

INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO II	8
CONCEPTO DE VALOR ECONOMICO	8
2.1 EL CONCEPTO DE VALOR	9
2.2 EL VALOR ECONÓMICO	10
2.3 EL VALOR DE LOS RECURSOS NATURALES	11
2.4 DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE VALOR DE USO	13
2.4.1 Valor Productivo	13
2.4.2 Valor Recreacional	14
2.4.3 Valor de Opción	14
2.5. DEFINICIÓN DEL CONCEPTO VALOR DE NO-USO	14
CAPITULO III.....	17
EXCEDENTES, VARIACIÓN COMPENSATORIA Y VARIACIÓN EQUIVALENTE	17
3.1 INTRODUCCIÓN	17
3.2. EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR	18
3.3 VARIACIÓN COMPENSATORIA.....	21
3.4 VARIACIÓN EQUIVALENTE.....	23
3.5 APROXIMACIÓN DE WILLIG.....	25
3.6 UNA APLICACIÓN	30
3.7 EXCEDENTE DEL PRODUCTOR.....	36
CAPITULO IV	38
MÉTODOS DE VALORACIÓN INDIRECTOS.....	38
4.1 INTRODUCCIÓN	38
4.2 GASTO EN MITIGACIÓN	38
4.2.1 Aplicación del método.....	42
4.2.2 Limitaciones	42
4.3 COSTO DE REPOSICIÓN	42
4.3.1 Aplicación del método.....	44
4.3.2 Limitaciones	45
4.4 CAMBIO EN PRODUCTIVIDAD	45
4.4.1 El atributo ambiental como un factor de producción	46
4.4.2 Aplicación del método.....	48
4.4.3 Limitaciones	49
4.5 MÉTODO DE PRECIOS HEDÓNICOS.....	49
4.6 MÉTODO DE COSTO DE VIAJE.....	52
4.7 EL MÉTODO DE COSTO DE VIAJE HEDÓNICO.....	54
4.7.1 Cambios en la tasa de morbilidad.....	57
4.7.1 Cambios en la tasa de mortalidad.....	58
4.8 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS CAMBIOS EN LAS TASA MORBILIDAD.	62
4.8.1 Costo de tratamiento.	62
4.8.2 Funciones de producción de salud.....	62
4.8.3 Método de valoración contingente	63
4.9 VALORIZACIÓN ECONÓMICA DE LOS CAMBIOS EN LA TASA DE MORTALIDAD.	63
4.9.1 Método del Capital humano.....	63
4.9.2 Disposición marginal a pagar.....	64
4.9.3 Salarios Hedónicos	64
CAPÍTULO V.....	66

MÉTODOS DE VALORACIÓN DIRECTOS.....	66
5.1 EL MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE (MVC)	66
5.1.1 <i>Visión General</i>	66
5.1.2 <i>Bases Teóricas</i>	66
5.1.3 <i>DAP versus DAA</i>	68
5.1.4 <i>Clases de Bienes</i>	69
5.1.5 <i>Beneficios a Ser Estimados</i>	69
5.1.6 <i>Factores a Considerar en el Diseño de la Encuesta y del Escenario</i>	70
5.1.6.1 Métodos de obtención de respuestas a la pregunta de DAP	71
5.1.6.2 Problemas a superar	72
5.1.7 <i>Sesgos y Otros Problemas</i>	73
5.1.7.1 Sesgo de información.....	73
5.1.7.2 Sesgo de punto de partida	73
5.1.7.3 Sesgo de la Forma de pago	73
5.1.7.4 Sesgo del entrevistador	73
5.1.7.5 Sesgo estratégico e Incentivos a decir la verdad	73
5.1.7.6 Efecto incrustación.....	74
5.1.8 <i>Caso de Estudio: El caso del Parque Bustamante</i>	74
5.2 CATEGORIZACIÓN CONTINGENTE	75
5.3 COMPORTAMIENTO CONTINGENTE	75

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La primera pregunta que debiera inquietarnos al empezar este curso sobre valorización económica de impactos ambientales es: ¿qué sentido tiene asignar un valor monetario a los impactos ambientales o a los recursos naturales? o dicho de otra forma: ¿cuales son los beneficios de valorar los impactos ambientales o los recursos naturales? La razón principal es que el poder cuantificar los recursos y los efectos ambientales, termina con la dualidad de los efectos cuantificables y no cuantificables, o monetariamente valorables y no monetariamente valorable. Esto es importante ya que, en general, aquellos efectos valorables pesan más sobre aquellas personas que se encuentran en una posición de tomar decisiones.

Por otro lado, siempre existirá una necesidad de juicio y arbitrariedad; sin embargo, esta se reduce en la medida que una mayor cantidad de impactos ambientales pueda ser expresada en iguales términos - en una moneda común. La importancia de lo último radica en que en la medida que distintos efectos se expresan en la misma unidad, estos pueden ser sumados, restados y comparados.

De hecho, la valoración económica de los diferentes impactos ambientales permite priorizar, comparar y realizar una mejor asignación de los recursos. La importancia de lo anterior lo queda claro al observar que vivimos en una sociedad en la que el problema de decidir qué es lo que se produce, como se produce, y como se distribuye lo producido, ha sido dejado en manos de mecanismos de mercado.

Este mecanismo de asignación, sin embargo, presenta imperfecciones. La fuente principal de estas imperfecciones es la existencia de mercados incompletos. Un ejemplo de mercados incompletos son las externalidades, que ocurren cuando una actividad económica o la implementación de un proyecto específico genera un efecto que repercute sobre algún sector que no posee la capacidad de cobrar un precio por ello. Por ende, el problema en un sistema de asignación basado en el mercado, se presenta cuando el causante de la externalidad no se ve obligado a pagar por los impactos generados, en el caso de externalidades negativas, o no es compensado, en el caso de externalidades positivas.

Por lo tanto, para que un país use sus recursos en forma eficiente es indispensable que evalúe los beneficios que trae el mejoramiento del medio ambiente. Esto es especialmente cierto en países que recién están estableciendo controles del medio ambiente tales como Chile. Por ejemplo, el proceso de fijación de estándares de calidad ambiental establece la necesidad de disponer de estimaciones de tanto los beneficios como de los costos de acceder a diferentes

niveles de calidad ambiental. De hecho, el proceso de fijación de normas, bajo un enfoque de un primer mejor, involucra la estimación de los beneficios ($W(q)$) y costos ($C(q)$) asociados a los diferentes niveles de calidad ambiental. El estándar ambiental se determina de tal manera de maximizar el bienestar social neto; formalmente se tiene que el estándar, q , se determina de la siguiente manera:

$$\text{Max } (W(q) - C(q))$$

donde q representa el nivel de calidad ambiental, $W(q)$ es una función positivamente monotónica y cóncava en q , que representa el valor asignado por la sociedad a los distintos niveles de calidad ambiental y $C(q)$ es una función positivamente monotónica y convexa en q , y representa el costo de acceder a las distintas calidades ambientales. Las condiciones de primer orden asociadas a este problema de decisión establece

$$\frac{\partial W(q)}{\partial q} \Big|_{q=q^0} = \frac{\partial C(q)}{\partial q} \Big|_{q=q^0}.$$

Es decir, el estándar ambiental se fija de tal forma de igualar el bienestar social marginal al costo marginal de acceder a esa calidad ambiental. De esta condición, se desprende que, en general, el nivel óptimo de calidad ambiental no es de cero contaminación. Un estándar de cero contaminación será óptimo solamente cuando los costos marginales sean siempre menores a los beneficios marginales.

Por otro lado, es importante destacar que al realizar este análisis en distintas zonas geográficas, se generarán niveles de calidad ambiental específicos a cada zona, ya que q será función de los beneficios marginales y de los costos marginales específicos a cada zona. Sin embargo, la búsqueda de este óptimo económico plantea al regulador necesidades formidables y, a veces insuperables, de información que imposibilitan su consecución. Es por estas razones que varios investigadores se han cuestionado la factibilidad de implementar una política regulatoria de “primer mejor”. En estos casos, en que alcanzar un óptimo no es posible, se debe optar por un segundo mejor, es decir, lograr un resultado eficiente aunque no necesariamente óptimo.

Bajo este enfoque, la sociedad debe realizar un análisis de beneficio-costos para fijar el estándar de calidad ambiental. En la práctica, el objetivo o meta ambiental a ser alcanzada, se determina en función de criterios tales como la salud de la población, la protección de ecosistemas, etc.. Por ende, aún se presenta la necesidad de valorar los beneficios asociados a los diferentes niveles de calidades ambientales y los costos de acceder a estos.

Además, este enfoque establece que se debe satisfacer el estándar ambiental uniforme basado en los criterios de eficiencia y en los criterios distributivos. El primero es, básicamente, un criterio de minimizar el costo total de alcanzar un cierto objetivo ambiental. Este criterio

corresponde a minimizar la suma de los costos de abatimiento (entendido como almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los contaminantes) por parte de las fuentes y del costo de administración, fiscalización y control por parte de las autoridades regulatorias y fiscalizadoras. Esto es válido tanto desde una perspectiva estática (en un momento dado en el tiempo) como dinámica (a través del tiempo).

Con respecto a la minimización del costo de abatimiento por parte de las fuentes desde una perspectiva estática, el criterio se refiere a alcanzar el objetivo deseado al mínimo costo posible. Esto es lo que se denomina costo-efectividad de la política. El criterio de mínimo costo debe también entenderse en un sentido dinámico.

Los aspectos distributivos son de gran importancia, debida a que conllevan una cierta asignación de costos y beneficios entre los distintos miembros de la sociedad. Además, la adopción del principio “el que contamina paga” tiene implicancias no sólo distributivas, al determinar quién soporta los costos de descontaminar, sino que también tiene implicancias en términos de eficiencia, al constituir un desincentivo a las actividades contaminantes.

Es importante destacar que el marco normativo e institucional debe considerar algunos aspectos culturales de la sociedad en donde se fijarán los estándares ambientales. A modo de ejemplo, en el caso chileno, existe desde ya hace algún tiempo, la costumbre que sean empresas privadas las que se dediquen a la asignación de algunos recursos naturales tales como el agua superficial.

Por otro lado, como se ha evidenciado en los últimos años a través de la aprobación de la Ley Marco del Medio Ambiente, en la medida que la importancia del medio ambiente y de los recursos naturales aumentan, la evaluación de proyectos de inversión es donde aparece más claramente la necesidad de contar con una estimación monetaria de los costos y beneficios asociado a recursos naturales. Debido a esto, señala que un alto número de los métodos de valoración de los impactos ambientales han surgido como una extensión del análisis de costo-beneficio para proyectos de inversión.

La valoración de los impactos ambientales permite, además, ajustar el producto interno bruto (PIB) por depreciación del capital ambiental o por la disminución de recursos naturales. En muchos casos el consumo de los recursos naturales se considera ingreso y esto lleva a tomar decisiones políticas incorrectas y entrega señales erróneas sobre la actuación económica en comparación a otros países.

Por lo tanto, de lo anterior queda claro la necesidad de contrastar los costos de una acción con sus beneficios. Este análisis de costo-beneficio se utiliza cuando los beneficios pueden ser valorados. Sin embargo, de no ser posible estimar el valor de los beneficios de un proyecto específico, el análisis costo-efectividad resulta la alternativa más aconsejable. El análisis costo efectividad significa que se fija una meta u objetivo que se desea alcanzar y se emplea aquella alternativa que sea de menor costo. Lo difícil en algunos casos puede ser el

precisar el nivel de calidad ambiental al que se quiere alcanzar (e.g. precisar el nivel de contaminación aceptable, el número de individuos que se desea alcanzar de una población protegida, entre otros). Sin embargo, se presentan inconvenientes con el método de costo efectividad cuando los objetivos no pueden ser precisados, los logros no pueden ser medidos o cuando las alternativas evaluadas no entregan el mismo grado de satisfacción, ya que el análisis de costo efectividad (ACE) resulta ambiguo.

Claramente, el análisis de costo beneficio y el análisis de costo efectividad deben considerar aspectos como riesgo, incertidumbre, sostenibilidad y distribución. Además, la elección del criterio que se empleará en la toma de decisiones es importante. El criterio más empleado es el del Valor Presente Neto. Además se emplean los criterios de la tasa interna de retorno (TIR), y la razón beneficio/costo; estos criterios también pueden ser considerados si resultan con más sentido para quien tome la decisión final. Por ejemplo la razón Beneficio/costo puede tener mas sentido cuando se trabaja con un portfolio de proyectos de diferentes tamaños y VPNs.

Otro punto importante de destacar es considerar si el análisis económico o la valoración se realizará *ex ante* o *ex post*. La principal diferencia entre ambos radica en que las evaluaciones *ex-post* están basadas en datos generados por el proyecto mientras que las evaluaciones *ex ante* son unas evaluaciones de carácter probabilístico, ya que implica predecir los resultados físicos y económicos. Lo común es realizar un análisis *ex-ante* por ser un requisito para la aprobación de un proyecto. En la mayoría de los casos, en cambio, no se realizan análisis *ex-post*, a pesar que el análisis *ex-post* puede resultar muy interesante en el caso de evaluar la adopción de una política y el resultado de este análisis puede indicar la necesidad de realizar ajustes.

Al aceptar la necesidad de valorar los impactos ambientales de un proyecto, surge el cuestionamiento de que valorar. Al respecto, existen dos enfoques o aproximaciones para decidir que valorar. El más común consiste en estimar los impactos físicos de un proyecto y valorar estos impactos sobre los recursos. Esto implica la determinación del impacto final del impacto ambiental; por ejemplo, determinar si existe un cambio en morbilidad, mortalidad, o calidad de un sitio recreativo, entre otros. Este método presenta la gran ventaja de producir valores que son extrapolables de un caso a otro. El enfoque de estimación de precios sombra de los recursos naturales satisface esta propiedad de ser extrapolable a distintas situaciones.

Un enfoque alternativo es valorar económicamente la suma de los impactos generados por el proyecto. Este enfoque es atractivo en la medida que la estimación de los impactos físicos sean difíciles o costosos. Sin embargo, se producen estimaciones de valores que no son transferibles a otras situaciones. Más importante aún, es el hecho que, en general, es difícil saber qué beneficios son los que se están valorando y, por ende, no es científico basar una política ambiental en percepciones equívocas de los beneficios de controles ambientales.

Es importante destacar, sin embargo, que la valorización del medio ambiente y de los recursos naturales ha generado debate. Sin embargo, es posible un acercamiento a su valor sin salirse de los límites del sentido común en algunos casos. En otros casos especiales, en cambio, se debe reconocer que deben ser tratados como no-cuantificables.

Otra objeción común a la valorización económica del medio ambiente y de los recursos naturales es que para valorar se requiere en muchos casos una gran cantidad de datos técnicos y económicos, los cuales no están disponibles en los países en desarrollo. Esta objeción adquiere mayor importancia dada que la urgencia de los proyectos no permite esperar que estos datos se generen.

Sin embargo, la valorización, realizada con cuidado y conociendo y respetando sus limitaciones representa una herramienta segura para inducir las políticas que llevarán a un uso más cuidadoso del ambiente y de los recursos naturales.

CAPITULO II

CONCEPTO DE VALOR ECONOMICO

Los recursos naturales están insertos en un sistema de relaciones de gran complejidad, cuyo equilibrio se ha visto muchas veces amenazados por la intervención del hombre. Los rompimientos del equilibrio ecológico se han debido principalmente a la explotación a que los recursos han sido sometidos y a la contaminación producto del acelerado avance de la sociedad industrial.

A raíz de esto, en las sociedades de los países más desarrollados se ha observado un aumento en la conciencia y sensibilidad ecológica. Las preocupaciones principales han girado en torno a los problemas de polución, escasez, nivel de explotación de los recursos y desarrollo sustentable, entre otras.

A su vez, el tema ha sido abordado empleando variados enfoques, que intentan conjugar el bienestar o felicidad de las personas con el respeto al mundo natural. Se observan dos líneas principales: la antropocéntrica y la ecocéntrica.

El primer paradigma ve a la naturaleza en función del hombre y a los recursos como fuentes de servicios para satisfacer sus necesidades¹. Es por esto que la ética antropocéntrica concibe a la naturaleza y sus recursos de un modo instrumental; es decir, como medios para alcanzar el bienestar del hombre.

Bajo este paradigma surgen los intentos por hacer compatibles el crecimiento económico y la preservación del medio ambiente, pero siempre guardando el derecho a disponer de los recursos de la manera que se estime más racional. Aquí es donde aparece el concepto de desarrollo sustentable.

En este sentido, la ciencia económica moderna ha realizado significativos aportes para dar una solución consistente al problema ecológico. Dentro del modelo neoclásico, los recursos naturales son activos valorables que producen flujos de servicios a las personas y cuya valoración dependerá de la cantidad de utilidad producida al individuo, lo cual refleja una orientación claramente centrada en el hombre.

Como contraparte, el enfoque ecocentrista fundamenta su pensamiento en valores inherentes a la naturaleza; es decir, aquellos que le son propios y que no dependen de las percepciones o

¹ Estas ideas insertas en una dimensión temporal, a su vez, generan el concepto de *equidad intergeneracional*, que consiste en asegurar esos mismos beneficios a los que están por venir.

sensaciones humanas. Estos son impuestos como imperativos morales a la sociedad, con el fin de asegurar la integridad y estabilidad de los sistemas ecológicos, como es el caso de la preservación de la biodiversidad.

Este conflicto de visiones, como se puede advertir, obedece a una esencial diferencia de valores respecto a la naturaleza y al hombre en relación con ella. Esto hace que el tema valor-de-los-recursos adquiera una gran importancia, ya que afectará la deliberación de políticas sociales relacionadas con el uso y la preservación del ambiente.

2.1 EL CONCEPTO DE VALOR

Se entiende por valor a aquello que saca al sujeto de su indiferencia frente al objeto; por eso el valor se funda en la preferibilidad. Esta no-indiferencia o preferencia es lo que caracteriza al valor; de donde se deduce que basta que algo produzca cierta alteración en nosotros, negativa o positiva para que hagamos una valorización de ese objeto.

Existen dos acepciones para el concepto que dicen relación con el sujeto y el objeto en cuestión. *Subjetivamente* el valor es el carácter que reviste una cosa al ser más o menos apreciada. *Objetivamente* es el carácter de las cosas que merecen mayor o menor aprecio o que satisfacen cierto fin. Estos dos enfoques han producido una constante tensión entre los pensadores, la cual ha dado origen a las distintas escuelas *objetivistas* y *subjetivistas*. Dentro de la segunda línea se encuentra la valoración económica neoclásica que se usa actualmente en la microeconomía moderna.

Otra definición afirma que el valor es una concepción permanente de lo preferible que influencia la elección y la acción. Dentro de este esquema se distinguen los valores *propios* y los *asignados*. Los primeros son los ideales, modos deseables de comportamiento, fines y cualidades; en tanto, los segundos entran en el dominio del objeto por parte del sujeto, dependiendo de los valores *propios* que este último sustente.

Son los valores propios los que en definitiva determinan los valores asignados y establecen la importancia relativa de las cosas para la persona. El valor en este sentido provee, al menos en parte, la base para las preferencias sobre las cosas y estados de la naturaleza.

Sin embargo, se debe aclarar que la relatividad de la valoración sólo se da en su percepción, pero no en el valor como tal. Percibir un valor no es crearlo sino descubrirlo. No es que lo deseable tenga valor, sino que es deseable lo valioso.

2.2 EL VALOR ECONÓMICO

A partir de lo anterior se concluye que el valor económico es sólo una especie del género valor.

El valor económico pertenece a la especie de los valores asignados o subjetivos. Su esencia, lo que lo distingue de otros tipos de valores, consiste en abarcar la dimensión útil de la cosa, como puede ser la capacidad de uso e intercambio. Es asignado al objeto en la medida que éste sea capaz de satisfacer necesidades, las cuales están determinadas por los valores propios del individuo.

Las primeras contribuciones para aclarar el concepto fueron de Aristóteles, quien planteó la distinción entre valor de uso y valor de intercambio de las cosas. Esta discusión fué, siglos más tarde, tomada por los clásicos.

Adam Smith, economista clásico, también hace la diferencia entre valor de uso y valor de intercambio, la cual lo hace internarse inevitablemente en la paradoja del valor, conocida comúnmente como la “paradoja del agua y los diamantes”², que infructuosamente intenta solucionar con su esquema. Su análisis es falto de consistencia porque no logra solucionar el problema de la medición del valor. En su intento por relacionar los precios observados con el valor económico cae en un reduccionismo que usa el trabajo como estándar de valoración, de manera que el trabajo se transforma en precio real y la moneda en el precio nominal de los bienes.

Tanto el resto de los economistas clásicos como Marx, con su concepción del valor como acumulación de trabajo, no logran dar una respuesta satisfactoria a esta transformación del valor en los precios, que es la clave del tema de valoración económica.

Los precios tuvieron una explicación con base más sólida ya dentro de la escuela marginalista, o también denominada neoclásica, de la que formaron parte entre otros Menger, Jevons, Walras, y Marshall. Su explicación del valor sigue una línea subjetivista, psicológica, basada en el bienestar que producen los bienes en el individuo. El valor es la importancia de los bienes concretos o las cantidades que éstos tienen para nosotros, en cuanto somos conscientes de que, para la satisfacción de nuestras necesidades, dependemos de ellos.

En este contexto, el precio es un grupo de valores asignados reflejando el contexto del mercado. Es un grupo de valores asignados porque es el resultado de muchas valoraciones individuales e indica la relativa importancia de una unidad marginal del bien en cuestión a la entidad del grupo.

²Esta paradoja surge ya que con el paradigma clásico, los economistas no son capaces de explicar porque el agua, un bien necesario para el sustento de la vida, es menos valioso que los diamantes, un bien suntuario de adorno.

Dentro del modelo neoclásico, la medición del valor económico se basa en la propiedad de sustituibilidad y se expresa en términos de disposición a pagar (DAP) y de disposición a aceptar (DAA). La DAP refleja la máxima cantidad de dinero que el agente económico está dispuesto a pagar por una ganancia de bienestar o para evitar una pérdida de este. La DAA, en cambio, es la mínima cantidad de dinero que el agente económico está dispuesto a aceptar como compensación para tolerar una pérdida o para renunciar a una ganancia de utilidad. La propiedad de la sustituibilidad está en el corazón del concepto económico de valor porque la sustituibilidad establece las tasas de intercambio entre pares de bienes que importan a la gente. La sustitución que la gente hace en la medida que elige menos de un bien y lo cambia por más de otro bien revela algo sobre los valores que los agentes económicos colocan sobre estos bienes.

2.3 EL VALOR DE LOS RECURSOS NATURALES

El interés por medir el valor de los recursos naturales surge de la necesidad de guiar las fuerzas de los mercados, mediante políticas ambientales, que lleven a la sociedad a alcanzar una situación de máximo bienestar.

