

Valoración

de los costos ambientales

Jorge Enrique Sáenz Castro*

Introducción

Las acciones económicas que aglutinan actividades ambientales poseen dos aspectos: por un lado generan valor (económico) y, por otro, incurren en costos (sociales). Esto naturalmente implica el uso de la relación beneficio- costo para determinar la viabilidad y rentabilidad social o no de un proyecto ambiental, no obstante, la cuantificación y la cualificación tanto de los beneficios como de los costos se ha visto limitada por la falta de herramientas económicas (técnicas) y por la falta de un alto grado de pertenencia de los diferentes estamentos del país y del mundo en general; de ahí el avance y el impacto que ha tenido últimamente dentro del ámbito académico la propuesta de diversas técnicas de valoración de costos

ambientales sustentadas principalmente en la teoría microeconómica.

No obstante, es preciso hacer énfasis en lo abstracta que es la teoría microeconómica, que trabaja normalmente con modelos simplificados que pretenden capturar la esencia de un problema sin tener en cuenta las múltiples interrelaciones que nos muestra el mundo real. Por ejemplo, en otrora se desarrollaron modelos ambientales sin indexar las reglamentaciones ambientales.

Por esta razón, es importante señalar que cuando se pretenda hacer algún estimativo que involucre el término ambiental, se adopte una metodología cuidadosa y que esta recoja con mayor proporción los vínculos básicos que existan en dichas relaciones y que no oculten las grandes dimensiones

* Economista y máster, jefe de investigaciones económicas.

de los problemas que se pretenden comprender.

En este orden de ideas, este escrito se centra en una explicación sucinta de algunos métodos o técnicas de valoración de costos ambientales y en la presentación de algunos casos desarrollados por el autor y otros compilados de experiencias de alumnos de la Universidad de Los Andes y de mi paso por la Contraloría General de la República.

1. Métodos de valoración de costos ambientales

1.1 Presentación

En términos económicos, las externalidades (economías o deseconomías externas) que no son más que fallos en el mercado, se cuantifican teniendo en cuenta el efecto que causa la misma sobre el bienestar de las personas.

Los recursos naturales o los servicios ambientales solo poseen un valor por cuanto proporcionan beneficios al ser humano, aunque en dicha valoración económica, es importante reconocer los valores positivos o negativos que se relacionan con la opción o quasi-opción de eventualmente poder disfrutar de un bien ambiental o de verse afectado por su transformación y de un valor de existencia por el simple hecho de contar con un activo que por su hábitat genera beneficios al mundo circundante.

Un factor relevante para el desarrollo de métodos que permitan cualificar el deterioro de la calidad ambiental, es que el cambio en el nivel de satisfacción pueda ser expresado en valores monetarios, ya que con ello podemos hacer comparaciones entre recursos distintos, aglutinar todos los bienes y servicios en una sola unidad y dar consistencia para la ordenación de prioridades de inversión y diseños de políticas.

Entonces, el valor económico se deriva del hecho que los agentes económicos toman decisiones racionales con el fin de maximizar el uso de los recursos naturales y ambientales y minimizar el costos de las alteraciones o daños que se generan por el uso de la misma.

De esta manera, la valoración económica se lleva a cabo con base en la disponibilidad a pagar por parte de un individuo a cambio de recibir o aceptar un cambio en la disponibilidad de los RENA y de su afectación en las condiciones de su función de utilidad.

Estos cambios en el bienestar de los individuos, son medidos utilizando la variación compesada (VC) y la variación equivalente (VE), herramientas de la teoría del bienestar.

Las preferencias por bienes y servicios de los agentes económicos; que ante una selección, ellos pueden expresar preferencias por un bien sobre otro, o por un paquete de bienes sobre otro, se basan en la disponibilidad a pagar, que no es otra cosa que la preferencia de un individuo por un bien considerando sus atributos y el presupuesto monetario o la capacidad de pago para dicha elección.

Entonces, la (VC), no es más que la cantidad mínima de dinero que una persona está dispuesta a aceptar en forma voluntaria por un cambio desfavorable en su bienestar, o la cantidad máxima que esta dispuesto a pagar por un cambio favorable; y la (VE), es la cantidad máxima de dinero que una persona pagaría para evitar un cambio desfavorable en su bienestar, o la cantidad mínima que el individuo aceptaría para dirimir a un cambio favorable.

En la Variación Compensada, la satisfacción del individuo está en función de las condiciones existentes antes del cambio, de tal manera que a la persona se le compensa por un desmejoramiento de las condiciones del recurso, y se le cobra por un mejoramiento del mismo. Así, el individuo queda con el mismo nivel de satisfacción que tenía antes del cambio. En la Variación Equivalente, la satisfacción es alcanzada después de la variación.

Además de estas medidas, la teoría micro-económica nos entrega el Excedente del Consumidor y el Excedente del Productor, como elementos que nos permiten medir el bienestar de las personas. El Primero, se consigue cuando la Línea Presupuestal se hace tangente a la Curva de Indiferencia; y el segundo, cuando la Isocoste se hace tangente a la Isocuenta.

