



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMATICA
ECONOMÍA

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RESCATE DEL RÍO SAN BERNARDINO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO COMO BELLEZA NATURAL Y RECURSO HÍDRICO

MARIA DEL CONSUELO ACUAYTE VALDES

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2011

La presente tesis titulada Valoración económica del rescate del río San Bernardino, Texcoco, Estado de México como belleza natural y recurso hídrico realizada por el alumno: María del Consuelo Acuayte Valdés bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. GUILLERMO J. GONZÁLEZ LÓPEZ

ASESOR



DR. OSCAR ANTONIO ARANA CORONADO

ASESOR



DR. ADOLFO. A. EXEBIO GARCÍA

ASESOR



M.C. MA. EUGENIA DELGADILLO PIÑÓN

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Julio de 2011

AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados y al Consejo de Ciencia y Tecnología por el apoyo recibido para realizar mis estudios de grado.

A los Doctores Guillermo J. González López, Oscar A. Arana Coronado y Adolfo A. Exebio García por su confianza, apoyo y sugerencias recibidas para realizar este trabajo.

A la M.C. Ma. Eugenia Delgadillo Piñón por todo su apoyo, tiempo y confianza depositada en mí, mis más sinceros agradecimientos.

A las personas que me apoyaron directa e indirectamente para el desarrollo de la presente investigación, ¡Muchas gracias!.

DEDICATORIA

A mis padres: ***Antonio y Lucila***

A mis hermanos: ***Ángeles, Antonio, Erik y Guadalupe***

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE FOTOS	v
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO 1.....	3
1.1 Introducción	3
1.2 Justificación	5
1.3 Planteamiento del problema	7
1.4 Objetivo.....	9
1.5 Hipótesis.....	9
1.6 Metodología.....	9
1.7 Revisión de literatura.....	10
CAPÍTULO 2.....	25
2.1 Características fisiográficas de la subcuenca	25
2.2 Caracterización de la subcuenca.....	29
2.3 Balance Hidrológico de la subcuenca.....	34
2.4 Descripción ambiental de la subcuenca	39
CAPÍTULO 3.....	42
3.1 Importancia económica y disponibilidad de pago.....	43
3.2 Valor económico.....	44
3.3 Métodos de valoración económica	46
3.4 Método de valoración contingente	48
CAPÍTULO 4.....	51
4.1 Formato de encuesta	51
4.2 Instrumento de encuesta.....	52
4.3 Muestreo y trabajo de campo	53
4.4 Análisis econométrico y estimación de beneficio	55
4.5 ArcView.....	61
CAPÍTULO 5.....	64
5.1 Estadística descriptiva de la encuesta DAP	64
5.2 Inferencia estadística de la encuesta DAP	73
5.3 Estadística descriptiva de la encuesta DAA	78
5.4 Inferencia estadística de la encuesta DAA	84
CAPÍTULO 6.....	90
6.1 Conclusiones	90
6.2 Recomendaciones.....	91
LITERATURA CONSULTADA	92
ANEXOS	98
Anexo 1. ENCUESTA PARA ESTIMAR LA DISPOSICION A PAGAR EN LA SUBCENCA DEL RIO SAN BERNARDINO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO	99
Anexo 2. ENCUESTA PARA ESTIMAR LA DISPOSICION A ACEPTAR EN LA SUBCENCA DEL RIO SAN BERNARDINO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO ..	103
Anexo 3. BASE DE DATOS EN UNA HOJA DE CÁLCULO	107
Anexo 4. BASE DE DATOS PARA EL MODELO DE LA DISPOSICIÓN A PAGAR.....	108
Anexo 5. PRIMERA SALIDA DEL PROGRAMA GRETL PARA EL MODELO.....	110
Anexo 6. SEGUNDA SALIDA DEL PROGRAMA GRETL PARA EL MODELO	111

Anexo 7. SALIDA DE LA REGRESIÓN DEL MODELO DE LA DISPOSICIÓN A PAGAR.....	112
Anexo 8. BASE DE DATOS PARA EL MODELO DE LA DISPOSICIÓN A ACEPTAR ...	113
PLANOS	118

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comunidades aledañas al cauce del río San Bernardino	26
Cuadro 2. Características generales de la subcuenca del río San Bernardino	29
Cuadro 3. Volumen anual escurrido (mil m ³) natural del río San Bernardino	39
Cuadro 4. Valor económico total de un ecosistema	45
Cuadro 5. Métodos de valoración económica	47
Cuadro 6. Modelo que mejor se ajusta a los datos observados de la DAP.....	74
Cuadro 7. Criterios de los diferentes modelos conforme a los datos observados de la DAP	74
Cuadro 8. Variables significativas en la construcción del modelo DAP	75
Cuadro 9. Cálculo del intercepto para la DAP estática con relación al ingreso.....	77
Cuadro 10. Modelo que mejor se ajusta a los datos observados de la DAA.....	85
Cuadro 7. Criterios de los diferentes modelos conforme a los datos observados de la DAA.....	85
Cuadro 8. Variables significativas en la construcción del modelo DAA.....	86
Cuadro 9. Cálculo del intercepto para la DAA estática con relación al ingreso.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regiones Hidrológicas Administrativas VIII-Lerma-Santiago-Pacífico y VIII-Valle de México. Fuente: CONAGUA, 2007	6
Figura 2. Río Texcoco, Chapingo y San Bernardino; Texcoco, Edo. de Méx.	7
Figura 3. Relación distancia-elevación del cauce principal	32
Figura 4. Hidrograma teórico asociado a las características de la subcuenca del río San Bernardino	34
Figura 5. Precipitación registrada en la Estación 15150 San Andrés Texcoco durante el período 1971-1998.....	35
Figura 6. Esguerrimiento en una cuenca	36
Figura 7. Esguerrimiento del río San Bernardino, Texcoco durante el período 1946-1995	37
Figura 8. Precipitación-Esguerrimiento en la cuenca del río San Bernardino periodo 1971-1998 ...	38
Figura 9. Sistema de Información Geográfica (SIG)	61
Figura 10. Software ArcView.....	62
Figura 11. Género de los habitantes encuestados	64
Figura 12. Edad de los encuestados	65
Figura 13. Ocupación principal de los encuestados	66
Figura 14. Tipo de vivienda que habitan los encuestados	66
Figura 15. Importancia del río San Bernardino para los encuestados	67
Figura 16. Disposición a realizar alguna actividad recreativa en el río San Bernardino ...	68
Figura 17. Contagio de alguna enfermedad por las condiciones ambientales del río.....	69
Figura 18. Disposición a pagar para mejorar las condiciones ambientales.....	70
Figura 19. Percepción de la belleza natural de los habitantes de las comunidades de la subcuenca del río San Bernardino	71
Figura 20. Curva de Disposición a Pagar estática respecto al ingreso	78
Figura 21. Género de los habitantes encuestados con disposición a aceptar	79
Figura 22. Edad de los encuestados	80
Figura 23. Ocupación principal de los encuestados	81
Figura 24. Importancia del río San Bernardino para los encuestados	81
Figura 25. Pago a las personas que realizan obras para el mejoramiento y conservación del río San Bernardino	82
Figura 26. Importancia del agua que esguerre del río.....	84
Figura 20. Curva de Disposición a Pagar estática respecto al ingreso	88

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Aguas residuales en el río San Bernardino.....	8
Foto 2. Flora que se encuentra en el cauce del río San Bernardino.....	28
Foto 3. Cauce del río San Bernardino como depósitos de desperdicios sólidos.....	40
Foto 4. Belleza natural del río San Bernardino.....	72
Foto 5. Vegetación arbórea del río San Bernardino.....	72

VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL RESCATE DEL RÍO SAN BERNARDINO, TEXCOCO; ESTADO DE MÉXICO COMO BELLEZA NATURAL Y RECURSO HÍDRICO

RESUMEN

El río San Bernardino presenta un estado completo de contaminación y como consecuencia de la ausencia de agua, el cauce sirve para descargar aguas residuales no tratadas y el depósito de sólidos que se presentan en amontonamiento de basura, llantas, automóviles desvalijados, escombros que como resultado se tiene una pérdida del ecosistema y un foco de infección, siendo esto un problema a la salud de la sociedad. Por tal motivo se realiza una Valorización económica del rescate del río San Bernardino, Texcoco; Estado de México como belleza natural y recurso hídrico, mediante el método de valoración contingente, que estima expresiones de valor por parte de los habitantes entrevistados de las comunidades del río San Bernardino mediante encuestas, el modelo estadístico empleado fue el Tobit.

El modelo que mejor se ajustó para explicar la variable Disposición a Pagar mensual tiene cuatro variables significativas, las cuales son: Ingreso, Si se enfermaron por las condiciones que presenta el río, el sexo masculino en los encuestados y si se dedicaban al comercio. La Disposición a Pagar mensual promedio es de \$51.42 (cincuenta y un pesos 42/100 M.N.) por habitante de la subcuenca del río San Bernardino

El modelo que mejor se ajustó para explicar la variable Disposición a Aceptar mensual tiene dos variables significativas, las cuales son: Ingreso y número de personas que habitan en la casa. La Disposición a Aceptar mensual promedio es de \$162.33 (ciento sesenta y dos pesos 33/100 M.N.) por habitante de la subcuenca del río San Bernardino.

Palabras clave: método de valoración contingente, disposición a pagar, disposición a aceptar, modelo tobit.

ECONOMIC VALUATION OF THE RESCUE OF THE RIVER SAN BERNARDINO, TEXCOCO, STATE OF MEXICO AS NATURAL BEAUTY AND WATER RESOURCE

ABSTRACT

The river San Bernardino presents a complete condition of pollution and as consequence of the water absence, the riverbed serves to unload not treated waste water and the warehouse of solid that appear in heaping of garbage, rims, robbed cars, I clear that as result there is had a loss of the ecosystem and an area of infection, being this a problem to the health of the company. For such a motive San Bernardino carries out an economic Valuation of the rescue of the river, Texcoco; State of Mexico like natural beauty and water resource, by means of the method of valuation fix quotas, that estimates expressions of value on the part of the inhabitants interviewed of the communities of the river San Bernardino by means of surveys.

The model that better I fit to explain the variable willingness to pay monthly has four significant variables, which are: income, If they fell ill for the conditions that the river presents, the masculine sex in the polled ones and if they were devoting themselves to the trade. The Disposition to pay monthly average is of \$51.42 (fifty a pesos forty two cents) for inhabitant of the subbasin of the river San Bernardino.

The model that better I fit to explain the variable Disposition to agree monthly has two significant variables, which are: Revenue and number of persons who live in the house. The Disposition to accept monthly average is of \$162.33 (hundred sixty two pesos thirty three cents) for inhabitant of the subbasin of the river San Bernardino.

Key words: contingent valuation method, willingness to pay, willingness to accept, tobit model.

CAPÍTULO 1

1.1 Introducción

La humanidad se beneficia de los recursos naturales mediante la provisión de bienes tales como alimentos, medicinas, materias primas; y de servicios ambientales, como la calidad del suelo y del agua; y los servicios de recreación para las generaciones presentes y futuras.

Sin embargo, a pesar de todos estos beneficios, las actividades económicas no reconocen, de manera explícita en la mayoría de las ocasiones, el valor de los bienes y servicios ambientales, provocando habitualmente su degradación, agotamiento y cancelación de los usos presentes y futuro. Bajo este contexto, la valoración económica del medio ambiente, toma gran importancia.

El objetivo general de esta investigación es determinar la valoración económica del rescate del río San Bernardino, Texcoco, Estado de México, como belleza natural y recurso hídrico mediante el análisis de la Disposición a Pagar y la Disposición a Aceptar utilizando el Método de Valoración Contingente.

En el primer capítulo se hace una descripción general del problema a tratar, el objetivo, la hipótesis, metodología a emplear para llevar a cabo esta investigación, además que se hace una revisión de trabajos que han realizado la Valoración Económica tanto a nivel mundial como nacional para conocer el método que emplearon y las conclusiones a las que llegaron. También se consideraron algunos trabajos realizados en la zona de estudio para tener más información de las condiciones de la subcuenca del río San Bernardino.

En el segundo capítulo es una descripción general de la subcuenca de río San Bernardino, teniendo como resultado el estudio hidrológico cuya importancia es la cantidad de agua que escurre del río; que como se sabe, no cuenta con corriente

natural pero hace algunos años conducía avenidas de magnitud considerable. Aunque también se hace una descripción ambiental que permita sugerir algunas técnicas para mejorar las condiciones ambientales de la subcuenca.

En el capítulo tercero se tiene el marco teórico de donde se sustenta económicamente el trabajo a realizar, es decir, que área de la economía nos permite estimar la valoración económica de un recurso natural. El método a emplear en esta investigación es el Valoración Contingente el cual está basado en las preferencias expresadas mediante las encuestas.

En el capítulo cuatro se explican los materiales y métodos a seguir para desarrollar este trabajo, se describe el formato de encuesta, el levantamiento de datos en campo en las comunidades de la subcuenca del río San Bernardino, el tamaño de la muestra, el análisis econométrico y estimación de beneficio, el programa ArcView, todo de carácter teórico

El capítulo cinco concentra los resultados obtenidos del análisis de los datos obtenidos de las encuestas de forma descriptiva e inferencia estadística, estimando el modelo teórico de comportamiento de la Disposición a Pagar y la Disposición a Aceptar, además de la discusión de resultados.

El capítulo seis presenta las conclusiones y recomendaciones derivadas del desarrollo de esta investigación, y por último se presenta la literatura consultada y los anexos, en los cuales se incluyen las encuestas empleadas para cada una de las variables obtenidas (Disposición a Pagar y Disposición a Aceptar), el registro de datos de las encuestas, la salida de programas y planos como representación gráfica de la investigación.

1.2 Justificación

El crecimiento demográfico ha ejercido presión sobre los ecosistemas naturales, porque para poder satisfacer las necesidades de poblaciones cada día más grandes, ha sido necesario explotar más intensamente los ecosistemas.

La producción de bienes y servicios utilizados para satisfacer las necesidades del ser humano causan distinto grado de impacto sobre el ambiente, teniendo como consecuencia la alteración de los ecosistemas, de tal forma que se pierde la calidad de los servicios ambientales que nos ofrecen; además que los residuos de nuestra vida diaria (de la casa, el trabajo y de la industria) degradan la calidad del aire, el agua y el suelo, lo que no solo afecta a la salud humana, sino también a la biodiversidad y al funcionamiento de los ecosistemas (SEMARNAT, 2010).

La reducción en la cantidad y calidad del agua provoca efectos negativos en los ecosistemas y en la salud de la población, por lo que resulta fundamental preservar la calidad de este recurso insustituible. La Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010) indica que la calidad del agua dulce se ve reducida por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial y agrícola, el tratamiento que se le da antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua, y la calidad misma de agua de los ríos y lagos, ya que de ésta depende su capacidad de purificación.

Las cuencas hidrológicas son receptoras de la mayoría de los desechos generados por los usos del agua en las actividades, agrícolas, industriales y domésticas. Una cuenca hidrológica es toda superficie de terreno y su subsuelo por donde escurre el agua que alimenta un río, son áreas de desagüe, brindando un habitat a animales y plantas formando el paisaje del lugar.

La Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), advierte que la contaminación de los recursos hídricos es uno de los problemas

más graves de deterioro ambiental que enfrenta México, tanto por el daño a los ecosistemas, como por los riesgos para la salud humana y por la inutilización de caudales de agua potencialmente aprovechables.

El reporte “Estadísticas del Agua en México 2007” (CONAGUA, 2007), detalla que más de la mitad de los cuerpos de agua fuertemente contaminados se localizan en las regiones hidrológicas Valle de México y Lerma-Santiago-Pacífico (figura 1). La principal causa del problema es la descarga de agua residual por parte de los municipios e industrias sobre los cuerpos de agua.



Figura 1. Regiones Hidrológicas Administrativas VIII-Lerma-Santiago-Pacífico y VIII-Valle de México. Fuente: CONAGUA, 2007

En la cuenca del Valle de México existen un número importante de pequeñas cuencas de corrientes que rodean el valle. Específicamente, en el oriente de la cuenca del Valle de México, se tienen varias de esas pequeñas cuencas, las que generaban escurrimientos corrientes, algunas de las cuales se encuentran dentro del área territorial del municipio de Texcoco, tal es el caso de los llamados ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino (figura 2). Hace algunos años, en los que los

asentamientos humanos era menores a los actuales, estos ríos conducían avenidas de magnitud considerable, como se puede observar por el tamaño de los cauces (Bauer, 2007).

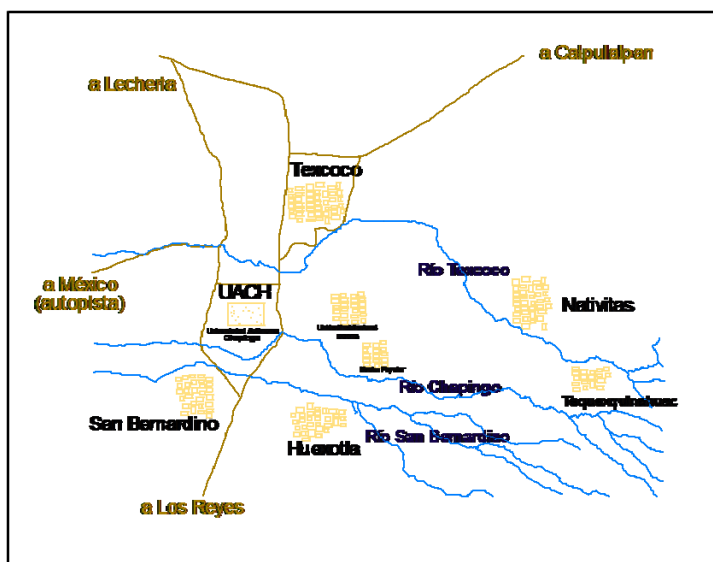


Figura 2. Río Texcoco, Chapingo y San Bernardino; Texcoco, Edo. de Méx.
Fuente: Rivera *et al*, 2007

En los últimos años esas avenidas, en la Cuenca de Texcoco, se han reducido y los cauces sólo conducen aguas residuales contaminadas tanto química como biológicamente, producto de las actividades propias de los asentamientos humanos (desperdicios domésticos, industriales, pecuarios, comerciales y de instituciones de salud), que no son debidamente tratadas antes de descargarse a estas corrientes de agua, para cumplir con los límites mínimos de características físicas, químicas y bacteriológicas que indican las normas oficiales mexicanas.

1.3 Planteamiento del problema

Debido a modificaciones en sus cauces el río San Bernardino, perteneciente a la Cuenca de Texcoco, en la actualidad no lleva escurrimientos naturales (Riviera

et al, 2007) presentando un estado completo de contaminación (foto 1) y como consecuencia de la ausencia de agua, el cauce sirve para descargar aguas residuales no tratadas y el depósito de sólidos que se presentan en amontonamiento de basura, llantas, automóviles desvalijados, escombros que como resultado se tiene una pérdida del ecosistema y un foco de infección, siendo esto un problema a la salud de la sociedad.



Foto 1. Aguas residuales en el río San Bernardino
Fuente: Elaboración propia

Para rescatar el río San Bernardino, es necesario conocer las condiciones en las que se encuentra la subcuenca y llevar a cabo acciones que permitan controlar y de ser posible revertir los efectos negativos de contaminación y deterioro natural que se han presentado en el transcurso del tiempo.

Por tanto, es importante hacer una “Valorización económica del rescate del río San Bernardino, Texcoco; Estado de México como belleza natural y recurso hídrico”, siendo el tema a desarrollar en esta investigación.

1.4 Objetivo

Estimar el valor económico del rescate del río San Bernardino mediante el análisis de la disposición a pagar y la disposición a aceptar, de los habitantes de las comunidades pertenecientes a la microcuenca del río San Bernardino, utilizando el Método de Valoración Contingente

Definir estrategias que contribuyan a la conservación y mejoramiento del río San Bernardino para un mejor aprovechamiento

1.5 Hipótesis

La disposición a pagar de los habitantes de las comunidades pertenecientes a la microcuenca del río San Bernardino del municipio de Texcoco, Estado de México está en función del ingreso, la escolaridad, el gasto por tratamiento de alguna enfermedad adquirida por las condiciones ambientales del río. La disposición a aceptar de los habitantes de las comunidades localizadas en la microcuenca del río San Bernardino está en función del número de personas que habitan en la casa del entrevistado, el ingreso y los días empleados para realizar la actividad de conservación y mejoramiento del río San Bernardino.

El método de Valoración Contingente servirá para definir las estrategias para la conservación y mejoramiento del río San Bernardino.

1.6 Metodología

La realización del estudio de Valoración económica del río San Bernardino, Texcoco, Estado de México como belleza natural y recurso hídrico se ubica en el universo del desarrollo sostenible, apoyándose en los postulados de las ciencias económicas, en particular se basa en los postulados y conceptos de la economía ambiental.

Por lo tanto, se orienta a la aplicación de las teorías económicas del medio ambiente mediante el método de valoración contingente, el cual busca poner a disposición información, valoraciones y alternativas para la toma de decisiones en el desarrollo sostenible local.

El Método de Valoración Contingente estima expresiones de valor por parte de los habitantes entrevistados de las comunidades aledañas al río San Bernardino mediante encuestas. Las estimaciones de valor económico obtenido por este método son “contingentes” porque los valores estimados son derivados de una situación hipotética.

De los datos obtenidos en las encuestas, se hace un análisis econométrico para determinar el modelo que mejor se ajusta a Disposición a Pagar y Disposición de Aceptar conforme a los datos proporcionados por los habitantes encuestados de las comunidades de la subcuenca del río San Bernardino.

Además se anexan unos planos realizados con el programa ArcView para la información georreferenciada de la subcuenca y la obtención de información.

1.7 Revisión de literatura

Se han realizado diversos estudios en lo referente a la valoración económica de los recursos naturales a nivel nacional y mundialmente, debido a la gran importancia de conservar los recursos naturales y los bienes y servicios que nos brindan.

1.7.1 A nivel mundial

Algunos de los estudios a nivel internacional que se tienen, se mencionan a continuación.

El trabajo realizado por Cerda (2007) presenta una estimación de la disposición a pagar por proyectos destinados a lograr un mejoramiento en la calidad del aire en el Gran Santiago en Chile, vía la implementación de un número determinado de hectáreas de áreas verdes. Se utiliza el método de valoración contingente, asumiendo una forma de función lineal de la función indirecta de utilidad y una distribución logística. Considerando la estimación puntual de la disposición a pagar, en el modelo dicotómico doble, da un valor de alrededor de 3.8 dólares mensuales por familia por un año. Extrapolando la disposición a pagar de todas las familias de la región metropolitana, descontando proporcionalmente las personas que manifestaron su rechazo al instrumento, da una disposición a pagar agregada de US\$3'697,990 mensual.

La valoración del servicio ambiental hídrico, realizado por Baltodano (2005), en las subcuencas Calico y Jucuapa de Nicaragua, se realizó con el fin de evaluar la viabilidad de implementar un sistema de pago por servicio ambiental hídrico (PSAH) en ambas zonas. La valoración se hizo con base en la cuantificación de los costos de inversión y mantenimiento de tecnologías y prácticas de protección y conservación de suelo y agua y un cambio de uso de la tierra, mediante el método de valoración contingente. Los pasos metodológicos implicaron seleccionar áreas prioritarias, georreferenciando fuentes de agua e identificando zonas críticas con un sistema de información geográfica; además, se caracterizaron a los productores que viven en esas áreas. Las estimaciones económicas se hicieron para 10 años en todos los casos.

Las áreas críticas resultaron en 620 hectáreas para Jucuapa y 6000 para Calico y se propuso el cambio de uso de tierra en 150 hectáreas de Jucuapa con un costo estimado mínimo de US\$12,173 para 10 años y para Calico se propuso en 300 hectáreas estimando el costo máximo a los 10 años en US\$16,110. Para el resto de áreas priorizadas se valoraron las tecnologías de conservación de suelo y agua, presentando cuatro tipos de escenarios de las mismas, en los que se combinan obras físicas con coberturas vivas. El promedio estimado más bajo es

de US\$6,974. Los costos de inversión inicial y mantenimiento de cada combinación son los montos de compensación propuestos para productores involucrados directamente en la protección del recurso hídrico.

En el análisis final se concluyó que para la subcuenca de Jucuapa, no es posible implementar un esquema de PSAH como tal, debido a que la tendencia de la demanda de agua indica una disposición a pagar (DAP) muy baja y debido a la necesidad de mejorar las condiciones institucionales. Sin embargo, se ha recomendado la creación de un fondo ambiental que pueda compensar a los proveedores ubicados en zonas de recarga y propiedades con fuentes de agua, con base en los costos estimados en este trabajo. Para la subcuenca Calico, se concluyó que puede ser viable el esquema PSAH, ya que la escala del sitio es mayor y la demanda por el agua indica la posibilidad de sostenimiento de un fondo. En ambos casos, se han sugerido posibles fuentes de financiamiento.

Las propuestas de protección valoradas se validaron en dos talleres con los proveedores caracterizados en ambas subcuencas, en los cuales esencialmente hubo aceptación de los cambios, siempre y cuando se compense económicamente a quienes participen en el proyecto.

En la microcuenca “Paso los Caballos”, del municipio de San Pedro de Potrero Grande del departamento de Chinandega, Nicaragua se realizó un estudio de valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos, que responde a la necesidad de llevar a la práctica una iniciativa de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) propuesta por la alcaldía de este municipio (Aburto, 2004). En la valoración económica en este estudio es estimada con el Método de Valoración Contingente mediante la elaboración de encuestas para conocer la Disposición a Pagar por parte de los usuarios o demandantes de agua (familias, instituciones, productores, empresas), la Disposición a Aceptar de los oferentes del Servicio Ambiental Hídrico (propietarios de las fincas de la zona de recarga hídrica), además evaluó financieramente los flujos económicos para una situación sin proyecto, con

proyecto e incremental haciendo uso de los principales indicadores financieros. Con la valoración económica del servicio ambiental hídrico proveído por la microcuenca Paso de Caballo del municipio de San Pedro de Potrero Grande, se ha podido identificar el excedente de los consumidores y de los productores, y en consecuencia el espacio y valor par la negociación entre oferentes y demandantes de este servicio ambiental, con esta identificación se pone a la disposición de los actores interesados en las acciones de PSA, los criterios necesarios para la gestión y la toma de decisiones en el manejo y preservación del servicio ambiental hídrico y los demás servicios ambientales, que se deriven de un manejo tecnológico que preserve y proteja los recursos suelo y agua de esta microcuenca.

El precio de demanda del m^3 de agua producido en la microcuenca DAP/ m^3 , se establece en US\$0.13 (trece centavos de dólar) y el precio de oferta de éste mismo m^3 de agua DAA/ m^3 se estableció en US\$0.05 (cinco centavos de dólar). No se refleja el precio de equilibrio por no existir un precio de mercado por el m^3 de agua producido en la microcuenca, este precio de equilibrio se establecerá a través de la negociación entre los oferentes y demandantes del servicio ambiental hídrico. El excedente del consumidor, en este caso, es mayor que el excedente del productor ya que no se estiman los otros beneficios generados por el sistema, como es el incremento económico por la eficiencia productiva y la posible comercialización de otros servicios ambientales.