Aunque los mercados, en general, son eficientes en la asignación de los recursos, en relación a los servicios ambientales éstos muchas veces fallan. Lo anterior se debe a que las políticas públicas y las acciones de los individuos y las firmas pueden llevar a cambios en los flujos de estos servicios, creando beneficios y costos. Debido a las externalidades, al problema de la propiedad común y a las características de los bienes públicos³ de estos servicios, las fuerzas del mercado no pueden ser confiables ni en llevarlos hacia su uso más valorado, ni en revelar precios que reflejen sus verdaderos valores sociales. Es esta falla del sistema de mercado para asignar y poner precio a los recursos y servicios ambientales, la que crea la necesidad de la medición económica de los valores para guiar la ejecución de políticas.

Por lo tanto, esta imperfección de los mercados que hace necesaria la creación de políticas es consecuencia, principalmente, de la generación de *externalidades negativas* que afectan los servicios ambientales y de las *externalidades positivas* que surgen de su condición de bien público.

El valor económico total de un recurso natural como un activo puede ser medido como la suma del valor presente descontado de la suma de todos los servicios que provea a las personas. Estos servicios se clasifican según el beneficio derivado del uso o no-uso de dicho recurso.

³ Un bien público es aquel que entre sus propiedades presenta la propiedad de no-exclusión - que una persona pueda consumirlo al mismo tiempo que otra lo hace.

Por lo tanto, se debe tener claro el significado de uso y no-uso de un recurso. El uso de un recurso se define y mide en términos de la cantidad consumida en un mercado de un bien o servicio complementario a ese recurso. Por ejemplo, si el bien fuera un parque, el bien complementario serían los servicios de viaje hacia aquel parque, y el uso del parque se mediría por el número de viajes realizados o contratados. La proximidad física, por ende, puede ocurrir independientemente del consumo de ese bien complementario.

Dentro de este mercado de bienes complementarios se pueden incorporar la representación visual o literaria del recurso, es decir, a través de libros, revistas y fotos, entre otros, que no implican una utilización *in situ*. Esto último es lo que se entenderá como valor de uso indirecto. El uso directo ocurre cuando hay proximidad física entre el individuo y el ambiente natural.

El valor de uso, desde otro enfoque, se puede descomponer en una utilización actual y potencial de un recurso. Dentro del uso actual se encuentran los beneficios derivados de la explotación comercial y de la actividad recreativa.

Con respecto a la actividad recreativa, se estima que en 1991 750.000 personas visitaron los parques de las Areas Silvestres Protegidas (ASP). La importancia de esta actividad se aprecia al notar que en un estudio realizado por CONAF (1978) se estimó que los valores de los gastos reales realizados por los visitantes al sistema ASP ascendió a 26 millones de dolares. Con el incremento observado en el número de visitantes es de esperar que el valor de la actividad recreativa en algunas zonas específicas supere el valor productivo del bosque.

El valor de uso potencial, en cambio, se refiere a la satisfacción que otorga la certeza de poder contar con el recurso en el futuro, tanto para su uso individual o como legado a las futuras generaciones. Este es el llamado valor de opción. El valor de opción de un recurso natural, por ende, representa aquel monto que la sociedad está dispuesta a pagar para asegurar la disponibilidad futura del recurso, para un uso específico ya conocido, o por un uso potencial en el futuro no necesariamente conocido o valorado en el presente. Por ejemplo, en el bosque nativo, puede existir incertidumbre respecto de los beneficios científicos o comerciales que se puedan obtener en el futuro.

El valor de la biodiversidad es un valor que la sociedad le asigna al bosque nativo derivado del uso potencial del recurso con el fin de preservar ciertas especies. La biodiversidad se refiere a la variabilidad de plantas, animales y microorganismos. Existen tres niveles de biodiversidad: diversidad genética (intra-especie), diversidad de especie y diversidad de hábitat. Un punto importante es que el valor de la biodiversidad es el valor del grado de variabilidad de la naturaleza y no el valor de la naturaleza.

Por lo tanto, el primer componente de la formula de valor total es:

$$\text{Valor de Uso Total} = \text{Valor de Uso Actual} + \text{Valor de Opción}$$

Aunque algunos investigadores afirman que existe cierto grado de consenso entre los autores acerca de que se entiende por uso y no-uso, existe la percepción que la discusión sobre las posibles definiciones y motivaciones para los distintos tipos de valor de uso y no-uso no son concluyentes.

El valor de no-uso del recurso natural, conocido como el valor de existencia, se define como el valor que poseen los bienes ambientales en sí mismos, *per se*, el cual es capturado por los agentes económicos a través de sus preferencias en la forma de valor de no-uso. De aquí que el término valor de no-uso sea usado como sinónimo de valor intrínseco.

El valor de existencia, por ejemplo, es el valor que la sociedad le atribuye al bosque nativo sin considerar el uso presente o futuro del recurso. Una de las motivaciones que puede explicar el valor de existencia es el altruismo de las personas. Este valor implica que la sociedad estaría dispuesta a pagar por la preservación de ese recurso aunque no derivan valor por el uso futuro del recurso. Por ejemplo, una persona puede valorar la existencia de una Reserva Nacional aunque nunca la haya visitado y nunca la visite.

Al incluir este último componente, el valor total de un recurso esta dado por:

$$\text{Valor Total} = \text{Valor de uso actual} + \text{Valor de opción} + \text{Valor de existencia}$$

Es importante destacar que las diferencias que han surgido entre los autores en cuanto a la composición del valor total se refieren principalmente a donde asignar el valor de opción, producto de las disímiles concepciones del término usar.

2.4 DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE VALOR DE USO

2.4.1 Valor Productivo

Se refiere al uso que se le dan a los recursos ambientales en la forma de insumos productivos. Este valor se refleja en el mercado de los bienes producidos, tanto finales como intermedios, ya que el efecto de los cambios ambientales se transmiten por el sistema de precios tanto a los productores como a los consumidores, y repercute en sus niveles de bienestar.

Los niveles de costo y producción de las firmas pueden ser afectados por una variación tanto de la cantidad como de la calidad de los recursos empleados. Estos efectos se reflejan en el mercado de los bienes a través del desplazamiento de la función de oferta, originado por la variación en los costos.

Por lo tanto, si un aumento en la polución incrementara los costos de producción de un bien cualquiera, la valoración del recurso que disminuye en calidad o cantidad será igual a la suma de los cambios en bienestar de los productores y consumidores de ese bien.

2.4.2 Valor Recreacional

El valor recreativo se desprende del uso, directo o indirecto, de los recursos en tiempos de ocio. Este contempla servicios ambientales que van desde la contemplación de un paisaje en una revista hasta la pesca o la caza en una reserva natural.

En cuanto al uso recreacional directo, los modelos de valoración usados se basan sobretodo en la utilización de los parques nacionales en actividades como el camping, la caza y la pesca, y el andinismo, entre otros.

El método de valoración más usado es el de *costo de viaje*, el cual ocupa mercados complementarios al uso de los parques naturales. El costo de viaje es el ítem que tiene mayor incidencia dentro del costo total de acceder a los parques nacionales. Dentro de éste, el valor del tiempo es el que reviste mayor importancia.

La valoración del uso indirecto se basa en mercados relacionados a este uso vicario del recurso. Para medir el uso indirecto, sobre todo en los bienes de propiedad, se emplea el llamado *método de precios hedónicos*. Este método consiste en extraer de los precios de mercado el valor que las personas asignan a los atributos ambientales que aquellos bienes tienen.

2.4.3 Valor de Opción

El valor de opción es la máxima disposición a pagar de un agente económico para asegurar la futura disponibilidad de un recurso. Esta permanencia en el tiempo de la oferta ambiental, además de ser vista en función del beneficio propio, es valorizada en la medida que sea disponible a las generaciones futuras.

Este motivo de legado a la humanidad es un fundamento adicional del valor de opción en cuanto está relacionado con el valor de uso, ya que, aunque la noción de legado hace alusión a la satisfacción que recibirán las futuras generaciones, está implícito que ellas harán uso de éste.

Es posible emplear el método de valoración contingente para determinar el valor de opción.

2.5. DEFINICIÓN DEL CONCEPTO VALOR DE NO-USO

El concepto de valor de no-uso o valor de existencia nació con el clásico trabajo de John Krutilla, "Conservation Reconsidered". En este trabajo, el autor plantea que el dueño de un

recurso, que es usado de una manera compatible con el estado natural y no tiene sustitutos cercanos, no es capaz de apropiarse del valor total de éste mediante el cobro de entradas para recreación o investigación científica -si es que existe la posibilidad de discriminar los precios- Continúa diciendo que, cuando la existencia de una gran maravilla escénica o la de un único y frágil ecosistema están comprometidas, su preservación y disponibilidad continuada son una parte significativa del ingreso real de muchos individuos. Bajo las condiciones señaladas, el área bajo la curva de demanda, la cual representa una máxima disposición a pagar, puede ser significativamente menor que el mínimo que se requeriría para compensar a los individuos que fueran desprovistos en perpetuidad de la oportunidad de continuar disfrutando del fenómeno natural en cuestión.

Posteriormente, en su análisis, Krutilla distingue una demanda-opción caracterizada por la disposición a pagar para retener la opción de usar el área de difícil o imposible reemplazo, la cual podría darse aunque no haya intención actual de usar el área o esa opción nunca sea ejercida. Dicha demanda puede existir, por lo tanto, no sólo entre las personas actual o presuntamente activas en el mercado del objeto de la demanda, sino entre otros que colocan valor en la mera existencia de una variedad biológica y/o geomorfológica y a su amplia distribución. Más adelante afirma que hay muchas personas que obtienen satisfacción del mero conocimiento de que parte de la vida salvaje de Norte América se conserve aunque se sentirían horrorizados ante la posibilidad de ser expuestos a ella.

Surge así el concepto de valor de existencia que se intenta definir⁴.

Este valor de la mera existencia de la variedad biológica que Krutilla vislumbra es despojado explícitamente de toda noción de uso, y en cuánto a la percepción que provoca aquella valoración alude al mero conocimiento de conservación de la vida salvaje. Ambos aspectos son relevantes para este análisis ya que permite acotar el concepto significativamente.

No existe consenso entre los autores de trabajos posteriores acerca de la definición de valor de existencia. Esto debido a que el concepto ha sido ampliado, y muchas veces incorporado dentro del valor de opción, producto de los esfuerzos hechos para cuantificar en valor de no-uso de los recursos.

Además de la noción propuesta por Krutilla, el valor de existencia se ha identificado con otros aspectos tales como el valor de legado a las futuras generaciones, el valor científico de la preservación de la información genética y el valor de quasi-opción.

La necesidad de limitar el concepto de no-uso y de definir el valor de existencia implica enfrentar el complejo dilema de las motivaciones que fundamentan la valoración. En este

⁴ En cuánto al concepto de *opción* usado por Krutilla, éste tiene diferente significado al que anteriormente se le dio, ya que alude indistintamente al eventual uso o no-uso del recurso, mientras que en el esquema anterior se usó el término sólo en relación a su uso potencial.

tema también existen desacuerdos por el hecho que para explicar lo que mueve a valorar primero se debe definir de que valor se habla.

En su trabajo Krutilla alude a una "motivación de legado" y a una base sentimental para explicar el surgimiento de la valoración. En cuanto a los artículos posteriores, la motivaciones que explicarían el valor de existencia. Estas son:

Consumo vicario: consiste en valorar el experimentar o disfrutar las experiencias de otros. Se tiene una suerte de bienestar interdependiente, donde un individuo aumenta su utilidad cuando el de otras personas aumenta producto del consumo de servicios ambientales. Esto hace surgir una disposición a pagar en el individuo para dar la posibilidad a otros de aprovechar los recursos.

Legado a futuras generaciones: es un tipo de consumo vicario, donde las personas desean pagar por la preservación de un recurso ambiental para que sus hijos y nietos tengan la posibilidad de usarlo.

Altruismo: se define como la preocupación por el bienestar de otros. Sería originado por preocupaciones éticas y daría origen al llamado altruismo interpersonal (equivalente a un consumo vicario intratemporal) y al altruismo intergeneracional (similar al que origina el valor de legado).

Mayordomía⁵: habría una valoración por preservar y cuidar de los bienes de otro, en este caso, por administrar un ambiente que pertenece a las generaciones futuras.

Valor intrínseco: se ha usado para representar la suma de valor de opción, valor estético y de legado. Sin embargo, literalmente significa el valor de las cosas por sí mismas, independiente de si alguien las valore o no.

El altruismo comprendería motivos como el legado a las futuras generaciones, la donación y la compasión⁶ por las personas y animales. La mayordomía se explica como el sacrificio que las personas están dispuestas hacer para que la Tierra sobreviva, la cual se basaría en la idea que la Tierra es más importante que todas las personas que en ella habitan.

⁵ *Stewardship* en el original.

⁶ *Sympathy* en el original.

CAPITULO III

EXCEDENTES, VARIACIÓN COMPENSATORIA Y VARIACIÓN EQUIVALENTE

3.1 INTRODUCCIÓN

La economía del bienestar aplicada, pretende comparar desde el punto de vista social, las consecuencias de cambios en la calidad y/o cantidad de los recursos naturales y del medio ambiente.

En este contexto aparece el concepto de Excedente del Consumidor como una herramienta ampliamente usada, el cual también es citado en la literatura como uno de los conceptos más controvertidos de la teoría económica.

Este instrumento permite determinar como afecta el cambio en alguna variable, como el precio de un bien, al bienestar del consumidor o del productor, es decir que tanto mejor o peor queda el consumidor o productor una vez que se ha alterado su equilibrio inicial.

La controversia en relación a este concepto surge debido a la forma en que es definido el excedente del consumidor, ya que corresponde al área de la izquierda de la curva de demanda Marshalliana. Definido de esta forma, el excedente del consumidor no entrega una medida única del cambio en bienestar, cuando más de un precio varía.

En este sentido es importante destacar que la forma correcta de estimar un cambio en bienestar es a través del área de la izquierda de la curva de demanda de Hicks, la cual es derivada a partir de la minimización de la función de gasto sujeto a un nivel de utilidad dado, ya que es ésta curva que mantiene la utilidad constante y por lo tanto permite estimar los verdaderos cambios en bienestar.

En este contexto surgen las medidas de cambio en bienestar propuestas por Hicks, la Variación Compensatoria y Variación Equivalente, las cuales han obtenido una amplia aceptación y son los conceptos básicos utilizados en la valoración económica de los bienes ambientales.

En el caso de los consumidores, sin embargo, la variación compensatoria y equivalente no son directamente estimables, ya que la función de demanda compensada, también conocida como demanda Hicksiana, no es observable. Por lo tanto para estimar estas medidas, se debe utilizar la aproximación de Willig que permite obtener tanto la Variación Compensatoria como la Variación Equivalente mediante el conocimiento que se tiene de la demanda Marshalliana.

3.2. EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR

El excedente del consumidor es un instrumento muy usado en análisis económicos, especialmente en el área de la economía del bienestar que se dedica a evaluar diferentes situaciones de política que pueden alterar el bienestar de los individuos.

En forma intuitiva, el excedente del consumidor se puede entender como la diferencia entre lo gastado en la obtención de un determinado bien y la utilidad total obtenida de su consumo. Es decir, el excedente del consumidor es la disponibilidad a pagar que excede lo actualmente pagado por una determinada cantidad, bajo el supuesto que la curva de demanda representa la valoración marginal de un bien en términos de otros bienes sacrificados.

La Figura 3.1 muestra la demanda por el bien Q, en la que se observa que a un precio de 11 el consumidor no consume el bien, a un precio de 10 consume una unidad del bien, a un precio de 9 consume 2 unidades del bien y así sucesivamente a lo largo de la curva de demanda. Si el precio de mercado de este bien fuera 6, el consumidor consumiría 5 unidades del bien. Por lo tanto a ese nivel de precio, el gasto total del consumidor es \$30. Por otro lado, bajo el supuesto que la curva de demanda representa la valoración marginal del bien, el valor total de las 5 unidades consumidas es de 40 ($10+9+8+7+6$), ya que la primera unidad del bien consumida es valorada en 10, la segunda en 9, la tercera en 8 y así sucesivamente hasta llegar a la quinta unidad cuya valoración marginal es de 6. Por lo tanto, la diferencia entre el valor total y el gasto total es de \$10 y representa el excedente del consumidor.

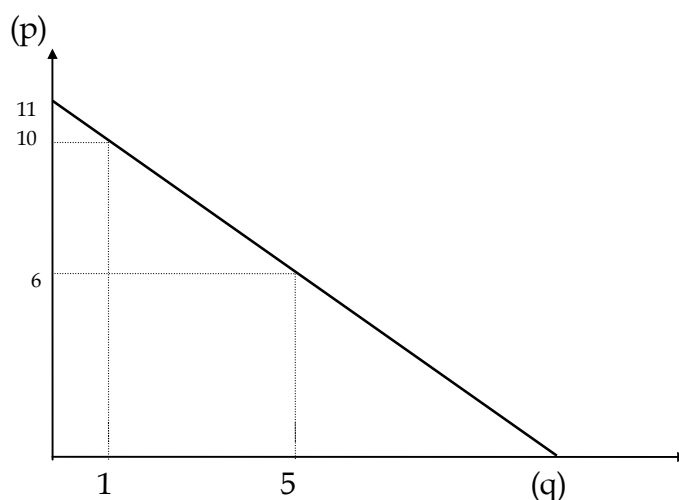


Figura 3.1: Excedente del consumidor

En términos más formales, el excedente del consumidor se define como: "el área bajo la curva de demanda y sobre la línea de precios". En términos matemáticos se tiene:

$$\Delta S = \int_{p_0}^{p^1} q(p, m_0) dp;$$

donde ΔS es el cambio en excedente del consumidor y $q(\mathbf{p}, \mathbf{m}_0)$ es la función de demanda Marshalliana expresada en términos del vector de precios ($\mathbf{p}$), y del ingreso disponible inicial ($\mathbf{m}_0$).

Además, se tiene que

$$p^* = \max \{p; q(p, m_0) = 0\},$$

lo que implica que el precio está delimitado a tomar un valor entre 0 y p^* . El p^* representa el nivel de precio al cual el consumidor deja de consumir el bien.

De esta forma el excedente de consumir el bien q_1 al precio P_0 se puede expresar como:

$$S_i = \int_0^{p^*} q(\mathbf{p}, \mathbf{m}_0) dp - p_0 q_0 = p_0 \int_0^{p^*} q(\mathbf{p}, \mathbf{m}_0) dp$$

Para comprender porque el uso del cambio en excedente del consumidor, definido anteriormente, presenta problemas, es necesario revisar algunos conceptos relacionados a la demanda Marshalliana, tales como su derivación e implicancias, para luego por medio de un ejemplo gráfico señalar cuales son los problemas y el fundamento teórico que hay detrás de las soluciones propuestas.

El problema del concepto de excedente del consumidor como medida de cambio en bienestar surge porque

$$\Delta S = \int_L \{d_m - \sum q_i(\mathbf{p}, \mathbf{m}) dp_i\}$$

no es independiente del orden de integración; es decir, del orden en que se varíen los precios y el ingreso generan diferentes valores para el cambio en el excedente del consumidor. Esta falta de independencia lleva a que el cambio en excedente del consumidor no sea único.

Con el fin de entender este problema en forma intuitiva, en las figuras (3.2a) y (3.2b), se considera el caso de dos bienes:

$$\begin{aligned} q_1 &= q_1(p_1, p_2, m) \\ q_2 &= q_2(p_1, p_2, m) \end{aligned}$$

En el diagrama (2a) se ha representado la demanda del bien q_1 a un precio P_2 inicial (P_2^0), que se ha denominado $D_1(P_2^0)$, y la demanda para q_1 dado que el precio de q_2 ha cambiado a (P_2^1), que corresponde a $D_1(P_2^1)$.

Lo mismo se ilustra en el diagrama (2b), pero para el caso del bien q_2 , es decir, la demanda que mantiene constante el precio de q_1 inicial (P^0_1), denominada $D_2(P^0_1)$, y la demanda para q_2 dado un cambio en el precio de q_1 hasta (P^1_1), que corresponde a $D_2(P^1_1)$.

Como se aprecia, si los precios varían de (P^0_1, P^0_2) a (P^1_1, P^1_2) , dependiendo de sobre que precio se integre se obtiene un resultado diferente.

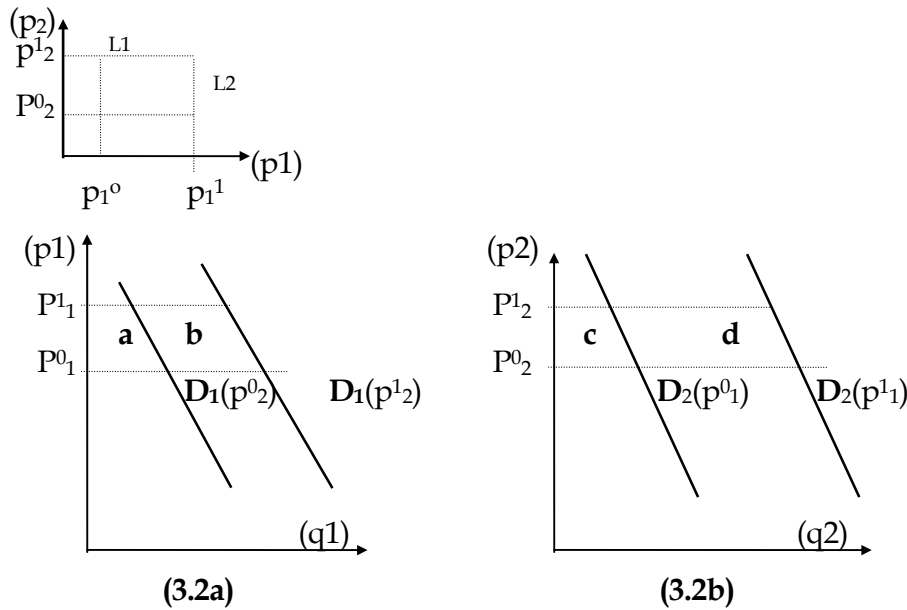


Figura 3.2: Análisis gráfico del problema de dependencia del orden de integración del cambio en excedente del consumidor.

Por ejemplo, si se considera L_1 como el camino de integración, donde se varía primero p_1 y luego p_2 el cambio en excedente del consumidor estará dado por:

$$\Delta S = -(a + c + d)$$

Esto es, al cambiar el precio de q_1 , se varía la cantidad consumida del bien 1, luego el ΔS asociado sólo a un cambio en la cantidad demandada de q_1 es el área bajo la curva $D_1(P^0_2)$ y entre los precios P^1_1 y P^0_1 , es decir **a**. A lo anterior se debe agregar el cambio en la cantidad demandada de q_2 dado que el precio de q_1 , es decir P_1 ya ha variado, lo que corresponde a un movimiento a lo largo de la curva $D_2(P^1_1)$. De esta manera el ΔS asociado al cambio en la cantidad consumida de q_2 está representado por el área de la izquierda de la curva de demanda $D_2(P^1_1)$ entre los precios P^1_2 y P^0_2 , es decir **c+d**, por lo tanto el cambio en excedente total corresponde al área **a+c+d**.

