



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS NATURALES

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS
RECREATIVOS AMBIENTALES DEL AGUA MEDIANTE EL
MÉTODO DE COSTO DE VIAJE EN EL ESTADO DE
CHIHUAHUA, MÉXICO**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y
DE LOS RECURSOS NATURALES**

P R E S E N T A

GIL ORTÍZ APARICIO

Bajo la supervisión de: RAMÓN VALDIVIA ALCALÁ, DOCTOR

CHAPINGO, EDO DE MÉXICO, JUNIO DE 2018



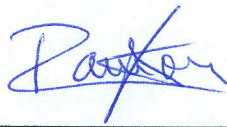
DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
COMISIÓN DE EXÁMENES PROFESIONALES



**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS RECREATIVOS
AMBIENTALES DEL AGUA MEDIANTE EL MÉTODO DE COSTO DE
VIAJE EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO**

Tesis realizada por Gil Ortiz Aparicio bajo la dirección del Comité Asesor indicado,
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES**



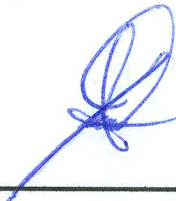
DIRECTOR: DR. RAMÓN VALDIVIA ALCALA



CODIRECTOR: DR. CRISTÓBAL MARTÍN CUEVAS ALVARADO



ASESOR: DR. JUAN HERNÁNDEZ ORTÍZ



ASESOR: DR. FERMÍN SANDOVAL ROMERO

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y familiares por estar siempre presentes en todas y cada una de mis metas y proyectos. Gracias por todo su apoyo y confianza que me han brindado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento que me fue otorgado; sin el cual no hubiese sido posible la realización de mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Chapingo, en especial a la División de ciencias Económico-Administrativas por la oportunidad que me brindo para la realización de mis estudios de maestría.

Al Dr. Ramón Valdivia Alcalá, Dr. Cristóbal Martín Cuevas Alvarado, Dr. Juan Hernández Ortiz y al Dr. Fermín Sandoval Romero, por todo el apoyo y las recomendaciones que me fueron de gran ayuda para la culminación de la presente investigación.

A todo el personal académico, administrativos y compañeros del programa de posgrado por todas las facilidades otorgadas durante mi estancia en la misma.

A todos mis amigos, por todo el apoyo en las buenas y en las malas, a todas las personas que me apoyaron en todo momento y estuvieron al pendiente.

RESEÑA PERSONAL

Gil Ortiz Aparicio es originario del Estado de Oaxaca, nació el 21 de marzo de 1990 en la región sierra sur, Municipio de Putla Villa de Guerrero, Distrito de Putla. En este municipio realizó sus estudios hasta el nivel secundaria.



En el año 2005 ingreso a la Universidad Autónoma Chapingo a realizar sus estudios de Preparatoria Agrícola hasta el 2008. En el 2009 inicio sus estudios de especialidad en la misma Institución como Licenciado en Comercio Internacional de Productos Agropecuarios egresando más tarde en junio de 2013.

En el ámbito profesional se ha desempeñado como técnico facilitador en una Agencia de Desarrollo Rural en el estado de Hidalgo, en el Programa PESA, encargado del área de micro-ahorro y estudios de mercados en el 2014. En 2015 ingreso a trabajar en la cervecería Heineken México, donde desarrolló la función de supervisor de almacén.

En el año 2016 concluye sus actividades laborales en Heineken México y en este mismo año inicia sus estudios de Maestría en la División de Ciencias Económico Administrativa en la Universidad Autónoma Chapingo, concluyendo sus estudios de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales en junio de 2018.

En mayo de 2018 participa como asesor en su primera tesis de licenciatura denominada: Investigación de mercado de una tortillería de maíz de manera artesanal en la comunidad de san Juan Lagunas Putla Villa de Guerrero Oaxaca.

Índice General

INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
OBJETIVOS	3
HIPÓTESIS	3
ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN	4
I. MARCO TEÓRICO	6
1.1. TEORÍA DE LAS PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR	6
1.2. MEDIDAS MONETARIAS DEL BIENESTAR	10
1.3. EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR	10
1.4. VARIACIÓN COMPENSATORIA	11
1.5. VARIACIÓN EQUIVALENTE	14
1.6. EL CONCEPTO DE VALOR ECONÓMICO TOTAL	18
1.7. MODELO GENERAL DE COSTO DE VIAJE	20
1.8. MODELO DE LA UTILIDAD ALEATORIA	25
1.9. TEORÍA DE PREFERENCIAS REVELADAS	26
1.10. FUNDAMENTACIÓN ECONÓMETRICA	27
1.11. EL MODELO DE REGRESIÓN DE POISSON	27
1.12. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MODELO DE REGRESIÓN DE POISSON	29
1.13. ESTIMACIÓN DEL PARAMETRO DE DISPERSIÓN	30
1.14. MODELO BINOMIAL NEGATIVO	36
II. REVISIÓN DE LITERATURA	37
III. METODOLOGÍA	44
3.1. LOCALIZACIÓN DE LA PRESA LA BOQUILLA	44
3.2. LEVANTAMIENTO DE LA ENCUESTA	44
3.3. CALCULO DE COSTO TOTAL DEL VIAJE	46
3.4. SOFTWARE UTILIZADO	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. RESULTADOS ESTADÍSTICOS Y ECONÓMETRICOS	49
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL MODELO DE REGRESIÓN DE POISSON	50
4.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL MODELO DE REGRESIÓN BINOMIAL NEGATIVO	52
4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PROBLEMA DE SOBREDISPERSIÓN	53
4.5. RESULTADOS ECONÓMICOS	54
4.6. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS RECREATIVOS	55
4.7. VALOR TOTAL DE LOS SERVICIOS RECREATIVOS DEL AGUA	56
4.8. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL INGRESO EN EL MODELO DEL COSTO VIAJE	56
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. CONCLUSIONES	58
5.2. RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXO 1. CUESTIONARIO APLICADO EN LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EN LA PRESA LA BOQUILLA	64

ANEXO 2. RESULTADOS ECONOMÉTRICOS.....	69
ANEXO 3. MUESTRA DEL CONJUNTO DE DATOS.....	72
Gráfica 1: Excedente del consumidor	11
Gráfica 2: Variación equivalente de una disminución en precio	17
Figura 1: Taxonomía de valores ambientales	19
Figura 2: Presa de la Boquilla, municipio de San Francisco de Conchos, Chihuahua	45
Figura 3: Opciones del nlogit 5 para ajuste de datos de conteo	47
Cuadro 1: Descripción de las variables.....	48
Cuadro 2: Categorización de la variable Calidad del Agua	48
Cuadro 3: Categorización de la variable Cantidad del Agua.....	49
Cuadro 4: Estadísticos descriptivos de las variables continuas.....	49
Cuadro 5: Niveles y frecuencias de las variables cualitativas	50
Cuadro 6: Parámetros estimados de los modelos estimados	51
Cuadro 7: Valoración económica de los servicios recreativos del agua de la presa de la Boquilla, Chihuahua.....	55
Cuadro 8: Parámetros de la interacción costo de viaje e ingreso.....	57

RESUMEN

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS RECREATIVOS AMBIENTALES DEL AGUA MEDIANTE EL MÉTODO DE COSTO DE VIAJE EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO

Los objetivos de esta investigación fueron: a) valorar económicamente los servicios recreativos de la presa La Boquilla en el estado mexicano de Chihuahua; b) determinar la interacción entre el costo total de viaje y los ingresos del consumidor. Se estimó el excedente del consumidor que se obtiene al realizar las visitas a la presa para luego obtener el excedente total considerando el número de visitantes anuales a la presa (600,000).

El excedente promedio estimado del consumidor fue de \$38.98 pesos mexicanos por visitante cuando se utilizó el modelo de Poisson y de 52.47 pesos mexicanos cuando se utilizó el modelo binomial negativo. Por lo tanto, la valuación económica de los servicios ambientales recreativos del agua fue de \$20.98 millones de pesos mexicanos y \$31.48 millones de pesos mexicanos, respectivamente. El segundo resultado fue que la estimación puntual del costo total del viaje desde el cual la interacción entre esta variable y el ingreso del consumidor cambió de negativa a positiva, o viceversa, fue de \$1,409 pesos mexicanos.

Palabras clave: valoración económica, sobredispersión, modelo de Poisson, modelo binomial negativo, excedente del consumidor.

Tesis de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales,
Universidad Autónoma Chapingo

Autor: Gil Ortíz Aparicio

Director de tesis: Ramón Valdivia Alcalá

ABSTRACT

Economic valuation of recreational environmental water services through the travel cost method in the state of Chihuahua, Mexico

The objectives of this research were: a) to economically value the recreational services of the La Boquilla dam in the Mexican state of Chihuahua; b) determine the interaction between the total cost of travel and the consumer's income. The surplus of the consumer obtained by visiting the dam was estimated to then obtain the total surplus considering the number of annual visitors to the dam (600,000).

The estimated average consumer surplus was \$ 38.98 Mexican pesos per visitor when the Poisson model was used and 52.47 Mexican pesos when the negative binomial model was used. Therefore, the economic valuation of recreational environmental water services was \$ 20.98 million Mexican pesos and \$ 31.48 million Mexican pesos, respectively. The second result was that the point estimate of the total cost of the trip from which the interaction between this variable and the consumer's income changed from negative to positive, or vice versa, was \$ 1,409 Mexican pesos.

Keywords:Key: economic valuation, overdispersion, Poisson model, binomial negative model, consumer surplus

Thesis Universidad Autónoma Chapingo

Author: Gil Ortiz Aparicio

Advisor: Ramón Valdivia Alcalá

Introducción

En la actualidad el creciente nivel poblacional a nivel global, causa que los recursos naturales, abundantes en épocas anteriores, sean cada vez más escasos y tengan un acelerado deterioro debido a las actividades antropogénicas de extracción. La demanda de bienes y servicios prestados por el uso directo o disfrute intangible de los bienes como selvas, bosques, lagos, mares, ríos, entre otros, sean motivo de estudio para poder asignarles un precio sombra para poder determinar flujos monetarios que ayuden a contar con recursos económicos para financiar su regeneración y conservación, así como recomendaciones de políticas para su uso y acceso al turismo de masas.

Las alternativas metodológicas de las valoraciones económicas para determinar los precios sombra que los turistas debieran pagar por el acceso a los recursos naturales o los servicios recreativos que prestan, se agrupan fundamentalmente en los métodos de preferencias reveladas y el de preferencias declaradas. Cada método tiene variantes aplicables a las particularidades de las áreas de estudio y sobre todo a la disponibilidad de datos o el costo de aplicar una encuesta para generarlos.

La metodología de preferencias reveladas o mercados sustitutos se basa en utilizar precios de mercado observados, que representan un costo en el que incurre un consumidor que realiza un viaje a un sitio recreativo determinado, para asignar un precio a un bien o recurso que carece de mercado, como son los bienes públicos. Una variante de la metodología de preferencias reveladas es el llamado método de costo de viaje individual. Las preferencias reveladas, han sido ampliamente usadas como una aproximación a la valoración de los bienes y servicios sin mercado, desde la carta enviada por Hotelling, en 1947, al director del Servicio de Parques Nacionales de los Estados Unidos, en la cual sugería que el costo del viaje, generado por la demanda de recreación, se relacionaba al valor natural del recurso.

Esta investigación aplica la metodología de preferencias reveladas para estimar el llamado excedente del consumidor de servicios recreativos del agua, utilizando específicamente el llamado método de costo de viaje individual y en base al mismo, posteriormente obtener la valoración económica total de la región de estudio.

Planteamiento del problema

La región que comprende los estados del norte de México como son Coahuila y principalmente Chihuahua, se caracterizan por la relativa escasez de agua. De esta manera, sitios como la presa La Boquilla ubicada en la cuenca del Río Conchos, atrae anualmente a consumidores de servicios recreativos provenientes de los municipios de Camargo, Casas Grande, Delicias, Creel, Cuauhtémoc, Jiménez, Juárez, Maderas, Meoquí, entre otros, del estado de Chihuahua; municipios como Gómez Palacio, en Durango; y algunas localidades de la zona fronteriza con el estado de Texas, Estados Unidos (INEGI, 2010; INEGI, 2018).

El desarrollo de las actividades de recreación en el área de La Boquilla está relacionado con el mercado de transporte necesario para el desplazamiento a tal zona y así como todos los costos adicionales en que se incurren los paseantes para realizar un viaje. La presa la Boquilla es un espacio natural público, que como lagos, ríos, bosques, estuarios, entre otros, que brindan servicios de recreación y esparcimiento. Dado que el paisaje, la recreación, el esparcimiento brindado por el sitio no tiene un mercado definido, la valoración se realiza de forma indirecta por medio de mercados relacionados, que son el transporte, gasolina, gastos de hospedaje, etc. (Amado *et al*, 2014).

Por lo tanto si el propósito es realizar una valoración económica del sitio recreativo de La Boquilla que pudiera orientar el establecimiento de esquemas de pago que ayuden a financiar mejoras en el sitio recreativo; el método de preferencias reveladas, y específicamente los costos en que incurren los visitantes, es el método más apropiado pues las características del estudio reúne todas las características para la aplicación de este método.

Antecedentes

Uno de los propósitos de los estudios de valoración económica de los recursos naturales y los servicios recreativos, que de los mismos se derivan, es la aplicación de las metodologías de preferencias reveladas y preferencias declaradas de la teoría microeconómica para estimar, en términos monetarios, los cambios en el bienestar del consumidor debido a políticas públicas sobre el acceso a bienes públicos o recursos naturales que debido al crecimiento poblacional su libre disponibilidad ha disminuido.

La presente investigación es uno de varios estudios que han resultado de un proyecto de investigación de mediano plazo desarrollado por un grupo de investigadores del Programa de Posgrado de la División de Ciencias Económico Administrativa (DICEA), cuyo propósito ha sido la verificación empírica de los desarrollos teóricos y metodológicos de la microeconomía y su contraparte econométrica. En el lado microeconómico se estudian los conceptos de las medidas de bienestar del consumidor (variación compensatoria, variación equivalente, excedente del consumidor, demanda de características de los bienes ambientales, etc.). Por el lado econométrico, el proyecto de investigación ha mostrado cómo se aplican los modelos lineales generalizados (regresión logística, modelo de Poisson, modelo binomial negativo, etc.) para estimar empíricamente los conceptos propuestos por la economía ambiental.

De esta manera, las investigaciones resultantes del referido proyecto comparten algunos elementos comunes en cuanto estructura y contenido; no obstante cada una profundiza sobre las metodologías referidas, aportando elementos para el análisis global acerca de las metodologías de valoración económica de los recursos naturales y servicios recreativos que de estos se derivan.

Objetivos

- Realizar la valoración económica de la presa La Boquilla mediante el modelo de preferencias reveladas de costo de viaje.
- Analizar la sensibilidad del excedente del consumidor de servicios recreativos ambientales ante variaciones en su ingreso.
- Comparar las variaciones del excedente del consumidor estimado mediante dos formas funcionales.

Hipótesis

Las hipótesis de trabajo de la presente investigación es la siguiente:

- La estimación del excedente del consumidor mediante el modelo de regresión de Poisson resultará en una estimación subestimada debido a la presencia de

sobredispersión en los datos y por lo tanto el monto total de la valoración económica del sitio recreativo será inferior a aquella valoración realizada mediante el modelo binomial negativo que permite corregir la sobredispersión de los datos.

- El efecto del costo de viaje sobre el comportamiento del ingreso en el modelo del costo de viaje, indica que su interacción (multiplicativa) entre estas variables indica, que a bajos montos de costo de viaje, el ingreso causa que los servicios recreativos del agua se comporten como un bien inferior y que a montos altos de costo de viaje, el ingreso provoca que los servicios ambientales se comporten como un bien normal o superior.

Estructura de la investigación

La presente investigación se ha dividido en una introducción, cinco capítulos y dos anexos. En la introducción se describen: planteamiento del problema, antecedentes, objetivos e hipótesis.

En el capítulo uno se expone el marco teórico de la investigación. Se desarrollan los fundamentos microeconómicos que argumentan el contenido y análisis de la investigación así como se exponen los dos modelos microeconómicos que se utilizan para la estimación de la función generadora de viajes. En el capítulo dos se realiza una revisión de los principales artículos e investigaciones empíricas de la literatura que sirve, junto con el marco teórico, de guía para la interpretación de los resultados de la investigación. El capítulo tres explica la metodología utilizada para la aplicación de la encuesta en el sitio recreativo de la presa La Boquilla.

En el capítulo cuatro muestran los resultados de la aplicación de los modelo de regresión para datos de conteo. Se indica además el procedimiento para obtener el beneficio excedente del consumidor y la valoración de los servicios ambientales recreativos, que presta el agua de la presa La Boquilla. En el capítulo cinco se enuncian las conclusiones y recomendaciones del estudio.

Finalmente en los anexos se muestra la salida del software nlogit 5 con la estimación de los modelos de regresión de Poisson y binomial negativo, el cuestionario aplicado a los

visitantes entrevistados en La Boquilla y una muestra del conjunto de datos de las variables con que se corrió el modelo de regresión.

I. Marco teórico

Las sociedades modernas obtienen bienestar de los recursos naturales a través de los servicios ambientales que estos prestan. La valoración económica de tales funciones es uno de los objetivos de la economía ambiental. Con este propósito se han desarrollado una serie de técnicas de valoración donde la teoría microeconómica brinda un aparato conceptual para hacer explícitas los cambios que el bienestar del consumidor registra cuando el precio o cantidades consumidas cambian.

En este capítulo se exponen brevemente los principales conceptos microeconómicos que subyacen en los métodos de valoración, los cuales son extensiones o aplicaciones de la teoría del consumidor a los casos particulares del medio ambiente y los recursos naturales. En un segundo momento se exponen los fundamentos microeconómicos que permiten verificar empíricamente los conceptos guía de la microeconomía.