No obstante, el panorama en el uso de estas herramientas como elementos para medir las transformaciones en los RENAS, acarrea algunos problemas relativos, ya que la medición es hipotética e ignora las implicaciones distributivas dejando en dudas, si una

transformación sea socialmente favorable, en el sentido que los individuos que resulten favorecidos puedan compensar a los que se vean perjudicados, e inclusive obtengan una mejora en su bienestar inicial (Kaldor-Hicks)

Esto nos obliga a pensar que en la evaluación de un daño o beneficio relacionado con los recursos naturales y el medio ambiente, no solamente es relevante obtener un indicador de eficiencia económica, sino que se debe medir la relación beneficio-costos, especialmente en aquellas comunidades donde existen problemas de orden económico, social y cultural, máxime si se considera que en estos grupos prevalece un mal proceder por parte de los individuos que manejan las decisiones de política y tienen el manejo presupuestal.

1.2 Técnicas de valoración económica de la calidad ambiental

La preocupación por la cuantificación económica de los fallos del mercado o externalidades, trajo consigo el desarrollo de diversos métodos de valoración económica. Sin embargo, en este ensayo acudiremos a Edien(1995), que propuso dos categorías. Una denominada, Enfoques de Valoración Objetiva (EVO) y la otra el Enfoque de Valoración Subjetiva (EVS).

La técnica EVO, tiene su esencia en las medidas del daño derivados de las relaciones técnicas o físicas subyacentes, posibles de ser estimadas estadísticamente, entre el nivel de actividad dañina y su magnitud. En este método, la hipótesis central es que la conducta de las personas es asumida.

Dentro del método EVO, clasificamos los siguientes:

1.2.1 Cambio en Productividad

En su concepción general, esta técnica es una extensión del análisis de la relación beneficio-costos. Su fundamento se basa cuando se ejecutan proyectos de desarrollo, estos se traducen en producción y/o productividad, que a la postre generan transformaciones en los recursos naturales y el medio ambiente. Dichos cambios pueden ser cuantificados por medio de precios económicos normales o corregidos cuando se presentan distorsiones en los mercados.

Este método, puede usarse en el caso de los cambios en productividad que se pueden presentar en un bien (pesca), producto del desarrollo industrial (la puesta en marcha de una empresa).

1.2.1.2 Pérdidas de Ganancia

Antes de explicar esta técnica, debe tenerse en cuenta que el ser humano hace parte de una función de producción (a través de la fuerza laboral y el capital humano), por lo tanto, cualquier circunstancia que lo afecte se traduce en una disminución de su productividad. De ahí, que el deterioro de la calidad ambiental, produce un efecto negativo en la salud y disminuye su capacidad productiva.

Esto, naturalmente, genera pérdida de salarios y gastos médicos, que al ser cuantificados nos da una aproximación de valoración de costos ambientales vía **“efectos en salud o pérdidas de ganancia”**.

Empero, la utilización de este método presenta debilidades, puesto que resulta difícil encontrar la relación de causalidad que pueda existir entre el deterioro de la calidad ambiental y los índices de morbilidad y mortalidad, además, que el hecho de colocarle un valor a la vida humana ha suscitado grandes discusiones de aquellos que consideran al hombre como un ser que posee un valor infinito, aunque es oportuno señalar que de todas maneras el autor de este escrito recientemente en un trabajo para la Secretaría de Salud valoró la vida humana, por el método capital humano.

Este enfoque, puede ser de suma importancia en el análisis para el cálculo de curvas salariales, seguridad industrial y en aquellos proyectos que deterioran la calidad ambiental en las grandes metrópoli y especialmente en los países en vías de desarrollo, donde se indexa los mas grandes problemas de carácter económico, social y ambiental.

1.2.1.3 Costo de Oportunidad

Toda elección genera un costo de oportunidad. En este caso se trata de pensar que los costos de usar un recurso para propósitos que no tienen un precio en el mercado o no son comercializados, pueden ser recogidos a través de la cuantificación del ingreso perdido por no utilizar el recurso para otros usos. Pensemos, en una laguna que genera un costo de oportunidad, ya que este recurso podría estarse empleando en el diseño de vivienda para satisfacer la demanda de este bien.

1.2.1.4 Método de Costo-efectividad

En esta técnica, es importante resaltar que su cálculo se obtiene mediante el uso de pre-

cios de mercado para valorar efectivamente costos incurridos y no los beneficios que se puedan obtener, producto de un proyecto o una acción.

Esta herramienta es relevante en la toma de decisiones de la aplicación de una política o acción específica, ya que con ella, se puede determinar si una inversión monetaria, vale la pena o no, aunque este método se valida más una vez tomada la decisión, puesto que se constituye como un instrumento determinante para controlar el uso racional de los recursos.

1.2.1.5 Gastos Defensivos o preventivos

Los daños ambientales deben ser estimados mediante alguna técnica. En efecto, una de las formas como podemos aproximarnos a un valor monetario, es a través de los gastos efectivos en que incurren los individuos, las empresas y el gobierno, en la prevención de efectos ambientales indeseables o para revertir daños ya dados.

Sin embargo, vale la pena resaltar que los daños ambientales son complejos de medir, pero eso no limita la posibilidad de utilizar como variable proxy los gastos defensivos que incurren los agentes económicos en la prevención de los mismos.