Por otro lado si consideramos L_2 como el orden de integración, donde se varía primero p_2 y luego p_1 , el cambio en excedente estará dado por:

$$\Delta S = -(a + b + c)$$

En este caso si primero cambia el precio del bien q_2 , el ΔS corresponde al área bajo la curva $D_2(P^0_1)$, es decir **c**, pero como también se produce una variación en el consumo de q_1 producto del cambio en P_2 , se debe agregar la variación en la cantidad demandada de q_2 que corresponde al movimiento a lo largo de la curva $D_1(P^1_2)$, donde el ΔS asociado al cambio en la cantidad consumida de q_1 es el área de la izquierda de la curva $D_1(P^1_2)$ entre los precios P^1_1 y P^0_1 , es decir **a+b**. Luego el cambio en excedente total es el área **a+b+c**.

Entonces claramente, sólo, si el área **b = d**, el cambio en el excedente del consumidor será único, es decir será independiente del camino de integración.

Se puede concluir que difícilmente las áreas **b** y **d** serán iguales ya que ambas son conceptualmente diferentes. El área **b** representa el área bajo la curva de demanda $D_1(P^1_2)$ menos el área bajo la curva $D_1(P^0_2)$; es decir, mide el efecto puro en el consumo de q_1 derivado de un cambio en el precio de q_2 . Por su parte el área **d**, se puede expresar como la diferencia entre las áreas de la izquierda de la curva $D_2(P^1_1)$ menos el área bajo la curva $D_2(P^0_1)$; en este caso **d** mide el efecto en el consumo del bien q_2 debido a un cambio en el precio del bien q_1 .

Es decir, tanto **b** como **d**, captan los efectos en el ingreso real existentes para ambos bienes derivado de un cambio en los precios, entonces para que ambas áreas sean iguales es necesario que las elasticidades ingreso de cada bien sean iguales.

Como se ha demostrado en las figuras (3.2a) y (3.2b), para el caso de múltiples cambios en precios, el valor de la integral depende del orden en el cual los precios varíen. Esto es, para cada vector especificado de precios inicial, final y de ingreso, el valor de la integral no es único, porque depende del orden de integración.

3.3 VARIACIÓN COMPENSATORIA

La Variación Compensatoria (VC), es definida como la cantidad mínima de ingreso que un consumidor acepta en forma voluntaria por un cambio desfavorable en una política o acción, o la cantidad máxima que está dispuesto a pagar por un cambio favorable. Si el consumidor está mejor en la nueva situación que en la original, VC es positiva; si por el contrario, está peor que en la situación original VC es negativa.

La Figura 3.3 ilustra VC para el caso de dos bienes. Los precios relativos han cambiado producto de una disminución del precio de q_1 de p^0_1 a p^1_1 , entonces el consumidor está mejor al moverse de la situación 1 a la 2. De este modo la VC está dada por la distancia $m_1 - m_2$.

Como se observa VC mide la distancia vertical entre la restricción presupuestaria tangentes a U_0 y U_1 usando los precios relativos de la situación 2.

La cantidad de ingreso que es requerida para alcanzar el nivel de utilidad U_0 al nuevo set de precios está dada por m_2 .

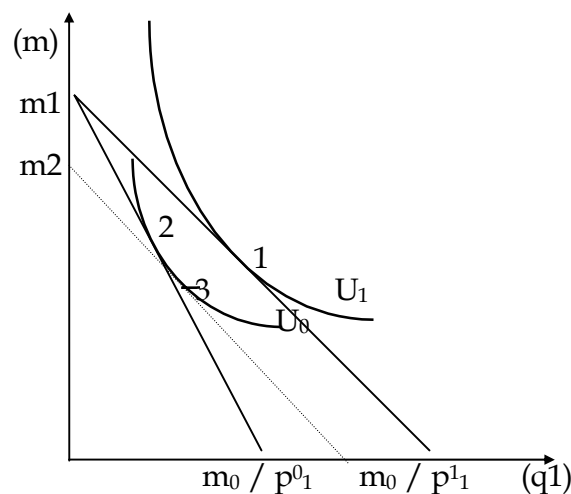


Figura 3.3: VC para una disminución en precio.

Para el caso mas general, de más de dos bienes, se debe encontrar una expresión algebraica para el cálculo de VC. Afortunadamente, esta es directamente estimada usando la función de gasto derivada del problema dual de maximización de utilidad sujeto a una restricción presupuestaria dada.

La función de demanda compensada o Hicksiana, se deriva a partir de la minimización del gasto, sujeto a un nivel de utilidad dado. La solución a este problema de decisión esta dado por:

$$q_i = q_i^h(\mathbf{p}, U),$$

donde $\mathbf{p} = (p_1, \dots, p_n)$ y q_i^h es la demanda Hicksiana.

Para obtener la función de gasto, que representa la función de mínimo valor, se debe sustituir la demanda Hicksiana en la función objetivo planteada, así la función de gasto tiene la siguiente expresión:

$$m(\mathbf{P}, U) = \mathbf{p}'\mathbf{q}^h(\mathbf{P}, U)$$

Esta función de gasto satisface las siguientes propiedades:

- i) cóncava en $\mathbf{P}$
- ii) linealmente homogénea en $\mathbf{P}$
- iii) no-decreciente en $\mathbf{P}$
- iv) no-decreciente en U (supuesto)

Además, el Lema de Shephard establece que:

$$\partial m(\mathbf{P}, U) / \partial p_j = q_j^h(\mathbf{P}, U).$$

Por ende, la función de demanda Hicksiana corresponde a la primera derivada de la función de gasto con respecto al precio del bien.

En la figura 3.3 se observa que m_2 es simplemente el gasto requerido para alcanzar el nivel de utilidad U_0 a los precios P^1 . Entonces la VC de un cambio en precio (P^0 a P^1) y un cambio en ingreso (m_0 a m_1) se puede escribir como:

$$VC = m(P^0, U_0) - m(P^1, U_0) = m_1 - m(P^1, U_0)$$

Donde P^1 es el vector de precios en la nueva situación.

Como el gasto es considerado continuo en P , la VC puede ser escrita como:

$$VC = m(P^0, U_0) - m(P^1, U_0)$$

o, alternativamente como

$$VC = - \int_{i=1}^n \sum [(\partial m(P, U_0) / \partial p_j) dp_j]$$

Al aplicar el lema de Shephard a esta expresión, se obtiene:

$$VC = - \int_{i=1}^n \sum q_j^h(P, U_0) dp_j$$

Esta ecuación muestra que la suma de todas las áreas bajo la función de demanda Hicksiana representa la Variación Compensatoria que representa el cambio en bienestar.

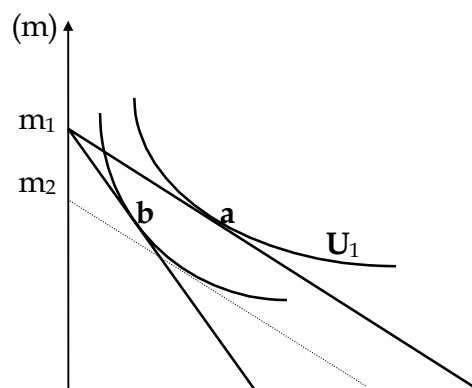
Si además se produce un cambio en el nivel del ingreso del consumidor, se tiene:

$$VC = \Delta m - \int_L \sum q_j^h(P, U_0) dp_j$$

Donde L denota cualquier camino de integración en el espacio de precios P_0 a P_1 . Como el integrando en esta ecuación es una diferencial exacta con respecto a P_1 , la VC estimada de esta forma es independiente al camino de integración.

3.4 VARIACIÓN EQUIVALENTE

La Variación Equivalente (VE) es definida como la cantidad máxima de dinero que el agente económico pagaría para evitar un cambio desfavorable o la cantidad mínima que el aceptaría para renunciar a un cambio favorable. Esta situación se ilustra en la Figura 3.4 para el caso de un aumento en el precio del bien q_1 .



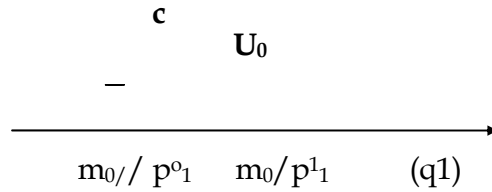


Figura 3.4: VE para un aumento en precio.

Se puede apreciar que la VE está dada por la distancia vertical $m_1 - m_2$, a lo largo del eje vertical, y en este caso es de signo negativo.

A su vez, de la Figura 3.4, se observa que mientras VE para un aumento en precios está dado por la distancia vertical $m_1 - m_2$ negativa, la Variación Compensatoria para el caso de una disminución en precios corresponde a la distancia vertical $m_1 - m_2$, pero con signo positivo.

Es decir, ambas medidas tienen el mismo valor absoluto pero con signo contrario, ya que VC es la distancia vertical entre las líneas tangentes a U_0 y U_1 , pero evaluada al nuevo set de precios, mientras que VE es la misma distancia vertical pero evaluada al set de precios original y vice versa.

Es decir, se tiene $VC(P_0, P_1) = -VE(P_1, P_0)$.

Al igual que para VC, para calcular VE se puede utilizar la función de gasto, de la cual se obtiene:

$$VE = m(P^0, U_1) - m(P^0, U_0) = m(P_0, U_1) - m_0$$

Como el cambio en gasto debido a una variación en los precios es continuo, se puede reescribir la ecuación anterior de la siguiente manera:

$$VE = m(P^0, U_1) - m(P^0, U_0)$$

$$VE = \int_{i=1}^n [\partial m(P, U_1) / \partial p_j] dp_j$$

y al emplear el lema de Shephard se obtiene la expresión:

$$VE = \int_{i=1}^n q_j^h(P, U_1) dp_j$$

Si además hay un cambio en ingreso, definido como $\Delta m = m_0 - m_1$, se tiene:

$$VE = \Delta m - \int_{i=1}^n q_j^h(P, U_1) dp_j$$

Esta expresión es análoga a la derivada para VC con la diferencia que VE es evaluada al nivel de utilidad final U_1 . Así mismo, tampoco existirán problemas de dependencia del orden de integración en la medida que se cumplan las condiciones anteriormente descritas.

Al combinar este resultado con el obtenido en la sección anterior para VC, se concluye las siguientes relaciones para el caso de un bien normal:

- a) $VC \leq \Delta S \leq VE$, independiente de si el precio aumenta o disminuye. Para el caso específico de un aumento en precios se tiene: $|VE| \leq |\Delta S| \leq |VC|$
- b) Si m_0 = ingreso inicial, y el precio disminuye, entonces $VC \leq m_0$ y VE no está delimitada.
- c) Si m_0 = ingreso inicial, y el precio aumenta, entonces $-VC$ no está delimitada.
- d) Si $\partial q_i / \partial m = 0$, entonces $VC = \Delta S = VE$,

Es importante destacar, sin embargo, que las funciones de demanda compensadas no son estimables empíricamente dado que el nivel de utilidad de los consumidores no es directamente observable. Por ende, se debe emplear una aproximación para estimar tanto la VC como la VE. La aproximación de Willig se basa en el conocimiento sobre el excedente del consumidor para estimar la VC y la VE.

3.5 APROXIMACIÓN DE WILLIG

El desarrollo de esta aproximación, se motivará a través de un ejemplo simple. En la Figura 3.5, se presenta el caso simple de un aumento en precio.

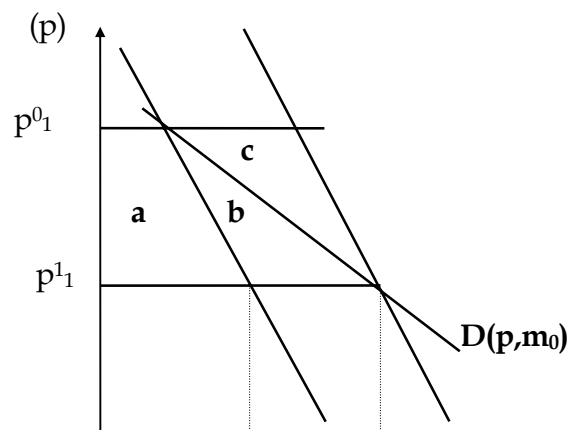
En la Figura 3.5 se observa que:

$$\Delta S = \text{área} - (a + b)$$

$$VC = \text{área} - a$$

$$VE = \text{área} - (a + b + c)$$

Si las áreas b y c son despreciables, el cambio en excedente, ΔS , puede ser usado directamente como una aproximación de ambas medida VC y VE.



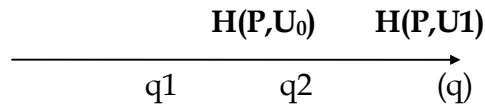


Figura 3.5: VC, VE y ΔS , mediante el análisis de curvas de demanda compensadas y no compensadas, para un simple cambio en precio.

Por otro lado, si estas mismas áreas (b+c) se pueden estimar a partir de datos experimentales o de fenómenos observables empíricamente, ΔS se puede modificar en forma apropiada para obtener una aproximación de VC y de VE.

Como se ha ilustrado en la Figura 3.5, las áreas b y c, corresponden a ciertas variaciones en precios (Δp). De este modo la base de cada variación en cantidad (Δq) es esencialmente un efecto ingreso. El tamaño de este efecto ingreso está relacionado con la elasticidad ingreso de la demanda, definida como :

$$\eta = (\Delta q / \Delta m) (m / q),$$

donde η = elasticidad ingreso de la demanda, Δq = cambio en la cantidad consumida (q) y Δm = cambio en el ingreso (m).

Resolviendo la elasticidad ingreso para Δq se tiene:

$$\Delta q = \eta \Delta m (q / m)$$

Entonces, para el caso de un pequeño cambio en precio (Δp), y asumiendo que el cambio en ingreso es igual al cambio en excedente, es decir, $\Delta m = \Delta S$, se tiene:

$$\Delta q = \eta \Delta S (q / m),$$

y por lo tanto el área b en la Figura 3.5 es aproximada por:

$$b = \frac{1}{2} \Delta p \Delta q = \eta \Delta p q \Delta S / 2m$$

de este modo para un pequeño Δp se tiene que $q |\Delta p| \cong \Delta S$, es decir que el cambio en excedente es igual a la cantidad q multiplicada por el valor absoluto del cambio en precio ($|\Delta p|$).

Así la Variación Compensatoria es aproximada con la siguiente expresión :

$$VC = \Delta S - \text{área } b \cong \Delta S - \eta (\Delta S)^2 / 2m = \Delta S - e |\Delta S|$$

donde $e = (\eta |s|) / 2$ y $s = \Delta S / m$.

Reordenando, la VC se puede expresar como:

$$VC = \Delta S [1 - \eta \Delta S / 2m] = \Delta S [1 - \eta s / 2]$$

Una aproximación similar para la Variación Equivalente se obtiene de realizar el mismo procedimiento anterior:

A partir de la elasticidad ingreso de la demanda definida como

$\eta = (\Delta q / \Delta m) (m / q)$ y reordenando, se obtiene la siguiente Identidad:

$$\Delta q = \eta \Delta m (q / m) \cong \eta q \Delta S / m$$

de esta manera el área c de la Figura 3.5 es aproximada por:

$$c \cong (\eta \Delta S / 2m) \Delta p q \cong \eta (\Delta S)^2 / 2m$$

La Variación Equivalente, por ende, se define de la siguiente manera:

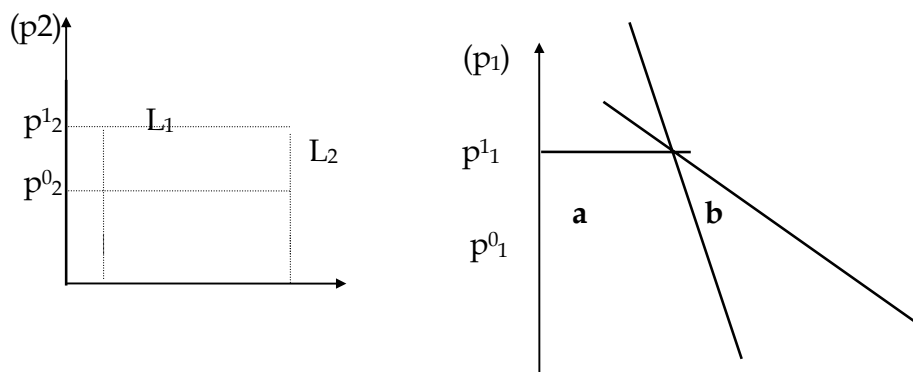
$$VE = \Delta S + \text{área (b+c)} \cong \Delta S + \eta (\Delta S)^2 / 2m = \Delta S + e |\Delta S|$$

con $e = (\eta |s|) / 2$ y $s = \Delta S / m$.

Es importante recordar que existe una fracción de error asociada tanto a la estimación de VC como de VE, que está representado en cada caso por **e**. Según el valor que toma este parámetro se tiene lo siguiente:

- Si el producto de la elasticidad ingreso y la razón de cambio en excedente del ingreso total dividido por 2, no hay mas de un 5% de error, al usar ΔS como aproximación de VC o VE.
- Si $e > 0.05$, VC o VE se pueden estimar a partir de las ecuaciones descritas anteriormente. Si a lo anterior se agrega una estimación de la elasticidad ingreso promedio sobre el intervalo de cambio en precio y se utilizan los datos de ingreso total, entonces **e** puede ser calculado usando ΔS , en vez de utilizar $s = \Delta S / m$.
- Las fórmulas modificadas para la estimación de VC y VE tienen menos de un 2% de error, cuando $|\eta s / 2| \leq 0.08$ y el cambio en ingreso es menos del 50 por ciento sobre el intervalo de cambio en precio.

Lo expuesto anteriormente puede ser extendido al caso de múltiples cambios en precios. En la Figura 3.6 se ilustra un cambio de (P^0_1, P^0_2) a (P^1_1, P^1_2) :



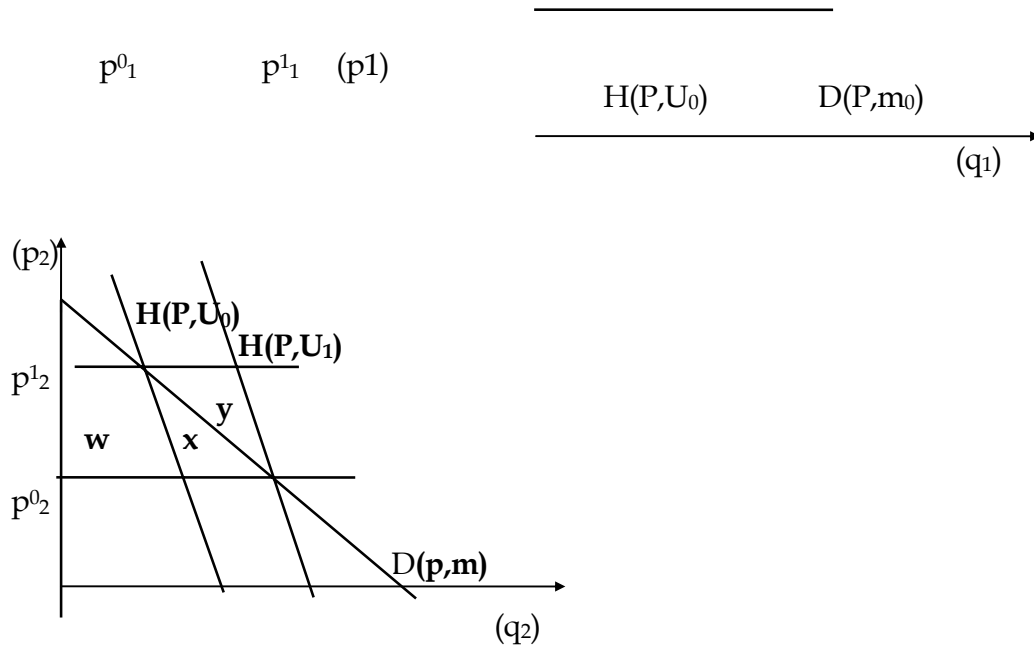


Figura 3.6: Análisis gráfico de la estimación de VC y VE para mas de un cambio en precio.

Para calcular VC o VE, se debe usar la curva de demanda compensada Hicksiana, y se debe elegir arbitrariamente el camino de integración.

Si se elige cambiar P_1 primero, para aproximar VC, se debe estimar el área b y seguir el mismo proceso explicado para aproximar la VC para el caso de un simple cambio en precio.

De esta manera se tiene:

$$\text{área b} = \frac{1}{2} \Delta p_1 \Delta q_1 = \eta_1 |\Delta p_1| q_1 = \eta_1 (\Delta S_1)^2 / 2m,$$

con $\Delta m \cong \Delta S_1$ y $|\Delta p_1| q_1 \cong \Delta S_1$.

Entonces, VC_1 para el primer cambio en precio está dada por:

$$VC_1 = \Delta S_1 - \eta_1 (\Delta S_1)^2 / 2m$$

donde $\Delta S_1 = \text{área (a+b)}$.

Ahora para el segundo cambio en precio, se tiene como un dato el cambio en el primer precio y se debe aproximar el área z:

$$\text{área z} \cong \frac{1}{2} \Delta P^2 \Delta q^2 \cong \eta_2 (\Delta S_2)^2 / 2m$$

Luego si se aproxima VC_2 como:

$$VC_2 \cong \Delta S_2 - \eta_2 (\Delta S_2)^2 / 2m,$$

donde $\Delta S_2 \cong w + y + z$.

Sin embargo, la aproximación de VC_2 está incorrecta, ya que se obtiene el área $W + Y$, la cual refleja la disponibilidad a pagar por el cambio en precio de P^0_2 a P^1_2 comenzando por los precios iniciales (P^1_1, P^0_2) , en vez de (P^0_1, P^0_2) , y como se puede ver en la figura se mantiene constante el nivel de utilidad U_1 en vez de U_0 .

Por otro lado la VC de un cambio en los precios de (P^0_1, P^0_2) a (P^1_1, P^1_2) , debe mantener constante el nivel de utilidad U_0 a través de todos los caminos de integración. Entonces VC del cambio en precio total es obtenido por la suma de VC_1 , el área bajo la curva $H(P_1, U_0)$, que corresponde al área W y no a $W+Y$.

Entonces el error de usar VC_2 es aproximadamente Y , que a su vez es aproximada como:

$$Y \cong \Delta P_2 \Delta q_2$$

donde, Δq_2 es la distancia horizontal en la curva de demanda no compensada condicionada al mismo precio pero a diferente ingreso.

Además, se puede aproximar Δq_2 como:

$$\Delta q_2 = \eta_2 \Delta m q_2 / m.$$

Como se sabe que: $\Delta m = VC_1 = m_0 - (m_0 - VC_1)$, entonces:

$$\Delta q_2 = \eta_2 CV_1 q_2 / m$$

por ende, el área Y se aproxima a través de:

$$\text{área } Y \cong (\eta_2 CV_1 / m) |\Delta p_2| q_2 \cong \eta_2 CV_1 \Delta S_2 / m$$

$$\text{área } Y \cong \eta_2 \Delta S_1 \Delta S_2 / m$$

donde $VC_1 \cong \Delta S_1$ y $|\Delta P_2| q_2 = \Delta S_2$.