1.1. Teoría de las preferencias del consumidor

En la teoría microeconómica el concepto de preferencia requiere que el individuo pueda ordenar el conjunto de alternativas disponibles desde la de mayor a la de menor satisfacción, incluyendo los conjuntos de bienes para los cuales el nivel de satisfacción es el mismo. Dado este supuesto existen seis axiomas que debe exhibir este ordenamiento: comparabilidad, reflexividad, transitividad, continuidad, no saciedad y convexidad. Freeman (2003) deduce la propiedad conocida como sustitución el mismo que establece la posibilidad de intercambio entre pares de bienes. Esto, a su vez, permite valorar económicamente bienes ambientales, ya que el valor económico de los mismos se expresa en términos de la disposición a renunciar a un bien con miras a obtener más de otro. Si un individuo desea una mejor calidad ambiental debería estar dispuesto, en principio, a sacrificar algo con el fin de satisfacer este deseo.

Para analizar la teoría básica de medición de cambios en el bienestar de los individuos a partir de cambios en precios se parte del supuesto básico del comportamiento del consumidor, que es la maximización de la utilidad (el nivel de utilidad se interpreta como el nivel de bienestar), la misma que está sujeta a la restricción de ingreso del individuo. Entonces, el problema del consumidor está representado por:

$$\max_{q_1, q_2} \{u(q_1, q_2) | p_1 q_1 + p_2 q_2 = m\}$$

Donde u representa la función de utilidad de un individuo la cual depende, en este caso, del consumo de dos bienes q_1 y q_2 . Donde p_1 y p_2 son los precios de los bienes q_1 y q_2 , respectivamente.

El individuo maximiza su utilidad a partir de q_1 y q_2 , sujeto a una restricción de presupuesto representada por: $p_1 q_1 + p_2 q_2 = m$. Donde m representa el nivel de ingreso que dispone el individuo para gastarlos en los bienes q_1 y q_2 . Del proceso de maximización de utilidad con respecto a q_1 y q_2 se encuentran las funciones de *demanda Marshallianas* para q_1 y q_2 denotadas como:

$$\begin{aligned}\tilde{q}_1 &= \tilde{q}_1(p_1, p_2, m) \\ \tilde{q}_2 &= \tilde{q}_2(p_1, p_2, m)\end{aligned}$$

Se puede observar que las funciones de demanda Marshallianas están en función de argumentos observables: los precios y el nivel de ingreso. Reemplazando las funciones de demanda Marshallianas en la función de utilidad directa resulta la función de utilidad indirecta la cual es representada por la siguiente ecuación:

$$V(p_1, p_2, m) = u[\tilde{q}_1(p_1, p_2, m), \tilde{q}_2(p_1, p_2, m)]$$

La función de utilidad indirecta representa la máxima utilidad que es posible obtener dado el nivel de precios y el ingreso. Las propiedades matemáticas de esta función son:

- a. $V(p, m)$ es no creciente con respecto a p_i y es no decreciente con respecto a m . Es decir:

$$\frac{\partial V(p_i, m)}{\partial p_i} < 0 \text{ y } \frac{\partial V(p_i, m)}{\partial m} > 0 \quad \forall i = 1, 2$$

- b. $V(p, m)$ es homogénea de grado 0 en p_i y m .
- c. $V(p, m)$ es cuasi convexa con respecto a los precios.
- d. $V(p, m)$ es continua cualesquiera que sean los precios y el ingreso.

Por medio de la identidad de Roy se puede obtener las funciones de demandas marshallianas para q_1 y q_2 :

$$-\frac{\partial \mathcal{V} / \partial p_i}{\partial \mathcal{V} / \partial m} = \tilde{q}_i(p_i, m) \quad \forall i = 1, 2.$$

Hasta ahora, se ha maximizado la utilidad sujeto a una restricción de ingreso, este problema es también llamado problema primal. Sin embargo, existe un problema dual relacionado con el mismo, el cual se puede expresar como el gasto mínimo requerido para lograr un cierto nivel de utilidad, en este caso el problema del consumidor estaría definido como:

$$\min_{q_1, q_2} \{m = p_1 q_1 + p_2 q_2 \mid u(q_1, q_2) = u\}$$

De este problema de minimización de gasto se obtienen las funciones de demanda Hicksianas para q_1 y q_2 , respectivamente:

$$\begin{aligned}\bar{q}_1 &= \bar{q}_1(p_1, p_2, u) \\ \bar{q}_2 &= \bar{q}_2(p_1, p_2, u)\end{aligned}$$

Las demandas Hicksianas se encuentran en función de precios y de la utilidad. Reemplazando las demandas Hicksianas directamente en la función objetivo del problema de minimización de gasto, se obtiene la *función de gasto*:

$$e(p_1, p_2, u) = p_1[\bar{q}_1(p_1, p_2, u)] + p_2[\bar{q}_2(p_1, p_2, u)]$$

La anterior expresión representa el mínimo gasto requerido para alcanzar un nivel de utilidad dados los precios. La función de gasto tiene las siguientes propiedades de la función de gasto:

- $e(p_1, p_2, u)$ es no decreciente con respecto a los precios.
- $e(p_1, p_2, u)$ es homogénea de grado 1 con respecto a los precios.
- $e(p_1, p_2, u)$ es cóncava con respecto a los precios.
- $e(p_1, p_2, u)$ es continua en los precios, para valores no triviales.

Por medio del lema de Sheppard, se puede recuperar las funciones de demanda Hicksianas a partir de la función de gasto:

$$\frac{\partial e(p_1, p_2, u)}{\partial p_i} = \bar{q}_i(p_1, p_2, u) \forall i = 1, 2.$$

Desde el punto de vista de la economía del bienestar aplicada es útil observar que existe una relación estrecha entre la función de utilidad indirecta y la función de gasto. Observe que si:

$$V(p_1, p_2, m) = u \text{ y sí } m = V^{-1}(p_1, p_2, u) = e(p_1, p_2, u).$$

Por consiguiente, se puede obtener una expresión para la función de utilidad indirecta en términos de la función de gasto, donde V^{-1} es la función inversa de utilidad indirecta.

La función de utilidad indirecta representa el máximo nivel de utilidad que se puede alcanzar con unos precios y un ingreso dado. Mientras, que la función de gasto refleja el mínimo gasto necesario para encontrar exactamente ese nivel de utilidad máximo considerado como óptimo. Además, la función de gasto se representa como $e(p_1, p_2, u) = m$, por consiguiente:

$$u = e^{-1}(p_1, p_2, m) = V(p_1, p_2, m)$$

Dada una de las funciones, ya sea la función de utilidad indirecta o la función de gasto, será posible encontrar una de estas a partir de la otra a través del proceso de inversión. Por otro lado, se presentan cuatro identidades fundamentales relacionadas con la dualidad en la teoría del consumidor:

- a. $e(p_1, p_2, V(p_1, p_2, m)) \equiv m$
- b. $V(p_1, p_2, e(p_1, p_2, u)) \equiv u$
- c. $\tilde{q}_i(p_1, p_2, m) \equiv \bar{q}_i(p_1, p_2, V(p_1, p_2, m))$
- d. $\bar{q}_i(p_1, p_2, u) \equiv \tilde{q}_i(p_1, p_2, e(p_1, p_2, u))$

La primera indica que el mínimo gasto necesario para alcanzar la utilidad $V(p_1, p_2, m)$ es m . La segunda refleja que la utilidad máxima de un ingreso $e(p_1, p_2, u)$ es u . La tercera muestra que la curva de *demanda* Marshalliana con ingreso m es igual a la *demanda* Hicksiana con utilidad $V(p_1, p_2, m)$. Finalmente, la cuarta identidad indica que la demanda Hicksiana con utilidad u es igual a la demanda Marshalliana con ingreso $e(p_1, p_2, u)$.

1.2. Medidas monetarias del bienestar

En el contexto de la valoración económica de los recursos naturales es común utilizar tres medidas de bienestar: el excedente del consumidor (EC), la variación compensada (VC) y la variación equivalente (VE).

1.3. Excedente del consumidor

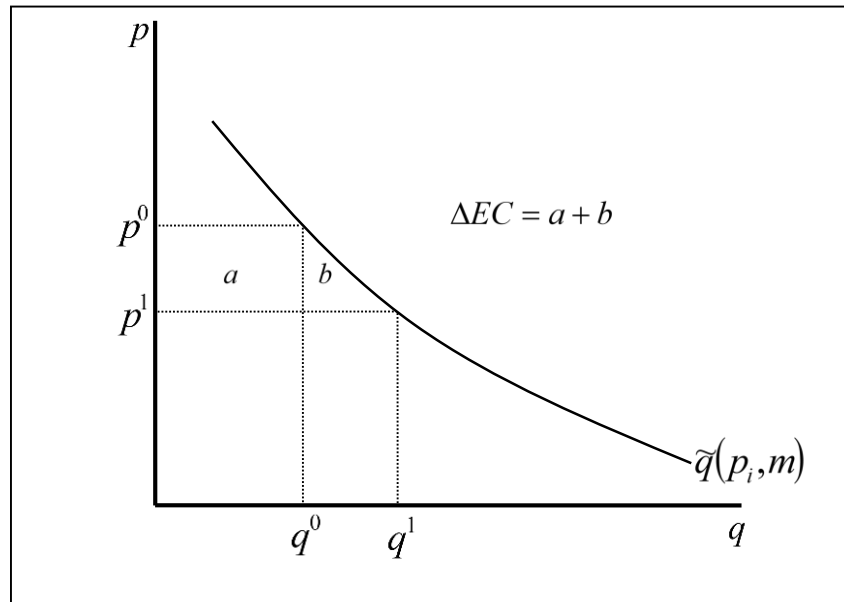
En la microeconomía, las funciones de demanda Marshallianas u ordinarias, están en función de argumentos observables: los precios y el nivel de ingreso. La medida de beneficio que el consumidor obtendría a partir de este tipo de demanda es el excedente del consumidor (EC). En términos económicos el EC mide la diferencia entre la disponibilidad a pagar total (beneficios totales del consumidor) y lo que efectivamente se paga por adquirir cierta cantidad de un bien, por consiguiente, el EC reporta el beneficio neto del consumidor por comprar bienes en el mercado.

Ante un cambio en el nivel de precios se puede observar el cambio en el EC como una medida de cambio en el beneficio del consumidor. Si el cambio en precios es una disminución, el cambio en el EC es positivo, es decir, se tiene una mejora en el bienestar del consumidor. Por su parte, si el cambio en precios es un alza, el cambio en el EC es negativo, por lo tanto se está frente a un empeoramiento en el bienestar del consumidor. El cálculo de esta área se puede estimar mediante una integral de la siguiente manera:

$$\Delta EC = - \int_{p_i^0}^{p_i^1} \tilde{q}(p_i, m) dp_i$$

A modo de ilustración de este concepto básico, la Gráfica 1 muestra la variación en el EC que un individuo experimenta frente a una disminución de precios y viene dado por el área $(a + b)$.

Fuente: adaptado de Mendieta (2001).
 Gráfica 1: Excedente del consumidor



Adicionalmente al EC existen otras medidas de bienestar como la variación compensada (VC) y la variación equivalente (VE). Estas medidas de bienestar propuestas por John Hicks (1943) se diferencian del EC debido a que la medición se hace sobre la base de las demandas Hicksianas o compensadas que tienen como argumento el nivel de utilidad de los individuos. Por lo tanto, es razonable pensar que a través de ésta se puedan inferir resultados sobre el efecto en el bienestar de los individuos ante cambios en las condiciones económicas.

1.4. Variación compensatoria

Conceptualmente la variación compensada o compensatoria (VC) se define como la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar para acceder a un cambio favorable, o bien la mínima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a aceptar como compensación por aceptar un cambio desfavorable. En el caso de la VC, el individuo tiene derecho a la situación inicial, ya sea ésta mejor o peor que la respectiva situación final. Una definición implícita para la VC puede expresarse de la siguiente manera:

$$V(p_1^1, p_2^0, m - VC) = V(p_1^0, p_2^0, m) = u^0$$

El superíndice 1 representa la situación final, mientras que el superíndice 0 representa la situación inicial. La derivación de la VC se realiza para un cambio de precios de p_1^0 a p_1^1 con $p_1^1 < p_1^0$ que representa una ganancia de bienestar.

De acuerdo con Freeman (2014) y con ayuda de los desarrollos matemáticos básicos en la dualidad de la teoría del consumidor se tiene:

$$m - VC = V^{-1}(p_1^1, p_2^0, u^0) = e(p_1^1, p_2^0, u^0)$$

Con esto se deriva una expresión de manera explícita para representar la variación compensatoria en términos del ingreso y del gasto, dos argumentos observables:

$$VC = m^0 - e(p_1^1, p_2^0, u^0)$$

Si por definición el ingreso m es igual al mínimo gasto necesario para alcanzar el máximo nivel de utilidad a unos precios y un ingreso dado, se tiene:

$$m^0 = e(p_1^0, p_2^0, u^0)$$

Entonces, la VC puede ser escrita en términos de la función de gasto:

$$VC = e(p_1^0, p_2^0, u^0) - e(p_1^1, p_2^0, u^0) = -\Delta e$$

Matemáticamente este cambio en el gasto se podría representar de la siguiente manera:

$$-\Delta e = - \int_{p_1^0}^{p_1^1} \frac{\partial e(p_1, p_2, u^0)}{\partial p_1} dp_1$$

Por lo tanto, la VC puede escribirse de manera explícita utilizando la siguiente expresión:

$$VC = -\Delta e = - \int_{p_1^0}^{p_1^1} \bar{q}_1(p_1, p_2, u^0) dp_1$$

Donde la función: $q_1 = q_1(p_1, p_2, u^0)$ representa la función de demanda Hicksiana.

De todo este desarrollo matemático, se puede concluir que a partir de la función de utilidad indirecta, función de gasto y de la función de demanda Hicksiana se puede obtener la VC como una medida que sirva para estimar el impacto en el bienestar del consumidor dado un cambio en el precio.

En la Gráfica 2 se ilustra la VC para una disminución de precios. Suponga una disminución en el precio del bien q_1 de p_1^0 a p_1^1 , bajo esta situación el individuo experimentaría un mayor nivel de utilidad producto de la reducción del precio, debido a que con la baja en el precio la cantidad demandada es mayor, es decir, q_1^0 es menor a q_1^1 . Entonces, el individuo se ubicaría en el nivel de utilidad U^1 , punto B de la parte (a) de la Gráfica 2. La VC sería la máxima cantidad de dinero que el individuo estaría dispuesto a pagar por el cambio, cuyo cambio implica una mejora (distancia vertical en la parte (a) de la Gráfica 2). La línea paralela trazada con respecto a $m^0 p_1^1$ haría de nuevo intersección con la curva de indiferencia u^0 en el punto C, siempre y cuando el consumidor tenga derecho a recomponer su canasta de consumo.

Por otra parte, los puntos A y C observados en el panel (b) de la Gráfica 2 conforman la curva de demanda Hicksiana la cual se encuentra en función de los precios y de la utilidad y solamente reflejan el efecto sustitución generado por el cambio en los precios relativos. Si q_1 es un bien normal, la elasticidad ingreso de la demanda será mayor que cero y la curva de demanda Hicksiana tendrá una elasticidad precio menor que la demanda Marshalliana. Esta gráfica también puede ayudar a entender la relación entre la VC y el excedente del consumidor Marshalliano. Los puntos A y B servirían para definir la curva de demanda Marshalliana la cual se encuentra en función de los precios y el ingreso.

El área correspondiente al cambio en el excedente del consumidor ante el cambio en precios está definida por los puntos $p_1^0 p_1^1 BA$ en el panel (b) de la Gráfica 2. Mientras que el área correspondiente a la VC está limitada por los puntos $p_1^0 p_1^1 CA$. Nótese que en la ilustración de la VC se utiliza como referencia el nivel de utilidad inicial.

