



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

**“VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA PROVENIENTE DEL RÍO LERMA PARA
USO URBANO EN EL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DEL RÍO, ESTADO DE MÉXICO”**

TESIS PROFESIONAL

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

PRESENTA

ING. EDUARDO DE LA ROSA MEJÍA



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

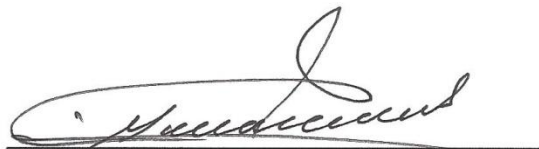
Chapingo, Estado de México, Mayo de 2013

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA PROVENIENTE DEL RÍO LERMA PARA USO URBANO EN EL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DEL RÍO, ESTADO DE MÉXICO

Tesis realizada por el Ing. Eduardo de la Rosa Mejía bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES

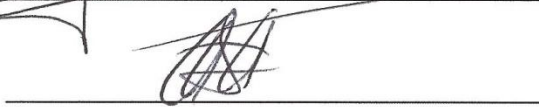
Director: Dr. Genaro Aguilar Sánchez



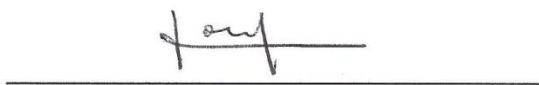
Codirector: Dr. Jorge Antonio Torres Pérez



Asesor: Mc. Alejandro Corona Ambriz



Asesor: Dr. José Luis Romo Lozano



Chapingo, Estado de México, Mayo de 2013

AGRADECIMIENTOS

Una parte fundamental y casi indispensable para haber llevado a cabo la presente investigación y con ello la obtención del grado de maestría, es sin duda el apoyo económico otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Agradezco también a la Universidad Autónoma Chapingo, casa de estudios que me ha formado desde la licenciatura y hasta el posgrado, y que sin temor a equivocarme, le debo mucho más de lo que hoy puedo reconocer ya que el valor de la educación es algo que se debe atesorar de por vida. Aprovecho también para agradecer al departamento de posgrado de la División de Ciencias Forestales.

Al comité encargado de asesorar al autor en la elaboración de la presente investigación, ya que sin su valiosa aportación habría sido una tarea verdaderamente difícil el poder escribir lo que hoy se puede leer en éste documento.

También me gustaría agradecer a las personas que hicieron de mi tiempo en la maestría un tiempo ameno, es decir, a mis amigos y a mi familia, su apoyo y compañía fueron y seguirán siendo invaluable, en verdad muchas gracias por todo.

DEDICATORIAS

A pesar de que solo fueron poco más de dos años, el tiempo que llevo desde el inicio de la maestría hasta la conclusión de la redacción de la tesis correspondiente, ha sido un periodo que ha servido no solo para la formación académica, sino también de crecimiento personal, de cambios y de consolidación de amistades que creo serán trascendentes y duraderas.

En primer lugar dedico éste logro a mis padres Silvia Mejía Estrada y Sixto de la Rosa Jasso, quienes han sido como siempre un apoyo enorme, les debo todo lo que soy y lo que un día sea, han sido un gran ejemplo para mí, siempre tan íntegros, no tengo manera de pagarles todo lo que durante años han hecho por mí. A mi hermana Magda Karina de la Rosa Mejía, quien ha sido siempre mi compañera fiel desde toda la vida, quien me ha sabido aconsejar y cuidarme cuando lo he necesitado, y con quien comparto mucho más que un vínculo familiar, tienes todo mi respeto y mi amor.

Quiero dedicarles éste logro también a los amigos, en primer lugar a Javier Badillo Morales, compañero desde la licenciatura y la maestría hasta ahora, gran amigo que siempre esta cuando se le necesita, en las buenas y en las malas, y con quien comparto muchas cosas. A Miguel Ángel Gonzales Espinoza otro gran amigo y compañía y que siempre me ha dado grandes alegrías, ha sido muy bueno tenerte cerca todo éste tiempo. Al buen Moisés Hernández Manuel, gran amigo y compañero desde la licenciatura, todo un espíritu libre. A José Ángel Morales Ruiz, quien un día quiso unirse a las filas de la maestría, a pesar de que no estuviste cerca, siempre te

recordábamos por tus grandes aportaciones. A Verónica Estela Ruiz Olivares, con quien durante el periodo de la maestría pude formar una bonita amistad, espero que crezca.

A un par de amigos que tenía bastante tiempo sin ver, pero que también son importantes: Aldo Méndez Ovando, una gran persona, amigo desde la preparatoria y que al igual que muchos sabe lo que es estar lejos de casa para poder obtener una formación profesional, te auguro un gran éxito en lo profesional y en lo personal, gracias por toda tu amistad y tu cariño que pasaron la prueba a pesar del paso de los años y la distancia. A Ena Belén de la Rosa Cruz a quien pude conocer mucho más de cerca de lo que alguna vez pensé y quien me ayudo con su grata compañía, espero haberte podido devolver el favor. A mi buen amigo José Pedro Catillo Millán, tu consejo ayudó a poder superar un largo periodo de adversidades.

A todos y cada uno de ustedes les dedico éste paso en mi carrera, espero poder corresponder a su cariño y amor de la misma manera, les agradezco su compañía y apoyo, ojala que los pueda tener cerca en los años venideros.

DATOS BIOGRÁFICOS

Fecha y lugar de nacimiento: 27 de Junio de 1986, Cd. de México.

Domicilio: Calle El Roble, no. 7 Colonia La Venta, San José Iturbide, Guanajuato.

Domicilio Fiscal: Camino Viejo a San Mateo no. 3, Cooperativo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230.

Correo electrónico: delarosa-laloxxx@hotmail.com

CURP: ROME860627HDFSJD03

Cedula profesional: 7239261

Teléfono particular: 01 419 234 1391

Teléfono celular: 5533841599

El autor nació el 27 de Junio de 1986 en la Ciudad de México. La educación primaria la curso de 1992 a 1998 en la Escuela Primaria Otilio E. Montaña, ubicada en el municipio de Tecámac, Estado de México. De 1998 a 2001 realizó sus estudios de educación secundaria en la Escuela Secundaria Técnica Industrial y Comercial No. 22 en Tecámac, Estado de México. El nivel medio superior lo cursó del año 2001 a 2004 en la Escuela Preparatoria Oficial No. 73, localizada en Tecámac, Estado de México. En el año 2004 inició la licenciatura en la Universidad Autónoma Chapingo, cursando un primer año en nivel propedéutico y los 4 años siguientes ingreso a la División de Ciencias Económico Administrativas, en la carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Economía Agrícola, egresando en el año de 2009 con el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Economía Agrícola con la tesis titulada, *Caracterización de*

la Producción y Comercialización del Melón en México y en la Región La Laguna del Estado de Coahuila, en el mes de Agosto de 2010. De enero de 2011 a diciembre de 2012 estudio la Maestría en Ciencias Forestales en la Universidad Autónoma Chapingo.

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA PROVENIENTE DEL RÍO LERMA PARA USO URBANO EN EL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DEL RÍO, ESTADO DE MÉXICO

ECONOMIC VALUATION OF WATER FROM THE RIVER FOR URBAN LERMA IN THE MUNICIPALITY OF ALMOLOYA DEL RIO, ESTADO DE MEXICO

Eduardo de la Rosa Mejía¹, Genaro Aguilar Sánchez²

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación es estimar la Disposición a Pagar (DAP) por parte de los habitantes del municipio de Almoloya del Río a cambio de recibir un servicio de agua potable constante, de calidad, así como la generación de acciones para la conservación y recuperación de los cuerpos de agua de la localidad. Para tales fines, se ha utilizado el procedimiento de Valoración Contingente, la cual se basa en la creación de un mercado simulado a través de encuestas, lo cual es ideal para estimar el valor económico de un bien que no tiene mercado, en éste caso el servicio hídrico valorado como un bien escaso e indispensable. El trabajo concentró fase de campo y el diseño de modelos econométricos, aplicados a las técnicas de valoración ambiental, se utilizó el modelo Logit del programa estadístico SAS. Como resultado de la investigación, se obtuvo una DAP de \$1, 142,538.72 anualizada, en donde se destacan las variables Ingreso y Educación, mismas que resultaron significativas estadísticamente, por lo que la propuesta es en lo general aceptable.

Palabras clave: Disposición a Pagar, Valoración contingente, SAS, Logit multinomial

Keywords: Willingness to pay, Contingent Valuation, SAS, multinomial logit

SUMMARY

The objective of this research was to estimate the willingness to pay of the inhabitants of the town of Almoloya del Río in exchange for receiving constant, quality water service, and for taking actions to conserve and recover bodies of water in the locality. For this purpose, we used the contingent valuation method, which is based on creating a simulated market through surveys, which is ideal for estimating the economic value of an asset that has no market, in this case the water service valued as scarce and essential. The study concentrates the field work phase and the design of econometric models applied to environmental valuation techniques using the Logit model in SAS statistical software. As a result of the investigation, we obtained a willingness to pay of \$ 1,142,538.72 annualized, highlighting the variables income and education. These variables were statistically significant, indicating that the proposal is generally acceptable.

¹ Camino Viejo a San Mateo no. 3, Cooperativo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230

²División de Ciencias Forestales, Maestría en Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera México-Texcoco. C.P.56230, Chapingo Estado de México.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. Introducción	6
1.1 Introducción	6
1.2 Planteamiento del problema	8
1.3 Justificación	10
1.4 Objetivos	11
1.4.1 Objetivo General.....	11
1.4.2 Objetivos Específicos	11
1.5 Hipótesis.....	12
1.5.1 Hipótesis General:	12
1.5.2 Hipótesis Específicas:	12
 CAPÍTULO 2. Marco Teórico	 13
2.1 Marco Teórico	13
2.2 Valoración económica del medio ambiente.....	14
2.3 Recursos naturales	15
2.4 Servicios ambientales	16
2.4.1 Concepto de valor	16
2.4.2 Valor de uso	17
2.4.3 Valor de no uso.....	17
2.5 Externalidad.....	18
2.6 Bien publico	19
2.7 Bien privado.....	20
2.8 Métodos de valoración económica	21
2.8.1 Método Costo de Viaje	22
2.8.2 Método Precios Hedónicos.....	23
2.8.3 Método Valoración Contingente.....	25
2.9 Modelos de elección discreta	31

2.9.1 Regresión logística.....	32
2.10 Los modelos de elección múltiple multinomial.....	34
2.10.1 El modelo logit multinomial.....	34
2.10.2 Codificación de las variables.....	37
2.11 Variables Dummy	38
CAPÍTULO 3. Marco de Referencia	40
3.1 Marco de referencia	40
3.2 Medio físico.....	41
3.3 Aspectos socio-demográficos.....	43
3.4 Aspectos económicos	43
CAPÍTULO 4. Situación del agua	49
4.1 Situación del agua.....	49
4.2 Situación mundial del agua.....	49
4.2.1 Disponibilidad de agua en diversos países.....	52
4.4 Situación del agua en el Estado de México	56
CAPÍTULO 5. Marco Metodológico	61
5.1 Marco metodológico.....	61
5.2 Definición del área de estudio	61
5.3 Tamaño de la muestra.....	62
5.5 Revisión de la encuesta	67
5.6 Prueba piloto	68
5.7 Encuesta final.....	68
5.8 Análisis estadístico.....	70
CAPÍTULO 6. Resultados.....	73
6.1 Resultados y Discusión	73

6.4 Estadística descriptiva	73
6.5 Disposición a Pagar	78
6.6 Características socioeconómicas.....	80
CAPÍTULO 7. Conclusiones	90
7.1 CONCLUSIONES.....	90
7.2 BIBLIOGRAFÍA	94
7.3 ANEXOS	98
7.3.1 Anexo 1	98
7.3.2 Anexo 2	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Codificación para la variable educación a variable Dummy	39
Tabla 2 Distribución de las reservas de agua dulce sobre el globo terrestre	50
Tabla 3 Caudal exportado al Distrito Federal y 18 municipios conurbados (m ³ /S)	60
Tabla 4 Población total de Almoloya del Río	65
Tabla 5 Variables socioeconómicas y sus categorías	72
Tabla 6 Características socioeconómicas de los encuestados	82
Tabla 7 Variables significativas	85
Tabla 8 Estimadores del modelo	85
Tabla 9 Variables empleadas en el modelo	86
Tabla 10 Estimación de la disposición a pagar	88
Tabla 11 Estimación de la disposición a pagar promedio	89

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Disponibilidad de agua en los países (m ³ /Habitantes/Año)	53
Gráfica 2 Percepción de la población sobre el problema más importante en el municipio	74
Gráfica 3 Percepción de la población sobre el problema más importante respecto al tema del agua en el municipio.....	75
Gráfica 4 Percepcion de la poblacion sobre la frecuencia de los problemas relacionados con el agua en el municipio.....	76
Gráfica 5 Percepcion de la poblacion sobre la calidad del agua en el municipio	77
Gráfica 6 Cantidades que estarían dispuestos a pagar	79
Gráfica 7 Porcentaje del genero de los encuestados	82
Gráfica 8 Nivel educativo de los encuestados.....	83
Gráfica 9 Edades de los encuestados	83
Gráfica 10 Ingresos mensuales de los encuestados	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del municipio Almoloya del Río.....	9
Figura 2 Uso de suelo en Almoloya del Río	44
Figura 3 Humedales en la Laguna de Almoloya del Río.....	45
Figura 4 Fauna dañada por la contaminación en los cuerpos de agua del municipio ..	47
Figura 5 Acuíferos sobreexplotados	55
Figura 6 Disponibilidad de agua	56
Figura 7 Cuencas del Estado de México	57
Figura 8 Cuencas sobreexplotadas del Estado de México	58
Figura 9 Iglesia del Almoloya del Río	62

CAPÍTULO 1. Introducción

1.1 Introducción

La presente investigación pretende hacer una valoración económica de uno de los elementos más esenciales para el desarrollo de la vida humana y sus actividades tal y como las conocemos; el agua es sin duda parte indispensable para el desarrollo de múltiples procesos naturales, mas aun lo es para la continuidad de la vida de las especies, dada la importancia que tiene, es altamente prioritario tomar medidas para su conservación y uso sustentable, en un marco de escasez mundial y de uso irracional que se ha presentado desde una considerable cantidad de años.

Mucho se ha mencionado sobre el auge que han presentado las investigaciones encausadas principalmente a la solución de problemas de carácter ambiental, en un contexto en donde pareciera que se aborda un tema de moda (por decirlo de manera coloquial), sin embargo, cabe reflexionar acerca de la historia moderna del hombre y como se ha incrementado la actividad industrial a partir del avances científicos, como la revolución industrial y el invento de la máquina de vapor por citar algunos ejemplos, a partir de estos precedentes, la producción en masa se convirtió en el modo de operación que se ha estado empleando, sin embargo, a partir de ésta tendencia se han podido hacer evidentes los daños causados al medio ambiente, se debe recordar que cualquier proceso productivo causa alguna cantidad de deterioro a la naturaleza, y con el paso de los años ésta situación ha sido cada vez más notable. Ésta tendencia ha llevado a la necesidad (y no a una moda) de evaluar en términos económicos la

cantidad de daño que se causa al ambiente al desarrollar actividades industriales de la manera en que se ha hecho tradicionalmente. Conocer el beneficio económico de la producción industrial en contraste con el valor de todos aquellos recursos naturales que se están destruyendo por el desarrollo de dichas actividades industriales, es una herramienta que nos puede dar la pauta para desarrollar una conciencia de cuidado a los recursos naturales.

El medio ambiente y los recursos naturales son importantes, y esa razón es el motor para evaluarlos económicamente, una valoración económica tiene como principal objetivo la estimación del valor a algún elemento (en éste caso el agua) que en una economía de mercado no lo tiene (el agua no tiene un valor comercial estricto) o dicho de otra manera, la valoración económica se establece con el fin de estimar el valor de bien sin mercado.

La situación a nivel nacional en cuanto a la condición de sustentabilidad del agua no es más alentadora de lo que lo es a nivel mundial, si se toma en cuenta que todos los ríos del país se encuentran con daños graves por parte de las actividades humanas (producción industrial, asentamientos, crecimiento de la demanda de servicios, agricultura, etc.), no se puede garantizar el abasto adecuado en los años futuros inmediatos. Una de las cuencas más importantes de México es la Cuenca del Río Lerma, donde se encuentran establecidos en los alrededores importantes centros urbanos como la Ciudad de México y la Ciudad de Toluca, estos y otros municipios del Estado de México y delegaciones del Distrito Federal se favorecen de la extracción de agua de la Cuenca del Río Lerma, por lo que los niveles de recarga de los mantos de la cuenca están muy por debajo de los niveles de extracción de agua para consumo

humano, lo cual expone una condición de pronto agotamiento del recurso agua de la cuenca. Es por esto que es necesario estimar el valor justo a este recurso al cual tradicionalmente no se le es reconocido, ni en términos de su uso ni en términos de lo que cuesta hacerla llegar a donde es aprovechada.

1.2 Planteamiento del problema

En la Cuenca Alta del Río Lerma (CARL)³, así como en muchas otras cuencas del país, la sobreexplotación de los mantos acuíferos amenaza con extinguir el recurso agua para consumo humano, lo cual representa una condición de alto riesgo para los millones de habitantes que diariamente hacen uso de los recursos provenientes de la CARL. Ésta situación se ha agravado con el paso del tiempo, por lo que se deben tomar medidas importantes para revertir ésta tendencia, la CARL nace en el municipio de Almoloya del Río, municipio del Estado de México que se encuentra en los paralelos 19° 08' y 19° 11' de latitud norte; los meridianos 99° 27' y 99° 33' de longitud oeste, colinda al norte con los municipios de San Antonio La Isla y Atizapán, al este con los municipios de Atizapán y Tianguistenco, al sur con los municipios de Tianguistenco, Texcalyacac y Rayón, al oeste con el municipios de San Antonio La Isla, (<http://mexico.pueblosamerica.com/i/almoloya-del-rio/>).

³ En lo subsecuente, la Cuenca Alta del Río Lerma se referirá con la abreviatura CARL

Figura 1: UBICACIÓN DEL MUNICIPIO ALMOLOYA DEL RÍO



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2012

En Almoloya del Río se puede ver un extremo de la CARL, lo cual representa una perspectiva diferente y particular para analizar el problema de falta de una estimación del valor económico del agua de dicha cuenca.

Además, la situación de los acuíferos del municipio es precaria, debido a trabajos de entubado de agua para llevar el recurso a la zona metropolitana del Valle de México, hoy en día es evidente la escasez de dichos cuerpos de agua, aunado a lo anterior, los humedales que aun existen, se encuentran con niveles de contaminación importantes, produciendo mal aspecto, malos olores y en consecuencia, la disponibilidad de agua para los habitantes de Almoloya del Río es cada vez menor, dicha situación deriva en escasez del recurso agua, por lo que no es una situación extraña los cortes en el suministro de agua. Otro aspecto destacable, es que en el municipio de Almoloya del Río no se cuenta con un esquema de pago por el suministro de agua potable, lo cual

promueve una actitud de poco cuidado o uso irracional del agua, algo que aunado a lo descrito en líneas anteriores, solo puede desembocar en una situación de extrema escasez de agua en la región en poco tiempo.