La zona de recarga de la “Quebrada, Los Arados” de la cual se obtiene el agua de consumo doméstico para la comunidad de Frijolares, se ha visto afectada por el uso indebido de tierras destinadas a prácticas agrícolas y ganaderas, ocasionando conflictos entre los productores y la comunidad por la evidente contaminación, degradación y disminución del potencial hídrico de la microcuenca, además la tarifa pagada por el servicio de agua no logra cubrir los costos de mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua, por lo cual el objetivo del estudio de Dávila (2002) fue determinar el valor económico del agua, mediante la utilización del método de valoración contingente, el cual permitió determinar el

cambio de bienestar de la comunidad a través de una mejora en un servicio ambiental expresada como la disponibilidad de pago adicional en efectivo en días de trabajo por el mantenimiento y mejora del sistema de producción y distribución del agua. Así mismo se encontró que el consumo de agua de uso doméstico es de 5,474 m³/año, equivalentes a 75 litros/persona/día. Las familias están dispuestas a pagar 1.4 litros en efectivo y 7.3 litros en días de trabajo por m³ de agua consumida, lo cual genera un valor económico total de 48,098.4 litros, este valor resultó considerable puesto que representa un 9.6% de los ingresos anuales familiares de la comunidad. Además se determinó el análisis técnico-financiero mediante la disposición de pago promedio en la tarifa mensual y en días de trabajo, se puede cubrir una propuesta que permitiría restablecer el 32% la zona de recarga, con lo cual se podría asegurar una mejora en la calidad y una regulación del potencial hídrico de la zona.

En resumen se tiene que los estudios a nivel mundial revisados son de Chile, Nicaragua y Honduras cuyo tema principal es la Valoración económica de un recurso natural mediante el Método de Valoración Contingente. En los cuatro estudios se concluye en la valoración económica siendo el caso que para Chile es lograr el mejoramiento de la calidad del aire, en Nicaragua la implementación de pago por Servicio Ambiental hídrico además que en otro estudio se obtienen los valores estimados de Disposición a Pagar y disposición a Aceptar por m³ de agua suministrado de un río. Y En Honduras se tiene como conclusión del pago de la tarifa mensual del recurso agua y una parte del pago mediante la realización de limpieza en la comunidad.

1.7.2 A nivel nacional

A nivel nacional algunos de los estudios de Valoración económica son los siguientes.

Emiliano García (2010) realizó una investigación del río Axtla, el cual presenta deterioro de sus aguas debido principalmente al vertido directo de aguas negras en su cauce. En este estudio se realizó la valoración económica del río Axtla, en Axtla de Terrazas, San Luis Potosí, mediante el método de valoración contingente referéndum (MVCR). Se encontró que el ingreso familiar, la educación y familias afectadas por la contaminación, influyen positivamente en la DAP; mientras que el precio ofrecido, la calidad del agua que proviene del río Axtla, los hijos que dependen económicamente de la familia y la edad, influyen negativamente en la DAP. Los resultados indican una amplia receptividad de las familias, hacia este proyecto, con una contribución promedio de \$57 (cincuenta y siete pesos) por mes.

En San Miguel Tlaixpan se hizo un estudio (Oble, 2010), cuyo objetivo de la investigación fue valorar económicamente las casas con o sin huerto casero por medio de los servicios ambientales aplicando el método del precio hedónico. Específicamente se estima el precio hedónico de la vivienda más el beneficio generado por un atributo ambiental. Una de las características más significativas que influye en el precio de la vivienda, es sí el lugar donde se localiza está cerca de la ciudad o cercano al centro de la comunidad y atributos ambientales en este caso el huerto casero de San Miguel Tlaixpan, reconociendo la degradación de ese beneficio ambiental, se evaluaron las viviendas con huerto casero aplicándose a un tamaño muestra de 100 habitantes de la población diseñado para evaluar servicios ambientales, acciones para capitalizar el recurso natural representado por el huerto casero. El modelo que se empleó para las variables explicativas del precio de los huertos es lineal, el cual define las variables que influyen positivamente en el valor de los huertos caseros y las variables que disminuyen su precio. Las características estructurales explican el precio de la casa con el tamaño del huerto, mostrando que por cada hectárea del huerto el precio aumenta en aproximadamente \$20, también la edad del huerto indicando que por cada incremento en un año en la edad cada hectáreas se valoriza en \$358 y por el material de construcción que representa el material de construcción de las viviendas al interior del huerto señalando que, a medida que mejora el material de

construcción de las viviendas al interior del huerto, el huerto aumenta de precio en aproximadamente \$8332. El único atributo ambiental significativo que explica el precio de los huertos caseros es la Disponibilidad de agua, el cual explica que la diferencia en precio entre dos huertos con características idénticas pero que uno de ellos dispone de agua y el otro no es de \$6740, con signo positivo, señalando que el atributo disponibilidad de agua es una variable que influye positivamente en el valor del huerto casero.

Silva (2010) realizó una investigación donde estimó la disposición a pagar (DAP) para preservar las fuentes de aprovechamiento del agua y la disposición a aceptar el pago (DAA) por los dueños de los terrenos que proveen el servicio ambiental hidrológico (SAH) en El Salto, Pueblo Nuevo, Durango. Se aplicaron encuestas tanto a usuarios del servicio de agua potable, para estimar la DAP, como a los propietarios de los terrenos donde se encuentra la fuente principal de provisión del agua, para estimar la DAA. Se calculó el costo total de producción del servicio, usando los métodos de valoración de captación y recuperación y se comparó con los resultados de la DAP y DAA. También se cuantificaron los costos de las actividades de protección y abastecimiento del agua; además de la producción de agua en la cuenca por medio de un balance de masas.

Los resultados muestran que la microcuenca produce en promedio 2.10 Mm³/año. El 90% de los usuarios está dispuesto a realizar el pago por el SAH de \$17.18 por mes. Asimismo, los propietarios del terreno están dispuestos a aceptar un pago de \$320.00 por mes (\$5.26/ha/año) como compensación por favorecer la captación y almacenamiento del agua en la microcuenca. La DAP es menor a la DAA. El costo promedio total de producción de agua es de \$2.49/m³ de agua para el año inicial y de \$2.09/m³ para los nueve años siguientes. El valor total de la DAP, basada en el número de viviendas en la población de El Salto, no es suficiente para cubrir los costos. Programas externos de apoyo pueden ayudar a reducir las diferencias entre la DAP y los costos de producción.

En la investigación realizada por Tecpan (2010), se abordó la problemática que presenta el cerro de Tezcutzingo, conocida coloquialmente como “Los Baños de Netzhualcoyotl”, ya que al comportarse como un bien público (no exclusión y no rivalidad en el consumo), y siendo recursos de libre acceso carecen de un mercado y en consecuencia, también carecen de un precio de disfrute, que refleje su valor. Dicho lugar constituye un activo cultural que la sociedad desea conservar ya que proporciona utilidad tanto a los habitantes del medio rural donde está inmerso, como a los habitantes del medio urbano que visita la zona, sin embargo, en la actualidad presenta problemas como la disminución de cobertura vegetal, contaminación por residuos de visitantes, alta tasa de erosión, mal estado de edificios y jardines, deforestación y extracción de recursos forestales.

Se utilizó el método de valoración contingente, para lo cual se realizaron encuestas a visitantes y personas que viven cerca de dicho lugar. Con la información obtenida resultó una Disposición a Pagar de \$41.89 (cuarenta y un pesos 89/100 M.N.). Las variables que más explicaron el modelo fueron precio, ingreso y sexo con influencia negativa y el atributo de percepción ambiental tiene una influencia positiva.

En el estudio “Valoración económica recreacional del parque Tomás Garrido Canabal, Villahermosa, Tabasco” (Gallegos, 2006) se estima el valor económico recreacional que tiene el parque mediante el Método de Valoración Contingente apoyado con encuestas realizadas a los visitantes del parque. En el trabajo se concluyó que los visitantes están conformes en pagar por entrar al parque, además estimo la máxima Disposición a pagar de los visitantes para el mejoramiento de uso recreacional del parque y sus sugerencias en cuanto a los servicios recreacionales conforme a sus gustos, preferencias y necesidades. Los resultados indican que el valor recreacional del parque es de \$920,00 al año. Las variables que presentaron significancia en la explicación del modelo fueron: procedencia, numero de integrantes de la familia con influencia positiva y las

variables: número de visitantes, frecuencia, relación con otros parques y satisfacción presentaron su significancia con influencia negativa.

El trabajo de investigación “Valoración económica del servicio recreacional del lago de Zirahuen, Michoacán, México” (Zerecero, 2006) para estimar el valor económico del uso recreativo del lago mediante el Método de Valoración Contingente, se utilizaron encuestas a habitantes, hoteleros y restaurantes del lugar para determinar la disposición a aceptar (DAA), incluyó a los turistas para determinar la Disposición A Pagar (DAP), todo esto corriendo un modelo “tobit” el cual es aplicable a una función con varias variables. Su objetivo fue conocer las preferencias de los visitantes, así como su disposición a pagar por el servicio recreativo y la disposición a aceptar un pago como incentivo por el uso recreativo del lago y sus alrededores. También identificó los principales problemas del lago y propuso alternativas de manejo recreacional para mejorar su conservación. En general, los turistas presentan una DAP de \$271.70/persona/anual mientras que los restauranteros y hoteleros su DAP es de \$2,424/anual/negocio; sin embargo existe un grupo minoritario dentro de los habitantes del lugar que no presentan DAA por el uso de los terrenos para la recreación por temor a perderlos ya que se sienten muy desprotegidos.

La DAP esta en función del nivel educativo y el ingreso mensual que influyen de manera positiva, además de la variable del número de empleos generados con influencia negativa. Para la DAA se tiene solo dos variables significativas el nivel educativo y el ingreso mensual con influencia negativa y positiva respectivamente.

Se realizó otra investigación, cuyo objetivo fue determinar la valoración económica de la Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas, una de las Áreas Naturales Protegidas por su gran número de especies endémicas y riquezas naturales, además de su influencia cultural y económica en la región (Leal, 2005). Este estudio consiste en determinar a partir de información recabada mediante el levantamiento de una encuesta, la valoración económica total por parte de los

ecoturistas hacia la Reserva mediante el Modelo Valoración Contingente. Se definieron los determinantes de la máxima disposición a pagar por un viaje a la Reserva con fines recreacionales y con la postulación de escenarios hipotéticos determinó su existencia. En este contexto, la valoración económica de los usos recreacionales del medio ambiente ofrecidos dentro de la Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas (RBT) se obtuvo un valor total de alrededor de \$1,390 por cada turista, de los cuales casi el \$190 equivalen al valor de existencia, lo que quiere decir que entre los entrevistados para este estudio existe un sentimiento altruista en pos del mejoramiento de la calidad de la RBT.

Además con el modelo de regresión ordinal, analizó los determinantes del nivel de demanda por días de estancia. Mediante la interpretación de los resultados de los modelos de valoración contingente y regresión ordinal, comprobó que tanto las personas adultas como las nuevas generaciones están interesadas en conocer y disfrutar del medio ambiente y que ambos mantienen una valoración positiva respecto al bienestar en la calidad. Demostrando que existe un interés intergeneracional por el medio ambiente y su bienestar, por parte de los turistas que visitan la Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas.

Unar (2005) realizó un estudio en la Ciudad de México para valorar el impacto en la contaminación en la salud humana pues la presencia de enfermedades respiratorias, uno de los múltiples efectos de la polución que afectan a gran parte de la población. El método para valorar los efectos en la salud utilizado es el costo de la enfermedad y la estimación de funciones dosis-respuesta. Estos métodos suponen que la salud es una variable sobre la cual las personas no pueden influir, sin embargo la teoría de producción de salud argumenta que la gente puede elegir su stock de salud mediante su comportamiento. La hipótesis que se planteó es que los individuos modifican su stock de salud a través de un aumento en los gastos en servicio médicos cuando aumenta la contaminación, siendo aceptada. Los resultados que se obtuvieron al estimar la ecuación de visitas al médico y la función reducida de salud confirman estadísticamente que al aumentar las

concentraciones de ozono la probabilidad de que un individuo vaya al médico aumentan. La teoría de que la gente tiene un comportamiento preventivo cuando aumenta la polución resultó cierta y por ello se pudo estimar la disposición a pagar de un individuo ante reducciones en los niveles de ozono. La Norma Oficial Mexicana de 1993 sobre salud ambiental señala que los niveles de ozono permitidos durante ocho horas deben de ser máximo de 0.08 ppm. Este trabajo usó el promedio de los máximos diarios de ozono durante el periodo de noviembre de 2002 y abril de 2003 el cuál fue de 0.09918 ppm.

Como conclusión obtuvo que la DAP aumenta conforme disminuye el contenido de ozono, es decir, cuando se reduce el ozono en un 10% (0.00991 ppm) la DAP es de \$6.56, cuando el ozono se reduce un 15% (0.0148 ppm) la DAP es de \$9.85, cuando se reduce el ozono un 20% (0.0198 ppm) la DAP es de \$13.13 y cuando reduce el ozono un 50% (0.0495 ppm) la DAP es de \$32.83.

Larqué (2004) estudió la superficie forestal más grande al oriente de la zona metropolitana del valle de México, en el municipio de Ixtapaluca Estado de México y que desafortunadamente se ha venido reduciendo a causa de incendios, plagas, prácticas de cambios de usos de suelo, pastoreo intensivo y tala clandestina e indiscriminada.

Esta tendencia significa un grave problema para la zona, ya que el constante crecimiento de la población y de las actividades urbanas ocurre en el marco de un fuerte desequilibrio con los recursos naturales. En este contexto se propusieron como objetivos investigar si la población de la zona oriente del Estado de México le reconoce valor económico a los servicios ambientales del recurso forestal, así como el de generar una estimación monetaria del valor económico de estos servicios. Se empleó método de valoración contingente que permite conocer directamente de la población, la valoración económica de los servicios en cuestión así como la particular de cada uno de ellos. Los resultados obtenidos señalan que la población reconoce valor económico a los servicios ambientales del bosque y se

indica el orden de las preferencias por cada uno de ellos, en donde el combate a la contaminación del aire tuvo el lugar más importante seguido por la conservación de la flora y la fauna y la conservación del suelo. Se estimó el valor monetario anual aproximado de los servicios ambientales en 36 millones 852,900 pesos, lo que permite tener la información para diseñar las políticas tendentes a su conservación.

Con la Valoración Económica se puede estimar el precio de un recurso natural que nos ofrece un bien o servicio mediante algún método económico que permite conocer las variables que influyen positivamente a la Disposición a Pagar y las variables que influyen negativamente.

1.7.3 Estudios realizados en la microcuenca del río San Bernardino

En el año 2008, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), organizaciones civiles, otras universidades del oriente del estado de México, más de cuarenta ciudadanos y la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), constituyeron el Grupo Promotor de la Comisión de Cuenca Texcoco para recuperar los ríos de esta zona (Hernández, 2008).

Dicha comisión dará solución a los problemas ambientales y recursos naturales, uno de ellos y el más urgente, la restauración de los ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino, los cuales se ven afectados por la contaminación de basura y aguas residuales, lo que provoca deterioro al paisaje aunado al peligro para la salud.

Oscar Luis Palacios Vélez¹ presentó la propuesta de la Comisión de Cuenca Texcoco, en la que recalcó el estudio de los recursos naturales, particularmente suelo, agua y bosque que lleva por nombre "Programa de Ordenamiento Ecológico

¹ Consulta personal. Doctor del Colegio de Postgraduados

Territorial del Municipio de Texcoco”, el cual indica más de 300 recomendaciones, programas y acciones para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el cuidado del ambiente.

Este diagnóstico menciona la sobre explotación de los acuíferos, la utilización de los ríos como drenajes de aguas negras, el estado del arbolado existente se encuentra enfermo, plagado y la disminución de las áreas boscosas no contribuye a la captura de carbono ni a la recarga de los mantos acuíferos lo que propicia la erosión del suelo.

Bauer (2007) hace una recopilación de trabajos que presentan una panorámica del uso actual de los recursos hidráulicos, en el oriente del Valle de México, así como su grado de contaminación y las propuestas para su rehabilitación, recuperación, conservación y protección a través de diferentes estrategias enmarcadas dentro de una planificación a nivel de cuenca hidrográfica.

En este libro se señala que los ríos de las cuencas del oriente del Valle de México presentan una contaminación en extremo alarmante. Da cuenta de la situación actual de estas vías de la fuente de vida que es el agua, que ha recibido tratamiento indigno por parte del hombre, que impunemente ignora que de ella depende su supervivencia. Es así como los ríos, que pudieran ser caudales de agua limpia y transparente, se han convertido en vertederos de desechos que perjudican a las comunidades y a todos los organismos presentes.

Rivera (2007) realizó una investigación con la finalidad de diagnosticar el grado de contaminación de los ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino, ubicados en la parte oriental de la cuenca del Valle de México. La investigación se efectuó en las microcuencas de los ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino, ubicadas entre los paralelos 19° 22' y 19° 33' Norte y los meridianos 98° 38' y 98° 55' Oeste.

Se recabó la información disponible relativa al área de estudio y se programaron recorridos a lo largo de los cauces de cada uno de los tres ríos, para conocer de manera visual la problemática de cada uno de ellos e identificar las descargas de aguas residuales. En cada descarga se midió el gasto, por aforo a distintas horas y días en forma aleatoria. Teniendo como conclusiones que la descarga de aguas residuales no tratadas en los ríos de la región de Texcoco contaminan los cauces principalmente con bacterias coliformes fecales, lo que constituye un problema cuya solución requerirá del establecimiento, rehabilitación y operación de plantas de tratamiento u otras alternativas. El contenido promedio de huevos de helminto es de 6.78 siendo superior al límite máximo permisible (LMP = 5 huevos de helminto por litro) establecido para riego restringido en los ríos Chapingo y San Bernardino; en lo que respecta a las bacterias coliformes fecales es de 1.6×10^4 NMP/100 ml, el cual también es superior al límite máximo permisible (LMP = 1000 NMP/100 ml).

En 1978, en la cuenca del río Texcoco se llevo a cabo un manejo integral, con los propósitos de rehabilitar las zonas erosionadas y reducir la magnitud de los escurrimientos superficiales y sedimentos, a través de la construcción de terrazas de banco, presas de control de azolves y reforestación. Los objetivos fueron analizar la variación del uso de suelo y la vegetación, y evaluar el impacto de las obras de rehabilitación de suelo, en las variables hidrológicas, antes y después del manejo. Para ello, se realizó un análisis estadístico de datos anuales (Adame y Martínez, 1999). Los resultados indican una significativa disminución de las variables cercana a 80% y la prueba *t* de Student indicó diferencias significativas entre las medias de cada variable.

La información hidrológica a partir de 1946 y hasta 1990, permitió realizar un análisis de la variación temporal de los escurrimientos superficiales, gastos máximos instantáneos, coeficientes de escurrimiento y producción de sedimentos, para la situación sin manejo (1946-1977) y para el manejo integral de la cuenca (1978-1990).

Los escurrimientos anuales en el periodo de 1946-1990 se agruparon en los periodos anteriores y posteriores al manejo. El volumen escurrido de mayor magnitud en el periodo en estudio fue de 3,742 mil m³ en 1948, lo que equivale a una lámina de 127.3 mm y representa un 22% de la precipitación media (583.9 mm) que se presentó en dicho año en la cuenca del río Texcoco. El volumen mínimo registrado fue de 0 en 1990. El rango de variación de los escurrimientos superficiales sin proyecto fue de 695,000 a 3'742,000 m³, que corresponde a una lámina escurrida de 23.6 a 127.3 mm, y los escurrimientos reportados después de la implementación del proyecto disminuyeron a un rango de 0 a 1'156,000 m³, que corresponden a una lámina escurrida de 0 a 39.3 mm, respectivamente.

Los estudios realizados en la cuenca de Texcoco permiten tener un panorama de la subcuenca del río San Bernardino, además de conocer las condiciones en que se encuentra y encontrar posibles soluciones para el rescate del río San Bernardino como belleza natural y recurso hídrico.

CAPÍTULO 2

En este capítulo se hace una descripción de la subcuenca del río San Bernardino, Texcoco, Estado de México y conocer sus condiciones hidrológicas (donde la entrada es la precipitación y las salidas son el escurrimiento y el sedimento) incluyendo en el proceso la influencia de la vegetación, suelo y topografía, además de

2.1 Características fisiográficas de la subcuenca

En la cuenca el Valle de México existe un número importante de pequeñas cuencas de corrientes que rodean el valle. Específicamente, en el oriente de la cuenca del Valle de México, se tienen varias de esas pequeñas cuencas, las que generaban escurrimientos corrientes, algunas de las cuales se encuentran dentro del área territorial del municipio de Texcoco, tal es el caso de los llamados ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino. Hace algunos años, en los que los asentamientos humanos eran menores a los actuales, estos ríos conducían avenidas de magnitud considerable, como se puede observar por el tamaño de los cauces.

Esta investigación considera la subcuenca del río San Bernardino desde donde inicia su escurrimiento de la Sierra Quetzaltepec hasta su cruce con la Carretera Federal México-Texcoco.

2.1.1 Ubicación geográfica

El área de captación de la subcuenca del río San Bernardino, se localiza en la parte sureste del Estado de México, entre las coordenadas: 98°52'21" y 98°53'52" de longitud, y entre 19°28'32" y 19°29'07" de latitud, ocupa una superficie de 17.47 km², el perímetro es de 27.52 km (Plano 1).

Las comunidades del municipio de Texcoco, Estado de México cerca del cauce del río San Bernardino son: San Bernardino, San Mateo Huexotla, San Nicolás Huexotla, Sector Popular y Villas de Tolimpa. En el siguiente cuadro se tiene la población, altitud, longitud y latitud para cada una de las comunidades antes mencionadas.

Cuadro 1. Comunidades aledañas al cauce del río San Bernardino

Comunidad	Población (habitantes)	Elevación (msnm)	Latitud (°,′,″ N)	Longitud (°,′,″ O)
San Bernardino	5,286	2,246	19°28′32″	98°53′52″
San Mateo Huexotla	1,000	2,257	19°28′47″	98°53′04″
San Nicolas Huexotla	1,500	2,275	19°29′07″	98°52′21″
Sector Popular	800	2,267	19°28′35″	98°52′42″
Villas de Tolimpa	527	2,249	19°28′34″	98°53′41″

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2008

De acuerdo a la pendiente, se puede dividir al río San Bernardino en cuatro Zonas:

- a) Zona I, la más alta, cerca de su nacimiento (arriba de los 3,000 msnm)
- b) Zona II, por debajo de los 3,000 hasta aproximadamente los 2,300 msnm, con una pendiente muy pronunciada
- c) Zona III, entre los 2,300 y 2,240 msnm, tiene pendiente muy suave
- d) Zona IV, debajo de los 2,240 msnm, corresponde a la desembocadura en el lago de Texcoco.

2.1.2 Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García para las condiciones de México, en la zona de estudio se presenta el clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(W₀)(W) y C(W₁)(W) y el clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano C(E)(W₂)(W) tomado de la Carta Estatal Climas del INEGI, con una temperatura media anual de 15.9° C, con heladas poco

frecuentes. Sus vientos dominantes son del sur. Por su clima templado y su altura sobre el nivel del mar el municipio cuenta con una flora propia de esta región.

2.1.3 Vegetación y uso actual

El tipo de vegetación varía de acuerdo a la zona, de tal manera que la Zona I tiene bosque de coníferas y bosque de encino; la Zona II tiene un bosque de galería (a lo largo del río), donde predominan los cedros (*Cupressus sp.*) y ailes (*Alnus sp.*); en la Zona III es donde se localiza arbolado cultivado tales como, pirules (*Schinus molle*) y eucaliptos (*Eucalyptus sp.*), además de algunos frutales como capulín (*Prunus capulli ssp. serótina*) y tejocote (*Crataegus sp.*) mezclados con los naturales como los sauces (*Salix sp.*), fresnos (*Fraxinus sp.*) o álamos (*Populus sp.*); en la Zona IV predomina el pasto salado (*Disticlis spicata*) y la jarilla (*Seneico sp.*).

De acuerdo a la carta estatal “Vegetación y uso Actual” del INEGI, e presenta en la zona III y IV se tiene la Agricultura, en la Zona II el Bosque de encino y pastizal inducido y en la Zona I que es la más alta se tiene Bosque.

2.1.4 Flora y fauna

En cuanto a las plantas y flores, crecen: rosas, claveles, alcatraces, gladiolos, ayapangos, nube, margaritas, violetas, bugambilias, nardos, azucenas. Hace más o menos cincuenta años, se cultivaban con propósito comercial el tulipán, pompón, crisantemo y clavel. Desde tiempos antiguos se recoge también el maíz, legumbres, trigo, cebada, alfalfa y zacatón así como magueyes y nopales (foto 2).



Foto 2. Flora que se encuentra en el cauce del río San Bernardino
Fuente: Elaboración propia con fotos de Guillermo González

En la zona se conservan animales silvestres como: conejo, liebre, cacomiztle, tejón, ardilla, tuza, rata de campo, en reptiles sólo queda la víbora de cascabel. Por ser zona lacustre, hay viborillas de agua que son inofensivas y el “cencuate” que es un reptil de 35 a 50 cm no venenoso que están por extinguirse. De las aves, se conservan las comunes: golondrinas, gorriones, urracas, colibríes, canarios, palomas, entre otras. Hace unas décadas había pescado blanco criollo, trucha, juiles, ranas y acociles; que actualmente casi todas estas especies han desaparecido.

2.1.5 Suelos

La caracterización de los suelos fue realizada en el esquema de clasificación FAO (1975), el mapa original fue tomado de la información Edafológica de la Carta

Estatal de INEGI. Los tipos de suelo que se encuentran en la subcuenca del río San Bernardino son: Solonchak, Feozem, y el Cambisol.

2.2 Caracterización de la subcuenca

En el presente apartado se presentan algunos de los parámetros relacionados con la subcuenca y sus características, divididos en dos grupos, por un lado los que se refieren a la forma y por el otro los que se refieren al relieve. Estos pueden ser empleados para conocer o comprender de mejor manera los procesos o eventos ocurridos dentro de las mismas, y en un determinado caso inducir el reflejo de ciertos eventos meteorológicos sobre la dinámica de la subcuenca en específico.

2.2.1 Parámetros asociados a la forma de la subcuenca

Como primer punto se muestra en el cuadro 3 los valores tomados como base para obtener los indicadores que tienen referencia sobre la forma de la cuenca.

