando directamente a la persona, se ha observado que ésta tiende a exagerar su disposición a pagar por una causa que considera socialmente necesaria y así parecer, ante el entrevistador, como solidario y/o consciente del problema. Esto comúnmente se agrava cuando el entrevistador sugiere una cifra cada vez mayor ante respuestas afirmativas e iterativas.

e. El sesgo del orden

Aparece cuando se valoran al mismo tiempo varios bienes y la valoración de un bien determinado es función del puesto que ocupa en la secuencia de presentación. En este caso, la DAP por un determinado bien es mayor cuando

éste aparece en los primeros lugares de la secuencia y menor cuando aparece en los últimos (Kahneman y Knetsch, 1990).

Se advierte la necesidad de diseñar bien las preguntas ya que puede ocurrir que una vez terminada la entrevista y computando las distintas respuestas ofrecidas por las personas, se llegue a comprobar que ha gastado todo su ingreso (Johansson, 1990).

2. Sesgos no Instrumentales

a. El sesgo de la hipótesis

Debido al carácter hipotético de la situación que se le plantea al entrevistado (¿cuánto estaría dispuesto a pagar si....?), ésta no tiene ningún incentivo para ofrecer una respuesta correcta. Puede darse que el entrevistado acepte la primera cifra que se le ofrece o decir alguna que se le venga a la cabeza, simplemente por querer quitarse de encima al encuestador o porque le parece que su respuesta no lo perjudicará ni tendrá impacto sobre su bienestar.

Para corregir esto se puede diseñar un cuestionario de forma que la persona tomara más interés en descubrir su propia valoración del cambio, aunque esto no garantice que su respuesta sea certera.

b. El Sesgo Estratégico

Este es el sesgo que más problemas ha planteado al MVC, debido a ello se ha condenado y rechazado el método. Lo que se señala es que la persona puede tener un incentivo para participar en el experimento con interés, cuidando bien su respuesta. El problema aparece con una respuesta estratégica, ya que la persona puede creer que con su respuesta puede influir sobre los resultados finales del estudio.

Supongamos que se quiere instalar un sistema de alumbrado en la calle donde vive la persona. Esta en principio puede creer que:

- La mejora puede realizarse y ser financiada por los beneficiarios del lugar, de acuerdo a la disponibilidad a pagar manifestada en las encuestas. Siendo ello así, la persona podría escoger la menor opción de la disponibilidad a pagar presentada por el encuestador para que ésta sea aceptada y sea compatible con la mejora.
- La mejora se lleva a cabo y el pago, en el caso que exista, va a ser completamente independiente de su respuesta, en este caso se buscará la mayor cantidad dentro de las alternativas creíbles de la disponibilidad a pagar o disponibilidad a aceptar por parte del entrevistador.

Aceptando esta actitud egoísta de la persona como punto de partida, la existencia de un sesgo estratégico puede llegar a ser el problema principal del método de valoración contingente. Como conclusión se puede decir que la posibilidad de influir sobre la decisión final representa un incentivo para que la persona tome en serio la encuesta y medite la respuesta; el problema es que, de acuerdo a los supuestos tradicionales de la teoría económica, esta posición será sesgada.

Si se elimina esta posibilidad, se elimina el incentivo y nada garantizará que la persona no responda lo primero que se le venga a la cabeza, debido a lo hipotético de la situación que se le plantea.

Ventajas del MVC

La ventaja principal del método de valoración contingente estriba en que es el único que puede cuantificar los valores de no-uso.

Algunos autores con Larson (1987) han mostrado que, desde una perspectiva puramente teórica, podrían descubrirse los valores de no-uso que la persona otorga a determinados bienes públicos, a partir de la observación de su conducta en el mercado. Se requiere para ello sustituir las condiciones de complementariedad débil de Mäler por las condiciones de neutralidad débil de Hicks. El hecho de que esta posibilidad se encuentre en un estado meramente teórico impide en este momento precisar hasta qué punto puede llegar a debilitar la ventaja del método de la valoración contingente en la práctica.

En segundo lugar, el método de valoración contingente no requiere de ningún supuesto previo, ni de ninguna estimación de la función de demanda de la persona, salvo en el caso del formato binario, con lo que se evitan los posibles errores de especificación y estimación.

En tercer lugar, el método de valoración contingente es el único que permite descubrir la compensación exigida para permitir un cambio de algo que deteriore el bienestar, o renunciar a uno que lo mejorará, ofreciendo, por tanto, una información que no reproduce la que se obtendría en un hipotético mercado.

Desventajas del MVC

En cuanto a las desventajas, éstas giran en torno a la desconfianza que despiertan las respuestas obtenidas con el método. El escepticismo con respecto a la honradez de la conducta del entrevistado ha ido dejando una duda más esencial sobre el verdadero sentido de su respuesta.

El problema con ello es que, a diferencia de lo que ocurre con los métodos indirectos, no hay forma de contrastar la validez de los resultados obtenidos con el método de valoración contingente en aquellas ocasiones en las que sería más necesario, cuando es el único aplicable ante la ausencia de mercados directos. Las comparaciones que se han hecho de sus resultados con los obtenidos a través de otros métodos (costo de viaje, precios hedónicos), cualquiera que sea el veredicto que arrojen, no debe hacer perder de vista el hecho de que ambos se sitúan en una perspectiva temporal diferente. Mientras que los métodos indirectos intentan averiguar a través de la observación de su conducta el valor que la persona le otorga a un cambio que ya ha ocurrido, el método de la valoración contingente presenta en general, una situación hipotética que todavía no se ha dado. En presencia de incertidumbre, sin embargo, la utilidad que una persona espera recibir de un determinado bien antes de conocer el estado de la naturaleza que le acompañará, puede diferir dramáticamente de la que obtendrá de hecho, una vez que ésta incógnita se resuelva (Mitchell y Carson, 1989).

Es difícil concluir con un diagnóstico preciso sobre la validez y solidez del método de la valoración contingente, de sus ventajas y desventajas relativas. Sin embargo, dados sus valiosos resultados, su aplicación se ha extendido ampliamente y hoy en día es una de las metodologías más adecuadas en la Valoración económica de bienes no mercadeables.

El modelo teórico

El modelo parte del supuesto de que los individuos derivan utilidad (bienestar) de la disponibilidad y/o calidad de un bien ambiental (h) y de su ingreso (Y). Además, que el individuo conoce su función de utilidad con certidumbre, pero no es observable en su totalidad por parte del investigador, lo cual significa que es necesario un tratamiento estocástico. La parte no observable de la función de utilidad es explicada por las características socioeconómicas del individuo (S) y los atributos del bien ambiental (h); la parte observable es el ingreso del individuo (Y) (Hanemann, ¿????). **CITAR CORRECTAMENTE.**

Así, para el investigador U_0 y U_1 son variables aleatorias con alguna distribución de probabilidad.

$$U_0 = u(h_0, Y; S) \text{ ----- (1)}$$

$$U_1 = u(h_1, Y; S) \text{ ----- (2)}$$

Donde,

U_0 es la función de utilidad bajo el estado inicial de calidad del bien ambiental, con característica (h_0); luego la parte (U_1) es la función de utilidad con la mejora en la calidad ambiental generada por un proyecto a evaluar, con característica h_1 .

Por lo tanto la nueva función de utilidad se puede escribir como:

$$U(h, Y; S) = V(h, Y; S) + \epsilon \text{ ----- (3)}$$

Donde, $V(h, Y; S)$ representa la utilidad indirecta, es decir, la función que representa la máxima utilidad que puede alcanzar el individuo dado el ingreso y

otras variables. El término ε representa aquella parte de la utilidad que no puede ser explicada por las variables incluidas en el modelo y es IID (Independiente e idénticamente distribuida) con media igual a cero.

a) Modelo de disponibilidad a pagar (DAP)

A partir de la ecuación (1), (2) y (3) el individuo aceptará el proyecto que implica mejoras en la calidad o en la cantidad del recurso, si y sólo si la utilidad generada realizando el pago para acceder al proyecto y a la mejora ambiental (DAP) es mayor o igual a la utilidad que percibe actualmente sin la mejora ambiental.

$$V_1(h_1, Y-DAP, S) + \varepsilon_1 \geq V_0(h_0, Y; S) + \varepsilon_0 \text{ ----- (4)}$$

De esta manera la proposición de pagar para acceder a la mejora ambiental será una variable aleatoria con una distribución de probabilidad de la forma:

$$P_0 = \Pr(\text{Disponibilidad individual a pagar por el cambio}) \text{ ----- (5)}$$

Donde la disponibilidad a pagar por parte del individuo depende del resultado de la ecuación (4). Por lo que se puede plantear lo siguiente:

$$P_0 = \Pr[V_1(h_1, Y - DAP; S) + \varepsilon_1 \geq V_0(h_0, Y; S) + \varepsilon_0]$$

$$P_0 = \Pr[V_1(h_1, Y - DAP; S) - V_0(h_0, Y; S) \geq \varepsilon_0 - \varepsilon_1] \text{ ----- (6)}$$

Si $F_n(\cdot)$ representa la función de distribución de probabilidad, y se asume una función logística para dicha distribución, se tiene que:

$$P_0 = F_n(\Delta V)$$

$$P_0 = F_n(\Delta V) = (1 + e^{-\Delta V})^{-1} \text{ ----- (7)}$$

A partir del modelo (7) se puede especificar la forma funcional del modelo estadístico planteado anteriormente.

Para estimar la función de distribución de probabilidad, se hace mediante dos formas funcionales para la utilidad indirecta: la forma lineal y la forma semilogarítmica (Hanemann citado por Osorio y Correa, 2009).

Si se considera la forma lineal como:

$V = \alpha_j + \beta Y, \beta > 0$ y $j = 0,1$, donde los términos α_0, α_1 y β son funciones de S . Por lo tanto la variación en la utilidad queda representada de la forma siguiente:

$$\Delta V () = [\alpha_1 + \beta (Y - DAP) - (\alpha_0 + \beta Y)]$$

$$\Delta V () = (\alpha_1 - \alpha_0) - \beta DAP \text{-----} (8)$$

Si se considera a las ecuaciones (7) y (8), entonces, la función de distribución de probabilidad se puede escribir de la forma:

$$P_0 = F_n (\Delta V) = \left[1 + e^{-(\alpha_1 - \alpha_0 - \beta DAP)} \right]^{-1} \text{-----} (9)$$

En el modelo de utilidad (9) las probabilidades de elección discreta son independientes del ingreso del individuo, por lo que no hay presencia de efecto ingreso en la estimación de tal modelo. Este modelo de utilidad es el único que posee esta propiedad.