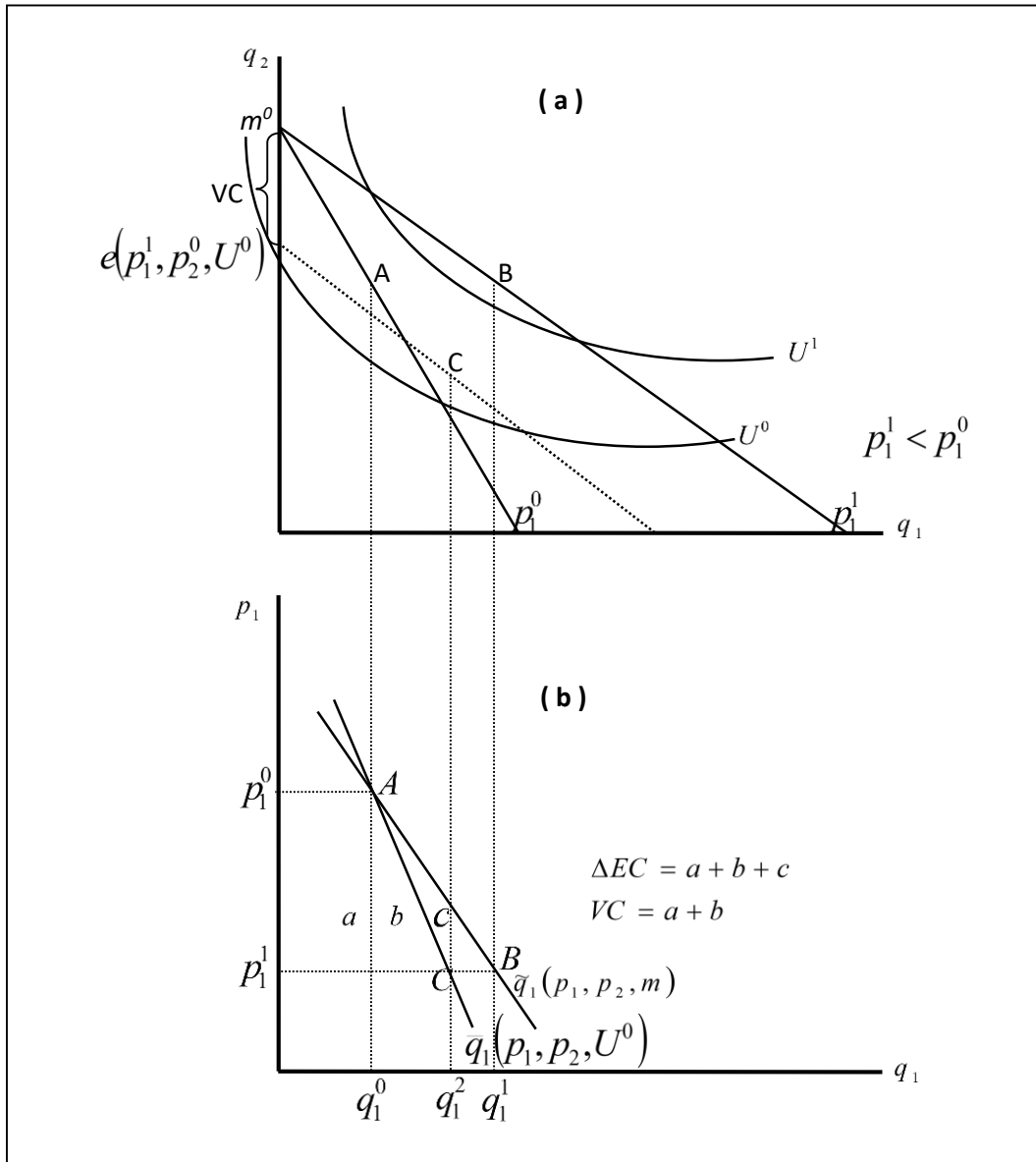
1.5. Variación equivalente

La variación equivalente (VE) se define como la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar por evitar un cambio desfavorable, o la mínima cantidad de dinero que está dispuesto a aceptar como compensación por renunciar a un cambio favorable. En este caso el individuo tiene derecho a la situación final. Una expresión matemática que captura la forma implícita para la VE es:

$$V(p_1^0, p_2^0, m + VE) = V(p_1^1, p_2^0, m) = u^1$$

La anterior ecuación muestra la VE para un incremento de precio de p^0 hasta p^1 . La VE se definiría como la mínima cantidad de dinero que el individuo está dispuesto a aceptar para que con los precios originales alcance el nivel de utilidad final, u^1 . A través del proceso de inversión se puede expresar la VE en términos de la función de utilidad indirecta y de la función de gasto, es decir:

Gráfica 1.2: Variación compensada de una disminución en precio



Fuente: Adaptado de Mendieta (2001).

$$m^0 + VE = V^{-1}(p_1^0, p_2^0, u^1) = e(p_1^0, p_2^0, u^1)$$

Por consiguiente, siguiendo el mismo procedimiento en la derivación de la VC, la VE puede expresarse como:

$$VE = e(p_1^0, p_2^0, u^1) - m^0$$

El ingreso inicial puede representarse como:

$$m^0 = e(p_1^0, p_2^0, u^0) = e(p_1^1, p_2^0, u^1)$$

Reemplazando la anterior expresión en la encontrada para la VE se tiene:

$$VE = e(p_1^0, p_2^0, u^1) - e(p_1^1, p_2^0, u^1) = -\Delta e$$

Por lo tanto, matemáticamente la VE puede escribirse de manera explícita utilizando la siguiente expresión:

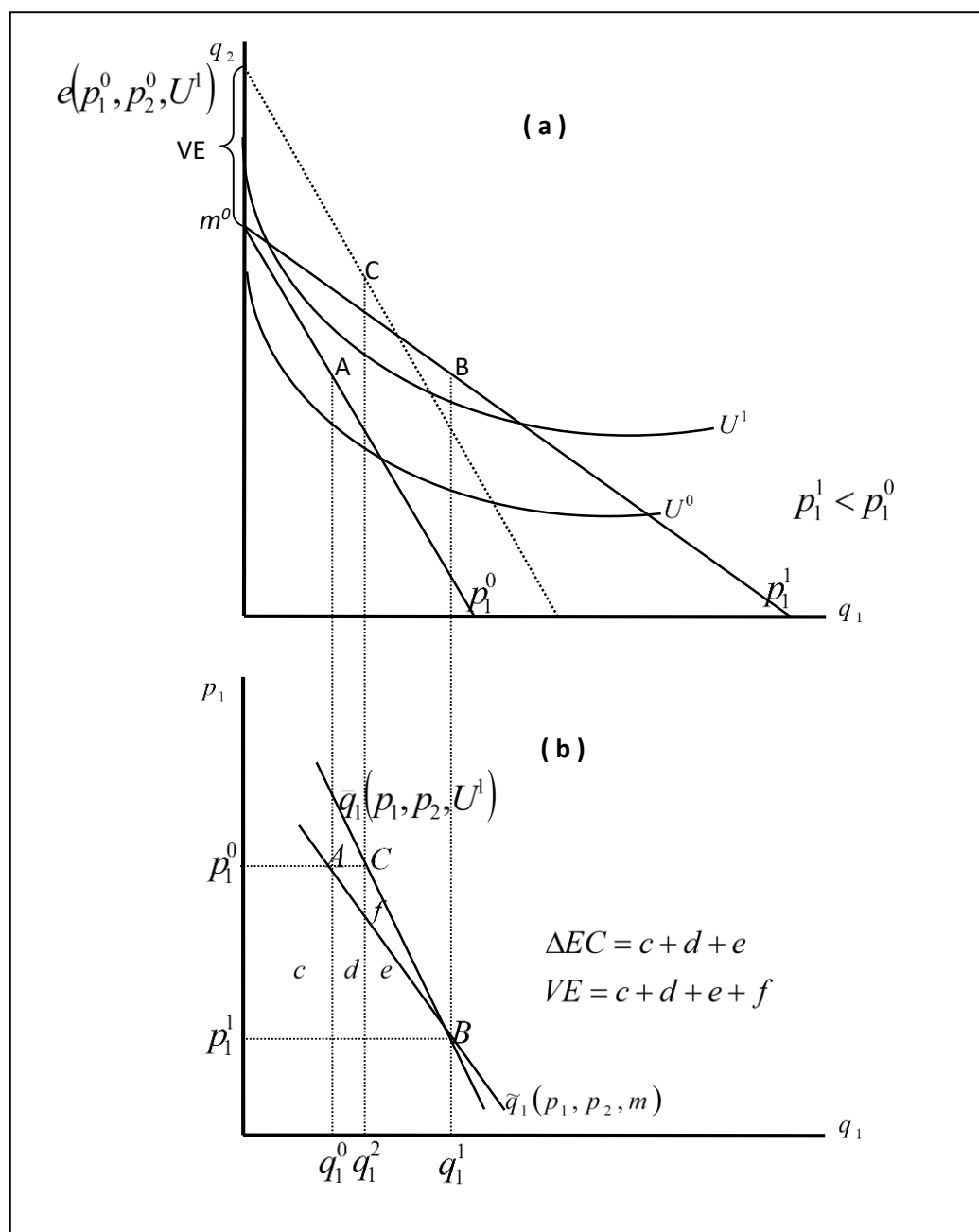
$$VE = -\Delta e = - \int_{p_1^0}^{p_1^1} \frac{\partial e(p_1, p_2, u^1)}{\partial p_1} dp_1$$

$$VE = -\Delta e = - \int_{p_1^0}^{p_1^1} q(p_1, p_2, u^1) dp_1$$

Esta medida sería el cambio en el gasto necesario para estar en el nivel de utilidad final con los precios originales. Lo anterior puede visualizarse mejor utilizando la Gráfica 3, ante una disminución en el precio de q_1 , de p_1^0 hasta p_1^1 , el individuo experimenta un mayor nivel de utilidad, moviéndose del punto A al punto B de la Gráfica 3. Para este caso la VE entonces sería la distancia vertical entre m^0 y $e(p_1^0, u^1)$ y se define como el gasto adicional que representa la mínima cantidad de dinero que el individuo estaría dispuesto a aceptar por renunciar a la nueva situación definida por el nivel de utilidad u^1 . Luego, se traza una línea recta paralela a la recta de $m^0 p_1^0$ para alcanzar el nuevo punto C en la curva de utilidad u^1 .

En el panel (b) de la Gráfica 3, se puede apreciar el área correspondiente a la VE definida a partir de la curva de demanda Hicksiana. Esta área estaría delimitada por los puntos

$p_1^0 p_1^1 BC$, área comprendida entre el precio inicial y el precio final y por debajo de la curva de demanda de Hicksiana la cual está en función de los precios y del nivel de utilidad u^1 . El cambio en el excedente del consumidor correspondería al área delimitada por los puntos $p_1^0 p_1^1 BA$ bajo la curva de demanda marshalliana, la cual se encuentra en función de los precios y del ingreso. Nótese que en la ilustración de la VE se utiliza como referencia el nivel de utilidad final.



Fuente: Adaptado de Mendieta (2001).

En la práctica la VC se puede estimar preguntando a las personas sobre su máxima disponibilidad a pagar (DAP) para acceder a un cambio (ambiental o de otro tipo) que le resulte favorable. Alternativamente, en el caso de un cambio que genera desmejoramiento (ambiental o de otro tipo) se les podría preguntar sobre la mínima suma de dinero que estarían dispuestas a aceptar (DAA) como compensación por el cambio desfavorable. En ambos casos el individuo se mantendría en su nivel de utilidad inicial: en el primer caso su ganancia estaría, hipotéticamente, asociada con una erogación de dinero cuyo valor es equivalente a la ganancia en bienestar; en el segundo caso la pérdida, estaría, hipotéticamente asociada con una compensación en dinero cuyo valor sería equivalente a la pérdida de bienestar. Normalmente en los estudios empíricos se prefiere indagar sobre la DAP y no sobre la DAA. Esto debido a que cuando se hace la pregunta sobre la DAA, se puede inducir a sobrevalorar el cambio en el bienestar del consumidor

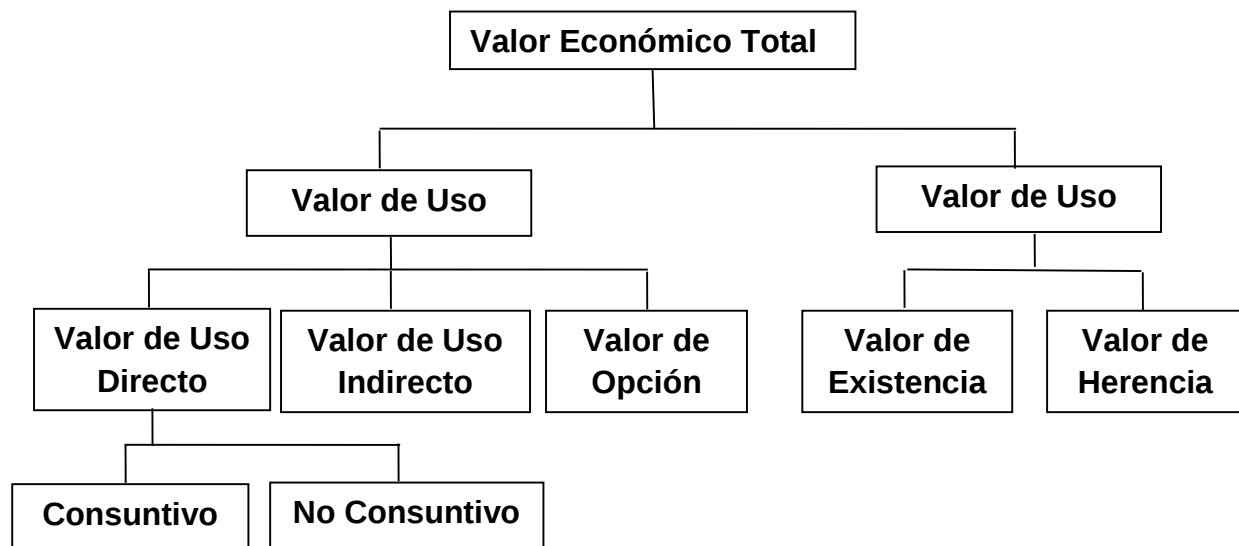
1.6. El concepto de valor económico total

En la ciencia de economía ambiental un constructo para poder realizar las valoraciones económicas de los bienes y servicios ambientales es el concepto de valor económico total. Existe toda una taxonomía conceptual de “valores” para dicho propósito. Alguno de estos “valores” son cuantificables mientras que otros valores intangibles que de una u otra forma las metodologías de preferencias declaradas o reveladas aterrizan en flujos monetarios que permiten estimar indicadores económicos para la toma de decisiones para el mejor uso alternativo de los bienes públicos y semipúblicos.

De acuerdo a Azqueta (2007) se distinguen los *valores de uso* de los *valores de no uso* ó *valores intrínsecos del ambiente*. Los valores de uso o beneficios del usuario se derivan del uso actual del ambiente, y suelen dividirse en directos e indirectos. El valor del ambiente como un beneficio potencial, como algo opuesto a su *valor de uso presente*, es conocido como *valor de opción*. Este valor es esencialmente la expresión de una preferencia, de una voluntad a pagar por la preservación de un bien ambiental ante la probabilidad de que se haga uso del mismo en una fecha futura. En el caso del *valor de no-uso, intrínseco* o *valor de existencia* es un valor asignado a un bien el cual no está relacionado con su uso actual o potencial.

Autores como Azqueta (2007), Vásquez *et al* (2007), Pearce y Tuner (1995) expresan la tipología del concepto de valor ambiental en diagramas de caja como el mostrado en la Figura 1.

Figura 1: Taxonomía de valores ambientales



Fuente: Basado en Azqueta (2007).

Los diferentes tipos de valores ambientales pueden definirse como sigue. El *valor de uso directo*, *valor de uso extractivo* o *consumitivo* es aquel que se deriva de bienes que pueden ser extraídos, consumidos o disfrutados directamente. En este caso el valor de uso es equivalente a la disponibilidad a pagar del consumidor por acceder directamente, usar o consumir, los bienes que genera un recurso natural.

El *valor de uso indirecto*, *valor de uso no extractivo* o *valor funcional*, se deriva de los servicios que el medio ambiente provee. Por ejemplo, en el caso de cuerpos de agua, lagos, flujos regulados de agua a través de presas, lagos artificiales, etc., los servicios ambientales que presta son el de pesca, natación, paseo en lancha, paisajismo, etc. La cuantificación monetaria de los valores de uso indirecto enfrentan mayores retos metodológicos que el valor de uso directo, pues es difícil asignar valor a servicios intangibles. El valor de uso indirecto corresponde a la disponibilidad a pagar del consumidor por beneficiarse de los servicios ambientales que un recurso genera. (Dixon y Pagiola, 1998).

De acuerdo con Bishop (1982) el *valor de opción* es la disposición a pagar hoy sobre la base del beneficio potencial que se derivará de un bien ambiental sin utilizar cuando se ejerza la opción de usarlo.

El *valor de no uso* representa la satisfacción que experimenta un consumidor conocer que otros consumidores y el mismo, podrían eventualmente hacer uso de un bien o de un recurso ambiental. La desaparición del respectivo bien equivaldría para estos Dentro de la categoría de valor de no uso se encuentra el valor de existencia el cual surge de la satisfacción de sólo saber que el recurso ambiental existe, aunque la persona no tenga intención de usarlo. Finalmente, dentro de esta categoría se tiene el valor de herencia o valor de legado, que es el valor derivado del deseo de traspasar valores a las futuras generaciones.

1.7. Modelo general de costo de viaje

Desde el planteamiento de Hotelling en 1949 al Servicio de Parques Naturales de los Estados Unidos de que era posible medir los beneficios económicos asociados a la existencia de este tipo de espacios naturales a través del costo en que incurre el consumidor para trasladarse desde el sitio en que reside al sitio como son lagos, ríos, mares, parques, etc., la cantidad de desarrollos teóricos y metodológicos sobre el método de costo de viaje ha crecido considerablemente. De acuerdo con Vásquez *et al* (2007) esta serie de avances se puede enmarcar en la llamada economía de la recreación.

Desde su planteamiento, el método de costo de viaje asume que a cada individuo que visita un sitio recreativo se le asocia una transacción implícita que asocia los costos de viaje con el precio que debe pagar el visitante para acceder al sitio específico. Las diferencias en los costos de viaje para visitar sitios recreativos mediante esta metodología han sido modeladas mediante dos perspectivas.

En el primer enfoque los consumidores de servicios recreativos eligen un determinado número de viajes a realizar en un periodo dado. En el primer modelo se estima una función de demanda que relaciona el número de viajes y sus respectivos costos que varin acuerdo a la distancia del origen destino. En este caso el valor del flujo de los servicios recreativos de un sitio particular como río, lago, balneario, entre otros está representado por el área

bajo la curva de la demanda compensada., que es agregada a través de todos los visitantes del sitio.

El segundo enfoque de modelación, los consumidores deciden si quieren o no visitar algún lugar con fines recreativos y en caso afirmativo, seguidamente se define el sitio o sitios que serán visitados. Este caso se está en presencia de una modelación de elecciones discretas o modelos de utilidad aleatoria.