1.3 Justificación

La realización de la presente investigación obedece a un objetivo de carácter práctico. Más específicamente, la contribución a la solución de un problema de amplio espectro en la zona de estudio, en donde es evidente la carencia de una estimación del valor económico del agua de la cuenca, por lo que la asignación de una ponderación en términos monetarios a dicho recurso contribuiría de manera importante en la solución de dicha problemática, además de profundizar en la cuestión de valoración económica de los recursos naturales, lo cual es una tendencia creciente durante los últimos años, y que sin duda alguna, tendrá gran relevancia conforme se vean más acentuados los conflictos relacionados a aspectos ambientales. Otro aspecto que motiva la realización del presente documento, es acercarse a la opinión que tiene la población sobre la problemática del agua, considerando la situación actual de escasez y la distribución de los recursos propios para la satisfacción de la demanda de la Ciudad de México, es decir, conocer su percepción sobre la temática desarrollada.

1.4 Objetivos

De lo expuesto anteriormente (en los apartados correspondientes a la Introducción y planteamiento del problema) se desprenden los siguientes objetivos:

1.4.1 Objetivo General

Determinar el valor económico del agua proveniente de la cuenca del Río Lerma para uso urbano en el municipio de Almoloya del Río, Estado de México.

1.4.2 Objetivos Específicos

Proponer alternativas para el mejoramiento del uso del recurso agua en la zona de estudio.

Identificar plenamente las causales a las cuales obedece la actual situación del suministro del servicio de agua potable.

Conocer la opinión de la comunidad de Almoloya del Río acerca de la problemática existente en la región en torno a la situación del agua.

1.5 Hipótesis

Tomando en cuenta los objetivos presentados, se puede plantear las siguientes hipótesis:

1.5.1 Hipótesis General:

El recurso hídrico del municipio de Almoloya del Río está siendo subvaluado.

1.5.2 Hipótesis Específicas:

La población del municipio de Almoloya del Río no está dispuesta a pagar una cuota por recibir un servicio de agua potable de mayor calidad, además de tener garantía del suministro continuo.

La población de Almoloya del Río no tiene una plena conciencia y cultura acerca de la importancia y del cuidado que se debe de dar a los recursos hídricos.

La población de Almoloya del Río está conforme con el actual esquema municipal en cuanto al nulo pago por recibir los servicios de agua potable.

CAPÍTULO 2. Marco Teórico

2.1 Marco Teórico

Sin duda alguna, el hombre ha hecho grandes avances científicos, los cuales han hecho mucho más sencilla y cómoda su vida cotidiana, desgraciadamente estos avances no han venido solamente con efectos positivos en la vida del hombre, sino que además han contribuido al deterioro de muchos de los recursos naturales que en épocas anteriores se podían encontrar de manera sencilla, hoy día se hace un mayor esfuerzo por encontrarlos en condiciones aceptables. Uno de los recursos más deteriorados y más necesarios para el hombre es el agua, la cual está siendo cada vez más escasa en prácticamente todo el mundo, no es raro encontrar regiones completas que carecen del vital líquido por largos periodos de tiempo, lo que es peor es que se pronostica que la escasez de agua se intensifique de seguir consumiéndola (o en realidad desperdiciándola) de la manera en que se hace actualmente.

Desgraciadamente mucha parte de la problemática del agua se debe a la falta de cultura que desde hace generaciones se manifiesta en el hombre, la creencia errada de que no es necesario cuidar el recurso ha diezmado durante años los mantos acuíferos, el hombre no ha sabido darle un valor adecuado a este imprescindible recurso. Por desgracia, el modelo económico que nos rige desde hace años no contempla el valor que éste y otros recursos tienen, el mercado no asigna una cantidad o ponderación de lo que cuesta la extracción y/o consumo de recursos naturales para la producción de algunos otros bienes, la teoría económica ha desarrollado métodos de valoración que

se encargan de la estimación del valor a éstos bienes y servicios ambientales (Azqueta, 1994).

2.2 Valoración económica del medio ambiente

Las técnicas que se enfocan a medir el valor de bienes y/o servicios que no son tangibles han tenido un gran avance durante los últimos años, por lo que han sido altamente socorridas para estimar el valor de dichos recursos de la naturaleza. Dicha disciplina se ha encargado de valerse de métodos cuantitativos y estadísticos con el fin de proveer del mayor sustento posible a los resultados que ofrece, lo que nos da un acercamiento muy claro a los costos y/o beneficios de alguna actividad humana en su impacto a los recursos naturales, el valor que tendría intervenir de manera directa en un área natural o simplemente el valor monetario que tiene un recurso natural específico en una zona específica, como se podrá ver más adelante, las técnicas de valoración económica son un arma muy poderosa, las cuales ofrecen al investigador la posibilidad de extraer una gran cantidad de información con el fin de enriquecer su trabajo, dichas técnicas tienen como propósito asignar un valor al medio ambiente o recurso natural concibiéndolo como un bien público, este valor se medirá por la voluntad de la población a pagar por el recurso o bien del cual sea objeto el trabajo de investigación.

2.3 Recursos naturales

Los recursos naturales son todos aquellos elementos que están presentes en la naturaleza, los cuales son indispensables para el desarrollo de la vida de las especies que habitan el planeta y que no están alterados por el hombre. Son además fuente de materia prima para muchas de las actividades del hombre, por lo cual muchos de ellos tienen un gran valor comercial, como es el caso de los combustibles o los minerales, sin embargo, algunos otros recursos que también tienen gran importancia para el hombre no cuentan con ésta ponderación económica, como la belleza escénica de un paisaje, cuerpos de agua, el aire fresco, etc.

Los recursos naturales han sido objeto de serias alteraciones desde ya hace generaciones, pero es en ésta época en donde dichas perturbaciones están causando efectos totalmente palpables para cualquier persona, sin embargo el escenario futuro no ofrece un panorama más alentador, ya que las proyecciones sobre existencias de recursos naturales se ven en muchos casos en vías de desaparición. Por lo cual la conservación de los recursos naturales ha sido un tema que cada vez cobra más fuerza, dada la inminente escasez de recursos naturales, dicha conservación debe permear a varios niveles, es decir, debe haber instrumentos políticos, técnico-productivos y socioeconómicos que garanticen la defensa de los recursos naturales. Si se considera que los recursos naturales cuentan con un tiempo determinado dada su naturaleza para poder regenerarse (con base en esa característica se clasifican en renovables y no renovables), tiempo que en algunos casos se habla de varios cientos de años, es completamente prioritario instrumentar medidas para poder proteger dichos recursos.

2.4 Servicios ambientales

Los servicios ambientales son todos aquellos beneficios derivados de la conservación y cuidado de los recursos naturales, procesos y funciones de los ecosistemas, dichos beneficios pueden ser la conservación del suelo, conservación de los cuerpos de agua, la belleza escénica de un paisaje, mantenimiento de la calidad del agua, conservación de la flora y la fauna, entre otras.

2.4.1 Concepto de valor

El concepto de valor proviene del grado de utilidad de las cosas para poder satisfacer una necesidad o proporcionar un bien o servicio. Partiendo de la premisa anterior, los beneficios que todos obtenemos del medio ambiente tienen un valor muy alto, ya que de ellos dependemos para múltiples propósitos, desgraciadamente la población no reconoce el valor que tiene la naturaleza, ya que históricamente no se reconoce el valor de estos recursos, sin embargo esto no significa que no exista, cabe señalar que los servicios ambientales son muy variados por lo que no son reconocidos en una dimensión justa, por ejemplo, el petróleo es un recurso natural con un alto valor comercial y que ha sido motivo de disputas entre naciones, sin embargo hay otros servicios ambientales no son valorados de la misma manera, como lo es la calidad del aire por ejemplo, algo tan esencial para una calidad de vida adecuada y que sin embargo, carece de una valoración como otros recursos. Así como la calidad del aire, existen otros tipos de recursos ambientales que contribuyen de manera significativa al

bienestar de los seres humanos y que no existen como tal en el sistema de mercado al cual nos regimos, es decir son bienes y servicios sin mercado.

2.4.2 Valor de uso

El valor de uso es aquel que proviene de las situaciones donde las personas entran en contacto con el recurso del que se esté hablando, es decir, en éste tipo de valor es necesaria la interacción de la persona con el recurso en cuestión o el lugar donde se encuentre para que pueda obtener el beneficio que genere éste. Por ejemplo, una persona puede asignar valor a un área verde, la cual sirve como una zona de recreación o de convivencia al que suele visitar con cierta frecuencia. (Mendieta, 2000).

2.4.3 Valor de no uso

En éste tipo de valor, a diferencia del anterior, se asigna valor a un recurso, bien o servicio independientemente de que la persona lo use o esté en contacto con el lugar donde se encuentre el recurso, o de su uso actual o potencial ya sea para sí mismos o para alguna otra persona, es decir, es de una naturaleza más bien altruista, por ejemplo, una persona que valora la existencia de fauna que es muy ajena al lugar donde vive pero que sabe de la importancia de la misma. Con base en lo anterior, el valor de no uso se puede presentar en dos categorías:

- Valor de opción. Valor que las personas asignan a un recurso por el uso potencial que puede tener para su futuro aprovechamiento.
- Valor de existencia. El individuo asigna valor a un recurso aunque no tenga intención de usarlo, su intención es enfocada a la preservación para futuras generaciones o la preservación del medio ambiente.

2.5 Externalidad

Se puede definir una externalidad como la situación en la cual los costos o beneficios de producción y/o consumo de algún bien o servicio no son reflejados en el precio de mercado de los mismos. En otras palabras, son externalidades aquellas actividades que afectan a otros para mejorar o para empeorar, sin que éstos paguen por ellas o sean compensados. Existen externalidades cuando los costos o los beneficios privados no son iguales a los costos o los beneficios sociales.

Es decir, una externalidad es el efecto negativo o positivo de la producción o consumo de algunos agentes sobre la producción o consumo de otros, por los cuales no se realiza ningún pago o cobro.

Las externalidades son generalmente clasificadas en:

- Externalidades negativas, cuando una persona o una empresa realiza actividades, pero no asume todos los costos, efectivamente traspasando a otros, posiblemente la sociedad en general, algunos de sus costos.

- Externalidades positivas, cuando esa persona o empresa no recibe todos los beneficios de sus actividades, con lo cual otros (posiblemente la sociedad en general) se beneficia sin pagar.

2.6 Bien publico

Se define a los bienes públicos como bienes que no son susceptibles de comprar ni vender en ningún mercado, puesto que tienen la característica de ser colectivos y cuyo uso y disfrute puede llevarse a cabo por cualquier ciudadano sin distinción, con independencia de que éste deba respetar la jurisdicción aprobada al respecto para proteger las características de los bienes públicos.

La esencia de un bien público, es decir, la característica que le distingue de otro que no lo sea son dos propiedades, que sea no rival y no excluyente.

- No rival significa que el uso y/o disfrute por parte de un usuario adicional no suponga una limitación para el uso y/o disfrute de un usuario que ya hace uso de él, como por ejemplo una señal de radio, que permite a distintos usuarios escuchar la sintonía en el mismo momento.
- No excluyente quiere decir que no es posible discriminar qué usuarios lo disfrutarán y quiénes no mediante los precios, puesto que estos no tienen precio, y cualquier usuario que lo desee puede acceder al uso y disfrute del mismo, con

independencia de que estos contribuyan o no a su mantenimiento y/o protección.

Algunos ejemplos son el viento o un paisaje.

2.7 Bien privado

Un bien privado es un tipo particular de bien económico. A pesar que muchos bienes de consumo privado son también de producción o propiedad privada, un bien de consumo privado, no importa quién sea el propietario o el productor, una vez que alguien lo usa, su disponibilidad a terceros disminuye o desaparece, por ejemplo, irrelevantemente de quien sea el propietario de un pastel, una vez que alguien se lo come, éste es consumido y la cantidad de pasteles disponible al público disminuye.

Este tipo de bien cuenta con las siguientes propiedades:

- El consumo por un consumidor impide o reduce la disponibilidad de consumo para otros⁴.
- Es posible impedirle a consumidores su consumo de acuerdo a algún criterio (general pero no exclusivamente, el pago por el uso o consumo)⁵.

Es necesario mantener presente que los criterios de clasificación ofrecidos se refieren al uso o consumo de los bienes y no principalmente a su régimen de propiedad o producción. Los bienes privados casi siempre son producidos para obtener beneficio.

⁴ Principio de rivalidad.

⁵ Principio de excludibilidad.

2.8 Métodos de valoración económica

La economía de los recursos naturales ha desarrollado técnicas diversas para atender lo que se conoce como las fallas del mercado, es decir, situaciones en las que el mercado no tiene un mecanismo adecuado para actuar, como es el caso de los problemas ambientales, donde el mercado no actúa como un asignador óptimo de recursos (Cristeche, Penna 2008). El medio ambiente y los recursos naturales están íntimamente vinculados a conceptos como las externalidades, bien público, bien común, etc. La presencia de las fallas de mercado está asociada a la falta de un mercado para éstos recursos, lo cual genera un vacío de información que deriva en toma de decisiones con poco sustento y que generalmente se basan en meras conjeturas (Arrow, 1986). Dicha falta de sustento trae consigo toma de decisiones erróneas que resulta en una asignación poco (o nada) óptima de los recursos.

Debido a la situación descrita en líneas anteriores, la teoría económica, y más específicamente la economía de los recursos naturales, se ha dado a la tarea de desarrollar herramientas y métodos para poder corregir los vacíos que genera los errores del mercado, el objetivo primordial es estimar un valor monetario a los cambios o alteraciones en términos de calidad que sufre algún recurso o conjunto de recursos naturales, utilizando una valoración directa o indirecta (Francke, 1998).

- Métodos directos: Se basan en la medición de las preferencias de los individuos por la calidad ambiental de manera directa, buscando conocer la preferencia del individuo por el medio ambiente, el método más representativo dentro de estos

es la valoración contingente, la cual se fundamenta en la aplicación de encuestas, más adelante se profundiza en la descripción de éste método.

- Métodos indirectos: En éste tipo de técnicas se busca encontrar la Disposición a Pagar (DAP)⁶ con respecto a la calidad ambiental y la observación en los mercados relacionados (de ahí que se consideran metodologías indirectas), dentro de los métodos más representativos de ésta clasificación se encuentra el método Costo de Viaje y el de Precios Hedónicos.

2.8.1 Método Costo de Viaje

El método o modelo llamado del costo de viaje (*travel cost*) se aplica principalmente a la valoración social de un espacio de interés medio-ambiental y recreativo concreto, pero es aplicable a otros bienes. Bajo determinados supuestos, permite detallar la función de demanda de dicho espacio y en consecuencia, el excedente del consumidor. Por ello, muchos clasifican éste método dentro de los de uso de curvas de demanda. El primer escrito que sugirió ésta línea de valoración fue el de Harold Hotelling, en 1947, sobre parques nacionales en los Estados Unidos.

La idea del método del costo de viaje y el procedimiento para aplicarlo son muy sencillos, fundamentalmente se busca medir o cuantificar todos y cada uno de los gastos involucrados en la visita a alguna zona de interés. Aunque el precio de entrada a un espacio de interés natural sea cero, el costo de acceso es generalmente superior

⁶ En lo subsecuente, la Disposición a Pagar se referirá con la abreviatura DAP

a cero, dado que deben incluirse por lo menos los gastos ocasionados por el desplazamiento. En general, cuanto más cerca se reside del espacio cuyo disfrute se quiere valorar, menores son los gastos en que se incurre y mayor es el número de visitantes. Así se puede detectar la función de demanda entre número de visitantes (cantidad) y costo del desplazamiento (precio).

Generalmente, la función de demanda se calcula por procedimientos econométricos. Los más sencillos expresan el número de visitantes en función del costo del desplazamiento, la renta y algunas variables socioeconómicas. Una vez identificada la curva de demanda puede calcularse el excedente del consumidor.

Éste modelo sirve, por ejemplo, para medir cambios en la valoración de los visitantes al producirse un daño ecológico sobre un espacio recreativo de interés natural. Presumiblemente el número de visitantes descendería, al igual que el valor del excedente del consumidor. Observando la variación del primero, el modelo del costo del desplazamiento permite estimar la variación total del segundo.

Una de las mayores limitaciones del modelo del costo del desplazamiento es que sólo puede aplicarse a lugares concretos. Ésta característica geográfica es esencial en el modelo.

2.8.2 Método Precios Hedónicos

Éste modelo desglosa el precio de un bien privado, en función de varias características. Dichas características tienen un precio implícito cuya suma determina, en una

proporción estimable, el precio del bien de mercado que se observa. Así, el precio de una vivienda puede determinarse por la agregación de los precios implícitos de sus características y de las del entorno en el que está ubicada. Por procedimientos econométricos se calcula el peso de las variables que determinan el precio final de la vivienda (por ejemplo, superficie de la casa y de la parcela, tipología, número de habitaciones, de baños, antigüedad, distancia al centro de la ciudad, nivel de contaminación atmosférica o atractivo del paisaje) y bajo determinados supuestos, se estiman los precios de dichas características (Martínez, 2007).

Así, dos casas idénticas pero ubicadas en zonas con distinto nivel de contaminación ambiental tienen, presumiblemente, precios distintos; la diferencia en el precio de la vivienda se considera el precio implícito de la variación en los niveles de contaminación atmosférica. Bajo determinadas condiciones de la función de precios implícitos puede identificarse la función de demanda de la característica escogida y en consecuencia el excedente del consumidor.

Un ejemplo clásico del uso del modelo de los precios hedónicos es el de la externalidad negativa que producen los aviones sobre los residentes próximos a aeropuertos. El valor de la pérdida de bienestar debido al ruido y riesgo de accidentes se puede medir por la disminución en el precio de la vivienda por éste concepto.

2.8.3 Método Valoración Contingente

Dado que el método Valoración Contingente es el procedimiento elegido por el autor para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se le dedicará un mayor esfuerzo a la descripción de dicha metodología, con el afán de establecer los principales conceptos y bases primordiales que la componen.

El método de la valoración contingente es una de las técnicas existentes para estimar el valor de bienes (productos o servicios) para los que no existe mercado. Es extraordinariamente simple en su comprensión intuitiva: se trata de simular un mercado mediante encuesta a los consumidores potenciales. Se les pregunta por la máxima cantidad de dinero que pagarían por el bien si tuvieran que compararlo, como hacen con los demás bienes. De ahí se deduce el valor que para el consumidor medio tiene el bien en cuestión (Avilés-Polanco, 2010).

La utilidad del método es muy variada. Va desde la Administración que necesita evaluar las iniciativas que propone, hasta las organizaciones preocupadas por el medio ambiente que desean saber el valor social del patrimonio natural o los tribunales que deben imponer sanciones económicas a quienes causen daños a bienes colectivos. De hecho, la variedad de bienes que pueden valorarse por éste método es casi ilimitada. Ello constituye lógicamente una de las principales ventajas de la valoración contingente.