Para el caso de la forma semi-logarítmica, tiene la siguiente forma:

$$V = \alpha_j + \beta \ln Y, \beta > 0 \text{ y } j = 0,1 \text{-----} (10)$$

A partir de la ecuación (10) se deduce la variación en la utilidad, quedando de la forma:

$$\Delta V () = [\alpha_1 + \beta \ln(Y - DAP) - \alpha_0 + \beta \ln Y] = 0$$

Reagrupando

$$\Delta V () = (\alpha_1 - \alpha_0) + \beta \ln \left[1 - \frac{DAP}{Y} \right] \text{-----} (11)$$

De la expresión (11) y usando la expansión de Taylor, se llega a lo siguiente:

$$V () \approx (\alpha_1 - \alpha_0) + \beta \left[\frac{DAP}{Y} \right] \text{-----} (12)$$

b) Medidas de bienestar: media y mediana de la DAP

Si la variación en la utilidad es cero, el individuo será indiferente entre efectuar el pago y recibir la mejora en la calidad ambiental, que lo llevará a un mejor nivel de bienestar, o no realizar el pago y percibir la utilidad inicial. El valor de la DAP que logra la indiferencia entre las utilidades V_0 y V_1 es la medida monetaria (económica) del cambio en el bienestar logrado por el proyecto o la mejora ambiental para ese individuo. Esta medida de bienestar se conoce como la media de la DAP. Así, en la forma lineal:

$$\Delta V () = [\alpha_1 + \beta(Y - DAP) - (\alpha_0 + \beta Y)] = 0 \text{ ----- (13)}$$

De (13) se despeja la DAP y considerando a $\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$, se obtiene lo siguiente:

$$DAP_{\text{media}} = \frac{\alpha}{\beta} \text{----- (14)}$$

La expresión anterior se le conoce como la disponibilidad a pagar media y representa la cantidad máxima de dinero que el individuo está dispuesto a pagar por el bien ambiental ofrecido.

Por otro lado, la mediana es el valor de la DAP que tiene tanta probabilidad de ser aceptado como rechazado (Riera, 1994). Es decir, la mediana se establece como el valor de la DAP para el que la probabilidad de aceptación sea de 50%. En términos matemáticos, y considerando a $\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$, se logra establecer:

$$P_1 = F_n (\Delta V) = [1 + e^{-(\alpha - \beta DAP)}]^{-1} = 0.5 \text{ ----- (15)}$$

$$\text{Esto es, } F_n (\Delta V = 0) = 0.5 \text{ ----- (16)}$$

Lo anterior se da tanto para el caso que se asuma que la función de distribución de la probabilidad de decir “sí” al valor de la DAP presentada al individuo siga una función logística o normal.

Dado que $(\alpha - \beta DAP) = 0$, entonces:

$$DAP_{\text{mediana}} = \frac{\alpha}{\beta}$$

Es decir, en el modelo Logit lineal la media y la mediana son iguales.

En el caso de la forma semi-logarítmica, para obtener la media y la mediana, se parte de la ecuación (11), en donde se despeja la DAP, en seguida se obtiene las siguientes expresiones (Valdivia, et al., 2009):

$$DAP_{\text{media}} = Y \left\{ 1 - e^{-\frac{\alpha}{\beta} \left[\frac{\pi}{\beta \text{Sen} \left(\frac{\alpha}{\beta} \right)} \right]} \right\} \text{-----} (17)$$

$$DAP_{\text{mediana}} = Y \left(1 - e^{-\frac{\alpha}{\beta}} \right) \text{-----} (18)$$

A continuación se hace un resumen de las medidas de bienestar, considerando el modelo Logit probabilístico, cuadro 4.

Cuadro 4. Formas funcionales y medidas de bienestar

Tipo de modelo de utilidad aleatoria	Medidas de bienestar	
	Media	Mediana
Forma lineal	$DAP_{\text{mediana}} = \frac{\alpha^{**}}{\beta^{*}}$	$DAP_{\text{mediana}} = \frac{\alpha^{**}}{\beta}$
Forma semi-Logarítmico	$DAP_{\text{media}} = Y \left\{ 1 - e^{-\frac{\alpha}{\beta} \left[\frac{\pi}{\beta \text{Sen} \left(\frac{\alpha}{\beta} \right)} \right]} \right\}$	$DAP_{\text{mediana}} = Y \left(1 - e^{-\frac{\alpha}{\beta}} \right)$

**Es el coeficiente de todas las variables del modelo, incluido el intercepto, multiplicadas por la media de cada variable.

* Es el coeficiente de la variable precio de oferta, $\pi = \text{Pi} = 3.141592$.

e = Base de los logaritmos naturales=2.71828.

Sen= Concepto trigonométrico de seno.

Fuente: Elaboración propia basándose en Osorio y Correa 2009 y Valdivia, et al., 2009.

Estimación de las medidas de bienestar a partir de un modelo econométrico

Se puede asumir que la verdadera DAP sigue una distribución de probabilidad normal o logística (Riera, 1994). Si se decide emplear el supuesto de la distribución logística, el modelo se denomina Logit, y si se supone la distribución normal, el modelo se llama Probit. Ambas distribuciones son simétricas y tienden a dar probabilidades similares, siempre y cuando la muestra no contenga pocas respuestas afirmativas o pocas negativas, y que no presente variaciones grandes en una variable independiente.

a) El modelo Logit

Se puede especificar que la probabilidad de una respuesta positiva al escenario de valoración está dada por la función de distribución de probabilidad acumulada evaluada en la diferencia entre las utilidades marginales ΔV , que en el modelo Logit se asume que sigue una distribución logística de la forma siguiente:

$$\Pr (P=1) = f (\Delta V) = \frac{1}{1+e^{-\Delta V}} \text{-----} (19)$$

En el modelo (19) para estimar los parámetros se hace uso del método de máxima verosimilitud. Este método consiste en estimar los parámetros del modelo a partir de la maximización de la función de verosimilitud. Si en el máximo verosimilitud f sigue una función Logit, el logaritmo de la función de verosimilitud (L) sobre la totalidad de la muestra, en cada individuo tiene la opción de escoger $P= 0, 1$; está dada por:

$$L = \log[\prod_{pi=1} f (\Delta V) \prod_{pi=0} (1 - f(\Delta V))]$$

$$L = \log[\prod_{pi=1} (\frac{1}{1+e^{-\Delta V}}) \prod_{pi=0} (\frac{e^{-\Delta V}}{1 + e^{-\Delta V}})]$$

$$L = \sum_{all\ p_j} P_i * \log(\frac{1}{1+e^{-\Delta V}}) + \sum_{all\ p_i} (1 - P_i) * \log (\frac{e^{-\Delta V}}{1 + e^{-\Delta V}})]$$

De donde ΔV es reemplazado dependiendo de la función, es decir, si la forma funcional es lineal o semi-logarítmica. En general se desea calcular:

$$P(S_i) = f(a, P_j, S, \varepsilon) \text{ ----- (20)}$$

Donde:

a es la constante en el modelo,

P_j el vector independiente de precios, que son compensaciones ofrecidas a los individuos a la DAP presentada en escenario de valoración.

S son las variables ambientales y socioeconómicas y

ε el término de error estocástico.

Para estimar el modelo de la ecuación (20) se puede estimar a través de varios software, como son: NLOGIT, SPSS, SAS y R.

CAPÍTULO III. LA APLICACIÓN DE LA VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES

La necesidad de un análisis económico para la elaboración y la aplicación de eficientes políticas de gestión de los recursos hídricos está bien documentado en la literatura económica. Esta necesidad también se describe en la Unión Europea en la reciente Directiva Marco del Agua, y es relevante para los objetivos de la UE. Este proyecto financiado por la UE que entre otras cosas tiene por objeto proporcionar un sistema de apoyo a la decisión para valorar los efectos del cambio global sobre el futuro de Europa y los ecosistemas de agua dulce (Biro E. et. al 2006).

Otro enfoque señala que las metodologías utilizadas para analizar la viabilidad de los proyectos de reutilización de agua se centran en los costos internos. El objetivo del trabajo es mostrar una metodología para evaluar la viabilidad de un proyecto de reutilización de agua teniendo en cuenta no solo el impacto interno, sino también los impactos exteriores (ambientales y sociales, por ejemplo) y el costo de oportunidad derivado del proyecto. Los beneficios internos se obtienen de la diferencia entre los ingresos internos y los costos internos (Hernández et.al ,2006).

Ese mismo estudio indica que los ingresos internos se obtienen multiplicando el precio de venta del agua regenerada y el volumen obtenido. Los costos internos están formados por la suma de los gastos de inversión, gastos de funcionamiento, gastos financieros y los impuestos. Hay una serie de factores externos para los que no existe mercado explícito. En estos casos los métodos de valoración económica se utilizan, sobre la base de situaciones hipotéticas o de los patrones observados en los mercados relacionados.

En otro estudio se muestra una metodología para evaluar la viabilidad de un proyecto de reutilización de agua teniendo en cuenta no solo el impacto interno, sino también los impactos exteriores y el costo de oportunidad derivado del proyecto. Los beneficios internos se obtienen de la diferencia entre los ingresos

internos y los costos internos. Los ingresos internos se obtienen multiplicando el precio de venta del agua regenerada y el volumen obtenido. Los costos internos están formados por la suma de los gastos de inversión, gastos de funcionamiento, gastos financieros y los impuestos (Fernández F. et. al, 2006).

En el 2008 se realizó un estudio sobre la disponibilidad a pagar por el agua potable en Turquía, se estimó el comportamiento evitado y las preferencias declaradas acerca del mejoramiento en la calidad de agua en la región sureste de Anatolia usando ecuaciones de la forma reducida. El modelo reveló que el ingreso, la educación, la percepción acerca de las características del agua, las condiciones de vida de los hogares, y variables regionales, son únicamente significativas estadísticamente en modelos con datos de preferencias declaradas y reveladas. La disponibilidad a pagar estimada fue de alrededor de 6.43 liras turquesas nuevas. Además, el análisis de simulación mostró que el incremento en el ingreso y en la educación fomenta la disponibilidad a pagar para el tratamiento de agua, mientras que un incremento en los precios ofertados y la percepción reduce la disponibilidad a pagar (Bilgic A. et al. 2008).

En el municipio de Campo Elías, Venezuela, se hizo una valoración económica del agua en el cual mediante el método de valoración contingente se estimó el valor económico mediante técnicas paramétricas –regresión logística – y no paramétricas - en la cual se obtuvieron tres alternativas de disponibilidad a pagar por mes por parte de los habitantes del área urbana de dicho municipio, a saber: Bs. 17.515.307,06 (Alternativa 1), Bs. 28.244.840,00 (Alternativa 2) y de Bs. 4.495.200,00 (Alternativa 3). Además, los beneficios económicos anuales para estas familias del Área Urbana del Municipio en cuestión, generados a partir de la provisión del servicio ambiental provenientes de las microcuencas de las quebradas Montalbán, Portuguesa y La Fría, son de Bs. 210.183.684,70, Bs. 33838.080,00 y Bs. 53.942.400,00 respectivamente (Peña K. et al. 2004).