Cuadro 2. Características generales de la subcuenca del río San Bernardino

Concepto	Parámetro	Valor
Características generales	Área de la subcuenca	17.47 km ²
	Perímetro de la subcuenca	27.52 km
Parámetros asociados a la longitud	Longitud de cauces de la subcuenca	14.93 km
	Longitud del cauce principal de la subcuenca	6.76 km

Fuente: Elaboración propia

a. Forma de la subcuenca

La forma de la subcuenca puede ser obtenida con el Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad, K_c

$$K_c = \frac{P}{2\pi r} = 0.28 \frac{P}{A^{1/2}} = 0.28 \frac{27.52}{\sqrt{17.47}} = 0.28 * 6.584 = 1.844$$

Donde:

P – perímetro de la cuenca km^2

A – área de la cuenca km^2

Cuando K_c , es cercano a 1.0 indica que la forma es casi una circunferencia. K_c mayores de 1.0 indica menor circular la subcuenca. Cuencas con K_c cercano a 1.0 tiene más problemas de crecientes (gastos muy grandes, inundaciones). En conclusión se tiene que la subcuenca no es circular, por lo que no presenta problemas de crecientes (Chow *et al*, 1994).

b. Orden de la subcuenca

El orden de la cuenca esta dado por el orden del cauce principal. Para la subcuenca del río San Bernardino las corrientes son de segundo orden, lo que indica que el drenaje no es tan eficiente como cuando son de mayor orden.

c. Densidad de drenaje

Su densidad de drenaje: es la relación entre la longitud total de las corrientes de agua de la cuenca y su área total.

$$D_d = \frac{L}{A} = \frac{\text{km}}{\text{km}^2} = \frac{14.93}{17.47} = 0.85$$

Cuencas con drenaje pobre: D_d alrededor de 0.5 km/km^2

Cuencas bien drenadas: D_d alrededor de 3.5 km/km^2

Se puede concluir que la subcuenca es de drenaje pobre. La importancia de conocer los índices presentados en los tres incisos anteriores, es que a partir de ellos se puede deducir el comportamiento general del flujo de agua a la salida de la cuenca de manera deductiva.

2.2.2 Parámetros asociados al relieve y altitud de la subcuenca

a. Pendiente del cauce

$$S_c = \frac{H}{L} = \frac{1}{6.76} = 0.15$$

H – desnivel en el cauce principal

L – longitud total del cauce principal

S_c – pendiente del cauce

Nota: se eliminó el primer 15% (parte montañosa) y el último 10% (parte plana) y en ese tramo calcular la pendiente del cauce para así eliminar sesgos. Se realizó un perfil del cauce (distancia vs elevación), el cual se muestra en la figura 3.

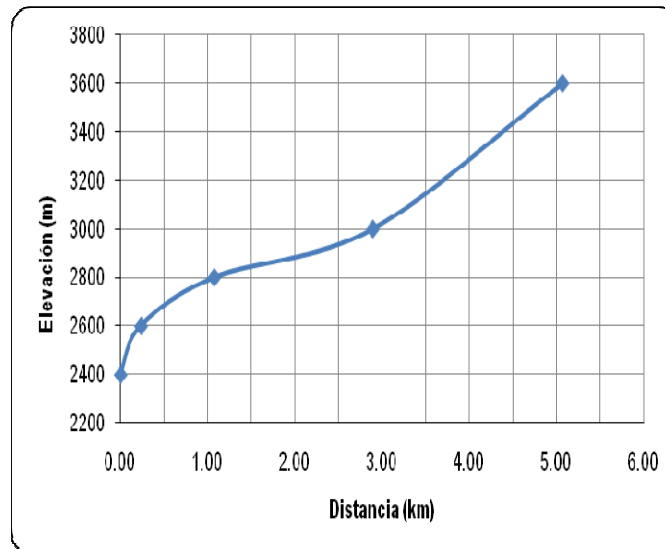


Figura 3. Relación distancia-elevación del cauce principal
Fuente: Elaboración propia

Según Heras (citado por Chow *et al*, 1994) el tipo de terreno es accidentado, con una pendiente media del 15%.

b. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es también denominado tiempo de respuesta o de equilibrio, Llamas (1993) lo define como el tiempo requerido para que, durante una tormenta uniforme, se alcance el estado estacionario; es decir, el tiempo necesario para que todo el sistema contribuya eficazmente a la generación de flujo en el desagüe. Se atribuye muy comúnmente el tiempo de concentración al tiempo que tarda una partícula de agua caída en el punto de la cuenca más alejado del desagüe en llegar a éste. Esto no corresponde con el fenómeno real, pues puede haber puntos de la cuenca en los que el agua precipitada tarde más en llegar al desagüe que el más alejado. Además, debe tenerse claro que el tiempo de concentración de una cuenca no es constante; depende de la intensidad del evento de lluvia, aunque muy ligeramente.

Por tener el concepto de tiempo de concentración una cierta base física, han sido numerosos los autores que han obtenido formulaciones del mismo, a partir de características morfológicas y geométricas de la cuenca. A continuación se muestran algunas de esas fórmulas empíricas:

- Fórmula de Kirpich.

Calcula el tiempo de concentración, T_c , en minutos, según la expresión

$$T_c = 0.01947L^{0.77}S^{-0.385}$$

Siendo L la longitud del cauce principal de la cuenca (m) y S la diferencia entre las dos elevaciones extremas de la cuenca (m) dividida por L (la pendiente promedio del recorrido principal en m/m).

$$T_c = 0.01947L^{0.77}S^{-0.385} = 0.01947(6760^{0.77})(0.15)^{-0.385} = 0.01947 * 889.32 * 2.076 = 35.95$$

$$T_c = 35.95 \cong 36 \text{ min}$$

- Fórmula Californiana (del U.S.B.R.)

Es la expresión utilizada para el tiempo de concentración en el cálculo del hidrograma triangular del *U.S. Bureau of Reclamation*. Obtiene el tiempo de concentración de la cuenca según la expresión:

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L}{J^{1/2}} \right)^{0.77}$$

Donde T_c es también en horas, y L y J la longitud y la pendiente promedio del cauce principal de la cuenca, en Km. y en m/m, respectivamente.

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L}{J^{1/2}} \right)^{0.77} = 0.066 \left(\frac{6.76}{0.15^{1/2}} \right)^{0.77} = 0.066 \left(\frac{6.76}{0.387} \right)^{0.77} = 0.066 * 9.047 = 0.597$$

$$T_c = 0.597 \text{ min} = 35.8 \text{ min} \cong 36 \text{ min}$$

A partir de los parámetros anteriormente descritos se puede establecer de manera teórica un hidrograma del comportamiento del gasto en la salida de la microcuenca, el cual se muestra en la figura 4.

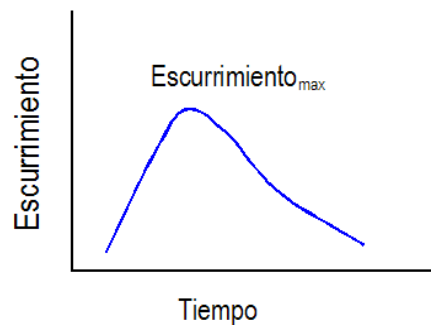


Figura 4. Hidrograma teórico asociado a las características de la subcuenca del río San Bernardino
Fuente: Elaboración propia

2.3 Balance Hidrológico de la subcuenca

A continuación se presenta una gráfica de la precipitación pluvial con respecto al tiempo de la estación San Mateo Huexotla, Texcoco (Clave 15150), cuyos datos se obtuvieron del Extractor rápido de Información Climatológica II (ERIC II).

La estación San Mateo Huexotla esta emplazada en la subcuenca del río San Bernardino, municipio de Texcoco cuyas coordenadas geográficas son: 19°28'36.98" Norte y 98°52'40" Oeste (Plano 2).

2.3.1 Precipitación

La precipitación varía en el espacio y en el tiempo de acuerdo con el patrón general de circulación atmosférica y con factores locales (figura 5). El promedio de una variable climática, a lo largo de algunos años de observación, se conoce como su valor normal (Chow *et al*, 1994).

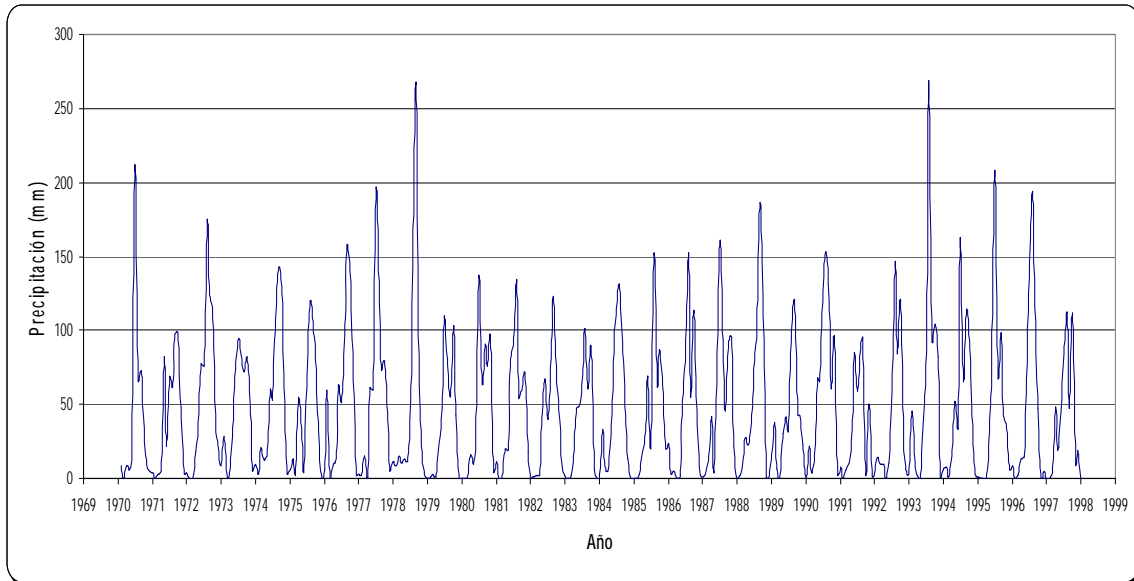


Figura 5. Precipitación registrada en la Estación 15150 San Andrés Texcoco durante el período 1971-1998

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos de la estación 15150

Kazmann (1975) menciona que, la precipitación representa el producto de circunstancias naturales y se mide en altura o lámina de agua expresada en milímetros.

2.3.2 Relación de lluvia-escurrimiento

El escurrimiento es la parte de la precipitación que llega a la red hidrográfica de la cuenca y discurre por ella dando lugar a los caudales líquidos (figura 6).

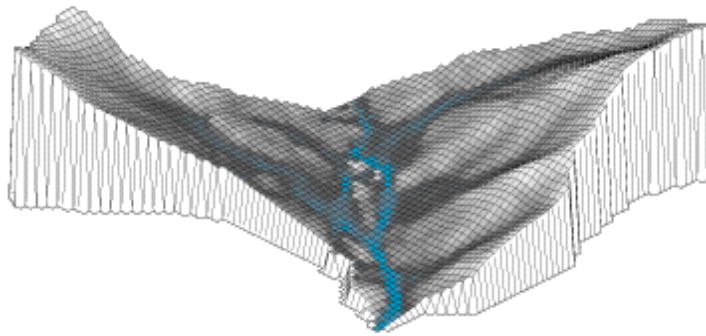


Figura 6. Escurrimiento en una cuenca

Fuente: Desarrollo de un modelo de SIG y modelación hidrológica Cuenca de captación de la presa Mariano Abasolo

Dos tipos de escorrentías generadoras de caudales se pueden distinguir. En primer lugar están las escorrentías rápidas, que discurren por la superficie del terreno, y por tanto llegan a los cauces en poco tiempo: estos volúmenes de agua son los causantes de los caudales punta de las avenidas. En segundo lugar están las escorrentías subsuperficiales y subterráneas que alimentan los cauces de una forma lenta y dan como resultado el caudal base que discurre por la red entre aguaceros.

El valor real de la escorrentía superficial directa que circula por la superficie del terreno hacia los cauces sólo puede determinarse de una forma experimental, mediante la instalación de pluviómetros en la propia cuenca y por aforos de los caudales en la red. Los factores que intervienen en la escorrentía son numerosos y pueden citarse como principales, los agroclimáticos y los fisiográficos entre otros.

El coeficiente de escorrentia es la relación entre la tasa pico de escorrentía directa y la intensidad promedio de precipitación de una tormenta. Debido a la alta variabilidad de la intensidad de precipitación, este valor es difícil de determinar utilizando la información observada. Un coeficiente de escorrentia también puede definirse como la relación entre la escorrentía y la precipitación sobre un periodo

de tiempo dado (Chow *et al*, 2004). Estos coeficientes se aplica comúnmente a precipitación y esorrentia de una tormenta, pero también puede utilizarse para información de precipitación y caudales mensuales o anuales.

En un estudio realizado por Adame y Martínez (1999), determinaron el coeficiente de escurrimiento anual para la cuenca del río San Bernardino durante el periodo de 1946 al 1995 (figura 7), y con el paso del tiempo el coeficiente ha disminuido hasta ser nulo a partir del año 1990.

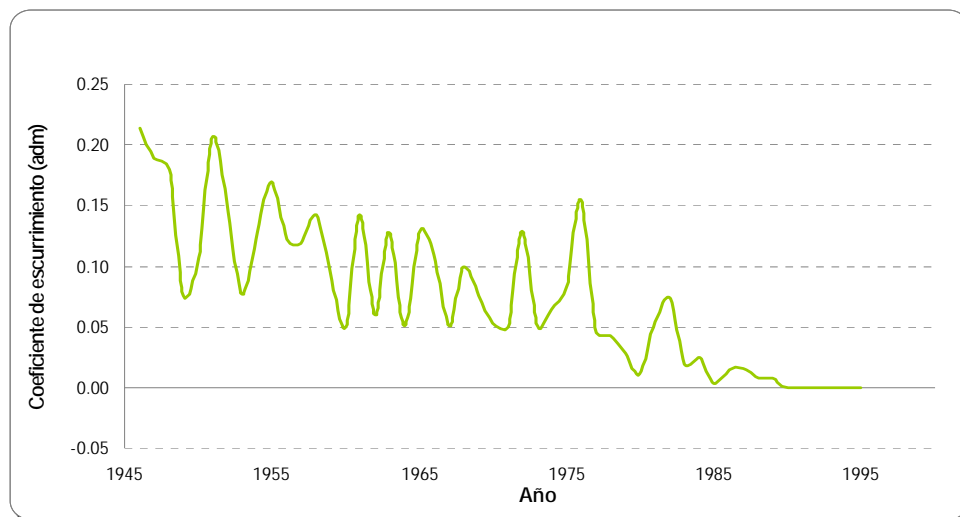


Figura 7. Escurrimiento del río San Bernardino, Texcoco durante el período 1946-1995
Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos de la estación 15150

Haciendo un recorrido por el río, se puede comprobar que no existe escurrimiento en el río San Bernardino sólo escurren las aguas negras.

En la siguiente figura (8) se muestra una gráfica de la precipitación y el coeficiente de escurrimiento para el periodo del año 1971 al año 1998.

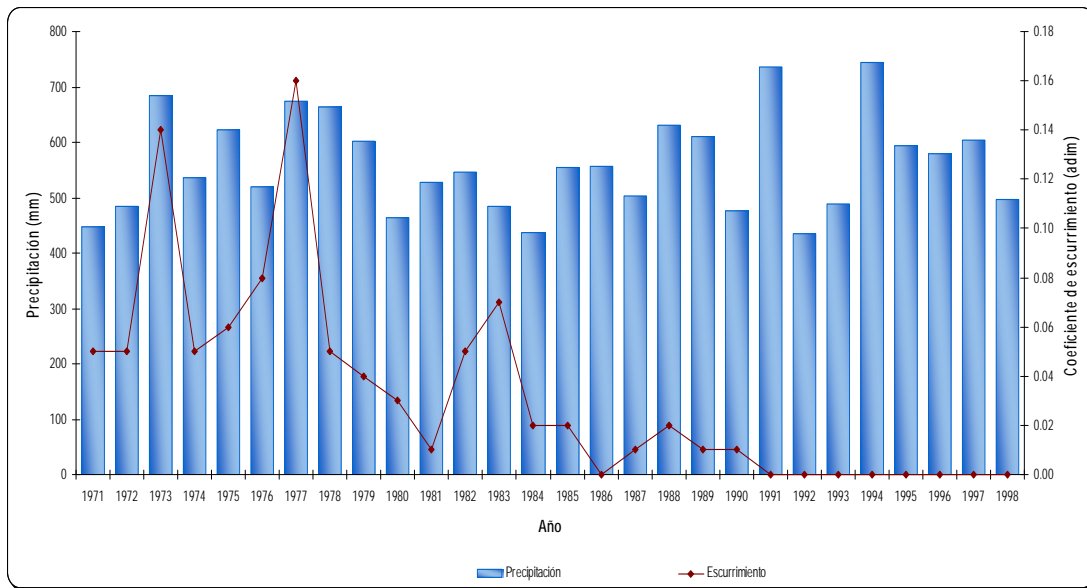


Figura 8. Precipitación-Escurrimiento en la cuenca del río San Bernardino periodo 1971-1998
Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos de la estación 15150

2.3.3 Volumen medio anual del escurrimiento

La NOM-011-CNA-2000, Apéndice Normativo; menciona un método indirecto para estimar el volumen medio anual de escurrimiento natural denominado “Precipitación-Escurrimiento”. La expresión para su estimación es la siguiente:

$$\text{Volumen anual de escurrimiento natural de la cuenca} = \text{Precipitación anual de la cuenca} * \text{Área de la cuenca} * \text{Coeficiente de escurrimiento}$$

Con los datos calculados en los incisos anteriores se determinó el volumen anual escurrido natural de la cuenca durante el período de 1971 al 2008 (cuadro) como lo indica la NOM-011-CNA-2000:

Cuadro 3. Volumen anual escurrido (mil m³) natural del río San Bernardino

Año	Volumen anual escurrido (mil m ³)	Año	Volumen anual escurrido (mil m ³)	Año	Volumen anual escurrido (mil m ³)	Año	Volumen anual escurrido (mil m ³)
1971	455.50	1981	81.21	1991	0.00	2001	0.08
1972	1,125.81	1982	564.56	1992	1.22	2002	0.00
1973	620.17	1983	692.94	1993	0.54	2003	0.00
1974	571.02	1984	161.82	1994	0.76	2004	0.00
1975	905.57	1985	208.70	1995	0.93	2005	0.00
1976	905.57	1986	33.32	1996	0.62	2006	0.00
1977	1,518.59	1987	123.58	1997	0.49	2007	0.00
1978	527.39	1988	156.56	1998	0.44	2008	0.00
1979	434.98	1989	80.81	1999	0.25		
1980	301.40	1990	0.00	2000	0.19		

Fuente: Elaboración propia

2.4 Descripción ambiental de la subcuenca

A raíz de las inundaciones repetidas de la Ciudad de México, por el incremento de los niveles del lago que provocaban las lluvias y los escurrimientos de las cuencas del río Texcoco, Chapingo y San Bernardino, se llevaron a cabo acciones para drenarlas en forma artificial, mediante la realización de obras hidráulicas que condujeron las aguas a la cuenca del río Pánuco, que inicia en el estado de Hidalgo.

En los últimos años esas avenidas se han reducido y los cauces sólo conducen aguas residuales contaminadas tanto química como biológicamente, producto de las actividades propias de los asentamientos humanos (desperdicios domésticos, industriales, pecuarios, comerciales y de instituciones de salud), que no son debidamente tratadas antes de descargarse a estas corrientes de agua, para cumplir con los límites mínimos de características físicas, químicas y bacteriológicas que indican las normas oficiales mexicanas.

En un estudio que está realizando el Colegio de Postgraduados (COLPOS) apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), sobre el diagnóstico de las fuentes y contaminantes de las descargas de agua residual a los tres ríos mencionados, los resultados preliminares de los muestreos y análisis físicos, químicos y bacteriológicos realizados a lo largo del año 2005, indican que la contaminación física y de apariencia se advierte por malos olores de los gases producidos por la descomposición de algunos de los materiales que conducen esta agua, principalmente materia orgánica. Agudizando este problema por la utilización de los cauces como depósitos de materiales de desperdicio sólido (figura 7), escombros, basura, llantas, muebles, vehículos desvalijados.

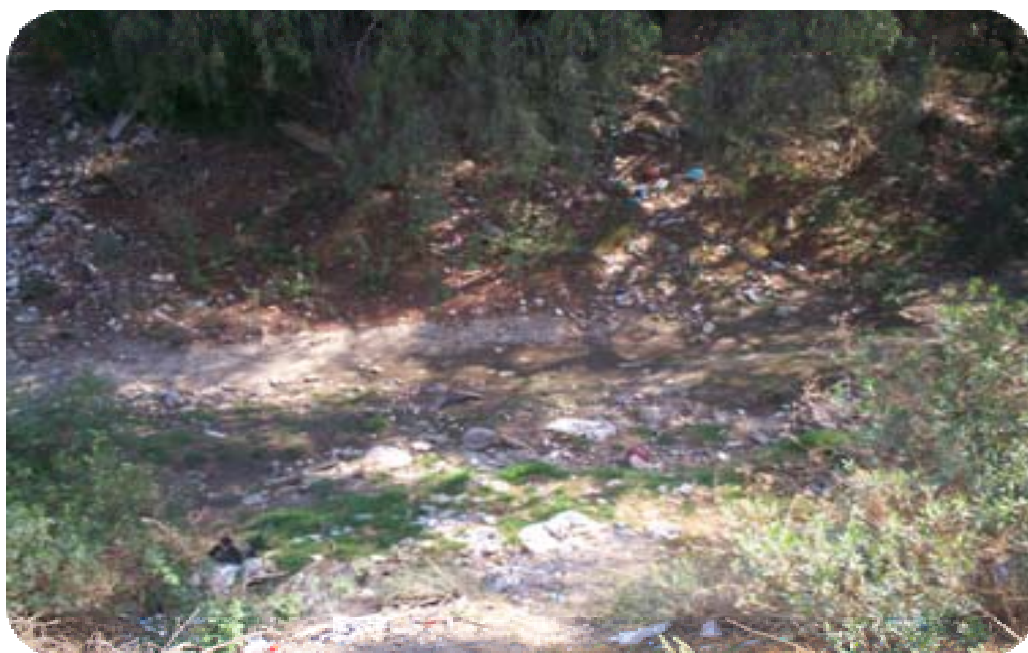


Foto 3. Cauce del río San Bernardino como depósitos de desperdicios sólidos
Fuente: Elaboración propia

En general, la contaminación química es menor por la mínima actividad industrial en el municipio que utilice agua como uno de sus insumos. Aunque esto deberá analizarse con más precisión. Por otro lado la contaminación bacteriológica ha resultado salirse de los límites permitidos en varios órdenes de magnitud, es

decir, la norma indica que el número más probable de coliformes permitido es de 1,000/100 ml de agua residual que se vierta a un cauce nacional, los resultados en el agua residual es de millones de coliformes.

El agua que conduce este río y que eventualmente está en contacto con humanos y animales, puede constituir un severo riesgo para la salud de los habitantes de la región; además, esta agua residual sin tratar al correr por los cauces se va infiltrando y pueden alcanzar los mantos de agua subterránea que surten agua para uso urbano.

En conclusión se tienen que la subcuenca del río San Bernardino, que se ubica en el municipio de Texcoco, estado de México; los gastos que presenta son pequeños además que tiene forma no circular por lo tanto no hay tantos problemas de inundaciones, otro aspecto principal, es que presenta drenaje pobre, es decir, su drenaje no es eficiente pero para los escurrimientos que presenta actualmente no causan problema de inundaciones. La pendiente que presenta es accidentada y el tiempo de concentración aproximada es de 36 min, esto indica que si se presenta una lluvia, al agua tardará 36 min aproximadamente para que todo el sistema contribuya eficazmente a la generación de flujo en el desagüe. Permitiendo esto, conocer las condiciones hídricas de la subcuenca, aunque es necesario mencionar que ha disminuido con el paso del tiempo la cantidad de agua escurrida por el cauce y estos últimos años es casi nula, solo se cuenta con escurrimientos cuando se presentan lluvias muy intensas, y actualmente solo cuenta con aguas negras descargadas directamente al cauce del río San Bernardino, siendo esto un problema.

CAPÍTULO 3

Uno de los problemas básicos de los que ha de ocuparse una sociedad es el de la asignación de recursos. Planteado en términos muy simples, significa, que la sociedad tiene que tomar una decisión sobre cómo distribuir unos recursos escasos (capital, trabajo, recursos naturales) en la producción de unos bienes cuya demanda parece superar las posibilidades de oferta. A través del tiempo, la humanidad ha buscado soluciones a este problema y en efecto ha encontrado muchas, sin embargo, de todas ellas, una parece haberse impuesto, para bien o para mal en la sociedad actual: el sistema de mercado (Azqueta, 1994).

De acuerdo con la teoría económica neoclásica del bienestar existe una relación estrecha entre el equilibrio de los mercados en competencia y la eficiencia económica, representada por los teoremas del bienestar, en donde la eficiencia se define como aquel punto en el que no se puede mejorar a un individuo por lo menos sin perjudicar a alguien más, esto es conocido como óptimo de Pareto y el equilibrio de mercado como la situación en la que el exceso de demanda agregada es exactamente igual a cero (Walras, citado por Sanjurjo, 2001).

En el óptimo de Pareto, la economía estaría funcionando en el máximo de eficiencia, adjudicando de la mejor manera los recursos. Como resultado, el comportamiento racional individual es deseable y la intervención gubernamental debe ser la mejor posible. Esta se prevé sólo para cuando hay fallas en el mercado, o sea, cuando el mercado no está maximizando el bienestar colectivo a efectos de corregirlo (Sanjurjo, 2001).

En este sentido se requiere que los mercados sean completamente competitivos y que no existan fallas de mercado, cosa que no sucede en la realidad. Por tanto, se entiende por fallas de mercado como aquellas situaciones en las cuales un mercado competitivo en equilibrio no representa una situación eficiente.

Debido a que los activos ambientales no tienen un precio de mercado se considera como una falla de mercado, estas fallas se derivan de la naturaleza pública de los recursos, destacando que los bienes públicos poseen tres características no-rivalidad, no-exclusividad y la saturabilidad. La no-rivalidad significa que el consumo de un individuo no reduce la cantidad o calidad de un bien para otro consumidor, la no-exclusividad es que coexiste manera de evitar que otros hagan uso de dicho bien, y la saturabilidad indica que un atributo natural puede ser disfrutado hasta cierto límite de capacidad, a partir del cual se satura; estos atributos contribuyen a determinar que no se les asigne valor a estos recursos por medio del mercado (Rivera, 2002).

Otra falla de mercado son las externalidades, que representan aquellas situaciones, en las que los individuos no internalizan los costos o beneficios que le generan a un tercero al momento de realizar cierta acción.