2.8.3.1 La encuesta

En el método de la valoración contingente, los cuestionarios juegan el papel de un mercado hipotético, donde la oferta viene representada por la persona entrevistadora y la demanda por la entrevistada. Existen numerosas variantes en la formulación de la pregunta que debe obtener un precio para éste bien sin mercado real. Un procedimiento típico es el siguiente: la persona entrevistadora pregunta si la máxima DAP sería igual, superior o inferior a un número determinado de pesos. En caso de obtener "inferior" por respuesta, se puede repetir la pregunta disminuyendo el precio de salida. Finalmente, se suele preguntar cuál sería el precio máximo que pagaría por el bien, teniendo en cuenta sus respuestas anteriores.

2.8.3.2 La entrevista

La persona entrevistada se encuentra en una situación parecida a la que diariamente se enfrenta en el mercado: comprar o no una cantidad determinada de un bien a un precio dado. La diferencia fundamental es, naturalmente, que en ésta ocasión el mercado es hipotético y, por lo general, no tiene que pagar la cantidad que revela. Éste mecanismo puede resultar en un sesgo, generalmente llamado estratégico, que está relacionado con el incentivo o desincentivo a revelar el "verdadero" precio, lo que ha motivado algunas críticas al método.

2.8.3.3 Los sesgos

Los sesgos, y la dificultad de contrastarlos con valores verdaderos, son una de las principales limitaciones de la valoración hipotética. Durante buena parte de los años setenta y ochenta, muchos de los estudios de valoración contingente dedicaron especial atención a detectarlos y corregirlos. El método de valoración contingente pretende estimar la máxima DAP de un individuo por la provisión o mejora de un bien de no mercado o, alternativamente, la mínima disposición a ser compensado por la pérdida o disminución del disfrute del mismo bien. El uso de una u otra modalidad depende en gran medida de la definición de los derechos de propiedad sobre el bien que se desea valorar.

Buena parte de los esfuerzos se dirigieron a minimizar el sesgo mediante una redacción más cuidadosa del cuestionario. Además de los ya citados (sesgo estratégico y de divergencia entre DAP o a ser compensado), los sesgos pueden agruparse en dos conjuntos: los que provienen de la utilización de encuestas a muestras de la población y los derivados del carácter hipotético del ejercicio. Para los primeros, que son los más conocidos, los economistas han compartido los avances con otras disciplinas, como la estadística y la sociología. Para el segundo grupo de sesgos, los intrínsecos al carácter hipotético del mercado, el principal es, seguramente, el ya discutido de los incentivos a revelar o no el valor verdadero (sesgo de estrategia). Pero además, existen algunos otros. Brevemente, las fuentes más importantes de sesgo son: la percepción incorrecta del contexto, las pistas implícitas para la evaluación y la complacencia de los entrevistados con los promotores de la encuesta.

2.8.3.4 Fundamentos del método

El método de la valoración contingente constituye un caso particular dentro de los procedimientos de construcción de mercados. Dicha construcción puede ser real o hipotética. El mismo ejercicio puede simularse mediante una encuesta que construya ese mercado de forma hipotética y estimar así la máxima DAP (o la mínima disposición a ser compensado) de los individuos por la conservación (o pérdida) de recursos en su calidad actual.

La valoración contingente se considera una forma de estimación directa, ya que se pregunta directamente a una muestra de la población en cuánto valora un determinado bien medio ambiental. Ello no ocurre con los métodos llamados indirectos, como el del costo de viaje o el de los precios hedónicos, ya mencionados anteriormente, puesto que estiman el valor del bien a partir de la observación de otros mercados ya existentes. Uno de los motivos por los que se podría cuestionar el método de valoración contingente es el de su concordancia o desacuerdo con los supuestos más generalmente aceptados de la teoría económica.

2.8.3.5 Medición

El método de valoración contingente intenta medir en unidades monetarias los cambios en el nivel de bienestar de las personas debido a un incremento o disminución de la cantidad o calidad de un bien o servicio. Ésta medida, suele expresarse en términos de la cantidad máxima que una persona pagaría por un bien. Es decir, lo que se suele

conocer por la expresión disposición o disponibilidad a pagar o al pago. En el caso de bienes que no implican un costo monetario directo para el consumidor, ésta DAP por el bien equivale al beneficio que tal consumidor obtiene. Por ejemplo, el vecino que disfruta de la plaza pública cercana a su domicilio, en la que no se hace un pago por la entrada, tendrá como beneficio para cada visita el equivalente a lo que estaría dispuesto a pagar como máximo en concepto de precio de entrada. Alternativamente, el método de valoración contingente permite también hallar la máxima disposición a ser compensado por la pérdida de un bien. Por ejemplo, cuánto dinero, como mínimo, nos deberían pagar para que nos quedáramos indiferentes entre perder la plaza pública y obtener dicha cantidad de dinero.

Otra característica importante de la medición de valores de forma contingente está relacionada con el momento en que ésta puede realizarse. Permite valorar cambios en el bienestar de las personas antes de que se produzcan. Por ejemplo, puede detectar la DAP de los vecinos por la provisión de una plaza pública determinada, antes de que se tome una decisión al respecto. Puede así mismo obtener valoraciones *ex-post*, como en el caso de la DAP para seguir disfrutando del uso de la plaza pública, una vez construida. En cambio, los métodos indirectos mencionados sólo pueden medir la valoración de los bienes *a posteriori*, una vez consumidos.

2.8.3.6 Disposición a pagar o a ser compensado

La DAP o de disposición a ser compensado puede definirse como la cantidad máxima de dinero que una persona estaría dispuesta a pagar para consumir una determinada cantidad de un bien y la mínima cantidad de dinero que estaría dispuesta a aceptar en compensación por dejar de consumir tal bien, respectivamente.

2.8.3.7 Agregación

En el método de valoración contingente se pregunta a una muestra de la población su DAP (o a ser compensado) por un bien determinado. Por tanto, la encuesta nos aporta un conjunto de valores, uno por cada persona que haya contestado a la pregunta de valoración. Para que pueda manejarse el valor correspondiente para el conjunto de la población, se suele optar por la media o bien por la mediana del valor obtenido en la muestra; a continuación se multiplica el valor de la media o mediana por el número de personas que componen la población relevante.

Si se calcula para cada valor el número de veces que ha sido revelado a lo largo de la muestra, y se ordenan los valores de menor a mayor, se obtiene la llamada distribución de frecuencias. Cuando ésta distribución presenta una forma aproximadamente normal o simétrica, los valores de la media y la mediana son muy próximos. En otras palabras, para distribuciones de frecuencias simétricas, tanto la media como la mediana obtenidas de la muestra son estimadores no sesgados de la verdadera media o mediana de la población.

Cuando la distribución de frecuencias es claramente asimétrica, la media y la mediana difieren significativamente. En la práctica de la valoración contingente, la mediana corresponde generalmente a una estimación más conservadora. Es decir, se encuentra por debajo de la media, dado que suele haber mayor número de respuestas bajas y mayor dispersión entre los valores altos.

La mayoría de investigadores que utilizan la valoración contingente opta por utilizar la media como medida de agregación. La media puede utilizarse como estimador de lo que la persona estaría dispuesta a pagar por obtener una mayor cantidad o calidad de un bien y, a su vez, puede multiplicarse por la población relevante para estimar el valor total de tal cambio en el bien.

2.9 Modelos de elección discreta

La utilidad de los modelos de elección discreta frente a la econometría tradicional radica en que los primeros permiten la modelización de variables cualitativas, a través del uso de técnicas propias de las variables discretas. Se dice que una variable es discreta cuando está formada por un número finito de alternativas que miden cualidades. Ésta característica exige la codificación como paso previo a la modelización, proceso por el cual las alternativas de las variables se transforman en códigos o valores cuantitativos, susceptibles de ser modelados utilizando técnicas econométricas (Agresti, 2002).

La modelización de este tipo de variables se conoce genéricamente con el nombre de modelos de elección discreta, dentro de la cual existe una amplia tipología de modelos: Según el número de alternativas incluidas en la variable.

- Modelos de respuesta dicotómica frente a los denominados modelos de respuesta o elección múltiple.

Según la función utilizada para la estimación de la probabilidad,

- Modelo de probabilidad lineal truncado
- Modelo Logit,
- Modelo Probit.

Según las alternativas de la variable endógena, si son excluyentes o incorporen información ordinal, se distinguen modelos con datos no ordenados y modelos con datos ordenados dentro de los primeros (Agresti, 2002).

2.9.1 Regresión logística

Es una de las herramientas estadísticas con mejor capacidad en el análisis de datos de investigación clínica y epidemiológica, de ahí su amplia utilización. Dado que el modelo logístico no es lineal, sino exponencial se utilizan transformaciones logarítmicas para linealizar el modelo y ésto hace que los coeficientes no puedan interpretarse

directamente. La condición de la existencia de una única solución para la ecuación de verosimilitud fue dada por Albert y Anderson (1984). El modelo de regresión logística es un caso particular del modelo lineal generalizado como fue propuesto por Nelder y Wedderburn (1972).

A la variable que puede tomar dos valores (éxito o fracaso) y es repetida n veces se le denomina *variable binomial*. Un proceso binomial está caracterizado por la probabilidad de éxito, representada por π , la probabilidad de fracaso se representa por $1-\pi$ y evidentemente, ambas probabilidades están relacionadas por $\pi + 1-\pi=1$.

En algunas ocasiones se usa el cociente denominado $= \pi /1-\pi$ "Odds" y que indica cuanto más probable es el éxito que el fracaso (Martínez y Sexto, 2007). Si se tiene una variable que describe una respuesta dicotómica (éxito, fracaso) y se desea estudiar el efecto que otras variables (independientes) tienen sobre ella, el modelo de regresión logística binario puede resultar de gran utilidad en estimar la probabilidad de que se presente el evento de interés de acuerdo a ciertos valores de las variables independientes y cuantificar el peso o la influencia que cada variable independiente tiene sobre la respuesta.

Para construir un modelo de regresión logística se necesita:

- Un conjunto de variables independientes o explicativas.

- Una variable respuesta categórica. Aquí se diferencia el modelo de regresión múltiple, en donde la variable respuesta era numérica (Martínez y Sexto, 2007).

2.10 Los modelos de elección múltiple multinomial

Los modelos de elección múltiple son aquellos en los que es posible tener más de dos alternativas de elección. La variable dependiente a explicar tiene, por tanto, más de dos categorías. Normalmente, en este tipo de modelos, las variables explicativas incluidas en la parte determinista o estructural del modelo suelen ser de tres tipos:

- a) Las variables explicativas son características del individuo que realiza la elección.
- b) Las variables explicativas son características sólo de la elección.
- c) Las variables explicativas recogen características tanto del individuo como de la elección a realizar.

La variable dependiente, que ahora es politómica, se expresa normalmente utilizando una codificación que va desde el cero hasta el número de alternativas menos una (Martínez y Sexto et, 2007).

2.10.1 El modelo logit multinomial

El modelo más empleado en éste contexto es el modelo logit multinomial. Pero también es posible que se presente el modelo logit condicional, en el que se acepta la

existencia de características de la elección que determinan el comportamiento seguido. Estos modelos logísticos multinomiales se clasifican en dos grandes grupos según la variable endógena, puede ser datos ordenados o no ordenados y clasificarse en modelos con datos ordenados o modelos con datos no ordenados.

El logit con datos no ordenados se utiliza cuando las alternativas que presenta la variable dependiente no indican ningún orden, puede a su vez presentar dos modalidades:

- a) Logit multinomial: se emplea cuando las variables explicativas del modelo hacen referencia a las observaciones muestrales (individuos), por lo que varían entre observaciones pero no entre alternativas.
- b) Logit condicional: se utiliza cuando las variables explicativas del modelo hacen referencia a las alternativas, por lo que sus valores varían entre alternativas pudiendo hacerlo o no entre observaciones (individuos).

Cuando la variable endógena a modelar es una variable discreta con varias alternativas posibles de respuesta (J) se recurre a los modelos de respuesta múltiple. Estos modelos se clasifican en dos grupos dependiendo si las alternativas que presenta la variable endógena se pueden ordenar (modelos con datos ordenados) o no (modelos con datos no ordenados).

El modelo logit multinomial está definido como:

$$P(Y = j) = \frac{\exp(\alpha_j + \beta_j x)}{1 + \sum_{h=1}^{j-1} \exp(\alpha_h + \beta_h x)}$$

Donde:

j : representa el índice asociado a cada alternativa

β_h : Parámetros lleva asociado el subíndice correspondiente a la alternativa concreta analizada

x : Vector de características socioeconómicas: Las ecuaciones estimadas proporcionan probabilidades para cada una de las alternativas que puede tomar un individuo i con características individuales definidas en x .

Además se debe cumplir:

$$\sum_{j=0}^{J-1} p(Y = j) = 1$$

Para el caso sencillo de un modelo en el que la variable endógena presenta tres posibles alternativas de elección y sólo existe una variable explicativa en la

modelización, la probabilidad asociada a cada una de las alternativas posibles de elección tomarían las siguientes expresiones:

$$P(Y_i = 0) = \frac{1}{1 + e^{\beta_{01} + \beta_{11}x + \beta_{12}x}}$$

$$P(Y_i = 1) = \frac{e^{\beta_{01} + \beta_{11}x}}{1 + e^{\beta_{01} + \beta_{11}x + \beta_{12}x}}$$

$$P(Y_i = 2) = \frac{e^{\beta_{02} + \beta_{12}x}}{1 + e^{\beta_{01} + \beta_{11}x + \beta_{12}x}}$$

Donde: $P(Y_i = 0) + P(Y_{i=1}) + P(Y_1 = 2) = 1$

2.10.2 Codificación de las variables

En la variable dependiente se codifica como 1 la ocurrencia del evento de interés y como 0 la no ocurrencia. Las variables independientes pueden ser de varios tipos:

- a) Dicotómica: Se codifica como 1 el caso que se cree favorece la ocurrencia del evento.
- b) Categóricas: Cuando existe alguna variable independiente que pueda tomar más de dos valores es necesario codificarlas usando variables indicadoras (Dummy).

c) Variables numéricas: categorizar la variable si creemos que ésta puede afectar la respuesta, la forma de categorizar puede ser arbitraria según el conocimiento que se tenga sobre la variable. Por ejemplo la variable edad puede estratificarse en rangos de edad.

2.11 Variables Dummy

Las variables independientes que no precisamente son numéricas se denominan variables Dummy, mismas que son necesarias en el modelo de regresión logística. Para este caso, en donde se desea conocer la DAP por parte de los habitantes de Almoloya del Río para la recuperación y conservación de los recursos hídricos de la zona, se generaron variables que ayudan a determinar la probabilidad de que esto ocurra, un ejemplo de variable Dummy de la presente investigación es la educación de los encuestados, en donde se plantearon 6 posibilidades: que los entrevistados contaran con educación primaria, secundaria, preparatoria, licenciatura, posgrado o que no haya estudiado.

Para incorporar ésta variable al análisis logístico, es totalmente necesario transformarla en una variable Dummy, para este propósito es obligatorio generar $n-1$ variables Dummy y asignarles valores de 0 y 1, en donde n sería el número de categorías de la variable en cuestión, en este caso 6.

Tabla 1. CODIFICACIÓN PARA LA VARIABLE EDUCACIÓN A VARIABLE DUMMY

Educación	1	2	3	4	5
Primaria	1	0	0	0	0
Secundaria	0	1	0	0	0
Preparatoria	0	0	1	0	0
Licenciatura	0	0	0	1	0
Posgrado	0	0	0	0	1
No estudio	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos de la investigación

CAPÍTULO 3. Marco de Referencia

3.1 Marco de referencia

Almoloya del Río se encuentra ubicado a una distancia de 26 kilómetros de la capital del estado. Cuenta con una extensión territorial de 6.44 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 2,600 metros sobre el nivel del mar. Debido a la cercanía de Almoloya del Río con Toluca, no es raro que una importante cantidad de gente acuda a dicha ciudad en busca de trabajo. Almoloya del Río es un municipio en desarrollo, mayoritariamente rural, aunque cuenta en su zona central con todos los servicios básicos como alumbrado público, drenaje, hospitales, etc. (<http://www.almoloyadelrio.gob.mx>).

Enclavado en el Valle de Toluca, Estado de México, las actividades principales dentro de la actividad económica es la industria textil, complementada con la agricultura y la ganadería.

Almoloya del Río es además el lugar donde se origina el Río Lerma, de ahí el origen del nombre del municipio. En épocas anteriores dicha cuenca contaba con recursos hídricos bastos, desgraciadamente, las obras realizadas para desviar el agua hacia el Distrito Federal, han ido mermando los enormes cuerpos de agua que en antaño eran notables en Almoloya del Río, hoy en día solo quedan algunos cuantos humedales de no mucha extensión, la mayoría de ellos se encuentran bastante contaminados, por lo

que la fauna no se desarrolla en estos lugares, el grado de contaminación es tal que es difícil poder respirar cerca de estos lugares, donde el agua se encuentra putrefacta.

3.2 Medio físico

El municipio de Almoloya del Río tiene una superficie no muy extensa, colinda con 4 municipios del territorio mexiquense de la siguiente manera: Al Norte con Atizapán. Al Sur con Tianguistenco y Texcalyacac. Al este con Tianguistenco. Al Oeste con San Antonio la Isla (Plan municipal de desarrollo urbano de Almoloya del Río, 2010).

Los suelos del municipio de Almoloya del Río, corresponde a las siguientes estructuras y formaciones: Andosól, el cual cubre el 13.66% de la superficie municipal, se localiza en la parte sureste del municipio, en su generalidad este tipo de suelo se debe a la enorme acumulación de cenizas, producto de actividad volcánica reciente, textura suelta y esponjosa; éste tipo de suelo presenta dos variantes, húmico y mólico. El Histosól se encuentra en zonas y climas húmedos ya sean templados o cálidos y están restringidos a áreas donde se acumula agua, se caracteriza por tener altas cantidades de materia orgánica en forma de hojarascas, fibras, maderas o humus y en ocasiones tiene olor a podrido. Éste tipo de suelo tiene una cobertura del 43.32% en la porción central de municipio, y como consecuencia cuentan con una vegetación de pastizales y tubulares, cuyo uso óptimo es el ramo agrícola concerniente a las hortalizas, principalmente. Finalmente en el municipio se puede observar la presencia del Feozem, teniendo una cobertura del 43.01% del territorio municipal.

En cuanto al clima, predomina el templado subhúmedo, muy similar al de la ciudad de Toluca, se caracteriza por épocas soleadas, sobre todo en los meses de noviembre a abril y lluvias en verano. La temperatura media anual es de 11.5°C; la máxima de 18°C, y la mínima de 1.5°C. La precipitación pluvial promedio es de 871.7 mm, las tormentas más intensas se presentan en los meses de julio y agosto; entre octubre y marzo se presentan las heladas y los vientos dominantes son de norte a este, y en la primavera de sur a norte.

Hasta hace cuatro décadas, el municipio gozaba de un envidiable ecosistema lacustre con gigantes manantiales, pero desde junio de 1950 todo esto se perdió con la desecación de la laguna, sólo queda un pequeño charco.