La disponibilidad a pagar (DAP) por los productos de carne fresca de marca se midió usando el procedimiento de subasta experimental Becker-DeGroot-Marschak. Esta investigación se realizó en el campo de Winnipeg, Manitoba,

Canadá durante el verano de 2006. Se encontró que la disponibilidad a pagar fue más alta, aproximadamente \$1.33 por onza de filete, para filetes de marca asociada con lo natural, oferta garantizada y atributos de Angus. Se descubrió además que la disponibilidad a pagar es positivamente afectada por el nombre de la marca, la frecuencia con la cual la carne se consume, y el género masculino. Por el contrario, la confianza en la selección de carne de vaca tiende a reducir la disponibilidad a pagar, mientras los efectos de la edad, la educación, y el ingreso son inciertos. Se concluye que la industria debería explorar oportunidades para productos valorados altamente en el mercado tanto a nivel nacional y en el extranjero, si el costo de hacerlo no excede la prima de disponibilidad a pagar (Froehlich E. et al. 2006, pag. 134-135).

En otro trabajo se desarrolló un modelo econométrico de la disposición a pagar (DAP) que integra datos sobre la incertidumbre del encuestado con respecto a su propia disposición a pagar. La integración es la consecuente utilidad, no hay recodificación de variables, y sin necesidad de calibrar las respuestas contingentes a los datos de pago verdaderos. En una aplicación a un estudio de valoración relacionado con el restablecimiento de grulla blanca, se encontró que este modelo genera una menor disposición a pagar estadísticamente. Por otra parte, la función de la DAP estimada con este modelo no es estadísticamente diferente de la estimada a partir de datos reales de pago, lo que sugiere que, cuando son correctamente analizados a partir de datos sobre la incertidumbre demandado, las decisiones de CV pueden simular las decisiones reales de pago. Este método permite obtener estimaciones más fiables de la DAP que incorporan la incertidumbre demandado, sin la necesidad de recopilar datos comparables de pago efectivo (Revista canadiense de Economía Agrícola, 2008).

La teoría económica básica predice que la disponibilidad a pagar por un bien por parte de un consumidor está afectada por la disponibilidad de sustitutos y complementarios. En un entorno de subastas esta teoría implica que la presencia de complementarios incrementará los precios de un bien, mientras que la presencia de sustitutos disminuirá los precios de compra de un bien. En este

artículo se diseñó un experimento que permite el cálculo de elasticidades inversa, el equivalente de la demanda inversa de las elasticidades precio convencionales. Así, los resultados muestran que la disponibilidad de sustitutos y complementarios afecta a la oferta en la dirección esperada. Este hallazgo tiene importantes implicaciones para los investigadores que diseñan subastas experimentales (Rousu M. et al. 2008, pag. 188-189).

En la Escuela de medicina veterinaria y de ciencias biomédicas de la Universidad de Nebraska en Estados Unidos de Norteamérica se realizó una investigación que reporta las percepciones de los compradores y la disponibilidad a pagar por las novillas de reemplazo producidas a través de un protocolo riguroso de producción verificado por terceros. Los encuestados atendidos y registrados para comprar vaquillas fueron seleccionados de una muestra del programa de vaquillas de reemplazo en Missouri entre 1997 y 2010. Las respuestas indican que la inseminación artificial, con toros de fácil parto, el parto sincronizado, y el tamaño de las novillas son percibidos como importantes y su disponibilidad a pagar por estas características son económicamente significativas. Aunque la investigación a priori sugiere que las estimaciones de disponibilidad a pagar particularmente por la inexperiencia de los consumidores pueden estar sesgadas, se encuentran pequeñas diferencias entre compradores con experiencia y sin experiencia y también pequeñas diferencias de estimaciones hedónicas del valor característico de las vaquillas. Los compradores que respondieron a la encuesta indicaron que es importante para las novillas de reemplazo las siguientes características: evidencia fenotípica de un manejo adecuado (es decir, condición del cuerpo promedio o por encima de la media, la disposición deseable, carencia de manchas, etcétera), la alta probabilidad de fácil parto, y el potencial de las ventajas de la productividad a largo plazo. Los encuestados también indicaron una significancia económica de la disposición a pagar para características de las novillas, como: la uniformidad, fechas sincronizadas de parto, la inseminación artificial a un toro de fácil parto, y el tamaño del marco y musculatura de las vaquillas. Los resultados deberían ayudar a los compradores y vendedores de las novillas de reemplazo en la toma de decisiones de información, compras y

decisiones de marketing. Si la industria ganadera es desarrollar un sistema de comercialización ampliamente aceptado basado en valores, los productores de ganado necesitan producir ganado de reconocida calidad que agregue valor a los animales. El primer paso hacia un verdadero sistema de comercialización basado en el valor en la industria ganadera es establecer el valor de calidad de reemplazo de las novillas criados. (Parcella 2010. Pag. 469-470).

La Asociación de Economistas del Oeste en USA realizó un estudio en el que se utiliza la valoración contingente para evaluar la disposición a pagar de los consumidores de peras con diferentes niveles de los tratamientos de etileno. Una evaluación de gustos y una encuesta entre los consumidores se llevaron a cabo para recopilar datos sobre la DAP de los consumidores y sus evaluaciones de las características de pera a través de tratamientos de etileno. Se encontraron características sensoriales de tratamiento inducido que afectan significativamente la disponibilidad a pagar. Las variables sensoriales firmeza, dulzura y jugosidad son factores importantes que explican la DAP de los consumidores. Las respuestas en niños menores de 18 años de edad tienen una mayor disposición a pagar. Los promedios de la DAP para las peras con los cuatro tipos de tratamientos es de \$1.19/lb., \$1.53/lb. \$1.74/lb., y \$ 1.09/lb. (Zhang H. 2010, Pág. 115).

En el cartel preparado para la asociación de economía agrícola y aplicada en Denver, Colorado en Estados Unidos de Norteamérica en el 2010, se presentó un artículo sobre la disponibilidad a pagar por jugo de naranja orgánico versus convencional. Los objetivos fueron determinar si los consumidores pueden identificar una diferencia de sabor entre el zumo de naranja convencional y el de producción orgánica, estimar la disponibilidad a pagar por el jugo de naranja convencional y el de producción orgánica y determinar las características sensoriales que influyen en la disponibilidad a pagar por el jugo de naranja orgánico. Los resultados encontrados fueron los siguientes: El precio es significativo y de probabilidad negativa; el método de producción es significativo y positivo, lo que indica que si el producto es el etiquetado ecológico, el consumidor

está más dispuesto a comprar el producto; las variables de interacción de las características sensoriales de los productos orgánicos fueron significativas, lo que los consumidores eran más propensos a elegir el producto si tienen el sabor, la textura, la apariencia y / o el olor más alto; caucásicos e hispanos eran menos propensos a seleccionar el producto orgánico; las personas con ingresos más bajos y los menores de 30 años de edad fueron menos propensos a elegir el producto orgánico (House L. et al. 2010).

El departamento de economía agrícola y los recursos de la Universidad de Tennessee, Knoxville, USA, presentó una investigación sobre la disponibilidad a pagar por la reducción de emisiones con E85 (es una mezcla de 15% de gasolina y de un 85% de etanol). El método de investigación se llevó a cabo a través del experimento de elección. Se encontró que aun cuando el atributo de reducción de emisiones es estadísticamente significativo en el modelo, la estimación de la DAP media de .08 ¢ por milla por una reducción del 1% de las emisiones no es significativamente diferente de cero. Sin embargo, las variables sugieren que la interacción DAP es mayor para quienes son mujeres, preocupados por el cambio climático, y dueños de un vehículo de combustible flexible, pero es menor para los que son mayores de esa edad, dueños de una camioneta todo terreno, y aquellos que se oponen al uso de tierras agrícolas para la producción de combustible. Así, los encuestados que son más jóvenes, mujeres, preocupados por el cambio climático, se oponen a la perforación para petróleo adicional, pero no el uso de las tierras agrícolas para la producción de combustible, propias o puedan comprar un vehículo de combustible flexible, y no conducir un todo terreno, están dispuestos a pagar hasta como 0.19 ¢ / milla o, para un vehículo de 20 millas por galón, alrededor de 3,18 centavos de dólar / galón, con un descenso del 1% de las emisiones de la gasolina regular (Jensen K. et al. 2010).

El uso de etanol en los EE.UU. aumentó considerablemente en los últimos años debido a la política pública y al aumento en los precios del petróleo, y se mantiene elevada. El apoyo público para el etanol incluye niveles mínimos de uso en todo el país. Sin embargo, poco se sabe acerca de la demanda de etanol y mucho menos

acerca de la demanda por tipo de mezcla y la fuente de etanol. Se utilizaron datos de la encuesta de ensayos y el análisis conjunto para superar la falta de datos históricos sobre las preferencias de los consumidores de combustibles de la mezcla de etanol. Los resultados preliminares basados en las respuestas de los conductores de vehículos en Missouri sugieren que el precio es el factor principal detrás de las preferencias de combustible. La divulgación de etanol se originó a partir de materias primas leñosas que tuvieron un efecto significativo en las preferencias *ceteris paribus*. Las mezclas de etanol de 20 por ciento tuvieron un efecto negativo estadísticamente no significativo en comparación a las mezclas si etanol o con un contenido de 10 por ciento. Estos resultados se pondrán a prueba usando modelos diferentes ampliados a un grupo nacional de conductores de vehículos de motor (Aguilar F. et al. 2010, Pág. 15).

Se realizó un estudio sobre la disponibilidad a pagar por nuevos productos en el servicio de alimentos en una universidad en Kentucky en USA. Un fabricante de productos lácteos deseando ampliar a la universidad las operaciones de servicio de alimentos colaboró con una clase de posgrado de marketing para investigar las preferencias de los estudiantes respecto a los productos de la Compañía. El análisis demostró los retos de poner en marcha una nueva línea de productos en un mercado establecido, en este caso el servicio de alimentos de la universidad. ¿Son los estudiantes universitarios una audiencia prometedora para los productos de la Compañía? Pocos deberían asociar el postre con tarifa estudiante tradicionalmente popular, pero un 20 por ciento de los encuestados reportaron comer pudín de la semana anterior. Si bien la conciencia de marca sigue siendo inferior al 20 por ciento durante el período de estudio, la mayoría de los que intentaron productos de la compañía informó gusto a ellos (Zhou G. 2010, Pág. 14).