El mercado usa los precios para comunicar los deseos y límites de una sociedad, cuando un mercado funciona perfectamente, se tiene la ventaja que se puede dar un proceso de toma de decisiones de forma descentralizada y no es necesario un planeador central para asignar los recursos. El término de valor económico de los servicios ambientales significa obtener una medición monetaria.

3.1 Importancia económica y disponibilidad de pago

El objetivo de valorar los recursos ambientales es revelar el costo de oportunidad de utilizar los recursos escasos provenientes del medio ambiente identificando y analizando los puntos débiles del sistema de precios y las posibles soluciones a los problemas que causan estas debilidades del mercado. Todos los costos deben ser materia de consideración al tomar decisiones, no sólo aquellos que son monetizables (Leal 1996).

La asignación de valores ambientales es una respuesta a la necesidad de cuantificar los impactos ambientales con el fin de asignar costos y beneficios reales, provenientes de la utilización de bienes y servicios ambientales. Esta valoración nos permite establecer un balance entre preservación y uso, utilizando el criterio de eficiencia económica (la característica más importante para que un mercado funcione es la competencia, es decir que existan varias alternativas para compradores y vendedores. Un mercado es eficiente cuando las condiciones de competencia se cumplan a la perfección, de esta manera el mercado guía automáticamente a la economía) que no puede ser obtenido si los costos y beneficios ambientales no están incluidos en el análisis económico (Rivera, 2002).

La falta de expresión monetaria de costos y beneficios ambientales han evitado que éstos se analicen con facilidad en proyectos que sólo integran expresiones monetarias provenientes del mercado: así la economía ambiental ha desarrollado técnicas basadas en el concepto de disposición de pago para valorar bienes y servicios ambientales que no tienen precios ni mercado (Leal, 1996).

La disponibilidad de pago es la manera genérica con la que se mide el valor económico de cualquier bien o servicio; esta disponibilidad refleja la necesidad de éste y la disposición a desprenderse de otros bienes o su equivalente en dinero a fin de disponer de él.

3.2 Valor económico

Valorar económicamente los servicios ambientales significa obtener una medición monetaria de los cambios en el bienestar que una persona experimenta a causa de una mejora o daño de esos servicios ambientales. Asociar una determinada cifra monetaria al valor económico de un servicio ambiental no pretende representar un precio, sino un indicador monetario del valor que tiene para un individuo o conjunto de individuos el servicio en cuestión.

El valor económico total de un ecosistema es la suma de su valor de uso, su valor de no uso y el valor de opción (cuadro 4).

Cuadro 4. Valor económico total de un ecosistema

Valor de uso		Valor de opción	Valor de no uso	
Directo	Indirecto		Existencia	Legado
Madera	Biodiversidad	Biodiversidad	Biodiversidad	Biodiversidad
Recreación	Protección de cuencas	Recreación	Belleza Escénica	
Alimentos	Microclima	Belleza Escénica		
Biodiversidad	Captura de carbono			
Belleza escénica	Otras funciones ecológicas			

Fuente: tomado de Pearce (1994) en Layar y Glaister

Los valores de uso pueden ser divididos en valor de uso directo e indirecto. Un valor de uso directo puede ser el que tiene la madera extraída de un bosque o los usos recreacionales de un parque natural. El valor de uso indirecto puede ser ejemplificados por medio de las funciones ecológicas (servicios ambientales) provistos por agroecosistemas, tales como la protección de cuencas hidrográficas.

Algunos autores distinguen la subcategoría valor de opción, cuando se refieren a los valores de uso directos e indirectos potenciales que pueden disponerse en el futuro. Finalmente, están los valores de no uso. Estos se refieren a los beneficios intangibles derivados de la mera existencia de los ecosistemas, por encima de cualquier valor de uso directo o indirecto que las personas puedan disfrutar.

El valor económico de los bienes y servicios ambientales pueden ser expresados por las personas en términos de la Disposición a Pagar (DAP) o la Disposición a Aceptar (DAA) una compensación.

3.3 Métodos de valoración económica

Para valorar los recursos naturales podemos utilizar técnicas objetivas o subjetivas (cuadro 5); las técnicas objetivas utilizan precios de mercado para medir los efectos físicos sobre la producción, ocasionados por un cambio ambiental (Leal, 1996; Conabio, 1998), por lo tanto las técnicas relacionadas con los mercados convencionales se utilizan en situaciones donde los bienes o servicios ambientales presentan una producción medible. Estos métodos utilizan precios de mercado o precios inferidos si no existen mercados, tales como Dosis-Respuesta (Cambios en la producción, Costos de salud, Capital humano) y Costos de Reemplazo o Restauración.

La técnica Dosis-Respuesta busca establecer una relación entre el daño ambiental (respuesta) y alguna causa del daño (dosis). Por ejemplo, cuando un nivel de contaminación se asocia con un cambio en el medio ambiente y este cambio pueda ser valorado a precios de mercado, precios inferidos o precios sombra (tasa de cambio en la función objetivo como resultado de un cambio de una unidad en la restricción Leal, 1996). Esta técnica requiere de mucha información para evitar incertidumbres y cálculos incorrectos.

Como su nombre lo indica el método Costo de reemplazo o restauración considera los costos de reemplazar o restaurar un medio dañado a su estado original, utilizando estos costos como una medida de los beneficios de la restauración. Esta técnica es muy utilizada debido a la facilidad relativa de obtener tales costos; puede realizarse a través de experiencias similares nacionales o internacionales. Sin embargo, hay casos en los que es difícil reconocer los impactos reales de cambios en la calidad ambiental, por esta razón a menudo estos métodos son utilizados de forma conjunta combinándose o aplicando más de un método para llegar a mejores resultados (Leal, 1996).

Cuadro 5. Métodos de valoración económica

	Métodos de valoración	Efectos valorados	Bases para valorar
Valoración objetiva	Cambios en la producción	Productividad (rendimiento del trabajo, del capital, de los recursos)	Técnico/físico Comportamiento asumido
	Costos de salud	Salud (morbilidad)	Técnico/físico Comportamiento asumido
	Capital humano	Salud (morbilidad)	Técnico/físico Comportamiento asumido
	Costos de reposición o reubicación	Activos de capital, activos de recursos naturales	Técnico/físico Comportamiento asumido
	Gastos preventivos o de mitigación	Salud, productividad, activos de capital, activos de recursos naturales	Comportamiento (revelado)
Valoración subjetiva	Precios hedónicos valor de la propiedad o terreno	Calidad ambiental, productividad	Comportamiento (revelado)
	Costo del viaje	Activos de recursos naturales	Comportamiento (revelado)
	Valoración Contingente	Salud, activos de recursos naturales	Comportamiento (expresado)

Fuente: Leal (1996), Enríquez (2001) y CONDESAN (2000)

Contrario a estos, los instrumentos de valoración subjetiva incorporan el valor que las personas le otorgan al medio ambiente y recursos naturales: Valoración Contingente, Costos de Viaje y Precios hedónicos (Conabio, 1998).

La técnica de valoración del Costo de Viaje supone que la frecuencia de visitas a un lugar cambia cuando el recurso ambiental en el área se degrada, lo cual concierne directamente al problema de investigación, ya que esta sostiene que un cambio en la calidad ambiental del área repercutirá en las diversas actividades que se llevan a cabo en el área. Sin embargo, el costo de viaje puede considerarse una técnica derivada del valor del mercado porque se infiere el valor de acuerdo a las erogaciones efectuadas directamente por los visitantes al viajar al sitio específico (Leal, 1996)

La técnica de precios Hedónicos intenta determinar los atributos de un bien o servicio que explican su precio. Este método de disponibilidad de pago se infiere mediante el valor capitalizado de bienes raíces u otros mercados asociados; por lo que el método de Precios Hedónicos es considerado una técnica de preferencias reveladas (Enríquez, 2001).

La Valoración Contingente es la construcción de preferencias a través de mercados hipotéticos (Vega, 1996); este es un método de preferencias expresadas, el cual busca determinar la disposición de pago que otorgan los agentes económicos a cambios en atributos ambientales, la preocupación respecto a su validez se refiere a la naturaleza hipotética de sus respuestas (Enríquez, 2001).

La técnica para estimar la Disposición a Pagar y la Disposición a Aceptar en la valoración económica del río San Bernardino es con el método de Valoración Contingente.

3.4 Método de valoración contingente

El método de valoración contingente es una de las técnicas que se tienen para estimar el valor económico de los servicios ambientales proveídos por los agroecosistemas, para los cuales no existe mercado. Es simple en su comprensión intuitiva: se trata de simular un mercado a través de encuestas a los consumidores potenciales de servicios ambientales. Se les pregunta por la máxima cantidad de dinero que estarían dispuestos a pagar por el servicio ambiental si tuviera que comprarlo, como hacen con los demás bienes que adquieren en el mercado. De ahí se deduce el valor que para el consumidor medio (valor económico) tiene el servicio ambiental objeto de estudio.

El método de valoración contingente supone que las personas encuestadas responderán ante la simulación del mercado de servicios ambientales, de la

misma manera que lo hacen ante un mercado real de bienes y servicios. La persona encuestada 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. Si es así, su disposición a pagar es expresada a través de la encuesta, será una medida monetaria real del cambio en su bienestar ante cambios en la disponibilidad de los servicios ambientales. De esta forma, se evita el obstáculo que supone la ausencia de mercados para los servicios ambientales, enfrentando a los consumidores con mercados hipotéticos en los cuales tienen la oportunidad de mostrar su disposición a pagar por el servicio ambiental objeto de análisis (Aburto, 2004).

Valoración contingente implica la obtención de una muestra de la población de interés para la aplicación de las encuestas. Si la muestra es una buena representación de la población, la medida muestra la disposición a pagar per cápita (o por familia) puede simplemente ser atribuida a cada uno de los beneficiarios de la población tamaño "N". Así, los beneficios totales generados por los servicios ambientales se obtienen a partir del producto de "N" por la DAP media per cápita.

$$N * DAP = \text{Beneficios totales}$$

La creación de un mercado hipotético implica la formulación de un cuestionario que incluye tres elementos:

1. En primer lugar, es necesario proporcionar a la persona encuestada la información sobre el servicio ambiental que se pretende valorar, de modo que esta pueda conocer adecuadamente el problema que se está tratando.
2. En segundo lugar, se ha de abordar la formulación de la pregunta sobre la DAP. Para ello debe quedar claro el vehículo y frecuencia del pago así como el formato de la pregunta de DAP, es decir, si la pregunta sobre la

DAP es abierta (¿cuánto es lo máximo que usted pagaría?), o de tipo referéndum o dicotómico (responder “sí” o “no” a una determinada cantidad de propuestas) o una combinación de ambas (formato mixto).

En este estudio el tipo de encuesta será formato mixto porque tendrá preguntas abiertas y preguntas dicotómicas.

3. En tercer lugar se obtiene información sobre las características socioeconómicas de las personas encuestadas con la finalidad de poder estimar una función de valor, donde la DAP expresada venga explicada por esas mismas características y otras variables relevantes.

$DAP = f(\text{Ingreso, Sexo, Edad, Estadocivil, Personas, Estudios, Ocupación, Vivienda, actividades, enfermedad})$

CAPÍTULO 4

Para estimar la Valoración económica del río San Bernardino, Texcoco, Estado de México como belleza natural y recurso hídrico mediante el Método de Valoración Contingente se entrevistó de forma personal y aleatoria a los habitantes de las comunidades cercanas al cauce del río. En este capítulo se describe los materiales y métodos empleados en este estudio.

Materiales y métodos

El Método de Valoración Contingente estima el valor que otorgan las personas, a los cambios en el bienestar que les produce la modificación en condiciones de oferta de un bien ambiental mediante preguntas directas exteriorizadas en encuestas, entrevistas o cuestionarios. Con el fin de medir los beneficios relacionados con los servicios ambientales, la aplicación del Método de Valoración Contingente debe incluir de manera ordenada los siguientes pasos:

- a) Elegir y desarrollar el formato de encuesta para utilizar el método de Valoración Contingente
- b) Designar el instrumento de la encuesta incluyendo prueba piloto
- c) Administrar la encuesta mediante el muestreo y trabajo de campo
- d) Realizar un análisis econométrico y estimación del beneficio

Además, se empleó el programa ArcView como herramienta para el análisis geográfico de la subcuenca y elaborar planos de la subcuenca.

4.1 Formato de encuesta

Para la elaboración del formato a emplear en la encuesta se tomaron en cuenta trabajos de investigación realizados por la valoración económica de

recursos naturales (Gallegos,2006; Zerecero, 2006; Leal, 2005; Unar, 2005 y Aburto, 2004).

La entrevista fue de forma personal, la cual suele ser la forma más común o la más identificada con el Método de Valoración Contingente. Sus ventajas son evidentes: a) permiten al encuestador ofrecer una información detallada, b) ayudarse de material visual, c) responder a las dudas que surjan a lo largo de la entrevista y d) en definitiva controlar el tiempo de la misma.

La encuesta de Disposición a Pagar (anexo 1) consta de seis partes: Datos del entrevistado, en relación al río San Bernardino, salud y contaminación del Río San Bernardino, disposición a pagar, información ambiental y percepción de la belleza del río San Bernardino.

La encuesta de Disposición a Aceptar (anexo 2) esta dividida en cinco bloques: Datos del entrevistado, en relación al río San Bernardino, disposición a aceptar, información ambiental y percepción hídrica.

Haciendo hincapié que en la parte de Disposición a Pagar y Disposición a Aceptar, las preguntas se hicieron bajo supuestos, es decir, si el río San Bernardino estuviera en condiciones adecuadas para realizar alguna actividad, ¿estaría dispuesto a disfrutar del río y realizar alguna actividad?, o si tuviera la opción de visitar algún parque recreativo ¿hasta dónde se desplazaría?.

4.2 Instrumento de encuesta

Para la aplicación de la encuesta fue necesario hacer una prueba piloto con los habitantes de las comunidades del río San Bernardino, y así, detectar los posibles problemas que pudieran presentarse en campo. Con la prueba piloto que se realizó días anteriores, se modificó la propuesta para tener la encuesta final que se aplicó a los habitantes aledaños al cauce del río San Bernardino, ya que una de

las preguntas que no les satisfacía mucho era el nombre y como no es relevante en este estudio pues la opción fue no preguntar el nombre, también que aunque la edad y el ingreso estaban en intervalos, para los habitantes era más sencillo decir la edad. También se agregaron preguntas que permitieron conocer a percepción de los habitantes de las comunidades pertenecientes a la subcuenca del río, como belleza escénica.

4.3 Muestreo y trabajo de campo

La estadística estudia los métodos científicos para recoger, organizar, resumir y analizar datos, así como para sacar conclusiones válidas y tomar decisiones razonables basadas en tal análisis (Spiegel, 1997). El término estadística se usa para denotar los propios datos o números derivados de ellos.

Al recoger datos relativos a las características de un grupo de individuos u objetos, suele ser imposible o nada práctico observar todo el grupo, en especial si es muy grande. En vez de examinar el grupo entero, llamado *población o universo*, se examina una pequeña parte del grupo, llamada *muestra*. Una población puede ser *finita o infinita*.

Si una muestra es representativa de una población, es posible inferir importantes conclusiones sobre la población a partir del análisis de la muestra. La fase de la estadística que trata con las condiciones bajo las cuales tal inferencia es válida se llama estadística inductiva o inferencia estadística. Ya que dicha inferencia no es del todo exacta, el lenguaje de las probabilidades aparecerá al establecer nuestras conclusiones.

La parte de la estadística que sólo se ocupa de describir y analizar un grupo dado, sin sacar conclusiones sobre el grupo mayor, se llama estadística descriptiva o deductiva.

La teoría del muestreo estudia la relación entre una población y las muestras tomadas de ella, también es útil para determinar si las diferencias observadas entre dos muestras son debidas a variaciones fortuitas o si son realmente significativas. Las respuestas implican el uso de los llamados contrastes o prueba de hipótesis y de significancia, importantes en la toma de decisiones.

Para que las conclusiones derivadas del muestreo estadístico y la inferencia estadística sean validas, la muestra debe ser representativa de la población. Una forma de obtener una muestra representativa es mediante el muestreo aleatorio, de acuerdo con el cual, cada miembro de la población tiene la misma probabilidad de ser incluido en la muestra.

El tamaño de la muestra de los habitantes de las comunidades de la subsubcuebca del río San Bernardino para este estudio, puede determinarse mediante distintos procedimientos estadísticos, sin embargo, en la mayoría de las ocasiones esta sujeto a restricciones de tiempo o de dinero por parte del investigador.

El muestreo estadístico utilizado fue el muestreo aleatorio simple, en el cual se utilizó a la población aledaña al cauce del río San Bernardino. Este tipo de muestreo se utiliza frecuentemente para estimar la medida de una variable con distribución normal (Sheaffer *et al*, 2003).

Así entonces la formula general es:

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

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población (3,827)

Z = nivel de confianza (1.96)

d = precisión (0.10)

σ = varianza poblacional (0.472)

Sustituyendo los datos se tiene:

$$n = \frac{Z^2 N \sigma^2}{(N-1)d^2 + Z^2 \sigma^2} = \frac{(1.96^2) 3827 * 0.472^2}{(3827-1) * 0.10^2 + 1.96^2 * 0.472^2} = \frac{3275.33}{39.12} = 83.73 \approx 84$$

El tamaño de la muestra para realizar las encuestas es de 84 habitantes de las comunidades de la subcuenca del río San Bernardino. Una vez completados las encuestas de los habitantes de la subcuenca del río San Bernardino se procedió a vaciar toda la información a una base de datos en una hoja de cálculo (Anexo 3), para poder utilizar la información y estimar el modelo de la disposición a pagar y la disposición a aceptar.

4.4 Análisis econométrico y estimación de beneficio

El objetivo central de la investigación radica en el estudio y análisis de las Variables de Disposición a Pagar y de la Disposición a Aceptar de los habitantes encuestados, lo cual indica la cantidad de dinero que estaría destinada para la conservación y mejoramiento de los servicios ambientales de la cuenca del río San Bernardino. La Disposición a Pagar y a Aceptar son variables censuradas inferiormente ya que no todos los encuestados están dispuestos a pagar o a aceptar un pago por el servicio de recreación, tomando la variable un valor de cero.

En este caso, no es adecuado utilizar el modelo de regresión lineal estimada para mínimos cuadrados ordinarios ya que proporciona estimaciones sesgadas, por tanto se recomienda usar el modelo de regresión censurado Tobit, que es un modelo en el que hay un ordenamiento en las categorías asociadas con la variable independiente (Pindyck, 2001).

El modelo Tobit conocido como el modelo de regresión normal censurado, el cual utiliza observaciones positivas y ceros en el proceso de estimación (Tobin, 1958). Adicionalmente, en el proceso de realización de la encuesta se obtuvieron las variables que influyen negativamente en la Disposición máxima a Pagar por conservar la subcuenca del río San Bernardino, las cuales también deben ser tomadas en cuenta para la investigación. La forma econométrica de manejar estas respuestas es censurar la variable dependiente para lo cual la correcta especificación es el modelo tobit.

El modelo Tobit es un modelo estadístico propuesto por James Tobin (1958) para describir la relación entre una variable dependiente no negativa y_i y una variable independiente (o vector) x_i .

El modelo supone que hay variable no observable, la variable y_i^* . Esta variable depende linealmente de x_i a través de un parámetro β que determina la relación entre la variable independiente x_i y la variable y_i^* (como un modelo lineal). Además, hay una distribución normal del término de error u_i . La variable observada y la variable i se definen como igual a la variable latente cada vez que la variable latente está por encima de cero y cero en caso contrario.

$$y_i = \begin{cases} y_i^* & \text{if } y_i^* > 0 \\ 0 & \text{if } y_i^* \leq 0 \end{cases}$$

donde y_i^* es una variable latente:

$$y_i^* = \beta x_i + u_i, u_i \sim N(0, \sigma^2)$$

El modelo de regresión censurado Tobit, emplea variables censuradas normalmente. La censura se produce por un defecto de los datos de la muestra. La distribución de una variable censurada es una mezcla entre una distribución continua y otra discreta.

Supóngase que la versión continua subyacente del modelo está dada por:

$$Y_i^* = \alpha + \beta X_i^* + \varepsilon_i^*$$

Y^* es la Disposición a Pagar o la Disposición a Aceptar, X^* podría representar el ingreso familiar y ε_i^* es el error. Para las personas que no están dispuestos a aceptar o a pagar no pueden medirse y se establece igual a cero, entonces la ecuación estimada real será:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i$$

Conociendo el modelo a emplear para la estimación de la disposición a pagar y la disposición a aceptar además de concentrada la información en la base de datos, se ajustó un modelo de regresión con ayuda del paquete "Gretl" utilizando el modelo de regresión Tobit para los habitantes de la subcuenca del río San Bernardino.

El modelo para obtener la Disposición de Pagar por los habitantes de la subcuenca del río San Bernardino se construyó tomando en cuenta las siguientes variables:

$$DAP = \alpha + \beta_1 \text{Ing} + \beta_2 \text{Sex} + \beta_3 \text{Eda} + \beta_4 \text{Civ} + \beta_5 \text{Per} + \beta_6 \text{Est} + \beta_7 \text{Ocup} + \beta_8 \text{Viv} + \beta_9 \text{Act} + \beta_{10} \text{Enf} + \varepsilon$$

Donde:

DAP – Disposición a Pagar

Ing – Ingreso

Sex – Sexo

Eda – Edad

Civ – Estado civil

Per – Personas que viven en su casa

Est – Grado de estudios

Ocup – Ocupación principal

Viv – La vivienda que habita es propia, rentada, prestada

Act – Importancia del río dependiendo de las actividades que realiza

Enf – Se ha enfermado por las condiciones actuales del río

ε – Error

Las variables usadas en el modelo se discriminaron de acuerdo a su nivel de significancia $\left(\hat{\alpha} \leq 0.05\right)$ y al indicador log-likelihood. Este último refleja que tanto se afecta la confiabilidad del modelo cuando se elimina o agrega una variable; es decir, si el log-likelihood se hace menos negativo (aumenta significativamente) cuando se elimina una variable entonces esa variable si contribuye a explicar la variable dependiente.

Con frecuencia el número de rezagos a incluir en el lado derecho de una ecuación puede determinarse, al menos de forma aproximada, a partir de la teoría. Sin embargo, en muchos casos, no queda claro con base sólo en la teoría cuántos rezagos incluir en una ecuación. Entonces, debemos observar los datos para determinar el número “correcto” de rezagos (Pindyck, 2001).

No se puede enfocar el uso de la R^2 *corregida* para determinar cuántos rezagos agregar, debido a que un problema por el uso de R^2 ordinaria como una medida de bondad del ajuste es que no explica el número de grados de libertad (agregar variables adicionales en el lado derecho de una regresión siempre incrementará R^2). La R^2 *corregida* mide el porcentaje de la varianza en la variable dependiente:

$$\overline{R^2} = 1 - \frac{\text{Var}(\hat{\varepsilon})}{\text{Var}(\hat{y})}$$

La R^2 *corregida* se relaciona con la R^2 de la siguiente manera:

$$\overline{R^2} = 1 - (1 - R^2) \frac{N-1}{N-k}$$

Donde N es el número de observaciones y k es el número de variables independientes. Por consiguiente, cuando agregamos variables independientes adicionales a una regresión, $\overline{R^2}$ puede incrementarse o disminuir. Por tanto, un método para seleccionar el número de rezagos en un modelo de rezago distribuido es tan sólo agregar rezagos adicionales hasta que la R^2 *corregida* deja de incrementarse.

Otro procedimiento es usar el *criterio de información Akaike (AIC)*:

$$\text{AIC} = \log\left(\frac{\sum \hat{\varepsilon}_i^2}{N}\right) + \frac{2k}{N}$$

Donde $\sum \hat{\varepsilon}_i^2$ es la suma de residuales cuadrados. El AIC difiere de la R^2 *corregida* en que penaliza más fuerte la adición de variables en el lado derecho (lo cual reduce el número de grados de libertad). En un principio, podemos

seleccionar una estructura de rezago incrementando el número de rezagos hasta el punto en que el AIC alcanza un valor mínimo.

Otra estadística que se relaciona en forma estrecha con el AIC es el *criterio de Schawartz*:

$$SC = \log\left(\frac{\sum \hat{\varepsilon}_i^2}{N}\right) + \frac{k \log N}{N}$$

Esta fórmula también penaliza la adición de variables en el lado derecho en forma más frecuente que la R^2 corregida.

El modelo para obtener la Disposición de Aceptar por los habitantes de la subcuenca del río San Bernardino se construyó tomando en cuenta las siguientes variables:

$$DAP = \alpha + \beta_1 \text{Ing} + \beta_2 \text{Sex} + \beta_3 \text{Eda} + \beta_4 \text{Civ} + \beta_5 \text{Per} + \beta_6 \text{Ocup} + \varepsilon$$

Donde:

DAP – Disposición a Pagar

Ing – Ingreso

Sex – Sexo

Eda – Edad

Civ – Estado civil

Per – Personas que viven en su casa

Ocup – Ocupación principal

ε – Error

Además de la estimación de los parámetros para la obtención del modelo de las funciones Disposición a Pagar y la Disposición a Aceptar, se elaboraron unos

planos con el programa ArcView para la descripción geográfica de la cuenca y recomendaciones.

4.5 ArcView

Mediante los Sistemas de Información Geográfica, es posible crear bases de datos con toda la información necesaria para la toma de decisiones, sobre el manejo hidráulico de las cuencas. Esta información puede combinarse con la posición geográfica de los elementos que forman las cuencas para mejorar el entendimiento de su funcionamiento.

Por otra parte, la información que pueden proporcionar los sensores remotos en tiempo real, son de gran valor para evaluar la condición de las cuencas, lo cual permitirá mejorar significativamente la toma de decisiones de las autoridades responsables de la conservación de las cuencas (Palacios y Exebio 2011).

Un SIG es una herramienta de software que permite almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica. Una característica que distingue a los SIG es la habilidad para incorporar datos espaciales, manejarlos, analizarlos (figura 9).



Figura 9. Sistema de Información Geográfica (SIG)

Fuente: Palacios y Exebio (2011)

ArcView (figura 10) es un software perteneciente a la compañía Environmental Systems Research Institute (ESRI), especializado en SIG y en la generación de mapas; además, permite la visualización, exploración, consulta y análisis de datos geográficos.