Si se asume que existe un solo sitio recreativo disponible para visitar, y que todas las visitas tienen la misma duración entonces de acuerdo a Vásquez (2007) es adaptar la modela el planteamiento de Niklitchek (1996).

$$MAX \quad U(x, z)$$

$$s.a. \quad m = d + wt_w = z + (c_1 + c_2)x$$

$$T = t_w + (t_1 + t_2)x$$

donde

X = Número de visitas o viajes

Z = Bien hicksiano (que no necesita de tiempo en la restricción de tiempo)

m = Ingreso total

D = Ingreso disponible no asociado al trabajo (dividendos, rentas, etc.)

W = tasa de salarios

t_w = Tiempo de trabajo

c_1 = Costo monetario del viaje

c_2 = Costo monetario en el sitio

t_1 = Tiempo de viaje

t_2 = Tiempo de permanencia en el sitio recreativo

De acuerdo a Vásquez (2007) si se asume que los consumidores pueden elegir discrecionalmente las horas de trabajo y que el costo de oportunidad del tiempo está relacionada con la tasa de salarios, es posible despejar t_w de $T = t_w + (t_1 + t_2)x$ de tal forma que

$$t_w = T - (t_1 + t_2)x$$

Al sustituir en la primera restricción se obtienen las siguientes expresiones:

$$m = d + w[T - (t_1 + t_2)x] = z + (c_1 + c_2)x$$

$$d + wT = w(t_1 + t_2)x + z + (c_1 + c_2)x$$

$$d + wT = z + [(c_1 + wt_1) + (c_2 + wt_2)]x$$

De la última expresión se halla que wT corresponde al ingreso elegido si se dedicara todo el tiempo a trabajar en tanto $c_1 + wt_1$ equivale al costo de viaje y $c_2 + wt_2$ representa el costo de permanencia.

Los supuestos de éste modelo teórico general, enunciado en base a Vásquez et al (2007) son los que siguen.

- a. El número de viajes y la calidad ambiental son complementarios dentro de la función de utilidad; consecuentemente el número de viajes es una función creciente de la calidad ambiental del sitio recreativo.
- b. Los individuos perciben y responden a los cambios en el costo de viaje en la misma forma que responderían a los cambios en precios de admisión al sitio recreativo.
- c. El único motivo del viaje es visitar el sitio de interés por lo que en caso de visitar más de un sitio durante el viaje los gastos serán distribuidos proporcionalmente entre los diferentes sitios.
- d. No existen sitios sustitutos para visitar.
- e. La tasa de salarios representa el costo de oportunidad del tiempo.

El papel del ingreso del consumidor en el costo de viaje

En los estudios de los costos de viaje en general se establece la base para una ecuación de regresión que especifica el número de viajes del consumidor de servicios recreativos como una función del costo del viaje, con una relación negativa hipotética entre las dos variables. La variable más importante más allá de éstas dos que normalmente se incluye en los modelos de costos de viaje es el ingreso. La teoría económica postula que el ingreso es

una importante palanca de la relación de demanda entre cantidad y precio para cualquier tipo de compra o actividad.

Sin embargo, empíricamente a lo largo de los años el ingreso ha demostrado ser un enigma en la investigación de en el modelo de costo de viaje. Numerosos estudios han mostrado relaciones negativas entre los ingresos y los viajes a los sitios, mientras que otros simplemente muestran un efecto cero de los ingresos en la demanda de viajes. Como resultado de este enigma, los recientes estudios del método de costo de viaje incluso han evitado utilizar el ingreso en el análisis en absoluto.

La falla de modelo de costo de viaje para producir cualquier tipo de relación consistente entre la demanda de ingresos y viajes no es trivial. Por lo tanto, es probable que la función que desempeñan los ingresos en la demanda de viajes sea más complicada de lo que han sugerido los modelos emprendidos en el pasado y por lo tanto en lugar de ignorar éste hecho u omitir los ingresos del modelo, se debieran explorar diversas especificaciones para identificar posibles caminos a través de los cuales los ingresos pueden influir en los resultados del modelo de costo viaje.

De acuerdo con Blaine *et al* (2015) resaltan que la teoría económica sugiere que los ingresos pueden interactuar con los precios para hacer que la relación sea aún más complicada y de lo cual ha surgido cierta evidencia empírica en la literatura sobre la demanda del turismo y que el papel del ingreso debe ser analizado más detenidamente porque un ingreso más alto (más bajo) significa más (menos) oportunidades para el encuestado pues, por ejemplo, aquellos consumidores con mayores ingresos tienen más posibilidades de realizar una mayor variedad de viajes de recreación. De esta manera a medida que cambian los costos de viaje, la influencia que los ingresos tienen en la demanda de viajes puede cambiar y para medir el alcance total de estos cambios, es necesario incluir no solo los ingresos y el costo de viaje como variables independientes, sino también una variable de interacción entre los dos.

Para poder hacer operativa la interacción entre el costo de viaje y el ingreso Blaine *et al* (2015) hacen la siguiente especificación del modelo.

En primer lugar, muestran cual es la ecuación de costo de viaje sin incluir la interacción entre el costo total de viaje y solo considerando como variables dependientes al propio costo total de viaje y al ingreso del consumidor de los servicios recreativos:

$$\log(VIA) = \beta_0 + \beta_1 CTV + \beta_2 ING$$

donde

Log(VIA)	= Logaritmo natural del número de viajes
CTV	= Costo total de viaje (\$)
ING	= Ingreso (\$)
$\beta_0, \beta_1, \beta_2$	= Parámetros a ser estimados por la regresión

Ahora bien, el excedente del consumidor por viaje se calcula como el recíproco negativo de la tasa de cambio en los viajes del pescador con respecto al costo del viaje y además la tasa de cambio del logaritmo natural de los viajes del consumidor con respecto al costo del viaje es simplemente β_1 .

Por lo tanto, sin la interacción costo viaje e ingreso del consumidor, el excedente del consumidor es:

$$EC = \frac{1}{\beta_1}$$

Ahora bien, considerando la interacción entre costo total de viaje y el ingreso del consumidor se tiene lo siguiente:

$$\log(VIA) = \beta_0 + \beta_1 CTV + \beta_2 ING + \beta_3 CTV * ING$$

donde $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ y β_3 son los parámetros a estimar por medio de la regresión.

Bajo esta especificación, la tasa de cambio de los viajes con respecto al costo del viaje es:

$$\frac{\partial \log(VIA)}{\partial CTV} = \beta_1 + \beta_3 * ING$$

lo cual produce un excedente del consumidor como el siguiente:

$$EC = \frac{-1}{\beta_1 + \beta_3 * ING}$$

En la primera especificación (sin interacción), la asociación entre ingresos y viajes es simplemente:

$$\frac{\partial \text{Log}(VIA)}{\partial ING} = \beta_2$$

En la ecuación con la interacción, la asociación entre el ingreso y los viajes viene dada por la expresión:

$$\frac{\partial \log(VIA)}{\partial ING} = \beta_2 + \beta_3 CTV$$

Al igualar el valor de esta última ecuación a cero y resolviendo:

$$CTV_s = -\frac{\beta_2}{\beta_3}$$

La solución a ésta ecuación revela el costo de viaje en el cual los efectos de ingreso cambian de positivo a negativo o viceversa.

1.8. Modelo de la utilidad aleatoria

El modelo de utilidad aleatoria permite modelar el problema de selección entre sitios para un determinado viaje. Es decir, la selección del sitio recreativo por visitar es modelado asumiendo que el individuo ha tomado una decisión sobre el número de viajes a realizar. De esta manera, se quiere modelar la distribución de los viajes de un grupo de individuos entre los diferentes sitios. De esta manera.

x_{ij} = número de viajes del individuo i al sitio j , con $j = 1, 2, \dots, h$.

1.9. Teoría de preferencias reveladas

El método de costo de viaje es también llamado, método de mercados sustitutos y método de las preferencias reveladas. El tema de las preferencias reveladas es estudiado regularmente en la teoría microeconómica. Esta teoría postula a grandes rasgos que las preferencias de los consumidores pueden ser reveladas por sus hábitos de compras. El enfoque es una alternativa a la hipótesis de la maximización de la utilidad basada en axiomas. Mediante este enfoque, es posible descubrir las preferencias de los consumidores al observar su comportamiento de mercado más que hacerlo solamente en supuestos. Por ejemplo, las preferencias que un consumidor tiene para visitar el sitio recreativo A o el sitio recreativo B deberían ser reveladas por el sitio que el realmente visita. Si se asume que las preferencias del consumidor no cambian, la observación de su comportamiento define el principio de racionalidad, el cual es usado para revelar sus preferencias.

En este método a la pregunta ¿es racional el comportamiento de mercado observado de un consumidor? Se puede responder afirmando que sí las elecciones que tal consumidor hace son preferidas a las elecciones que el mismo podría haber hecho, entonces su comportamiento es racional. El análisis descriptivo para demostrar la racionalidad del consumidor mediante este enfoque se realiza mediante el axioma débil y el axioma fuerte de las preferencias reveladas.

El axioma débil de la preferencia revelada es una característica en el comportamiento de decisión de un agente económico. Se deduce: Si elige la combinación A, cuando B no es más cara, entonces lo hace porque prefiere A. En esta situación diremos que A se reveló como preferido a B o B se reveló inferior a A.

El axioma fuerte añade transitividad Si solo hay dos bienes, está claro que el axioma débil define la elección del consumidor: A sobre B. Sin embargo, el axioma fuerte añade la idea de preferencias reveladas indirectamente: si A se elige sobre B, y B sobre C, el axioma fuerte y la transitividad dictan que A entonces también es preferible sobre C, por lo que A se revela indirectamente preferido a C. Esto reduce drásticamente la cantidad de pruebas empíricas necesarias para definir las preferencias del consumidor.

1.10. Fundamentación econométrica

La estimación del excedente del consumidor, a través del modelo clásico de regresión, es inadecuado cuando las observaciones de la variable dependiente son datos de conteo. Es decir, cuando la variable dependiente toma un número limitado de valores enteros no negativos. Dichas observaciones se caracterizan, también, por ser medidas durante un periodo finito de tiempo. Para modelar dicho fenómeno se requiere una distribución de probabilidad que tome en cuenta estas características de los datos de conteo. Una de tales distribuciones es la distribución de Poisson. Los modelos de regresión basados en ésta distribución de probabilidad son conocidos como modelos de regresión de Poisson (Gujarati, 2011).

Una alternativa al modelo de regresión de Poisson es el modelo de regresión binomial negativo el cual está basado en la distribución de probabilidad binomial negativa. Este modelo es usado para remediar algunas de las deficiencias del modelo de Poisson.

1.11. El modelo de regresión de Poisson

Si una variable discreta aleatoria Y sigue la distribución de Poisson, su función de densidad de probabilidad está dada por

$$f(Y = y_i) = \Pr(Y = y_i) = \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^{y_i}}{y_i!}, y_i = 0, 1, 2, \dots$$

Donde $f(Y = y_i)$ denota la probabilidad que la variable aleatoria discreta Y tome un valor entero no negativo y_i , donde $y_i!$ implica que $y_i! = y_i * (y_i - 1) * (y_i - 2) * \dots * 2 * 1$ con $0! = 1$ y donde λ es el parámetro de la distribución de Poisson. Obsérvese que la distribución de Poisson tiene solo un parámetro λ a diferencia de la distribución normal estándar que tiene dos parámetros, la media y la varianza.

De acuerdo con Gujarati (2011) se puede probar que

$$E(y_i) = \lambda_i$$

$$\text{var}(y_i) = \lambda_i$$

Una característica única de la distribución de Poisson es que la media y la varianza de una variable Poisson distribuida son las mismas. Esta característica, la cual es conocida como equidispersión, es una característica restrictiva de la distribución de Poisson, pues en la práctica la varianza de variables de conteo es a menudo mayor que la varianza. Esta propiedad es llamada sobredispersión.

El modelo de regresión de Poisson puede ser escrito como:

$$y_i = E(y_i) + u_i = \lambda_i + u_i$$

Donde las y están independientemente distribuidas como variables aleatorias Poisson con media λ_i para cada individuo y se expresan como:

$$\lambda_i = E(y_i | X_i) = \exp[B_1 + B_2 X_{2i} + \dots + B_k X_{ki}] = \exp(BX)$$

Donde $\exp(BX)$ indica la constante e elevada al poder de la expresión BX , donde esta BX es la expresión para la regresión múltiple.

Las variables X son los regresores que podrían determinar el valor de promedio de la regresión. Por lo tanto, ello también determina el valor de la varianza si el modelo Poisson es apropiado. Por ejemplo, si la variable de conteo es el número de visitas a la Presa la Boquilla en Chihuahua en un año dado, este número dependerá de variables como el ingreso del visitante, precio de admisión a sitios recreativos específicos, costo del viaje, etc.

Al tomar el exponencial de BX garantiza que el valor medio de la variable de conteo λ , será positivo.

Para propósitos de estimación, el modelo de Poisson puede ser escrito como

$$\Pr[Y = y_i] = \frac{e^{-\lambda} \lambda^{y_i}}{y_i!} = \frac{e^{-BX} \lambda^{y_i}}{y_i!}, y_i = 0, 1, 2, \dots$$

Este modelo de probabilidad es no lineal en los parámetros, por lo que requiere estimación de regresión no lineal. Esto puede ser hecho por el método de máxima verosimilitud.

1.12. Interpretación de los resultados del modelo de regresión de Poisson

La interpretación de los resultados de la estimación de los modelos de regresión de Poisson difieren de los resultados estimados de un modelo clásico de regresión. En la estimación del modelo de regresión de Poisson el estadístico R^2 carece de significado. El estadístico importante en este caso es el ratio de verosimilitud (LR, likelihood ratio). Si el valor de p (p -value) del LR es menor o igual a 0.05, entonces el LR es estadísticamente significativo, lo cual sugiere que todas las variables explicativas son colectivamente importantes en explicar la media condicional de la variable dependiente.

Otra forma de interpretar los resultados de un modelo estimado de Poisson es comparar el logaritmo de la verosimilitud (log-likelihood) restringido contra una la función no restringida del logaritmo de la verosimilitud. El primero es estimado bajo la hipótesis que no existen variables explicativas en el modelo, sino solo el término constante (ordenada al origen) mientras el segundo si contiene las variables explicativas.

Por ejemplo, si de la estimación de un modelo de Poisson el ratio de verosimilitud restringido tiene un valor de (-15822.38) y el ratio de verosimilitud no restringido un valor de (-5081.331), entonces numéricamente este último es mayor (menos negativo) que el primero. Puesto que el objetivo de la máxima verosimilitud es maximizar la función de verosimilitud, entonces se elige el ratio de verosimilitud no restringido; es decir, se elige el modelo que tiene todas las variables explicativas, el cual es estadísticamente significativo.

En el caso de que una de las variables explicativas fuera una variable dicotómica, entonces la interpretación del coeficiente asociado a la misma tiene la siguiente interpretación. Supongase que la estimación de la regresión de un modelo de Poisson en el que una variable dada, digamos X tiene un parámetro asociado de 0.6464. Dado que el modelo de regresión de Poisson es un modelo semilogarítmico, entonces esto se interpreta expresando que el valor promedio de la variable X es más alto por

$$100[e^{0.6464} - 1] = 100(1.9086 - 1) = 90.86\%$$

en relación a la categoría de comparación.

1.13. Estimación del parametro de dispersión

La regresión de Poisson es un miembro de una familia de modelos lineales generalizados. En esta clase de modelos se generaliza la regresión de mínimos cuadrados ordinarios para su uso con muchos tipos diferentes de estructuras de error y variables dependientes. En la familia de los modelos lineales generalizados se introducen dos modificaciones principales en el marco mínimos cuadrados ordinarios. En primer lugar, permite transformaciones del resultado previsto, lo que puede linealizar una relación potencialmente no lineal entre la variable dependiente y los predictores. Esta modificación implica que los puntajes (scores) pronosticados pueden estar en una métrica (unidad de medida) diferente a los puntajes de las variables dependientes observadas. En la regresión de Poisson, los puntajes observados son recuentos, y los puntajes pronosticados son los logaritmos naturales de los recuentos. En los modelos lineales generalizados, hay una función de transformación especial llamada función de enlace que relaciona la métrica de los puntajes pronosticados con la métrica de los puntajes de criterio observados. En la regresión de Poisson, la función de enlace es el logaritmo natural.

Segundo, el modelo lineal generalizado es flexible en la estructura de error. La estructura de error describe la distribución condicional de los errores alrededor del valor predicho. La regresión de mínimos cuadrados ordinarios asume una estructura de error normal condicional, mientras que el modelo lineal generalizado permite una variedad de otras estructuras de error. La base para la regresión de Poisson es la distribución de Poisson, que se utiliza para representar la distribución de los errores. La distribución de Poisson es un miembro de un conjunto de distribuciones de probabilidad llamadas familia exponencial. Para todas las distribuciones en la familia exponencial, la altura de la curva de probabilidad para un valor específico de Y , llamada densidad de probabilidad, contiene una función exponencial (es decir, la constante $e = 2.718$ elevada a una potencia). La distribución normal es familiar miembro de la familia exponencial. La función de masa de probabilidad para la distribución de Poisson

$$P(Y = y | \mu) = \frac{\mu^y}{y!} e^{-\mu}$$

da la probabilidad de observar un valor dado, y , de la variable Y que se distribuye como una distribución de Poisson con el parámetro μ . En este caso $y!$ es y factorial = $y (y-1) (y-2) \dots (2) (1)$. Para la variable de conteo Y , la "la cantidad de viajes de recreación realizados a la presa La Boquilla" μ es la media aritmética de viajes de recreación que ocurren en un intervalo de tiempo específico; la distribución de Poisson arroja la probabilidad de 0, 1, 2, ... incidentes, dada la media μ de la distribución. Por el contrario, la distribución normal es continua y toma todos los valores posibles desde la infinitud negativa hasta la infinitud positiva y no solo los enteros positivos y cero. La probabilidad de un conteo específico también depende de la varianza del número de conteos. De hecho, la distribución de Poisson está especificada por un solo parámetro μ . El parámetro μ define tanto la media como la varianza de la distribución; tanto la media como la varianza son iguales a μ . Que la media y la varianza sean iguales a menudo será útil para modelar los resultados del recuento, que típicamente muestran una varianza creciente con aumentos en la media. En contraste, la distribución normal requiere que se identifiquen dos parámetros independientes: el parámetro de la media μ y el parámetro de varianza σ^2 . La distribución de Poisson se parece cada vez más a la distribución normal a medida que el valor medio esperado aumenta. Como regla general, una distribución de Poisson con un valor esperado mayor que 10 se aproxima a una distribución normal en forma y simetría. Sin embargo, la distribución de Poisson sigue siendo discreta y tiene un único parámetro que describe tanto la media como la varianza.