Respecto a la flora, se cuenta con una zona arbustiva, árboles: sauce llorón, mimbre, cedro, ocote, eucalipto, pino, chopo, álamo, pingüica; frutales: nogal, membrillo, higo, pera, capulín, tejocote, manzana, ciruelo, mora, y otros, plantas medicinales: hierbabuena, manzanilla, ruda, gordolobo, istafiate, malva, cedrón, ajelijo, árnica, morcilla, borraja, hierbablanca, alfilerillo, hinojo, cardosanto, zacatillo, carricillo, ortiga, chicalota y toloache, plantas cultivables: maíz, haba, avena, cebada, zanahoria, chícharo, calabaza, papa, frijol, lechuga, cilantro, rábano, cebolla, ajo, chivatitos, quelites, epazote, nabos, brócoli, acelgas, espinacas y col; flores: dalia, rosa, clavel, cempasúchil, begonia, hortensia, margarita, gladiola, pensamiento, buganvilla, nube, azucena, malvón, mastuerzo, alcatraz, coronilla, violeta vara de san José y lirio; cactáceas: maguey y nopal (Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009).

La fauna acuática más numerosa es la población migrante de patos canadienses, predominan los domésticos, tales como: el caballo, perro, vaca, pollo, paloma, guajolote, pato, ganso, burro, borrego, cerdo, gato, mula, conejo y chivo, y los silvestres: rata, tuza, hurón, cacomixtle, lagartija y camaleón.

3.3 Aspectos socio-demográficos

El municipio de Almoloya del Río cuenta con una población de 10,886 habitantes (INEGI, 2010), de los cuales 5,199 son hombres y 5,687 son mujeres. Históricamente, en el territorio en que hoy se ubica Almoloya del Río, se asentaron grupos étnicos como los matlatzincas y otomíes

3.4 Aspectos económicos

En cuanto a algunos datos sobre la economía del municipio, se puede destacar que existe un total de 4,545 personas económicamente activas (PEA), de las cuales 2,866 son hombres y 1,679 son mujeres (INEGI 2011). Del total de la PEA para el 2011, se reportó que 4,388 personas estaban laborando, mientras que los restantes 157 personas, declararon no estar ocupadas en alguna labor por el momento.

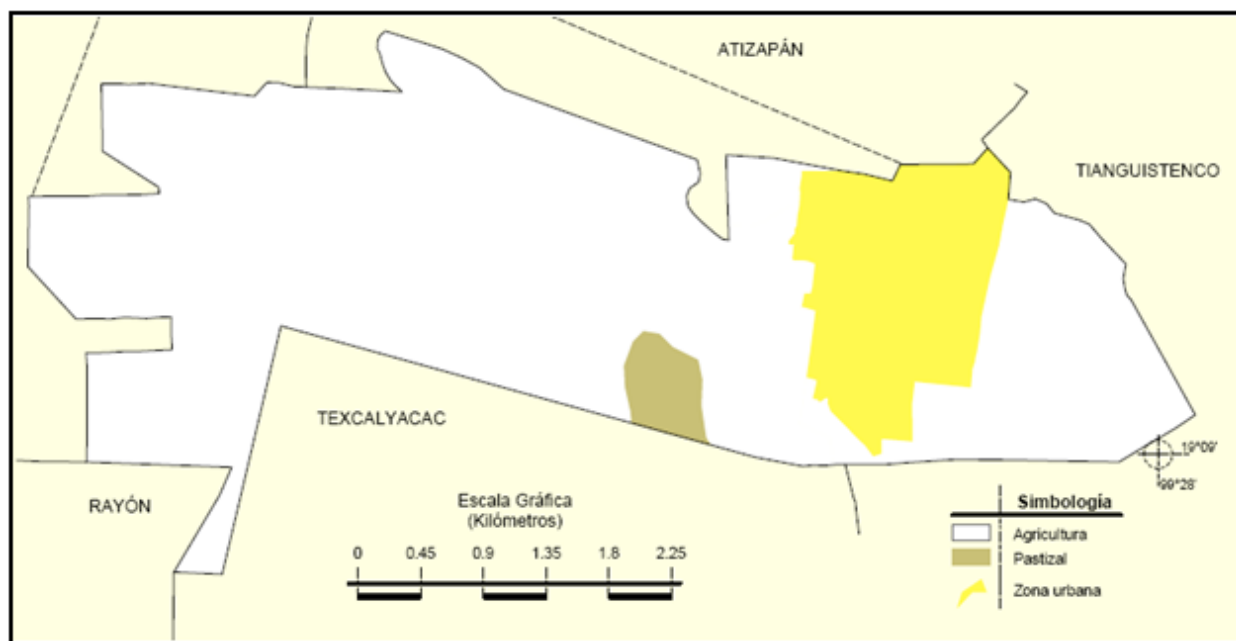
Respecto a la agricultura, actividad relevante en el municipio, según los datos de SAGARPA para el año 2011, en Almoloya del Río se destinaron 529.2 ha para cultivo⁷,

⁷ En el municipio, prácticamente toda la extensión de hectáreas agrícolas se dedican al cultivo de maíz.

lo cual generó un valor de producción de \$4, 768,890. Mientras que en la actividad ganadera, se tiene reportado una producción de 26.087 ton, 432.219 ton y 44.802 ton de ganado ovino, bovino y porcino, respectivamente.

El uso de suelo es principalmente agrícola (83.79% del territorio municipal), seguido de zona urbana (14.14%) y una mínima parte corresponde a pastizales (2.07%).

Figura 2. USO DE SUELO EN ALMOLOYA DEL RÍO



Fuente: Prontuario de información geográfica Almoloya del Río, INEGI, 2009

El municipio cuenta además con algunos hoteles de 2 y 3 estrellas, en el aspecto comercial es muy popular el mercado sobre ruedas, zapaterías, locales para alimentos, farmacias, papelerías, etc.

3.5 Problemática

Como se mencionó anteriormente, el municipio de Almoloya del Río es un municipio pequeño, donde tiene su origen el Río Lerma (de ahí el nombre del municipio), en éste sitio era común ver extensiones importantes cubiertas por cuerpos de agua, sin embargo, a medida que el Distrito Federal y su área conurbada fueron creciendo, fueron demandando en mayor cantidad recursos básicos para el sustento de cualquier población, una de esas demandas fue el agua.

Figura 3. HUMEDALES EN LA LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RÍO



Fuente: CODEMUN

Por lo tanto, se han realizado obras en verdad importantes para poder llevar el agua de otras cuencas para la capital del país, una de estas fuentes es la cuenca del Río Lerma. Se entubaron importantes cantidades de agua, lo cual al paso de los años fue desecando los cuerpos de agua tan habituales del municipio, una vez que la escasez de agua ya empezaba a ser tema en el municipio, fue necesario que las autoridades municipales y estatales custodiaran los pozos de extracción de agua, ya que la gente en múltiples ocasiones se acercó para extraer agua para su consumo. Ésta situación aún persiste, si bien el gran consumo de agua del Distrito Federal se hace por abasto del sistema Cutzamala, aun la cuenca del Río Lerma aporta una parte del consumo de dicha ciudad, situación lógica, ya que a medida que la población de la mancha urbana crecía sin medida, la demanda de recursos creció en la misma proporción, y el agua del Río Lerma ya no fue suficiente, por lo que se buscaron recursos de otras cuencas aledañas. Éstas situaciones han derivado en un auténtico desastre ecológico para los recursos hídricos de Almoloya del Río, ya que además de que los grandes cuerpos de agua de antaño han casi desaparecido, algunos otros presentan condiciones paupérrimas, en donde la presencia de contaminación y malos olores es evidente. Otro aspecto característico de la zona de estudio es el descontento de la población por la extracción de agua para el abasto de la demanda de agua del Distrito Federal, por lo cual, muchos de los pobladores están a favor de gestionar un impuesto o tarifa especial a las autoridades del Distrito Federal, con el fin de poder resarcir en cierta medida los daños causados a la flora, fauna y acuíferos del municipio, dicha situación puede en algún caso de sequía, derivar en conflictos sociales severos y enfrentamientos con la autoridad, algo que no sería la primera vez que ocurriría en Almoloya del Río.

Figura 4. FAUNA DAÑADA POR LA CONTAMINACIÓN EN LOS CUERPOS DE AGUA DEL MUNICIPIO



Fuente: CODEMUN

Además de la situación expuesta en líneas anteriores, otra factor que afecta el escenario de los recursos hídricos de la zona, es el hecho del nulo cobro por el servicio de agua en Almoloya del Río, dados los conflictos sociales descritos en el párrafo anterior, las autoridades decidieron que para compensar en cierta manera dicha situación, se tomaría el acuerdo de no cobrar el suministro de agua a los habitantes de Almoloya del Río. La falta de cobro, en teoría, hace que quien disfruta del beneficio de contar con un recurso, no lo conserve y lo valore adecuadamente, haciendo uso indiscriminado del agua a pesar del marco de escasez mundial del recurso en el que nos encontramos inmersos desde ya hace varios años.

Almoloya del Río es un municipio en su gran mayoría de perfil agropecuario (el 83.79% del territorio municipal está dedicado al uso agrícola), solo una parte mínima del municipio, la correspondiente a la cabecera municipal, es área urbana (14.14% del territorio municipal). Si se considera que la actividad que hace mayor consumo de agua es la agricultura, se puede decir que hay un importante consumo de agua destinada a los cultivos y la ganadería local.

Derivado de la falta de cobro de agua, la conciencia de la población sobre el ahorro y uso moderado del agua puede verse afectada, ya que en el sistema en el que nos encontramos insertos, la tendencia obedece a cuidar o a procurar un uso adecuado y racional solo de aquellos elementos con un costo considerable, por lo que la inexistente cuota de agua (misma que ha estado en cuestionamiento por su monto respecto a lo que se cobra en otras regiones del mundo) promueve la poca cultura del cuidado del agua, tanto en los campos como para uso urbano.

CAPÍTULO 4. Situación del agua

4.1 Situación del agua

4.2 Situación mundial del agua

La situación actual del agua es en verdad preocupante, más aun por que ya hay lugares en el planeta donde ya se pueden percibir problemas fuertes causados por la escasez del vital liquido, situación que según las proyecciones para los años venideros, se extenderá a una importante cantidad de países. Hay proyecciones que dicen que si el siglo XX se caracterizo por tener al petróleo como elemento primordial, el siglo XXI lo hará por la pugna entre los países por tener el control de la mayor cantidad de agua con el fin de satisfacer la demanda.

Y es que si es bien sabido que la enorme mayoría del planeta está cubierta por agua, un 97% es agua de océanos (la cual no es apta para el consumo humano) y solamente un 3% de ésta es agua dulce. Además, de ese 3% del total del agua en el mundo que es dulce, no toda ésta a disposición para que el hombre haga uso de ella, ya que aproximadamente tres cuartas partes del agua dulce está en forma de hielo en los casquetes polares y glaciares, lugares de donde es muy difícil realizar aprovechamiento para consumo del hombre. Es decir que de la gran masa de agua existente, muy poca es utilizable por el hombre, y de ésta, aun una pequeña porción es el agua dulce que se encuentra de manera superficial para que el hombre la utilice (lagos, ríos y pantanos) lo cual representa un 0.35%, lo que da una idea de la magnitud

de lo poco que está a disposición para satisfacción de necesidades humanas (AQUASTAT, 2007).

Tabla 2. DISTRIBUCIÓN DE LAS RESERVAS DE AGUA DULCE SOBRE EL GLOBO TERRESTRE

Tipo de reserva	% de la reserva en agua dulce	Detalle	% de la reserva en agua dulce
Hielo y nieve	69.6	Antártico	61.7
		Groenlandia	6.68
		Ártico	0.24
		Otros	0.98
Aguas subterráneas	30.15	Acuíferos	30.1
		Agua contenida en el suelo	0.05
Lagos y pantanos	0.29		
Agua contenida en la atmosfera	0.04		
Ríos	0.06		

Fuente: Bases de datos FAO, AQUASTAT, 2007

Otro punto a tomar en cuenta es que las zonas de gran concentración de agua no tienen una concentración de población que aproveche el recurso, por ejemplo, en la cuenca de la zona amazónica (la cual genera el 20% de la esorrentía total de todo el mundo) la población es de alrededor de 15 millones de habitantes, lo cual es una fracción mínima de la población mundial, ejemplos como ese se repiten en distintas

partes del mundo, como lo es en el Río del Congo (30% de la esorrentía total del continente africano).

La mayor proporción de esorrentía está situada en Asia (31%) y Sudamérica (25%), sin embargo, la mayor cantidad de agua *per cápita* se presenta en Estados Unidos, donde se registra una disponibilidad de 19,000 metros cúbicos por persona al año, contrastando con los 4,700 metros cúbicos registrados en Asia (a pesar de la gran cantidad de esorrentía que tienen, también son un continente altamente poblado). (www.drinkingwater.org).

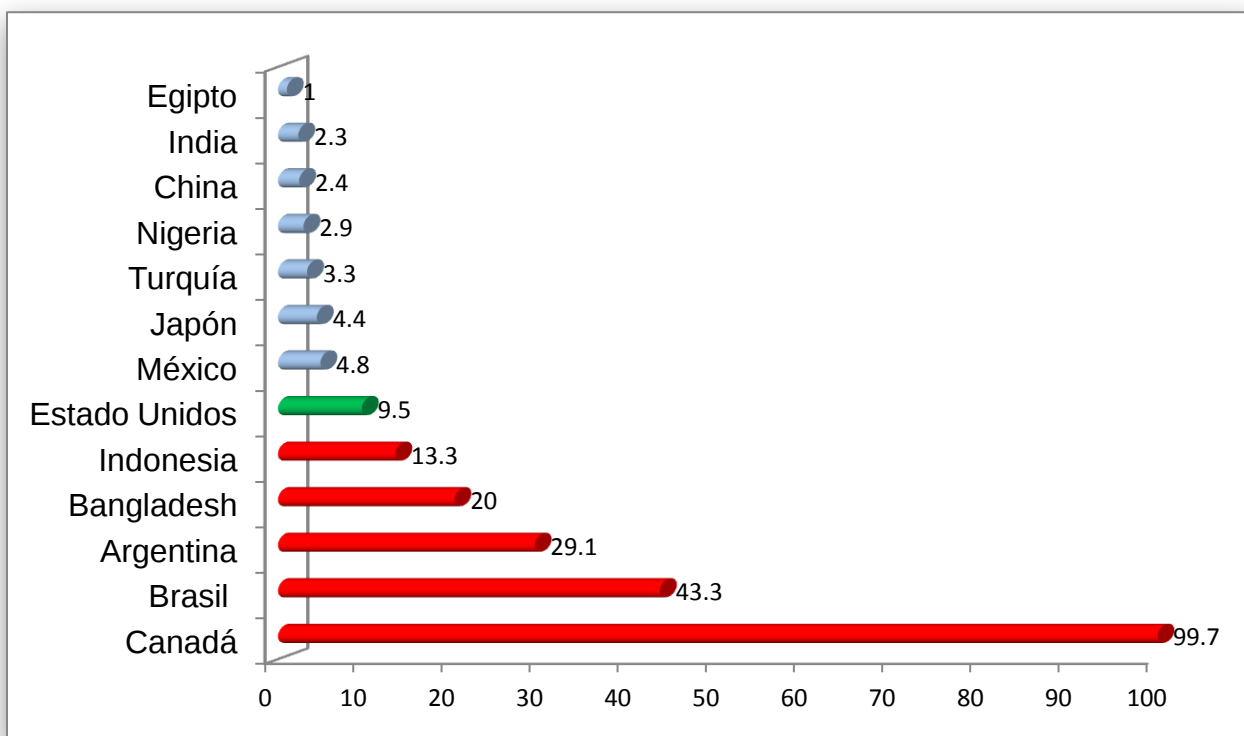
Existen países en donde la escasez de agua ya es una realidad, como lo es el caso de países de África y Medio Oriente, donde no solo se enfrentan a la escasez del líquido, sino a condiciones climáticas extremas, además de que las tasas de crecimiento de la población agravan aun más la situación. Según datos de la ONU, los países ricos consumen 12 veces más agua que los países pobres y es que además se registra un incremento del 300% en el consumo de agua a nivel mundial desde mediados del siglo XX a nuestros días, por lo que no es de extrañar la falta de suministro, si a esto aunamos la contaminación del agua, el uso excesivo en sistemas de riego para la agricultura poco eficientes, el desperdicio en fugas y usos indebidos, entre otros factores, no se puede afirmar que en los próximos años la calidad de vida del ser humano sea la misma que la que hoy pueden gozar algunos, ya que inclusive en estos años aun existen varias zonas del planeta en donde el suministro de agua es nulo, debido a que no existe un red de agua potable que lleve el recurso a los hogares.

4.2.1 Disponibilidad de agua en diversos países

En cuanto a disponibilidad de agua en el mundo, medido en miles de $\text{m}^3/\text{habitante/año}$, se puede apreciar como Canadá es el país con mayor disponibilidad ($99.7 \text{ m}^3/\text{habitante/año}$), dada su no tan alta densidad de población y la gran cantidad de lagos que se encuentran su territorio. Al igual que Canadá, los países que tienen una alta disponibilidad de agua son Brasil, Argentina, Bangladesh e Indonesia, pero la magnitud de la disponibilidad en Canadá es muy superior a la de los países mencionados.

Estados Unidos se considera con una disponibilidad de agua media, al registrar $9.5 \text{ m}^3/\text{habitante/año}$. En cuanto a los países con baja disponibilidad de agua, encontramos a México ($4.8 \text{ m}^3/\text{habitante/año}$), Japón, Turquía, Nigeria, China, India, y Egipto. En el caso de China cabe mencionar que si bien cuentan con una buena cantidad de cuencas de importancia mundial, también se debe tomar en cuenta que es el país con más habitantes en el mundo, lo cual disminuye su disponibilidad de agua (The Water Atlas, 2004).

Gráfica 1. DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LOS PAÍSES (m³/HABITANTE/AÑO)



Fuente: Elaboración propia con datos de Seminario “Problemática y perspectivas del agua en las ciudades mexicanas”, 2002

4.3 Situación del agua en México

En México se cuenta con una importante cantidad de cuencas hidrográficas, se contabilizan 600 en todo el territorio, desgraciadamente, alrededor de 101 cuencas se encuentran en situación de sobreexplotación, por lo que se hace necesario poner

atención en el problema de escasez, abasto y sostenibilidad del recurso agua (El agua en México, Retos y Oportunidades, 2005).

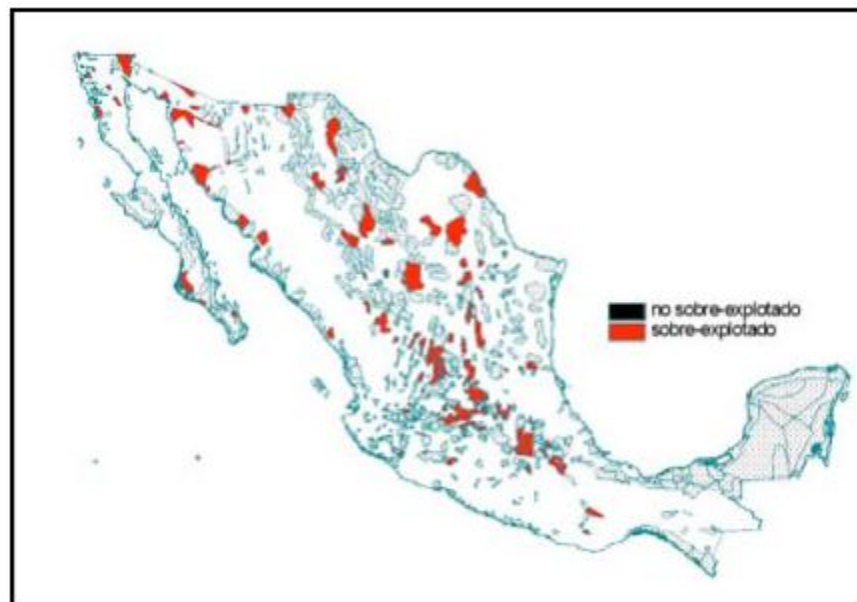
El país cuenta con una enorme variedad de climas, asimismo, se presentan muy variados niveles de precipitación en el territorio nacional, en la parte norte del país, zona donde se localizan los climas áridos y semiáridos de México la precipitación media anual es de alrededor de 500 mm o inclusive menor, en algunas zonas de plena vocación desértica. Es en ésta zona donde se concentran muchas de las ciudades más importantes del país, así como la mayor explotación agrícola, dicha zona cuenta con menos de la tercera parte de los recursos hidráulicos del país, por lo que el agua es sin duda factor importante para el desarrollo de la zona. Caso contrario se exhibe en la parte sur de México, donde se presentan precipitaciones anuales promedio de 2,000 mm y donde la escasez de agua no es un tema que represente mayor problema.