En otro estudio en Estados Unidos se utilizaron y compararon análisis conjunto y subastas experimentales no hipotéticas para obtener la DAP de clientes en flores con macetas biodegradables. Los resultados del estudio muestran que los participantes estaban dispuestos a pagar un precio más elevado para los envases biodegradables y se reveló que sus DAP son heterogéneas para los envases biodegradables que se hacen de diversos materiales. La composición de los residuos en un contenedor determinado también afectó a la DAP de los consumidores basado en los resultados de estimación de la subasta de datos. Por último, como se esperaba, la huella de carbono asociada a un contenedor determinado también influyó significativamente en la DAP. Específicamente, se encontró que en comparación con una huella de carbono neutral, los participantes estaban dispuestos a pagar más por un contenedor que estaba libre de carbono (Yue C, 2010, Pag. 16).

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

La investigación consiste en calcular y estimar la Disponibilidad a Pagar por parte de los usuarios industriales de agua del Municipio de Texcoco, Estado de México, a través del Método de Valoración Contingente en formato abierto.

4.1. Diseño muestral

Se calculó la muestra a partir del total de los industriales que se encuentran en la localidad de Texcoco, Estado de México (442), no obstante, primeramente se realizó una prueba piloto de 30 encuestas, con las cuales se determinó la varianza, la cual se obtuvo a partir de la Disponibilidad a Pagar. Dicha prueba piloto se aplicó al azar; se elaboró con formato abierto con la finalidad de elaborar un instrumento entendible para la población objetivo.

Para determinar el tamaño de muestra se consideró el muestreo simple aleatorio con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * \sigma^2}{(N - 1) * d^2 + Z^2 * \sigma^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población total

Z = Número de unidades de desviación estándar en la distribución normal, que producirá el grado deseado de confianza, en este caso se usó una confianza de 95%, por lo que $Z = 1.96$.

σ^2 = Corresponde a la varianza a partir de la DAP (0, 1). En este caso fue de 0.30. Dicha varianza fue calculada con base en la muestra piloto que se realizó a 20 usuarios encuestados inicialmente.

d = Error o máxima diferencia entre la proporción muestral y la proporción de la población que se está dispuesto a aceptar con el nivel de confianza que se ha señalado. En este caso se consideró el 10%.

De donde resultó **n=91** encuestas.

4.2. Diseño de la encuesta

La etapa previa permitió el diseño de la encuesta definitiva con formato dicotómico simple o de referéndum, minimizando todos los sesgos posibles. El número de encuestas aplicadas fue de 91.

En la primera parte de la encuesta se incluyeron datos de la empresa como giro, tamaño e ingreso promedio mensual.

La siguiente parte del cuestionario contiene información sobre el abastecimiento y uso del agua. En esta sección se recogió la opinión de los entrevistados con relación a la importancia del agua para el desarrollo de sus actividades, la fuente de abastecimiento y los costos que representa el volumen consumido de agua.

Al inicio de la tercera parte de la encuesta se plantea el mercado hipotético, para luego realizar la pregunta sobre la Disponibilidad a Pagar: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar mensualmente para mantener, mejorar la calidad y cantidad de agua proveniente de la parte alta de la cuenca?

Finalmente, se pregunta acerca del vehículo de pago más adecuado: ¿Cuál cree que será el mejor mecanismo para la recaudación del fondo económico para el pago de las obras de conservación en la parte alta de la cuenca? Ver cuestionario en anexo.

4. 3. Análisis de la pregunta de valoración contingente

Para analizar las respuestas a la pregunta simple se decidió utilizar un modelo paramétrico; esto es, un modelo que permite la incorporación de las características de la empresa dentro de la función de la DAP como: giro de la

empresa, antigüedad, fuente de abastecimiento de agua, volumen consumido de agua, entre otras.

El modelo básico que se utilizó para analizar las respuestas en la valoración contingente es un modelo de utilidad aleatoria.

En ese sentido, se considera las características de la empresa, se establece la función de utilidad indirecta $U(Q,Y; S)$, que depende del ingreso Y y de la mejora de la calidad y cantidad del agua (sin proyecto $Q = 0$, con proyecto $Q =1$), teniendo como parámetros el vector de características de la empresa S . Como se desconoce $U(Q,Y; S)$, entonces se plantea un modelo estocástico de la forma:

$$U(Q,Y; S) = V(Q,Y; S) + e(Q)$$

Donde, $e(Q)$ es el término aleatorio, con media cero, y V es la parte determinística.

Si la industria acepta pagar para disfrutar de la mejora de la calidad y la cantidad del recurso hidrológico, se debe cumplir que:

$$V(1, Y - P; S) - V(0, Y; S) > e(0) - e(1)$$

Donde $e(0)$ y $e(1)$ son términos aleatorios independientes e idénticamente distribuidas.

De forma compacta se escribe:

$$\Delta V = V(1, Y - P; S) - V(0, Y; S) > \eta \text{ donde } \eta = e(0) - e(1)$$

A este nivel, la respuesta del entrevistado (SÍ, NO) es una variable aleatoria para el evaluador. La probabilidad de una respuesta afirmativa (SÍ) está dada por:

$$\text{Prob (decir SI)} = \Pr(\Delta V > \eta) = F(\Delta V)$$

Donde $F(\Delta V)$ es la función de probabilidad acumulada de η . Si se supone una forma función para: $V_i = \alpha_i + \beta Y$, lineal en el ingreso, donde $i=(0,1)$, y una distribución de probabilidad para η , se tiene:

$$\Delta V = (\alpha_1 - \alpha_0) - \beta P = \alpha - \beta P$$

Donde $\beta > 0$, ya que el valor esperado de la utilidad V aumenta el ingreso, implicando que cuanto más alto sea P en la encuesta menor será ΔV y por tanto, menor será la probabilidad de que la industria responda SÍ. De igual forma, este modelo solo permite estimar la diferencia $\alpha_1 - \alpha_0 = \alpha$, representando el cambio de utilidad por la mejora de la calidad del agua y β , representa la utilidad marginal del ingreso (constante).

Usando la distribución de probabilidad logística para η , se obtiene un modelo Logit, cuya probabilidad de respuesta SÍ modela como:

$$\text{Prob (decir SI)} = \text{Prob}(\alpha - \beta P > \eta) = [1 + e^{-(\alpha - \beta P)}]^{-1}$$

Como el interés es el cálculo de la variación compensada (VC), que es la respuesta a la pregunta de la DAP, puede definirse un modelo lineal V_i como:

$$V(1, Y - VC; S) - V(0, Y; S) = \varepsilon(0) - \varepsilon(1)$$

Simplificando S momentáneamente,

$$A + \beta(Y - VC) + \varepsilon_1 = \alpha_0 + \beta Y + \varepsilon$$

Considerando que los errores se distribuyen como un modelo Logit, la variación compensada será: $VC^+ = DAP = \frac{\alpha}{\beta}$

Que viene a ser la primera medida del bienestar, es decir, la media VC^+ de la distribución. Donde α corresponde a la suma de los $n - 1$ parámetros estimados económicamente multiplicados por su respectivo valor promedio de la variable explicatoria $\bar{X}_i$ excluyendo el parámetro estimado asociado al precio de oferta (P) que pagaría el consumidor. Entonces si hay n variables explicatorias y si la variable correspondiente al precio de oferta está en la última posición (n), entonces α está determinada por:

$$A = \beta_0 + \beta_1 \bar{X}_1 + \beta_2 \bar{X}_2 + \dots + \beta_{n-1} \bar{X}_{n-1} \text{ ----- (28)}$$

Si se incluye el vector S, la medida de bienestar se transforma en:

$$VC^+ = VC^* = DAP = \frac{\alpha S}{\beta} = \frac{\alpha 0 + \sum_{i=1}^K \alpha_i S_i}{\beta}$$

Donde:

S_i es el conjunto de características de la industria.

α_i es la transpuesta del vector de parámetros, y

β es el coeficiente del precio P.

La regresión del modelo Logit se realizó con el método de máxima verosimilitud, mediante el programa NLOGIT 4.0.

4.4. Especificación del modelo econométrico

En la búsqueda de una función que explique la disposición de la industria a pagar para una mayor cantidad y una mejora en la calidad de agua, se aplicó el análisis de regresión logística al modelo teórico:

$$P(SI) = \beta_0 + \beta_1 \text{GIRO} + \beta_2 \text{INGR} + \beta_3 \text{ANTIG} + \beta_4 \text{VOLUM} + \beta_5 \text{MONTTO} + \varepsilon \quad \text{----(26)}$$

Donde $P(SI)$ es una variable dependiente dicotómica, que representa la probabilidad de responder SÍ=1, NO=0. El giro de la industria (GIRO) se espera que influya positivamente en la DAP; la variable (ANTIG) se espera que indique si existe mayor disposición a pagar por parte de cierto grupo. El volumen de agua consumido por mes (VOLUM), se espera que afecten positivamente a la disposición a pagar. Las variables ingreso mensual de la industria (INGR), se espera que afecte de manera positiva a la DAP y la variable (MONTTO) indica el precio de oferta y ε es el término de error aleatorio, cuadro 5.

En este trabajo de investigación se consideró la forma funcional lineal y la semilogarítmica; al final sólo se considera la forma lineal, que es la que mejor se ajustó para el cálculo de la DAP.

Cuadro 5. Escala de las variables incluidas en el modelo empírico

Variable	Representación	Explicación	Cuantificación
PROB(SI)	Probabilidad de responder SI	Variable dependiente binaria que representa la probabilidad de responder SI a la pregunta de disponibilidad a pagar.	1=Si el usuario responde positivamente a la pregunta de DAP, 0=Si responde negativamente.
GIRO	Giro de la industria: bebidas, alimentos, textil, construcción, etcétera.	Variable independiente que toma valores de 1, 2, 3 ... 11, de menor a mayor de las industrias que utilizan agua	Toma valores de 11, 10, 9, ..., 1
INGRE	Ingreso de la industria	Variable independiente que representa el ingreso mensual promedio de la industria	Número entero
ANTIG	Antigüedad	Variable independiente que representa la antigüedad de la industria	Número entero
VOLUM	Volumen de agua consumida	Variable independiente que indica el volumen de agua consumido por la empresa mensualmente en litros	Número entero
MONTO	Precio hipotético a pagar	Variable independiente que toma el valor del precio a pagar por una mejora en la calidad y cantidad de agua	Número entero
E	Término de error aleatorio		
Bi	Parámetro a estimar		

Fuente: Elaboración propia.