1.2.2 *Métodos de Enfoque Valoración Subjetiva (EVS)*

Es muy claro que los recursos naturales y el medio ambiente no tienen mercado establecido que le permita reflejar unos precios, sin embargo, las acciones potenciales o futuras pueden ser valoradas mediante el uso de precios de mercado en forma indirecta.

Son múltiples los ejemplos que podríamos traer a colación para explicar dicha situación, no obstante, vale la pena resaltar cómo la biodiversidad, el aire en óptimas condiciones o un vecindario agradable, no se transan en el mercado. Empero, es factible obtener un valor a través de precios pagados por otros bienes o servicios (subrogados) en mercados ya establecidos.

En este tipo de métodos mencionemos los siguientes:

1.2.2.1 Precios Hedónicos o Valores de Propiedad

Las elecciones de los individuos por determinado bien dependen de una gran variedad de atributos (precios, tamaño, color, etc). Eso implica, que el valor de un bien está implícito en sus características.

Al involucrar la variable ambiental, debe tenerse como fin la determinación de un precio, que estará dado por las diferentes características que indexa determinado bien. Así, el precio de una vivienda estará en función de un vector ambiental, un vector vecindario y un vector físico, demodo, que si una hábitat cuenta con un óptimo nivel de calidad ambiental, un vecindario con alto nivel de escolaridad y una estructura física en condiciones óptimas, el precio de ese bien se verá afectado positivamente.

1.2.2.2 Diferencial de Salarios

La clase trabajadora de cualquier sociedad desempeña diferentes actividades, cada una de ellas enfrenta distintas condiciones am-

bientales. Un profesional trabaja en condiciones ambientales más ventajosas que un obrero, el cual en la mayoría de las veces tiene que funcionar en un medio donde la calidad ambiental es deplorable. Esto nos da una dimensión de la utilización de este método como medida de una aproximación en la cuantificación de un cambio en la calidad ambiental.

La base central de esta técnica está inmersa en un mercado competitivo, donde la demanda de trabajo y su oferta varía de acuerdo a las condiciones del lugar de trabajo. Por tanto, la aceptación a trabajar en lugares con condiciones ambientales deplorables dependerá de un mayor salario, aunque debe quedar claro que en los países donde existe exceso de oferta de trabajo es factible que no se cumpla con esta condición (mercados altamente competitivos), ya que las personas accederán a trabajar en cualquier sitio y con un bajo salario, en detrimento de su salud.

1.2.2.3 Costo viaje

Esta técnica quizá es una de las más utilizadas por los países tercermundistas para valorar bienes y servicios turísticos. Su desarrollo se fundamenta en la teoría del consumidor. Supone que la conducta observada por el individuo puede ser estimada a través de los costos en que incurre una persona para trasladarse de un lugar a otro, con el fin de disfrutar un recurso. Es el caso de un parque, playa, nevado, montaña, etc.

La cuantificación de estos costos se determina con encuestas que son aplicadas a los

visitantes de la zona. Las encuestas, permiten recoger variables que van desde el nivel socioeconómico del entrevistado, sus preferencias, hasta el costo (ida y vuelta) en que incurre por cada uno de ellos.

Con la información colectada se calcula una función de demanda, para luego estimar el excedente del consumidor, que no es más que la ganancia que obtiene el individuo frente a una elección.

1.2.3. Métodos de Valoración Contingente

Esta técnica ha sido validada por reconocidos economistas, como Solow y Arrow. Su análisis consiste en presentar a los individuos mercados hipotéticos (Contingentes), mediante una pregunta abierta a los entrevistados sobre la disponibilidad a pagar para mejorar o detener el deterioro de un recurso (una laguna, un parque o una montaña).

Su importancia ha ido creciendo, dado su flexibilidad y fácil uso, ya que lo que se busca es identificar el valor que los individuos pueden dar a un cambio en la calidad de un recurso o servicio ambiental, basados en mercados simulados.

Esta técnica recoge una amplia gama de métodos, que basan su estrategia en la teoría de decisiones y juego, que tienen como objetivo determinar el comportamiento de los individuos, frente a diversas situaciones. Los más destacados son:

1.2.3.1 Juegos de Licitación

El recibir una compensación por un daño ambiental, aparece como la aproximación

óptima para estimar la disponibilidad a pagar. La idea macro es la de determinar el área bajo la curva de la demanda de estos bienes que no tiene transacción en el mercado.

Esta teoría está sustentada en los conceptos Hicksianos de Variación Compensada (VC) y Variación Equivalente (VE). El juego se fundamenta en un listado de preguntas, tipo encuesta o mediante un test, donde al individuo se le pregunta sobre la disponibilidad a pagar por la preservación de un recurso o de la compensación por la pérdida del mismo. La pregunta es iterativa, buscando hacer que la respuesta sea negativa (mediante precios mayores). Si la respuesta inicialmente es negativa, se hace necesario accionarla cada vez mas con el objeto de volverla afirmativa.

Los cuestionarios deben ser elaborados y aplicados con prudencia, debido a las diferencias existentes en los patrones culturales de las naciones, lo que hace vulnerable a los países en desarrollo, donde la respuesta se puede sesgar por no contar con la suficiente educación ambiental y la credibilidad de la eficiencia de este tipo de herramientas para detener el agotamiento de los recursos naturales y el deterioro del medio ambiente.