Otro factor por analizar es la concentración de la población, ya que la distribución de la misma a lo largo del país no es uniforme, dados los procesos sociales y económicos, una importante concentración de la población se encuentra asentada en el centro del país, por lo que en algunas otras regiones donde hay buena precipitación, no tiene una cantidad considerable de población que pudiera hacer uso del agua, por el contrario, hay muchas ciudades de la parte norte del país, donde la concentración de población es importante y desgraciadamente el agua es limitada.

Los principales problemas en México respecto al agua son la excesiva extracción y la contaminación del agua, dada ésta situación, en México se depende mucho del agua subterránea, la cual proporciona alrededor del 70% del agua que es consumida en el

país, sin embargo, debido a la sobreexplotación ya mencionada, las recargas naturales no alcanzan en comparación al volumen de extracción que se hace, por lo que de manera paulatina hemos ido incrementando los niveles de extracción a la par que la recarga no es suficiente, lo cual deriva en un secamiento de los acuíferos del país, los cuales en algunos casos están llegando a niveles críticos, como lo es el caso de cuencas del centro y norte del país.

Figura 5. ACUÍFEROS SOBREEXPLOTADOS



Fuente: El agua en México: Retos y oportunidades, 2005

Tomando en cuenta la ubicación de los acuíferos sobreexplotados, coinciden con zonas en donde se da una tendencia en donde la demanda de agua es menor a la

suministrada, por lo cual es indispensable un esquema de abasto del agua y reducción de la demanda, en aras de garantizar un uso concienzudo del agua y así asegurar el abasto de la misma para las siguientes generaciones.

Figura 6. DISPONIBILIDAD DE AGUA



Fuente: Seminario “Problemática y perspectivas del agua en las ciudades mexicanas”, 2002

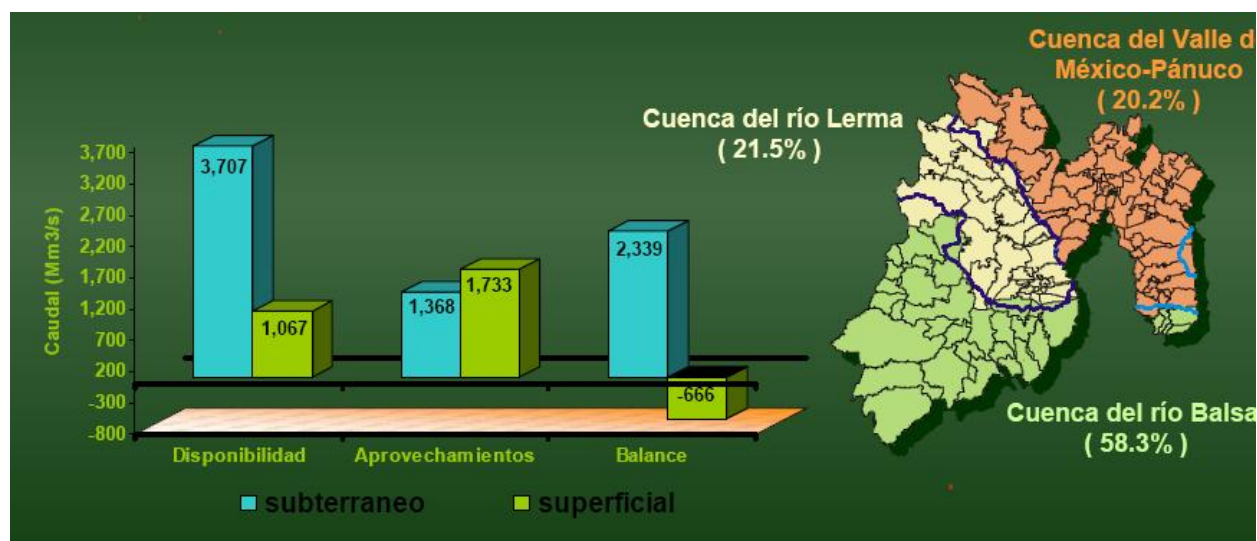
4.4 Situación del agua en el Estado de México

En el Estado de México la precipitación media anual es de 999 mm, de la cual solamente escurre el 16.5% y se filtra el 5%. En general, al igual que en el mundo y en México, en la entidad la demanda de agua se satisface en gran parte por aguas subterráneas, ya que las aguas superficiales se encuentran sometidas a una situación

de contaminación, que en algunos casos es extrema, lo cual hace muy difícil su uso para la satisfacción de las necesidades humanas.

Del volumen total de agua en el Estado de México, casi el 60% pertenece a la Cuenca del Río Balsas, el 21.5% pertenece a la Cuenca del Río Lerma y el 20.2% restante es aportado por la cuenca del Valle de México-Panuco (Problemática y perspectivas del agua en las ciudades mexicanas, 2002).

Figura 7. CUENCAS DEL ESTADO DE MÉXICO

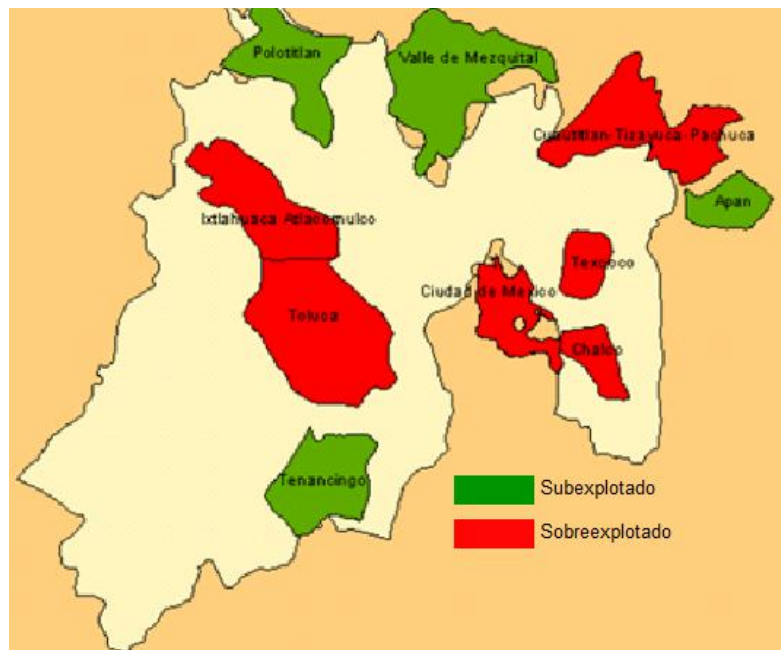


Fuente: Seminario “Problemática y perspectivas del agua en las ciudades mexicanas”, 2002

En el Estado de México se cuenta con 6 cuencas, de las cuales 4 se encuentran en situación de sobreexplotación, dichas cuencas (Ixtlahuaca-Atlacomulco, Toluca, Texcoco y Chalco) además de proporcionar agua a municipios del Estado de México,

también proporcionan agua al Distrito Federal, situación que da razón al actual contexto de sobreexplotación de las cuencas. Se calcula que la sobreexplotación de estas cuencas es de un 67%.

Figura 8. CUENCAS SOBREEXPLOTADAS DEL ESTADO DE MÉXICO



Fuente: Seminario “Problemática y perspectivas del agua en las ciudades mexicanas”, 2002

El agua en el Estado de México, a diferencia de otras regiones del país, se distribuye de la siguiente manera: el 4% es destinado al uso industrial, el 35% se dirige a actividades relacionadas a la agricultura y finalmente, donde más se usa agua es en el uso público urbano con un 61%. Otros datos importantes sobre la situación del agua en el Estado de México son los siguientes: la demanda de agua potable en la entidad es

de 43 m³/s, cuando la oferta del recurso es 40.23 m³/s, lo cual arroja un déficit de 2.7 m³/s.

Siendo el Estado de México una entidad en su mayoría urbana (junto con el Distrito Federal forman el conglomerado poblacional más importante del país), el abasto de agua no es problema relevante, ya que en el estado se tiene una cobertura de 90.59% en agua potable (el promedio nacional es de 84%), la cobertura en alcantarillado es del 75.4% (el promedio nacional es de 64%) y el tratamiento de agua es 21.5% (el promedio nacional es de 23%). (Problemática y perspectivas del agua en las ciudades mexicanas, 2002).

Como se menciona con anterioridad en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), conformada por el territorio del Distrito Federal y 18 municipios conurbados del Estado de México, forman un conglomerado poblacional de gran magnitud, mismo que ha generado una demanda de recursos y a su vez ha propiciado una sobreexplotación de las cuencas cercanas que ha sobrepasado la capacidad de recarga de los acuíferos, un dato que confirma lo anterior es que el agua destinada para uso público urbano ascendió a un 85%, contra 10% de la agricultura y un 4 % de la industria. Los 18 municipios de la zona conurbada demandan 31.32 m³/s lo que equivale al 73% de la demanda en todo el estado. El agua suministrada a la zona conurbada proviene en un 78% de la propia cuenca y el restante 22% proviene de la cuenca del Balsas y del Lerma.

Los principales problemas de la zona en cuanto al agua son entre otros, el desmesurado crecimiento de la población, lo cual deriva en una mayor demanda de

servicios básicos (entre ellos el agua), desarrollo lento en infraestructura para llevar el recurso a la población, los recursos hidráulicos son aprovechados en el Distrito Federal, se presenta una situación bastante agravada de sobreexplotación de agua, pérdidas de agua en la distribución que van de un 30 a 40%, los usuarios no reconocen la importancia de pagar por el recurso así como preservarlo.

**Tabla 3. CAUDAL EXPORTADO AL DISTRITO FEDERAL Y 18 MUNICIPIOS
CONURBADOS (m³/S)**

Cuenca/Fuente	Distrito Federal	Municipios Conurbados	Total
Balsas			
Sistema Cutzamala	9.6	5	14.6
Lerma			
Sistema Lerma	4.7	1	5.7
Valle de México			
Sistema PAI	3.6	4.56	8.16
Total	17.9	10.56	28.46

Fuente: Elaboración propia con datos de Seminario “Problemática y perspectivas del agua en las ciudades mexicanas”, 2002

CAPÍTULO 5. Marco Metodológico

5.1 Marco metodológico

El trabajo de investigación contó con una amplia revisión de literatura, en temas varios como la economía ambiental, los métodos de valoración ambiental (con especial énfasis en el método de valoración contingente), trabajos previos sobre valoraciones económicas ambientales en México, investigaciones realizadas en la misma universidad enfocados en temas ambientales, así como la situación de los recursos hídricos de México, el Estado de México y la cuenca del Río Lerma, entre otras fuentes.

5.2 Definición del área de estudio

Para la realización de la presente investigación, se definió como área de estudio la cabecera municipal de Almoloya del Río y sus alrededores, debido a que dicha investigación se enfoca en el uso urbano del agua, por lo cual la atención se encauzo en la zona mencionada. Se definieron como puntos principales para visitar áreas con afluencia importante de gente (para buscar la mayor diversidad de opiniones, generando así una gama amplia de puntos de vista), como iglesias, escuelas, centros de trabajo, mercados, etc.

Figura 9. IGLESIA DE ALMOLOYA DEL RÍO



Fuente: Primera imagen capturada por el autor (2012) y la segunda imagen obtenida de www.oem.com.mx (2011)

5.3 Tamaño de la muestra

Las inferencias estadísticas que se puedan hacer sobre alguna población a partir de los resultados arrojados por el análisis de una muestra, son una herramienta altamente útil, ya que nos permite generar una caracterización de una población total al estudiar una porción o muestra representativa de dicha población, con un nivel de confiabilidad alto. El muestreo se encarga precisamente de estos análisis, en donde se considera que la población es la totalidad del universo que interesa considerar, y que es necesario que esté bien definido para que se sepa en todo momento que elementos lo componen.

La muestra es una parte imprescindible en éste tipo de ejercicios, por lo que usualmente por el tamaño de la población, resulta prácticamente imposible aplicar un censo ya que generaría un alto consumo de recursos humanos, monetarios, tiempo, etc. Es por ello que la generación de una muestra es de vital importancia, dicha muestra debe ser lo más representativa posible, lo cual significa que se debe de buscar que refleje en la medida de lo posible las similitudes y diferencias existentes con la población, solo cumpliendo ésta condición se puede considerar a una muestra como útil para los fines de análisis deseados.

Existen múltiples formas para determinar o calcular el tamaño adecuado de muestra, cabe considerar que el tamaño de muestra debe ser un dato al cual el investigador debe prestar mucha atención, ya que en la mayoría de los casos se está restringido por límites de tiempo y recursos financieros. Los métodos para determinar el tamaño de muestra pueden ser tan simples como calcular solo un 10% del tamaño de la población, hasta determinar mediante elementos estadísticos el tamaño ideal de la muestra. Para dar mayor sustento y credibilidad a la investigación, se ha optado por el cálculo del tamaño de muestra por medio de la siguiente fórmula:

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

Donde:

n : Tamaño de muestra

N : Tamaño de la población

d : Precisión

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$: Valor de la distribución normal estándar

σ^2 : Varianza poblacional

α : Nivel de significancia

Se utilizó el procedimiento estadístico de muestreo aleatorio simple (MAS), en donde se empleó a la población total del municipio de Almoloya del Río, el promedio de integrantes por familia, considerando que el pago por el servicio agua se realizaría en una aportación por unidad familiar. Cabe resaltar que en dicho muestreo se buscaron las características de carácter socioeconómicas.

Para dicho cálculo, fue necesario tomar el número total de familias en el municipio de Almoloya del Río, datos que desafortunadamente no pudieron ser proporcionados por las autoridades municipales, por lo que se consultó los datos del INEGI, donde se encontró el tamaño de la población del municipio para el año más reciente (2010), que ascendió a 10,886 habitantes.

Posteriormente se procedió a calcular el número de familias para el municipio, dato que tampoco fue posible obtener sin hacer el siguiente cálculo: se dividió el número total de habitantes del municipio y se dividió entre 4.5, número promedio de integrantes por familia (INEGI 2005). De ésta manera se obtuvo N, que representa el tamaño de la población, que es igual a 2,419.

Tabla 4. POBLACIÓN TOTAL DE ALMOLOYA DEL RÍO

Población	Habitantes
Hombres	5,199
Mujeres	5,687
Total	10,886
Promedio familiar	4.5
N=	2,419

Fuente: Elaboración propia con datos de la investigación

Para determinar el tamaño de la muestra para la posterior aplicación de las encuestas, se procedió con el cálculo descrito anteriormente y que a continuación se presenta de manera más detallada.

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

Donde:

$$N=2,419$$

$$d= 25$$

$$Z_{\frac{\alpha}{2}}^2= 1.96$$

σ^2 = Calculado previamente de una muestra piloto de 48 datos (29,791.4894)

$$\alpha= 0.05$$

$$n= \frac{2,419*3.8416*29,791.4894}{(2,419-1)*625+3.8416*0.05*29,791.4894}$$

$$n= \frac{276,847,258.002}{1,516,972.349}$$

$$n= 182.499871$$

$$n=182$$

Por lo tanto, el tamaño de muestra para la investigación es de 182 encuestados.

5.4 Diseño de la encuesta

Como se ha mencionado en apartados anteriores, la encuesta es una pieza fundamental en la práctica de las valoraciones, por lo que su adecuado diseño es un aspecto que se debe realizar con sumo cuidado. Para el diseño de la encuesta utilizada en la presente investigación, se consultó y revisaron múltiples ejemplares de encuestas enfocadas en asuntos similares, además se consultó la opinión de académicos con experiencia en el tema, se aplicaron algunas encuestas pilotos, con el propósito de examinar diversos aspectos.

5.5 Revisión de la encuesta

Una vez terminado el primer formato de encuesta que sería utilizado en la muestra, fue necesario someterlo al escrutinio de los asesores de la presente investigación, con el fin de determinar que tan útil es, además a lo anterior se procedió a realizar entrevistas piloto, con el fin de pulir algunos aspectos que solo serían revelados con la puesta en marcha de las entrevistas, dichos aspectos a mejorar son tan diversos como la pertinencia de algunas preguntas, el orden en que se presentaban, los tiempos que se tomaban en diferentes secciones de la encuesta, así como el tiempo que en general se llevaba por entrevista, entre otros aspectos.

El formato de las preguntas fue bajo opciones, sin embargo, la pregunta correspondiente a la DAP se maneja de manera abierta, en algunas otras preguntas

sobre la percepción de la problemática municipal, se dio la opción para aportar una opinión propia, con el fin de enriquecer el punto de vista del investigador sobre la manera en que los pobladores perciben y darían solución a los problemas ambientales de su comunidad.

5.6 Prueba piloto

Como se mencionó anteriormente, se hizo un primer acercamiento a la población con el fin de aplicar una prueba piloto, dicha prueba se aplicó a 48 personas, lo cual sirvió principalmente para mejorar los aspectos ya citados y obtener algunos datos estadísticos (varianza, etc.) indispensables para poder estimar el tamaño de muestra definitivo.

5.7 Encuesta final

Una vez aplicada la encuesta piloto, se procedió a aplicar los cambios pertinentes, tales como la omisión de algunas preguntas, cambio en el orden de algunas de acuerdo a su importancia y cambio al formato de algunas preguntas (abiertas, opción múltiple, de opinión, etc.), como se detalla en el apartado correspondiente al cálculo del tamaño de muestra, se realizó la entrevista final a una muestra de 182 personas, lo cual representa al 1.6% de la población total del municipio (INEGI, 2010). Las encuestas fueron aplicadas en múltiples visitas al área de estudio en el periodo de abril de 2012 a julio de 2012.

La encuesta final consta de 22 preguntas, en la cual la primera sección corresponde a una presentación del entrevistador (tratando de identificarse y presentar de manera clara el objetivo de la entrevista) y una breve introducción sobre el tema del que sería cuestionado, como se muestra en el párrafo siguiente:

“Muy buenos días/tardes, vengo de la Universidad Autónoma Chapingo, como parte de un trabajo de investigación científica a nivel maestría, me encuentro realizando un estudio sobre la valoración del agua proveniente del Río Lerma, dicha investigación pretende conocer la opinión y el valor económico que la población tiene acerca de los recursos hídricos de dicha cuenca, lo cual podría servir para la generación de acciones y políticas en beneficio de la cuenca, la información que proporcione será manejada de manera confidencial y en ningún momento se le pedirán datos personales como nombre, dirección o teléfono. ¿Le molestaría atenderme por unos minutos? Es importante conocer su opinión acerca del tema.”