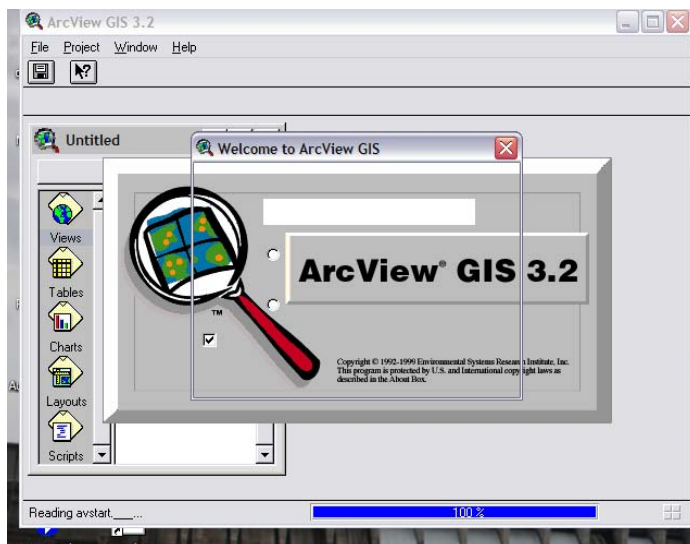


Figura 10. Software ArcView

ArcView corre bajo plataformas UNIX, Windows o Macintosh, y las características son casi las mismas, y maneja toda su información a través de proyectos. Un proyecto es un archivo donde se almacena todo el trabajo realizado y contiene todas las vistas, tablas, presentaciones y scripts que se utilizaran para alguna aplicación en particular o un conjunto de aplicaciones relacionadas.

Dicho programa muestra, también, una interfaz visual basada en menús y botones para la realización de casi todas las operaciones posibles de este manejador (análisis, consultados, visualización).

Este programa utiliza vistas para mostrar los mapas o planos con que se cuente en el proyecto. Una vista está conformada por un conjunto de capas de información geográfica de algún área o sitio en particular.

Cada capa es una colección de características geográficas relacionadas como: ríos, lagos, estados o ciudades. Dentro de ArcView, estas capas adquieren el nombre de Themes.

El poder analizar la información resulta muy importante, pero también lo es la forma en que se presentan los resultados. Es por eso que ArcView permite personalizar una cantidad muy variada de presentaciones, entre las cuales se encuentra el denominado Layout, que es donde se prepara una vista imprimible que contiene los temas de interés, y que puede ser exportada y analizada.

En una presentación se pueden incluir tanto vistas como tablas o gráficas, además de etiquetas, medidas, escalas, dibujos, entre otros. Ya que se cuentan con información descriptiva (base de datos) y especial (mapas), entonces, el interés, aparte de desplegar y analizar; también puede ser el de realizar consultas de algún tipo de información específica.

ArcView permite identificar ubicaciones especiales por alguna característica descriptiva que contenga. Esto es, se proporciona la palabra y, entonces, se realiza una búsqueda en la base de datos de ArcView, y este indica la ubicación espacial a la que se hace referencia mediante la consulta. Con esta opción, es posible localizar un país en particular con sólo su nombre.

La proyección de mapas es una fórmula matemática para representar la superficie curva de la Tierra en un mapa de forma plana. La representación curva de la Tierra puede mostrarse, y, para ellos, han sido desarrolladas diferentes proyecciones, cada una enfocada a distintos propósitos. Dichas proyecciones difieren en la manera de manejar el área, forma, distancia y dirección.

ArcView permite agregar imágenes a las diferentes vistas y cambiar la manera en que estas son desplegadas, así como asegurarse de que las imágenes estén correctamente registradas y posicionadas con otras capas.

CAPÍTULO 5

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos mediante el análisis de los datos obteniendo la estadística descriptiva de los habitantes encuestados y la inferencia estadística estableciendo el modelo teórico de comportamiento de la variable Disposición a Pagar y la Disposición a Aceptar.

Resultados y discusión

Los datos obtenidos mediante la aplicación de la encuesta de la Disposición a Pagar a los habitantes de las comunidades de la subcuenca del río San Bernardino se describen a continuación.

5.1 Estadística descriptiva de la encuesta DAP

5.1.1 Datos del entrevistado DAP

Se entrevistaron a 84 habitantes de la subcuenca del río San Bernardino. El 46.4 % de los encuestados son hombres y el 53.6 % son del género femenino (figura 11). Corresponde a los datos reportados por el INEGI (Censo poblacional 2010), que indican que el porcentaje del género femenino en el Estado de México es del 51.4 % de la población total del Estado de México y el 48.6% corresponden al género masculino.



Figura 11. Género de los habitantes encuestados
Fuente: Elaboración propia

La edad promedio de los 84 encuestados es de 40 años, el 23.7 % de los encuestados tenía menos de 30 años, el 52.4 % estaba entre el rango de 30-40 años, el 2.4 % entre los 41-50 años, el 11.9 % entre los 51-60 años, el 6.0 % entre los 61-70 años y el 3.6 % restante tenía más de 70 años (figura 12). Esto debido que al momento de realizar la encuesta era en horarios de la mañana y medio día permitiendo que los encuestados fueran habitantes que atendían su negocio, jubilados, entre otros.

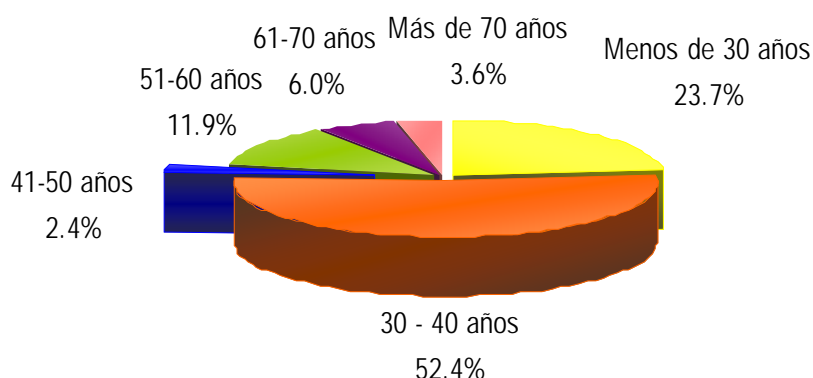


Figura 12. Edad de los encuestados

Fuente: Elaboración propia

El número promedio que habitan en la casa del encuestado es 4.4 personas, es decir, 4 integrantes de la familia en promedio. Con lo que respecta al grado de estudios, se concluye que los años promedio de estudio es de 7.4 años y se puede resumir que el promedio los encuestados concluyeron la primaria y continuaron con la secundaria sin concluirla. Los resultados son similares a los reportados por las Estadísticas de INEGI 2010 indican que el 55% de los habitantes tienen la educación básica primaria concluida y tan solo el 22% concluyeron su educación secundaria.

En relación a la ocupación principal se resume que de los 84 encuestados el 28.6 % se dedican al hogar, el 16.6 % son estudiantes, el 23.8 % son comerciantes y el 31.2 % son empleados de alguna empresa, comercio o

institución (figura 13). Esto por el tiempo en que se hicieron las entrevistas, ya que fue en la mañana y durante la tarde del día. Eso corresponde con las Estadísticas de INEGI 2010, en donde señala que la principal ocupación es ser empleado, segundo comercio, restaurantes y hoteles, en tercera posición los servicios comunales seguidos por los servicios financieros, entre otras.

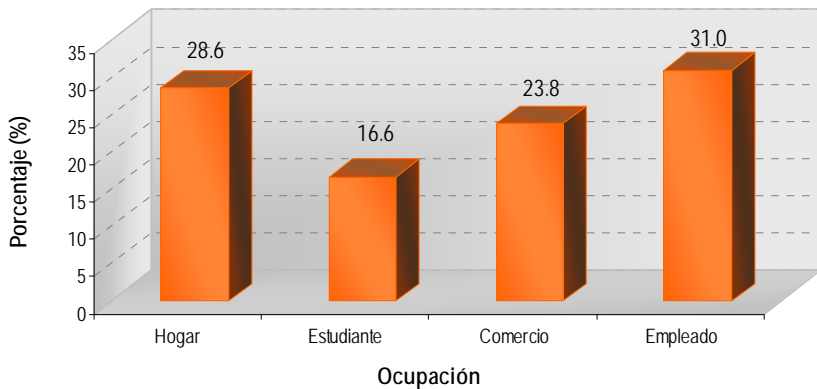


Figura 13. Ocupación principal de los encuestados
Fuente: Elaboración propia

El ingreso promedio de los habitantes de la subcuenca del río San Bernardino es de \$3,996 mensual. Y la mayoría de ellos habita en casa propia (78.6 %), el 2.4 % de los encuestados habita en una casa prestada y el 19.0 % de los encuestados habitan en una casa rentada (figura 14).

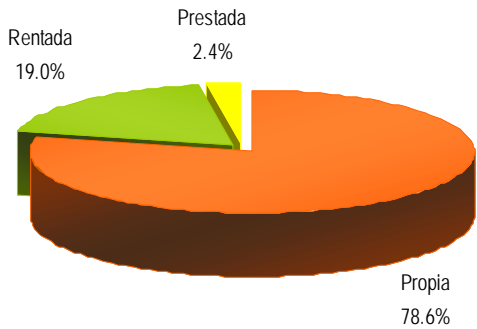


Figura 14. Tipo de vivienda que habitan los encuestados
Fuente: Elaboración propia

5.1.2 En relación al río San Bernardino DAP

De acuerdo a las actividades que realizan los habitantes de la subcuenca del río San Bernardino, el 13.1 % manifiestan que el río San Bernardino es Muy importante, el 64.3 % es Importante y el 22.6 % indican que el río San Bernardino no es importante considerando las actividades que realizan (figura 15).

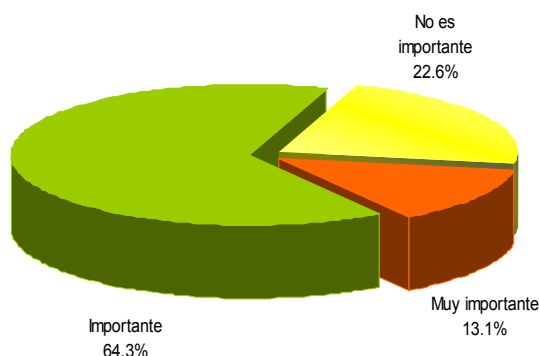


Figura 15. Importancia del río San Bernardino para los encuestados
Fuente: Elaboración propia

Los principales problemas que han notado en el río San Bernardino en los últimos años son: que actualmente escurren aguas negras como lo menciona el estudio realizado por Rivera *et al* (2007), siendo un foco de infección además del mal olor que se acentúa en la tarde, además de la presencia de mosquitos y la basura que se presenta en el cauce. Datos que coinciden con la recopilación de Bauer (2007) de trabajos realizados en las cuencas de los ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino.

Las recomendaciones que los habitantes dan para contrarrestar los problemas que afectan al río San Bernardino y su medio ambiente son: desazolve, limpieza en el cauce, retiro de escombros y algunas personas recomiendan el entubamiento del cauce del río y plantear un proyecto de mejoramiento del río, de las cuales son algunas de las propuestas de la recopilación de trabajos por Bauer para el mejoramiento de medio ambiente de las cuencas.

Respecto a la pregunta 13 del Anexo 1 “Suponiendo que el río San Bernardino se encontrara en condiciones adecuadas para efectuar un recorrido y aprovechar la belleza natural escénica que proporciona” el 69.0 % de los encuestados respondieron que si y el 31.0 % del muestreo su respuesta fue negativa (figura 16). Esto debido a que algunas personas mencionaron que solo salen a caminar por su casa.

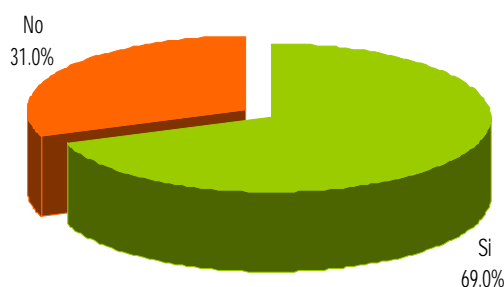


Figura 16. Disposición a realizar alguna actividad recreativa en el río San Bernardino
Fuente: Elaboración propia

Las personas que si están dispuestas a disfrutar de alguna actividad recreativa en el río San Bernardino, bajo el supuesto que se encuentra en condiciones adecuadas para realizar alguna actividad recreativa, mencionaron que les gustaría caminar, hacer ejercicio, contar con un espacio para que jueguen los niños aprovechar un día en familia y disfrutar un día de campo y descansar.

5.1.3 Salud y contaminación del río San Bernardino DAP

En lo referente a la salud y contaminación del río San Bernardino, los habitantes de las comunidades pertenecientes a la subcuenca mencionan que el río San Bernardino presenta contaminación por la basura que tiran en el cauce y por la descarga de aguas negras.

El 63.1 % de los habitantes encuestados mencionan no haberse contagiado de alguna enfermedad por las condiciones ambientales que se presentan

actualmente en el cauce del río San Bernardino y el 36.9 % indican que si se han enfermado (figura 17).

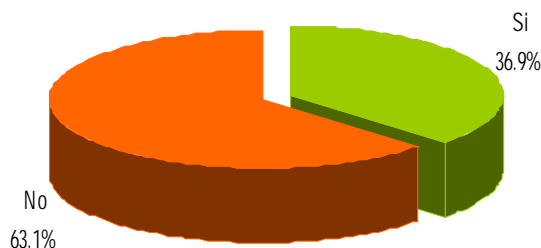


Figura 17. Contagio de alguna enfermedad por las condiciones ambientales del río
Fuente: Elaboración propia

La infección de garganta, ocular, estomacal y alergia en la piel son algunas de las enfermedades mencionadas por los habitantes afirman haberse enfermado por las condiciones ambientales que presenta el río actualmente, teniendo una suspensión de sus actividades de dos días como mínimo y un costo promedio de su tratamiento de \$224.00 (doscientos veinticuatro pesos 00/100 M.N.).

5.1.4 Disposición a Pagar

En este apartado de la encuesta el principal tema es la disposición a pagar de los habitantes de las comunidades de la subcuenca del río San Bernardino.

Una de las preguntas trata sobre el lugar que visitaría si tuviera la opción de visitar algún parque de creación, cuya respuesta principal fue Texcoco (71.4 %), el 13.0 % de los entrevistados mencionaron que si tuvieran la opción de visitar algún parque de recreación, visitarían el Molino de las Flores, el 7.8 % irían fuera de Texcoco sin especificar y el 1.3 % restante se desplazaría hasta el Bioparque de Puebla.

La máxima disposición a pagar mensual por parte de los habitantes de las comunidades de la subcuenca del río San Bernardino por visitar algún parque de recreación en promedio es de \$60.87 (sesenta pesos 87/100 M.N.).

El resultado de la pregunta 20 de la encuesta (anexo 1), la cual indica si el habitante estaría dispuesto a pagar la misma cantidad que invertiría al visitar algún parque de recreación para mejorar las condiciones ambientales de la subcuenca del río San Bernardino, fue que el 91.7 % si está dispuesto a pagar y el 8.3 % no están dispuestos (figura 18) justificando que el Gobierno Federal debe invertir para el mejoramiento del río.

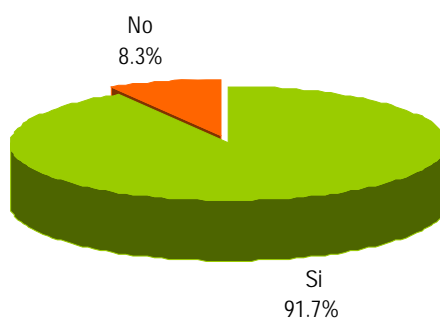


Figura 18. Disposición a pagar para mejorar las condiciones ambientales
Fuente: Elaboración propia

5.1.5 Información ambiental DAP

En este bloque de preguntas, el tema principal son los problemas ambientales detectados en el río San Bernardino entre los que destacan: pérdida de agua en el cauce del río siendo remplazada por aguas negras, basura tirada en el cauce, pérdida de la vegetación y el mal olor siendo esto en conjunto un foco de contagio de enfermedades. Que coincide con lo publicado por Bauer (2007).

El 78.6 % de los encuestados mencionan que si se implementará un pago por servicios ambientales ayudaría al mejoramiento y conservación del río San Bernardino y el 22.4 % restante menciona que no mejorarían las condiciones

ambientales. Lo cual indica que sí se implementará un pago por servicios ambientales mejorarían las condiciones ambientales del río cuyo resultado puede compararse con el estudio de Silva (2010) en el cual determino que los habitantes que aprovechan un recurso natural están dispuestos a dar un apoyo para su mejoramiento.

5.1.6 Percepción de la belleza del río San Bernardino DAP

En este bloque se realizaron una serie de preguntas para conocer la percepción, de los habitantes de la subcuenca, de la belleza del río San Bernardino.

En la figura 19, se resume la percepción de la belleza del río de los habitantes de las comunidades de la subcuenca, concluyendo que el 82.1 % de los entrevistados mencionan que sí se han dado cuenta de la belleza natural del río San Bernardino (foto 4) y el 17.9 % no se han percatado.

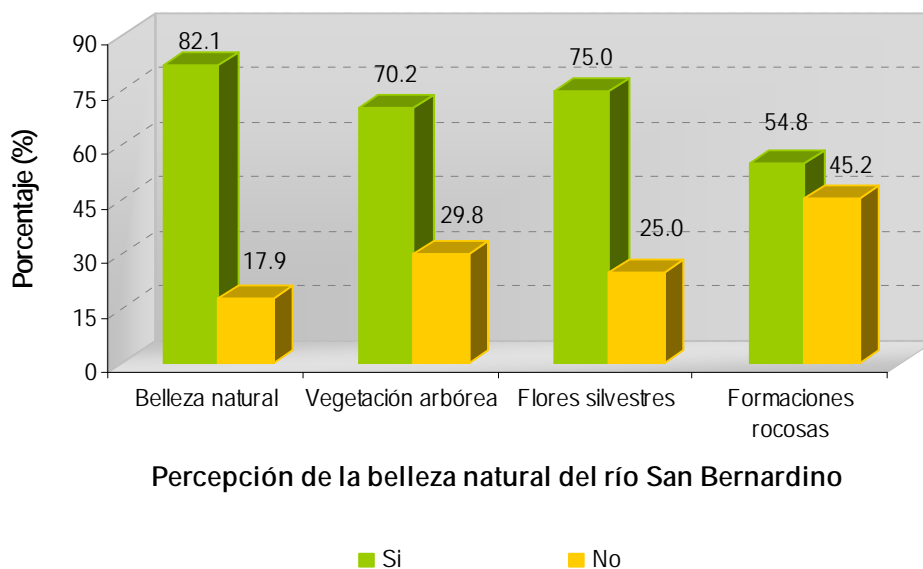


Figura 19. Percepción de la belleza natural de los habitantes de las comunidades de la subcuenca del río San Bernardino
Fuente: Elaboración propia



Foto 4. Belleza natural del río San Bernardino
Fuente: Guillermo González

El 70.2 % de los habitantes encuestados indican que si se han dado cuenta del vegetación arbórea (foto 5) y el 29.8 % restante mencionan que no.



Foto 5. Vegetación arbórea del río San Bernardino
Fuente: Guillermo González

El 75.0 % de los entrevistados manifiestan que si se han dado cuenta de las flores silvestres nativas de la subcuenca y el 25.0 % de los encuestados mencionan que no.

El 54.8 % de los habitantes encuestados respondieron afirmativamente cuando se les pregunto si se han dado cuenta de la existencia de formaciones rocosas, barrancas y las cañadas, mientras que el 45.2 % señalaron que no se han dado cuenta.

La disposición a pagar por parte de los habitantes del río San Bernardino para su mejoramiento permite estimar un modelo estadístico y conocer las variables significativas que hacen variar la disposición a pagar, además de saber cuales variables influyen positiva o negativamente. Por lo anterior, se hace uso de la inferencia estadística.

5.2 Inferencia estadística de la encuesta DAP

5.2.1 Datos de salida del paquete Gretl

Se emplearon 77 encuestas, para el análisis con el programa Gretl empleando el modelo Tobit, de las personas que manifestaron estar dispuestos a pagar para mejorar el medio ambiente del río San Bernardino.

Con la base de datos (anexo 4) capturadas para hacer uso del programa, se realizaron diferentes salidas (anexo 5 y 6) del programa para conocer el mejor modelo que explique los datos observados de las entrevistas realizadas personalmente (anexo 7).

En la primera salida (anexo 4) se emplearon las 77 observaciones, pero había un registro extremo que se anulo para hacer una nueva salida (anexo 5) con solo un registro de 76 observaciones teniendo un cambio significativo en la salida.

Después se redujeron variables que no afectaban en la explicación y se tuvo una tercera salida del modelo estimado (cuadro 6). Como resultado se tiene que la tercera salida es la que mejor se ajusta a los datos obtenidos de las encuestas.

Cuadro 6. Modelo que mejor se ajusta a los datos observados de la DAP

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	27.3234	41.6357	0.6563	0.51166	
Sex1	-22.5057	11.3495	-1.9830	0.04737	**
Eda	0.188265	0.320938	0.5866	0.55747	
Civ1	-33.0743	27.9505	-1.1833	0.23668	
Civ2	-16.7193	20.5266	-0.8145	0.41535	
Civ3	-24.8413	33.8907	-0.7330	0.46357	
Civ4	-18.4801	27.9164	-0.6620	0.50798	
Per	-2.74678	3.42169	-0.8028	0.42212	
Est	-3.5578	2.701	-1.3172	0.18777	
Ocup1	-24.7881	16.7147	-1.4830	0.13807	
Ocup2	-19.3491	16.6223	-1.1640	0.24441	
Ocup3	-25.6894	13.5256	-1.8993	0.05752	*
Ing	0.0279099	0.00477081	5.8501	<0.00001	***
Viv1	-10.8408	27.8346	-0.3895	0.69693	
Viv2	11.9115	31.7789	0.3748	0.70779	
Enf1	22.9591	10.3629	2.2155	0.02672	**

Fuente: Salida del programa Gretl, estimado con un modelo Tobit utilizando las 75 observaciones, Variable dependiente: DAP_men

La selección del modelo que mejor explica las observaciones, fue conforme a los criterios de información de Akaike y Bayesiano y el criterio de Hannan-Quinn. Los cuales indican que las variables que explican mejor las observaciones, son aquellas que están en el modelo cuyos criterios son menores, como es el caso del modelo 3 (cuadro 7).

Cuadro 7. Criterios de los diferentes modelos conforme a los datos observados de la DAP

<i>Criterio de</i>	<i>Modelo 1</i>	<i>Modelo 2</i>	<i>Modelo 3</i>
<i>Información de Akaike</i>	755.820	723.338	713.914
<i>Información Bayesiano de Schwaz</i>	802.696	753.637	753.311
<i>Hannan-Quinn</i>	774.57	753.637	729.645

Fuente: Elaboración propia con las salidas del programa Gretl

5.2.2 Construcción del modelo econométrico

El modelo que mejor se ajustó para explicar la variable Disposición a Pagar mensual tiene cuatro variables significativas (cuadro 8), las cuales son: Ingreso (Ing), Si se enfermaron por las condiciones que presenta el río (Enf1), el sexo masculino en los encuestados (Sex1) y si se dedicaban al comercio (Ocup3).

Cuadro 8. Variables significativas en la construcción del modelo DAP

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
Ing	0.0279099	0.00477081	5.8501	<0.00001	***
Enf1	22.9591	10.3629	2.2155	0.02672	**
Sex1	-22.5057	11.3495	-1.9830	0.04737	**
Ocup3	-25.6894	13.5256	-1.8993	0.05752	*

Fuente: Elaboración propia con las salidas del programa Gretl

El modelo econométrico, obtenido del análisis de las 77 encuestas, es el siguiente:

$$DAP = -31.12 + 0.0279099Ing + 22.9591Enf1 - 22.5057Sex1 - 25.6894Ocup3$$

5.2.3 Características estructurales que explican la Disposición a Pagar mensual

5.2.3.1 Ingreso

La variable *Ing* con un coeficiente de 0.0279099 indica que por cada peso de ingreso de los habitantes de las comunidades de la subcuenca del río San Bernardino, la disposición a pagar mensual incrementa \$0.0279 (casi tres centavos). El coeficiente de esta variable es positivo indicando una relación directa entre el la disposición a pagar mensual y el ingreso de los habitantes.

5.2.3.2 Si se han enfermado por las condiciones ambientales del río

El valor del coeficiente de la variable *Enf1* es de 22.9591, indicando que las personas que se han enfermado por las condiciones ambientales del río San Bernardino están dispuestas a incrementar la disposición a pagar mensualmente \$22.96 (veintidós pesos 96/100 M.N.), teniendo una relación directa entre ambas variables.

5.2.3.3 Sexo masculino

La variable *Sex1* es de 22.5057 con signo negativo lo cual indica una relación inversa con la disposición a pagar mensual. Esta variable indica que las personas de sexo masculino disminuyen \$22.51 (veintidós pesos 51/100 M.N.) del monto de la disposición a pagar mensual.

5.2.3.4 Ocupación comerciante

La variable *Ocup3* es de 25.6894 con signo negativo lo cual indica una relación inversa con la disposición a pagar mensual. Esta variable indica que las personas que su ocupación es el comercio disminuyen \$25.69 (veinticinco pesos 69/100 M.N.) del monto de la disposición a pagar mensual.

5.2.3 Disposición a Pagar estática con respecto al Ingreso (Ing)

Con la forma estructural del modelo estimado, se calcula la Disposición a Pagar estática respecto al ingreso (García *et al*, 2003), multiplicando los coeficientes de cada una de las variables distintas por sus valores medios y agregándolos en el intercepto de dicho modelo estructural (cuadro 9).

Cuadro 9. Cálculo del intercepto para la DAP estática con relación al ingreso

Coefficiente	Variable	Producto	Nuevo intercepto
27.3234	const	27.3234 (1)	27.3234
0.188265	Eda	0.188265 (40)	7.5306
-16.7193	Civ2	-16.7193 (1)	-16.7193
-2.74678	Per	-2.74678 (4.4)	-12.085832
-3.5578	Est	-3.5578 (7.4)	-26.32772
-24.7881	Ocup1	-24.7881 (1)	-24.7881
0.0279099	Ing	0.0279099	
-10.8408	Viv1	-10.8408 (1)	-10.8408
			-55.91

Fuente: Elaboración propia con las salidas del programa Gretl

Sumando al intercepto 27.3234) el valor del producto de las variables distintas al ingreso (Ing) se obtiene el nuevo intercepto (-55.91). La curva de Disposición a Pagar-estática respecto al ingreso, sería:

$$DAP = -55.91 + 0.0279099Ing$$

Esto indica que, cuando un habitante no tuviera un ingreso fijo, es decir, cero pesos, la ecuación DAP indica que la persona requiere de apoyo económico superior a los \$55.91 (cincuenta y cinco pesos 91/100 M.N.) para estar dispuesto a pagar mensualmente por el mejoramiento de las condiciones del río San Bernardino.

Para graficar la Disposición a Pagar mensual, se sustituye en la ecuación Disposición a Pagar estática los ingresos mensuales: mínimo (\$2,200 mensual), promedio (\$3,845.33 mensual) y máximo (\$7,300 mensual), con lo que, *ceteris Paribus*, se obtienen las respectivas Disposiciones a Pagar mensuales \$5.49, \$51.42 y \$147.83 respectivamente. Uniendo los puntos formados por la Disposición a Pagar anual y los ingresos, se obtiene la gráfica siguiente (figura 20). Tomando como base el punto medio (3845.33,51.42), y los otros dos puntos (2200,5.49) y (7300,147.83) manteniendo lo demás constante, ejemplifica el concepto Disposición a Pagar mensual estática respecto al ingreso.