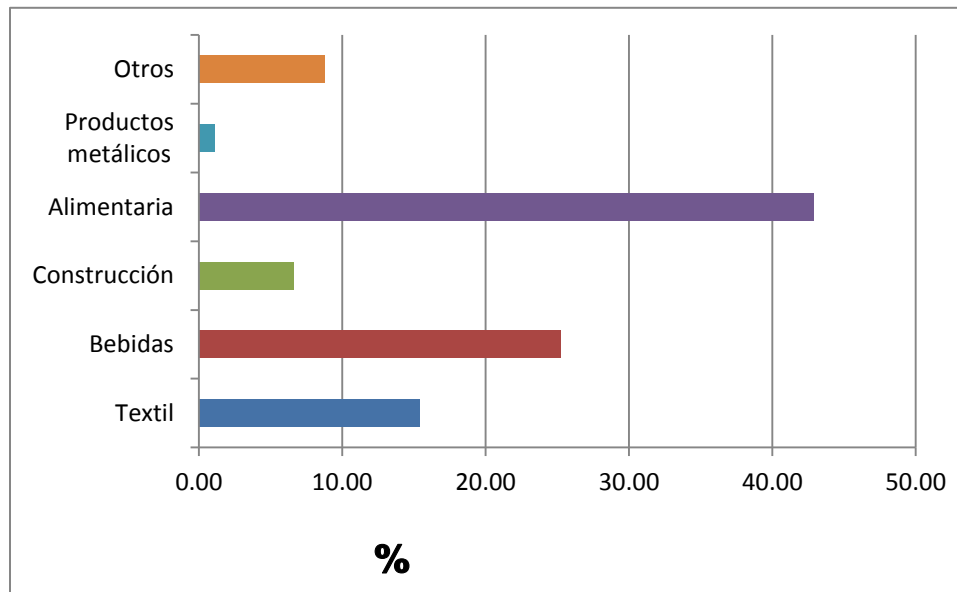
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

5.1. Características de las industrias

Es de resaltar que el 91% de las industrias encuestadas son de tamaño micro y el restante porcentaje son pequeñas. Una microempresa en México es aquella que tiene entre 0 y 10 trabajadores, además de que el dueño trabaja en la misma. En el caso de la pequeña empresa la planta de personal oscila entre 11 y 50 trabajadores.

Como se aprecia en la figura 6 el mayor porcentaje de las industrias encuestadas pertenece a la industria alimentaria (42.86%), destacan entre ellas: tortillerías, pastelerías, panaderías; le siguen en orden de importancia las industrias de las bebidas (25.27%), sobretodo purificadoras de agua y paletas y helados. El porcentaje importante de la existencia de este tipo de industria se debe a la inversión requerida para su establecimiento, es decir, es una inversión relativamente baja; asimismo, otro argumento del porqué este tipo de giros es que el retorno de la inversión realizada es rápido, según lo comentaron los propios encuestados.

Figura 6. Giro de las industrias



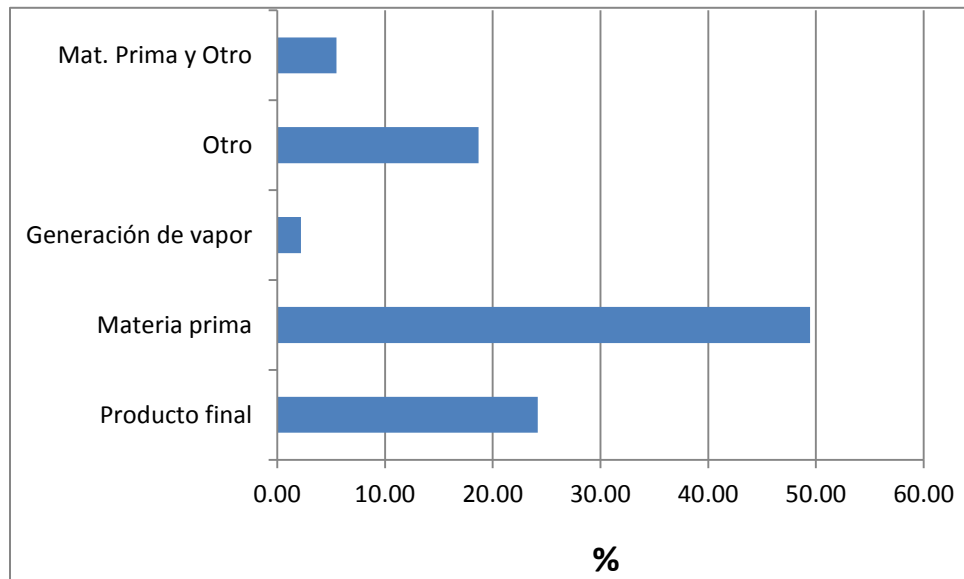
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta aplicada a las industrias.

Los ingresos promedio mensuales de las industrias que fueron entrevistadas son de \$20,237, con un mínimo de \$3,000 y un máximo de \$150,000, lo que implica el predominio de la pequeña industria en el municipio de Texcoco. Es de resaltar que al momento de preguntar sobre sus ingresos algunos de los entrevistados se negaban a proporcionar dicha información, no obstante, la otra forma de acceder a sus ingresos fue mediante los gastos de producción y sus utilidades.

5.2. Abastecimiento y uso del agua

Para el 69% de las industrias entrevistadas el agua es muy importante para el desarrollo de sus actividades productivas, dado que para cerca del 50% de ellos el agua se constituye en producto final para su empresa y el 24% señaló que este recurso es utilizado para ser transformado en producto final (principalmente purificadoras de agua y heladerías), figura 7.

Figura 7. Uso del agua en la industria



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta aplicada a las industrias.

Con relación al abastecimiento del agua para realizar sus actividades, la mayor parte se abastece del suministro público (57.14%), otro porcentaje importante lo hace de garrafones que son vendidos por diferentes empresas de este tipo (23.08%), de pipas y de pozos particulares. Dado que la mayor parte de las industrias encuestadas son del giro alimentario es de resaltar que exista un problema en la calidad del agua y por ende en la higiene de las empresas. Para este tipo de industrias la disponibilidad a pagar por una mejora en la calidad del agua es mayor respecto a las que utilizan agua de garrafón.

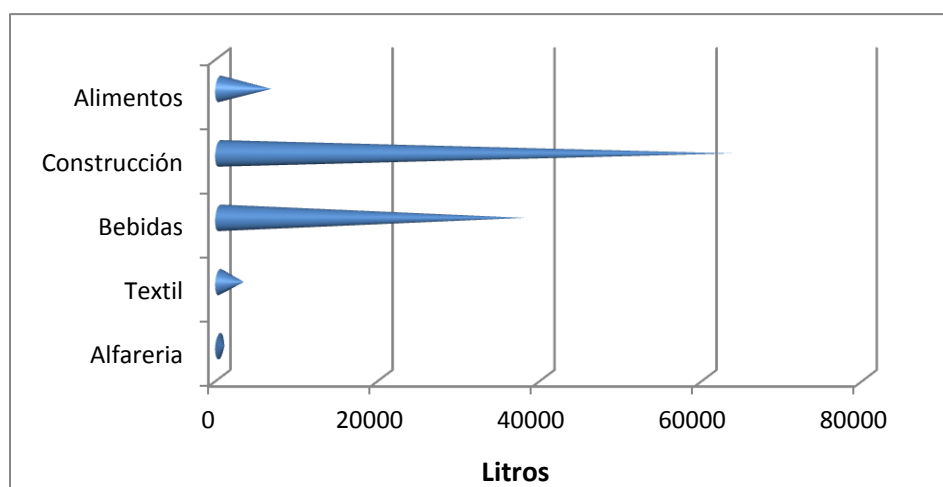
Con respecto a los costos por uso de agua, se diferencia por tipo de industria, para la textil se tiene un costo promedio mensual de \$85 de suministro público. Para la industria de bebidas el costo promedio mensual es de \$2101, con un máximo de \$15,000 y un mínimo de \$500; es de resaltar que dicho monto se debe a que el abastecimiento de este tipo de industria es de pipas y garrafones, estos últimos tienen un costo promedio de \$12. La disponibilidad a pagar para la industria de bebidas es mayor respecto a la industria textil, pues esta última utiliza el suministro público para sus actividades y le representa un costo más bajo

comparado con otro tipo de industrias en donde el agua es su materia prima o producto final.

En el caso de la industria de la construcción, dado que el abastecimiento de agua para sus procesos es del suministro público, su costo promedio alcanza los \$292. La industria de alimentos por su parte tiene un gasto promedio de \$573, con un máximo de \$6,000 y un mínimo de \$20, lo que se explica también por la fuente de abastecimiento. La industria de alfarería tiene un costo por consumo de agua mensual que va de los 20 a los 40 pesos y su fuente de abastecimiento es de la red de agua potable; lo anterior implica que los costos varían dependiendo de la fuente de abastecimiento.

En lo que se refiere al volumen de agua consumida, la industria de la construcción es la que mayor cantidad requiere para sus actividades, siguiéndole en importancia la de las bebidas por ser el producto final (agua purificada), figura 8. Para la elaboración de los tabiques en la industria de la construcción se utiliza agua alrededor de tres veces una vez que se han elaborado dichos materiales, es tanta la cantidad que una microempresa de este tipo se utiliza un promedio de 60,000 litros mensuales.

Figura 8. Volumen de agua consumida por mes



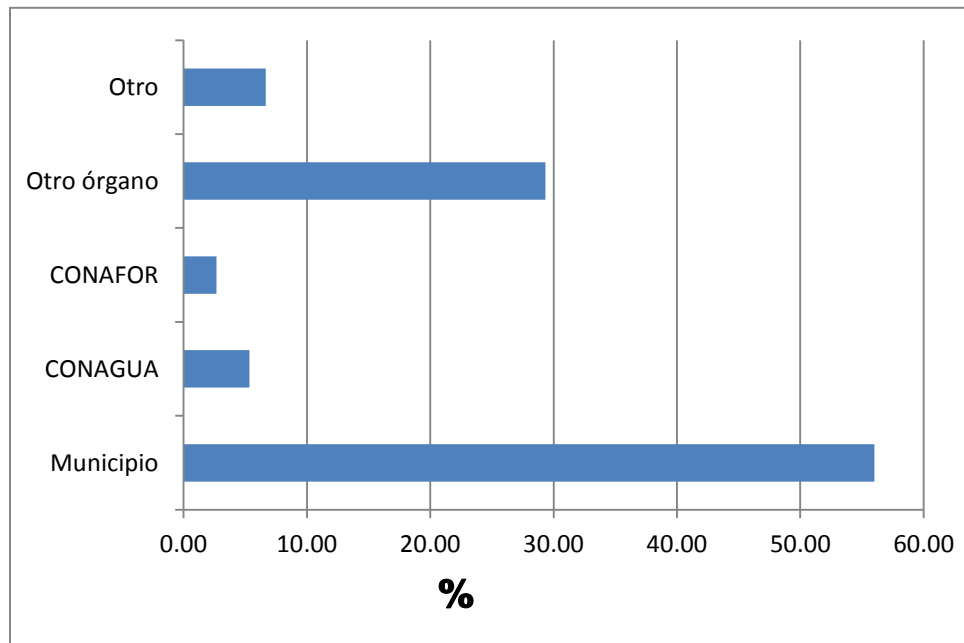
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta aplicada a las industrias.