De esta forma, VC_2 es aproximada como sigue:

$$VC_2 = \Delta S_2 - \eta_2 \Delta S_1 \Delta S_2 / m - \eta_2 (\Delta S_2)^2 / 2m.$$

Para obtener la VC total, se debe sumar VC_1 y VC_2 :

$$VC = VC_1 + VC_2 = \sum_{i=1}^2 \Delta S_i - \eta_1 (\Delta S_1)^2 / 2m - \eta_2 (\Delta S_2)^2 / 2m - \eta_2 \Delta S_1 \Delta S_2 / m$$

Si las elasticidades ingreso son iguales, ($\eta = \eta_1 = \eta_2$), entonces esta ecuación se puede reescribir como:

$$VC = \sum_{i=1}^2 \Delta S_i - \eta / 2m (\sum \Delta S_i)^2$$

$$i=1$$

$$i=1$$

$$VC = \sum_{i=1}^2 \Delta S_i^2 - e |\sum \Delta S_i|$$

$$e = \eta |s|/2, \quad s = \sum_{i=1}^2 \Delta S_i / m, \quad m = m_0.$$

Esta es una aproximación generalizada para el caso de cambios en precios en muchos mercados, y los errores de medición asociados no son mucho mas grandes que para el caso de un simple cambio en precio.

A través de un proceso similar al anterior se puede obtener la VE para el caso de múltiples cambios en precios, y se expresa como sigue:

$$VE = VE_1 + VE_2 = \sum_{i=1}^2 \Delta S_i + \eta_1 (\Delta S_1)^2 / 2m + \eta_2 (\Delta S_2)^2 / 2m + \eta_2 \Delta S_1 \Delta S_2 / m$$

o

$$VE = \sum \Delta S_i + e |\sum \Delta S_i|,$$

si las elasticidades son iguales.

Por otro lado es importante mencionar que si las elasticidades ingreso son constantes en todos los mercados, no se incurre en mas de un 1% de error al usar VC y VE como una estimación de la disponibilidad a pagar.

Si las elasticidades ingreso no son constantes, en cambio, entonces no se incurre en mas de un 2% de error al usar VC o VE si $|e| \leq 0,008$, y si las elasticidades ingreso varían menos del 50% entre bienes y sobre el camino de integración.

3.6 UNA APLICACIÓN

Para estimar tanto el cambio en excedente, como la Variación Compensatoria y la Variación Equivalente, se estimó el modelo de demanda AIDS que tiene la siguiente forma:

$$S_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j + \beta_i \ln (X / P^*)$$

donde:

- S_i = participación del grupo i, en el gasto total en alimentos, $i = 1, \dots, 9$.
- P_j = precio del bien j, $j = 1, \dots, 9$.
- P^* = índice de precios para el conjunto de alimentos.

X = gasto por familia en alimentos.
 $\alpha_i, \gamma_{ij}, \beta_i$ = parámetros estimar.

El modelo anterior se estimó con datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) a través de la IV Encuesta de Presupuestos Familiares y los Boletines de Índices de Precios al Consumidor, para un período comprendido entre Diciembre de 1987 y Noviembre de 1988 y se realizó para el grupo “Alimentos y Bebidas”, dentro del cual se estimaron 9 ecuaciones, una para cada subgrupo.

Los 9 grupos considerados son los siguientes:

Pan, Cereales y Féculas (1), Carnes (2), Pescados (3), Lácteos (4), Aceites y Grasas(5), Frutas (6), Verduras y Tubérculos (7), Azúcares y Bebidas Estimulantes (8), Bebidas y Consumo Fuera de Casa (9).

Los cálculos se realizaron para el Primer, Segundo y Tercer quintil. Para obtener los cambios en bienestar se variaron los precios de modo de calcular el cambio en excedente, Variación Compensatoria y Variación Equivalente para una alza 10% y de 50%, y para una reducción en los precios de 10% y 50%.

En la Tabla 3.1 se observa el cambio en excedente a través de los tres niveles de ingreso, y para las variaciones en los precios de +10%, +50%, -10%, -50%.

Como se observa en la tabla 3.1, los cambios en excedente para el caso de un aumento en precios de +10% y +50% son en general negativos en el primer quintil, con excepción de los grupos 5,6,7,9 esto puede ser explicado por el signo de los parámetros γ_{ii} , que están asociados al cambio en el precio de P_i en la ecuación de demanda, ya que estos presentan un signo negativo contrario a lo esperado. Además al revisar otros parámetros como la elasticidad ingreso esta es positiva para todos los bienes en todos los quintiles, y tampoco se observa un claro comportamiento en términos de la magnitud de este parámetro que pueda explicar el resultado obtenido.

Tabla 3.1: Excedente del Consumidor Asociado a Un Cambio en Precios

<i>grupo</i>	<i>Primer Quintil 10%</i>	<i>Primer Quintil 50%</i>	<i>Tercer Quintil 10%</i>	<i>Tercer Quintil 50%</i>	<i>Quinto Quintil 10%</i>	<i>Quinto Quintil 50%</i>
ΔS_{11} (+)	-4742,58	-21295,3	15031,5	68449,10	45156,7	205737
ΔS_{12} (-)	5055,168	29641,34	-15862	-89805,7	-47633,5	-269321,
ΔS_{21} (+)	-13147,2	-58186,4	-1135,1	-4584,92	7665,413	34463,92
ΔS_{22} (-)	14154,2	85808,22	1295,65	9312,99	-8162,01	-47689,9
ΔS_{31} (+)	-2897,16	-12981,9	-5904,56	-26510,8	-17923,0	-80270,3
ΔS_{32} (-)	3092,21	18214,83	6293,2	36892,7	19136,63	112863,1
ΔS_{41} (+)	-2046,33	-8995,27	-1975,64	-8553,99	216,9713	1103,773
ΔS_{42} (-)	2213,379	13622,33	2158,87	13719,1	-209,463	-792,463
ΔS_{51} (+)	4830,758	21566,61	8617,05	38285,8	13566,6	60257,96
ΔS_{52} (-)	-5169,38	-30717,5	-9252,08	-55594,9	-14569,5	-87610,4
ΔS_{61} (+)	670,6795	3144,938	646,22	3125,32	1125,226	5260,179
ΔS_{62} (-)	-692,35	-3609,62	-651,119	-3064,83	-1164,31	-6126,46
ΔS_{71} (+)	401,2612	1770,319	366,5155	1526,804	1301,249	5956,837

$\Delta S_{72} (-)$	-432,934	-2643,15	-410,614	-2806,34	-1367,67	-7633,35
$\Delta S_{81} (+)$	-508,363	-2224,05	-505,141	-2194,13	557,7049	2622,252
$\Delta S_{82} (-)$	551,6486	3430,306	550,812	3477,31	-574,536	-2970,85
$\Delta S_{91} (+)$	6581,679	29310,87	-1192,16	-4697,43	-50831,0	-11695,3
$\Delta S_{92} (-)$	-7054,71	417,83	45231,7	10296,4	12746,61	80368,32

(+, significa aumento en precio, -, disminución en precio y el subíndice ij representa el cambio en es excedente en el bien i debido a un cambio en el precio del bien j)

También se observa que para el caso de una disminución en precios se obtiene un cambio en excedente positivo, excepto para los mismos grupos mencionados anteriormente, lo que confirma que el problema es explicado por los signos de los parámetros.

Para el tercer quintil la situación es muy similar encontrándose los mismos problemas pero para los grupos 1,5,6,7, es decir, ahora el grupo 1 tiene un comportamiento extraño y el grupo 9 en este quintil presenta una respuesta acorde a lo esperado. Lo anterior se explica básicamente por la misma razón dada para el primer quintil, ya que el parámetro γ_{11} ahora presenta signo negativo y a su vez el parámetro γ_{99} presenta signo positivo.

Por su parte al disminuir el precio se observa un excedente positivo para la mayoría de los grupos, con excepción de los ya mencionados.

Para el último quintil, sólo para los grupos 3 y 9 se observa un comportamiento acorde a los esperado, es decir, cambio en excedente positivo cuando se disminuye el precio y cambio en excedente negativo cuando se aumenta el precio, lo anterior se puede explicar por el hecho de que tanto el grupo 3 como el 9, poseen elasticidades ingreso mayores a la unidad, lo que estaría indicando que para este quintil ambos grupos son bienes más bien suntuarios que normales o necesarios, por lo tanto un cambio en sus precios afecta al consumidor.

El cambio en excedente para el caso de múltiples cambios en los precios se calculó considerando solamente aquellos grupos que presentaron un comportamiento normal, dentro de cada quintil. En la Tabla 3.2 se presentan los resultados obtenidos. Se ilustra sólo para el caso de un aumento en precios.

Tabla 3.2: Excedente del Consumidor Asociado a Cambios Múltiples en los Precios

	<i>Primer</i>	<i>Quintil</i>	<i>Tercer</i>	<i>Quintil</i>	<i>Quinto</i>	<i>Quintil</i>
ΔS_{11}	P_2, P_3, P_5	-66105,7	P_2, P_3, P_4	-16184,2	P_3, P_9	2744790
ΔS_{12}	P_5, P_3, P_2	-67230,8	P_4, P_3, P_2	-5962,47	P_9, P_3	1025411
ΔS_{21}	P_2, P_3, P_4	-77318,9	P_1, P_3, P_2	-296749		
ΔS_{22}	P_4, P_3, P_2	-70930,3	P_2, P_3, P_1	-6743,27		
ΔS_{31}	P_4, P_8, P_1	-18008,9	P_8, P_2, P_4	-11570,3		
ΔS_{32}	P_1, P_8, P_4	-15606,8	P_4, P_2, P_8	-14884,9		
ΔS_{41}	P_1, P_3, P_2	-168071	P_1, P_3, P_8	-12131,3		
ΔS_{42}	P_2, P_3, P_1	-13213,3	P_8, P_3, P_1	-271613		
ΔS_{51}	P_8, P_2, P_4	-21173,3				
ΔS_{52}	P_4, P_2, P_8	-83040,6				
ΔS_{61}	P_1, P_3, P_8	-74871,7				
ΔS_{62}	P_8, P_3, P_1	-20681,5				

Como se observa, el cambio en excedente para el caso de múltiples cambios en precios es dependiente del orden en que se varíen los precios, es decir, del camino de integración

elegido. Esto se aprecia en cada caso ya que por ejemplo para el primer quintil y grupo de bienes 4, al variar los precios en el siguiente orden P_1, P_3, P_2 el cambio en excedente obtenido es -168071, y cuando se invierte el orden a P_2, P_3, P_1 resulta -13213,3.

Lo anterior demuestra que el uso del cambio en excedente como medida de cambio en bienestar no es la más adecuada y puede llevar a errores de interpretación de la respuesta de los individuos ante cambios en precios y en sus ingresos.

La Tabla 3.3, muestra los resultados obtenidos para las estimaciones de VC asociado a un cambio simple en precio. Se observa que VC para los aumentos en precio, tiene signo negativo para la mayoría de los grupos, y lo contrario ocurre para el caso de disminución en precios, a excepción de los ya mencionados en el análisis de cambio en excedente del consumidor (Tabla 3.1).

El comportamiento a través de los quintiles es el mismo observado para el caso del cambio en excedente, y esto se explica por la forma en que se estima la VC, ya que ésta es definida en términos del cambio en excedente.

Del mismo modo la siguiente tabla muestra los resultados obtenidos para VE para un cambio simple en el precio, dado las variaciones en precio, ya mencionadas.

En la tabla se observa, signo negativo para la mayoría de los aumentos en precios y positivo para las disminuciones, y se observan problemas exactamente con los mismos grupos de alimentos mencionados anteriormente, lo que como ya se explicó se debe a la forma en que está definida la VE.

Tabla 3.3: Variación Compensatoria

<i>grupo</i>	<i>Primer Quintil 10%</i>	<i>Primer Quintil 50%</i>	<i>Tercer Quintil 10%</i>	<i>Tercer Quintil 50%</i>	<i>Quinto Quintil 10%</i>	<i>Quinto Quintil 50%</i>
VC ₁₁ (+)	-4878,06	-24027,1	14225,87	51742,63	42380,16	148102,5
VC ₁₂ (-)	4740,21	24348,8	-16759,1	-118563	-50722,9	-368086
VC ₂₁ (+)	-15282,8	-99913,8	-1145,85	-4761,96	7418,82	39448,46
VC ₂₂ (-)	11255,5	-4939,47	1281,50	8582,53	-7899,45	-57234,3
VC ₃₁ (+)	-3018,6	-15420,4	-6210,59	-136829	-19472,5	-111350
VC ₃₂ (-)	2953,86	13414,38	5945,55	24945,23	17370,18	51419,97
VC ₄₁ (+)	-2096,59	-9966,4	-2004,12	-9088,03	216,82	1107,46
VC ₄₂ (-)	2154,58	11395,17	2124,85	12345,41	-209,32	-794,36
VC ₅₁ (+)	4610,75	17181,65	8306,26	32150,85	13088,05	50816,98
VC ₅₂ (-)	-5421,30	-39613,1	-9610,35	-68531,1	-15121,5	-107567
VC ₆₁ (+)	665,210	3024,68	642,95	3048,96	1121,14	5171,08
VC ₆₂ (-)	-698,17	-3768,02	-654,43	-3138,25	-1168,67	-6247,31
VC ₇₁ (+)	399,77	1741,29	365,73	1513,19	1297,45	5877,23
VC ₇₂ (-)	-434,66	-2707,84	-411,59	-2852,33	-1371,86	-7764,07
VC ₈₁ (+)	-510,62	-2267,38	-506,72	-2223,95	556,78	2601,99
VC ₈₂ (-)	548,98	3327,22	548,93	3552,21	-575,50	-2996,85
VC ₉₁ (+)	5669,74	11228,87	-1205,15	-4899,17	-12351,4	-63223,5
VC ₉₂ (-)	-8102,19	414,15	26526,22	9327,08	12746,61	49389,05

(+, implica aumento en precio, -, disminución en precio.)

Tabla 3.4: Variación Equivalente Asociada a un Cambio Simple en el Precio

<i>grupo</i>	<i>Primer Quintil 10%</i>	<i>Primer Quintil 50%</i>	<i>Tercer Quintil 10%</i>	<i>Tercer Quintil 50%</i>	<i>Quinto Quintil 10%</i>	<i>Quinto Quintil 50%</i>
VE ₁₁ (+)	-4607,09	-18563,6	15837,2	85155,56	47933,24	263372,4
VE ₁₂ (-)	5370,124	34933,88	-14964,8	-61047,8	-44544,4	-170557
VE ₂₁ (+)	-11011,5	-16459	-1124,15	-4407,87	7911,998	39448,46
VE ₂₂ (-)	17052,89	176555,9	1309,785	10043,45	-46001,9	-38145,4
VE ₃₁ (+)	-2775,72	-10543,5	-5598,53	-23710,9	-16373,5	-49190,4
VE ₃₂ (-)	3230,565	23015,28	6640,844	48840,09	20903,07	174306
VE ₄₁ (+)	-1996,07	-8024,15	-1947,15	-8019,94	216,9713	1100,079
VE ₄₂ (-)	2272,176	15849,49	2192,884	15092,79	-209,33	-790,559
VE ₅₁ (+)	5050,762	25951,56	8927,83	44420,9	14045,15	69698,94
VE ₅₂ (-)	-4917,45	-39613,1	-8893,80	-42658,6	-14017,6	-67653,2
VE ₆₁ (+)	676,1482	3265,186	649,4871	3201,686	1129,303	5349,275
VE ₆₂ (-)	-686,522	-3768,02	-647,804	-2991,33	-1159,94	-6005,60
VE ₇₁ (+)	402,7523	1799,342	367,2997	1540,412	1305,048	6036,442
VE ₇₂ (-)	-431,197	-2707,84	-409,629	-2760,38	-1363,47	-7502,63
VE ₈₁ (+)	-506,099	-2180,72	-503,561	-2164,32	558,6214	2642,514
VE ₈₂ (-)	554,3144	3327,228	552,6915	3402,413	-573,563	-2944,84
VE ₉₁ (+)	7493,018	47392,87	-1179,16	-4495,69	-11039,3	-38438,5
VE ₉₂ (-)	-6007,22	421,5044	45237,44	11265,66	13525,88	111347,6

(+, implica aumento en precio, -, disminución en precio.)

A continuación en el Tabla 3.5, se muestra la relación existente entre ΔS , VC y VE. La tabla sólo entrega la información de los cálculos realizados para el primer quintil y para una aumento de 10% en el precio de cada bien.

Tabla 3.5: Relación entre VC, VE y ΔS

<i>Grupo</i>	<i>Variación Compensatoria</i>	<i>Cambio en Excedente</i>	<i>Variación Equivalente</i>
Grupo 1	-4878,06	-4742,58	-4607,09
Grupo 2	-15282,80	-13147,2	-11011,50
Grupo 3	-3018,60	-2897,16	-2775,72
Grupo 4	-2096,59	-2046,33	-1996,07
Grupo 5	4610,75	4830,758	5050,76
Grupo 6	665,21	670,6795	676,14
Grupo 7	399,77	401,2612	402,75
Grupo 8	-510,62	-508,363	-506,09
Grupo 9	5669,74	6581,679	7493,01

Como se observa, la el Excedente del Consumidor sobrestima la Variación Compensatoria subestima la Variación Equivalente. Esto se cumple siempre para el caso de un bien normal por lo tanto los resultados obtenidos coinciden con los esperado según la teoría económica, en este punto es importante aclarar que lo anterior no se refiere a los valores absolutos, sino a las magnitudes obtenidas de las estimaciones de las medidas de cambio en bienestar.

Además también permite concluir que el cambio en excedente no es la medida adecuada para estimar los cambios en bienestar, sino la VC y VE, pero sin olvidar que ambas medidas son conceptualmente diferentes, es decir miden efectos distintos.

Como miden efectos distintos resulta interesante comparar por ejemplo como son los valores asociados para la VC dado un aumento del precio y los valores de VE, cuando se produce una disminución en el mismo precio y en la misma magnitud.

La Tabla 3.6, muestra lo anterior para el primer quintil, con la VC para un aumento de 10% y la VE para una disminución de un 10%.

Tabla 3.6: VC Asociado a un Aumento en 10% del Precio y VE Asociado a una Disminución en 10% del Precio

<i>grupo</i>	<i>Variación Compensatoria (-10%)</i>	<i>Variación equivalente (+10%)</i>
grupo 1	4740,21	-4607,09
grupo 2	11255,50	-11011,50
grupo 3	2953,86	-2775,72
grupo 4	2154,58	-1996,07
grupo 5	-5421,30	5050,76
grupo 6	-698,17	676,14
grupo 7	-434,66	402,75
grupo 8	548,98	-506,09
grupo 9	-8102,19	7493,01

Como se puede apreciar en todos los grupos los signos de ambas medidas son contrarios, pero en ninguno de los casos se obtuvo un valor absoluto igual, pero si cifras bastante similares. Estas diferencias pueden deberse a los errores en las aproximaciones empleadas.

3.7 EXCEDENTE DEL PRODUCTOR

El excedente del productor se define como la diferencia entre el ingreso total recibido por el empresario y el costo total de los recursos utilizados para producir el bien. Este concepto se representa por el área **a** en la Figura 3.7:

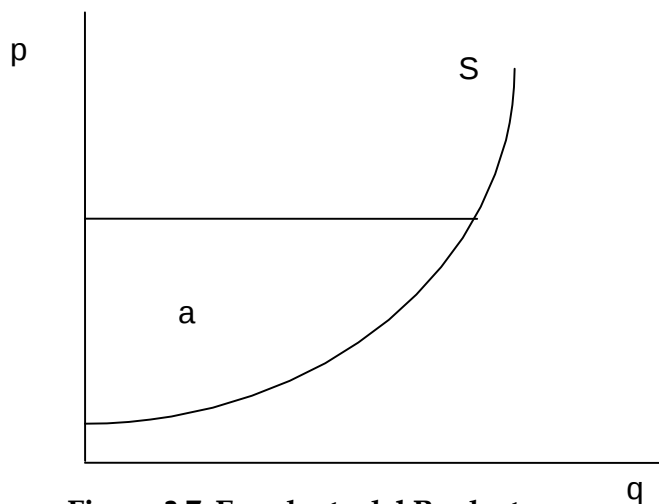


Figura 3.7: Excedente del Productor

Algebraicamente, esta área corresponde a

$$\Delta P = \int q_i(\mathbf{p}, \mathbf{w}) dp_i$$

donde ΔP es el cambio en el excedente del productor y $q(\mathbf{p}, \mathbf{w})$ es la función de oferta.

Es importante notar que la función de oferta se deriva del problema de maximización de ingresos netos del productor, formalmente, este problema de decisión es

$$\text{Max } \mathbf{p}'\mathbf{q} - C(\mathbf{w}, \mathbf{q}).$$

Al sustituir la solución de este problema de maximización, las funciones de oferta, en la función objetivo del productor, se obtiene la función de ingresos netos indirectos, $\Pi(\mathbf{p}, \mathbf{w})$, la cual es, a su vez, la función de máximo valor. Es decir, $\Pi(\mathbf{p}, \mathbf{w})$ representa el máximo nivel de ingresos netos que el productor puede obtener ante distintos niveles de precios de los productos y de los insumos.

Esta función de ingresos netos indirecta satisface las siguientes propiedades:

- a) no-decreciente en $\mathbf{p}$
- b) no-creciente en $\mathbf{w}$

- c) convexa en $\mathbf{p}$ y $\mathbf{w}$
- d) continua en $\mathbf{p}$ y $\mathbf{w}$.

Además, al aplicar el teorema de la envolvente a esta función de máximo valor, se obtiene el Lema de Hotelling que establece que la función de oferta del productor se obtiene al derivar la función de ingresos netos indirecta con respecto al precio del bien; es decir,

$$\partial \Pi(\mathbf{p}, \mathbf{w}) / \partial p_i = q_i(\mathbf{p}, \mathbf{w}).$$

De lo anterior, se tiene que el excedente del productor esta dado por

$$\Delta P = \int q_i(\mathbf{p}, \mathbf{w}) dp_i = \int \partial \Pi(\mathbf{p}, \mathbf{w}) / \partial p_i dp_i = \Pi(\mathbf{p}, \mathbf{w}).$$

Por lo tanto, el excedente del productor corresponde a la cuasi-renta que el productor obtiene. Las cuasi-rentas del productor, R , se definen como la diferencia entre los ingresos totales y los costos variables. Formalmente,

$$R = \mathbf{p}'\mathbf{q} - C(\mathbf{w}, \mathbf{q})$$

donde $\mathbf{p}$ representa un vector de precios de los productos, $\mathbf{w}$ es un vector de precios de los insumos, $\mathbf{q}$ es el vector de productos y $C(\mathbf{w}, \mathbf{q})$ es una función de costos positivamente monotónica y convexa en $\mathbf{q}$.