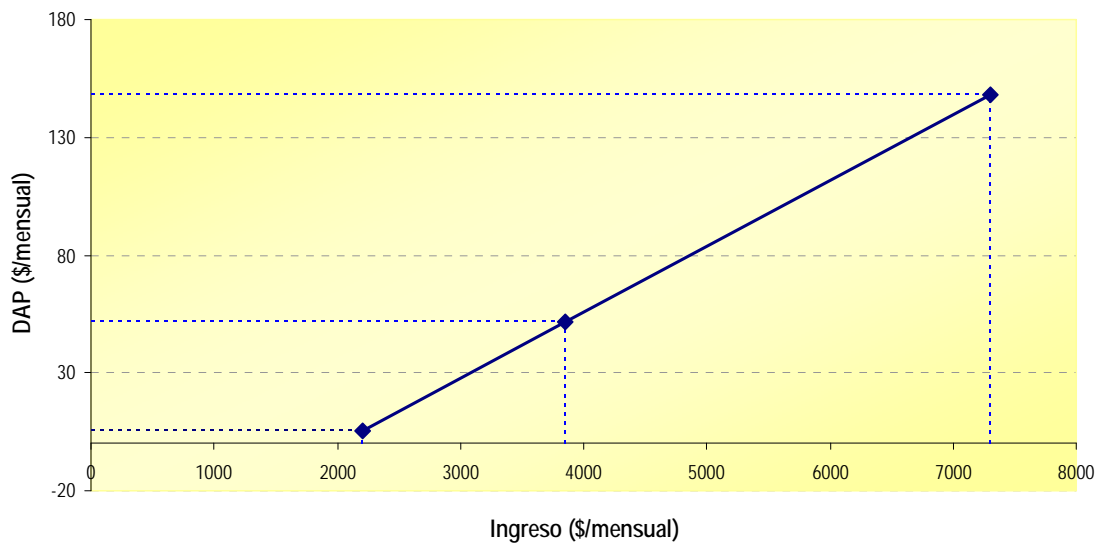


Figura 20. Curva de Disposición a Pagar estática respecto al ingreso
 Fuente: Elaboración propia con las salidas del programa Gretl

La Disposición a Pagar mensual promedio es de \$51.42 (cincuenta y un pesos 42/100 M.N.) por habitante de la subcuenca del río San Bernardino. En resumen la DAP mensual en este estudio esta relacionada directamente con el ingreso como es el caso del estudio realizado por Zerecero (2006).

Este estudio también contempla la disposición a aceptar, la cual se describe continuación.

5.3 Estadística descriptiva de la encuesta DAA

Los datos obtenidos mediante la aplicación de la encuesta de la Disposición a Aceptar a los habitantes de las comunidades de la subcuenca del río San Bernardino se describen a continuación.

5.3.1 Datos del entrevistado DAA

Se entrevistaron para estimar el modelo de Disposición a Aceptar a 51 habitantes de la subcuenca del río San Bernardino. El 68.6 % de los encuestados son mujeres y el 31.4 % son del género masculino (figura 21). Corresponde a que por lo regular para la disposición a aceptar compensación por realizar alguna actividad para el mejoramiento del río fueron hombres, debido a que ellos estaban más inclinados por apoyar con labores para la limpieza del río.

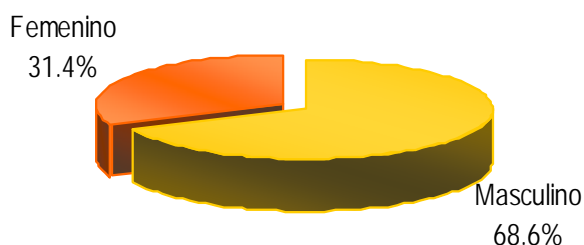


Figura 21. Género de los habitantes encuestados con disposición a aceptar
Fuente: Elaboración propia

La edad promedio de los 51 encuestados es de 48 años aproximadamente, el 3.9 % de los encuestados tenía menos de 30 años, el 19.6 % estaba entre el rango de 30-40 años, el 41.2 % entre los 41-50 años, el 27.5 % entre los 51-60 años y el 7.8 % restante tenía más de 60 años (figura 22). Esto debido que al momento de realizar la encuesta era en horarios de la mañana y medio día permitiendo que los encuestados fueran habitantes que jubilados, los que atendían en comercios, entre otros.

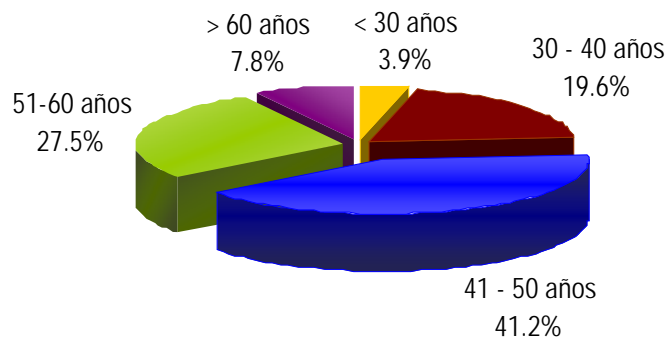


Figura 22. Edad de los encuestados

Fuente: Elaboración propia

El número promedio que habitan en la casa del encuestado es 5.9 personas, es decir, aproximadamente 6 integrantes de la familia en promedio. Con lo que respecta al grado de estudios, se concluye que los años promedio de estudio es de 6.0 años y se puede resumir que el promedio los encuestados concluyeron la primaria. Los resultados son similares a los reportados por las Estadísticas de INEGI 2010 indican que el 55% de los habitantes tienen la educación básica primaria concluida y tan solo el 22% concluyeron su educación secundaria.

En relación a la ocupación principal se resume que de los 51 encuestados el 15.7 % se dedican al hogar, el 39.2 % son comerciantes, el 21.6 % son empleados de alguna empresa, comercio o institución y el 23.5 % se dedican al cuidado de su animales y campo (figura 23). Esto por el tiempo en que se hicieron las entrevistas, ya que fue en la mañana y durante la tarde del día. Para la realización de estas encuestas se entrevistaron a las personas que se encontraban cerca del cauce del río.

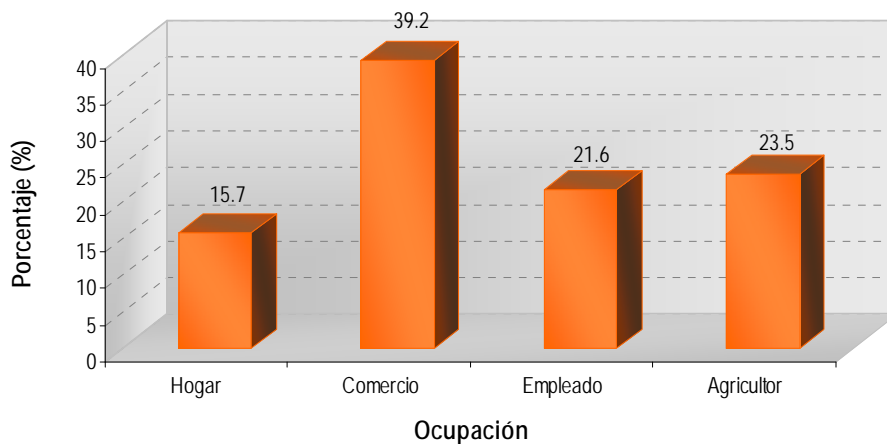


Figura 23. Ocupación principal de los encuestados

Fuente: Elaboración propia

El ingreso promedio de los habitantes de la subcuenca del río San Bernardino es de \$5,750 mensual.

5.3.2 En relación al río San Bernardino DAA

De acuerdo a las actividades que realizan los habitantes de la subcuenca del río San Bernardino, el 9.1 % manifiestan que el río San Bernardino es Muy importante, el 86.4 % es Importante y el 4.5 % indican que el río San Bernardino no es importante considerando las actividades que realizan (figura 24).

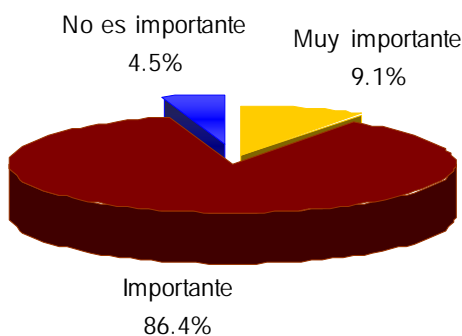


Figura 24. Importancia del río San Bernardino para los encuestados

Fuente: Elaboración propia

Los principales problemas que han notado en el río San Bernardino en los últimos años son: que actualmente escurren aguas negras como lo menciona el estudio realizado por Rivera *et al* (2007), siendo un foco de infección además del mal olor que se acentúa en la tarde, además de la presencia de mosquitos y la basura que se presenta en el cauce. Datos que coinciden con la recopilación de Bauer (2007) de trabajos realizados en las cuencas de los ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino.

Las recomendaciones que los habitantes dan para contrarrestar los problemas que afectan al río San Bernardino y su medio ambiente son: no tirar basura, retiro de escombros y algunas personas recomiendan pagar a personas para cuidado del río y mantenimiento, de las cuales son algunas de las propuestas de la recopilación de trabajos por Bauer (2007) para el mejoramiento de medio ambiente de las cuencas.

5.3.3 Disposición a Aceptar

Con respecto a la pregunta “¿Usted cree que se le debe pagar a las personas que realizan obras dirigidas al mejoramiento y conservación del río San Bernardino?”, el 73.9 % manifestaron que si se les debe de pagar y el 26.1 % contestaron que no (figura 25).

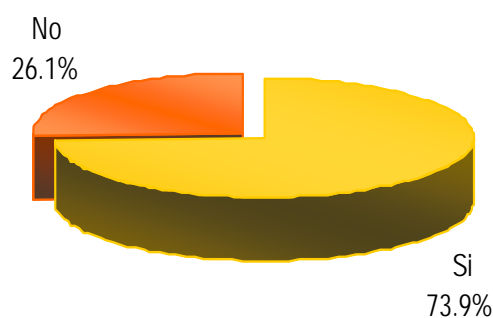


Figura 25. Pago a las personas que realizan obras para el mejoramiento y conservación del río San Bernardino
Fuente: Elaboración propia

Considerando que el Municipio y Gobierno Federal deben apoyar para el pago a las personas que realizan obras dirigidas al mejoramiento y conservación del río San Bernardino, Texcoco, Estado de México.

Los 51 entrevistados, manifestaron disposición a participar en el mejoramiento y conservación del río San Bernardino, dedicándole aproximadamente 3 días al mes para la limpieza del cauce, retirar la basura (faenas); con un pago promedio mensual de \$127.60 (ciento sesenta y siete pesos 60/100 M.N.) por las obras de mejoramiento que se proponen realizar mediante una cuota mensual.

5.3.4 Información ambiental DAA

Los habitantes de las comunidades de la subcuenca del río San Bernardino mencionan que si se implementará un pago por servicios ambientales se podría mejorar y conservar el río mediante la contratación de personas para su vigilancia y pago a las personas que le dedique tiempo a la limpieza. Esto refleja un resultado similar al estudio realizado por Silva (2010), en el cual determina que si hay mejoramiento cuando se implementa un pago por servicio ambiental, al igual que el estudio realizado por Baltodano (2005) implementa un pago por servicio ambiental.

5.3.5 Percepción hídrica DAA

El 81.8 % de los habitantes encuestados, consideran que el agua que escurre por el río de San Bernardino es importante para ser aprovechada en el futuro y el 18.2 % indican que no (figura 26). Y esto esta referido por la escasez del recurso.

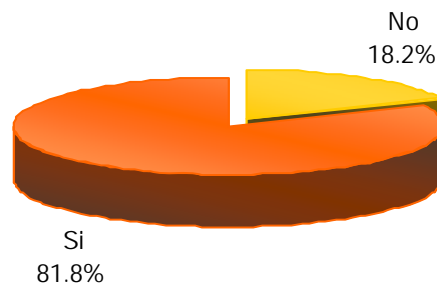


Figura 26. Importancia del agua que escurre del río
Fuente: Elaboración propia

Se menciona que el agua que escurre por el río San Bernardino son aguas negras, pero en su momento el agua era limpia. Pero los habitantes encuestados mencionan el agua es muy importante y bajo el supuesto de que el agua que escurre por el río se pudiera utilizar mencionan que sí es importante para ser aprovechada en el futuro.

5.4 Inferencia estadística de la encuesta DAA

5.4.1 Datos de salida del paquete Gretl

Se emplearon 51 encuestas, para el análisis con el programa Gretl empleando el modelo Tobit, de las personas que manifestaron estar dispuestos a aceptar apoyo económico por participar en actividades para mejorar el medio ambiente del río San Bernardino.

Con la base de datos (anexo 8) capturadas para hacer uso del programa, se realizaron diferentes salidas (anexo 9 y 10) del programa para conocer el mejor modelo que explique los datos observados de las entrevistas realizadas personalmente (anexo 11).

En la primera salida (anexo 9) se emplearon las 51 observaciones, pero había un registro extremo que se anuló para hacer una nueva salida (anexo 10) con solo

un registro de 50 observaciones teniendo un cambio significativo en la salida. Después se redujeron variables que no afectaban en la explicación y se tuvo una tercera salida del modelo estimado (cuadro 10). Como resultado se tiene que la tercera salida es la que mejor se ajusta a los datos obtenidos de las encuestas.

Cuadro 10. Modelo que mejor se ajusta a los datos observados de la DAA

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
const	200.744	1.21823e+07	0.0000	0.99999
Sex1	13.321	2.41469e+07	0.0000	1.00000
Eda	-0.0137534	0.30641	-0.0449	0.96420
Civ1	-6.99776	1.60979e+07	-0.0000	1.00000
Civ2	-1.25985	2.15065e+07	-0.0000	1.00000
Civ3	-4.29847	7.99667	-0.5375	0.59090
Civ4	12.2583	17.7093	0.6922	0.48882
Per	3.12436	1.86554	1.6748	0.09398 *
Est	-1.59257e-06	4.02448e+06	-0.0000	1.00000
Ocup1	3.71202	1.02331e+07	0.0000	1.00000
Ocup3	6.23236e-05	1.02331e+07	0.0000	1.00000
Ocup4	0.376071	1.02331e+07	0.0000	1.00000
Ocup5	-3.99918	1.02331e+07	-0.0000	1.00000
Ing	-0.0163564	0.00454364	-3.5998	0.00032 ***

Fuente: Salida del programa Gretl, estimado con un modelo Tobit utilizando las 50 observaciones, Variable dependiente: DAA_men

La selección del modelo que mejor explica las observaciones, fue conforme a los criterios de información de Akaike y Bayesiano y el criterio de Hannan-Quinn. Los cuales indican que las variables que explican mejor las observaciones, son aquellas que están en el modelo cuyos criterios son menores, como es el caso del modelo 3 (cuadro 7).

Cuadro 11. Criterios de los diferentes modelos conforme a los datos observados de la DAA

<i>Criterio de</i>	<i>Modelo 1</i>	<i>Modelo 2</i>	<i>Modelo 3</i>
<i>Información de Akaike</i>	721.496	730.393	718.587
<i>Información Bayesiano de Schwarz</i>	753.701	765.234	755.575
<i>Hannan-Quinn</i>	743.471	744.437	733.481

Fuente: Elaboración propia con las salidas del programa Gretl

5.4.2 Construcción del modelo econométrico

El modelo que mejor se ajusto para explicar la variable Disposición a Aceptar mensual tiene dos variables significativas (cuadro 8), las cuales son: Ingreso (Ing), y personas que habitan en la casa (Per).

Cuadro 12. Variables significativas en la construcción del modelo DAA

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
Per	3.12436	1.86554	1.6748	0.09398 *
Ing	-0.0163564	0.00454364	-3.5998	0.00032 ***

Fuente: Elaboración con las salidas del programa Gretl

El modelo econométrico, obtenido del análisis de las 50 encuestas, es el siguiente:

$$DAP = 207.92 - 0.0163564Ing + 3.12436Per$$

5.4.3 Características estructurales que explican la Disposición a Aceptar mensual

5.4.3.1 Ingreso

La variable *Ing* tiene un coeficiente de 0.0163564 con signo negativo lo cual indica una relación inversa con la disposición a aceptar mensual. Esta variable indica que por cada peso que percibe un habitante como ingreso fijo disminuye aproximadamente \$0.02 (cero pesos 02/100 M.N.) del monto de la disposición a aceptar mensual como recompensa al trabajo realizado.

5.4.3.2 Número de personas que habitan en la casa

El valor del coeficiente de la variable *Per* es de 3.12436, indicando que por cada miembro que vive en la misma casa de quién esta dispuesto a realizar algún

trabajo de mejora en río San Bernardino están dispuestos a incrementar su disposición a aceptar mensualmente de \$3.12 (tres pesos 12/100 M.N.), habiendo una relación directa entre ambas variables.

5.4.3 Disposición a Pagar estática con respecto al Ingreso (Ing)

Con la forma estructural del modelo estimado, se calcula la Disposición a Aceptar estática respecto al ingreso (García *et al*, 2003), multiplicando los coeficientes de cada una de las variables distintas por sus valores medios y agregándolos en el intercepto de dicho modelo estructural (cuadro 9).

Cuadro 13. Cálculo del intercepto para la DAA estática con relación al ingreso

Coefficiente	Variable	Producto	Nuevo intercepto
200.744	const	200.744 (1)	200.744
13.321	Sex1	13.321 (1)	13.321
-0.0137534	Eda	-0.0137534 (47.5)	-0.6532865
-6.99776	Civ1	-6.99776 (1)	-6.99776
-1.59257E-06	Est	-1.59257E-06 (6.1)	-9.71468E-06
0.376071	Ocup4	0.376071 (1)	0.376071
-0.0163564	Ing	-0.0163564	0
			225.22

Fuente: Elaboración con las salidas del programa Gretl

Sumando al intercepto (200.74) el valor del producto de las variables distintas al ingreso (Ing) se obtiene el nuevo intercepto (225.22). La curva de Disposición a Aceptar-estática respecto al ingreso, sería:

$$DAP = 225.22 - 0.0163564Ing$$

Esto indica que, cuando un habitante no tuviera un ingreso fijo, es decir, cero pesos, la ecuación DAA indica que la persona está dispuesta a aceptar mensualmente \$225.22 (doscientos veinticinco pesos 22/100 M.N.) por las actividades realizadas para el mejoramiento de las condiciones del río San Bernardino.

Para graficar la Disposición a Aceptar mensual, se sustituye en la ecuación Disposición a Aceptar estática los ingresos mensuales: mínimo (\$3,000 mensual), promedio (\$5,653.40 mensual) y máximo (\$8,000 mensual), con lo que, *ceteris Paribus*, se obtienen las respectivas Disposiciones a Aceptar mensuales \$176.15, \$162.33 y \$105.82 respectivamente. Uniendo los puntos formados por la Disposición a Aceptar anual y los ingresos, se obtiene la gráfica siguiente (figura 20). Tomando como base el punto medio (5653.40,162.33), y los otros dos puntos (3000,176.15) y (8000,105.82) manteniendo lo demás constante, ejemplifica el concepto Disposición a Aceptar mensual estática respecto al ingreso.

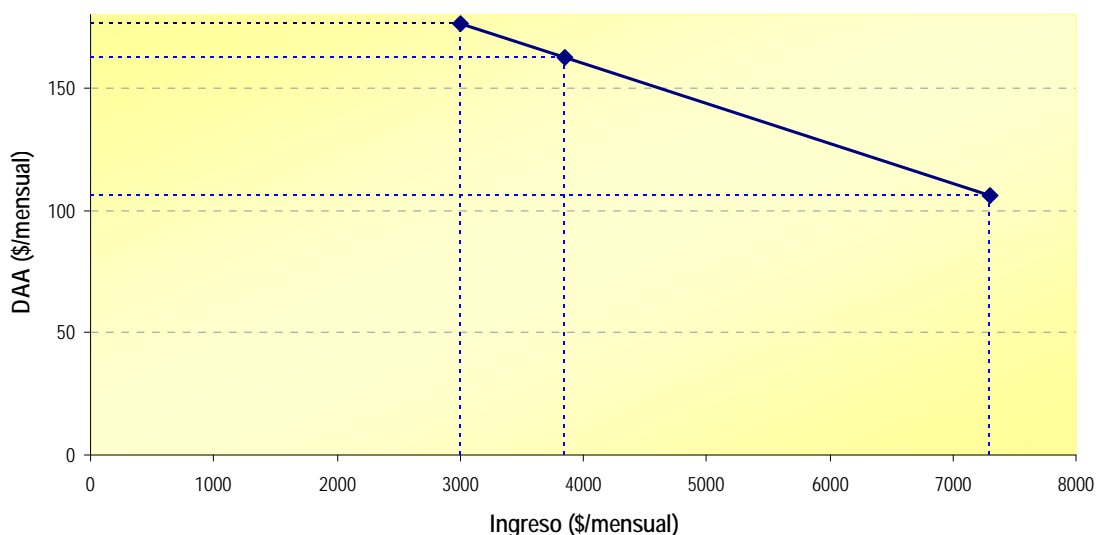


Figura 27. Curva de Disposición a Pagar estática respecto al ingreso
Fuente: Elaboración propia con la salida del programa Gretl

La Disposición a Aceptar mensual promedio es de \$162.33 (ciento sesenta y dos pesos 33/100 M.N.) por habitante de la subcuenca del río San Bernardino. En resumen la DAA mensual en este estudio esta relacionada directamente con el ingreso como es el caso del estudio realizado por Zerecero (2006).

En resumen se puede decir que la Disposición a Pagar promedio es de \$51.42 (cincuenta y un pesos 42/100 M.N.) y la Disposición a Aceptar es de \$162.33 (ciento sesenta y dos pesos 33/100 M.N.), siendo de menor valor la DAP como en el estudio realizado por Silva (2010) mencionando que la DAP es menor que la DAA.

CAPÍTULO 6

6.1 Conclusiones

Este estudio permitió estimar el valor económico por persona para los habitantes de las comunidades de la subcuenca del río San Bernardino mediante el análisis de la disposición a pagar y la disposición a aceptar utilizando el Método de Valoración Contingente.

Se comprobó la hipótesis del modelo estimado para la Disposición a Pagar la cual esta en función del ingreso, si los habitantes se han enfermado por las condiciones ambientales del río, si es del género masculino y si su ocupación es comerciante, y no esta en función de la escolaridad como se tenía planteado en la hipótesis.

Mientras que la Disposición a Aceptar esta en función del ingreso y del número de personas que habitan en su casa, también se comprobó que la disposición a aceptar no esta en función de los días empleados para realizar la actividad de conservación y mejoramiento del río San Bernardino; como se tenía planteado en la hipótesis.

También este estudio permitió conocer los diversos problemas que se tienen en el cauce del río San Bernardino, como: aguas negras, basura, mal olor, un foco de infección además de que las corrientes naturales de agua limpia ya no existen a excepción de que haya una avenida máxima,; agregando que existe interés por parte de los habitantes de las comunidades ambientales y poder aprovechar el río como parque recreativo de ser posible.

6.2 Recomendaciones

Continuar con las faenas que se realizan para la limpieza del cauce del río, así como incentivar a los habitantes para que mantengan limpio del cauce del río. También tener personas que se dediquen al cuidado del río para tenerlo limpio, mejorar y conservar sus condiciones.

Otra opción es poder ocupar la zona que no tienen cultivos o plantas para establecer árboles para mejorar las condiciones de la cuenca (plano 3) o cultivos que permitan generar ingresos y así incrementar la calidad de vida de los habitantes, se recomienda establecer árboles en las laderas del cauce del río (plano 4) para tener mejor captación de las aguas de lluvia.

Además, tratar de que las aguas vertidas al cauce de río se les de un tratamiento previo para evitar los focos de infección, colocar botes para la basura y tener vigilancia para que no se considere al cauce del río como basurero. Es importante crear la conciencia de los habitantes para que sepan lo que esta ocurriendo con el recurso agua a nivel mundial y como se ha esta afectando en el municipio de Texoco, Estado de México.

Buscar apoyo los habitantes, Municipio, Federal para hacer un estudio integral, conociendo las condiciones actuales de la subcuenca del río, para realizar acciones para su mejoramiento; aquí es importante la toma de decisiones.

LITERATURA CONSULTADA

Aburto, Eddy. 2004. *Valoración económica del servicio ambiental hidrológico*. EDISA-PASOLAC. Managua, Nicaragua. P. 91.

Adame Martínez, Salvador y Mario Roberto Martínez Menez. 1999. *Efecto del manejo integral de la cuenca del río Texcoco, sobre la producción de agua y sedimentos*. Revista Investigaciones Geográficas, número 39. Universidad Autónoma de México; pp. 53-67.

Azqueta Oyarzun, Diego. 1994. *Valoración económica de la Calidad Ambiental*. McGraw-Hill Interamericana. España; Pp. 229.

Baltodano Picado, María Eugenia. 2005. *Valoración económica de la Oferta del Servicio Ambiental Hídrico en las subcuencas de los ríos Jucuapa y Calico, Nicaragua*. Tesis de Maestría. Ciencia en Socioeconomía Ambiental. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 116 pp.

Bauer De la Isla, María de Lourdes. 2007. *¡Rescatemos nuestros ríos!*. Comité de Acción para el Saneamiento del Ambiente A.C. Recopilación. Montecillo, Estado de México. 210 pp. Compilación.

Cerda, Arcadio, José Rojas y Leidy García. 2007. *Disposición a pagar por un mejoramiento en la calidad ambiental en el Gran Santiago, Chile*. Revista Lecturas de Economía, número 67 julio/diciembre. Departamento de Economía, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia; pp. 143-160.

Chow, Ven Te; David R. Maidment, Larry W. Mays. 1994. *Hidrología aplicada*. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia. Pp. 584.

- Comisión Nacional del Agua –CONAGUA-. (2007). *Estadísticas del Agua de México, Edición 2007*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 158 pp.
- Conabio. 1998. *La biodiversidad biológica de México: Estudio de País. Valoración económica de los recursos biológicos del país, 1998*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp. 293.
- CONDESAN. 2000. *Síntesis de la Conferencia Electrónica Organizada del 22 de mayo al 30 de junio, 2000. "Ecodecision", The Nature Conservancy. Quito, Ecuador*. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. Pp. 214.
- Dávila Rodríguez, José Alejandro. 2002. *Valoración económica del recurso agua en la comunidad Frijolares, Güinope, Honduras*. Tesis Licenciatura. Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano de Honduras. 63 pp.
- Enríquez Andrade, Roberto R. 2001. *Introducción al análisis económico del medio ambiente y los recursos naturales, apuntes de economía ambiental*. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Baja California, Ensenada, México. Pp. 284.
- Freeman III, A. Myrick. 2003. *The measurement of environmental and resource values. Theory and methods*. Resources for the Future. Washington D.C., USA. P. 490.
- Gallegos López, Rosa del Carmen. 2006. *Valoración económica recreacional del parque Tomás Garrido Canabal, Villahermosa, Tabasco*. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 113 pp.