5.3. Disponibilidad a pagar

El 70% de los encuestados señaló saber qué son los servicios ambientales hidrológicos, al porcentaje restante se les dio una explicación rápida de dicho concepto y se les dio ejemplo de ellos como la captura y la calidad de agua. Debido a la importancia del agua para sus actividades y sobre todo a la problemática existente en la zona en donde existe una sobreexplotación del 400% en el acuífero Texcoco, el 82% de los industriales encuestados dijo estar dispuesto a pagar por una mejora en la calidad y en la cantidad de agua para sus actividades. Ello implicaría un menor tratamiento del agua utilizada para las actividades productivas de las empresas y una mayor disponibilidad de este líquido.

Una vez contestado positivamente a la pregunta de disponibilidad a pagar, a los encuestados se les preguntó sobre la mejor forma en cuanto a la administración de dichos recursos y la mayoría coincide en que sea el municipio quien se encargue de dicha encomienda, figura 9. Quizás la respuesta de que sea el municipio quien administre dicho fondo se debe al desconocimiento de parte de los encuestados sobre la existencia de la CONAFOR y la CONAGUA.

Figura 9. Administración del fondo



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la encuesta aplicada a las industrias.

5.4. Estimación de la DAP

Para estimar la Disponibilidad a Pagar se eligieron las mejores regresiones, para lo cual se siguieron los siguientes criterios económicos y econométricos:

- Que los coeficientes de las variables tengan los signos esperados, es decir, que los signos de los coeficientes estimados para las variables explicativas reflejen una relación lógica con la variable dependiente.
- Que los coeficientes de las variables independientes sean significativos a un cierto nivel aceptable de confiabilidad.
- Que el logaritmo de máxima verosimilitud del modelo (log-likelihood) sea grande (cercano a 1, en un rango de 0 a 1).

Una vez levantadas las encuestas que se aplicaron a los industriales se codificaron las preguntas y se procesaron los datos, a partir de los cuales se corrieron varios modelos econométricos para encontrar el mejor de todos.

Análisis estadístico (relevancia, dependencia y ajuste)

El modelo que se estimó fue el siguiente:

$$\text{Prob (SI)} = \alpha_0 + \beta \text{PREC} + \alpha_1 \text{GIRO} + \alpha_2 \text{INGRE} + \alpha_3 \text{ANTIG} + \alpha_4 \text{COST} + \alpha_5 \text{VOLUMEN} + \varepsilon_t$$

Mediante el modelo ajustado se obtuvieron los siguientes resultados:

Descriptive Statistics

All results based on nonmissing observations.

Variable	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	Cases	Missing
All observations in current sample						
GIRO	5.35165	3.49404	1.00000	11.0000	91	0
PSI	.824176	.382780	.000000	1.00000	91	0
INGRE	20097.8	19461.0	3000.00	150000.	91	0
ANTIG	11.3407	7.79490	1.00000	50.0000	91	0
COST	808.046	1901.57	20.0000	15000.0	87	4
VOLUMEN	18091.7	39966.3	150.000	300000.	76	15
PREC	270.933	390.799	20.0000	3000.00	75	16

Resultados de los modelos logit

Modelo 1 (Logit tradicional)

```
Binary Logit Model for Binary Choice
| Maximum Likelihood Estimates
| Model estimated: Jan 22, 2007 at 10:13:21PM
| Dependent variable          PSI
| Weighting variable          None
| Number of observations      91
| Iterations completed        30
| Log likelihood function     -57.5251
| Number of parameters         7
| Info. Criterion: AIC =      .90385
| Finite Sample: AIC =       .90867
| Info. Criterion: BIC =      1.3499
| Info. Criterion:HQIC =     .98177
| Restricted log likelihood    -100.3151
| McFadden Pseudo R-squared   .3692
| Chi squared                 84.63037
| Degrees of freedom           6
```

| Prob[ChiSqd > value] = .0000000

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[Z >z]	Mean of X
-----+Index function for probability					
Constant	-29.46003755	1.1591	6.645	.1632	
GIRO	.05982542	50899.4572	.043	.0456	5.35164835
INGRE	.45524304	9.44810602	.687	.0023	20097.8022
ANTIG	.05956554	16406.4304	.059	.3917	11.3406593
COS_AGUA	.20597123	171.255818	.425	.0000	728.615385
VOLUMEN	.61279805	9.06759345	2.120	.0000	14944.8462
MON	-.01471787	273.019000	-.074	.0721	47.6483516

Information Statistics for Discrete Choice Model.

	M=Model	MC=Constants Only	M0=No Model					
Criterion F (log L)	-59.86230	-84.31519	-96.07639					
LR Statistic vs. MC	84.63037	.00000	.00000					
Degrees of Freedom	6.00000	.00000	.00000					
Prob. Value for LR	.00000	.00000	.00000					
Entropy for probs.	59.57530	100.31519	103.07639					
Normalized Entropy	.76000	.87086	1.00000					
Entropy Ratio Stat.	126.15279	41.52241	.00000					
Bayes Info Criterion	1.27424	1.22742	1.68371					
BIC(no model) - BIC	.48629	.45629	.00000					
Pseudo R-squared	.43000	.00000	.00000					
Pct. Correct Pred.	88.023423	.00000	50.00000					
Means:	y=0	y=1	y=2	y=3	y=4	y=5	y=6	y>=7
Outcome	.3758	.8242	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
Pred.Pr	.3758	.8242	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
Notes:	Entropy computed as Sum(i)Sum(j)Pfit(i,j)*logPfit(i,j).							
	Normalized entropy is computed against M0.							
	Entropy ratio statistic is computed against M0.							
	BIC = 2*criterion - log(N)*degrees of freedom.							
	If the model has only constants or if it has no constants,							
	the statistics reported here are not useable.							

Partial derivatives of probabilities with
 | respect to the vector of characteristics.
 | They are computed at the means of the Xs.
 | Observations used are All Obs.

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[Z >z]	Elasticity
-----+Marginal effect for variable in probability					
Constant	.4492470011	.8373055805	5.687	.1701	
GIRO	.6215022313	.1886293256	.045	.0459	.3326068512

INGRE		.2876901231	.5481721010	.665	.0031	.5781943012
ANTIG		.4311626714	.3365424907	.399	.4106	.4889672313
COS_AGUA		.3859601016	.5991454609	.439	.0000	.2812168913
VOLUMEN		.8274724617	.4018484510	2.120	.0000	.1236646712
MON		-.950892814	.1873688907	-.074	.0722	-.4555602912

Marginal Effects for|

+-----+-----+	
Variable	All Obs.
+-----+-----+	
ONE	.4492470011
GIRO	.6215022313
INGRE	.2876901231
AOOPE	.4311626714
COS_AGUA	.3859601016
VOLUMEN	.8274724617
+-----+-----+	
MON	-.950892814

Fit Measures for Binomial Choice Model |

Logit model for variable PSI	
+-----+-----+	
Proportions P0=	.375824 P1= .824176
N = 91 N0= 16 N1= 75	
LogL= 65.964 LogL0= -42.315	
Estrella = 1-(L/L0)^(-2L0/n) = .39856	
+-----+-----+	
Efron McFadden Ben./Lerman	
.54978 .39856 .79546	
Cramer Veall/Zim. Rsqrd ML	
.56987 .78654 .35765	
+-----+-----+	
Information Akaike I.C. Schwarz I.C.	
Criteria .95385 1.04699	

Predictions for Binary Choice Model. Predicted value is |
 |1 when probability is greater than .500000, 0 otherwise.|
 |Note, column or row total percentages may not sum to |
 |100% because of rounding. Percentages are of full sample.|

+-----+-----+			
Actual	Predicted Value		
Value	0	1	Total Actual
+-----+-----+			
0	16 (17.6%)	0 (.0%)	16 (17.6%)
1	0 (.0%)	75 (82.4%)	75 (82.4%)
+-----+-----+			
Total	16 (17.6%)	75 (82.4%)	91 (100.0%)

Analysis of Binary Choice Model Predictions Based on Threshold = .5000

Prediction Success

Sensitivity = actual 1s correctly predicted	90.876%
Specificity = actual 0s correctly predicted	70.978%
Positive predictive value = predicted 1s that were actual 1s	84.129%
Negative predictive value = predicted 0s that were actual 0s	81.894%
Correct prediction = actual 1s and 0s correctly predicted	88.402%

Prediction Failure

False pos. for true neg. = actual 0s predicted as 1s	30.349%
False neg. for true pos. = actual 1s predicted as 0s	18.239%
False pos. for predicted pos. = predicted 1s actual 0s	22.457%
False neg. for predicted neg. = predicted 0s actual 1s	31.934%
False predictions = actual 1s and 0s incorrectly predicted	22.567%

Con base en los resultados obtenidos se puede interpretar que el modelo estimado predice el 88% de observaciones correctamente, lo que implica un buen indicador de la capacidad de predicción del modelo.

Se observa consistencia de los signos con la teoría económica. Con respecto a la variable GIRO, el signo resultante fue como se esperaba; es decir, a medida que es una industria que utiliza mayor consumo de agua para sus actividades, se incrementa la probabilidad de obtener una respuesta positiva a la pregunta de disponibilidad a pagar.

La variable ingreso (INGRE) obtuvo signo positivo, lo que indica que a mayor ingreso promedio mensual obtenido por las industrias, la probabilidad de obtener una respuesta positiva a la disponibilidad a pagar por una mejora en la calidad y cantidad de agua es mayor.

En cuanto a los años que lleva en operación la industria (ANTIG) el signo resultante fue positivo, lo que indica que a medida que tiene mayor tiempo de establecida la industria, hay una mayor probabilidad de una respuesta positiva a la disponibilidad a pagar; esto es explicado porque dado que son empresas consolidadas les da mayor apertura para tener la posibilidad de pagar un monto por una mejora en la calidad y cantidad de agua.