La segunda sección son preguntas de percepción, mediante las cuales se pretende conocer el grado de conocimiento del entrevistado en cuanto al tema ambiental se refiere, así como los servicios ambientales que conoce y le son de mayor importancia. La tercer sección se considera la parte más importante de la entrevista, ya que en ésta parte es donde se introduce al entrevistado al tema del cual queremos hacer la pregunta más importante, es decir, si está dispuesto a hacer un pago por la conservación y restauración de los servicios hídrico, y en caso de estarlo, preguntar a cuanto ascendió el monto, en caso de no estar de acuerdo se procedió a preguntar los motivos por los cuales no está dispuesto a pagar, dicha sección se orientó en centrar la

atención del entrevistado en la escasez y gran necesidad que se tiene del recurso agua, finalmente, para preguntar por su disposición se utilizó la siguiente descripción y pregunta:

“Para terminar, considerando que el agua es un recurso escaso, no solo en México sino en el mundo, además del gran esfuerzo que implica llevarla a los hogares, ¿estaría usted dispuesto a destinar una parte de su ingreso anual para garantizar un abasto de agua continuo, además de la realización de obras para el mejor uso, aprovechamiento y conservación del recurso agua?”

Finalmente en la cuarta sección de la encuesta, se pregunto al entrevistado por algunas características socio-económicas, parte también muy importante, ya que de ésta información se puede realizar algunas conclusiones importantes, derivado de la generación de variables de interés para éste tipo de investigaciones, y que en mucho determina la DAP.⁸

5.8 Análisis estadístico

La importancia de éste trabajo de investigación, se centra en el estudio y análisis de la DAP de aquellas personas que han sido encuestadas, debido a que ésta proporción de población nos permite realizar una estimación de la cantidad monetaria que servirá de guía para saber la ponderación que los habitantes del área de estudio dan para los recursos hídricos, así como su conservación y manejo.

⁸ El formato completo de la encuesta se encuentra presente en el Anexo 1 del presente documento

La información que se obtuvo mediante las encuestas, se conjuntó en una base de datos en la cual fueron validados y posteriormente se analizaron en el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), a través del procedimiento GENMOD (Generalized Model), el cual se encarga de ajustar un modelo generalizado a los datos utilizando el método de máxima verosimilitud para estimar el vector de parámetros.

Este método no forma una solución cerrada para los estimadores de máxima verosimilitud, por tanto el GENMOD es el procedimiento que estima los parámetros, a través de un proceso iterativo. Los elementos como son: las varianzas, errores estándar y la significancia se calculan para los parámetros estimados sobre la base de la normalidad asintótica de los estimadores de máxima verosimilitud.

Posterior a la aplicación del procedimiento, se obtuvieron aquellas variables que bajo un nivel de significancia del 5% resultaron significativas, estas variables se retoman como parte del modelo final. Por lo tanto, las probabilidades estarán dadas por:

$$P(y < j(x)) = \frac{e^{\alpha_j + \beta'x}}{1 + e^{\alpha_j + \beta'x}}$$

$$P(y < 1) = \frac{e^{\alpha_1 + \beta_{12}x_{1i} + \beta_{22}x_{2i}}}{1 + e^{\alpha_1 + \beta_{12}x_{1i} + \beta_{22}x_{2i}}}$$

$$P(y < 2) = \frac{e^{\alpha_2 + \beta_{12}x_{1i} + \beta_{22}x_{2i}}}{1 + e^{\alpha_2 + \beta_{12}x_{1i} + \beta_{22}x_{2i}}}$$

$$P(y < 3) = \frac{e^{\alpha_3 + \beta_{12}x_{1i} + \beta_{22}x_{2i}}}{1 + e^{\alpha_3 + \beta_{12}x_{1i} + \beta_{22}x_{2i}}}$$

$$P(y = 2) = P(y < 2) - P(y < 1)$$

Utilizando las formulas anteriores, es posible estimar la probabilidad de que la población esté dispuesta a pagar. Derivado del análisis de las encuestas aplicadas, se desprenden variables que pueden introducirse al modelo estadístico, en la siguiente tabla se proponen variables explicativas de la Disposición a Pagar, en donde podemos encontrar al ingreso, la educación y la edad. Teóricamente hablando, la DAP tendría que responder de manera positiva ante incrementos en los niveles de educación y de ingreso.

Tabla 5. VARIABLES SOCIOECONÓMICAS Y SUS CATEGORÍAS

Variable	Categorías					
	1	2	3	4	5	6
Ingreso	\$1 a \$2,000	\$2,001 a \$4,000	\$4,001 a \$6,000	Mas de \$6,000		
Educación	Primaria	Secundaria	Preparatoria	Licenciatura	Posgrado	No estudio
Edad	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	mas de 65

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

CAPÍTULO 6. Resultados

6.1 Resultados y Discusión

6.4 Estadística descriptiva

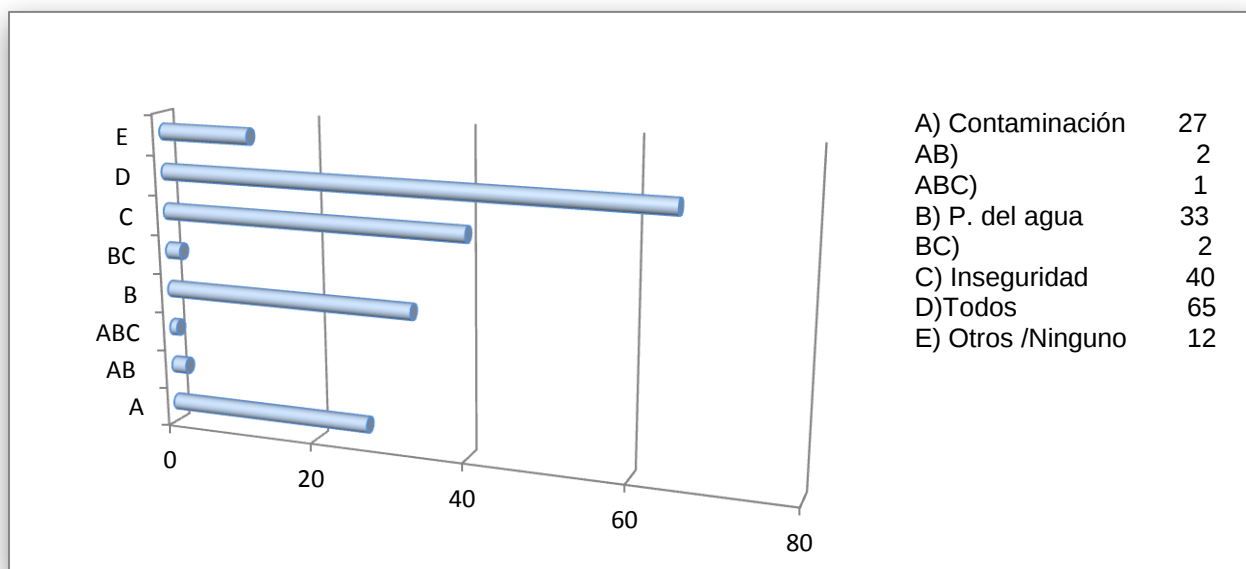
Con base en las encuestas piloto aplicadas, se logró obtener una versión final de la encuesta para la aplicación del Método de Valoración Contingente, donde el tamaño de la encuesta fue de 22 preguntas a 182 encuestados, seccionadas de la siguiente forma: la primer sección se concentró en preguntas de percepción de las principales problemáticas ambientales y sociales del municipio, y en particular sobre las problemáticas del municipio en torno al tema del agua, una vez que se ha llevado la encuesta al tema de la problemática del agua, se procedió a hacer la pregunta sobre si se estaba de acuerdo o no en hacer un pago anual para mejorar la situación del agua en el municipio, así como el monto al cual estaría dispuesto a hacerlo (en caso de estarlo). Por último se procedió a tomar nota de datos generales de la población para un adecuado análisis de los resultados (nivel de ingresos, ocupación, edad, etc.).

Respecto a las preguntas de percepción, se tienen los siguientes resultados:

Se le pregunto a la población sobre cuál de los problemas enunciados les parecía el más importante o más recurrente en el municipio, en donde una importante parte de la población mencionó que todas las opciones presentadas son importantes (35.71%),

seguido de la inseguridad (21.98%) y en tercer lugar aparecieron los problemas relacionados con el agua (18.13%), todos los resultados se presentan en la gráfica 2.

Gráfica 2. PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE EL PROBLEMA MÁS IMPORTANTE EN EL MUNICIPIO

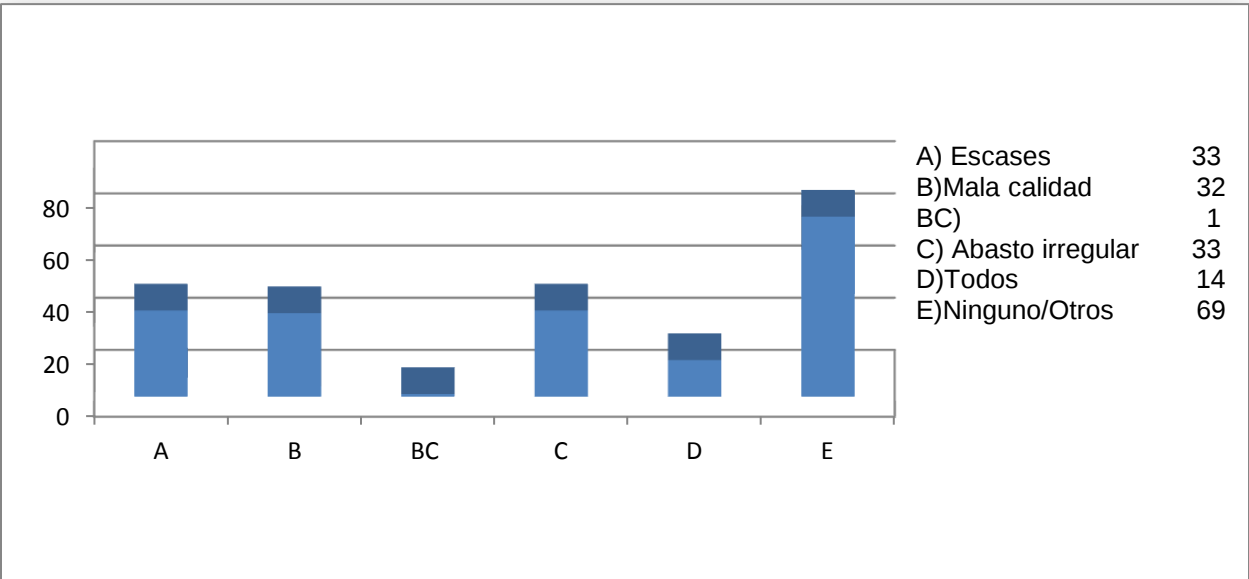


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

En cuanto al tema del agua, se le pregunto a la gente cual era el problema más importante en su municipio, en donde la mayor parte manifestó que ninguno u otros problemas son los más importantes en el municipio (37.91%), mientras que en

proporciones iguales (18.13%), la gente manifestó a la escasez del agua y al desabasto regular como los problemas más importantes, mientras que en un porcentaje similar, (17.58%) la gente manifestó que la mala calidad como lo más recurrente en el agua de Almoloya del Río.

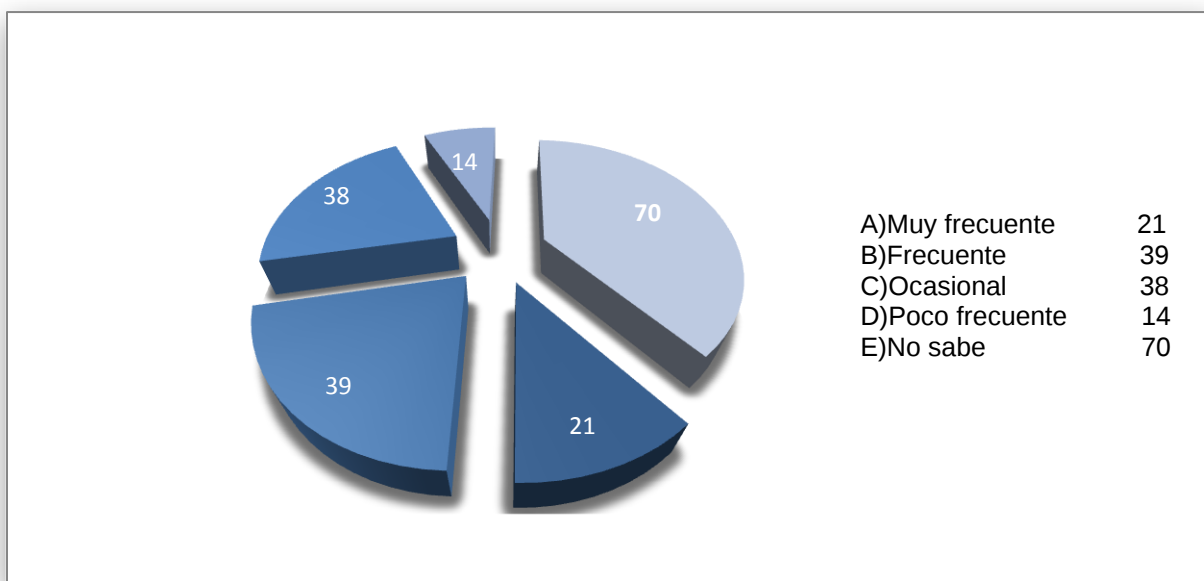
Gráfica 3. PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE EL PROBLEMA MÁS IMPORTANTE RESPECTO AL TEMA DEL AGUA EN EL MUNICIPIO



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Respecto de la percepción de la frecuencia de los problemas enunciados en la gráfica anterior, la población manifestó en mayor parte (38.46%) que no sabe o no tiene clara la frecuencia con que se presentan dichas problemáticas, mientras que el 21.42% declaró que los problemas con el agua son frecuentes, una parte similar de la muestra expresó que los problemas son ocasionales (20.87%), solo un 7.69% dijo como poco frecuentes los problemas relacionados con el agua.

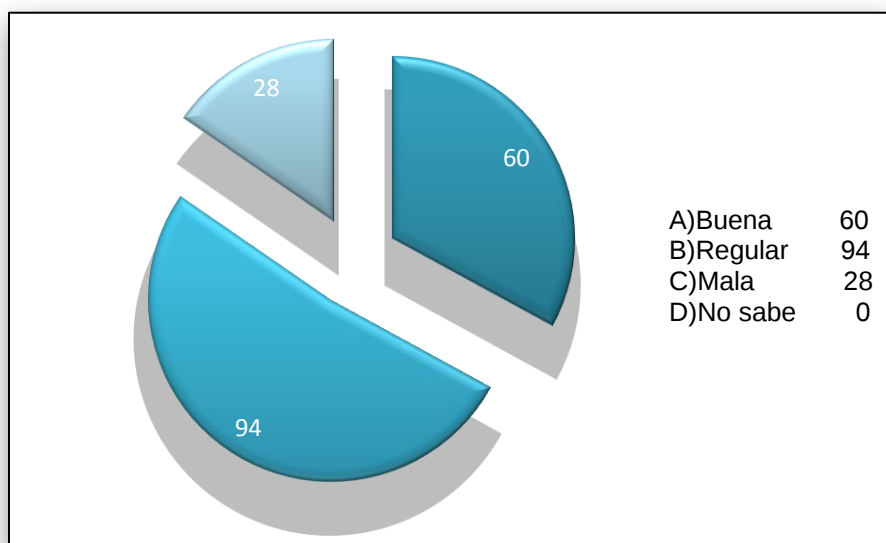
Gráfica 4. PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE LA FRECUENCIA DE LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL AGUA EN EL MUNICIPIO



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

En cuanto a lo que la población opina sobre la calidad del agua, la opción sobre una calidad regular del agua fue la que mayor menciones obtuvo con un 51.64%, mientras que la proporción de encuestados que creen que la calidad del agua es buena representa un 32.96%, solo un 15.38% de los encuestados describen la calidad del agua como mala.

Gráfica 5. PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL MUNICIPIO



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Entre otras cuestiones sobre la percepción de la población sobre la temática del agua en Almoloya del Río, se ha observado que en general se toman medidas de ahorro del agua (84.61% de los encuestados manifestaron hacerlo), además de estar en conocimiento de la escasez a nivel mundial de agua; por otra parte, un poco menos del 10% de los encuestados expresaron haber estado enfermos por causa consumo de agua contaminada.

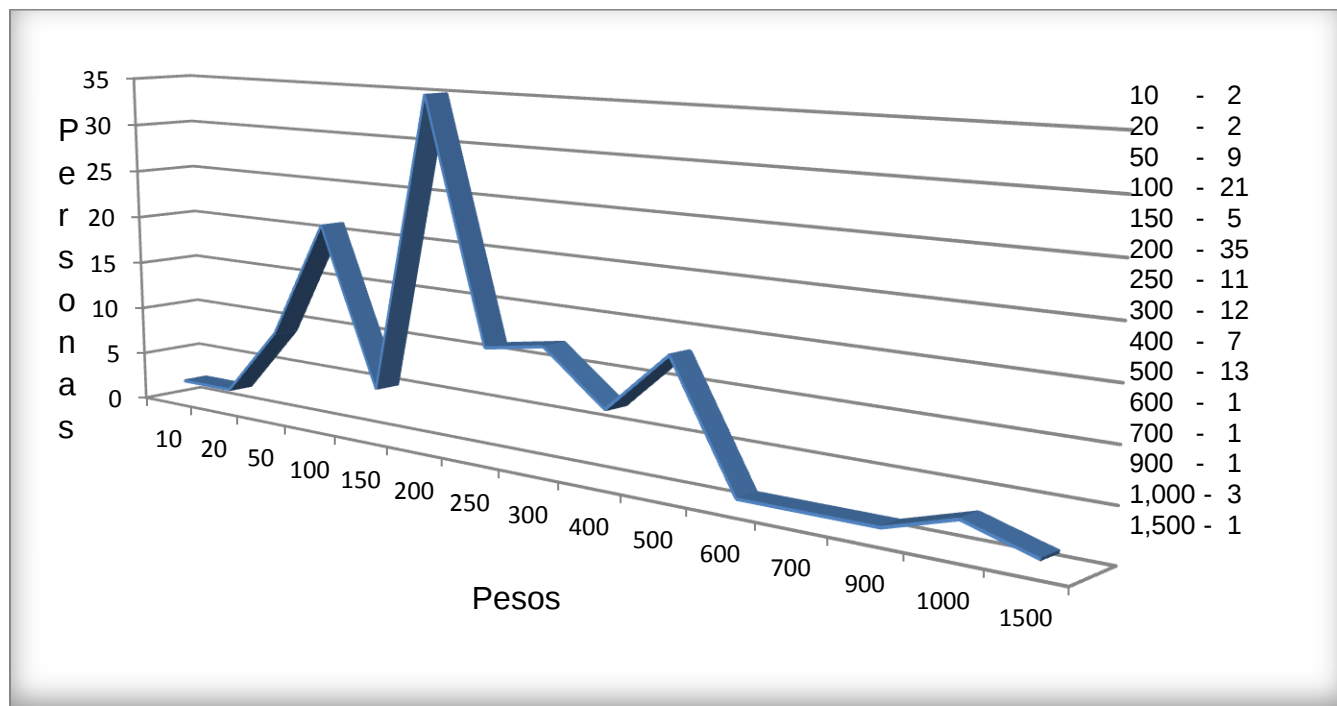
Un 82.41% de los encuestados dijeron que se deben hacer mejoras al sistema de suministro de agua del municipio; además de estar en completo conocimiento de la grave situación de la cuenca del Río Lerma (82%), casi todos los encuestados (alrededor de 94%) expresaron su conocimiento sobre el desvío de agua de la cuenca local para abastecer (parcialmente) las necesidades de agua de los habitantes del Distrito Federal y su zona conurbada.