- García Ávalos, Emiliano. 2010. *Valoración económica del río Axtla, en Axtla de Terrazas, S.L.P.* Tesis de Maestría en Ciencias en economía agrícola y de los recursos naturales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. Pp 121.
- García Mata, Roberto, J. Alberto García Salazar y Roberto C. García Sánchez. 2003. *Teoría del mercado de productos agrícolas.* Colegio de Postgraduados. Estado de México, México. Pp 282.
- González Guillén, Manuel de Jesús y Silvia Fernández Casarez. 2008. *La economía y el medio ambiente, notas del curso Economía de los recursos naturales y el medio ambiente.* Colegio de Postgraduados. Estado de México, México. 81 pp.
- Hernández González, Gabriela. 2008. *Buscan recuperar los ríos de la Cuenca de Texcoco.* Periódico El Universal, 03 de septiembre de 2008. Texcoco, Estado de México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía –INEGI-. 2008. *México y sus municipios, II conteo de población y vivienda 2005.* INEGI. 441 pp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía –INEGI-. 2009. *Estadísticas a propósito del Día Mundial del Medio Ambiente.* [En línea] Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/contenidos/estadisticas/2009/ambiente09.asp?s=inegi&c=2726&ep=15>. (Consultado el 13 de agosto de 2009).
- Kazmann, Raphael G., Oscar K. Kimbler y Walter R. Whitehead. 1975. *Cyclic storage of fresh water in saline aquifers.* Louisiana State University. Louisiana, United States. 78 p.

- Larqué Saavedra, Bertha Sofía, Ramón Valdivia Alcalá, Fabián Islas Gutiérrez y José Luis Romo Lozano. 2004. *Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque del municipio de Ixtapaluca, Estado de México*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, vol. 20, número 004. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México; pp. 193-202.
- Leal, J. 1996. *Valoración económica de las funciones del medio ambiente. Apuntes metodológicos, documento de trabajo No.1*. Serie Economía Ambiental CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente), Chile, Octubre. Pp. 297.
- Leal Rojas, Carlos Leopoldo. 2005. *Valoración económica del Medio Ambiente: Caso de la Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas*. Tesis Licenciatura. Economía. Departamento de Economías, Escuela de Ciencias Sociales, Universidad de las Américas Puebla. 98 pp.
- Llamas, José María. 1993. *Hidrología general: Principios y aplicaciones*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. Bilbao, España. Pp 662.
- Oble Delgadillo, María Isabel. 2010. *Evaluación económica de los servicios ambientales: huertos caseros en San Miguel Tlaixpan, Texcoco*. Tesis de Doctor en Ciencias en economía agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. Pp 98.
- Palacios Velez, Enrique y Adolfo Exebio García. 2011. *La operación de los Sistemas de Riego con apoyo de las técnicas de la información*. 1era Edición. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. Pp. 336.
- Pindyck, Robert S. y Daniel L. Rubinfeld. 2001. *Econometría: modelos y pronósticos*. 4^{ta} edición. McGraw-Hill. México. Pp 661.

Planeta Azul, periodismo ambiental. 2008. *Sufre 38% de ríos alta contaminación*. [En línea] Disponible en: <http://www.planetaazul.com.mx/www/2008/01/14/sufre-38-de-rios-alta-contaminacion/>. (Consultado el 5 de agosto de 2009).

Rivera Castañeda, Patricia. 2002. *Valoración económica del servicio Ambiental recreación en Bahía de los Ángeles, Baja California*. Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. Colegio de la Frontera Norte. Tijuana, Baja California. Pp 130.

Rivera Vázquez, Ricardo; Palacios Vélez, Óscar; Chávez Morales, Jesús; Belmont, Marco A.; Nikolski Gavrilov, Iouri; De la Isla de Bauer, Ma. De Luordes; Guzmán Quintero; Terrazas Onofre, Liliana y Carrillo González, Rogelio. (2007). *Contaminación por coliformes y helmitos en los ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino tributarios de la parte oriental de la Cuenca del Valle de México*. Revista Intercontinental de Contaminación Ambiental, Volumen 23, Número 2; 69-77.

Sanjurjo Rivera, Enrique. 2001. *Valoración económica de servicios ambientales prestados por ecosistemas: humedales en México*. Instituto Nacional de Ecología. Estudios PEA-RI-001. México.

SEMARNAT. 2007. *¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. Pp 192.

Sheaffer, Richard L., Madhuri S. Mulekar and James T. McClave. 2003. *Probability and statistics for engineers*. 5th Edition. Brooks Cole, Cengage Learning. Boston, United States. 820 p.

Silva Flores, Ramón, Gustavo Pérez Verdín y José de Jesús Nívar Cháidez. 2010. *Valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos en El*

Salto, Pueblo Nuevo, Durango. Rev. Madera y Bosques, vol. 16, número 1. Instituto de Ecología, A.C., México, pp. 31-49.

Spiegel, Murray R. 1997. *Estadística*. 2^{da} edición. McGraw-Hill. Chile. Pp 556.

Tobin, James. 1958. *Estimation of relationships for limited dependent variables*. Rev. Econometrica, vol. 26, número 1. The Econometric Society, United States, pp. 24-36.

Unar Munguía, Mishel. 2005. *Estimación de la disposición a pagar por reducciones en el nivel de ozono y dióxido de nitrógeno en la Ciudad de México*. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas Puebla. Cholula, Puebla. Pp. 104.

Zerecero Salazar, Oscar Uriel. 2006. *Valoración económica del servicio recreacional del Lago de Zirahuén, Michoacán, México*. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. Pp 114.

ANEXOS

Anexo 1. ENCUESTA PARA ESTIMAR LA DISPOSICION A PAGAR EN LA SUBCENCA DEL RIO SAN BERNARDINO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

Buen día. Soy estudiante de maestría del Colegio de Postgraduados de la especialidad de economía y estoy realizando una investigación como requisito parcial para obtener el grado que trata de la "Valoración económica del río San Bernardino, Texcoco, Estado de México como belleza natural y recurso hídrico", motivo por el cual solicito de la manera más atenta me ayude a contestar el siguiente cuestionario para la estimación de la Disposición a pagar (DAP)", la información que Usted brinde es confidencial. Agradezco de antemano su interés y participación.

Fecha _____

Encuesta núm. _____

I. DATOS DEL ENTREVISTADO

1. Sexo: ()

1. Masculino

2. Femenino

2. Edad: () años

3. Estado civil: ()

1. Casado (a)

4. Unión libre

2. Soltero (a)

5. Viudo (a)

3. Divorciado (a)

4. Número de personas que viven en su casa: _____

5. Años escolares cursados: _____

6. Ocupación principal: ()

1. Hogar

4. Empleado

2. Estudiante

5. Agricultor

3. Comercio

6. Otro (especifique) _____

7. ¿Cuál es el monto de ingresos familiares al mes aproximadamente?: _____

8. La vivienda que Usted habita es: ()

1. Propia

3. Prestada

2. Rentada

4. Otro (especifique) _____

II. EN RELACION AL RIO SAN BERNARDINO

9. Considerando las actividades que usted realiza ¿Qué tan importante es el río San Bernardino para Usted?: ()

1. Muy importante

3. No es importante

2. Importante

10. ¿Ha notado Usted algún problema en el Río San Bernardino en los últimos años?: ()

1. Sí

2. No (pasar a la pregunta 13)

11. Mencione 3: _____

12. ¿Qué recomienda para contrarrestar o evitar los problemas que afectan al río San Bernardino y su medio ambiente? _____

13. Suponiendo que el río San Bernardino se encontrará en condiciones adecuadas para efectuar un recorrido y aprovechar de la belleza natural que nos proporciona ¿Usted estará dispuesto a disfrutar del río realizar alguna actividad recreativa?: ()

1. Sí

2. No (pasar a la pregunta 15)

14. Mencione 3: _____

III. SALUD Y CONTAMINACIÓN DEL RÍO SAN BERNARDINO

15. ¿Se ha contagiado de alguna enfermedad por las condiciones ambientales que actualmente se presentan en el cauce del río San Bernardino?

1. Sí

2. No (pase a la pregunta 19)

16. ¿Cuál? _____

17. ¿Cuántos días ha suspendido sus actividades a causa de la enfermedad que contrajo antes mencionada? _____

18. ¿Cuánto le costó el tratamiento para dicha enfermedad? _____

IV. DISPOSICION A PAGAR

19. Si Usted tuviera la opción de visitar algún parque para recreación, ¿Hasta dónde iría? _____

20. ¿Cuánto sería lo máximo que estaría dispuesto a pagar? _____

21. ¿Qué tan frecuente visitaría ese sitio? _____

22. ¿Estaría Usted dispuesto a pagar la misma cantidad de la pregunta 20 para mejorar las condiciones ambientales de la microcuenca del río San Bernardino?: ()

1. Sí (pase a la pregunta 24)

2. No

23. Por favor, especifique la razón principal por la que no está dispuesto a contribuir: ()

1. No, porque pago impuestos

3. Otro (especifique) _____

2. No, pienso que debería ser gratuito

V. INFORMACION AMBIENTAL

24. Para Usted, ¿Cuáles son los problemas ambientales más graves del río San Bernardino? _____

25. ¿Cree Usted que sí se implementará un pago por servicios ambientales ¿Ayudará al mejoramiento y conservación del río San Bernardino?: ()
1. Sí 2. No
26. ¿Por qué? _____

VI. PERCEPCIÓN DE LA BELLEZA DEL RIO SAN BERNARDINO

27. ¿Se ha dado cuenta Usted de la belleza natural del río San Bernardino?: ()
1. Sí 2. No
28. ¿La vegetación arbórea?: ()
1. Sí 2. No
29. ¿La variedad de las flores silvestres, nativas de la microcuenca?: ()
1. Sí 2. No
30. ¿Las formaciones rocosas, las barrancas, las cañadas?: ()
1. Sí
2. No

Anexo 2. ENCUESTA PARA ESTIMAR LA DISPOSICION A ACEPTAR EN LA SUBCENCA DEL RIO SAN BERNARDINO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

Buen día. Soy estudiante de maestría del Colegio de Postgraduados de la especialidad de economía y estoy realizando una investigación como requisito parcial para obtener el grado que trata de la "Valoración económica del río San Bernardino, Texcoco, Estado de México como belleza natural y recurso hídrico", motivo por el cual solicito de la manera más atenta me ayude a contestar el siguiente cuestionario para la estimación de la Disposición a aceptar (DAA)", la información que Usted brinde es confidencial. Agradezco de antemano su interés y participación.

Fecha _____

Encuesta núm. _____

I. DATOS DEL ENTREVISTADO

1. Sexo: ()

1. Masculino

2. Femenino

2. Edad: () años

3. Estado civil: ()

1. Casado (a)

4. Unión libre

2. Soltero (a)

5. Viudo (a)

3. Divorciado (a)

4. Número de personas que viven en su casa: _____

5. Años escolares cursados: _____

6. Ocupación principal: ()

1. Hogar

4. Empleado

2. Estudiante

5. Agricultor

3. Comercio

6. Otro (especifique) _____

7. ¿Cuál es el monto de ingresos familiares al mes aproximadamente?: _____

II. EN RELACION AL RIO SAN BERNARDINO

8. Considerando las actividades que usted realiza ¿Qué tan importante es el río San Bernardino para Usted?: ()

1. Muy importante

3. No es importante

2. Importante

9. ¿Ha notado Usted algún problema en el Río San Bernardino en los últimos años?: ()

1. Sí

2. No (pasar a la pregunta 12)

10. ¿Cuáles? _____

11. ¿Qué recomienda para contrarrestar o evitar los problemas que afectan al río San Bernardino y su medio ambiente? _____

III. DISPOSICION A ACEPTAR

12. ¿Usted cree que se le debe pagar a las personas que realizan obras dirigidas al mejoramiento y conservación del río San Bernardino?: ()

1. Sí

2. No

13. ¿Quién considera Usted que debe pagar por el mejoramiento y conservación del río San Bernardino?: ()

1. El Gobierno Federal

3. Los habitantes

2. El Municipio

4. Otros (especifique) _____

14. ¿Por qué? _____

15. ¿Usted está dispuesto a participar en el mejoramiento y conservación del río San Bernardino?: ()
1. Sí 2. No (pase a la pregunta 21)

16. ¿De qué manera está dispuesto a participar en el mejoramiento y conservación del río San Bernardino?

17. ¿Cuántos días le dedicaría para el mejoramiento y conservación del río San Bernardino? _____

18. ¿Cuánto cree que le deben pagar mensualmente por las obras de mejoramiento que se propone realizar?
\$ _____

19. ¿Cuál será el mejor mecanismo de pago a las personas que realicen labores de conservación del río San Bernardino?: ()
1. Una cuota mensual 3. Otro (especifique) _____
2. Apoyo con materia prima

IV. INFORMACION AMBIENTAL

20. ¿Cree Usted que sí se implementará un pago por servicios ambientales ¿Ayudará al mejoramiento y conservación del río San Bernardino?: ()
1. Sí 2. No

21. ¿Por qué? _____

V. PERCEPCIÓN HÍDRICA

22. Bajo el supuesto de que el agua que escurre en el cauce del río se encuentra limpia, ¿Considera Usted que la cantidad de agua que escurre por el río San Bernardino durante las lluvias es importante para ser aprovechada en el futuro? ()

1. Sí

2. No

23. ¿Por qué? _____

Anexo 3. BASE DE DATOS EN UNA HOJA DE CÁLCULO

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG			
1	Número	Sex1	Sex2	Eda	Civ1	Civ2	Civ3	Civ4	Civ5	Per	Est	Ocup1	Ocup2	Ocup3	Ocup4	Ocup5	Ocup6	Ocup7	Ing	Viv1	Viv2	Viv3	Viv4	Act1	Act2	Act3	Prob1	Prob2	Mencione	Recomendació	Disf1	Disf2	Mencione			
2	1	0	1	25	0	1	0	0	0	6	18	0	1	0	0	0	0	0	11500	1	0	0	0	0	1	0	1	0	Mal olor, foco de	Plantear proyect	1	0	Caminata, di			
3	2	1	0	15	0	1	0	0	0	3	6	0	0	0	1	0	0	0	3500	0	0	1	0	0	0	1	0	1			0	1				
4	3	0	1	40	1	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	4500	1	0	0	0	0	1	0	1	0	Mal olor, basura	Limpieza			0	1		
5	4	0	1	37	1	0	0	0	0	5	9	1	0	0	0	0	0	0	3200	0	0	1	0	1	0	0	1	0	Basusero y tirar	Faenas de limpie	1	0	Ejercicio y lu			
6	5	0	1	28	0	1	0	0	0	5	12	0	0	1	0	0	0	0	4500	1	0	0	0	0	0	1	0	0			0	1				
7	6	0	1	18	0	1	0	0	0	6	12	0	1	0	0	0	0	0	5300	1	0	0	0	0	1	0	0	1					0	1		
8	7	1	0	38	0	1	0	0	0	6	6	0	0	0	1	0	0	0	4000	1	0	0	0	0	0	0	1	0					1	0	Convivencia	
9	8	0	1	27	0	1	0	0	0	5	7	1	0	0	0	0	0	0	4000	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1					0	1	
10	9	0	1	39	0	0	0	1	0	3	6	1	0	0	0	0	0	0	2200	0	0	1	0	0	1	0	1	0	El agua, basura	Cuidar el agua y	1	0	Caminata, di			
11	10	1	0	45	1	0	0	0	0	4	12	0	0	0	1	0	0	0	3800	0	1	0	0	0	0	1	0	1					0	1		
12	11	1	0	44	0	0	0	1	0	3	6	0	0	0	1	0	0	0	3700	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1					0	1	
13	12	0	1	19	0	1	0	0	0	7	12	0	1	0	0	0	0	0	5000	1	0	0	0	0	1	0	1	0	Aguas negras, n	Organización pa	1	0	Disfrutar la n			
14	13	0	1	20	1	0	0	0	0	2	8	0	0	1	0	0	0	0	3200	0	1	0	0	0	1	0	1	0	Basura y aguas	Limpieza y resp	1	0	Caminar y d			
15	14	0	1	56	0	1	0	0	0	4	16	0	0	1	0	0	0	0	7300	0	0	1	0	1	0	0	1	0	Basura y enchar	Entubamiento de	1	0	Jugar, camin			
16	15	0	1	45	1	0	0	0	0	4	12	0	0	1	0	0	0	0	3800	0	1	0	0	0	1	0	1	0	Mal olor, mosqui	Desenzolve	1	0	Parque para			
17	16	0	1	28	0	1	0	0	0	5	9	0	0	0	0	0	0	1	5100	1	0	0	0	0	0	1	0	0					1	0	Pasear y div	
18	17	0	1	68	1	0	0	0	0	3	9	1	0	0	0	0	0	0	3500	0	1	0	0	0	1	0	1	0	Basura	Hacer limpieza	1	0	Día de camp			
19	18	1	0	46	0	1	0	0	0	1	6	1	0	0	0	0	0	0	2200	1	0	0	0	0	1	0	0	1					1	0	Día de camp	
20	19	1	0	49	0	0	0	0	0	1	2	7	0	0	0	0	0	1	2000	1	0	0	0	0	1	0	1	0	Colocar el dren	No colocar el dri	1	0	Caminar y d			
21	20	1	0	80	0	0	0	1	0	4	5	1	0	0	0	0	0	0	3800	1	0	0	0	0	0	1	1	0	Basura, aguas n	Entubamiento de	1	0	Día de camp			
22	21	0	1	65	0	1	0	0	0	5	12	1	0	0	0	0	0	0	2500	1	0	0	0	0	1	0	1	0	Basura	Limpieza	1	0	Caminar y d			
23	22	1	0	24	0	1	0	0	0	5	8	0	0	0	1	0	0	0	5200	1	0	0	0	0	1	0	1	0	Contaminación,	Dejarlo libre de l	1	0	Día de camp			
24	23	0	1	55	1	0	0	0	0	5	5	1	0	0	0	0	0	0	3800	1	0	0	0	0	1	0	0	1					1	0	Recorrido y	
25	24	0	1	21	0	0	0	1	0	2	12	1	0	0	0	0	0	0	2500	0	0	1	0	0	0	1	0	1	Perdida de agua	No utilizar el río	0	0	0	1		
26	25	1	0	70	0	0	0	0	0	1	2	6	1	0	0	0	0	0	3000	1	0	0	0	0	0	1	1	0	Mal olor, foco de	No tirar basura e	1	0	Caminar			
27	26	0	1	32	0	1	0	0	0	5	12	0	0	0	1	0	0	0	6000	0	1	0	0	0	0	1	0	1	Foco de infecció	Organización pa			0	1		
28	27	0	1	20	0	0	0	1	0	2	9	0	0	1	0	0	0	0	2400	1	0	0	0	0	0	1	0	1	Mucha contamin	No usarlo como	0	1				

Fuente: Elaboración propia con las salidas del programa Gretl

Anexo 4. BASE DE DATOS PARA EL MODELO DE LA DISPOSICIÓN A PAGAR

Sex1	Sex2	Eda	Per	Est	Ocup1	Ocup2	Ocup3	Ocup4	Ing	Viv1	Viv2	Viv3	Enf1	Enf2	DAP anual
1	0	25	6	18	0	1	0	0	11500	1	0	0	0	1	3000
1	0	15	3	6	0	0	0	1	3500	1	0	0	0	1	300
1	0	37	5	6	1	0	0	0	3200	1	0	0	1	0	200
0	1	28	5	10	0	0	1	0	4500	1	0	0	0	1	400
0	1	18	6	12	0	1	0	0	5300	1	0	0	1	0	600
1	0	38	6	9	0	0	0	1	4000	1	0	0	0	1	300
0	1	39	3	3	1	0	0	0	2200	1	0	0	0	1	320
1	0	45	4	4	0	0	0	1	3200	0	1	0	0	1	1000
0	1	19	7	3	0	1	0	0	2100	1	0	0	0	1	300
0	1	20	2	6	0	0	1	0	3200	0	1	0	0	1	400
1	0	56	4	6	0	0	1	0	3200	0	0	1	1	0	800
1	0	45	4	9	0	0	1	0	4800	0	1	0	1	0	1200
0	1	26	5	7	0	0	0	1	4100	1	0	0	0	1	1000
0	1	68	3	3	1	0	0	0	2500	0	1	0	0	1	720
1	0	46	1	4	1	0	0	0	2200	1	0	0	1	0	750
1	0	49	2	5	0	0	0	1	3400	1	0	0	0	1	1200
1	0	80	4	7	1	0	0	0	3800	1	0	0	1	0	500
1	0	24	5	9	0	0	0	1	5200	1	0	0	1	0	1500
0	1	55	5	7	1	0	0	0	4800	1	0	0	1	0	1800
1	0	70	2	6	1	0	0	0	3000	1	0	0	1	0	600
0	1	32	5	9	0	0	0	1	6000	0	1	0	1	0	1800
0	1	20	2	6	0	0	1	0	2400	1	0	0	1	0	600
1	0	47	3	6	0	0	0	1	3100	1	0	0	0	1	600
1	0	50	4	6	0	0	0	1	3500	1	0	0	0	1	400
0	1	19	7	3	0	1	0	0	2100	1	0	0	0	1	300
1	0	20	2	4	0	0	1	0	3000	0	1	0	0	1	400
1	0	56	4	9	0	0	1	0	4100	1	0	0	1	0	800
0	1	45	4	10	0	0	1	0	4500	0	1	0	1	0	1200
1	0	26	5	9	0	0	0	1	5100	1	0	0	0	1	2000
0	1	68	3	6	1	0	0	0	3500	0	1	0	0	1	720
1	0	46	1	8	1	0	0	0	4200	1	0	0	1	0	1200
1	0	49	2	7	0	0	0	1	4000	1	0	0	0	1	900
1	0	80	4	5	1	0	0	0	3800	1	0	0	1	0	672
0	1	25	6	9	0	1	0	0	7200	1	0	0	0	1	1500
1	0	15	3	6	0	0	0	1	3500	1	0	0	0	1	200
0	1	37	5	3	1	0	0	0	2500	1	0	0	1	0	200
0	1	28	5	6	0	0	1	0	3200	1	0	0	0	1	400
1	0	18	6	6	0	1	0	0	3300	1	0	0	1	0	500
1	0	38	6	6	0	0	0	1	4000	1	0	0	0	1	300
0	1	39	3	4	1	0	0	0	2200	1	0	0	0	1	320
1	0	45	4	9	0	0	0	1	4300	0	1	0	0	1	700
0	1	34	7	12	0	1	0	0	5000	1	0	0	0	1	1000
0	1	20	2	8	0	0	1	0	3200	0	1	0	0	1	400
0	1	56	4	15	0	0	1	0	7300	1	0	0	1	0	2000
1	0	37	5	6	1	0	0	0	3200	0	0	1	1	0	200
1	0	28	5	8	0	0	1	0	3500	1	0	0	0	1	400

Sex1	Sex2	Eda	Per	Est	Ocup1	Ocup2	Ocup3	Ocup4	Ing	Viv1	Viv2	Viv3	Enf1	Enf2	DAP anual
0	1	57	6	9	0	1	0	0	4300	1	0	0	1	0	900
1	0	38	6	6	0	0	0	1	3100	1	0	0	0	1	300
1	0	50	4	8	0	0	0	1	3500	1	0	0	0	1	400
0	1	42	7	6	0	1	0	0	3800	1	0	0	0	1	300
0	1	33	2	8	0	0	1	0	3200	0	1	0	0	1	400
0	1	56	4	9	0	0	1	0	5300	1	0	0	1	0	1200
1	0	45	4	6	0	0	1	0	3800	0	1	0	1	0	600
0	1	29	5	9	0	0	0	1	5100	1	0	0	0	1	1500
0	1	68	3	9	1	0	0	0	5500	0	1	0	0	1	1440
1	0	46	1	10	1	0	0	0	6700	1	0	0	1	0	1000
1	0	49	2	0	0	0	0	1	2000	1	0	0	0	1	600
1	0	80	4	5	1	0	0	0	3800	1	0	0	1	0	672
0	1	32	6	6	0	1	0	0	3400	1	0	0	0	1	575
1	0	41	3	6	0	0	0	1	3500	1	0	0	0	1	200
0	1	37	5	9	1	0	0	0	3200	1	0	0	1	0	200
0	1	28	5	9	0	0	1	0	4500	1	0	0	0	1	400
0	1	28	6	12	0	1	0	0	5300	1	0	0	1	0	1800
1	0	38	6	6	0	0	0	1	4000	1	0	0	0	1	800
0	1	39	3	6	1	0	0	0	2200	1	0	0	0	1	320
1	0	45	4	12	0	0	0	1	5400	0	1	0	0	1	3000
0	1	46	7	6	0	1	0	0	3000	1	0	0	0	1	300
0	1	50	2	6	0	0	1	0	3200	0	1	0	0	1	400
0	1	56	4	15	0	0	1	0	7300	1	0	0	1	0	1600
0	1	37	5	9	1	0	0	0	3200	1	0	0	1	0	200
0	1	28	5	9	0	0	1	0	4500	1	0	0	0	1	1000
0	1	34	6	12	0	1	0	0	5300	1	0	0	1	0	1200
1	0	38	6	6	0	0	0	1	3200	1	0	0	0	1	300
0	1	37	5	9	1	0	0	0	3200	1	0	0	1	0	200
0	1	28	5	9	0	0	1	0	3500	1	0	0	0	1	400
0	1	36	6	6	0	1	0	0	2800	1	0	0	1	0	600
1	0	38	6	6	0	0	0	1	3100	1	0	0	0	1	300

Fuente: Elaboración propia con las salidas del programa Gretl

Anexo 5. PRIMERA SALIDA DEL PROGRAMA GRETL PARA EL MODELO

Modelo 1: estimaciones Tobit utilizando las 77 observaciones 1-77
Variable dependiente: DAP_men

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	-29.393	59.5699	-0.4934	0.62172	
Sex1	-0.0105036	16.2943	-0.0006	0.99949	
Eda	0.422337	0.430854	0.9802	0.32697	
Civ1	-47.5648	29.1013	-1.6345	0.10216	
Civ2	-34.096	25.2071	-1.3526	0.17617	
Civ3	-51.145	35.1249	-1.4561	0.14537	
Civ4	5.79124	30.8189	0.1879	0.85095	
Per	1.17722	4.70302	0.2503	0.80235	
Est	-0.188916	3.74492	-0.0504	0.95977	
Ocup1	-32.66	21.2574	-1.5364	0.12444	
Ocup2	-22.9928	23.833	-0.9647	0.33467	
Ocup3	-43.3071	20.6744	-2.0947	0.03620	**
Ing	0.026231	0.00685854	3.8246	0.00013	***
Viv1	-10.1109	33.6012	-0.3009	0.76348	
Viv2	44.3606	41.2186	1.0762	0.28183	
Act1	55.7756	36.8723	1.5127	0.13036	
Act2	42.7896	16.7286	2.5579	0.01053	**
Prob1	-24.0934	16.4352	-1.4660	0.14266	
Enf1	10.7935	13.1636	0.8199	0.41225	