La regresión de Poisson es un modelo lineal generalizado con estructura de error de distribución Poisson y la función de enlace logaritmo natural ($\ln$). El modelo de regresión de Poisson se puede representar como

$$\ln(\mu) = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_p X_p$$

donde μ es el conteo predicho en la variable de resultado dados los valores específicos en los predictores $X_1, X_2, \dots, X_p$. Debe recordarse que $\ln$ se refiere al logaritmo natural, b_0 es la ordenada al origen (intercepto), b_1 es el coeficiente de regresión para el primer predictor, X_1 y así para los demás predictores. El uso del modelo lineal generalizado con la estructura de error de Poisson resuelve los principales problemas al aplicar la regresión mínimos

cuadrados ordinarios para los resultados de conteo, es decir, variación no constante de los errores y distribución de errores condicional no normal.

La ecuación se parece mucho a una ecuación de regresión estimada con mínimos cuadrados ordinarios. Hay una relación lineal entre cada predictor y el puntaje pronosticado igual que en la regresión de mínimos cuadrados ordinarios. Lo que difiere de la regresión vía mínimos cuadrados ordinarios es que el puntaje pronosticado no es en sí mismo un recuento sino más bien el logaritmo natural del recuento. Por lo tanto, se dice que la regresión de Poisson es "lineal en el logaritmo". Resulta que todos los tipos de análisis de regresión subsumidos bajo el modelo GLiM tienen esta misma propiedad: existe una forma de ecuación de regresión que es lineal. Los coeficientes de regresión de estas ecuaciones lineales son simples y fáciles de interpretar dada la familiaridad con los coeficientes de regresión de mínimos cuadrados ordinarios. Estas ecuaciones lineales, sin embargo, tienen la desventaja de que los puntajes pronosticados no están en la misma métrica que los puntajes de las variables dependientes observadas; más bien, los puntajes pronosticados están en una métrica transformada menos familiar. Para la regresión de Poisson, la métrica transformada es el logaritmo natural de los recuentos en lugar de los recuentos mismos.

Asumir una distribución de error de Poisson condicional también significa que se supone que los residuos de un modelo de regresión de Poisson están distribuidos condicionalmente por Poisson en lugar de distribuirse normalmente como en la regresión de mínimos cuadrados ordinarios. Una distribución discreta como la distribución de Poisson representará la naturaleza discreta de los residuos que deben ocurrir con un resultado discreto. De lo contrario, dado que los valores observados son recuentos, los residuos pueden tomar solo un conjunto limitado de valores.

Interpretación de los coeficientes del modelo de Poisson

Recuerde que el modelo de regresión de Poisson tiene la siguiente forma:

$$\ln(\mu) = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_pX_p$$

Una interpretación de los coeficientes de regresión es en términos de $\ln(\mu)$ y es similar a la regresión de mínimos cuadrados ordinarios resulta en un aumento de b_1 en $\ln(\mu)$, manteniendo todas las demás variables constantes. Esta interpretación es sencilla pero tiene la desventaja de interpretar el cambio en las unidades de una transformación del resultado; es decir es decir, el logaritmo natural del conteo predicho. Esta interpretación puede ser de menor interés cuando los recuentos que representan el resultado reflejan una escala con sentido. De lo contrario, al investigador le gustaría hablar sobre cómo se espera que los predictores afecten la cantidad de veces que ocurre el evento. Se puede obtener una segunda interpretación en términos de la variable de recuento después de alguna manipulación algebraica de la ecuación de regresión. Elevar ambos lados de la ecuación anterior a la potencia de e se obtiene:

$$e^{\ln(\mu)} = e^{(b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_p X_p)}$$

Tenga en cuenta que realizar la misma operación en ambos lados de una ecuación no cambia la igualdad de los dos lados de la ecuación. Una propiedad de e y el logaritmo natural es que $e^{\ln(x)} = x$, por lo que el lado izquierdo de la ecuación anterior se puede simplificar, por lo que se obtiene:

$$\mu = e^{(b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_p X_p)}$$

De esta manera se tiene una ecuación que muestra el efecto de los predictores en el recuento real predicho, pero todavía no es obvio cómo cada uno de los predictores contribuye al conteo esperado. Una propiedad de exponentes es que $x^{a+b+c} = x^a x^b x^c$ por lo que el término individual en el lado derecho de la ecuación se puede dividir en varias partes más pequeñas, lo que da como resultado una ecuación equivalente:

$$\mu = e^{b_0} e^{b_1 X_1} e^{b_2 X_2} \dots e^{b_p X_p}$$

Ahora podemos ver que los cambios en un predictor resultan en cambios multiplicativos en el conteo predicho. Esto contrasta con la regresión con mínimos cuadrados ordinarios en la cual los cambios en el predictor resultan en cambios aditivos en el valor predicho. Para aclarar aún más la interpretación, podemos ver el término para un solo predictor como X_1 :

$e^{b_1 X_1}$. Usando la propiedad de los exponentes mostrados previamente, podemos examinar el efecto de un cambio de 1 unidad en X_1 sobre el resultado:

$$e^{b_1 (X_1+1)} = e^{b_1 X_1 + b_1} = e^{b_1 X_1} e^{b_1}$$

El término e^{b_1} en esta ecuación es el efecto de un cambio unitario en X_1 sobre el resultado. Para un incremento de una unidad, el conteo predicho. Para un incremento de una unidad en X_1 , el conteo predicho (μ) es multiplicado por e^{b_1} , manteniendo todas las otras variables constantes. Tenga en cuenta que el coeficiente de regresión no estandarizado se expondrá exponencialmente. Dado que la varianza (desviación estándar) de la variable de resultado depende del valor predicho en la regresión de Poisson, la exponenciación del coeficiente estandarizado no arroja un valor fácilmente interpretable.

Una limitación del modelo de Poisson es el supuesto de que la media y la varianza de la variable dependienteson iguales. Esto rara vez ocurre en la practica. La consecuencia de esto es la sobreestimación del excedente del consumidor.

En general, los datos de conteo recopilados vía en la entrevista cara a cara con el consumidor de servicios ambientales son equidispersos, siendo la sobredispersión una de sus características. Entonces, la cuestion con los datos con una distribución de Poisson de acuerdo a Hilbe (2014) no es si los mismos estan o no sobredispersos, sino cuál es el grado de dispersión, y por lo tanto en la misma línea de razonamiento, las consecuencias de un alto grado de dispersión en los estimados de medidas en el cambio de bienestar del consumidor de servicios recreativos.

En el desarrollo de los estudios empíricos se han utilizado una variedad de pruebas para determinar sí los modelos utilizados realmente ajustan a sus datos disponibles. Una de las primeras pruebas para analizar el ajuste de la regresión de modelos de Poisson, como un miembro de la familia de modelos lineales generalizados, es la llamada prueba de bondad de ajuste desvianza (deviance). Este test esta basado en el llamado estadistico deviance, y fue durante muchos años el estadistico estandar utilizado por el algoritmo de minimos cuadrados iterativamente reponderados para buscar la convergencia en la estimación de los modelos lineales generalizados (Hilbe, 2012). Es actualmente practica común que los

softwares en sus salidas despliegan la deviance como el logaritmo de la verosimilitud como la base para la convergencia durante la estimación.

De acuerdo con Hilbe (2012) la sobredispersión es causada por una correlación positiva entre las respuestas de una encuesta o por un exceso de variación entre las probabilidades de las respuestas o conteos; la sobredispersión de los datos también ocurre cuando hay violaciones a los supuestos de la distribución de los datos o cuando eventos más tempranos influyen la ocurrencia de eventos subsecuentes.

Hilbe (2012) también señala que la sobredispersión puede causar que los errores estándar de los parámetros estén subestimados; por lo que una variable puede parecer ser un predictor significativo cuando de hecho no lo es. La sobredispersión de un modelo se reconoce si el valor del estadístico χ^2 de Pearson dividido por los grados de libertad es más grande que la unidad. El coeficiente es llamado la dispersión. Si los valores de la dispersión son pequeños ello no causará problemas; sin embargo si su valor es más grande que 1.25 para tamaños moderados de muestra, entonces será necesario buscar algún modelo alternativo como lo es el modelo binomial negativo.

En el caso de existir equidispersión, entonces el indicador de la dispersión será aproximadamente igual a unidad. No obstante, deben hacerse las pruebas de hipótesis necesarias para asegurarse que no existe sobredispersión. Como señala Hilbe (2012), el análisis para testear el problema de sobredispersión debe realizarse con sumo cuidado, pues también puede ocurrir la aparente sobredispersión.

La sobredispersión aparente ocurre debido a las siguientes causas:

1. Omisión de variables explicativas relevantes.
2. Valores extremos (aberrantes) en el conjunto de datos.
3. El modelo no incluye términos de interacción entre las variables.
4. Un predictor necesita ser transformado a otra escala (logaritmo o raíz cuadrada).
5. La función de enlace está mal especificada.

De esta manera si se detecta que existe sobredispersión aparente, esta se corrige si se adiciona la variable explicativa relevante, construir y agregar las debidas interacciones entre

variables, transformar los predictores necesarios o la variable respuesta o ajustar los valores extremos o se utiliza la función de enlace correcta.

1.14. Modelo binomial negativo

Si se está en presencia de sobredispersión en los datos de conteo obtenidos de una encuesta Hilbe (2012) recomienda utilizar algunos remedios para tratar con ella antes de utilizar un modelo de regresión binomial negativo.

Entre las correcciones aplicadas para tratar con la sobredispersión y la problemática de los errores estándar subestimados está la de escalar los errores estándar por la raíz cuadrada de la dispersión, la cual es conocida como familia quasipoisson entre los usuarios del software CRAN-R. No obstante entre los especialistas en datos de conteo es común utilizar errores estándar robustos o ajustar dichos errores estándar mediante el método del bootstrapp.

Si mediante las técnicas referidas en el párrafo anterior no es posible corregir la sobredispersión entonces se recomienda utilizar el modelo binomial negativo.

II. Revisión de Literatura

La cantidad de referencias teóricas e investigación empírica sobre el método de costo individual y el método de costo zonal es vasta; principalmente en el idioma inglés. La corriente principal y desarrollos teóricos provienen de las instituciones anglosajonas. En América Latina los desarrollos teóricos son escasos mientras que las aplicaciones empíricas se reducen a aplicar las teorías económicas y econométricas a estudios particulares, principalmente en Colombia y Chile. En el caso de México, son contados los estudios de aplicación de costo de viaje.

En este apartado se revisan varios documentos de investigación que aplican la metodología de los mercados sustitutos o de costo de viaje, pues la mayoría de los disponibles enuncian la misma teoría proveniente de fuentes como Freeman III *et al* (2014), Habb y McConnell (2003), entre otros, con variaciones particulares debido a los datos recopilados en las condiciones locales de los respectivos países.

Wang *et al* (2009) en su documento “The economic impact of tourism in Xinghai Park, China: a travel cost value analysis using count data regression models” usando el método de costo de viaje cuantificaron el valor del excedente generado por el turismo que visitan el Parque Xinghai en Dalian, China. Los autores compararon los modelos de datos de conteo binomial truncado y el no lineal de Poisson truncado para estimar la demanda de viajes recreativos habiendo estimado que los valores del excedente del consumidor oscilaron entre 64 y 73 dólares por viaje, lo que resultó en un estimado total de bienestar social en el rango de 140 a 160 millones de dólares en 2007. El Parque Xinghai es un sitio turístico muy conocido en China, especialmente durante las temporadas nacionales de festividades chinas que son la primera semana del mes de mayo y la primera semana de octubre y aproximadamente un millón de turistas visitan éste pintoresco sitio costero cada semana de ambas temporadas con el propósito de disfrutar el sol, pescar, nadar y varios deportes acuáticos. En el artículo se señala que la base metodológica para la presente investigación de valoración para servicios que no tiene mercado fue la sugerida por Hotelling en su carta de 1947 al Director del Servicio de Parques Nacionales de los Estados Unidos que en esencia es un enfoque de demanda estimada a con el costo de viaje y a partir de tal demanda se realiza la valoración económica de los recursos naturales.

Hernández et al (2017) en su trabajo *“Estimación de cuotas diferenciadas para permisos de pesca deportiva en Los Cabos, México. Un enfoque de costo de viaje”* estimaron los montos diferenciados para los permisos de pesca deportiva en México mediante el método de costo de viaje. El estudio fue realizado en el estado de Baja California Sur por ser el estado donde más de permisos de pesca otorgó en 2012 (90,296) especialmente en Los Cabos, sitio que es el de mayor afluencia para la pesca. La metodología econométrica fue la estimación del modelo de regresión de Poisson y el modelo binomial negativo, pues la variable respuesta de su base de datos es una variable de conteo.

En el estudio se plantea que utilizando el método costo de viaje, propuesto por la economía ambiental para establecer cuotas de acceso a sitios recreativos, es posible establecer una línea base para proponer nuevos montos a los permisos de pesca deportiva (diarios, semanales, mensuales y anuales) en Los Cabos. El estudio también busca incorporar la abundancia relativa de especies para esta actividad (mensurada mediante la tasa de captura como un determinante de la demanda por viajes de pesca deportiva en la zona de estudio, y comprobar la sensibilidad (elasticidad) de la demanda ante cambios en la tasa de captura.

Los resultados del estudio mostraron que el monto estimado para el permiso diario es de \$40.60 dólares, y para el permiso semanal, mensual y anual se estimaron montos que oscilan entre los \$54.055 dólares y \$54.493 dólares. El estudio propone dos escenarios de tarifas para permisos de pesca deportiva en los escenarios uno y dos, con lo cual podrían recaudar 4,788 y 4,789 millones de dólares respectivamente.

Poor y Smith en su estudio de 2004 *“Travel cost analysis of a cultural heritage site: the case of historic St. Mary’s City of Maryland”* destacan que la Ciudad histórica de St. Mary marcó el siglo XVII como capital colonial del estado norteamericano de Maryland y por lo tanto, como la mayoría de los sitios con un gran patrimonio cultural, puede ser clasificada como un bien que tiene características de los bienes públicos y por lo tanto los beneficios estimados para su bienestar deben utilizar las técnicas de valoración aplicada a bienes que carecen de un mercado. Destacan que hasta, de estudio (2004) la metodología de valoración de utilizada en la investigación de sitios con un gran patrimonio cultural involucraba los métodos de preferencias declaradas. Por lo tanto, su estudio fue uno de los primeros en emplear la metodología de preferencias reveladas; es decir el modelo de costo de viaje zonal, para estimar las medidas de bienestar del excedente del consumidor de un

sitio con patrimonio cultural. Los autores analizaron una muestra de datos de tres años para comparar tres formas funcionales de la demanda de visitantes. El promedio de excedente del consumidor individual estuvo en el rango de entre \$8.00 dólares y 19.26 dólares, dependiendo de la forma funcional utilizada. La agregación el número total de visitantes de la Ciudad de St. Mary, el beneficio anual fluctuó entre \$75,492 dólares a \$176,550 dólares.

Edwards et al en su investigación de 2011 "*The economic value of viewing migratory shorebirds on the Delaware Bay: an application of the single site travel cost model using on-site data*" estimaron un modelo de datos de conteo de la demanda de recreación usando datos de una encuesta aplicada a observadores de aves a quienes visitaron el suroeste del estado norteamericano de Delaware durante la migración anual de cangrejos de herradura / aves playeras de un mes de duración de 2008. En el trabajo solo se analizaron los viajes realizados durante el día. Sus estimados variaron en un rango de \$32 dólares a \$142 dólares por viaje por hogar o \$131 dólares a \$582 dólares por temporada por hogar. Estos montos corresponden a dólares de 2008. De acuerdo con los investigadores, la variación se debió a diferencias en el valor del tiempo. El tamaño de la familia fue de 1.66 miembros. En el estudio se encontró que los resultados de la valoración fueron sensitivos a la inclusión de covariantes en el modelo. Se concluye que los resultados obtenidos son útiles para la evaluación de daños y el análisis costo-beneficio donde la práctica de observación de aves es afectada.

Wilman and Pauls (1987) investigan la sensibilidad de excedente del consumidor estimado generado por el método de costo de viaje individual con respecto al tratamiento de los sitios sustitutos, el tratamiento de los costos del tiempo y acerca de si es posible o no corregir el sesgo de los parámetros estimados debido a la naturaleza de truncamiento en cero de la variable dependiente (visitas o viajes al sitio recreativo).

Respecto a los sitios sustitutos los investigadores señalan que estos son importantes en la estimación de la curva de demanda para un sitio recreativo. Indican que las variables usualmente incluidas son los precios de los sitios sustitutos y que la omisión de esta variable puede crear sesgo en los coeficientes estimados. La dirección del sesgo depende del signo y el grado de correlación entre las variables omitidas y las incluidas en la ecuación de demanda. Si por ejemplo, si se omite el precio del sitio sustituto pero esta está correlacionado con el precio del sitio dado, entonces el coeficiente estimado asociado a la

variable precio del sitio dado esta sesgado hacia arriba; es decir, el parámetro estimado será demasiado pequeño, por lo que el excedente del consumidor sea sobre estimado.