1.2.3.2 Tómallo o Déjalo

Al igual que la anterior, esta técnica busca determinar la disponibilidad a pagar por parte del individuo ante un mejoramiento o desmejoramiento de la calidad ambiental. Se basa en la teoría de las preferencias reveladas y la teoría de la demanda todo o nada. El

aspecto básico consiste en hacer una pregunta de respuesta Si o No al entrevistado, sobre la compensación y/o para la preservación de un bien. La estrategia con esta pregunta, consiste en tratar de extraer todo el excedente del consumidor, mediante el ofrecimiento de un paquete completo de beneficios o daños. Así, si el individuo no acepta el pago su excedente neto por el paquete es negativo.

1.2.3.3 Juegos de Intercambio

El fundamento central de esta técnica, consiste en acercarse a las preferencias de los consumidores, a través de la presentación al potencial del consumidor de paquetes de bienes donde se incluyen sumas de dinero y niveles de recursos ambientales. En términos generales, busca ofrecer diversas combinaciones de estos bienes e intercambiar paquetes, que al fin y al cabo se traducen en equivalencias entre dinero y aumentos del nivel de bienes ambientales, lo cual nos deja ver las disponibilidades a pagar entre las distintas elecciones.

1.2.3.4 Técnica Delphi

Esta técnica, pretende capturar el valor de un bien por la vía de preguntas a expertos, los cuales responden con una óptica social respecto del valor de un bien o servicio de los RENA's. El método tiene su uso mediante un proceso iterativo de retroalimentación entre los grupos de expertos, donde la primera ronda es común y corriente, ya la segunda se indexa a la respuesta de cada uno de ellos, buscando con ello preguntarle al experto si desea modificar su respuesta bajo

el criterio de lo respondido por los otros. Esto implica que al final del proceso de retroalimentación podamos contar con un valor que a la luz de los expertos aparece como realista.

1.2.4.4. Otras Técnicas de Valoración

Podríamos seguir exponiendo las diferentes técnicas que han elaborado los académicos, que se han preocupado por crear herramientas que midan de alguna manera el valor de los recursos naturales y el medio ambiente.

Empero, terminaremos con nombrar métodos como la matriz insumo-producto, donde se suponen factores de producción fijos; la programación lineal, donde su fundamento se basa en matrices matemáticas que incorporan los valores del proyecto y sus impactos en términos lineales en cada uno de los sectores involucrados; el gasto bruto y el método residual.

2. Presentación de algunos casos sobre valoración de costos ambientales

2.1 Precios Hedónicos

Los precios que determina el mercado, tanto para bienes como para servicios, están seriamente influenciados por factores ambientales y de la infraestructura de su entorno. Es así que a través de la historia se han presentado casos remembrables, donde por ejemplo, los recursos naturales han conno-

tado especial interés frente a su hallazgo, exclusivamente derivado de su ubicación; yacimientos en Rusia de gas natural con una ubicación especial para suplir la demanda europea, afloramientos de carbón en los Países Bajos europeos, son algunos de los casos en los que el simple hecho de la ubicación del recurso, ha justificado un precio mayor del que se podría alcanzar en condiciones de igualdad (sin ventajas comparativas).

Obras de infraestructura influyen positiva o negativamente sobre el precio de los predios, que se encuentran ubicados a su alrededor. Una vivienda sobre una avenida principal gana mayor precio con respecto a una en iguales condiciones que se encuentra a unos metros de distancia de la misma avenida, sin embargo, el cálculo de esta valorización del precio presenta dificultades para los agentes económicos en la asignación del valor monetario derivado de esta externalidad.

Dentro de esta concepción, las alternativas teóricas ofrecen métodos específicos para el cálculo de este valor, derivado de atributos no propios del bien, método denominado PRECIOS HEDONICOS.

En este ejercicio, se realizó una aproximación a la identificación de los factores determinantes del precio de un bien afectado por una externalidad negativa, que altera la calidad del medio ambiente, para el caso específico el ruido generado por el movimiento aéreo que se presenta en el aeropuerto El Dorado; no obstante, vale la pena clarificar que la vivienda puede incrementar su valor como resultado de la cercanía al

terminal de transporte aéreo, pero por efectos prácticos obviamos su incidencia y nos concentramos en el aspecto ambiental descrito, recogiendo con la magnitud de la constante esta incidencia.

2.1.1. Antecedentes

Los predios cercanos al aeropuerto El Dorado, han venido siendo construidos como efecto de la presión urbana sobre sectores de ubicación estratégica dentro del desordenado desarrollo de la capital. Este hecho y el incremento en el volumen de vuelos que arriban a Bogotá, con un promedio diario de operaciones diurnas de 738 y nocturnas de 278¹, ha ocasionado una incidencia del ruido, generado por la operación aeroportuaria, sobre el precio de los predios y las edificaciones; es así como, el precio de una construcción se encuentra compuesto, además del factor endógeno propio del área, por el agregado de factores indirectos del entorno, como lo son la provisión de servicios públicos, el nivel socioeconómico de los propietarios de los predios vecinos, la infraestructura vial y el nivel de contaminación, entre otros.