Es importante destacar que a diferencia del caso del excedente del consumidor, el excedente del productor es una medida exacta del cambio en el bienestar y, por lo tanto, $\Delta P = VC = VE$. Esto se debe a que el integrando de la expresión que define al excedente del productor es una diferencial exacta.

CAPITULO IV

MÉTODOS DE VALORACIÓN INDIRECTOS

4.1 INTRODUCCIÓN

Los impactos ambientales originados por proyectos ambientales o por efectos colaterales de proyectos de inversión, tienen efectos en el bienestar de las personas. Esto se observa claramente en el caso del reclamo de las comunidades por la instalación de vertederos. Otro ejemplo ampliamente conocido es el caso del gaseoducto, donde la gente ha manifestado públicamente su malestar por la ejecución de este proyecto. El hecho de que cambie el bienestar de las personas, significa que ellas realizarán cambios en su comportamiento a través de la toma de decisiones que aminoren o eliminen los impactos ambientales negativos. Estos cambios en el comportamiento finalmente se traducen en cambios en el mercado, a través de modificaciones en las cantidades consumidas y en los precios de los bienes. Por ejemplo, buscarán viviendas lejos de vertederos, lo que producirá una disminución en la cantidad demandada de sitios cercanos a los vertederos y, por lo tanto, una baja del valor de dichos terrenos. Por otra parte si los impactos son positivos, las personas intentarán sacar el máximo provecho de ellos. Estos cambios en bienestar se manifiestan en el comportamiento de los individuos en el mercado, donde se puede estimar el valor que ellos otorgan a los impactos o atributos ambientales.

Cuando los atributos ambientales o recursos naturales tienen un mercado definido, es posible identificar los cambios en el comportamiento de los consumidores y valorar directamente los impactos ambientales a través de cambios en los excedentes. Sin embargo, en la mayoría de los casos este mercado no está presente, y se deben utilizar métodos que permitan capturar la valoración que las personas tienen de los atributos ambientales sin usar el mercado del atributo o recurso ambiental.

Estos métodos pueden ser directos o indirectos. Los primeros requieren de una expresión de disposiciones a pagar, o a aceptar compensación por los cambios en la calidad ambiental o en los atributos ambientales. Mientras que los métodos indirectos se basan en relaciones de complementariedad o sustitubilidad entre las demandas observables de los bienes que tienen mercado y las demandas no observadas de los bienes o atributos ambientales. Un ejemplo de esta relación entre calidad ambiental y bienes de mercado lo constituyen los sistemas de aislación, que reflejan una disposición a pagar para evitar la contaminación acústica.

Dentro de los métodos directos se pueden considerar :

- 1) Valoración contingente
- 2) Comportamiento contingente

Dentro de los métodos indirectos se pueden considerar :

- 1) Gasto en mitigación (GM)
- 2) Costo de reposición (CR)
- 3) Cambio en productividad (CP)
- 4) Precios/Salarios hedónicos
- 5) Capital humano
- 6) Costo de viaje
- 7) Costo de viaje hedónico

4.2 GASTO EN MITIGACIÓN

El gasto en mitigación (GM), también llamado por algunos autores como gasto en prevención y mitigación, es un método indirecto que se basa en el comportamiento que desarrollan las personas, a través de su toma de decisiones, para prevenir y/o mitigar los impactos ambientales negativos a que son expuestas. Es decir, cuando los individuos se ven afectados por una disminución en la calidad del ambiente, como puede ser un aumento en el nivel de contaminación aérea, podrán decidir la compra de purificadores de aire que les permita mitigar el efecto de la contaminación. Otro ejemplo se da en el caso de tener agua de bebida de baja calidad, donde las personas utilizan filtros para poder beber el agua.

Este método intenta cuantificar lo que la gente está dispuesta a gastar para prevenir la degradación de la calidad del ambiente. Es decir, busca inferir la disposición a pagar mediante el gasto en bienes de mercado que realizan los individuos para contrarrestar la menor disponibilidad de bienes proporcionados por el medio ambiente natural. En este sentido, se considera que el individuo estará dispuesto a gastar hasta que el costo marginal de mitigar sea igual al mayor valor que asigna al bien ambiental.

El supuesto básico de este método consiste en que los insumos utilizados en la mitigación no proporcionan satisfacción por sí mismos, sino que a través de los efectos producidos en los atributos ambientales. Esto significa que el gasto realizado en el purificador de aire o el doble vidrio corresponde sólo al efecto mitigante que ellos tienen, y no a otros beneficios que puedan producir, como belleza y decoración. En los casos en que no se cumple este supuesto, es decir, que pago más por un doble vidrio que presenta una mejor estética en relación a uno corriente que otorga el mismo nivel de protección contra el ruido, no se debe considerar que todo el monto gastado corresponde a mitigar el impacto negativo del ruido, también se está realizando un gasto adicional por estética. Se debe tener cuidado de no quebrantar este supuesto, ya que ello implicaría sobrestimar el valor del atributo ambiental.

Sin duda que este método es una aproximación a la valoración que las personas tienen del atributo ambiental, ya que el costo de la mitigación puede no tener relación alguna con la verdadera valoración. Es decir, siguiendo el ejemplo de la contaminación acústica, el gasto de colocar un doble vidrio depende del valor de éste en el mercado, el cual está en función de varios factores que pueden no estar relacionados con lo que la persona estaría dispuesta a pagar para evitar el ruido.

Si se está en una situación extrema en donde es tal el ruido de la ciudad que todas las personas desean instalar doble vidrio, lo que provoca un cambio en la demanda afectando el precio del doble vidrio, se estaría en el caso en que el mercado estaría reflejando el valor que las personas otorgan al atributo ambiental.

El hecho de que el método GM sea sólo una aproximación del valor que la persona le otorga al atributo queda demostrado en el siguiente análisis. Si se considera que el gasto en mitigación es una forma de comprar calidad ambiental, se puede representar en el siguiente ejercicio una demanda marshalliana por calidad ambiental Q^m , donde el gasto de mitigación $P(Z)$ depende del nivel de contaminación Z . Al mismo tiempo, tenemos la demanda hicksiana Q^h , que representa la cantidad de calidad ambiental consumida dado un nivel de utilidad inicial U_0 . Entonces, en un momento inicial se consume q_0 cantidad de calidad ambiental, a un precio $P(Z_0)$, que corresponde al gasto de mitigación.

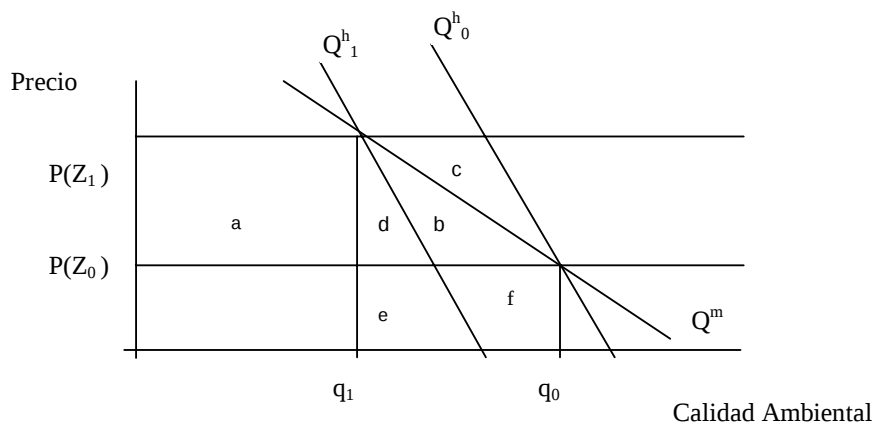


FIGURA 4.1

Si la contaminación aumenta de Z_0 a Z_1 , las personas deben incurrir en mayores gastos de mitigación, es decir, aumenta el precio de la calidad ambiental lo que implica una disminución en la cantidad consumida, por lo cual, en el gráfico se produce un movimiento de q_0 a q_1 .

Esto provoca una disminución del excedente del consumidor que corresponde a las áreas $-(a+d+b)$. Si realizamos el análisis bajo la demanda hicksiana, el cambio en el costo de mitigación produce una disminución en el bienestar que puede representarse por la variación compensatoria que corresponde a las áreas $-(a+b+d+c)$ y la variación equivalente, que se alcanza con el nuevo nivel de utilidad es el área $-(a+d)$. Al utilizar el método GM, en el cual se cuantifican los cambios observados en gastos de mitigación, se estarían calculando las áreas $(e+f-a)$. Es decir, el GM es una aproximación de la valoración del atributo ambiental, pero en ningún caso son estimaciones de la variación compensada o de la variación equivalente. Esto implica que GM puede estar subestimando o sobrestimando el valor del atributo ambiental.

El individuo realizará el gasto en mitigación si es que el beneficio que le proporciona la mitigación (mayor calidad ambiental) sea mayor que el costo en el que debe incurrir. Si generalizamos este análisis a la sociedad, se puede decir que a la sociedad le beneficia económicamente mitigar hasta el punto en que el beneficio de mitigar es igual al costo de hacerlo. Entonces, existe un nivel óptimo económico de mitigación, es decir, existe un punto en el cual es posible maximizar los beneficios económicos de mitigar, sujeto a la restricción presupuestaria. En otras palabras, cuando existe la posibilidad de mitigar un daño ambiental, no necesariamente se debe llegar a cero nivel de daño, ya que esto puede significar un costo demasiado alto para la sociedad.

Lo anterior puede señalarse en un ejemplo de contaminación en Santiago. Llevar la emisión de partículas a nivel cero significaría cerrar industrias, eliminar transporte y pavimentar todas las calles urbanas. Sin duda esto, tiene un costo demasiado alto para la sociedad, que supera con creces el beneficio económico que puede implicar cero nivel de contaminación. Entonces, se puede decir que, dado que existe una restricción presupuestaria, existirá un nivel óptimo económico de contaminación.

Este nivel óptimo se define como el punto en que el daño marginal prevenido (o beneficio marginal de la mitigación) iguale al costo marginal del control del daño. En los casos en que exista una legislación vigente, será óptimo mitigar el daño hasta el nivel que la ley (o norma) contemple como permisible. En ese caso la aproximación del valor del atributo ambiental estará dado por el gasto de mitigar hasta el nivel permisible. En este análisis se supone que la norma fue definida considerando un nivel de óptimo para la sociedad.

En los casos en que no existe una norma establecida para determinar el nivel óptimo de mitigación es necesario hacer un análisis costo beneficio, para lo cual se debe contar con una función continua del deterioro del índice

ambiental. Debido a la limitada disponibilidad de información es muy difícil llegar a estimar ese nivel óptimo. En los casos en que no sea posible contar con los datos requeridos será imposible determinar el nivel óptimo.

Un caso especial de GM lo constituye el comportamiento que busca la utilización de productos sustitutos. En ese caso se mitiga el daño consumiendo un producto que sea capaz de sustituir el atributo ambiental. Un ejemplo sería la compra de agua envasada en lugares donde el agua de bebida está contaminada.

El concepto de GM está muy relacionado con el de costo de reposición, es así que los gastos efectuados para mitigar un daño ambiental que ya ha ocurrido pueden ser considerados indistintamente de las dos maneras. Sin embargo, para un mejor entendimiento se puede definir a priori que un GM corresponderá a aquellos gastos realizados *ex-ante* de que el efecto ambiental sea percibido por las personas.

El GM es útil en la valoración de efectos físicos fácilmente identificables, que son bienes percibidos por las personas y para los cuales existe la posibilidad de prevenirlos y/o reducirlos.

Algunos casos en que este método es aplicable son :

- Terrazas para prevenir erosión

El agricultor desarrolla cultivos en terrazas para prevenir la erosión del suelo de ladera. La implementación de las terrazas implica un costo adicional que puede ser considerado como un gasto en mitigación.

- Utilización de doble vidrio para evitar ruido

El ruido es un contaminante que disminuye la calidad del ambiente y, que por lo tanto decrece el bienestar de las personas. Muchas de ellas evitan el efecto negativo del ruido colocando doble vidrio en sus casas. Entonces, es posible considerar que el costo de colocar doble vidrio es un gasto para mitigar la contaminación acústica y, por lo tanto, es una aproximación del valor que esas personas dan a un ambiente libre de ruido.

- Consumo de agua embotellada y uso de filtros para prevenir consumo de agua contaminada

En los casos en que el agua de consumo doméstico es de baja calidad sanitaria, las personas compran agua embotellada o utilizan filtros de agua para evitar el consumo de agua contaminada, que puede producirles enfermedades y, por ende, una disminución en el nivel de bienestar. La compra de agua embotellada se puede considerar como un gasto para mitigar los efectos negativos en la salud de consumir agua contaminada, lo cual demuestra que las personas valoran la calidad del agua en al menos lo que gastan marginalmente en el consumo de agua embotellada. Es decir, la diferencia de precio que están dispuestas a pagar por un litro de agua libre de contaminación en relación con un litro de una contaminada. Otra forma de mitigar el daño que produce esta agua contaminada es el uso de filtros, siendo entonces el costo marginal de colocar filtros un gasto en mitigación.

4.2.1 Aplicación del método

Para aplicar el método primero se debe identificar claramente el atributo ambiental a valorar y luego se requiere de observaciones directas de las medidas de mitigación reales que enfrentan las personas, empresas o instituciones para protegerse de los efectos ambientales negativos o riesgos asociados a éstos.

Luego, se estiman los costos de realizar dichas medidas para estimar el gasto en mitigación total

Cuando no existen datos (información) observables se deben realizar estimaciones de las posibles medidas mitigatorias, y de los costos en que se debería incurrir para efectuarlas.

4.2.2 Limitaciones

Todos los métodos presentan ciertas limitaciones o debilidades, las cuales deben ser superadas en la medida de lo posible. Pero lo más importante es identificarlas para que cuando se utilice sepamos claramente qué es lo que se está valorando.

(1) Ignora el excedente del consumidor, por lo cual GM entregará siempre una estimación del valor del impacto ambiental.

(2) Una limitación es el supuesto de que el gasto realmente ocurre. Esto es razonable para empresas y/o individuos bien informados, con una idea clara de los beneficios y costos de sus acciones. Las personas, en cambio, pueden no realizar el gasto de mitigación por no saber el riesgo ambiental al que están expuestas, o en una otra situación las personas no saben cómo mitigar el impacto ambiental.

(3) Esta estimación de valor está restringida por la capacidad de pago de la población en riesgo. Este problema se ve aún más claro en los países en desarrollo, donde puede existir la disposición a gastar en protección, pero son gastos no realizables por la restricción presupuestaria. En situaciones donde la distribución del ingreso es muy sesgada, se debe tener mucho cuidado con generalizar valores a partir de información sesgada.

(4) El supuesto de que no hay beneficiarios secundarios asociados a GM, puede producir sobre estimaciones. Por ejemplo, el doble vidrio no sólo protege del ruido, sino que también permite aislamiento térmico; una plantación forestal no sólo protege de la erosión, sino que también produce frutos y leña.

(5) Cuando los cambios ambientales son recientes o han ocurrido en forma muy rápida, las consecuencias totales de los cambios o daños ambientales pueden ser sólo percibidos por las personas afectadas directamente en el corto plazo. En esos casos un nivel observado de GM puede ser una mínima estimación del valor del daño, ya que el universo de personas afectadas en el largo plazo puede ser mayor, y ese valor no se estaría percibiendo.

4.3 COSTO DE REPOSICIÓN

El método de costo de reposición (CR) considera lo que se gasta en restaurar y en devolver a su estado original el sistema ambiental que ha sido alterado, como una aproximación del valor que se le otorga a ese bien ambiental.

Las personas son afectadas por un impacto ambiental negativo, ven modificado o alterado su bienestar y, por lo tanto, alcanzan un nivel de utilidad inferior. Sin embargo, en algunos casos existe la opción reponer y/o reconstituir en la medida de lo posible, el atributo ambiental alterado. Si se considera que las personas toman decisiones racionales, intentarán regresar la característica ambiental a su estado original, para volver a alcanzar el nivel de utilidad inicial. El costo de reposición queda definido como el costo del volver el atributo ambiental a su condición inicial para que la persona alcance su función de utilidad inicial.

Entonces, una vez que se ha producido un daño o efecto ambiental, se estima como podría volverse al estado inicial y el costo que ello implica. Cuando la reposición se ha realizado se considera que un atributo ambiental vale, al menos, lo que costó reponerlo a su situación original. Pero, en los casos en que la reposición no se ha realizado el costo de reposición puede estar subestimando o sobreestimando el valor del atributo.

La aplicación de este método, al igual que GM, requiere de la existencia de efectos físicos que sean evidentes y que tengan la posibilidad de restaurarse. En la medida en que esta condición no se da, la valoración del impacto o atributo ambiental estará más alejada de la realidad.

Un caso especial de CR es la reubicación de los individuos, es decir, las personas que son afectadas por un cambio en un atributo ambiental se trasladan del área de conflicto. El gasto que ello genera se considera como el costo de reponer la condición ambiental inicial y con éste se valora el atributo ambiental.

Otro caso especial corresponde a los proyectos sombra o compensatorios, en los cuales el daño ambiental esperado de una actividad es compensado por la inclusión de un proyecto que podría reemplazar la pérdida del servicio ambiental. El concepto que está detrás del proyecto sombra se refiere a buscar una alternativa que sea capaz de reponer el daño provocado por un proyecto de desarrollo. No siendo necesario devolver al ambiente su condición inicial, sino que más bien determinando cómo se puede compensar la pérdida de utilidad inducida por el impacto ambiental a través del desarrollo de otros proyectos que permitan a las personas alcanzar los niveles de utilidad iniciales. Los ejemplos más clásicos de estos proyectos sombras son la implementación de planes de desarrollo comunales, financiados con recursos privados de empresas que operan en la comuna y que cuya actividad productiva genera efectos ambientales negativos a la comunidad.

Se debe tener en cuenta a la hora de aplicar este método, que esta estimación de valor no tiene una clara relación con lo que la gente valora el atributo ambiental, ya que no requiere que la gente desembolse ese gasto. Tan sólo dice que un atributo ambiental cuesta lo que vale devolverlo a su condición original, para que las personas alcancen su nivel de utilidad inicial.

Este método estima el costo de reponer, es decir, considera los precios de mercado de los insumos necesarios para sustituir el bien o atributo preexistente, y ese precio de mercado puede no tener ninguna relación con la valoración que las personas tienen del atributo en sí. Los precios de mercado de los insumos y servicios requeridos para reponer el atributo o la condición ambiental está determinada por otros factores, como son lo sofisticado de las tecnologías requeridas y la mano de obra especializada, entre otros. Esto implica que el costo de reposición puede estar sobre o bajo la valoración que las personas tienen del atributo en cuestión. Por ejemplo, el costo de reponer una hectárea de bosque nativo valdiviano, puede estar por debajo de la valoración que las personas tienen de él, ya que contiene características de paisaje y de recreación que son muy valoradas por las personas, con lo cual este método estará subestimando el valor. Al mismo tiempo, el costo de reponer una hectárea de bosque nativo esclerófilo puede llegar a ser mucho más alto de lo que las personas lo valoran, ya que tiene un aporte recreativo y de paisaje mucho menor, y en ese caso se estaría sobrestimando su valor.

También es importante considerar que el ambiente tiene un grado de complejidad bastante alto, por lo cual, en la mayoría de los casos la condición original no podrá ser alcanzada en su totalidad. Para el mismo caso del bosque, se estima el valor de reponer hoy una hectárea de bosque de 50 años que fue destruido, pero es imposible volverlo su condición original, tan sólo se podrá replantar, pero no se llegará a reconstituir el ecosistema, por lo cual no se podrá volver a alcanzar el nivel de utilidad inicial de las personas afectadas. Entonces, el CR estima sólo el costo de la restauración posible.

Algunos casos en que el método es aplicable :

- Forestación de áreas deforestadas

Un típico ejemplo de la aplicación de este método se da en los casos de deforestaciones, donde es posible estimar el costo de reponer el bosque a través de costear todas las labores e insumos involucrados en la forestación, estimando de esta manera el valor de una hectárea de bosque.

- Descontaminación de ríos o costas marinas

Una vez que un río o costa marina ha sido contaminado, es posible identificar la forma de descontaminarlo y volverlo a su situación inicial. El costo de implementar esta descontaminación sería el costo de reposición y sería una aproximación del valor de tener el río o costa marina sin contaminantes.

- Ozonificación de agua contaminada

Una manera de descontaminar el agua potable es la ozonificación, obteniendo como resultado del proceso agua de buena calidad. El costo que permite volver el agua a su estado de pureza inicial, sería una aproximación del valor del agua libre de contaminantes.

- Derrame de petróleo en zona deshabitada

Los accidentes de derrame de petróleo han tenido impactos ambientales importantes en el ecosistema marino. Una manera de valorar su efecto sería a través de estimar el costo de reposición, es decir, limpiar el agua, reponer las especies, y de todas las medidas pertinentes y posibles para restaurar el ecosistema. Sin duda que en este caso se podría estar subvalorando el impacto.

4.3.1 Aplicación del método

Se identifica el atributo o daño ambiental que se desea valorar, luego, en base al análisis de expertos, se estiman los requerimientos de insumos físicos y servicios idóneos para restaurar la condición ambiental inicial. En una segunda etapa, los insumos físicos y los servicios son valorados a precio de mercado, con lo cual se obtiene el costo total de reponer el daño y volver a la situación inicial.

Luego, el costo de reposición es considerado como una estimación del valor de ese atributo ambiental o recurso natural.

El grado de validez de esta estimación del atributo ambiental dependerá del grado de restauración que presenta el sistema o atributo ambiental analizado.

4.3.2 Limitaciones

Este método presenta algunas limitaciones, bastante similares a las del método GM.

- (1) En muchos casos puede no tener relación con la valoración que hacen las personas del atributo, ya que la valoración de la restauración se basa en los precios de mercado de los insumos requeridos para la reposición, los que no tienen porqué reflejar la valoración del atributo ambiental.
- (2) No siempre es posible restituir o compensar todos los impactos ambientales. Muchos de los daños pueden no ser percibidos completamente, porque aparecerían en el largo plazo, o simplemente muchos de ellos no son conocidos por la gente.
- (3) Este método es una mala aproximación para valorar impactos o recursos insertos en sistemas ecológicos complejos, ya que la reposición de estos sistemas es imposible, y el método sólo considera la reposición de aquellos elementos del sistema que pueden ser adquiridos en el mercado. Aún en el caso en que todos los elementos puedan ser reconstituidos, las interacciones entre ellos dependerán de muchos factores que no es posible manejar.

4.4 CAMBIO EN PRODUCTIVIDAD

Este método indirecto se basa en la relación que existe entre el atributo ambiental y los bienes y/o servicios existentes en el mercado. Estos bienes son consumidos por las personas, lo que les provoca utilidad. Un cambio en el atributo ambiental implicará una variación en la producción del bien con que éste está relacionado, lo que afectará el bienestar o utilidad de las personas.