El caso de los costos del tiempo es otro de las variables relevantes en el modelo de costo de viaje de costo individual. El time que se sacrifica para poder realizar un viaje por motivos de recreación también representa un gasto para el consumidor. Se señala que s se puede asumir que el largo de la visita no cambia cuando los precios (a partir de los cuales se calculó el costo de viaje), entonces los costos del tiempo que permanece el consumidor en el sitio de recreación, pueden ser ignorados. Es decir, el costo de tiempo de viaje hacia y desde el sitio es el único costo de tiempo relevante.

El costo del tiempo de viaje tiene un costo de oportunidad, pero este puede ser parcialmente compensado por algunos beneficios positivos, si el viaje es agradable. Al respecto cabe comentar que mucho se ha estudiado sobre el costo de oportunidad que se debe asignar al tiempo que requiere el viaje de ida al sitio y desde el sitio al lugar de origen del consumidor. Entre estos autores esta Cesario (1976) quien inicio la práctica de asignar una fracción de la tasa salarial al mencionado tiempo de traslado de ida y vuelta. La tasa salarial asignada en la vasta cantidad de estudios sobre el costo del tiempo varía desde un 10% hasta el 100% de la tasa salarial prevaleciente en el país o región donde se realiza el estudio.

Los autores analizan las tres cuestiones planteadas al principio utilizando datos de una encuesta realizada en el área de Upper Oldman en el suroeste de Alberta, Canadá. La encuesta fue llevada a cabo por la Alberta Wilderness Association en el verano de 1984.

Con el propósito de testear la sensibilidad del beneficio excedente estimado de los consumidores para el área de Upper Oldman el tratamiento de los sitios sustitutos, el tratamiento de los costos del tiempo y acerca de sí es posible o no corregir el sesgo de los parámetros estimados debido a la naturaleza de truncamiento en cero de la variable dependiente los autores se estimaron un número importante de curvas de demanda. En el proceso Se incluyó y excluyó un precio para el sitio sustituto más cercano. Además utilizaron dos estimaciones diferentes para el costo de oportunidad del tiempo de viaje, un tercio de la tasa salarial y el salario completo. Las curvas de demanda se estimaron con y sin consideración del posible sesgo de truncamiento; el enfoque de Heckman se utilizó para

corregir el sesgo de truncamiento. La forma funcional semilogarítmica se estimó como una alternativa al enfoque Heckman

Las conclusiones que extrae del respectivo análisis son que el tratamiento del costo del tiempo y los sitios sustitutos pueden tener una influencia sustancial en el tamaño de las estimaciones de los excedentes de los consumidores. Además, aseveran que la omisión de la variable de precio sustituto puede afectar la magnitud del cambio excedente del consumidor causado por la variación en el costo del tiempo. De este análisis se desprende que ignorar la existencia de truncamiento no afectará seriamente los resultados del análisis. Sin embargo, esto puede no ser válido en otros conjuntos de datos.

De acuerdo con los autores, en vista de los resultados anteriores, uno podría cuestionar la utilidad del método de costo de costo de viaje; sin embargo, la solución no es descartar el enfoque, sino usarlo con criterio y dirigir la investigación hacia su mejora. Recomiendan que un analista siempre presente algunos análisis de sensibilidad de las estimaciones de beneficios (o pérdidas) excedentes de los consumidores, parámetros variables o hipótesis sobre las cuales existe incertidumbre. Dado que uno de los parámetros clave que causa la variación en las estimaciones de excedentes de los consumidores son los costos de tiempo, es esencial que se realicen más investigaciones para proporcionar estimaciones más precisas del costo de oportunidad del tiempo utilizado en estos sitios.

Los anteriores estudios se caracterizan por calcular el tiempo de viaje preguntándolo directamente al entrevistado sobre el tiempo recorrido del sitio de su origen al sitio recreativo que visitara o por medio de interpolaciones que pueden hacer cuestionables los resultados. Con los nuevos avances tecnológicos como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) las estimaciones son más precisas y de mayor credibilidad.

El artículo de Blaine *et al* "An examination of sources of sensitivity of consumer surplus estimates in travel cost models" constituye uno de los más recientes y es una piedra fundamental para cualquier estudio de aplicado de beneficio excedente del consumidor. En la investigación se hace un recuento de la problemática estadística, econométrica y de la objetividad de la teoría microeconómica en estudios empíricos.

En el estudio se analiza la problemática que el investigador encuentra cuando en la muestra recopilada, en el sitio recreativo y cara a cara con los visitantes, existe el problema de la estratificación endógena. La estratificación endógena se presenta cuando los residentes locales habitan en localidades muy próximas al sitio recreativo. Esto causa que estos consumidores realicen un número de visitas muy superior a aquellos visitantes que provienen de destinos distantes. La solución al problema de la estratificación endógena es aplicar la llamada corrección de Englin, que consiste en sustraer una un viaje a cada entrevistado.

Un segundo tópico que analizado en el estudio de Blaine *et al* es la sensibilidad del excedente del consumidor debido al truncamiento de datos en ambos lados del continuo de la escala en que son medidos los datos de conteo. Se destaca el hecho que en el límite inferior, la truncación es hecha en cero *de facto*, puesto que las visitas no pueden ser negativas. En el límite superior, la truncación de los conjuntos de datos rechazan visitas que se realicen de sitios relativamente lejos del destino turístico y que las observaciones con “excesivas” visitas han llegado a ser comunes también. Se afirma también que los investigadores han adoptado una serie de medidas *ad hoc* para eliminar observaciones con costo extremadamente grandes y respuestas con números excesivamente grandes de visitas, en la creencia de que la inclusión de estos valores extremos producirá parámetros sesgados y valores inflados del excedente del consumidor. No obstante, se recalca que existen pocas maneras sistemáticas acerca de los efectos sobre la exclusión de estas observaciones sobre ésta medida marshaliana del bienestar del consumidor.

Un tercer problema analizado en el trabajo de Blaine *et al* (2015) es el sobre porque sí la microeconomía postula la relación directa entre el número de vistas al sitio recreativo y el ingreso, en la gran mayoría de estudios empíricos la relación es inversa. Al respecto, se señala que este aspecto ha sido descuidado aún por los más destacados investigadores en el tema de la valoración ambiental, pues el hecho es solo mencionado en los resultados de las investigaciones sin ahondar en el tema. De esta manera este el corazón del estudio de Blaine *et al*. Estos autores investigan cual puede ser la razón de tal relación inversa y concluyen que es posiblemente la exclusión de interacciones entre la variable costo de viaje de las visitas y el ingreso lo que causa este hecho. El principal resultado del estudio es determinar el punto a partir del cual el signo de parámetro asociado al ingreso es negativo

hacia abajo y a su vez positivo hacia arriba. Se encuentra que es para los consumidores de bajo ingreso para los cuales el signo del parámetro asociado al ingreso es negativo y que para los consumidores de un ingreso relativamente alto o alto el referido signo es positivo.

III. Metodología

En el presente capítulo se expone el procedimiento metodológico utilizado en la presente investigación. En primer lugar, se explica la localización del área de estudio. Seguidamente se explica el procedimiento realizado para el levantamiento de la encuesta. En tercer lugar se explican los pasos seguidos para cuantificar el costo de viaje total. Finalmente se mencionan detalles sobre el software estadístico utilizado.

3.1. Localización de la presa La Boquilla

La presa de La Boquilla, está ubicada en el cauce del Río Conchos, en el municipio de San Francisco de Conchos, Chihuahua. San Francisco de Conchos posee una superficie de 1,169 kilómetros cuadrados en la latitud: 27.5333 y longitud: -105.4. Su territorio es plano, generalmente interrumpido por pequeños lomeríos. La altitud promedio sobre el nivel del mar es de 1,230 metros.

La presa La Boquilla se construyó entre 1910 y 1915 y tiene una capacidad de 2,894 hectómetros cúbicos de agua (CNA, 2014). La Boquilla cuenta con el más grande cuerpo de agua de Chihuahua y sus dimensiones aproximadas son tres kilómetros de ancho por ocho kilómetros de largo y es un destino turístico de importancia económica para el municipio y es el segundo destino turístico de la entidad durante verano para vacacionar. Junto con una pequeña represa llamada Lago Colina, estas aguas se aprovechan para amenidades y actividades deportivas acuáticas. Entre estas se tienen paseos en lancha y acuamotos, esquí, pesca, campamentos nocturnos, apreciación del paisaje, toma de fotografías, observación de aves, en especial en la temporada invernal cuando llegan patos, gansos incluso pelicanos, entre muchas otras especies animales. Entre la infraestructura turística se cuenta con cabañas y zonas de acampar, así como dos balnearios de gran importancia turística los cuales son La Boquilla y El Tigre. A lo largo del año se realizan diversos torneos estatales de esquí y competencias de lanchas de alta velocidad.

3.2. Levantamiento de la encuesta

El estudio original para el que se levantó la información utilizada en el presente estudio fue realizado para el Fondo Mundial (WWF) para la Naturaleza en el año de 2005. El número

de cuestionarios aplicados en cuatro sitios recreativos enclavados en el área de la presa La Boquilla fue de 483. Estos sitios fueron El Tigre, Lago Colina, Los Altos y Los Filtros

La presente investigación utiliza una submuestra de 213 observaciones. Siguiendo las indicaciones de los manuales e investigaciones empíricas sobre el costo de viaje, la aplicación de los cuestionarios se realizó en el mes de marzo de 2005 en la temporada de Semana Santa. El cuestionario se aplicaba a visitantes seleccionados aleatoriamente de entre las familias que se encontraban en los sitios referidos.

Una advertencia importante respecto a la muestra es que ésta no es una muestra probabilística. Esto por carecer de un marco de muestreo, que su construcción y mantenimiento contaría con grandes dificultades y costoso, pues difícilmente se podría contar con un padrón de visitantes que concurren cada temporada a lo largo de un año. Esta forma para hacer operativa la encuesta es sugerida por Barzev (2002).

El cuestionario aplicado para la obtención de la información utilizada en el estudio realizado para el Fondo Mundial para la Naturaleza en 2005 se encuentra en los Anexos.

Figura 2: Presa de la Boquilla, municipio de San Francisco de Conchos, Chihuahua



Fuente: Google maps

3.3. Calculo de costo total del viaje

La metodología de preferencias reveladas es también llamada de los mercados sustitutos. Esto porque en el caso de los recursos naturales como bosques, aguas, etc., tiene las dos características de los bienes públicos: la no rivalidad de su consumo y no exclusión en el consumo. Consecuentemente no existe un mercado de este tipo de bienes y por lo tanto tampoco un precio de mercado. Debido a ello es necesario construir el precio a través de las preferencias reveladas de los consumidores de dichos bienes o los servicios que éstos prestan.

El costo en el que incurre es consumidor para disfrute de los servicios recreativos proporcionados por el agua contenida, por ejemplo, en una presa, es un precio que hay que construir a través de los gastos realizados para su traslado de su sitio de origen al sitio recreativo.

En el presente estudio el costo total de viaje se construyó incluyendo:

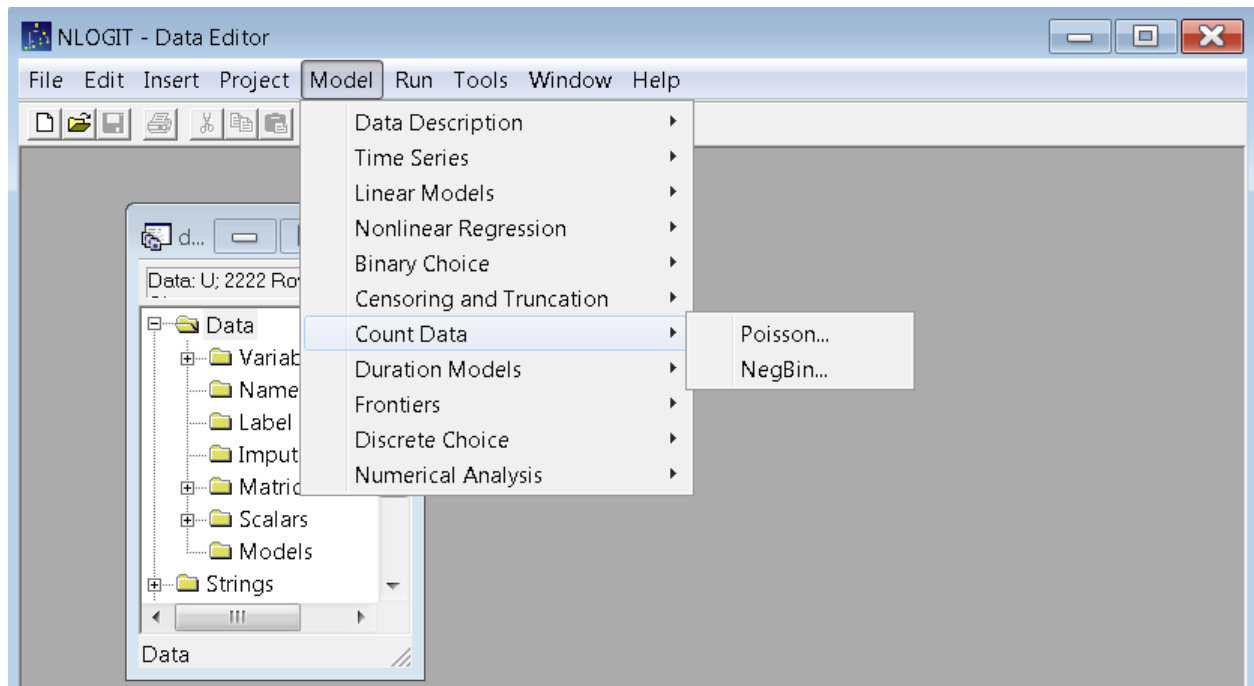
1. Gasto en gasolina
2. Costo de comidas y hospedaje realizados durante el viaje
3. Si el traslado fue en transporte público, se contabilizo el costo de boleto
4. Costo de renta de equipo para realizar paseo en lancha, remo, etc.
5. Costo de acceso al sitio recreativo enclavado en la presa La Boquilla (en caso de haber cobro).

No se asignó un costo al tiempo de traslado de ida y vuelta. Es práctica común asignar algún porcentaje de la tasa salarial prevaleciente en el mercado del país en el que se realiza una valoración económica utilizando el método de costo de viaje. No obstante, en México, desde hace aproximadamente tres decenios, los salarios no los determina el mercado, éstos son administrados por decreto por el Estado por la política macroeconómica de control de la inflación. De esta manera los salarios prevalecientes no reflejan el costo de oportunidad del tiempo sacrificado entre recreación y trabajo (Vázquez, 2007).

3.4. Software utilizado

El software estadístico utilizado fue el nlogit 5 el cual tres entre sus opciones para ajustar modelos estadísticos de datos de conteo está el modelo de regresión de Poisson y el modelo binomial negativo.

Figura 3: Opciones del nlogit 5 para ajuste de datos de conteo



Fuente: Programa n-logit 5

Los datos ajustados se corrieron tal como se obtuvieron en la encuesta. Es decir no se realizó ningún ajuste de los mismos para el problema de la estratificación endógena. No se eliminaron datos de valores extremos, o el problema del truncamiento en cero de los datos de conteo.

IV. Resultados y discusión

En las corridas econométricas de los modelos de Poisson y el binomial negativo se incluyeron ocho variables independientes. La descripción de las variables como escala y unidades en que se miden se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Descripción de las variables

Variable	Descripción	Escala	Unidades	Signo esperado
NVIA	Número de visitas o viajes a la presa La Boquilla (variable dependiente)	discreta de conteo	Viajes por persona	n.a.
CTV	Costo total de viaje	Continua	\$/viaje	Negativo
INGRES	Ingreso de la cabeza de familia	Continua	\$/mes	Positivo/negativo
EDAD	Edad del entrevistado	Continua	Años	Positivo
ESCOLAR	Años de educación	Ordinal	1 = Primaria 2 = Secundaria 3 = Bachillerato 4 = Licenciatura 5 = Posgrado	Positivo
GENERO	Variable que describe si el entrevistado es hombre o mujer	Nominal	0 = Mujer 1 = Hombre	Sin determinar a priori
CONGSIT	Congestionamiento del sitio	Dicotómica	0 = No congestionado 1 = Congestionado	Sin determinar a priori
CALIAG	Calidad del agua	Dicotómica	0 = Mala 1 = Buena	Sin determinar a priori
CANTAG	Cantidad de agua	Dicotómica	0 = Escasa 1 = Suficiente	Sin determinar a priori

Fuente: Elaboración propia en base en la información de la encuesta aplicada.

En el caso de la variable Calidad del Agua originalmente las opciones de respuesta que se daban al entrevistado, consistió de cinco niveles. Dada la dificultad de interpretar los parámetros asociados a una variable politómica con cinco niveles en el modelo de regresión; se optó por categorizar los primeros cuatro niveles de las respuestas en solo dos. De esta manera se tiene una variable dicotómica que facilita la interpretación del parámetro estimado.

Cuadro 2: Categorización de la variable Calidad del Agua

Muy pobre	Mala	=	1
Pobre			
Buena	Buena	=	2
Excelente			

Fuente: Elaboración propia

De manera análoga, la variable Cantidad de Agua consistía de cuatro respuestas y no había opción en la que el entrevistado respondiera no conocer la respuesta. La categorización se hizo como sigue.

Cuadro 3: Categorización de la variable Cantidad del Agua

Escasa Adecuada	Escasa	=	1
Suficiente Excelente	Suficiente	=	2

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la codificación de ambas variables se hace como variables dicotómicas (cuadro de descripción de las variables).

4.1. Resultados estadísticos y econométricos

En el Cuadro 4 se muestran los estadísticos descriptivos de las variables continuas utilizadas en el estudio.