Los sectores residenciales aledaños al aeropuerto, presentan una interesante mezcla socioeconómica que responde con gran exactitud a la heterogénea composición de la población bogotana. De la compleja diversidad de personas que habitan el sector, se deriva el hecho de encontrarse variados tipos de construcciones residenciales, las

cuales se ven afectadas en forma diferente por el nivel sonoro emitido por los aviones según la ubicación que dichos predios tienen con respecto tanto a la trayectoria que siguen los aviones en el procedimiento de descolaje y aterrizaje, como a la ubicación con respecto a la pista.

2.1.2 Metodología y Soporte Teórico

Partimos del principio que los precios hedónicos corresponden al procedimiento metodológico que busca identificar y cuantificar los factores exógenos, que agregan o disminuyen valor a un bien por atribuirle facultades distintas a las intrínsecas a su propia constitución².

Las viviendas, además del área construida que poseen, lo que genera de por sí una mayor o menor amplitud y comodidad, se ven afectadas en su precio por el sitio de ubicación, el estrato socioeconómico y la calidad medioambiental (ruido), entre otras. La aplicación del método expuesto, empieza por determinar los sitios en los que las condiciones exógenas varían incidiendo en el precio, para este caso partimos de la influencia negativa del ruido, que genera alteraciones en la tranquilidad para los habitantes afectados; se determinaron círculos concéntricos de consonancia sonora en torno al lugar de emisión como factor de distribución de la externalidad; posteriormente, se busca identificar la ecuación de interrelación de factores secundarios aledaños por medio de una función de agregación,

1 Guía colombiana de tráfico aéreo y marítimo internacional 1996.

2 Valoración económica de la calidad ambiental. Diego Azqueta Oryazun, 1994.

para determinar los coeficientes de incidencia en la composición total del precio.

Considerando el hecho que la oferta de servicios públicos es normal para todos los sectores y además la infraestructura vial responde a una red interconectada, que accede por las mismas vías, tanto al interior de los barrios como al resto de la ciudad; se determino como factor de identificación de grupos homogéneos dentro de las zonas de igual nivel de intensidad sonora el estrato socioeconómico de cada uno de los barrios, tomando una muestra aleatoria³ al interior de cada grupo objetivo para levantar la información pertinente, resultando un método de muestreo estadístico estratificado al azar⁴.

En cuanto a las variables inspeccionadas en la toma de datos se determino para cada muestra el área construida que posee la vivienda, el valor asignado por catastro distrital al metro cuadrado de construcción para cada vivienda, el nivel de ingresos promedio por persona, la influencia sonora en decibeles, la distancia promedio del sitio al aeropuerto (aislando, para efectos de simplicidad, el efecto de variación por el movimiento de la fuente emisora), el número de habitaciones de cada vivienda, la edad y estado civil del encuestado, tenencia de la propiedad y el nivel de perturbación de la externalidad percibido por los habitantes.

Con los datos recogidos, se realizó la cotejación de variables, tomando como variable endógena el precio del metro

cuadrado a precios de mercado, utilizando para tal efecto el paquete econométrico eviews, buscando el mejor ajuste en la explicación del precio sin desconocer la causalidad debida de las variables independientes y dando un peso considerable al valor intrínseco de la construcción, por lo que la magnitud de explicación de la variable dependiente con las independientes, que no generen correlación, no debe explicarla en un porcentaje superior al cincuenta por ciento.

2.1.3 Formulación del Modelo

Considerando que el ruido es una externalidad que afecta al ser humano, en su conjunto de vida, es lógico pensar que existe una incidencia negativa del ruido en la calidad de vida, lo que contribuye en la pérdida de valor monetario de las residencias que se encuentran expuestas en mayor medida a esta externalidad; se planteó una función de precios hedónicos así:

$$P_j = H_j (A_j, F_j, V_j)$$

En donde:

$$\begin{aligned}
 P_j &= \text{Precio del metro cuadrado de construcción} \\
 A_j &= A_{j1} \dots A_{jn} \text{ Vector Ambiental (Nivel de Ruido)} \\
 F_j &= F_{j1} \dots F_{jn} \text{ Vector Físico (Área)} \\
 V_j &= V_{j1} \dots V_{jn} \text{ Vector Vecindario (Ingresos, Estrato)}
 \end{aligned}$$

J = Indexa el bien

n = Recoge la muestra de la zona

3 Zonas con igual nivel de intensidad sonora 6, con presencia de 3 estratos socioeconómicos, con una muestra total de 170 encuestas con ajuste del 64% para una muestra definitiva de 60 encuestas.

4 Determinación de grupos homogéneos para disminuir la varianza de la población, con muestra aleatoria.

Luego el modelo planteado teóricamente, se expresa así:

$$P = \alpha_0 + \alpha_{\text{estrato}} + \alpha_{2\text{Deci}} + \alpha_{3\text{Metro}} + \alpha_{4\text{Dummy1}} + \alpha_{5\text{Dummy2}} + e_t$$

En Donde

P = Precio Unitario del M²

Estrato = Nivel socioeconómico

Deci = Nivel de decibeles en los diferentes barrios

Dummy₁ = Toma el valor de 1 si es propietario

Dummy₂ = Toma el valor de 1 si el ruido le produce estrés

e_t = Recoge el término de error

α = Recoge los parámetros

2.1.4 Resultados

De las diferentes regresiones que se corrieron, la de mejor ajuste se obtuvo con un método funcional logarítmico, que linealizó la variación de los datos de las variables suavizando en gran medida su variabilidad, explicándose el precio del bien (Lvalor) en un 46%, por las variables nivel de estrato (LESTRA), nivel de ruido (LDECI) y los metros construidos (LMETRI).