Entonces, el método busca valorar el impacto ambiental o el recurso natural a través de valorar el efecto que éste tiene en la producción, en el costo o en las ganancias generadas por otro bien que sí tiene mercado. Este efecto en la producción de otro bien o servicio implica un cambio en el bienestar de las personas, y a través de la valoración de ese cambio en bienestar se obtiene una aproximación del valor de ese impacto ambiental.

Un ejemplo de aplicación del método lo constituye el caso de la calidad del agua y la producción agrícola. Si la calidad del agua disminuye debido a una contaminación con metales pesados, existirá una disminución en los rendimientos, lo que se traduciría en mayores costos de producción, y por ende, un mayor precio del producto. Esto finalmente afecta a las personas que deberán pagar un mayor precio por el producto, disminuyendo con ello su utilidad.

Es posible identificar tres formas en las que el impacto o atributo ambiental afecta el bienestar de las personas. Si denominamos a fa como el parámetro de calidad ambiental o de un recurso, tenemos :

- i) fa puede producir utilidad indirectamente como un factor de la función de producción de bienes que tienen mercado y producen utilidad
- ii) fa puede ser un factor en la función de producción de bienes del hogar que tienen utilidad
- iii) fa puede producir utilidad directamente por ser un argumento en la función de utilidad individual

La dificultad de estimar funciones de utilidad hace que la alternativa más factible para estimar el valor del impacto ambiental sea la primera. En ese caso es necesario establecer la relación que existe entre fa y el bien de mercado. Es decir, debemos conocer los efectos físicos, que nos permitirán llegar a estimar funciones de producción.

4.4.1 El atributo ambiental como un factor de producción

Si fa es un factor de producción, los cambios que experimente implicarán cambios en los costos de producción, afectando tanto el precio y la cantidad del producto final, como los retornos de otros factores de producción. Esto implicará cambios observables en la información de mercado.

Por ejemplo, se puede considerar que la calidad de agua de riego afecta directamente la productividad agrícola de la tierra bajo riego.

Si definimos X como el producto final, podemos sostener que la función de producción estará dada por,

$$X = X(k, w, \dots, fa)$$

donde X es la cantidad producción del bien, k es el vector de todos los insumos de producción, w es la mano de obra y fa el nivel del factor ambiental. Podemos considerar, entonces, que la cantidad producida del bien dependerá del nivel del factor ambiental, que podría ser calidad del agua de riego.

Esta función de producción tendrá asociada una función de costos. Es decir, para llegar a un nivel de producción de X , se debe utilizar distintas cantidades de insumos, los cuales hay que comprar. Por lo tanto, cada nivel de producción del bien tendrá asociado un costo, con el que se define la curva de costos y que depende de la cantidad producida de X y de los precios de los factores de producción.

Entonces la función de costos será,

$$C = C(P_k, P_w, X, fa)$$

donde C es el costo de producción, P_k el vector de precios de los insumos, P_w el precio de la mano de obra, X la cantidad de bien producido y fa el nivel de factor ambiental.

Si consideramos que X pertenece a una industria competitiva en condiciones de costos constantes, es decir que la empresa es tomadora de precios de los insumos, un cambio en el nivel de producción modificará (aumentará o disminuirá) la cantidad de insumos utilizados (demandados), pero los precios de dichos insumos en el mercado no se alterarán, sino que permanecerán constantes. Por lo anterior, se dice que las ofertas de los factores de producción son elásticas.

Si un cambio en fa (Δfa) produce una modificación en la curva de costos de una proporción significativa de los productores del mercado, la curva de costos de la industria se desplazará, lo que provocará un cambio en los precios y en la cantidad consumida del bien.

Para el caso del ejemplo anterior, si se considera que un incremento en la calidad del agua de riego (disminución de la concentración de metales pesados) aumenta la producción por hectárea, traduciéndose en una disminución de los costos unitarios, se producirá un movimiento en la curva de oferta del producto. En el Gráfico 1 este movimiento está representado por S' y S'' .

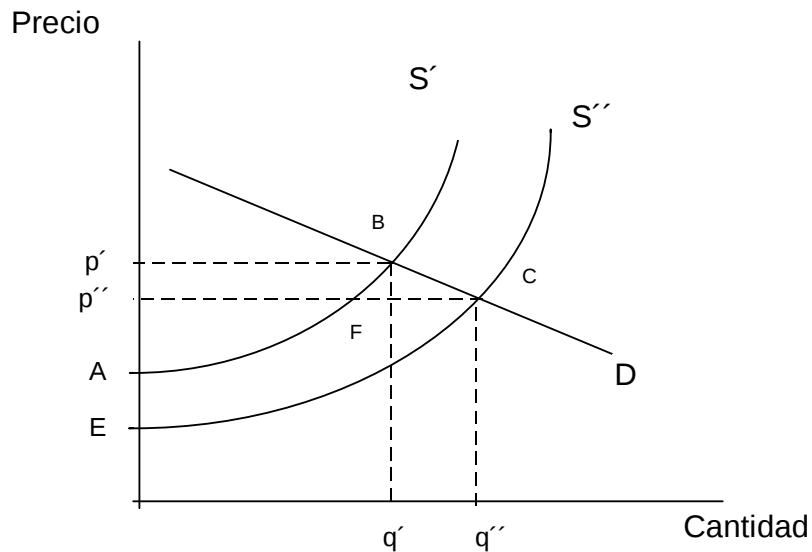


FIGURA 4.2

Ese movimiento hará cambiar el precio de p' a p'' y la cantidad consumida de q' a q'' , por lo tanto, existirá un cambio en el excedente del consumidor que corresponderá al área $p'BCp''$. Por otra parte, el excedente del productor que antes era $p'BA$ ahora corresponde al área $p''CE$. Si consideramos que parte del excedente ganado por los consumidores correspondió a una pérdida del excedente del productor (el área $p'BFp''$), la ganancia neta de excedentes corresponde a $ABCE$. Entonces, el valor de ese cambio neto en el excedente será el valor atribuible a fa .

Para estimar este valor atribuible a fa , será necesario contar con información de mercado, costo de producción del bien, las condiciones de la oferta del producto, la curva de demanda del bien y la oferta de factores. Esto permitirá estimar las variaciones en los precios, cantidades demandas y cantidades ofrecidas, para finalmente estimar las áreas de excedentes.

Para el caso en que fa sólo afecte a un productor pequeño, el precio del producto en el mercado no se verá modificado, pero sí existirá un cambio en el costo marginal de ese productor. En ese caso existirá un beneficio adicional para el productor cuando el costo marginal disminuya, y una pérdida cuando el costo marginal aumente.

Un caso más simple de estimar se da cuando fa es sustituto perfecto de otro factor de producción. Si la relación de producción es conocida, la reducción del costo por unidad es de fácil estimación. Por ejemplo, la producción de un bien X requiere del uso de agua con cierta calidad, por lo tanto, es necesario clorarla antes de utilizarla en el proceso de elaboración de X. Un cambio en la calidad del agua, puede producir una disminución de los costos de cloración por unidad de producto. Entonces, los beneficios serán el menor costo. En los casos en que la reducción en los costos no sea tan significativa como para afectar el costo marginal, el cambio en el costo total podría ser considerado como una buena estimación del beneficio del cambio en la calidad del recurso ambiental.

Algunos casos en que el método es aplicable :

- Cambio en la producción agrícola por cambios en la calidad del agua y del aire. Una manera de valorar la calidad del agua o del aire puede ser a través de valorar los efectos en la producción agrícola que provocan

cambios en la calidad de estos recursos. Muchas de las relaciones causa-efecto entre contaminantes específicos sobre la productividad agrícola ya han sido establecidas.

- Cambio en la población de peces debido a contaminación marina

La población de peces se ha visto disminuida debido a la contaminación que han sufrido las costas marinas. Esto provoca un aumento importante en los costos de las pesquerías, ya que deben crecer los esfuerzos de pesca. La valoración de estos efectos en los costos de pesquería son una estimación del valor de la calidad del agua marina.

- Cambio en los servicios de turismo por deterioro del paisaje

La calidad del paisaje es un factor esencial de la función de producción de servicios turísticos, entonces, la estimación y valoración de los efectos del deterioro del paisaje sobre los servicios de turismo proporciona una aproximación del valor del paisaje.

4.4.2 Aplicación del método

La aplicación de este método puede dividirse en dos etapas, primero se debe realizar la determinación del efecto físico y luego, la estimación monetaria de dicho efecto.

- 1) La determinación de los efectos físicos puede ser obtenida por :

Resultados de investigaciones o pruebas de laboratorio. En algunos casos se puede llegar a obtener funciones de daño, las cuales facilitan la estimación. Un ejemplo de estas estimaciones es la determinación de efectos de contaminación marina en población de peces y pesquerías.

Experimentos controlados en los cuales se inducen directamente los efectos de factores ambientales. Un buen ejemplo corresponde a la experimentación de campo en los efectos de distintos contaminantes sobre la producción agrícola.

Técnicas de regresiones estadísticas, cuyo objetivo es aislar la influencia de un efecto en particular desde un grupo de varios efectos.

Es importante destacar que, independiente de la forma de estimar el efecto físico, se debe tener presente que siempre existirá un efecto ambiental natural que deberá ser controlado. Un claro ejemplo de esta situación es el efecto de la erosión de suelos agrícolas; siempre se deberá considerar que existe una tasa de erosión natural y una erosión provocada por las labores agrícolas.

- 2) La valoración monetaria se realiza utilizando los precios de mercado, esto se facilita cuando el mercado es bien comportado y cuando el efecto en producción no es lo suficientemente grande como para afectar los precios de los bienes. En los casos en que el mercado presenta distorsiones, como monopolio, control de precios o protecciones, la utilización directa de los precios actuales implicará mucho error, y no estará reflejando la verdadera valoración de las personas.

En el caso de que el efecto en producción implique cambios en los precios, deberá estimarse el nuevo precio de equilibrio para valorar el cambio en producción. Además, en este caso, deberá incluirse el efecto en el cambio del excedente del consumidor.

4.4.3 Limitaciones

Esta técnica ha sido muy utilizada, porque es de fácil comprensión. El hecho de que se basa en el comportamiento observado de mercado, permite una mejor comprensión para quienes toman las decisiones, al mismo tiempo que considera la producción de bienes y servicios, ítems que potencialmente entran en el PIB, en los presupuestos de las firmas y de los hogares. Al igual que los otros métodos descritos, esta técnica no está exenta de limitaciones, algunas de las cuales ya se han identificado.

(1) El establecimiento de las relaciones entre el atributo ambiental y el efecto que produce puede ser muy complejo. Las relaciones causa-efecto, generalmente, están en función de los supuestos hechos. Esto significa que el valor determinado dependerá de los supuestos definidos a priori. También debe considerarse que las relaciones físicas que se establecen no siempre son extrapolables, es decir, las relaciones de causalidad determinadas en países desarrollados no siempre podrán ser directamente aplicables en los países en desarrollo, ya que existen factores inherentes a las condiciones de cada uno que pueden ser muy distintas.

(2) Como se mencionó anteriormente, en algunos casos es muy difícil determinar el efecto individual de un atributo ambiental de un conjunto de ellos. Por ejemplo, la contaminación aérea surge de varias fuentes y no siempre será posible aislar el efecto de un contaminante en particular, además pueden existir efectos sinérgicos que no podrían ser captados.

(3) Cuando los efectos en producción se traducen en cambio substanciales en los mercados, los requerimientos de información son muy altos, y en el caso de países en desarrollo, mucha de la información de mercado es difícil de obtener e incluso en algunos casos, no existe.

(4) Las relaciones de causa-efecto que se establecen definen la situación con y sin, pero en la naturaleza muchas veces los procesos ambientales son graduales lo que dificulta la asociación de efectos precisos a acciones precisas.

(5) En los casos en que los cambios en producción impliquen modificaciones importantes en el mercado, pueden verse afectados bienes y/o servicios sustitutos y complementarios del bien en cuestión. Hasta ahora esos efectos secundarios o de segunda vuelta no han sido considerados.

4.5 MÉTODO DE PRECIOS HEDÓNICOS

Algunos bienes ambientales pueden ser considerados como atributos de otros bienes que son transados en el mercado. Ejemplos de esto lo constituyen algunas características de los bienes inmuebles como el nivel de ruido o cercanía a calles ruidosas, nivel de contaminación del aire y acceso a parques o vistas escénicas. El bien raíz reflejará la calidad del atributo en su precio, generándose, de esta forma, una demanda implícita por el bien ambiental. Con este método se pretende conocer aquella parte del precio que se debe a los atributos del bien raíz, cuanta gente está dispuesta a pagar por un cambio en el bien ambiental y cual es el valor social asociado a un cambio en el nivel del bien ambiental.

La estimación del efecto del bien ambiental en el precio del inmueble se realiza a través de una estimación econométrica usando una regresión múltiple. La información puede ser tomada de diversas formas: de un conjunto de viviendas de características similares durante un período de tiempo determinado (*i.e.* series de tiempo), tomando una zona más amplia en un momento del tiempo (*i.e.* corte transversal) o mezclando ambos tipos de información (*i.e.* datos de panel). Los cortes transversales aparecen como la forma más usada por los investigadores. Esto se debe a que el control de los demás factores en el tiempo resulta mucho más complicado. De todas maneras es necesario controlar las otras características de

la propiedad, incluyendo aquí todas aquellas que puedan reflejar una diferencia en el precio, a saber: número de habitaciones, tamaño y tipo de construcción y antigüedad entre otras. De esta forma la ecuación hedónica sería:

$$Ph_i = Ph (Si, Ni, Qi)$$

Donde Ph_i = precio de la i ésima residencia

Ph = función de precio

Si = características estructurales de la residencia

Qi = característica atractivas de la residencia

La desventaja de este método es que sólo puede aplicarse cuando los consumidores están conscientes de los beneficios o costos ambientales y pueden ubicar libremente su lugar de residencia o de recreación eligiendo así la combinación de atributos preferida. En efecto, si ellos no perciben los efectos ambientales estos no afectaran su decisión de compra, arriendo o visita (en el caso de parques) del bien. Por lo tanto, la característica ambiental no se verá reflejada en el mercado de propiedades.

La aplicación más común en bienes raíces es en contaminación del aire, donde generalmente se miden niveles de dióxido de nitrógeno, anhídrido sulfuroso, ozono y partículas en suspensión. Pero esta metodología también se ha aplicado a casos de contaminación acústica. Otras aplicaciones han sido aquellas que relacionan el riesgo físico de un determinado trabajo con el nivel de sueldo para estimar el valor de una vida estadística; este método es el de salarios hedónicos.

En 1974, Sherwin Rosen estableció el fundamento teórico de las regresiones hedónicas usadas en esa época. Rosen describió a las viviendas como bienes con diversos atributos mediante los cuales estos pueden diferenciarse. De esta manera los consumidores perciben beneficios de estos atributos y por otra parte los dueños o productores incurren en costos que dependen del nivel del atributo. Así al interactuar los consumidores y productores de estos bienes diferenciados se determina una curva de precios hedónicos de equilibrio. Esta curva está determinada por la relación entre el nivel del atributo ambiental y el precio del bien en el mercado asociado. Es una serie de puntos de equilibrio dados por la tangencia entre las funciones de licitación individual y las curvas de oferta de propiedades con distintos niveles del atributo ambiental. La función de licitación individual representa la disposición a pagar por un bien a distintos niveles del atributo y a un nivel dado de ingreso y utilidad.

Sin embargo, se debe ser cauto ya que esta metodología puede conducir a una sobrestimación de los beneficios resultantes de una mejora en el atributo ambiental. Para evaluar el grado de sobrestimación algunos economistas han llevado a cabo ejercicios de simulación, en donde se ha encontrado que la estimación hedónica puede ser dos o tres veces la verdadera máxima disposición a pagar. Sin embargo, estos ejercicios no consideran todas

las complicaciones de los hechos reales, por lo que resulta adecuado comparar los resultados con los obtenidos en estudios realizados con otras metodologías. Al comparar los resultados con aquellos obtenidos en investigaciones realizadas con métodos que se basan en cuestionarios, se encontraron algunos casos donde se subestimaban los beneficios.

Frente a esto es recomendable contrastar los resultados obtenidos por este método con aquellos resultantes del uso de otras metodologías. Además, Rosen (1974) propone en su artículo un procedimiento de dos etapas para solucionar este problema. Si bien, la aplicación de este procedimiento requiere el uso de avanzadas técnicas, éste sigue siendo una forma de evitar el mencionado sesgo.

Otros problemas presentes en los métodos hedónicos son aquellos relacionados con la estimación econométrica. Producto de la gran cantidad de variables que son incluidas en las ecuaciones es probable encontrar problemas de multicolinealidad, los cuales pueden ser agravados cuando existen relaciones directas entre la variable ambiental y las características de los inmuebles o de los barrios. Al respecto algunos estudios sugieren que si bien se deben incluir todas las variables relevantes, a veces puede ser conveniente excluir aquellas que no hacen un aporte significativo.

La especificación de la forma funcional ha sido otro problema; si bien la teoría indica qué variables se deben incluir, no especifica en que forma hacerlo: por lo que esto se debe tratar desde un punto de vista empírico. Algunos estudios realizados para determinar el efecto del uso de diferentes especificaciones, han llegado a la conclusión que esto puede conducir a significativas diferencias en las estimaciones de los beneficios. En un estudio de diversas formas funcionales, se propuso una forma funcional muy general y flexible llamada Quadratic Box-Cox. Sin embargo, en un experimento de Monte Carlo con diversas formas funcionales se concluyó que las formas más simples de la especificación cuadrática Box-Cox, es decir las lineales, pueden ser las mas adecuadas. Éstas entregan mejores resultados cuando la especificación no es la correcta, como en los casos en que hay variables no observadas; uso de variables proxy.

Decidir cuales son los límites del mercado del bien a considerar es otra dificultad de esta metodología. Como regla general se suele considerar a una ciudad que está considerablemente aislada de otras como la unidad básica. Sin embargo, dentro de una misma ciudad se pueden encontrar diferencias que lleven a pensar en distintos mercados. De esta forma si el investigador asume que la ciudad es un sólo mercado cuando en la realidad éste está segmentado, los coeficientes que estime estarán sesgados. Si asume que existen varios segmentos y en realidad es un sólo mercado, sus estimaciones serán imprecisas y probablemente no tenga suficientes datos de cada segmento. Los mercados se pueden considerar segmentados cuando existen barreras entre cada segmento, siendo éstas de tipo geográficas, por falta de información o de discriminación étnica. Esto último sin embargo, no ha sido importante en estudios hedónicos. Otra forma de resolver este dilema es en forma

empírica; usando el test F. No obstante, se ha demostrado que éste puede presentar severas limitaciones para probar la existencia de distintos segmentos.

Este método sólo puede aplicarse cuando los consumidores están conscientes de los beneficios o costos ambientales y pueden ubicar libremente su lugar de residencia eligiendo así la combinación de atributos preferida. Finalmente, otro aspecto que se debe considerar al realizar una investigación de este tipo es qué información de precios se usará, si los valores de arriendo o los precios de venta de las propiedades. Los precios de arriendo son teóricamente mejores pero en algunos países este mercado puede tener graves imperfecciones. Los precios de arriendo son mejores ya que los valores de venta pueden reflejar no sólo los niveles actuales del atributo sino también los esperados en el futuro, lo que estaría entregando una disposición a pagar errónea por el actual nivel del atributo.

4.6 MÉTODO DE COSTO DE VIAJE

El método del costo de viaje fue propuesto por primera vez en 1949 por Harold Hotelling para evaluar el beneficio económico de los servicios recreativos de los parques nacionales en los Estados Unidos. El fundamento de estos modelos es una extensión de la teoría de demanda, en la cual se le da especial importancia al valor del tiempo y a la elección del lugar a ser visitado. Lo que se busca es determinar la demanda por los servicios recreativos de cada lugar. Sin embargo estos modelos sólo pueden ser usados en los casos en que el viaje es una parte necesaria para obtener el servicio recreativo.

Para obtener la información se debe encuestar a los visitantes de los parques o sitios de recreación. Estas encuestas contienen preguntas acerca de: el precio que pagaron los entrevistados por obtener el servicio, la frecuencia de uso del lugar, características y lugar de origen del entrevistado, entre otros. El precio pagado por el servicio recreativo se obtiene de la suma de: los costos de transporte hasta el lugar, los costos de equipamiento, los costos de alimentación y alojamiento, el precio de entrada y el costo del tiempo de viaje. Así la ecuación de costo de viaje es:

$$pr = f + Pd * d + pw (t1 + t2)$$

Donde pr = costo total del viaje f = precio de entrada al parque
 Pd = costo por kilometro d = kilómetros recorridos
 pw = salario por hora $t1$ = tiempo de viaje
 $t2$ = estadía en el parque (hrs)

Esta metodología asume que existe una demanda por los servicios que puede proveer un determinado parque, dados sus atributos y los de otros lugares con características semejantes. Esta demanda se expresa en términos de costos por visita (precio) y numero de visitas

(ver Figura 4.3). De este modo un cambio en la calidad de los servicios ofrecidos en el parque, determinará un cambio en los beneficios percibidos por la sociedad (área sombreada). La calidad de los servicios ofrecidos está determinada por el nivel de los atributos del lugar. En estos casos se obtiene un valor asociado a un nivel de calidad del parque, expresada en términos de infraestructura para el visitante, calidad ambiental (nivel de contaminación de las aguas) y otras.

La demanda por visitas al parque esta dada por:

$$r_i = \beta_0 * (f + P_d * d) + \beta_1 * p_w * (t_1 + t_2) + \varepsilon$$

Donde:

r_i = número de visitas

β_0, β_1 = coeficientes asociados a cada variable

ε = error estadístico

Esta ecuación se estima para cada parque; y por lo tanto, no se puede estimar el efecto de los atributos del parque sobre la demanda. Entonces para valorar los atributos o cambios en ellos es necesario un método alternativo. Una alternativa que se emplea es la técnica de los parámetros variables, en el cual se examina como varían los parámetros de la demanda de un sitio a otro, asociando por ejemplo, el nivel de contaminación de las aguas con el número de visitas. Así, se obtienen distintas pendientes de la curva de demanda para diferentes niveles de contaminación. Esta información permite estimar los beneficios asociados al cambio de calidad del recurso. Si bien, el método es utilizado actualmente en los Estados Unidos, requiere de mucha información para poder realizarse lo cual dificulta su implementación.