La variable costo del agua (COST-AGUA) tuvo también signo positivo, es decir, a medida que las industrias tienen un gasto mayor por consumo de agua para sus actividades dentro de la empresa, la probabilidad de contestar SI a la disponibilidad a pagar por una mejora en la calidad y la cantidad de agua es mayor.

Con relación a la variable volumen de agua consumida (VOLUMEN) el signo esperado era positivo y coincide con los resultados obtenidos con la regresión, a medida que se incrementa el volumen de agua consumida por las industrias para sus actividades, la probabilidad de contestar SI a la disponibilidad a pagar aumenta. Lo anterior debido a la importancia que representa el agua en la empresa y sobre todo a la utilidad en las actividades productivas.

El coeficiente de la variable precio a pagar (MON) resultó con signo negativo, es decir, a medida que se va incrementando el precio a pagar por una mejora en la calidad y cantidad de agua, la probabilidad de tener una respuesta positiva es menor.

Estimación de la disponibilidad a pagar (DAP)

Utilizando la fórmula de la DAP media proveniente de la forma lineal del modelo utilitario:

$$DAP_i = (-29.46 + 0.06GIRO + 0.45INGRE + 0.06ANTIG + 0.21COS - AGUA + 0.61VOLUMEN - 0.15MON) \cdot 0.15$$

Descriptive Statistics

All results based on nonmissing observations.

Variable	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	Cases Missing
All observations in current sample					
DAP	-98.0330	58.1426	-505.123	-67.0087	62 29

Modelo 2 (Logit restringido)

Salida de NLOGIT

```

+-----+
| Binary Logit Model for Binary Choice |
| Maximum Likelihood Estimates |
| Model estimated: May 23, 2011 at 11:51:28PM. |
| Dependent variable PSI |
| Weighting variable None |
| Number of observations 91 |
| Iterations completed 32 |
| Log likelihood function -.4526379E-12 |
| Number of parameters 7 |
| Info. Criterion: AIC = .15385 |
| Finite Sample: AIC = .16867 |
| Info. Criterion: BIC = .34699 |
| Info. Criterion:HQIC = .23177 |
| Restricted log likelihood -42.31519 |
| McFadden Pseudo R-squared 0.7800000 |
| Chi squared 84.63037 |
| Degrees of freedom 6 |
| Prob[ChiSq > value] = .0000000 |
+-----+

```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable| Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z]| Mean of X|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+Characteristics in numerator of Prob[Y = 1]
Constant| 31.6535351 | .417731D+07 |.000| 1.0000 |
GIR | -.03636311 | 577825.909 |.000| 1.0000 | 5.35164835
ING | .316929D-04 | 127.047480 |.000| 1.0000 | 20097.8022
ANT | -.05311354 | 305015.287 |.000| 1.0000 | 11.3406593
COS | .940551D-04 | 1015.35277 |.000| 1.0000 | 728.615385

```

VOL		.119468D-05	58.8646080	.000	1.0000	14944.8462
PRER		.06552660	5939.78817	.000	1.0000	-149.907922

```

+-----+
| Information Statistics for Discrete Choice Model. |
| M=Model MC=Constants Only M0=No Model |
| Criterion F (log L) .00000 -42.31519 -63.07639 |
| LR Statistic vs. MC 84.63037 .00000 .00000 |
| Degrees of Freedom 6.00000 .00000 .00000 |
| Prob. Value for LR .00000 .00000 .00000 |
| Entropy for probs. .00000 42.31519 63.07639 |
| Normalized Entropy .00000 .67086 1.00000 |
| Entropy Ratio Stat. 126.15279 41.52241 .00000 |
| Bayes Info Criterion .29742 1.22742 1.68371 |
| BIC(no model) - BIC 1.38629 .45629 .00000 |
| Pseudo R-squared 1.00000 .00000 .00000 |
| Pct. Correct Pred. 100.00000 .00000 50.00000 |
| Means: y=0 y=1 y=2 y=3 y=4 y=5 y=6 y>=7 |
| Outcome .1758 .8242 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 |
| Pred.Pr .1758 .8242 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 |
| Notes: Entropy computed as Sum(i)Sum(j)Pfit(i,j)*logPfit(i,j). |
| Normalized entropy is computed against M0. |
| Entropy ratio statistic is computed against M0. |
| BIC = 2*criterion - log(N)*degrees of freedom. |
| If the model has only constants or if it has no constants, |
| the statistics reported here are not useable. |
+-----+

```

```

+-----+
| Fit Measures for Binomial Choice Model |
| Logit model for variable PSI |
+-----+
| Proportions P0= .175824 P1= .824176 |
| N = 91 N0= 16 N1= 75 |
| LogL= .000 LogL0= -42.315 |
| Estrella = 1-(L/L0)^(-2L0/n) =1.00000 |
+-----+
| Efron | McFadden | Ben./Lerman |
| 1.00000 | 1.00000 | 1.00000 |
| Cramer | Veall/Zim. | Rsqrd ML |
| 1.00000 | 1.00000 | .60545 |
+-----+
| Information Akaike I.C. Schwarz I.C. |
| Criteria .15385 .34699 |
+-----+

```