Dentro del modelo se involucraron dos variables dummy, una que recogía el grado de tenencia de la propiedad, bajo el supuesto que en la medida que fuese mayor el número de no propietarios (Dummy=0), se podría estimar que los propietarios arrendaban su vivienda por efecto de una incidencia de sitio; la otra dummy suponía una variable ficticia, en donde el valor de uno lo asumía la respuesta afirmativa si el hecho de vivir al lado de un sitio productor de ruido le

originaba estrés, insomnio o sordera. Sin embargo, el ajuste del modelo se redujo considerablemente con la inclusión de estas dos variables por tanto, se optó por su exclusión.

Ecuación Regresión:

$$LP = 19.3 - 0.55_{LDECI} - 1.0_{LMETRI} + 0.38_{LESTRA}$$

(14.45)*** (-2.32)*** (-4.84)*** (1.34)

$$N = 60 \quad R^2_{\text{(Ajustado)}} = 0.463 \quad D.W = 1.673$$

$$F_{\text{ESTADISTICO}} = 16.083$$

*** Significancia al 99%

En cuanto al signo de los coeficientes, estos fueron los esperados. El ruido, eje principal del presente ensayo teórico académico, presentó el signo adecuado (negativo) deduciendo mayor valor al predio, en la medida que incrementa su magnitud; el coeficiente es significativo dentro de la composición del valor, puesto que en gran medida las personas con mayor ingreso buscan estar cerca al puerto aeroportuario sin estar sometido en plenitud a la incomodidad del ruido (Normandía), y se presenta una mayor pérdida de valor para los predios ubicados contiguos a la pista y por ende con mayor intensidad de ruido, (Villa Gladys) que los que están más alejados (menor intensidad de ruido).

Por el hecho de tener ubicada la residencia al lado de un sitio productor de ruido, como lo es el Aeropuerto el Dorado, son múltiples los factores negativos que genera esta externalidad en el normal convivir de la población. Entre ellos, sobresale la pérdida auditiva, que a la postre se traduce en una disminución en la productividad económica del

ser humano y en su misma esperanza de vida, de la misma manera incide en el insomnio, generando en su congruencia estrés a la población expuesta.

En lo relacionado con la variable estrato, la que de alguna manera indexa el nivel socioeconómico de la población, arrojó una relación positiva con el precio, determinándose así, que a mayor nivel de ingresos la población busca sitios mas tranquilos y con mejores vecindades, estando dispuesta a pagar mas por cada metro cuadrado de construcción para vivienda. En la muestra, el precio mayor por metro cuadrado responde a barrios con estrato mas alto, y en la relación determinada, por la forma de clasificación ascendente del estrato, en la medida que incrementa éste aumenta más valor a la vivienda.

En términos generales, cuando en una zona se encuentra asentada una población con un nivel de ingresos altos, esto hace atractivo el sector y lógicamente genera una valorización superior del mismo, puesto que se puede vivir con mayor amplitud y comodidad, disfrutando de mejores servicios públicos, calidad ambiental (menor intensidad de ruido) y un mejor vecindario con menor concentración poblacional por unidad de área. De ahí, que esta variable tiende a comportarse como un bien normal.

La variable metro cuadrado de construcción, como se infería, obtuvo un signo negativo en la composición del precio, puesto que en la medida que una construcción tiene mayor área habilitada el valor por metro cuadrado disminuye por encontrarse sometida una mayor densidad de construcción a igual

posibilidad de servicios que una con pequeña área construida, aumenta la comodidad y confortabilidad en una casa grande pero disminuye la concentración poblacional y la posibilidad habitacional.

Esta última variable que se ajustó al modelo, tiene que ver con el área construida, ya que la agregación de área a una vivienda incrementa el nivel de confort, pero a su vez dentro de las posibilidades económicas de la comunidad Bogotana de clase media responde inversamente al precio por unidad, en otras palabras, un incremento en área para conformar una unidad de vivienda, se traduce en un menor costo por metro cuadrado construido.

2.2 Método Costo Viaje

El disfrute de la visita de un parque natural requiere el consumo de algunos bienes privados. Eso da muestra de la existencia de una relación de complementariedad entre los bienes privados y los bienes ambientales.