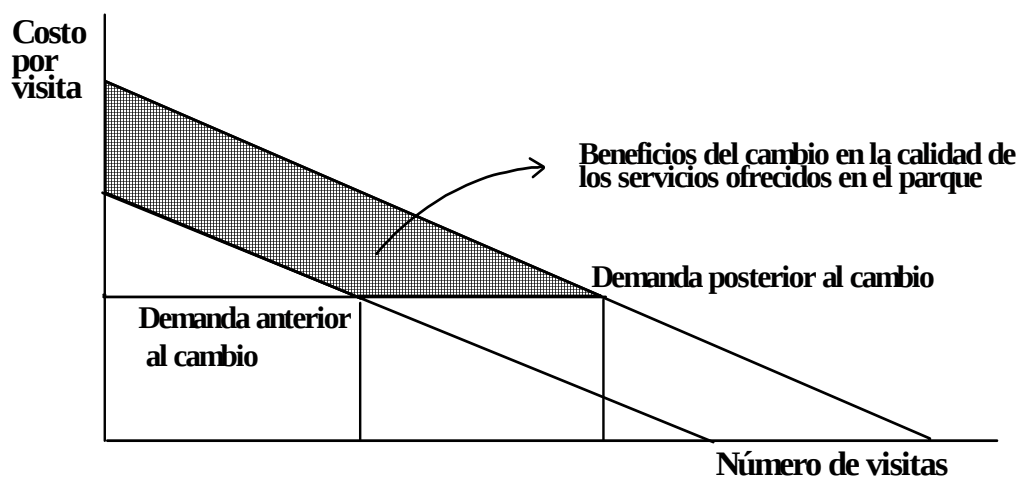


Figura 4.3

En el cálculo de los beneficios recreacionales se han usado dos tipos de modelos: aquellos con variables discretas y aquellos definidos con variables continuas. Estos últimos toman como

variable independiente el número de visitas y como variables explicatorias las características del núcleo familiar. Esta metodología tiene el inconveniente de requerir mucha información para poder caracterizar en forma adecuada a la familia. Además presenta problemas de como se deben tratar las diferentes duraciones de las visitas y de como enfrentar el hecho que los entrevistados sólo representan una parte de todos los interesados en el lugar, ya que excluye a los potenciales visitantes.

El primer punto podría solucionarse conociendo la duración de cada visita pero esto no es fácil de conseguir. Sin embargo, un estudio del U.S. *Environmental Protection Agency* (E.P.A.) en el cual se investigó los efectos de ignorar el largo de la visita, se llegó a la conclusión que esto produciría una sobrestimación del número de visitas. Pero también se determinó que el efecto en la pendiente de la curva de demanda no era muy significativo. El segundo problema, esto es, el hecho que la demanda esté determinada sólo por personas que visitan el lugar, ignorando a los que no la hacen, se conoce como sesgo de truncamiento, y tiene como efecto una disminución en la pendiente de la curva de demanda (aplanamiento) y una consiguiente sobrestimación del cambio en los beneficios. Para corregir este problema, existen métodos econométricos.

Los modelos discretos son utilizados en los casos en que se presentan una gama de posibles lugares para visitar y la elección entre estos se hace en forma competitiva. El modelo de utilidad aleatoria (*Random Utility Model-RUM*) es especialmente útil cuando participan lugares que son sustitutos entre si. El RUM estima la probabilidad de elegir un lugar en función de las características de éste y de otros lugares, así como también de las características de la familia. Esta metodología tiene la limitación de no poder determinar las frecuencias de las visitas. Esto puede ser superado agregando al modelo una ecuación continua de demanda por viajes a los distintos lugares.

4.7 EL MÉTODO DE COSTO DE VIAJE HEDÓNICO

Cuando se desea medir es el valor de una característica particular del parque, tal como presencia de *zona de picnic, zona de camping, posibilidad de realizar deportes acuáticos, información para visitantes, senderos, etc.*, entonces se debe utilizar un modelo de “costo de viaje hedónico” el cual es capaz de estimar los valores de las características del parque que se deseen conocer. Este modelo se basa en la teoría de las preferencias reveladas; es decir, una familia o un visitante libre de elegir entre distintos parques, viajará más lejos (pagará un costo de viaje mayor) sólo si el parque tiene, a su juicio, mejores características que uno más cercano. Una vez conocido el precio sombra de la característica se proyecta la nueva demanda y se mide la diferencia del excedente de los consumidores como el beneficio de establecer la nueva característica.

Diferentes personas enfrentarán diferentes precios implícitos para la visita de un parque y diferentes precios para visitar distintos parques. La respuesta de las personas a estas variaciones es la base para estimar el valor de un parque y los cambios de calidad de estos. Dado que las personas enfrentan un costo de viaje, su elección está en elegir el número de visitas que harán a ese lugar durante un período determinado (por ej. un año); de esta forma se puede calcular la demanda compensada por visitas al parque. El área bajo la curva de esta demanda equivale al valor del parque. A pesar de que la demanda por un parque puede ser estimada en forma agregada, lo común es estimarla a nivel individual y luego sumar los valores individuales. El valor en el cambio de calidad se calcula estimando el área entre dos demandas compensadas para un mismo parque, una con la característica que otorga mayor calidad y la otra sin aquella característica. Para saber como cambiará la demanda al agregar la nueva característica se deberá conocer cómo esta característica afecta la función de demanda o conocer su precio sombra.

Otra perspectiva es: un individuo decidirá si visita o no un parque y si decide hacerlo, cuál parque elige. De esta forma enfrentamos un modelo de utilidad de elección discreta. El valor del bienestar de un individuo se calcula con los parámetros de la función de utilidad indirecta. Dado que las características del parque están incorporadas a la función de utilidad indirecta, los cambios en las características se pueden medir como cambios en el nivel de bienestar.

El modelo de costo de viaje hedónico se basa principalmente en el supuesto de que el costo de visitar el lugar j desde el origen k es en función de las características de j . De esta forma cada origen es tratado como un “mercado hedónico” distinto, donde la comparación está en la elección del parque que visitan los distintos individuos de una misma localidad, dada su función de utilidad y su restricción presupuestaria.

Por costo de viaje se entiende el total de desembolso hecho por el individuo (gasto en pasaje, bencina, peajes, alimentación, alojamiento, valor de la entrada, si la hubiese, etc.) más el costo de oportunidad del tiempo empleado en el viaje (su salario u otra aproximación). En ocasiones el viaje en sí resulta agradable, entonces no todo el tiempo empleado en la aproximación al parque resulta un costo para el visitante. El número de días de estadía en el parque resulta irrelevante ya que el valor de la característica sólo se relaciona con el costo de viajar más lejos.

El método de costo de viaje hedónico se estima en dos etapas. En la primera etapa se realiza una regresión para cada lugar de origen con la necesaria variación en la variable independiente y dependiente a causa de los distintos lugares de destino. Esta regresión requiere que exista homogeneidad en el grupo; es decir, idénticos costos de viaje para los individuos de un origen para visitar el parque j . De esta forma sólo se manifestarán las preferencias de los individuos por los distintos parques. Formalmente, la primera etapa involucra la estimación de

$$C_{ij} = b_{0j} + b_{1j} A_i + b_{2j} D_i + e_i \quad \text{para todo } j$$

donde C_{ij} es el costo de viaje desde el origen j hasta el sitio i ; A_i es un índice de la característica A y D_i es un índice de la característica D y e_i es un término de error.

Una vez que la ecuación de la primera etapa ha sido estimada, se calculan las funciones hedónicas utilizando los valores marginales para las características derivando los precios hedónicos para los individuos de cada origen a cada sitio al nivel de la característica del sitio en cuestión. En esta segunda etapa se incorporan variables de nivel de ingreso (Y), etnia (E); y también se incluye una variable instrumental para el número de visitas ($\hat{x}$). El número de visitas se estima regresándolo con otras variables como ingreso y etnia.

Se establece la ecuación de la función hedónica:

$$\begin{aligned} P A_i &= a_0 + a_1 A_i + a_2 D_i + a_3 Y_i + a_4 E_i + a_5 \hat{x}_i + u_i \\ P D_i &= d_0 + d_1 A_i + d_2 D_i + d_3 Y_i + d_4 E_i + d_5 \hat{x}_i + w_i \end{aligned}$$

donde

$$\begin{aligned} b_{1j} &= P A_i \\ b_{2j} &= P D_i \end{aligned}$$

y $P A_i$ es el valor de la característica A presente en el parque i . Si A_i cambia entonces se obtiene un valor distinto de $P A_i$. La diferencia entre ambos valores es el beneficio de agregar o mejorar la característica A en el parque i .

El número de visitas ($\hat{x}$) es una variable instrumental, la cual es función del ingreso, nivel educacional, sexo, estado civil, nacionalidad, número de hijos y actividad que desempeña.

Para las estimaciones se emplean datos de corte transversal, los cuales son obtenidos al encuestar a los visitantes de los Parques Nacionales..

4.8 Métodos para valorar cambios en las probabilidades de Mortalidad y Morbilidad:

Uno de los servicios básicos del ambiente es preservar la vida humana. Cambios en el ambiente causados por un aumento en la polución, pueden aumentar la incidencia de enfermedades, impedir las actividades diarias e incluso podría reducir las expectativas de vida.

Algunos métodos y técnicas para estimar monetariamente los cambios producidos en la salud humana provocados por cambios ambientales son:

-salarios hedónicos

- costo de tratamiento
- funciones de producción de salud
- capital humano
- valorización contingente
- disposición marginal a pagar.

La primera relación que se debe establecer es entre el cambio ambiental y el estado de salud y la segunda relación es entre el estado de salud, o cambios en la probabilidad de muerte, y su equivalente monetario.

Para establecer la primera relación se requiere conocer la función dosis-respuesta:

Las funciones dosis-respuestas informan sobre la incidencia que un cambio en la variable objeto de estudio tiene sobre un receptor determinado. En este caso, el impacto que tienen sobre la salud de las personas, o su riesgo de muerte.

Este puede ser un análisis *temporal*, en el que se estudian los cambios en las tasa de mortalidad o morbilidad que se producen en una zona determinada, día a día, en función de los cambios en la calidad de la variable ambiental contemplada. También se puede hacer una análisis *diagonal*, en que se comparan las tasas de mortalidad o morbilidad de localidades diferentes en un momento determinado del tiempo, y se relacionan con los niveles de calidad ambiental de cada una de ellas.

Los efectos pueden ser *indirectos*: el medio afectado directamente es distinto al medio en que finalmente incide sobre la salud de las personas. *Inespecíficos*; es decir, que el impacto sobre la salud sea causado por múltiples factores, sin que sea fácil discriminar cuál de ellos es el responsable, o cómo se relacionan entre sí. *A largo plazo*: ej. la acumulación biológica de metales pesados.

La función dosis-respuestas son aplicadas principalmente a cambios en la tasa de morbilidad y cambios en la tasa de mortalidad.

4.7.1 Cambios en la tasa de morbilidad.

En este caso se necesita previamente definir la variable independiente. Las medidas de morbilidad por lo general reflejan la respuesta a la enfermedad más que la condición de la enfermedad. Este tipo de respuestas pueden ser : disminución de las actividades normales, días de cama, ausencia laboral o pérdida del trabajo. Lo que se ha usado en estudios anteriores es el número de días de ausencia laboral por causa de los malestares causados por el problema ambiental o baja en el rendimiento laboral. El usar estas variables implica considerar los tipos de personas y de empresas ya que no todas responden de igual forma. Se requiere entonces, información sobre las edades, sexo, renta, ingresos extra laborales, raza, estado civil, fumador, oficinista, etc. Con esta serie de variables se estima una regresión cuya

forma funcional no esta previamente definida. Con la media de las variables y los coeficientes estimados en la regresión se calculan las elasticidades. Otros estudios han considerado el número de días con ocurrencia de síntomas. La elección del síntoma con el cual se va a medir el impacto tiene importantes implicancias tanto en la valoración como en las estrategias médicas. Esta manera de valorar los daños en la salud implica que las personas están conscientes del daño y quieren evitarlo. Sin embargo, existe otro tipo de daño que escapa a la percepción de los individuos y sólo los médicos están conscientes de ellos; esto disminuirá la disposición a pagar de los individuos para eliminar los efectos dañinos.

La morbilidad, contrario a la mortalidad, no es un proceso discreto sino que involucra un período de tiempo de duración de la enfermedad, el cual debe ser considerado.

4.7.1 Cambios en la tasa de mortalidad.

Esto se logra con una regresión que puede ser lineal o de otra forma entre la tasa de mortalidad de la población objeto y una serie de variables explicatorias donde se encuentra el problema ambiental en estudio. Esto puede ser estimado utilizando un análisis diagonal de distintas poblaciones o temporal de una población que esta siendo o fue afectada. Una vez estimado los parámetros de la regresión y conociendo las medias de las variables se procede a calcular la elasticidad correspondiente de la variable bajo estudio.

Un ejemplo de dosis-respuesta es el estudio realizado por el Banco Mundial: Contaminación del aire y Mortalidad, resultados de Santiago de Chile (Ostro, Sanchez, Aranda y Eskeland; 1995). En este estudio se establece una relación entre el nivel de contaminación y el número de muertes.

En la Figura 4.4 se muestra la relación de muertes diarias para los distintos días del año. Estas se comparan con los datos diarios de PM10, máximo PM10, ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de sulfuro, temperatura máxima y mínima, muertes por enfermedades respiratorias, cardíacas, muertes femeninas, masculinas y personas sobre 65 años. Además, el análisis se realizó usando distintas formas funcionales y técnicas econométricas de ajustes.

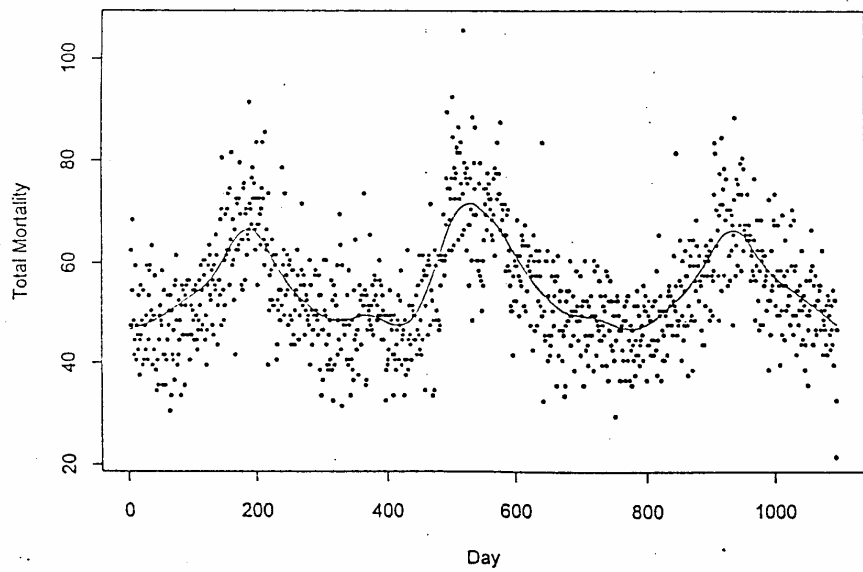


Figura 4.4: Mortalidad no ajustada versus día del estudio

En la Figura 4.5 se presenta la función dosis-respuesta entre PM10 y mortalidad ajustada por mínimos cuadrados.

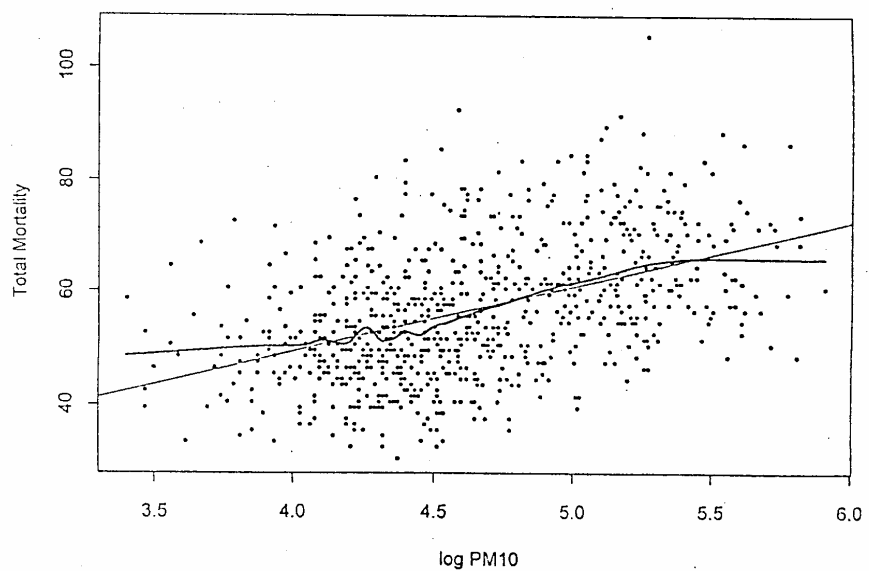


Figura 4.5: Ajuste por Mínimos cuadrados y suavizado

En la Figura 4.6 se ilustra la relación entre muerte y temperatura. Aquí se puede mostrar que existe una relación más marcada entre ambas variables que en el caso de PM10.

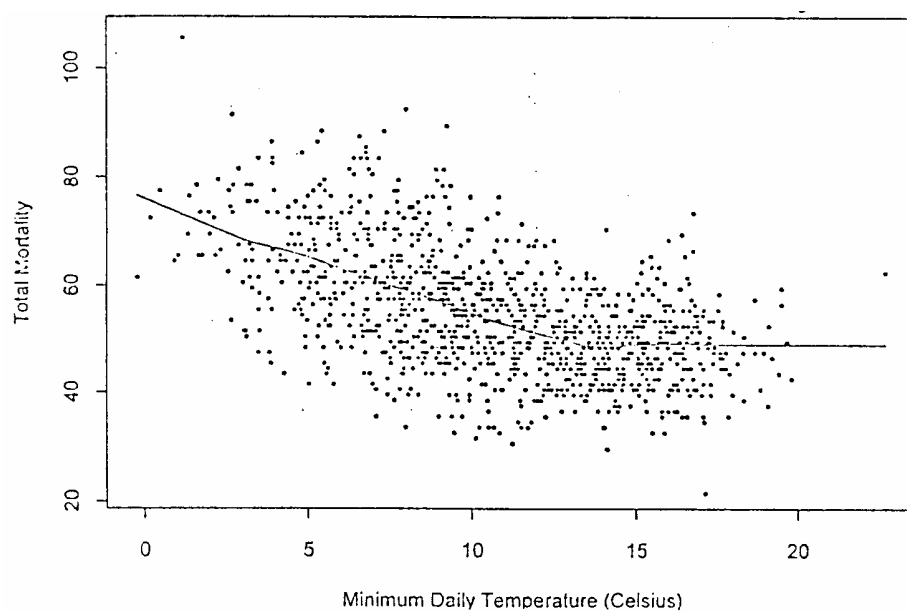


Figura 4.6: Asociación de la temperatura y la mortalidad

En la Figura 4.7 se presenta la relación entre la mortalidad ajustada por las covarianzas del resto de las variables y los niveles de PM10 usando el modelo de regresión Poisson

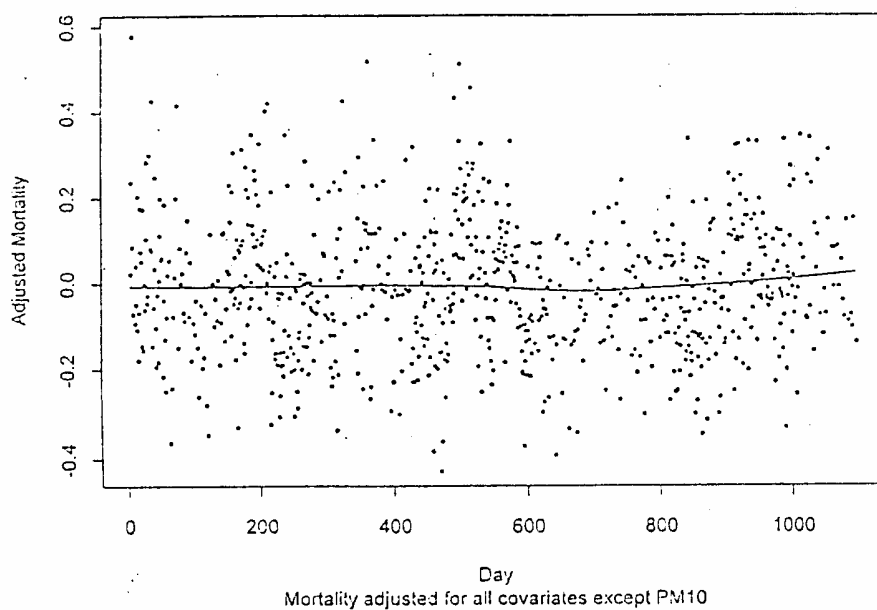


Figura 4.7: Ajuste suavizado de los residuos usando el modelo Poisson

En la Tabla 4.1 se muestran como cambia el resultado de las estimaciones al usar distintas formas funcionales para determinar la relación entre el riesgo relativo de muerte y los niveles de PM10.

Tabla 4.1: Riesgo relativo de PM10 usando distintos modelos de regresión.

Modelo	Riesgo Relativo
1. Ordinary Least Squares (OLS)	1.08
2. Poisson	1.08
3. Respiratory-specific	1.15
4. OLS using 3-day moving average	1.12
5. Ordinary Least Squares with trig terms	1.04
6. M-estimation	1.09
7. Least Trimmed Squares	1.09
8. Generalized Additive Model	1.09

En la Tabla 4.2 se compara los resultados de este estudio con otros estudios similares realizados en otros países. Aquí se puede apreciar que los valores encontrados no difieren mayormente de los encontrados en otras ciudades.

Tabla 4.2: Modelos de series de tiempo y Mortalidad total diaria

Study	Mortality Coefficient Percent/10 μ /m3	Pollutant Measure Used	Mean PM10 μ g/m3 (converted)
Philadelphia	1,3% (.7,1.8)	2-day TSP	42
Detroit	1,1% (.5,1.6)	1-day TSP	48
Utah Valley	1,6% (.9,2.3)	5-day PM10	47
Birmingham,Alabam	1.1% (.2,2)	3-day PM10	48
Steubenville, Ohio	.7% (.4,.9)	1-day TSP	62
Beijing, China	.7% (.05, 1.4)	1-day TSP	206
Santiago, Chile	.7% (.5,1)	1-day PM10	48
Santiago, Chile	1.1% (.6,1.5)	3-day PM10	48

4.8 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS CAMBIOS EN LAS TASA MORBILIDAD.

4.8.1 Costo de tratamiento.

Esto incluye costo de diagnóstico, costo de hospitalización y tratamiento, días de trabajos perdidos y días de actividad restringida. Es conveniente tener en cuenta que los costos relevantes son los marginales originados por la presencia de un nuevo enfermo y no los costos medios por enfermo. También es importante considerar quienes pagan los costos; si estamos en el caso de que existe un sistema de seguridad social, son el total de contribuyentes los que pagan. En el caso contrario será la familia quien pague. En un caso intermedio donde existan pólizas, serán las compañías de seguro las afectadas. En el caso de los días de trabajo perdidos, el valor económico de los mismos se computa observando el salario de la persona afectada. En el caso de días de actividad restringida se les atribuye un porcentaje del salario. En este caso se debe diferenciar el nivel de restricción, si esta es leve o severa. En el caso de que el afectado sea una persona que realiza labores domésticas y no percibe salario se le imputa el salario de mercado de un trabajo similar. En el caso de días perdidos de escolaridad se le imputa parte del salario al que pueda optar la persona que cuidará del menor.