```

+-----+
| Predictions for Binary Choice Model. Predicted value is |
| 1 when probability is greater than .500000, 0 otherwise. |
| Note, column or row total percentages may not sum to |
| 100% because of rounding. Percentages are of full sample. |
+-----+
| Actual | Predicted Value |

```

Value	0	1	Total Actual
0	16 (17.6%)	0 (.0%)	16 (17.6%)
1	0 (.0%)	75 (82.4%)	75 (82.4%)
Total	16 (17.6%)	75 (82.4%)	91 (100.0%)

Cálculo de la DAP modelo restringido

Para encontrar sólo valores positivos para la DAP se toma en cuenta las recomendaciones de Haab y McConnell (2002) que sugieren truncar la variable precio entre cero y un límite máximo. Una de las versiones del modelo truncado sugiere que la DAP quede limitada entre cero y un precio máximo tal como se indica a continuación:

$$DAP_i = \frac{P_{Max} \cdot X}{1 + \exp(-X_i\beta)}$$

Para la estimación del modelo logit binomial con precio restringido, es necesario la creación de una nueva variable de precio restringido (PRECR), el cual se genera de la siguiente manera:

$$PRECR_i = \frac{(P_{Max} - PREC_i)}{PREC_i}$$

En este caso se estableció una tarifa máxima de \$3,000, el cual se consideró como una tarifa lo suficientemente alto como para no alterar los resultados. El valor promedio de las tarifas propuestas en este estudio fue de \$270.93, y el precio máximo prefijado en \$3,000 es considerablemente más alto.

Utilizando la variable precio restringida (PRECR) en lugar del precio (PREC) se estima nuevamente el modelo logit binomial.

$$DAP_i = \frac{3000}{\{1 + \exp[-(31.65 - 0.04GIR + 0.32ING - 0.05ANT + 0.94COS + 0.0000011VOL + 0.06RES1)]\}}$$

i= 1,2,3,..., 91

Descriptive Statistics

All results based on nonmissing observations.

=====						
Variable	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum	Cases	Missing
=====						

All observations in current sample						

DAPR	3000.00	.114255E-10	3000.00	3000.00	62	29

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Uno de los propósitos fundamentales de los métodos de valoración es crear un vínculo entre un bien sin mercado y los consumidores. En esta investigación con la aplicación del método de valoración contingente se pretende construir este vínculo, por tanto, al obtenerse resultados satisfactorios respecto a la disponibilidad a pagar por parte de los usuarios de agua para uso industrial, se concluye que se ha cumplido con dicho propósito.

En esta investigación se estimó el valor económico del agua que dan los usuarios del sector industrial en el Municipio de Texcoco, Estado de México, mediante el método de valoración contingente a través de la especificación de un modelo Logit, lo cual se logró con la aplicación de la encuesta con formato simple. Una vez aplicada ésta se observa que el 82% de los industriales encuestados señaló estar dispuesto pagar por una mejora en la calidad y la cantidad de agua para sus actividades.

Los resultados de la regresión del modelo econométrico indicaron que la disponibilidad a pagar por parte de los usuarios se explica principalmente por las siguientes variables: Giro de la industria (GIRO), ingreso promedio mensual de la empresa (ING), antigüedad o años de operación (ANTIG), costo mensual por el consumo de agua (COSTO_AGUA) y volumen consumido de agua (VOLUMEN).

El beneficio económico de la valoración del agua para uso industrial en el municipio es de \$271 pesos mensuales en promedio. Si se toma en cuenta el número total de las industrias localizadas en el municipio, el beneficio económico de la valoración del agua es de \$1'437,384 pesos anuales.

La valoración económica del agua para uso industrial en Texcoco representa un paso hacia la conformación de un fondo concurrente en el que puedan participar los diferentes actores, entre ellos los tres órdenes de gobierno y los diferentes usuarios del agua (agricultores, industrias, usuarios domésticos, comerciantes,

entre otros), con la finalidad de compensar a los dueños y poseedores de los bosques para que realicen obras de mantenimiento y conservación en sus predios, buscando con ello la conservación del servicio ambiental hidrológico.

La importancia de esta investigación va más allá de implementar modelos econométricos de comportamiento individual, sino que se busca que se de mayor importancia a la valoración de recursos para la toma de decisiones en las políticas económicas y en la administración eficiente de los mismos.

Recomendaciones

El valor de la DAP encontrado en esta investigación debe ser tomado con cuidado al momento de implementar políticas y acciones, por lo que se recomienda previamente dar información a la población con relación a la importancia de los servicios ambientales hidrológicos y de los problemas presentes: deforestación, escasez del agua y sobreexplotación de los mantos en el acuífero Texcoco.

Es importante iniciar la implementación del fondo verde o concurrente mediante la participación y aportación de los diferentes usuarios de agua del municipio, con la finalidad de financiar a los dueños y poseedores de los recursos forestales para que se realicen obras de conservación y mantenimiento; es indispensable que la CONAFOR y la CONAGUA intervengan en la implementación.

Es indispensable llegar un acuerdo sobre la cuota de pago para conservar el servicio ambiental hidrológico de la parte alta de la cuenca antes de conformar el fondo concurrente, con la finalidad de prevenir conflictos entre los diferentes usuarios del agua.

Es conveniente usar algún otro método para calcular la disponibilidad a pagar con la finalidad de tener otra referencia respecto al monto a pagar, de manera que se dé la mejor forma de pago.

Bibliografía consultada

- Aguilar F., W. Thompson. 2010.** Charging into the Blend Wall: Conjoint Analysis of Consumer Willingness to Pay for Ethanol Blend Fuels.
- Bateman I. J. y Willis K.G. 2001.** "Valuating Environmental Preferences". "Theory and Practice of the Contingent Valuation Method in the US, EU, and Developingl. 2006. Countries".
- Birol E. 2006.** Using economic valuation techniques to inform water resources management: A survey and critical appraisal of available techniques and an application.
- Comisión Nacional del Agua. 2010.** Estadísticas del agua en México. "10 años de presentar al agua en cifras".
- Comisión Nacional del Agua, 2002.** Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Texcoco, Estado de México.
- Comisión Nacional del Agua, 2006.** Estudio de modelación para determinar el comportamiento de los acuíferos Texcoco y Chalco-Amecameca.
- Eve J. Froehlich, J. G. Carlberg and C. E. Ward. 2009.** Willingness-to-Pay for Fresh Brand Name Beef.
- Gujarati D. N. 1999.** Econometría. McGraw-Hill.
- Haab T.C. y McConell K., E. 2002.** "Valuing Environmental and Natural Resources". "The Econometrics of Non-Market Valuation", Edward Elgard.
- House L., Gao, Z., Hausmann D. 2010.** Willingness to Pay for Organic versus Conventional Orange Juice.
- Jensen K., K. Jensen, A. Marra, C. Clark and B. English. 2010.** Willingness to Pay for Emission Reductions with E85.

- Langen N., C. Grebitus, M. Hartmann. 2010.** Measuring consumers' willingness to pay for coffee differentiation using auctions: A comparison of Fair Trade, organic, and cause-related marketing coffees – and a mix thereof.
- Mendieta L. Juan C. 2000.** Economía ambiental.
- Mendieta L. Juan C. 2003.** La valoración económica ambiental: alcances y limitaciones.
- Perman R., Y. Ma, Common M., Madison D., Mcqilvray J., 2003.”** Natural resources and environmental economics”.
- Rousu M, R. Beach, R. Corrigan. 2008.** The Effects of Selling Complements and Substitutes on ConsumerWillingness to Pay: Evidence from a Laboratory Experiment.
- Samuelson. 2004.** Microeconomía con aplicaciones en Latinoamérica. McGraw-Hill.
- Varian H.R. 1998.** Microeconomía Intermedia: Un enfoque actual. Bosch Editor.
- Yue C., Charles R., Bridget K., Campbell L., Jennifer H. G. Lopez. 2010.** Are consumers willing to pay more for biodegradable containers than for plastic ones? Evidence from hypothetical conjoint analysis and nonhypothetical experimental auctions.
- Zhang H., Gallardo K., McCluskey J. 2010.** Consumers' Willingness to Pay for Treatment-Induced Quality Attributes in Anjou Pears.
- Zhou G., Tran Cong, Chinh, Poerwanto, Devie A. Goodman, Lucas A. Pelton, Marie E. 2010.** Willingness-to-Pay for New Products in a University Foodservice Setting.

Anexo

--> LIST;DAP\$

Line	Observ.		Listing of raw data (Current sample)
			DAP
1		1	999
2		2	145.41630
3		3	999
4		4	999
5		5	88.34227
6		6	92.71069
7		7	97.72658
8		8	67.72206
9		9	93.73224
10		10	999
11		11	999
12		12	118.32694
13		13	999
14		14	999
15		15	131.00
16		16	135.10574
17		17	999
18		18	120.28213
19		19	115.76642
20		20	999
21		21	999
22		22	92.66950
23		23	505.12331
24		24	85.30633
25		25	88.38121
26		26	77.28539
27		27	999
28		28	73.25181
29		29	999
30		30	72.18446
31		31	999
32		32	217.41897
33		33	129.01660
34		34	77.35471
35		35	109.22281
36		36	94.98207
37		37	999
38		38	90.26942
39		39	95.30011
40		40	999
41		41	999
42		42	999
43		43	999
44		44	999
45		45	86.31136
46		46	85.53991
47		47	77.89014
48		48	999

49	49	76.19593
50	50	73.25181
51	51	134.46682
52	52	999
53	53	74.58236
54	54	999
55	55	999
56	56	999
57	57	999
58	58	88.49444
59	59	75.61109
60	60	84.04315
61	61	95.60827
62	62	78.14267
63	63	123.03144
64	64	999
65	65	75.30067
66	66	89.19711
67	67	90.73229
68	68	92.37569
69	69	999
70	70	103.29054
71	71	75.92756
72	72	999
73	73	70.59607
74	74	83.67684
75	75	90.66843
76	76	72.47821
77	77	71.75819
78	78	67.009
79	79	68.94943
80	80	73.54747
81	81	73.69919
82	82	79.32125
83	83	84.58902
84	84	80.54180
85	85	94.82968
86	86	75.46570
87	87	999
88	88	75.93147
89	89	75.81598
90	90	73.10582
91	91	72.17278

--	--	--	--

	Fecha	
		Día Mes Año



Uso industrial

I. Datos del entrevistado y la empresa

ESTADO

MPIO

LOCALIDAD

--

DDE_NE

--

DDE_CARGO

a) Textil, b) Purificadora, c) Construcción, d) Agroindustria e) Calzado, f) Minería, g) Plásticos, h) Molino, i) Otro

GIR_EMP	___
---------	-----

Tamaño de la empresa

a) Micro, b) Pequeña,
c) Mediana

TAM_EMP |__|

II. Abastecimiento y uso del agua

AUA1. ¿Cómo califica la importancia del agua para el desarrollo de las actividades de su empresa?

- 1) Muy importante
- 2) Algo importante
- 3) Poco importante
- 4) Sin importancia

AUA1 |__|

AUA2. Para esta empresa el agua se constituye en:

- 1) Producto final
- 2) Materia prima
- 3) Medio de enfriamiento
- 4) Generación de vapor
- 5) Otro _____ (Especifique)

AUA2 |__|

AUA3. ¿De dónde se abastece de agua para la realización de las actividades de la empresa?

- 1) Suministro público
- 2) Pozo particular
- 3) Otro (*especifique*) _____

AUA3 |__|

AUA4. Dentro de la empresa se le da algún tratamiento al agua antes de usarla?

- 1) Si (Pase a la pregunta AUA5)
 - 2) No
- Por qué? _____

AUA4 |__|

AUA5. Qué tipo de tratamiento es el que se le da al agua antes de usarla? a) Cloración b) Irradiación ultravioleta c) Filtración d) Ozonificación e) Potabilización f) Ebullición g) Otro _____ (Especifique)	AUA5 __
AUA6. Cuáles son los costos por concepto de uso de: a) Agua de suministro público _____ \$/mes _____ \$/m³ b) Agua de pozo (Bombeo, energía eléctrica, otro): _____ _____ _____ Costo total _____ \$/mes _____ \$/m³	AUA6 __
AUA7. Qué características requiere el agua que utiliza la empresa para sus actividades? Características físicas _____ _____ Características bacteriológicas _____ _____ Características químicas _____ _____	AUA7 __
AUA8. Qué costos implica la obtención de la calidad deseada que requiere el agua para la realización de los procesos/actividades de la empresa? _____ _____	AUA8 __

AUA13. ¿Cuánto estaría dispuesto a recibir como compensación por dejar de usar el agua de suministro público o de pozo que utiliza la empresa para la realización de sus actividades? _____ \$/m³ _____ \$/mes _____ \$/año	AUA13 ☐
--	---------------------------------------

III. Información Ambiental	
IA1. ¿Ha notado si las lluvias han disminuido en los últimos 5 años? 1) No (<i>pase a la pregunta IA3</i>) 2) Si	IA1 ☐
IA2. ¿Cuáles cree que sean los motivos de la escasez del agua en los últimos 5 años? _____ _____ _____	IA2 ☐
IA3. Para usted ¿cuáles son los problemas ambientales más graves en la zona? _____ _____ _____	IA3 ☐
IA4. ¿Cree que se le debe pagar a los dueños de los predios que realizan obras dirigidas a proteger los bosques y acuíferos para asegurar la captación y provisión de agua en cantidad y calidad suficiente? 1) No (<i>pase a la pregunta DAP1</i>) 2) Si	IA4 ☐
IA5. ¿Qué autoridad cree que debe administrar el pago por servicios ambientales hidrológicos? 1) Solamente las autoridades ejidales o consejos locales 2) Autoridades municipales 3) Autoridades estatales 4) Autoridades federales 5) Una dependencia creada para tal fin 6) Otro (<i>especifique</i>) _____	IA5 ☐

IV. Disposición a Pagar (DAP)	
DAP1. En años, ¿Cuál es el tiempo de operación que lleva esta industria? _____	DAP1 _
DAP2. Los pagos que realiza por el agua, ¿A quién se los hace? _____	DAP2 _
DAP3. ¿Sabe usted qué son los servicios ambientales hidrológicos? 1) No 2) Si, explique _____	DAP3 _
DAP4. ¿Cree usted que la población beneficiada indirectamente de la subcuenca, debería cooperar para conservar estos servicios ambientales hidrológicos? 1) No 2) Si, ¿Por qué? _____ _____	DAP4 _
DAP5. ¿Está dispuesto a contribuir para que se realicen obras de conservación en la zona de recarga de la subcuenca, para que haya agua de mejor calidad y en mayor cantidad? 1) No <i>(escriba por qué y termine la encuesta)</i> 2) Si ¿Por qué? _____ _____	DAP5 _
DAP6. ¿Para garantizar el fluido constante del agua durante los próximos 10 años, se van iniciar trabajos de conservación de la subcuenca. Usted estaría dispuesto a pagar una cuota mensual para que esos trabajos se realizaran? 1) En efectivo 2) Con mano de obra <i>((pase a la pregunta DAP9))</i> 3) De otra forma, <i>(especifique)</i> _____	DAP6 _
DAP7. ¿Con cuánto dinero está dispuesto a contribuir mensualmente para la realización de las obras de conservación en la subcuenca? \$ _____ Pesos	DAP7 _ _ _ _ _ _ _ _
DAP8. ¿Cuántas horas de trabajo al mes está dispuesto a aportar para ayudar en las obras de conservación de la subcuenca? _____ horas/mes	DAP8 _ _ _

DAP9. ¿Cuál cree que será el mejor mecanismo para la recaudación del fondo económico para el pago de las obras de conservación en la subcuenca? 1) Se agregue a la factura de agua 2) Una factura especial al mes 3) De otra forma (especifique) _____	DAP9 ☐
DAP10. ¿Quién cree que sea el más indicado para administrar los fondos originados por los cobros efectuados? 1) El municipio 2) La Comisión Nacional del Agua (CNA) 3) La CONAFOR 4) Un órgano creado para tal fin 5) Otros (especifique) _____	DAP10 ☐

--- Agradezca y termine ---

Firma del Encuestador

Firma del Encuestado