Fuente: Salidas del programa Gretl

Media de la var. dependiente = 64.6234

Desviación típica de la var. dependiente. = 50.366

Observaciones censuradas: 0 (0.0%)

sigma = 25.2606

Log-verosimilitud = -357.91

Criterio de información de Akaike = 755.82

Criterio de información Bayesiano de Schwarz = 802.696

Criterio de Hannan-Quinn = 774.57

Contraste de normalidad de los residuos -

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente

Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 21.7059

con valor p = 1.93473e-005

Anexo 6. SEGUNDA SALIDA DEL PROGRAMA GRETL PARA EL MODELO

Modelo 2: estimaciones Tobit utilizando las 75 observaciones 1-75
Variable dependiente: DAP_men

<i>Variable</i>	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	8.72579	37.1701	0.2348	0.81440	
Sex1	-19.6485	10.4366	-1.8826	0.05975	*
Eda	0.307262	0.288464	1.0652	0.28680	
Per	-4.95322	2.80428	-1.7663	0.07734	*
Est	-3.06279	2.2734	-1.3472	0.17791	
Ocup1	-32.8976	14.4709	-2.2734	0.02300	**
Ocup2	-13.6482	14.6452	-0.9319	0.35138	
Ocup3	-29.2188	12.881	-2.2684	0.02331	**
Ing	0.028486	0.0043711	6.5169	<0.00001	***
Viv1	-9.02589	25.2137	-0.3580	0.72036	
Viv2	1.43963	27.2901	0.0528	0.95793	
Enf1	19.2041	10.3794	1.8502	0.06428	*

Fuente: Salidas del programa Gretl

Media de la var. dependiente = 60.8684

Desviación típica de la var. dependiente. = 40.6419

Observaciones censuradas: 0 (0.0%)

sigma = 23.7792

Log-verosimilitud = -348.669

Criterio de información de Akaike = 723.338

Criterio de información Bayesiano de Schwarz = 753.637

Criterio de Hannan-Quinn = 735.447

Contraste de normalidad de los residuos -

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente

Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 11.382

con valor p = 0.00337624

Anexo 7. SALIDA DE LA REGRESIÓN DEL MODELO DE LA DISPOSICIÓN A PAGAR

Modelo 3: estimaciones Tobit utilizando las 75 observaciones 1-75
Variable dependiente: DAP_men

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	27.3234	41.6357	0.6563	0.51166	
Sex1	-22.5057	11.3495	-1.9830	0.04737	**
Eda	0.188265	0.320938	0.5866	0.55747	
Civ1	-33.0743	27.9505	-1.1833	0.23668	
Civ2	-16.7193	20.5266	-0.8145	0.41535	
Civ3	-24.8413	33.8907	-0.7330	0.46357	
Civ4	-18.4801	27.9164	-0.6620	0.50798	
Per	-2.74678	3.42169	-0.8028	0.42212	
Est	-3.5578	2.701	-1.3172	0.18777	
Ocup1	-24.7881	16.7147	-1.4830	0.13807	
Ocup2	-19.3491	16.6223	-1.1640	0.24441	
Ocup3	-25.6894	13.5256	-1.8993	0.05752	*
Ing	0.0279099	0.00477081	5.8501	<0.00001	***
Viv1	-10.8408	27.8346	-0.3895	0.69693	
Viv2	11.9115	31.7789	0.3748	0.70779	
Enf1	22.9591	10.3629	2.2155	0.02672	**

Fuente: Salidas del programa Gretl

Media de la var. dependiente = 59.68

Desviación típica de la var. dependiente. = 40.6419

Observaciones censuradas: 0 (0.0%)

sigma = 22.5069

Log-verosimilitud = -339.957

Criterio de información de Akaike = 713.914

Criterio de información Bayesiano de Schwarz = 753.311

Criterio de Hannan-Quinn = 729.645

Contraste de normalidad de los residuos -

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente

Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 14.1994

con valor p = 0.000825369

Anexo 8. BASE DE DATOS PARA EL MODELO DE LA DISPOSICIÓN A ACEPTAR

Sex1	Sex2	Eda	Civ1	Civ2	Civ3	Civ4	Civ5	Per	Est	Ocup1	Ocup2	Ocup3	Ocup4	Ocup5	Ing	DAA men
1	0	80	0	0	0	1	0	6	5	0	0	0	0	1	4500	180
1	0	55	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	100
0	1	50	1	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	1	5000	120
1	0	45	0	0	0	0	1	8	5	0	0	0	0	1	4500	160
1	0	40	1	0	0	0	0	5	9	1	0	0	0	0	8000	100
0	1	30	1	0	0	0	0	10	3	0	0	0	1	0	5000	160
1	0	32	0	0	0	0	1	5	5	0	0	0	1	0	4500	120
1	0	45	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	50	1	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	5000	150
1	0	55	0	0	1	0	0	6	5	0	0	0	0	1	4500	160
1	0	52	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	100
0	1	48	1	0	0	0	0	7	3	0	0	0	1	0	5000	150
1	0	52	0	0	1	0	0	5	5	0	0	0	1	0	4500	160
1	0	50	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	80
0	1	48	1	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	5000	120
1	0	50	0	0	0	0	1	8	5	0	0	0	1	0	4500	160
1	0	45	1	0	0	0	0	6	9	0	0	1	0	0	8000	100
0	1	35	1	0	0	0	0	7	3	0	0	0	0	1	5000	120
1	0	56	0	0	0	0	1	7	5	0	0	0	0	1	4500	160
1	0	55	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	50	1	0	0	0	0	6	3	0	0	0	0	1	5000	120
1	0	21	0	1	0	0	0	5	15	0	1	0	0	0	6000	130
1	0	80	0	0	0	1	0	6	5	0	0	0	0	1	3000	190
1	0	55	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	100
0	1	50	1	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	1	5000	120
1	0	45	0	0	0	0	1	8	5	0	0	0	0	1	4500	160
1	0	40	1	0	0	0	0	5	9	1	0	0	0	0	8000	100
0	1	30	1	0	0	0	0	10	3	0	0	0	1	0	5000	150
1	0	32	0	0	0	0	1	5	5	0	0	0	1	0	4500	160
1	0	45	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	50	1	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	5000	120
1	0	55	0	0	1	0	0	6	5	0	0	0	0	1	3000	100
1	0	52	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	48	1	0	0	0	0	7	3	0	0	0	1	0	5000	120
1	0	52	0	0	1	0	0	5	5	0	0	0	1	0	4500	160
1	0	50	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	100
0	1	48	1	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	5000	120
1	0	50	0	0	0	0	1	8	5	0	0	0	1	0	4500	160
1	0	45	1	0	0	0	0	6	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	35	1	0	0	0	0	7	3	0	0	0	0	1	5000	150
1	0	56	0	0	0	0	1	7	5	0	0	0	0	1	3000	190
1	0	55	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	50	1	0	0	0	0	6	3	0	0	0	0	1	5000	120
1	0	21	0	1	0	0	0	5	15	0	1	0	0	0	6000	130

Sex1	Sex2	Eda	Civ1	Civ2	Civ3	Civ4	Civ5	Per	Est	Ocup1	Ocup2	Ocup3	Ocup4	Ocup5	Ing	DAA men
1	0	80	0	0	0	1	0	6	5	0	0	0	0	1	4500	160
1	0	55	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	50	1	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	1	5000	120
1	0	45	0	0	0	0	1	8	5	0	0	0	0	1	4500	160
1	0	40	1	0	0	0	0	5	9	1	0	0	0	0	8000	90
0	1	30	1	0	0	0	0	10	3	0	0	0	1	0	5000	120
1	0	32	0	0	0	0	1	5	5	0	0	0	1	0	3000	190
1	0	45	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	50	1	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	5000	150
1	0	55	0	0	1	0	0	6	5	0	0	0	0	1	4500	160
1	0	52	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	48	1	0	0	0	0	7	3	0	0	0	1	0	5000	120
1	0	52	0	0	1	0	0	5	5	0	0	0	1	0	3000	190
1	0	50	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	48	1	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	5000	120
1	0	50	0	0	0	0	1	8	5	0	0	0	1	0	3000	190
1	0	45	1	0	0	0	0	6	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	35	1	0	0	0	0	7	3	0	0	0	0	1	5000	120
1	0	56	0	0	0	0	1	7	5	0	0	0	0	1	3000	190
1	0	55	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	50	1	0	0	0	0	6	3	0	0	0	0	1	5000	150
1	0	21	0	1	0	0	0	5	15	0	1	0	0	0	6000	130
1	0	80	0	0	0	1	0	6	5	0	0	0	0	1	4500	160
1	0	55	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	50	1	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	1	5000	120
1	0	45	0	0	0	0	1	8	5	0	0	0	0	1	3000	190
1	0	40	1	0	0	0	0	5	9	1	0	0	0	0	8000	90
0	1	30	1	0	0	0	0	10	3	0	0	0	1	0	5000	150
1	0	32	0	0	0	0	1	5	5	0	0	0	1	0	3000	190
1	0	45	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	50	1	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	5000	120
1	0	55	0	0	1	0	0	6	5	0	0	0	0	1	4500	160
1	0	52	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	48	1	0	0	0	0	7	3	0	0	0	1	0	5000	120
1	0	52	0	0	1	0	0	5	5	0	0	0	1	0	3000	190
1	0	50	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	48	1	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	5000	120
1	0	50	0	0	0	0	1	8	5	0	0	0	1	0	4500	160
1	0	45	1	0	0	0	0	6	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	35	1	0	0	0	0	7	3	0	0	0	0	1	5000	150
1	0	56	0	0	0	0	1	7	5	0	0	0	0	1	3000	190
1	0	55	1	0	0	0	0	5	9	0	0	1	0	0	8000	90
0	1	50	1	0	0	0	0	6	3	0	0	0	0	1	5000	120
1	0	21	0	1	0	0	0	5	15	0	1	0	0	0	6000	130

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. PRIMERA SALIDA DEL PROGRAMA GRETL PARA EL MODELO DAA

Modelo 1: estimaciones Tobit utilizando las 51 observaciones 1-51
Variable dependiente: DAA_men

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	196.745	26.7017	7.3682	<0.00001	***
Sex1	13.321	21.3572	0.6237	0.53281	
Eda	-0.0137538	0.302926	-0.0454	0.96379	
Civ1	-6.99774	25.6503	-0.2728	0.78500	
Civ2	2.73937	4.56892e+07	0.0000	1.00000	
Civ3	-4.29846	7.90571	-0.5437	0.58664	
Civ4	12.2583	17.5081	0.7001	0.48383	
Per	3.12436	1.84432	1.6940	0.09026	*
Ocup1	7.7112	7.73809	0.9965	0.31900	
Ocup3	3.99926	19.1646	0.2087	0.83470	
Ocup4	4.37524	4.51585	0.9689	0.33261	
Ing	-0.0163564	0.00449194	-3.6413	0.00027	***

Fuente: Elaboración con las salidas del programa Gretl

Media de la var. dependiente = 130

Desviación típica de la var. dependiente. = 33.8693

Observaciones censuradas: 0 (0.0%)

sigma = 12.588

Log-verosimilitud = -347.748

Criterio de información de Akaike = 721.496

Criterio de información Bayesiano de Schwarz = 753.701

Criterio de Hannan-Quinn = 734.471

Contraste de normalidad de los residuos -

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente

Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 43.0664

con valor p = 4.44885e-010

Anexo 10. SEGUNDA SALIDA DEL PROGRAMA GRETL PARA EL MODELO DAA

Modelo 2: estimaciones Tobit utilizando 50 observaciones desde 1-50

Se han quitado las observaciones ausentes o incompletas: 1

Variable dependiente: DAA_men

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
const	-1.16248e-09	6.23669e+06	-0.0000	1.00000
Sex1	210.066	6.23669e+06	0.0000	0.99997
Sex2	196.745	6.23669e+06	0.0000	0.99997
Eda	-0.0137539	0.299519	-0.0459	0.96337
Civ1	-6.99777	25.3621	-0.2759	0.78261
Civ2	2.73936	8.87874e+07	0.0000	1.00000
Civ3	-4.29846	7.81674	-0.5499	0.58239
Civ4	12.2583	17.3113	0.7081	0.47888
Per	3.12436	1.82356	1.7133	0.08665 *
Ocup1	7.7112	7.65111	1.0079	0.31352
Ocup3	3.99927	18.9493	0.2111	0.83285
Ocup4	4.37524	4.46505	0.9799	0.32714
Ing	-0.0163564	0.00444136	-3.6827	0.00023 ***

Fuente: Elaboración con las salidas del programa Gretl

Media de la var. dependiente = 257.079

Desviación típica de la var. dependiente. = 1199.33

Observaciones censuradas: 0 (0.0%)

sigma = 12.5171

Log-verosimilitud = -351.197

Criterio de información de Akaike = 730.393

Criterio de información Bayesiano de Schwarz = 765.234

Criterio de Hannan-Quinn = 744.437

Contraste de normalidad de los residuos -

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente

Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 42.4661

con valor p = 6.00627e-010

Anexo 11. SALIDA DE LA REGRESIÓN DEL MODELO DE LA DISPOSICIÓN A ACEPTAR

Modelo 3: estimaciones Tobit utilizando las 50 observaciones 1-50
Variable dependiente: DAA_men

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
const	200.744	1.21823e+07	0.0000	0.99999
Sex1	13.321	2.41469e+07	0.0000	1.00000
Eda	-0.0137534	0.30641	-0.0449	0.96420
Civ1	-6.99776	1.60979e+07	-0.0000	1.00000
Civ2	-1.25985	2.15065e+07	-0.0000	1.00000
Civ3	-4.29847	7.99667	-0.5375	0.59090
Civ4	12.2583	17.7093	0.6922	0.48882
Per	3.12436	1.86554	1.6748	0.09398 *
Est	-1.59257e-06	4.02448e+06	-0.0000	1.00000
Ocup1	3.71202	1.02331e+07	0.0000	1.00000
Ocup3	6.23236e-05	1.02331e+07	0.0000	1.00000
Ocup4	0.376071	1.02331e+07	0.0000	1.00000
Ocup5	-3.99918	1.02331e+07	-0.0000	1.00000
Ing	-0.0163564	0.00454364	-3.5998	0.00032 ***

Fuente: Elaboración con las salidas del programa Gretl

Media de la var. dependiente = 130

Desviación típica de la var. dependiente. = 34.0656

Observaciones censuradas: 0 (0.0%)

sigma = 12.6601

Log-verosimilitud = -344.293

Criterio de información de Akaike = 718.587

Criterio de información Bayesiano de Schwarz = 755.575

Criterio de Hannan-Quinn = 733.481

Contraste de normalidad de los residuos -

Hipótesis nula: el error se distribuye normalmente

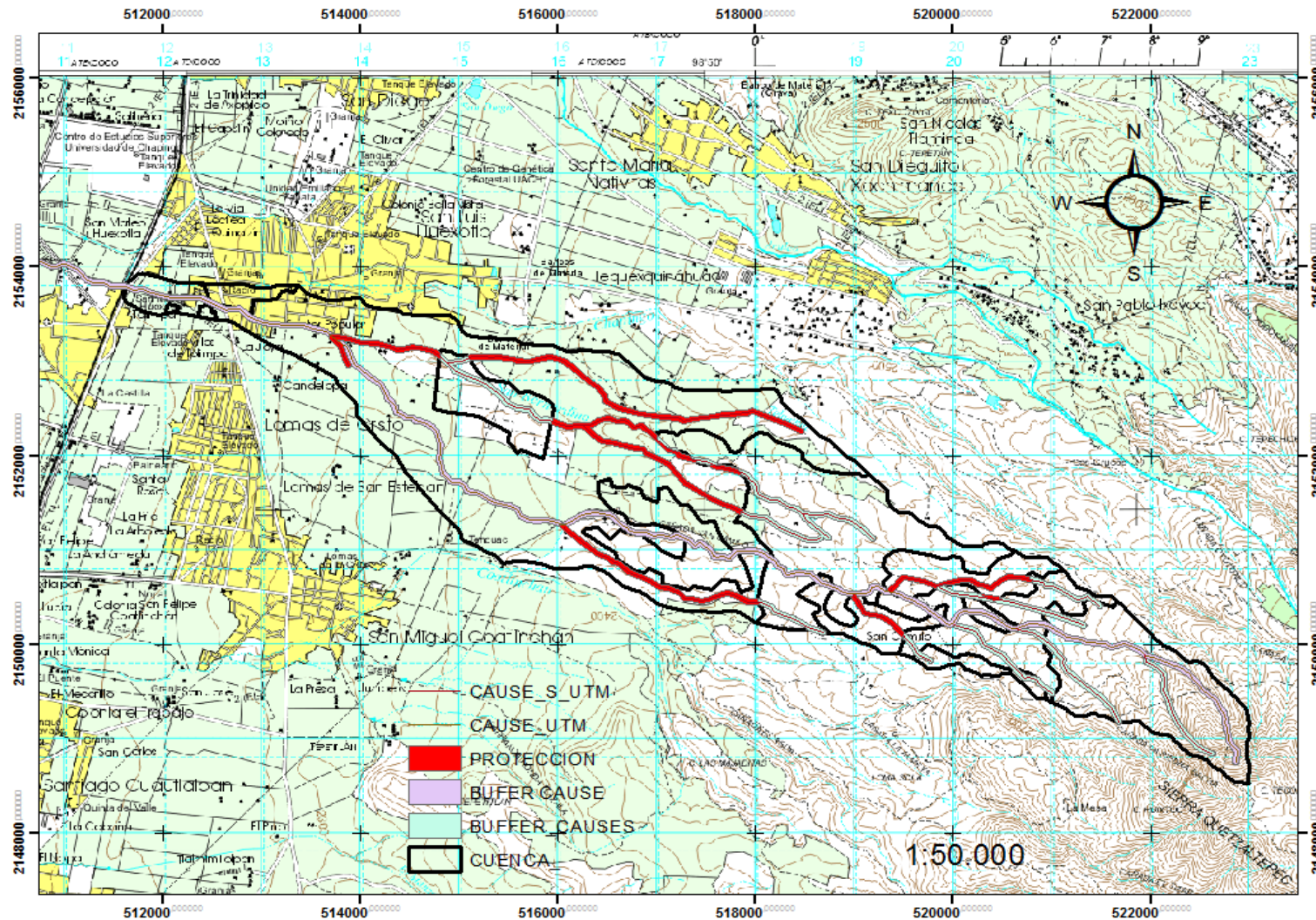
Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 42.6786

con valor p = 5.40084e-010

PLANOS

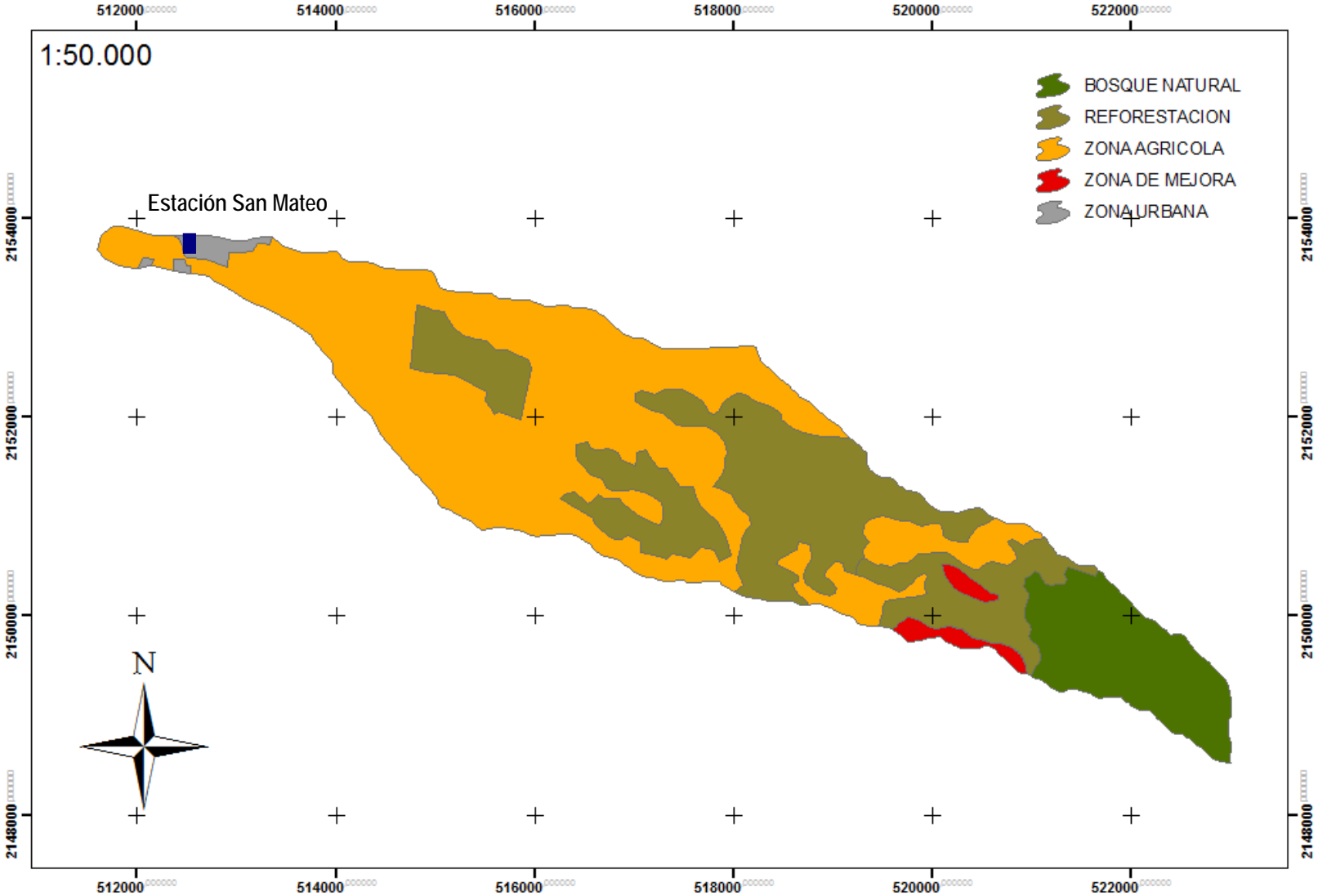
Plano 1. Ubicación de la subcuenca del río Sanbernardino

Subcuenca ubicada en carta topográfica de INEGI

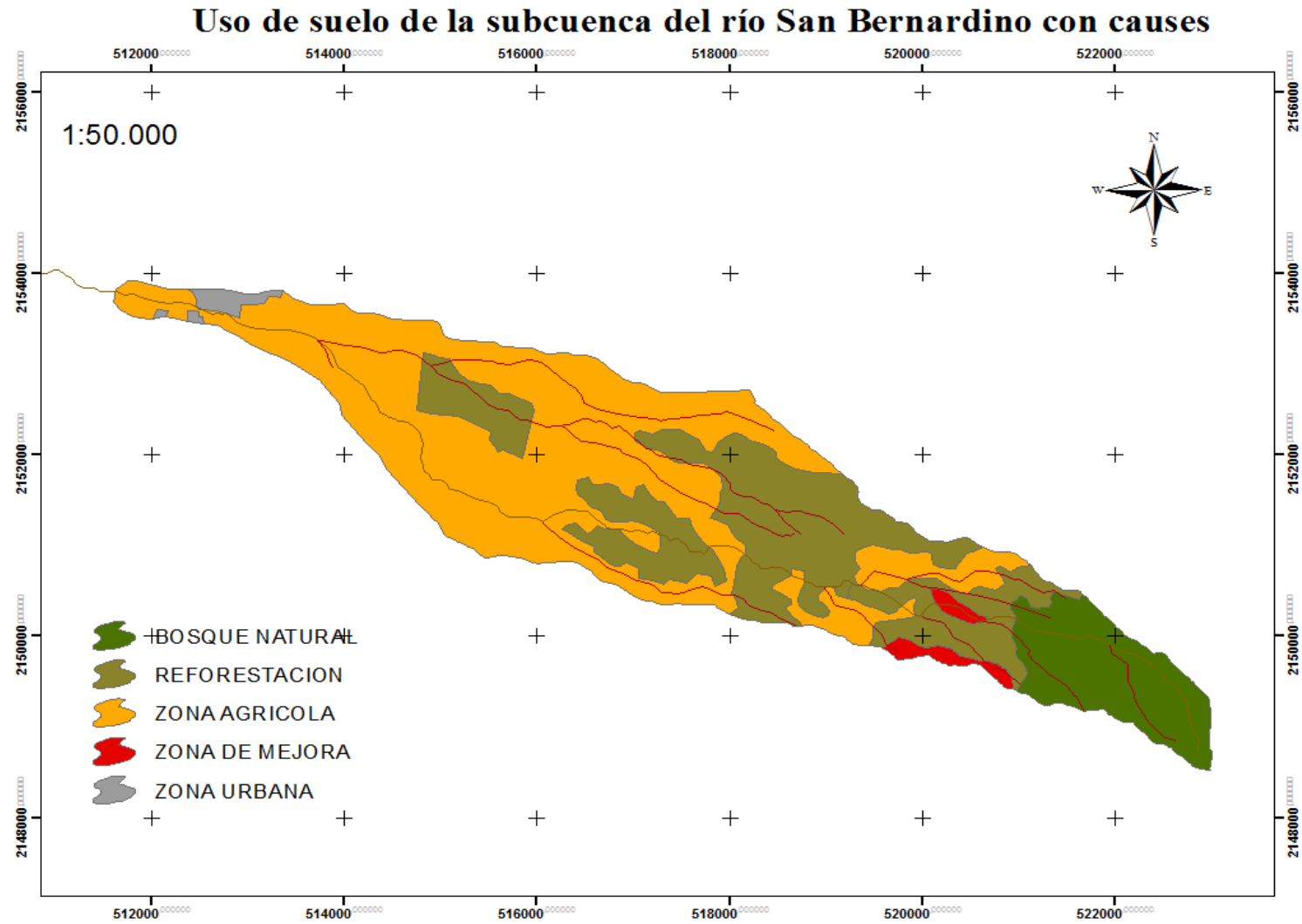


Plano 2. Ubicación de la estación San Mateo Huexotla, Texcoco de la subcuenca del río Sanbernardino (Clave 15150)

Uso de suelo de la subcuenca del río San Bernardino



Plano 3. Áreas a mejorar en la subcuenca del río Sanbernardino



Plano 4. Plantación de árboles en las laderas del cauce del río San Bernardino