Por tanto, la demanda de un bien privado muestra relación con otras cosas, como la cantidad consumida de un bien público, renta de la persona, sexo, nivel de escolaridad, entre otros. Esta expresión, la podemos representar por la siguiente ecuación:

$$V_{ij} = D(P_{ij}, S_{ij}, Y_{ij}, E_{ij}, e_{ij})$$

Donde V_{ij} = Indexa el número de visitas que la persona i hace al sitio j

P_{ij} , = Costo de visita

S_{ij} = Variable ficticia que toma el valor de 1, si el entrevistado es mujer

Y_{ij} = Nivel de Renta
 E_{ij} = Escolaridad de los Encuestados
 e_{ij} = Indexa el término de error

2.2.1 Aplicación del Método en la Valoración Económica de la Calidad Ambiental del Parque Gallineral

Para ilustrar este método, se plantea la valoración económica del Parque Gallineral:

2.2.1.1 Características generales

Este parque se encuentra ubicado en la bella isla de San Gil, a una altura sobre el nivel del mar de 1.190m; su clima es de características secas y con una temperatura de 24 grados centígrados.

Posee una área de 40.000 metros cuadrados, con una composición florística constituida en un 98 por ciento por gallineros y guamos, que circunda a lo largo de los cauces de los brazos de la quebrada Curití y el río Fonce.

En este parque, podemos encontrar otras especies arbóreas tales como: ceiba, bonga, anaco, cedro; patevaca, guayacan rosado, clavelilla, acacia, caracoli guayabo, entre otros.

2.2.1.2 Tamaño de la Encuesta y su Aplicación

La selección de la muestra se llevó a cabo por el método no probabilístico por conveniencia. El tamaño elegido a juicio del investigador fue de 53 encuestas que se aplicaron a los visitantes del parque.

La encuesta contiene 22 preguntas, donde se capturó el costo de viaje, el tiempo de duración de la visita, el nivel socioeconómico de cada uno de los individuos, entre otros.

2.2.1.3 Resultados

Para el efecto, se corrieron regresiones buscando con ello el mejor ajuste y las variables más explicativas del número de visitas. En este caso para calcular las elasticidades se utilizó el método de Máxima verosimilitud con la siguiente ecuación regresión:

$$V = 2.790014 - 0.000296\text{Costo} + 0.293982\text{Sexo}$$

(13.7)*** (-3.73)*** (1.51)**

*** Significativo al 99% ;
 ** Significativo al 90%

Log- L= -22.32

2.2.1.4 Cálculo del Valor Económico

De acuerdo a Kealy y Bishop (1986), cuando se ha obtenido los valores de la pendiente de las Curvas de Demanda, el cálculo de la valoración equivalente (VE), se puede obtener con la siguiente ecuación:

$$VEc = Z^2 / (2 \cdot a_1)$$

Donde Z= Número óptimo de Visitas, que se calcula así:

α_1 Parámetro del costo de viaje

$$V = 2.8 - 0.0(20.924.53)^* + 0.3(0.509434)^*$$

* Estos valores son los promedios de las variables clasificadas.

V= 9.13

Entonces, V²= 83.3569

Si aplicamos la fórmula expuesta obtenemos el siguiente valor:

$$VEc = 9.13 (2*(0.000296))$$

$$VEc = 9.13 (2*(0.000296))$$

$$VEc = 15.422,2973$$

Este valor nos señala la valoración media, por familia y día de visita, que en nuestro caso arrojó un valor de \$15.422,30, con un sesgo de ± 7 por 100.

2.3 Método de Valoración Contingente

Esta técnica como se dijo anteriormente pretende buscar la construcción de las preferencias de mercados hipotéticos y servicios ambientales. Este se obtiene con base en la formulación de preguntas directas a los individuos sobre la disponibilidad a pagar por la compensación de la mejora o desmejora de un bien ambiental.

El método simula un mercado, por lo tanto, quien lo utilice debe simular la oferta del bien con el objeto de captar la decisión del encuestado. La base de este análisis se centra en la elaboración y aplicación de encuestas en forma directa a una población objetivo, donde se recoge la disponibilidad a pagar por este y las características socioeconómicas de cada uno de los entrevistados.

2.3.1 Tamaño de la Muestra

Como esta técnica pretende dar respuesta a la elección de los agentes económicos sobre la disponibilidad a pagar en la mejora de un bien, implica que la variable objetivo sea de elección discreta, esto nos da la opción de

utilizar las fórmulas para poblaciones finitas en el cálculo del tamaño de la muestra así:

$n_0 = Z^*(P*Q)/e$; donde n_0 indexa el tamaño de la muestra; Z, recoge el nivel de confianza del estudio; P, la probabilidad de ocurrencia del evento; Q, probabilidad de no ocurrencia del evento y e, el error tolerable.

Por tanto:

$$N = n_0 / 1 + (n_0/N)$$

N= Tamaño óptimo de la muestra

N= Población total

2.3.1.2 Modelo

El enfoque central de este método, se basa en la independencia de los bienes consumidos, de tal forma, que las variaciones en los bienes ambientales no se reflejan en el mercado de los bienes privados. Entonces, la pregunta directa que se le hace al encuestado sobre la disponibilidad a pagar por la mejora en dicho bien, nos permite detectar los cambios en el bienestar de los individuos por los servicios ambientales.

Contrario a lo planteado por el método costo viaje, aquí no se mide el excedente del consumidor a través de las variaciones en la función de la demanda, sino se busca calcular el valor máximo que se paga por el servicio ambiental. Dicho valor, surge de la diferencia en las utilidades del individuo por acceder al servicio o no.