Cuadro 4: Estadísticos descriptivos de las variables continuas

Variable	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo
Número de viajes	5.82	12.30	1	52
Costo viaje (\$)	896.53	976.80	30	6500
Ingreso mensual (\$/mes)	6,085.86	2,784.60	2,000	10,000
Edad	34.02	10.11	18	65

Fuente: Elaboración propia.

Las variables cualitativas, sus respectivos niveles y las frecuencias de éstos se muestran en el Cuadro 5

Cuadro 5: Niveles y frecuencias de las variables cualitativas

Variable	Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Escolaridad	Primaria	13	6.6
	Secundaria	35	17.7
	Bachillerato	73	36.9
	Licenciatura	72	36.4
	Postgrado	5	2.5
	Total	198	100.0
Genero	Mujer	44	22.2
	Hombre	154	77.8
	Total	198	100.0
Congestión del sitio	Si	72	38.4
	No	122	61.6
	Total	198	100.0
Calidad del agua	Mala	44	22.2
	Buena	154	78.8
	No sabe	0	0.0
	Total	198	100.0
Cantidad de agua	Escasa	29	14.6
	Suficiente	169	85.4
	Total	198	100.0

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada.

4.2. Análisis de los resultados del modelo de regresión de Poisson

La corrida del modelo de regresión de Poisson se realizó con el paquete estadístico nlogit 5. De acuerdo con los resultados de la corrida el modelo convergió en la cuarta iteración.

Por otro lado, al evaluar la significancia global del modelo utilizando el ratio de verosimilitud (LR) se observa que el ratio de verosimilitud del modelo restringido (aquel que solo contiene el término constante o intercepto) y el modelo no restringido se tienen los siguientes valores:

$$LR_{\text{restringido}} = -1164.62026$$

$$LR_{\text{no restringido}} = -1512.04082$$

De esta manera, se observa que el LR no restringido es numéricamente mayor (menos negativo) que el LR restringido, Puesto que el objetivo de la máxima verosimilitud es maximizar la función de verosimilitud, entonces se elige el ratio de verosimilitud no

restringido; es decir, se elige el modelo que tiene todas las variables explicativas, el cuál es estadísticamente significativo.

Cuadro 6: Parámetros estimados de los modelos estimados

	Poisson				Binomial negativo			
	Parámetro a/	Error estándar	z	Pr z >Z	Parámetro	Error estándar	z	Pr z >Z
Intercepto	2.99121***	0.1793291	16.68	0.0000	2.79014	0.58579***	4.76	0.0000
CTV	-0.00084***	0.0000715	-11.75	0.0000	-0.00056	0.00015***	-3.87	0.0001
INGRES	-0.0000943***	0.0000129	-7.31	0.0000	-0.000088494	0.000030***	-2.95	0.0032
EDAD	0.01160***	0.0031099	3.73	0.0000	0.01096	0.01140	0.96	0.3367
ESCOLAR	-0.23701***	0.0359106	-6.60	0.0000	-0.15385	0.10008	-1.54	0.1243
GENERO	0.32749***	0.0804644	4.07	0.0000	0.18197	0.18570	0.98	0.3271
CONGSIT	-0.54354***	0.0654867	-8.30	0.0000	-0.37428	0.15911**	-2.35	0.0187
CALIAG	-0.50041***	0.0761659	-6.57	0.0000	-0.46827	0.17121***	-2.74	0.0062
CANTAG	0.61207***	0.0944552	6.48	0.0000	0.34568	0.18760*	1.84	0.0654
PDFCDM b/	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1.07940	0.19120***	5.65	0.0000

Nota: el intercepto corresponde a la ordenada al origen.

Nota: a/ todos los parámetros son significativos al 1%.

Nota: b/ Parámetro de dispersión para el modelo de datos de conteo.

Nota: n.a. = no aplica.

***, **, * Significativo al nivel del 1%, 5% y 10%.

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar el análisis de significancia estadística de todas las variables explicativas del modelo de Poisson todas son (aparentemente) estadísticamente distintas de cero pues su valor de p (*p-value*) es menor que 0.05 y el valor de z es mayor que dos.

En el caso de la variable Congestión del Sitio tiene un parámetro asociado de 0.54354. Dado que el modelo de Poisson es un modelo semilogarítmico, entonces el resultado se interpreta expresando que el valor promedio de la variable Congestión del Sitio es menor por

$$100[e^{-0.52675}-1]=100(0.54354-1)=-45.646\%$$

en relación a la categoría de comparación.

En el caso de la variable Calidad del Agua tiene un parámetro asociado de 0.50041. análogamente al argumento anterior, dado que el modelo de Poisson es un modelo semilogarítmico, entonces el resultado se interpreta expresando que el valor promedio de la variable Congestión del Sitio es menor por

$$100[e^{0.00100}-1]=100(-0.50041-1)=0.49959\%$$

en relación a la categoría de comparación.

En relación a la Cantidad de Agua, esta tiene un parámetro asociado de 0.61207. De esta forma, dado que el modelo de Poisson es un modelo semilogarítmico, entonces el resultado se interpreta expresando que el valor promedio de la variable Congestión del Sitio es menor por

$$100[e^{0.32983}-1]=100(0.61207-1)=0.38793\%$$

en relación a la categoría de comparación.

En relación a la variable Escolaridad, al ser una variable ordinal con cinco niveles, es difícil interpretar su significado econometrico, por lo que solo se hace referencia a su signo esperado más adelante.

4.3. Análisis de los resultados del modelo de regresión binomial negativo

Como forma alternativa a la estimación del modelo de Poisson, se estimó el modelo de regresión binomial negativo. Al evaluar la significancia global del modelo utilizando el ratio de verosimilitud (LR) se observa que el ratio de verosimilitud del modelo restringido (aquel que solo contiene el término constante o intercepto) y el modelo no restringido se tienen los siguientes valores:

$$LR_{\text{restringido}} = -1164.62026$$

$$LR_{\text{no restringido}} = -520.31820$$

De acuerdo a Gujarati (2011), dado que el estadístico LR no restringido es mayor (menos negativo) que el LR restringido entonces rechaza la hipótesis nula de no significancia global del modelo estimado a favor de la hipótesis alternativa de significancia global del mismo.

El análisis de los parámetros individuales del modelo de regresión binomial negativo muestra que las tres variables sociodemográficas (Edad, Escolaridad y Género) no son significativas estadísticamente aún a un nivel de confianza del 90%.

El parámetro asociado al costo de viaje (CTV) y al ingreso (INGRES) son estadísticamente significativos al 99% de confianza.

Las variables ambientales de calidad del agua (CALIAG), cantidad del agua (CANIAG) y congestión del sitio (CONGSIT) son significativos al 99%, 95% y 90% de nivel de confianza, respectivamente.

4.4. Análisis estadístico del problema de sobredispersión

Desde el punto de vista estadístico como se ha mencionado el problema fundamental con la presencia de sobredispersión en los datos con los que se estima el modelo regresión de Poisson son: los altos valores (en valor absoluto) de los estadísticos t y z utilizados para probar la significancia estadística de los parámetros estimados individualmente. A consecuencia de esto los valores de los errores estándar están subestimados.

Como se puede observar en el Cuadro 6 valores de z estimados para el modelo de Poisson el valor de z asociado al costo total de viaje (CTV) es de $z = -11.75$ mientras para el modelo binomial negativo, en el que se ha corregido el problema de la sobredispersión, tenemos que $z = -3.87$.

En la corrida del modelo de Poisson una prueba de sobredispersión en el modelo estimado es utilizar la llamada prueba semiparamétrica de Cameron y Trivedi (1990). Del Anexo 2 en la salida para la regresión de Poisson se tiene que:

$$\begin{array}{lll} \text{Test de sobredispersión:} & g = \mu(i) & = 3.503 \\ \text{Test de sobredispersión:} & g = \mu(i)^2 & = 3.811 \end{array}$$

Se observa que tanto $g = \mu(i)$ y $g = \mu(i)^2$ son más grandes que el valor crítico de $t = 1.96$; por lo que se rechaza la hipótesis nula de no dispersión a favor de la hipótesis de dispersión.

En el modelo de Poisson las tres variables sociodemográficas y las tres variables ambientales son significativas estadísticamente al 99%. Esto es debido a la presencia de sobredispersión. No obstante, una vez que se ha corregido la sobredispersión a través del

modelo binomial negativo, las tres variables socioeconómicas no son significativas estadísticamente al mismo nivel de confianza del 99%.

4.5. Resultados económicos

El resultado económico se refiere al análisis de si los signos esperados son los “correctos” según lo propuesto por la teoría económica. En ambos modelos (Poisson y binomial negativo) se mantiene el mismo signo.

De esta manera, en el caso se encontró una relación inversa entre el número de visitas y el costo total de viaje, pues la función estimada es una función de demanda.

La relación encontrada entre el número de visitas y el ingreso mensual del consumidor de servicios ambientales es una relación inversa. No obstante, el signo esperado es positivo. Al respecto, como argumenta Blaine *et al* (2015), la relación directa esperada entre el número de viajes y el ingreso del consumidor es una de las relaciones mayormente apoyada y fundamentada por la teoría microeconómica. Sin embargo, la vasta mayoría de estudios empíricos sobre costo de viaje, la relación entre el número de visitas y el ingreso resulta ser negativa. Este autor resalta el hecho que tales estudios empíricos, los autores solo se reducen a mencionar tal resultado, sin ahondar el qué del mismo. De esta manera la relación negativa resultante entre tales variables, es uno de los tópicos de mayor controversia que requiere la búsqueda que de acuerdo con Blaine *et al*, una mayor profundidad en el análisis; por ejemplo, en su estudio se analiza la incorporación de interacción entre ambas variables, lo cual parece explicar que existe un estrato de consumidores (bajo ingreso) de servicios ambientales para los que tal relación es negativa, y otro estrato (los de mayor ingreso) para los que la relación número de viajes e ingreso es positiva.

Respecto a los signos esperados de la variable Edad, el mismo fue resultado positivo, como se esperaba, pues se asume que, a mayor edad del consumidor de servicios ambientales, la probabilidad de que realice un mayor número de viajes aumenta.

En el caso del signo esperado del grado de escolaridad, es sentido común que, a mayor grado de escolaridad, la probabilidad de que el consumidor realice un mayor número de viajes se incrementa; sin embargo, el signo esperado resultó ser negativo. Al respecto, no se excluyó dicha variable del modelo ajustado, sin embargo, es necesario un mayor

fundamentación e investigación acerca de si tal variable guarda una relación positiva o una negativa en el caso específico de los modelos de probabilidad, como lo es el modelo de Poisson.

Respecto a las otras cuatro variables (Género, Congestión del Sitio, Calidad del Agua, Cantidad de Agua) no se esperaba una relación (directa o indirecta) establecida *a priori* entre éstas y el número de visitas; por lo que se considera que los signos esperados resultantes en la estimación meramente estadística son los correctos.

4.6. Valoración económica de los servicios recreativos

De acuerdo con el marco teórico el excedente del consumidor (EC) se calcula a partir de la expresión

$$EC = -\frac{V}{\beta_1}$$

donde EC denota el excedente del consumidor, V el número de viajes promedio y β_1 es el parámetro asociados a la variable costo total de viaje (CTV). Nótese que el parámetro β_1 es negativo y al cociente del número de viajes promedio y tal parámetro le precede un signo negativo. De esta manera el excedente del consumidor calculado para cada modelo es el siguiente.

Cuadro 7: Valoración económica de los servicios recreativos del agua de la presa de la Boquilla, Chihuahua

Concepto	Modelo de Poisson	Modelo binomial negativo
Número de viajes promedio ($\bar{V}$)	5.8182	5.8182
Parámetro estimado asociado al CTV (β_1)	-0.00084	-0.00056
Excedente estimado total (\$)	6,926.43	10,389.64
Tamaño de muestra (visitantes)	198	198
Excedente promedio (\$/ visitante)	34.98	52.47
Visitantes por año (supuesto)	600,000	600,000
Valor total del servicio recreativo (millones de \$)	20.98	31.48

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de las corridas.

Debe observarse que en el caso del modelo de Poisson el excedente de \$6,926 pesos corresponde a la muestra de 198 visitantes. Por lo que el excedente promedio para cada visitante de la muestra es de \$34.98. Este valor se interpreta como el excedente o bienestar

neto que en promedio cada visitante de la presa La Boquilla obtiene de su visita a dicho sitio recreativo; es decir sería el bienestar, en caso de no poder no haber podido visitar éste sitio recreativo donde el motivo de atracción son las actividades recreativas asociadas al agua. La interpretación es análoga para el modelo binomial negativo.

4.7. Valor total de los servicios recreativos del agua

Una vez que se ha obtenido la media del beneficio excedente del consumidor, para estimar el monto total del servicio recreativo que genera la presa de la Boquilla solo se multiplica tal excedente por el número de visitantes de la presa. Al respecto, el número de visitantes anuales para el año en que se recopiló la muestra es desconocido, pues no existen cifras oficiales al respecto. Por lo tanto, si se asume que el número de visitantes por año es de 600 mil, entonces el valor del servicio ambiental recreativo que genera la Presa La Boquilla en el estado de Chihuahua es de 20.98 millones de pesos en el caso del modelo de Poisson y de 31.48 millones de pesos en el caso del modelo binomial negativo

4.8. Análisis del comportamiento del ingreso en el modelo del costo viaje

Como se mencionó en los apartados anteriores, el comportamiento del ingreso del consumidor en el modelo de costo de viaje individual es uno de los tópicos menos estudiados o se omite analizar por qué sí la teoría microeconómica predice que debiera haber una relación positiva entre el número de viajes y el ingreso del consumidor, en muchos estudios se encuentra una relación inversa entre ambas variables. Uno de los objetivos principales de esta investigación ha sido determinar el costo de viaje total de forma puntual en el que el signo del ingreso en la regresión pasa a ser negativo a ser positivo. Como se mencionó en el apartado sobre el papel del ingreso del consumidor en el costo de viaje, el costo de viaje puntual a partir del cual el efecto del ingreso pasa de ser negativo a positivo está dado por la expresión:

$$CTV_s = -\frac{\beta_2}{\beta_3}$$

donde CTV_s se refiere al costo total de viaje referido, β_2 es el parámetro asociado a la variable ingreso del consumidor y β_3 es el parámetro asociado a la variable definida por la interacción (multiplicativa) entre el costo total de viaje y el ingreso.

Los resultados de la regresión de Poisson considerando solo las variables de costo total de viaje, ingreso del consumidor y la interacción entre estas dos variables se muestra en el Cuadro 8.

Cuadro 8: Parámetros de la interacción costo de viaje e ingreso

	Parámetro	Error estándar	z	Pr z >Z
Intercepto	3.19726	0.09428	33.91	0.0000
CTV	-0.00160	0.00018	-8.88	0.0000
INGRES	-0.00015	0.00001635	-9.42	0.0000
CVTING	0.00000010648	0.00000002393	4.45	0.0000

***, **, * Significativo al nivel del 1%, 5% y 10%.

Fuente: elaboración propia.

De esta manera, el costo de viaje puntual en el cual el efecto del ingreso del consumidor en la ecuación de regresión pasa de negativo a positivo (o viceversa) es el siguiente:

$$CTV_s = -\frac{\beta_2}{\beta_3} = -\frac{-0.0015}{0.00000010648} = 1,408.72 \approx 1,409$$

$$CTV_s = -\frac{\beta_2}{\beta_3} \approx 1,409$$

V. Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo se enuncian las conclusiones derivadas de la aplicación del modelo de regresión de Poisson y el binomial negativo a un conjunto de datos donde la variable respuesta es una variable de conteo, con el propósito de cuantificar el beneficio excedente que el consumidor de servicios recreativos ambientales (proporcionados por el recurso público agua) obtuvo al trasladarse de su sitio de origen a la presa La Boquilla, en el municipio de San Francisco de Conchos, Chihuahua. También se obtiene la valoración económica de dicho sitio.

5.1. Conclusiones

Respecto a los resultados estadísticos y econométricos se concluye que:

- La aplicación de los modelos de regresión de Poisson y el binomial negativo permitieron estimar el concepto microeconómico de beneficio excedente del consumidor de servicios ambientales recreativos y realizar de esta manera la valoración económica de los servicios de recreación proporcionados por el agua de la presa La Boquilla.
- El parámetro de dispersión estimado ($g(i) = \mu_i$ y $g(i) = \mu_i^2$) muestra que el conjunto de datos utilizado para la estimación del modelo de regresión de Poisson adolece de sobredispersión, por lo que los parámetros estimados con este modelo son sesgados y por lo tanto el excedente del consumidor y la valoración económica están subestimados. Esta situación se corrigió al aplicar el modelo binomial negativo.
- La presencia de sobredispersión en el conjunto de datos de la encuesta levantada en los cuatro sitios recreativos enclavados en la presa de La Boquilla, se refleja en una aparente alta significancia a nivel individual de los parámetros del modelo de Poisson. Esto se pone manifiesto en altos valores (en valor absoluto) del estadístico z y en los bajos valores de los valores del error estándar de los parámetros estimados que en el modelo de Poisson y en contraste en el modelo de binomial negativo los valores (en valor absoluto) del estadístico z son bajos e incluso las variables socioeconómicas no son significativas. El estadístico z del parámetro asociado a la

variable costo total de viaje (CTV) es de -11.75 pero en el binomial negativo es de -3.87.