6.5 Disposición a Pagar

En ésta sección de la encuesta, una vez que se ha llevado la atención del entrevistado hacia el punto central del problema, en éste caso la importancia del agua así como la escasez de la misma, se procedió a preguntar por la DAP, en donde se observó que de una muestra de 182 encuestados, el 68.13% de la muestra manifestó disposición a pagar, mientras que el restante 31.86% de la muestra manifestó que no están dispuestos a pagar, lo cual representa una disposición a no pagar bastante alta respecto a los porcentajes que se observan en otras investigaciones de la misma naturaleza.

De los encuestados que manifestaron disposición a pagar, el 27.42% están dispuestos a hacer un pago de \$10 a \$100, un 32.26% pagarían una cantidad de entre \$101 y \$200 (la mayor parte de los encuestados que estarían dispuestos a pagar, pagarían \$200), un 18.55% estarían dispuestos a hacer un pago de entre \$201 y \$300, mientras que un 5.65% pagarían entre \$301 y \$400, por último un 16.13% pagarían más de \$400 (hasta \$1,500, pero solo se encontró 1 registro de este nivel), cabe señalar que las cantidades pagadas serían por un periodo anual.

Gráfica 6. CANTIDADES QUE ESTARÍAN DISPUESTOS A PAGAR



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Como se mencionó en líneas anteriores, una importante parte de los encuestados manifestó su negativa a pagar para mejorar la situación del agua en Almoloya del Río, ésta porción de los encuestados (31.86%) declararon principalmente como razón para no pagar la desconfianza en el manejo, por parte de las autoridades, de los recursos monetarios generados de los pagos de la población, así como el miedo a la corrupción del gobierno estatal y municipal, entre otras opiniones, algunos cuantos declararon que el pago para el rescate del acuífero lo deberían hacer los habitantes del Distrito Federal y su área conurbada, ya que ellos se han visto beneficiados del agua del Lerma por muchos años.

6.6 Características socioeconómicas

Dentro de las características socioeconómicas de los encuestados podemos citar el género, en donde se conservaron proporciones más o menos similares, en cuanto al nivel educativo si se pueden hacer más precisiones, ya que la gran mayoría de los encuestados declararon tener formación secundaria (37.91%), mientras que en segundo lugar se mencionó educación preparatoria con 30.76%, en tercer lugar se encontraron las personas que dijeron solo haber cursado el nivel primaria con el 23.62%, las opciones menos mencionadas fueron nivel licenciatura (6.04%), quienes no tienen estudios (1.64%) y no se encontró registro alguno de personas con educación a nivel posgrado. Dicha situación muestra el bajo nivel educativo del municipio, lo cual puede ser un factor determinante para experimentos de ésta naturaleza.

En cuanto a las edades de los encuestados, se pudo ver una gran diversidad, ya que se tienen registros de personas desde los 18 hasta los 77 años, la mayor parte de los encuestados se encontraron en un rango entre los 26 y los 35 años, se buscó encuestar personas mayores de edad, para poder procurar opinión de gente con cierto criterio sobre los problemas del municipio.

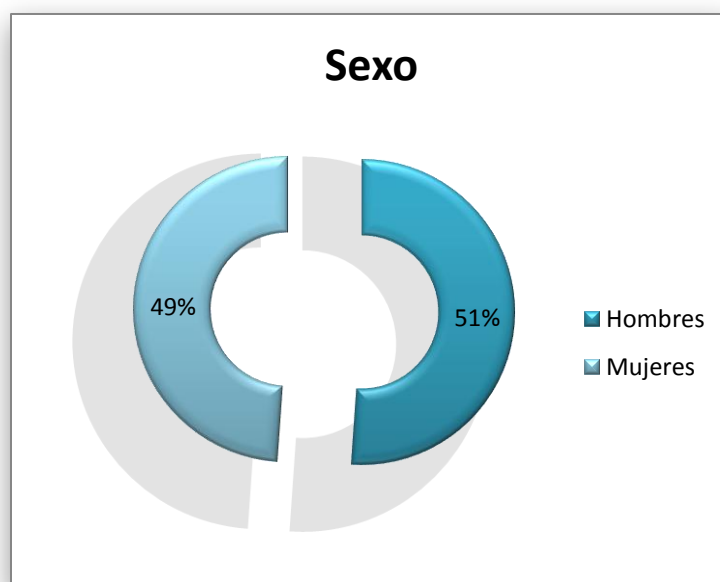
Otro factor relevante en estudios de valoración económica es el nivel de ingresos, ya que en teoría, influye directamente en la disposición de un individuo para hacer un donativo para la conservación de un bien o servicio que originalmente no se le cobra, por lo que si su nivel de ingresos es holgado, se podría suponer que su DAP sería alta, por el contrario, si sus ingresos son bajos, se podría presumir que su DAP debería ser también baja. En éste caso, el municipio de Almoloya del Río presenta niveles de ingreso, para los encuestados de éste estudio, bastante bajos, ya que se tiene una gama de ingresos desde los \$1,000 hasta los \$11,000, cabe aclarar que se cuestiono sobre los ingresos netos mensuales, la mayoría de las menciones se concentraron en cantidades de \$2,000 y \$3,000, cantidades que pueden ser consideradas como bajas o muy bajas.

Tabla 6. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LOS ENCUESTADOS

Género del entrevistado	Frecuencia	%	Nivel educativo	Frecuencia	%	Edad	Frecuencia	%	Ingresos	Frecuencia	%
Masculino	93	51.1	Primaria	43	23.63	18-25	38	20.88	De \$1 a \$2,000	77	42.31
Femenino	89	48.9	Secundaria	69	37.91	26-35	73	40.11	De \$2,001 a \$4,000	76	41.76
			Preparatoria	56	30.77	36-45	33	18.13	De \$4,001 a \$6,000	17	9.341
			Licenciatura	11	6.04	46-55	15	8.242	Más de \$6,000	12	6.593
			Posgrado	0	0	56-65	15	8.242			
			No estudio	3	1.65	66-77	8	4.396			

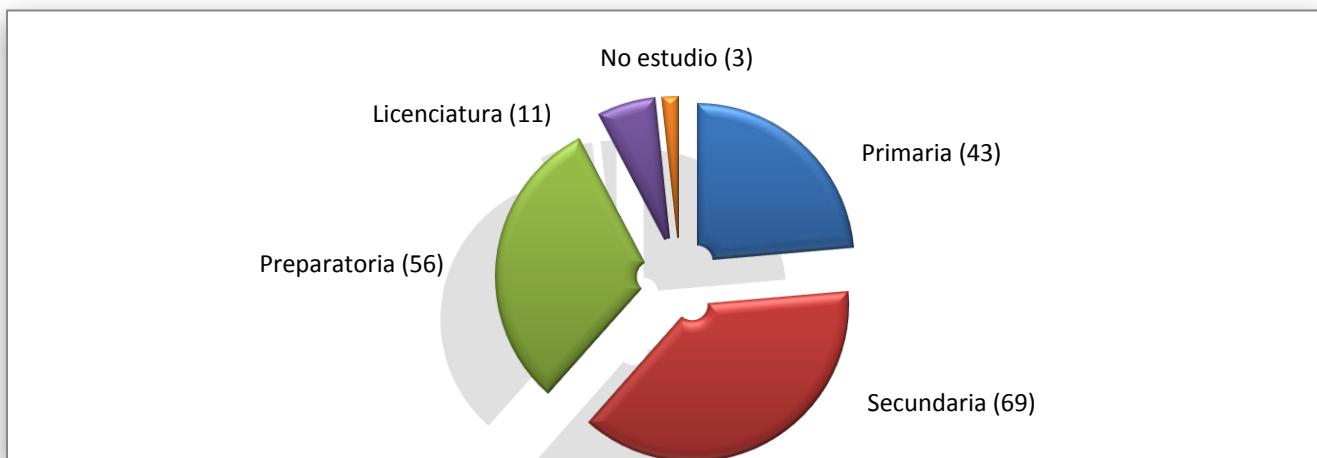
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Gráfica 7. PORCENTAJE DEL GÉNERO DE LOS ENCUESTADOS



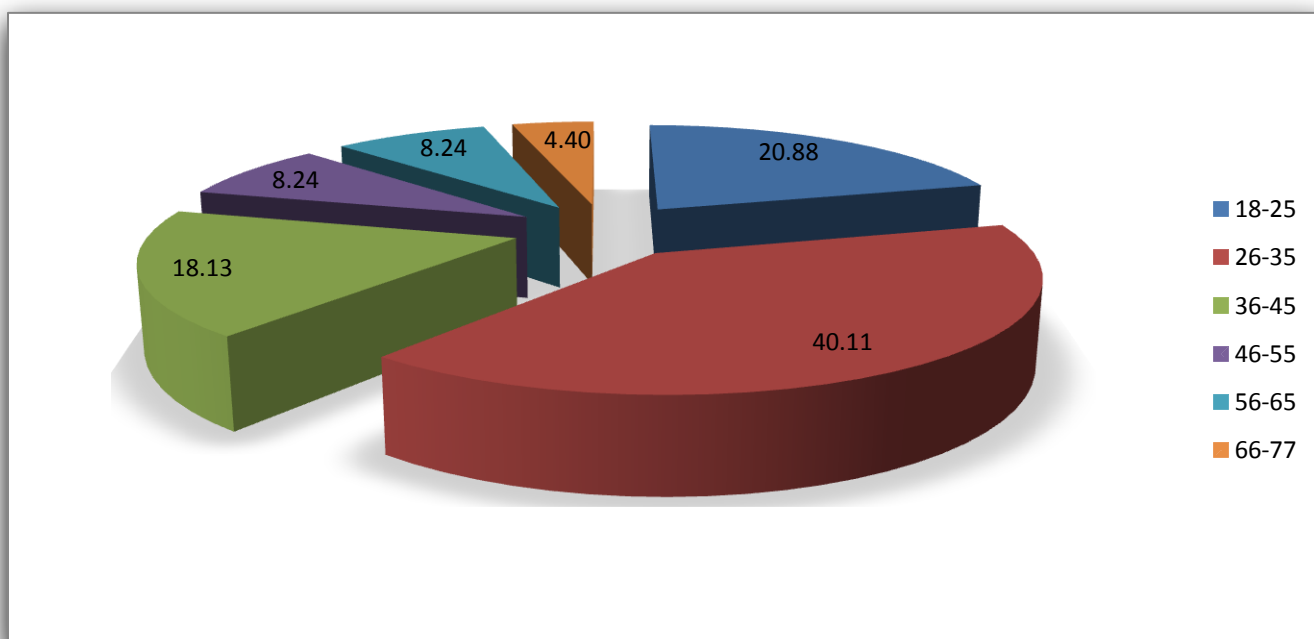
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Gráfica 8. NIVEL EDUCATIVO DE LOS ENCUESTADOS



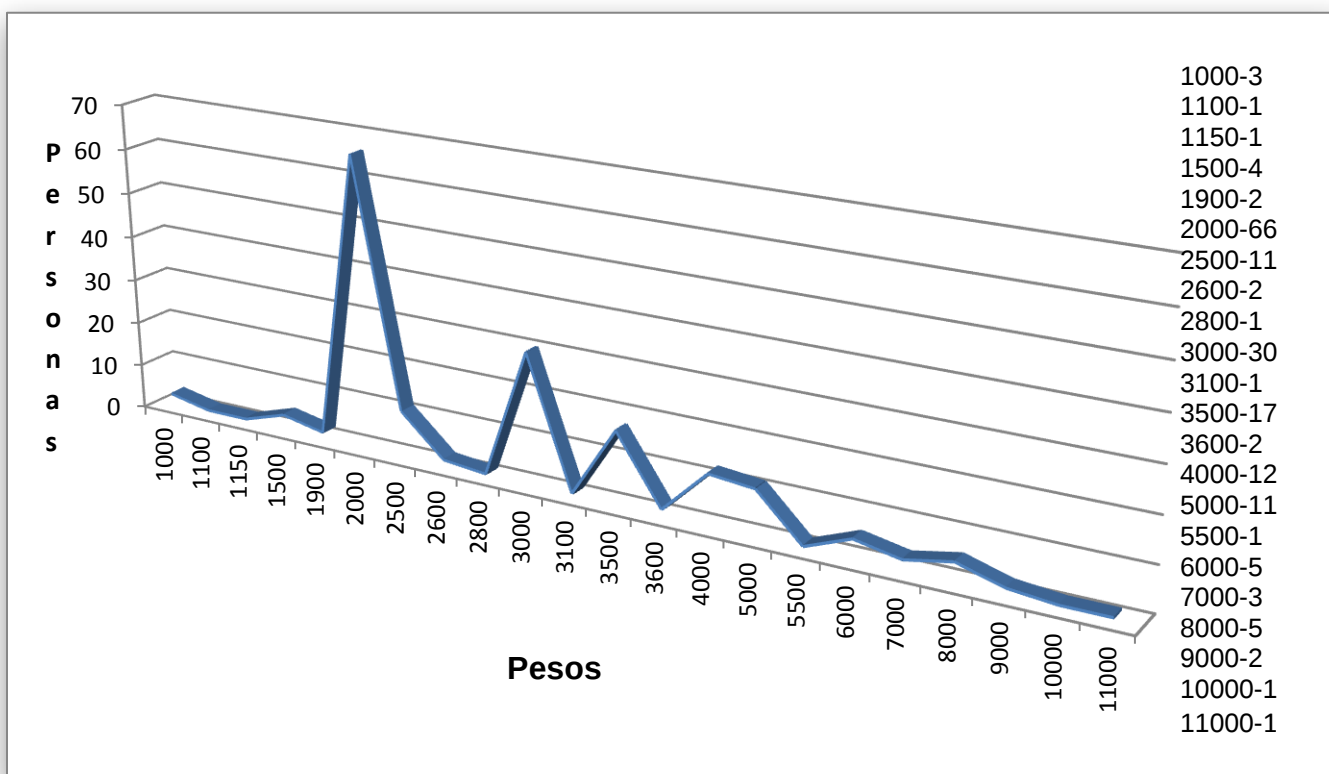
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Gráfica 9. EDADES DE LOS ENCUESTADOS



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Gráfica 10. INGRESOS MENSUALES DE LOS ENCUESTADOS



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Se obtuvieron del análisis de las encuestas 4 variables como posibles explicativas de la variable dependiente, en éste caso la Disposición a Pagar, dichas variables son el sexo, edad, ingresos y la educación, estas variables fueron, en algunos casos, categorizadas debido a su amplia dispersión de resultados, como fue el caso del ingreso, por ejemplo. Se utilizó el programa SAS, en donde bajo un nivel de significancia (P-valor) de un 0.05% y una serie de ensayos de múltiples combinaciones de las variables, se obtuvieron 2 variables significativas, dichas variables son el nivel de ingresos y la educación.

Tabla 7. VARIABLES SIGNIFICATIVAS

Fuente	Desviación	G. de L.	Chi-cuadrado	Pr>Chi Sq
Educación	563.152	1	5.82	0.0158
Ingresos	544.9954	3	9.08	0.0283

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Tabla 8. ESTIMADORES DEL MODELO

Parámetro		G. de L.	Estimador	Error estándar	Limites de confianza (95%)	
Intercepto 1		1	-1.983	1.1601	-4.2567	0.2908
Intercepto 2		1	2.3758	1.1178	0.185	4.5666
Intercepto 3		1	4.4709	1.4239	1.6801	7.2618
Educación		1	-0.0817	0.0572	-0.1938	0.0305
Ingresos	1	1	2.3158	0.8815	0.5881	4.0435
Ingresos	2	1	1.7008	0.8869	-0.0376	3.4391
Ingresos	3	1	2.1934	0.9831	0.2665	4.1203
Ingresos	4	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Al hacer el análisis de la tabla anterior, se puede establecer que bajo los resultados arrojados por el programa SAS, que el estimador de la variable Educación es negativo, lo cual sugiere que al aumentar el nivel educativo de la población la probabilidad de la DAP será menor (una conjetura contraria a lo que se podría pensar por mera

deducción), por el contrario, al aumentar el nivel de ingresos de la población, la probabilidad de su DAP tendrá el mismo comportamiento.

Una vez que se obtuvieron los estimadores $X' \beta$ del modelo multinomial, se calcularon las probabilidades correspondientes; es decir:

$$P(Y_i \leq j) = \frac{e^{\alpha_j + \beta'x}}{1 + e^{\alpha_j + \beta'x}} \quad \text{para } j = 0$$

Definidas ya las variables explicativas del modelo, se puede determinar para estas mismas variables los valores más repetidos o que con mayor frecuencia se observaron durante la encuesta, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 9. VARIABLES EMPLEADAS EN EL MODELO

Variable	Categoría
Educación	Secundaria
Ingresos	\$2,000

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Como se observa en los datos anteriores, la gran parte de la población cuenta con educación secundaria y con un ingreso de \$2,000 mensuales.

Para el cálculo de la DAP del municipio, se procedió en primer lugar a establecer una columna de “intervalos”, en donde se refieren a rangos de ingreso de la población de Almoloya del Río, en este caso se determinaron 4 rangos como se muestra en la tabla 10. La segunda columna expone las probabilidades calculadas para cada una de los rangos establecidos en la columna anterior, es decir, cada dato de dicha columna representa la probabilidad de que la gente englobada en el nivel de ingresos correspondiente esté dispuesta a pagar, la siguiente columna se estableció para calcular el número de familias de Almoloya del Río en cada uno de los rangos o intervalos establecidos, es decir, se dividió el número total de habitantes entre 4.5, dando un resultado de 2,419 (N, estimado en el apartado correspondiente al tamaño de muestra), una vez estimado el número total de familias, se procedió a calcular el número de familias por cada una de las categorías resultantes del análisis, esto se estimó mediante la obtención de probabilidades y multiplicando cada una de estas probabilidades por las categorías señaladas.

Para determinar los valores correspondientes a la columna de valor del intervalo procedió a establecer 4 rangos que representaran los valores promedio de disposición a pagar, por lo que el primer valor (el de 0) corresponde a las personas que manifestaron disposición a pagar con valor a 0, el segundo valor (el de 250) corresponde a las personas que manifestaron una disposición a pagar que va de \$1 a los \$500, el tercer valor (750) corresponde a las personas con disposición a pagar que va de los \$501 a los \$1,000 y por último, el valor de 1250 corresponde a las personas que manifestaron estar dispuestas a pagar más de \$1,000.