Esto nos da pie para introducir la teoría del bienestar así:

$U=F(Y, Csp, E)$; donde Y , es el ingreso de los entrevistados; Csp , características socioeconómicas de la población entrevistada y E , es una variable ficticia que toma el valor de 1, si el individuo accede a utilizar el parque o no.

Esta ecuación la podemos expresar de la siguiente manera considerando que se puede obtener expresándola en su valor esperado así:

$U= F(Y, Csp, E) = V(Y, Cp, E) + e_i$; donde e_i indexa el término de error. Si las variables independientes se comportan aleatoriamente e idénticamente distribuidas y tienen un valor esperado igual a cero(0) y el individuo acepta pagar (P) un valor determinado por entrar a un lugar (parque), se debe cumplir la siguiente condición:

$$V(1, Y- P; Csp) - V(0,Y,Cps) > e_0 - e_1$$

Simplificando la notación, esto se denomina:

$$\Delta V= V(1, Y-P;Cps) - V(0,Y;Cps) \text{ y } \eta= e_0 - e_1$$

como la respuesta del entrevistado es Si o No, esto nos permite definirla como variable aleatoria. Sus probabilidades de respuestas son como sigue:

$Pr(Si)= Pr[\Delta V>\eta]= F[\Delta V]$, donde F = función de probabilidad acumulada η

$$Pr(No) 1- Pr[\Delta V>\eta]= 1- F[\Delta V]$$

Así, si V se comporta como una función no lineal que depende del ingreso de los encuestados y de sus características socioeconómicas, podemos expresarlo en la siguiente forma logarítmica de la siguiente manera:

$\Delta V= (\alpha_1 - \alpha_0 + \beta(\log(Y-P)-\log(Y)) + \gamma_i Cps_i$; donde ΔV , indexa el cambio de utilidad por la utilización del recurso; β la utilidad marginal del ingreso y $\gamma_i Cps$ recoge los parámetros socioeconómicos de la población entrevistada.

Para ilustrar el uso de esta técnica abordaremos el estudio de Guerrero(1996), Valoración Económica de los Servicios Recreativos del santuario de Flora y Fauna de Iguaque.

En esa investigación, se utilizó el modelo Logit, en donde la variable dependiente toma el valor ficticio de 1, si el individuo acepta pagar más de \$4.000.00 por la entrada a dicho parque y toma el valor de 0, si paga menos.

Para el efecto, en dicho estudio se entrevistó a 103 personas, con el objeto de captar la disponibilidad adicional a pagar por el uso del parque y las características socioeconómicas de la población objetivo.

2.3.1.3 Resultados

Guerrero (1996), obtuvo los siguientes modelos, mostrando los mejores niveles de confianza y significancia, así:

$$DAP_1 = -5.687 + 124.3 DAP_1 / \text{Ingreso} - 0.4844 \text{ Tamaño Familia} + 1.666 \text{ Educación}$$

$$DAP_2 = -5.0271 + 153.75 DAP_2 / \text{Ingreso} + 1.2558 \text{ Educación}$$

2.3.1.4 Valoración Económica

Para valorar económicamente los beneficios que los individuos reciben por la utilización

del parque, se acudió a la valoración compensada (VC), la cual representaría el valor de entrada al parque que los encuestados estarían dispuestos a pagar:

$U(1, Y-C; S) = U(0, Y; S)$; equivaldría a lo siguiente:

$$V(1, Y-C; S + e_1) = V(0, Y; S) + e_0$$

Para calcular C se utilizó a $C = Y(1 - e^{-\alpha/\beta})$, equivalente a la mediana Logit.

α (DAP₁) = $\alpha_0 + \alpha_2$ Tamaño de la familia + α_3 Educación = -1.7324

α (DAP₂) = $\alpha_0 + \alpha_2$ Educación = -0.5160; por tanto, los valores obtenidos para (DAP1) y (DAP2), fueron de \$15.213.00 y \$3.478.00, respectivamente.

2.4 Técnica Efectos en Salud

Finalmente presentamos un caso sobre la valoración económica de las alteraciones en la salud de las personas afectadas por un deterioro en la calidad ambiental, que puede calcularse tomando como base la pérdida de ingresos que dejan de percibir y los costos de prevención y atención en los cuales se incurra para prevenir enfermedades o en algunos casos la muerte.

Se consideró el desarrollo del proyecto de las plantas de tratamientos para la recuperación del Río Bogotá, y el cual genera en proyecciones hasta el año 2000, un ahorro total en **US\$10.031. 739.00 (Valor Económico; Método Efectos en Salud)**.

El cuadro siguiente presenta la ilustración de esta técnica:

*Ahorro en US\$

Casos Evitados	Ahorro Medicinas	Ahorro Tratamiento	Ahorro Total	Años
13.181	39.542	329.515	369.056	1994
53.531	160.053	1.333.774	1.493.827	1995
54.951	164.854	1.373.787	1.538.641	1996
56.600	169.800	1.415.001	1.584.801	1997
58.298	174.894	1.457.451	1.632.345	1998
60.047	180.141	1.501.174	1.681.315	1999
61.848	185.545	1.546.209	1.731.754	2000
358.456	1.074.829	8.956.911	10.031.739	Total