Respecto a los resultados económicos se concluye que:

- Los signos esperados de la relación número de visitas versus la variable costo total de viaje es una relación inversa, por lo tanto, se ésta estimando una función de demanda de servicios recreativos proporcionados por el recurso natural agua de la presa La Boquilla.
- El signo esperado de la relación número de visitas e ingreso se presenta la regularidad que muchas investigaciones empíricas han encontrado: la relación es inversa, cuando es de esperar que, si el ingreso del consumidor aumenta, el número de viajes al sitio recreativo de la presa La Boquilla aumente. Se conserva tal variable pues la teoría microeconómica permite esta posibilidad de relación inversa, en cuyo caso se dice que el servicio recreativo se comporta como un “bien” inferior.
- El costo total de viaje (CTV) puntual en el cual el signo del parámetro asociado al ingreso del consumidor (ING) cambia de positivo a negativo fue de \$1,409.
- El excedente del consumidor promedio estimado utilizando el modelo binomial negativo es de \$52.47 por visitante por lo que si se asume un flujo de 600,000 turistas visitantes al año a la presa La Boquilla el valor total estimado del servicio recreativo prestado por el agua de la presa es de \$31.48 millones.
- Esto muestra que la sobredispersión presente en los datos conteo, como son los recopilados en una encuesta sobre costo de viaje a un sitio recreativo, causa que la valoración económica realizada con el modelo de Poisson este subestimada.
- El excedente del consumidor promedio estimado utilizando el modelo de Poisson es de \$34.98 por visitante por lo que si se asume un flujo de 600,000 turistas visitantes al año a la presa La Boquilla el valor total estimado del servicio recreativo prestado por el agua de la presa es de \$20.98 millones.

5.2. Recomendaciones

Basado en los resultados y conclusiones obtenidos en la investigación es posible enunciar las siguientes recomendaciones:

- Es necesario profundizar en la metodología de preferencias reveladas y en específico del método de costo de viaje para la valoración económica de los servicios recreativos prestados no solo por el agua sino aquellos prestados por bosques, esteros, áreas naturales protegidas, parques nacionales, entre otros.
- Se debe profundizar la aplicación de los métodos econométricos de datos de conteo (modelo de Poisson, modelo binomial negativo, etc.) y los de elección discreta (regresión logística, etc.) a la valoración de los bienes y servicios ambientales prestados por los diversos bienes públicos y recursos naturales.
- Es necesario ampliar el estudio sobre el papel del ingreso del consumidor de servicios recreativos en el modelo de costo de viaje, pues la estimación econométrica muestra que hay una regularidad en la obtención de una relación inversa entre el número de viajes realizados a determinado sitio recreativo y el ingreso; lo cual contradice a la teoría microeconómica pues esta prevé que la relación entre estas dos variables debiera ser una relación directa (positiva). Es decir, como se ha mostrado, hay un punto en el costo total del viaje a partir del cual la relación cambia de positiva a negativa o viceversa.
- Se ha mostrado que la utilización de un modelo que no considera la dispersión presente en el conjunto de datos subestima la valoración económica realizada para un sitio recreativo, lo cual en la toma de decisiones de política económica puede generar consecuencias positivas para algún grupo de consumidores y negativas para otros.

Bibliografía

Amado, Álvarez, J. P., Alatorre Cejudo, L. C., Ramírez Valle, O., Salazar-Sosa, E., Trejo Escareño, H. I. y López-Martínez, J. D. (2014). Modelo predictivo de la calidad del agua en reservorios de Chihuahua, México usando la percepción remota. En AGROFAZ Vol. 14 (1).

Azqueta D., Alviar M., Domínguez L., O’Ryan R. (2007). *Introducción a la Economía Ambiental*. Mc Graw Hill/Interamericana de España, S.A.U. Segunda Edición.

Blaine, T., W., Lichtkoppler, F., R., Bader, T., J. Hartman, T. J. and Lucente, J., E. (2015). An examination of sources of sensitivity of consumer surplus estimates in travel cost models. Journal of Environmental Management 151: 427-436.

Cameron, A., and P. Trivedi (1990). Regression based tests for overdispersion in the Poisson model. *Journal of Econometrics* 46, pp. 347–364.

Cesario, Frank J. (1976). Value of time in recreation benefit studies. *Land Economics* 52: 32-41.

Edwards, Peter, E., T., Parsons, George, R. and Myers, Kelley, H. (2011). The economic value of viewing migratory shorebirds on the Delaware Bay: an application of the single site travel cost model using on-site data. *Human Dimensions of Wildlife*, 16:435–444. DOI: 10.1080/10871209.2011.608180

Gujarati, D. (2011). *Econometrics by example*. Palgrave editors, USA.

Habb Timothy C., McConell Kenneth E. (2002). *Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometric of Non-Market Valuation*. Cheltenham, UK and Northampton, MA: Edward Elgar.

Hernández, Trejo, V., Avilés, Polanco, G., Ponce, Díaz, G. y Lluch Beld, D. (2017). Estimación de cuotas diferenciadas para permisos de pesca deportiva en Los Cabos, México. Un enfoque de costo de viaje. *Economía. Teoría y Práctica • Nueva Época*, número 46, enero-junio.

INEGI (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad (ITER), México, D.F.

INEGI (2017). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Archivo histórico de localidades. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/introduccion.aspx>. Consultado 15 de enero de 2018.

Mendieta L. Juan Carlos (2001). Manual de Valoración Económica de Bienes No Mercadeables: Aplicaciones de las Técnicas de Valoración No Mercadeable y el Análisis Costo Beneficio y Medio Ambiente. Universidad de los Andes, documento CEDE 99-10, Bogotá-Colombia.

Myrick Freeman III, Myrick, Herriges, Joseph, A. and Kling, Catherine, L. (2014) The measurement of environmental and resource values. Third edition, RFF Press.

Niklistcheck, M. (1996). Notas del curso sobre valoración económica de bienes ambientales. Magister Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente, Universidad de Concepción, Chile.

Pearce, D., Turner, K. (1995). Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente. Colegio de Economistas de Madrid. Hermosilla, Madrid-España.

Poor, Joan, P. and Smith, Jaime, M. (2004). Travel cost analysis of a cultural heritage site: the case of historic St. Mary's City of Maryland. Journal of Cultural Economics 28: 217–229.

Samuelson, P. (1938). A note on the pure theory of consumers' behaviour. Economica 5:61-71.

Timothy C. Haab, Timothy, C. and McConnell, Kenneth, E. (2003). Valuing environmental and natural resources. The econometrics of non-market valuation. Edward Elgar Publisher.

Vásquez, Lavin, F., Cerda, Urrutia, A. y Orrego, Suaza, S. (2007). Valoración económica del ambiente. Fundamentos económicos, econométricos y aplicaciones. Primera edición, Thomson Learning, Buenos Aires, Argentina.

Wilman, Elizabeth, A and Pauls, Richard, J. (1987). Sensitivity of consumers' surplus estimates to variation in the parameters of the travel cost model. Canadian Journal of Agricultural Economics 35:197-2012.

Sitios web consultados

https://es.wikipedia.org/wiki/Preferencia_revelada

Anexos

Anexo 1. Cuestionario aplicado en la recolección de la información en la presa La Boquilla

Cuestionario

Folio: 001

Presentación ante el entrevistado

Buenos días/tardes, mi nombre es Gil Ortiz Aparicio soy estudiante de la Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales ubicada en el estado de México, estoy realizando una investigación sobre el costo que tiene para una familia visitar el sitio recreativo llamado. La información proporcionada es confidencial y no se pregunta nombre del entrevistado ni datos sobre su residencia solo de su lugar de procedencia y la información proporcionada será agregada solo para cálculos de indicadores estadísticos para la tesis del estudiante.

Fecha de aplicación _____

Nombre del encuestador _____

Nombre del área recreativa _____

Nombre del lugar del sitio recreativo _____

1. Datos de localización

Ciudad o población _____

Municipio _____

Estado _____

¿Proviene del extranjero?

No ____ Si ____ ¿De dónde? _____

2. Número de viajes al sitio que visita

. ¿Cuáles son los motivos de su viaje al sitio recreativo?

____ Día de campo

____ Disfrutar el paisaje

____ Acampar

____ Nadar

____ Pasear en bote

____ Pescar con caña

____ Ejercitarse

____ Otro (especificar _____)

4. ¿Cuál fue el medio de transporte por el que se trasladó al sitio recreativo?

Vehículo propio _____

Autobús _____

Otro _____ (especifique _____)

5. ¿Cuántas horas permanecerá en el sitio recreativo? _____

6. ¿Cuánto tiempo le tomo trasladarse de su sitio de origen al sitio recreativo?

Horas _____

Minutos _____

7. ¿Cuántos kilómetros considera le tomo su traslado desde el sitio de origen al sitio recreativo?

Kilómetros _____

8. En caso de trasladarse en autobús propio ¿Cuánto considera gasto o gastará en los siguientes conceptos?

Gasolina \$ _____

Casetas \$ _____

Otros conceptos \$ _____ (especifique _____)

9. En caso de trasladarse en autobús ¿Cuánto considera gasto o gastará en los siguientes conceptos?

Boletos \$ _____

Equipaje \$ _____

Otros \$ _____ (especifique _____)

10. ¿Cuánto considera gasto o gastará en hospedaje? \$ _____

11. ¿Cuánto considera gasto o gastara en alimentación y bebidas? \$ _____

12. ¿Cuánto gasto o gastará en otros conceptos en conceptos no previstos en su viaje?
\$ _____

13. ¿Visita otro sitio recreativo? Sí _____ No _____

¿Cuál? _____

¿Qué población? _____

13 ¿Gasta más por visitar ese sitio?

¿Cuánto? \$ _____

¿Cuánto? % _____

¿Gasta menos por visitar ese sitio?

¿Cuánto? \$ _____

¿Cuánto? % _____

¿Gasta igual? ____

14. ¿Por qué no visita otros sitios?

Son más caros _____

Están más lejos _____

Más kilómetros _____

Más lejos (%) _____

Otras causas _____ (especifique _____) 16. Edad _____ años

17. Nivel educativo

_____ Primaria

_____ Secundaria

_____ Preparatoria o equivalente

_____ Licenciatura

_____ Postgrado

18. ¿De cuántos miembros se compone la familia?

_____ Niños

_____ Adultos

19. ¿Cuántos vehículos usan en su viaje? _____

20. ¿Cuál es el ingreso mensual aproximado? \$ _____

21. ¿Cómo calificaría la calidad del agua?

_____ Muy pobre

_____ Pobre

_____ Regular

_____ Buena

_____ Satisfactoria

22. ¿Cómo calificaría la cantidad de agua?

_____ Escasa

_____ Adecuada

_____ Suficiente

23 ¿Qué sugeriría para mejorar el sitio recreativo?

Anexo 2. Resultados econométricos

da del modelo de regresión de Poisson fue realizada en el software estadístico nlogit 5. La salida es la mostrad

En el caso del modelo binomial negativo estimado también utilizando el nlogit 5 es el siguiente.

```
-----
Negative Binomial Regression
Dependent variable          NVIA
Log likelihood function     -520.31860
Restricted log likelihood   -1164.62026
Chi squared [ 1](P= .000)  1288.60332
Significance level          .000000
McFadden Pseudo R-squared   .5532290
Estimation based on N =    198, K = 10
Inf.Cr.AIC = 1060.6 AIC/N = 5.357
NegBin form 2; Psi(i) = theta
Tests of Model Restrictions on Neg.Bin.
Model          Logl  ChiSquared[df]
Poisson(b=0)   -1512.04  ***** [**]
Poisson        -1164.62    694.8 [ 8]
NB v. Poisson  -520.32    1288.6 [ 1]
NB (b=0)       -554.41     68.2 [ 8]
-----
      NVIA |      Coefficient      Standard      Prob.      95% Confidence
            |      Error          z      |z|>Z*      Interval
-----+-----
Constant | 2.79014***      .58579      4.76      .0000      1.64202      3.93827
CTV      | -.00056***      .00015     -3.87      .0001     -.00085     -.00028
INGRES   | -.88494D-04***   .3001D-04     -2.95      .0032     -.14731D-03 -.29680D-04
EDAD     | .01096          .01140        .96      .3367     -.01140      .03331
ESCOLAR  | -.15384         .10008       -1.54      .1243     -.35000      .04232
GENERO   | .18197          .18570        .98      .3271     -.18200      .54595
CONGSIT  | -.37428**       .15911       -2.35      .0187     -.68612     -.06244
CALIAG   | -.46827***      .17121       -2.74      .0062     -.80384     -.13271
CANTAG   | .34568*         .18760        1.84      .0654     -.02201      .71337
            | Dispersion parameter for count data model.....
Alpha    | 1.07940***      .19120        5.65      .0000      .70466      1.45414
-----
nnnnn.D-xx or D+xx => multiply by 10 to -xx or +xx.
***, **, * ==> Significance at 1%, 5%, 10% level.
Model was estimated on Feb 01, 2012 at 01:43:44 AM
-----
```

Anexo 3. Interacción entre costo total de viaje y el ingreso del consumidor

Las corridas de la regresión, en las que se excluye el vector de variables sociodemográficas y el vector de ambientales, son las que se presentan a continuación.

En la primera regresión se corre el modelo de Poisson incluyen el número de viajes (NVIA) como variable dependiente en función del costo total de viaje (CTV) y del ingreso del consumidor de bienes ambientales (INGRES).

```
-----
Poisson Regression
Dependent variable      NVIA
Log likelihood function  -1287.43646
Restricted log likelihood -1512.04082
Chi squared [ 2](P= .000)  449.20873
Significance level      .00000
McFadden Pseudo R-squared .1485438
Estimation based on N = 198, K = 3
Inf.Cr.AIC = 2580.9 AIC/N = 13.035
Chi-squared = 3493.99294 RsqP= .3178
G-squared = 2021.54718 RsqD= .1818
Overdispersion tests: g=mu(i) : 4.125
Overdispersion tests: g=mu(i)^2: 4.992
-----
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
NVIA| Coefficient      Standard      Prob.      95% Confidence
    |               Error        |z|>Z*      Interval
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Constant| 2.90252***      .06716      43.22      .0000      2.77088      3.03415
CTV|    -.00092***    .7224D-04    -12.69      .0000      -.00106      -.00077
INGRES|    -.00010***   .1163D-04     -8.83      .0000      -.00013      -.00008
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
nnnnn.D-xx or D+xx => multiply by 10 to -xx or +xx.
***, **, * ==> Significance at 1%, 5%, 10% level.
Model was estimated on Jan 01, 2012 at 06:57:35 AM
-----
```

En la segunda regresión se corren las mismas variables que en la primera adicionando las variables conformada por la interacción entre el costo total de viaje (CTV) y el ingreso (INGRES). Con fines de hacer operativa dicha variable, la misma se define como CTVING.

```

-----
Poisson Regression
Dependent variable          NVIA
Log likelihood function      -1278.00583
Restricted log likelihood    -1512.04082
Chi squared [ 3](P= .000)    468.06998
Significance level           .00000
McFadden Pseudo R-squared   .1547809
Estimation based on N =     198, K =     4
Inf.Cr.AIC = 2564.0 AIC/N = 12.950
Chi-squared = 3699.11892 RsqP= .2778
G - squared = 2002.68593 RsqD= .1894
Overdispersion tests: g=mu(i) : 3.967
Overdispersion tests: g=mu(i)^2: 4.672
-----

```

	NVIA	Coefficient	Standard Error	z	Prob. z >Z*	95% Confidence Interval	
Constant		3.19726***	.09428	33.91	.0000	3.01248	3.38205
CTV		-.00160***	.00018	-8.88	.0000	-.00195	-.00125
INGRES		-.00015***	.1635D-04	-9.42	.0000	-.00019	-.00012
CVTING		.10648D-06***	.2393D-07	4.45	.0000	.59577D-07	.15338D-06

```

-----
nnnnn.D-xx or D+xx => multiply by 10 to -xx or +xx.
***, **, * ==> Significance at 1%, 5%, 10% level.
Model was estimated on Jan 01, 2012 at 07:11:50 AM
-----

```

Anexo 3. Muestra del conjunto de datos

En este apartado se muestran 35 observaciones del conjunto de 198 entrevistados.

caso	nvia	ctv	ingres	edad	escolar	genero	congsit	caliag	cantag
1	3	300	7000	54	3	1	0	1	1
2	52	200	5000	44	1	1	0	1	1
3	52	400	5000	46	1	0	0	1	1
4	2	100	2000	27	3	0	0	0	0
5	3	100	2000	34	3	0	0	1	1
6	4	300	2000	25	3	1	1	1	1
7	52	130	2000	52	1	1	0	0	0
8	1	300	7000	36	2	0	0	0	0
9	26	30	9000	29	3	1	1	1	0
10	10	300	3000	35	3	1	0	1	1
11	4	400	2000	23	1	1	0	1	0
12	1	400	10000	30	5	1	0	1	0
13	3	400	7000	40	3	1	0	1	0
14	6	800	10000	22	4	1	0	1	1
15	4	200	5000	29	2	0	0	0	0
16	1	200	3000	27	4	1	1	0	0
17	1	800	5000	25	2	0	1	1	1
18	1	2000	9000	45	4	1	1	1	1
19	1	1400	5000	40	3	1	1	0	0
20	1	800	10000	39	5	0	0	1	1
21	1	400	10000	24	2	0	0	1	1
22	1	300	2000	29	2	1	1	1	1
23	1	600	10000	43	4	0	1	1	1
24	30	1000	10000	42	4	0	1	0	1
25	2	400	9000	33	3	1	1	1	1
26	1	2400	10000	20	2	0	0	0	1
27	3	1000	10000	48	4	1	0	1	1
28	1	4000	10000	27	5	1	1	1	1
29	2	800	7000	28	2	1	1	1	1
30	3	2800	5000	32	3	1	1	1	1
31	1	1200	7000	36	2	0	1	1	1
32	1	400	10000	31	4	0	1	1	1
33	2	1000	10000	42	2	1	1	1	0
34	1	6000	10000	20	3	0	1	1	1
35	1	3000	9000	35	3	0	1	0	0