Finalmente se multiplicó el número de familias de cada intervalo por su valor correspondiente en la columna de valor intermedio para obtener una DAP por categoría, mismas que se sumaran para dar la DAP del municipio. Cabe señalar que la proporción de personas incluidas con disposición a pagar igual a cero, fueron consideradas dentro de los cálculos, ya que no fueron respuestas de protesta, sino respuestas de valor cero real.

Tabla 10. ESTIMACIÓN DE LA DISPOSICIÓN A PAGAR

Intervalos	Probabilidad calculada	No. de Familias 2419	Valor del intervalo	DAP estimada
De \$1 a \$2000	0.00144	3	0	0.00000
De \$2001 a \$4000	0.56245	1361	250	340,139.96224
De \$4001 a \$6000	0.42687	1033	750	774,445.39101
Mayor a \$6000	0.00924	22	1250	27,953.36118
	$\Sigma=1$	$\Sigma=2419$	DAP=	1,142,538.71443

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Con base en los resultados de la tabla anterior, se puede determinar que la DAP anual del municipio de Almoloya del Río es de \$1,142,538.72, un monto que debe considerarse importante, ya que representa en unidades monetarias la disposición de la población por recuperar y conservar los recursos hídricos de la cuenca en donde se encuentran asentados, con lo que las autoridades correspondientes podrían

instrumentar políticas enfocadas en acciones para el correcto manejo de los recursos destinados a la limpieza y conservación de los recursos hídricos de la cuenca, sin embargo, es un monto bastante bajo como para instrumentar acciones fuertes.

Para el cálculo de la DAP promedio, es decir, la disposición a pagar promedio de cada uno de los pobladores de Almoloya del Río, se utilizaron los valores de la tabla anterior, en donde simplemente se promedió la DAP anualizada del municipio con la población total, los datos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 11. ESTIMACIÓN DE LA DISPOSICIÓN A PAGAR PROMEDIO

DAP ESTIMADA	
	1,142,538.71443
POBLACIÓN TOTAL	
	10,886
DAP PROMEDIO	
	104.95487

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la aplicación de la encuesta

Con lo expuesto en la tabla anterior, se puede establecer que la DAP promedio de los pobladores de Almoloya del Río es de \$104.95 anual, una cantidad bastante baja.

CAPÍTULO 7. Conclusiones

7.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones arrojadas de la presente investigación son variadas, en primer lugar se puede concluir que en lo general, la población de Almoloya del Río está en plena conciencia de los problemas de escasez mundial, nacional y regional en cuanto al tema del agua, sin embargo se puede establecer además que no toda la población considera a éste como un problema urgente o al cual deban prestar preocupación, por lo cual una considerable parte de la muestra (poco menos de la mitad) manifestó no tener disposición a pagar. La población se caracterizó por tener un nivel bajo en educación así como un nivel de ingresos también bajo, factores que, en teoría, impactan de manera directa en estudios de ésta naturaleza.

Un punto que es altamente destacable, es el hecho de que en el municipio desde hace años no se hace cobro del suministro del agua. Partiendo del hecho fundamental de que en México el cobro por el servicio de agua no refleja de manera clara los costos en que se incurren para su extracción, transporte y distribución, sin tomar en cuenta que por ser un bien escaso, debería tener un costo mayor al actual, como ocurre en otros países⁹; la población desgraciadamente se siente muy cómoda con la situación, por lo que no sería una situación extraña que al no tener un costo monetario, la población no use el recurso de manera moderada. Dicha situación es un factor relevante en estudios

⁹ En el Anexo 2 del presente trabajo, se presenta una gráfica con los precios cobrados por agua en diferentes países, dichos precios son presentados por la proporción que toman diversos conceptos, como impuestos, cargos fijos, etc. en donde se puede apreciar que la tarifa cobrada en México no se consideran muchos de los conceptos que en otros lugares si son tomados en cuenta.

de la naturaleza de la presente investigación, ya que impacta directamente en la percepción que se tiene sobre el bien en cuestión. Se puede agregar además, que la supresión de dicha medida de no cobro al agua, puede impactar de manera positiva al aprovechamiento del recurso, aunque lógicamente traería estragos de inconformidad entre los pobladores, por lo que dicha medida, de quererse instrumentar, se tendría que manejar con la suficiente cautela para no causar un conflicto social grave.

La DAP de los habitantes de Almoloya del Río es de \$1, 142,538.72 al año por la mejora en el suministro del servicio agua, así como la implementación de acciones encaminadas a la conservación y recuperación de los recursos hídricos de la zona.

Dicha cantidad estuvo influenciada primordialmente por dos variables, la primera de ellas es la educación, siendo una variable con impacto negativo, es decir, al aumentar el nivel educativo la probabilidad de que la población tenga DAP será menor, algo contradictorio con lo que se pensaría usualmente sobre dicha variable.

No así la variable ingreso, la cual presenta un impacto positivo al modelo, es decir, mientras el nivel de ingresos sea mayor, la probabilidad de que la población manifieste DAP también será mayor.

En contraste, la gente que no estuvo de acuerdo en pagar, manifestó cierta intención a ser compensados, al declarar que los habitantes del Distrito Federal deberían realizar algún tipo de pago o donativo al municipio de Almoloya del Río, no manifestaron dicha disposición a ser compensados de manera monetaria concreta, en algunos casos se propuso la construcción de algún monumento o construcción representativo.

A pesar de que la gente está al tanto de la escasez global del agua, sería útil tratar de darle conocimiento a la población sobre la magnitud del problema, ya que se pudo percibir una baja preocupación sobre el tema, como si fuese una situación que ocurre en lugares distantes a ellos, o como si el problema estuviese sobredimensionado.

El poco cuidado y/o cultura acerca de la conservación y uso racional del agua puede ser contrarrestada con la promoción de campañas de concientización sobre la importancia de cuidar un recurso tan escaso y tan necesario como sin duda es el agua.

Difícilmente se puede pensar en una población que hace un uso adecuado del recurso agua, cuando ésta se suministra de manera gratuita, por lo que asignar un cobro por el recurso ayudaría a hacer uso del agua con mayor cuidado en una región en donde los cuerpos de agua presentan desde ya hace mucho tiempo importantes niveles de contaminación y escasez.

Como se observa de acuerdo a los cálculos, la DAP del municipio es baja, poco más de la mitad de los encuestados estarían dispuestos a pagar, por lo cual el monto de la recaudación es bajo, lo cual hace más difícil poder aterrizar una propuesta concreta y sería para solucionar los problemas tan grandes del municipio en cuanto a la devastación de los recursos hídricos. Una estrategia adicional podría ser la combinación de recursos para instrumentar una verdadera acción, es decir, una combinación de recursos tanto de las autoridades del Distrito Federal y la zona conurbada, las autoridades municipales de Almoloya del Río y la aportación de los habitantes de Almoloya del Río. En primera instancia la poca cultura o conciencia de los habitantes del municipio propone el primer obstáculo para lo propuesto en líneas

anteriores, además de que ya es bastante conocida la poca disposición de las autoridades para encausar recursos a la solución de problemas de ésta naturaleza; por lo cual, la solución a la problemática de la cuenca del Lerma vendrá solamente bajo la conjunción de los esfuerzos de todos los actores involucrados: un verdadero compromiso de los usuarios de agua por conservar el escaso recurso, voluntad de las autoridades por el rescate de ésta y otras cuencas en los niveles federales, estatales y por supuesto, el municipal. La interacción de dichos esfuerzos sin duda alguna traerá una verdadera solución a la problemática planteada, la cual solo se verá reflejada en el largo plazo.

7.2 BIBLIOGRAFÍA

- Agresti, A. (2002). Categorical Data Analysis, p.p. 245-248, University of Florida, Estados Unidos.
- Arreguín Sámano, Moisés, (2007). “Valoración económica del servicio ecosistema hídrico, (seh) en la Delegación Magdalena Contreras, Distrito Federal” Tesis (Maestría en Ciencias Forestales) UACH, DICIFO, Estado de México, México,.
- Avilés-Polanco Gerzaín, Huato Soberanis Leonardo, Troyo-Diéquez Enrique, Murillo Amador Bernardo, García Hernández José Luis, “Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de La Paz, B.C.S.: Una valoración contingente del uso de agua municipal”, Colegio de la Frontera Norte, Revista Frontera Norte, Vol. 22, Núm. 43, enero -junio de 2010.
- Azqueta D., Alviar M., Dominguez L., O’ryan R. (2007). Introducción a la Economía Ambiental. Mc Graw Hill/Interamericana de España, S.A.U. Segunda Edición, (54-88).
- Bases de datos FAO, AQUASTAT, 2012.
- Bateman J. Ian, Economic valuation with stated preference techniques, Departmen for Transport, Cheltenham, UK, 2002.

- Becerra Pérez Mariana, Sainz Santamaría Jaime, Muñoz Pina Carlos, “Los conflictos por agua en México”, Gestión y Política Pública, Volumen XV, Numero 1, pp. 111-143, 2006.
- Castañeda Espinoza, Edgardo, Tercer Seminario Taller “Problemática y perspectivas del agua en las ciudades mexicanas, problemática de las grandes urbes, caso Zona Metropolitana del Valle de México”, Veracruz, México, 2002.
- Francke, Samuel, “Economía ambiental y su aplicación a la gestión de cuencas hidrográficas”, CONAF, Ministerio de Agricultura de Chile, Environment Resources Managment, Department for International Development, 2ad edición, Santiago de Chile, 1998.
- Global Water Tariff Survey, CONAGUA.
- Hueth, D., Mendieta, J. C. (2000). Las Sierras del Chicó: Un Estudio de Caso sobre el Uso de Espacios Abiertos Urbanos. Desarrollo y Sociedad 46: 145-195. Universidad de los Andes, Bogotá – Colombia.
- López Morales, Francisco Jerónimo, “Valoración económica del agua en el distrito de riego 028, Tulancingo, Hgo.”, Tesis (M.C. en Economía del Desarrollo Rural), UACH, DICEA, Estado de México, México, 2005.

- Marín Stillman, Luis Ernesto, “El agua en México: Retos y oportunidades”, UNAM, México, 2005.
- Martínez Tuna, Miguel, “Valoración Económica de los Servicios Hidrológicos: Subcuenca del Río Teculután”, Programa de Comunicaciones WWF Centroamérica, Guatemala, 2007.
- Notas del curso Economía Ambiental, impartida por el Dr. José Luis Romo, DICIFO-UACH, 2011.
- Plan maestro para la restauración de la CARL, http://qacontent.edomex.gob.mx/carl/acerca_de/antecedentes/index.htm, 2012
- Plan municipal de desarrollo urbano de Almoloya del Río, http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/almoloya_rio/PMDU%20Almoloya%20del%20Rio.pdf, 2010.
- Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Clave geoestadística 15006, Almoloya del Río, México 2009.
- Saldaña Chávez, Ofelia Juliana, “Valoración económica de la propuesta de un fondo verde para el municipio de Texcoco de Mora”, Tesis (M.C. en Ciencias Forestales), UACH, DICIFO, Estado de México, México, 2011.

- UNDESA. World Urbanization Prospects: The 2007 Revision Population Database.
- Uribe, E., Mendieta, J.C., Jaime, H., Carriazo, F. (2003). Introducción a la Valoración Ambiental, y Estudios de Casos. Universidad de los Andes, Facultad de Economía, CEDE: Ediciones Universidad de los Andes. Bogotá-Colombia.
http://www.visitmexico.com/wb/Visitmexico/Visi_real_del_monte
- http://codemun.org.mx/municipios-mexico/EMM_mexico/mpios/15006a.htm
- www.drinkingwater.org
- <http://www.oem.com.mx/elsoldetoluca/notas/n2026070.htm>
- <http://www.almoloyadelrio.gob.mx>

7.3 ANEXOS

7.3.1 Anexo 1

FORMATO DE ENCUESTA

Valoración Económica del agua proveniente del Río Lerma para uso urbano en el municipio de Almoloya del Río, Estado de México.

Cuestionario para pobladores del área de estudio mayores de 18 años.

Muy buenos días/tardes, vengo de la Universidad Autónoma Chapingo, como parte de un trabajo de investigación científica a nivel maestría, me encuentro realizando un estudio sobre la valoración del agua proveniente del Río Lerma, dicha investigación pretende conocer la opinión y el valor económico que la población tiene acerca de los recursos hídricos de dicha cuenca, lo cual podría servir para la generación de acciones y políticas en beneficio de la cuenca, la información que proporciones será manejada de manera confidencial y en ningún momento se le pedirán datos personales como nombre, dirección o teléfono. ¿Le molestaría atenderme por unos minutos? Es importante conocer su opinión acerca del tema.

1. De los siguientes problemas ¿Cuál es que considera más importante?

- A. La contaminación
- B. Problemas del agua
- C. Inseguridad
- D. Todos
- E. Ninguno/otros: _____

2. ¿Cuál es el problema más recurrente del agua?

- A. Escasez
- B. Mala calidad
- C. Abasto irregular
- D. Todos
- E. Ninguno/Otros: _____

3. ¿Qué tan frecuente ocurre alguno de los problemas anteriores?

- A. Muy frecuente
- B. Frecuente
- C. Ocasionalmente
- D. Poco frecuente
- E. No sabe

4. ¿Cómo considera la calidad del servicio de agua potable?

- A. Buena
- B. Regular
- C. Mala
- D. No sabe

5. ¿Cuál es el principal uso que le da al agua?

- A. Uso domestico
- B. Agricultura
- C. Ganadería
- D. Todos
- E. Ninguno/Otros: _____

6. ¿Considera al agua como un recurso que se deba utilizarse de manera moderada?

- A. Si (Pasar a la pregunta 9)
- B. No
- C. No sabe (Pasar a la pregunta 9)



7. ¿Por qué?

8. ¿En su hogar se toman medidas para tratar de ahorrar agua?

- A. Si
- B. No (Pasar a la pregunta 11)

9. ¿Cuál/Cuales?

-
10. ¿Sabía usted que el agua es uno de los recursos de mayor escasez a nivel mundial?
- A. Si
 - B. No
11. La ingesta de agua contaminada es fuente de enfermedades, principalmente estomacales, ¿Ha tenido malestar debido al consumo de agua contaminada en los últimos meses?
- A. Si
 - B. No
 - C. No sabe
12. ¿Cree que valdría la pena hacer mejoras al sistema de suministro de agua potable?
- A. Si
 - B. No
 - C. No sabe
13. Para satisfacer la demanda de agua, el acuífero del Río Lerma se ha convertido en uno de los más sobreexplotados a nivel nacional, ¿tenía usted conocimiento de la situación de escasez de agua del acuífero del Lerma?
- A. Si
 - B. No
14. ¿Sabía usted que para abastecer de agua a la Ciudad de México, es necesario destinar agua de la cuenca del Valle de México, la del Balsas y la de Lerma?
- A. Si
 - B. No
15. Para terminar, considerando que el agua es un recurso escaso, no solo en México sino en el mundo, además del gran esfuerzo que implica llevar a los hogares, ¿estaría usted dispuesto a destinar una parte de su ingreso anual para garantizar un abasto de agua continuo, además de la realización de obras para el mejor uso, aprovechamiento y conservación del recurso agua?
- A. Si
 - B. No (pasar a la pregunta 18)
 - C. No sabe
 - D. No responde (preguntar por qué)
16. Teniendo en cuenta que estaría dispuesto a destinar una parte de su ingreso anual para las cuestiones concernientes a la situación del agua, ¿a cuánto asciende la cantidad que estaría dispuesto a pagar?

17. ¿Por qué motivo no está dispuesto a pagar?

18. ¿Cuál es su nivel educativo?

- A. Primaria
- B. Secundaria
- C. Preparatoria
- D. Licenciatura
- E. Posgrado
- F. No estudio

19. ¿A qué se dedica?(ocupación, oficio)

20. De los siguientes rangos, en cuál de ellos se encuentra sus ingresos netos mensuales. (En caso de que conteste que no tiene ingresos preguntar por los ingresos del hogar)

Rango	Respuesta (Marcar)
Más de \$10,000	
Entre \$8,000 y \$10,000	
Entre \$6,000 y \$8,000	
Entre \$4,000 y \$6,000	
Entre \$2,000 y \$4,000	
Menos de \$2,000	
No sabe	
No responde	

21. ¿Cuál es su año de nacimiento? _____

22. INFORMACIÓN ADICIONAL (Para uso del entrevistador)

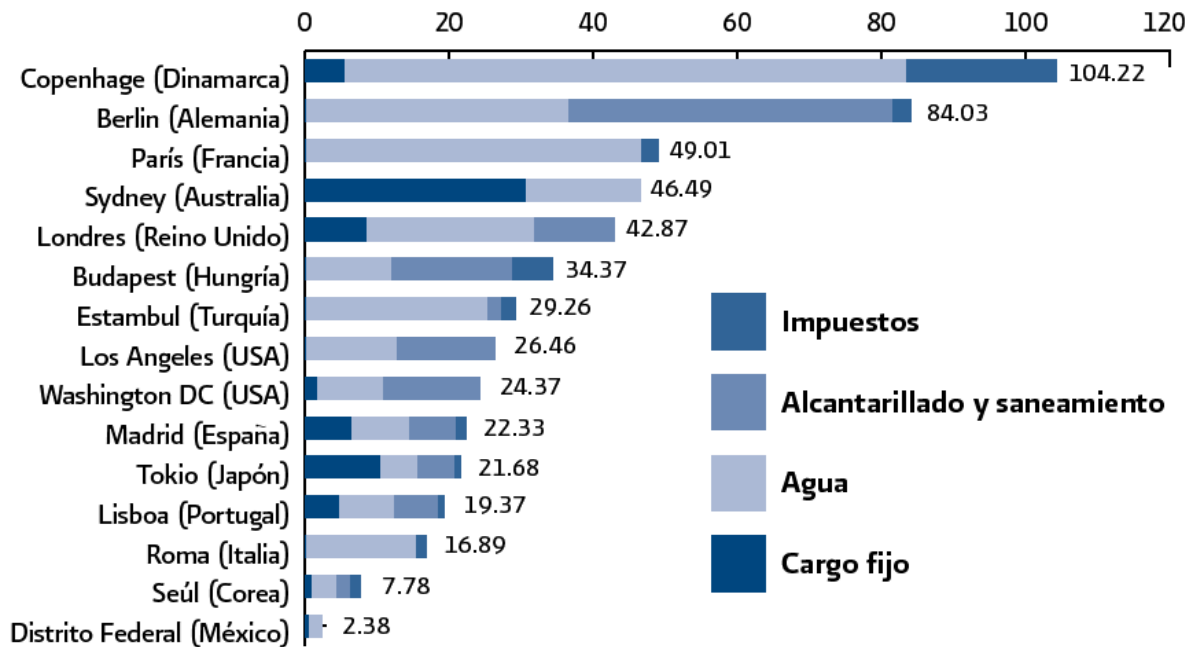
La persona entrevistada es: ☐ Hombre ☐ Mujer

Por su amable atención muchas gracias, que tenga una excelente día.

Fecha de entrevista: _____
Hora de entrevista: _____
Lugar de la entrevista: _____
Entrevistador: _____

7.3.2 Anexo 2

Tarifas domesticas de agua potable, saneamiento e impuestos asociados al servicio,
2008 (pesos/m³)



Fuente: Global Water Tariff Survey, CONAGUA.