Existe otro tipo de daños provocados por el ambiente como los niveles de plomo en la sangre, lo que disminuye la capacidad intelectual de los niños y el crecimiento. Estos efectos resultan muy difíciles de valorar. Algunos esfuerzos se han realizado para determinar el costo de educación especializada y baja productividad de individuos mentalmente disminuidos. Sin embargo, el mayor costo de educación y el menor salario son solo parte de la estimación de la disposición a pagar por evitar estos efectos adversos.

4.8.2 Funciones de producción de salud

Este método se basa en la función de utilidad que considera salud y otros bienes. Por otra parte el nivel de salud está en función de los gastos en cuidados médicos, variables ambientales y un conjunto de variables exógenas que también lo afectan (edad, educación, sexo, ingreso, raza, presencia de enfermedades crónicas, etc.). Tomando en cuenta la restricción presupuestaria a la que se enfrenta la persona es posible llegar a una expresión que nos indique el gasto óptimo en cuidados médicos y el cambio en el gasto que produciría una modificación en alguna de las variables; en este caso la variable ambiental. La ventaja de este método en relación al anterior, es que las personas deciden el nivel de salud que desean alcanzar.

Un estudio encontró que las personas analizadas estaban dispuestas a pagar hasta un total de 25 dólares por la reducción de un 30% en los niveles de ozono en la zona de San Luis, EEUU, (donde los niveles de ozono son muy elevados).

4.8.3 Método de valoración contingente

Este método será explicado con mayor detalle en el capítulo Valoración Contingente.

4.9 VALORIZACIÓN ECONÓMICA DE LOS CAMBIOS EN LA TASA DE MORTALIDAD.

Establecer un valor para la vida humana resulta difícil, controversial e incluso puede parecer inmoral. Pero los hombres en el día a día y los gobiernos en la toma de sus decisiones consideran los cambios en la probabilidad de muerte. De estas consideraciones se puede inferir el precio implícito que las personas asignan a los cambios en la probabilidad de muerte. Incluso algunas personas aceptan trabajos de mayor riesgo de accidente porque el salario es mayor. Este diferencial de salario puede ser estimado con el método de salarios hedónicos y esto equivaldría al monto de la disposición a aceptar por el riesgo asumido. Se debe recalcar que lo mencionado aquí es disposición a pagar o aceptar por **un cambio discreto y pequeño en la probabilidad de muerte** y no en el valor que las personas asignan a su vida.

Una alternativa a la disposición a aceptar o pagar para valorar los cambios en la probabilidad de muerte es el método del Capital Humano.

4.9.1 Método del Capital humano

En este caso, el valor de la vida humana vendría dado por lo que la persona en cuestión deja de producir (producción neta) si muere. Es decir, lo que vaya a producir el resto de su vida en términos de valor presente y considerando la probabilidad de que la persona siga viviendo. Los ingresos antes de impuestos, producto del trabajo, reflejan el interés del gobierno y de la sociedad en la productividad de una persona. A pesar que el valor que este método pueda entregar a la vida resulte a lo menos incompleto, ya que ignora otros aspectos, ha sido ampliamente usado para valorar los beneficios del control de la polución ambiental.

Existen tres problemas principales asociados a este método. El primero es si se debe descontar el consumo que las personas realizan para determinar el valor neto que representan; sin embargo, esto es contrario a la teoría del bienestar personal. Otro asunto es como se valoran las personas que no realizan trabajos remunerados como las dueñas de casas. En este caso lo que se ha realizado es asumir que ganan el sueldo de un sirviente o de una actividad remunerativa a la que pudieran optar. Un tercer punto muy importante es el valor que se le asigne a la tasa de descuento; especialmente cuando se valora la vida de los niños, estos resultan muy sensibles a la tasa de interés utilizada. La literatura menciona valores entre 7 y 10%. Alguna de las implicancias de la aproximación del capital humano es

que los niños, que no son productivos, resultan menos valorados que un adulto en su peak productivo y otros tipos de discriminación por sexo, raza y edad.

VALOR PRESENTE DE INGRESOS FUTUROS DE VARONES DE DISTINTA EDADES (US\$)			
EDAD (años)	<i>tasa de descuento</i>		
	2,50%	6%	10%
1 A 4	761.047	205.101	59.859
20 A 24	967.221	534.799	320.114
40 A 44	625.508	454.972	338.232
65 A 69	47.506	40.886	35.304

Fuente: Landefel y Seskin (1982)

4.9.2 Disposición marginal a pagar

Una alternativa al método del capital humano es un modelo económico sobre las elecciones de las personas bajo incertidumbre. Este modelo considera la disposición a pagar para reducir el riesgo de muerte y relacionado a otras medidas económicas como ingreso y la compra de seguros de vida. Este modelo se basa en el supuesto que las personas hacen su elección de riesgo de muerte de manera de maximizar su utilidad esperada. Este modelo asume que las personas conocen sus riesgos de muerte y que saben como estos cambian al tomar sus decisiones. El modelo se usa para estimar la disposición a pagar (aceptar) por una reducción (aumento) en la probabilidad de muerte, definido como la suma de dinero que puede ser tomada (entregada) del (al) individuo sin afectar su nivel de utilidad. El problema de este modelo está en asignar un tiempo; ya que los riesgos en la salud, en el caso de los problemas ambientales, dependen del período de exposición. También los aspectos de incertidumbre acerca de la sobrevivencia de cada día de la persona en cuestión. El modelo considera decisiones intertemporales y estima la disposición marginal a pagar por aumentos en la probabilidad de vida.

4.9.3 Salarios Hedónicos

Este método es una aplicación a los precios hedónicos. Este método se basa en la estimación del nivel de ingreso que un trabajador está dispuesto a sacrificar por trabajar en actividades más seguras ya que implican un menor riesgo de muerte. Las diferenciales de salarios por trabajos más riesgosos son la base de este método. Claramente, el atractivo de este método se encuentra en el hecho que está basado en el comportamiento real de las personas y no en la respuesta hipotética a un cuestionario.

Sin embargo, existen problemas asociados a estas estimaciones. La principal crítica es que las diferenciales de salarios son recibidas para compensar cambios en riesgos voluntarios, mientras que los cambios de riesgo debido a impactos ambientales no son voluntarios. En

segundo lugar, las personas que aceptan estos diferenciales son las menos aversas al riesgo y por lo tanto este método puede generar una subestimación del efecto.

CAPÍTULO V

MÉTODOS DE VALORACIÓN DIRECTOS

Los métodos directos intentan valorar un recurso obteniendo información de los demandantes aunque no exista un mercado formal. Es decir estos no utilizan información de transacciones efectivas en mercados relacionados como los métodos indirectos.

Se basan en información hipotética, revelada por personas y obtenida a través de encuestas o experimentos.

Una de las principales ventajas de estos métodos son el no requerir de información de transacciones efectuadas en el mercado. Además, es aplicable a una amplia gama de condiciones y permite estimar diversos tipos de valor, como el de existencia que no puede ser estimado por otros métodos.

Su principal desventaja es que por ser una situación hipotética la información obtenida sólo es contingente con esa situación.

5.1 EL MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE (MVC)

5.1.1 Visión General

Este método intenta determinar el valor económico que las personas otorgan a los cambios en bienestar derivados de una modificación en la oferta de un bien ambiental.

Para obtener la estimación del valor económico, se debe definir cual es el cambio en el recurso que queremos valorar y cual es la población afectada por este cambio.

Luego, se utilizan encuestas donde se crea un mercado hipotético y se pregunta por la máxima disposición a pagar (DAP) o a aceptar (DAA) por el cambio en el bien ambiental.

Finalmente, con la información recopilada se realiza una estimación econométrica de la DAP media de la población y se estima el valor total asignado al recurso.

Los orígenes del método se remontan al año 1947 cuando Ciriacy- Wantrup sugirió el uso de entrevistas directas para medir los valores asociados a los recursos naturales.

Sin embargo, fue Robert K. Davis quien a principios de los sesentas, desarrolló este método como parte de su tesis doctoral para estimar el valor de los Bosques de Maine para un grupo de cazadores y excursionistas.

En 1979, el *Water Resource Council* de los EE.UU. recomendó el uso de este método para valorar beneficios en inversiones públicas.

En 1986 en el CERCLA se le reconoció como un método apropiado para medir beneficios (y daños) consolidando así su respetabilidad.

5.1.2 Bases Teóricas

Para evaluar una política económica es necesario medir sus costos y beneficios. Esto es, darle un valor monetario a todas las pérdidas y ganancias que se generen, para así obtener el beneficio neto de la política.

La manera tradicional de medir el beneficio del consumidor es a través de su excedente, el cual es calculado estimando el área bajo la curva de demanda Marshalliana y sobre la línea de precio. En el Gráfico N°1 el área $a+b$ bajo la curva de demanda D representa un cambio en este excedente, producto de un aumento o una disminución de la cantidad ofrecida. Sin embargo, como se presentó anteriormente esta medida no manifiesta un cambio verdadero en el bienestar del consumidor ya que considera el nivel de ingreso (monetario) constante y no el nivel de utilidad.

En cambio se pueden utilizar las medidas compensatorias que están asociadas a las demandas Hicksianas (H_0) que mantiene el nivel inicial de utilidad constante y las medidas equivalentes que se asocian a demandas Hicksianas (H_1) que mantiene la utilidad final constante.

La **variación compensada** es la cantidad mínima de dinero que un individuo acepta (DAA) en forma voluntaria por un cambio desfavorable en una política o acción para quedar con el mismo nivel de utilidad, o la cantidad máxima que está dispuesto a pagar (DAP) por un cambio favorable.

La **variación equivalente** es la cantidad máxima de dinero que un individuo pagaría (DAP) para evitar un cambio desfavorable o la cantidad mínima que el aceptaría (DAA) para renunciar a un cambio favorable

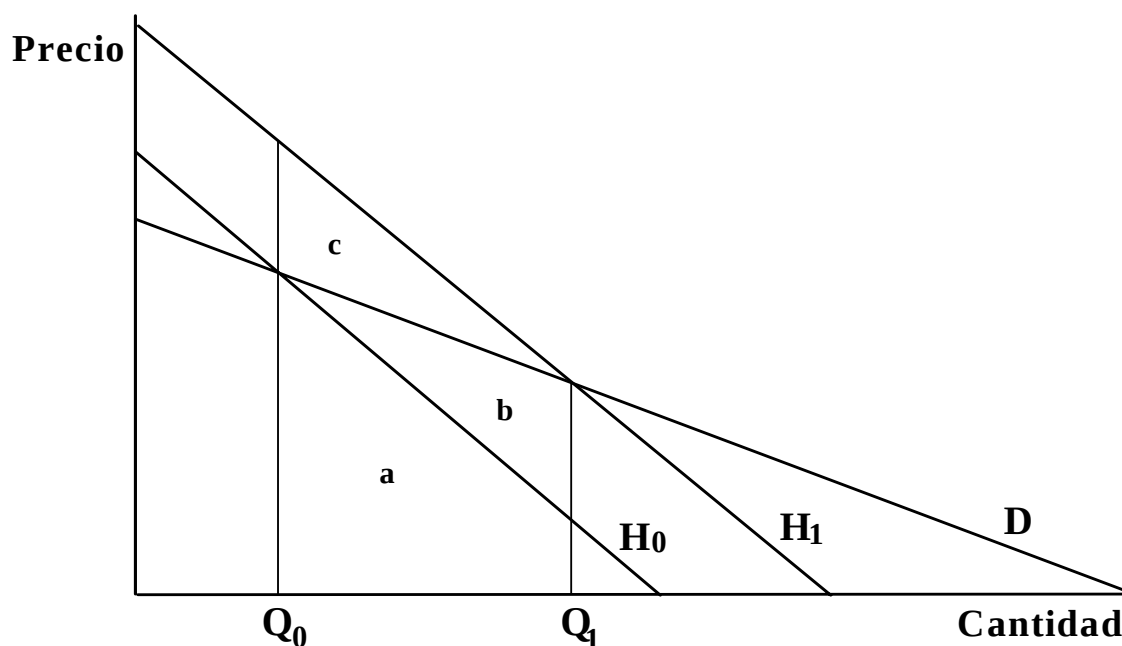


Figura N° 5.1

En el Figura N° 5.1 se aprecia que para un bien superior, el cambio en el variación compensatoria corresponde al área a y para el excedente equivalente equivale al área $a+b+c$.

Estas medidas involucran un pago o una compensación al consumidor dependiendo de los derechos de propiedad que caractericen al bien.

Las medidas **compensadas** asumen que la persona tiene derecho a su nivel actual de utilidad o alternativamente que los derechos de propiedad vigentes son los que poseía desde un principio.

En cambio las medidas **equivalentes** asumen que el individuo tiene derecho a un nivel de utilidad diferente del actual o que los derechos de propiedad vigentes son distintos a los que tenía o creía tener el individuo inicialmente.

Normalmente para la evaluación de políticas, se prefiere conocer los beneficios respecto del nivel inicial de utilidad.

Así, la variación compensatoria para una alza en la cantidad ofrecida del bien se puede interpretar como la máxima disposición a pagar (DAP) por obtener ese aumento manteniéndose constante el nivel inicial de utilidad. Para una baja en la cantidad esta medida se puede interpretar como la mínima compensación que el individuo está dispuesto a recibir (DAA) para mantenerse en el nivel inicial de utilidad después de disminuir el consumo del bien.

Si existiera un mercado para el bien en cuestión, la mejor aproximación para estimar estos valores se obtendría utilizando la aproximación de Willig sobre el excedente del consumidor de la demanda Marshalliana mencionada anteriormente. Pero cuando no existe un mercado se deben utilizar métodos alternativos.

Con los métodos directos estas medidas se pueden obtener directamente de las encuestas evitando así realizar una serie de supuestos sobre el comportamiento de los agentes, que utilizan los métodos indirectos. Esta información se obtiene mediante el uso de preguntas que extraen la DAA o la DAP directamente del entrevistado. Al respecto, ha existido una larga discusión en la literatura sobre la validez de estas dos medidas.

5.1.3 DAP versus DAA

En diversos estudios se han encontrado grandes diferencias en los valores que estas medidas entregan al aplicarlo a un mismo grupo de personas y en relación a un mismo bien. En estos estudios, el valor de la DAA ha resultado ser significativamente superior al de la DAP, mientras que la teoría económica indica que la diferencia entre estos valores no debería ser tan grande o debiera ser nula.

Una razón que se ha dado para explicar este fenómeno es el rechazo por parte de los entrevistados de los derechos de propiedad implícitos en las preguntas de tipo DAA. Estos responden con valores muy elevados como una forma de protestar o vetar el cambio en el bien ambiental. Por ejemplo, es común que al preguntar cuanto estarían dispuestos a pagar por evitar una disminución en algún atributo, a personas que creen tener derechos sobre el bien, respondan cero por considerar que ellos deberían ser compensados por el cambio y no tener que pagar.

Otra explicación que se ha dado es el hecho que los entrevistados son precavidos al responder las preguntas. Es decir, en una situación bajo incertidumbre, de aversión al riesgo y de falta de tiempo para encontrar su solución óptima, ellos entregarán respuestas más conservadoras: esto es una mayor DAA y una menor DAP que los que revelarían en una situación donde no hubiera escasez de tiempo para decidir, no fuesen aversos al riesgo y tuvieran perfecta certidumbre.

Otra hipótesis basa su explicación en la teoría de perspectiva (*prospect theory*.) Esta teoría nos dice que el individuo no valora en forma simétrica una ganancia en comparación a una pérdida de la misma magnitud, es

decir valora más el hecho de no perder su *status* actual que el hecho de incrementarlo en la misma cantidad. Esto se traduce en que los individuos exigirán una mayor compensación al requerirles su DAA. Esta teoría explicaría la diferencia empírica que existe entre DAA y DAP.

Finalmente, otra hipótesis establece que la diferencia entre la DAP y la DAA depende de dos parámetros desconocidos: la elasticidad ingreso y la elasticidad de sustitución entre el bien público y todos los demás bienes del sistema económico. Es decir, si el bien público tiene un gran número de sustitutos cercanos, la diferencia entre ambos valores no será muy grande. Por lo que podemos pensar que en un gran número de casos, donde hay pocos bienes que pueden sustituir el bien público, la diferencia entre la DAP y la DAA tenderá a ser significativa.

El dilema aún persiste, y pese a que el uso de la DAP también puede llevar a sesgos en las estimaciones, la tendencia de las investigaciones es sustituir la DAA por la DAP. Esto se explica principalmente por la alta probabilidad de estar sobrestimando los beneficios y por los problemas prácticos que implica el uso de la DAA.

5.1.4 Clases de Bienes

Es necesario identificar la naturaleza de los bienes que se está considerando evaluar. En este sentido, los bienes pueden clasificarse en públicos, privado y cuasiprivados. Los bienes privados se caracterizan por ser comprados y vendidos en mercados organizados donde los participantes tienen un derecho de propiedad claro y definido sobre los bienes. Los bienes cuasi privados son similares a los privados pero no son transados libremente en un mercado. Los bienes públicos no tienen derechos de propiedad individual y no se transan en el mercado. En la Tabla N° 5.1 se comparan y ejemplifican los distintos bienes.

Tabla N° 5.1

Tipo de Bien	Características	Ejemplo
Privado	Derechos de propiedad individual Habilidad de excluir potenciales consumidores Es transado libremente en mercados competitivos.	Automóviles
Cuasiprivado	Derecho de propiedad individual Habilidad de excluir potenciales consumidores No es transado libremente en mercados competitivos.	Recreación en parques Nacionales
Público	Derechos de propiedad colectivos Imposibilidad de excluir potenciales consumidores No se transan en mercados organizados	Aire puro

Una de las ventajas del MVC es que permite estimar los beneficios derivados tanto de bienes públicos como cuasiprivados.

5.1.5 Beneficios a Ser Estimados

En general se habla de beneficios sean estos positivos o negativos para referirse al valor derivado de los recursos. En cambio el término costo se refiere al monto de recursos utilizados para producir el bien publico.

Se deben identificar todos los posibles beneficiados de un cambio ambiental para determinar la población a estudiar. Para esto es conveniente primero determinar todos los posibles beneficios y así determinar además, que método se debe utilizar.

En la Tabla N° 5.2 se presenta un ejemplo de una clasificación de beneficios económicos derivados de un aumento en la calidad de un recurso de agua dulce. Este ejercicio es conveniente realizarlo cuando se desea medir algún beneficio para clarificar que es lo que se intenta medir.

Tabla N° 5.2

Clase de Beneficio	Categoría	Subcategoría	Ejemplo
Uso	En el agua	Recreacional	Velerismo
		Comercial	Cultivos salmones
	Retiro de agua	Municipal	Agua potable
		Agrícola	Riego
		Industrial	Recepción de residuos
	Estética	Recreación en sitios adyacentes	Camping
		Vista panorámica	Transporte Diario
	Ecosistema	Apoyo indirecto a la recreación	Pesca deportiva
Existencia	Consumo Altruista	Otras personas de importancia	Familia, amigos
		Otras personas en general	Público en general
	Fideicomiso	Inherente	Preservar lagunas naturales
		Herencia	Futuras generaciones

Este tipo de clasificación permite identificar y distinguir claramente los distintos beneficios generados por el recurso ambiental que se desea evaluar, evitando así contabilizar dos veces un mismo beneficio. Además, en muchos casos no es posible medir separadamente los distintos tipos de beneficio. Esto debe ser tomado en cuenta al momento de definir el escenario que será utilizado en la encuesta.

Los beneficios antes mencionados se asocian a los distintos tipos de valor que fueron descritos anteriormente. Sin embargo, se debe aclarar que no existe un real consenso sobre esta clasificación y sus distintas categorizaciones se encuentran en discusión.

Es importante destacar que el MVC es casi el único que permite estimar casi todos los tipos de valor o beneficios incluyendo los de existencia, que generalmente no se reflejan en mercados relacionados.

5.1.6 Factores a Considerar en el Diseño de la Encuesta y del Escenario.

El diseño de la encuesta es determinante en la calidad de los resultados obtenidos, es por esto que se debe invertir todo el tiempo necesario en su preparación.

La idea de la encuesta es simular una transacción de mercado donde el entrevistado está comprando un cambio en el bien ambiental. Esta simulación también se ha asociado a la de una votación política donde los electores tienen que elegir la respuesta que prefieren.

La encuesta se compone de tres secciones distintas. La primera esta compuesta por preguntas que buscan involucrar al entrevistado y definir claramente el escenario contingente. Esta sección no debe ser demasiado ambiciosa pero si detectar la familiaridad con el tema y el nivel de interés del encuestado. Además, cumple la función de informar las condiciones del mercado hipotético que se esta creando.

Una segunda sección, busca obtener la disposición a pagar (DAP) del entrevistado. Finalmente, se debe preguntar por las características personales del entrevistado que pueden influir en su respuesta al la pregunta de DAP.

5.1.6.1 Métodos de obtención de respuestas a la pregunta de DAP

Los métodos de obtención de respuestas pueden clasificarse según el número de preguntas que se impone al entrevistado y de acuerdo al tipo de información obtenida de la pregunta (ver Tabla N° 5.3). De este modo existen algunos métodos que realizan una sola pregunta y otros que imponen una serie de preguntas iterativas (dos o más). Así también, se puede obtener la DAP en forma directa de la pregunta u obtener un indicador que permita su posterior estimación.

Tabla N° 5.3

	Se obtiene la DAP directamente	Se obtiene un indicador binario de la DAP
Una sola Pregunta	Pregunta abierta Tarjeta de Pago	Tómelo o déjelo
Preguntas iterativas	Sistema de remate	tómelo o déjelo con seguimiento

La pregunta abierta consiste en preguntar al individuo directamente cuanto está dispuesto a pagar por un determinado cambio en el bien ambiental. Entre los principales problemas que presenta este formato es el sesgo estratégico (ver más adelante). Además, se ha presentado la crítica que no es fácil para un entrevistado pensar en un número sin ningún antecedente o precio de referencia a mano.

El sistema de remate consiste en preguntar si el entrevistado esta dispuesto a pagar una determinada cantidad y en función de su respuesta se va subiendo o bajando el valor. Las principales ventajas de este método son el hecho que el encuestado sólo debe responder sí o no y que es más probable que se obtenga el verdadero excedente, dadas sus características de remate. Su principal problema es presentar el sesgo del punto de partida, que es descrito más adelante.

La tarjeta de pago es una variante donde se le presenta en forma escrita a los entrevistados un listado de valores. Como referencia se suele señalar cuanto pagan actualmente por otros bienes públicos. Este formato soluciona en parte el sesgo del punto de partida y da mayor facilidad para responder que la pregunta abierta.

La modalidad "Tómelo o déjelo" consiste en preguntar si estaría dispuesto a pagar \$X y la respuesta del entrevistado debe ser sí o no. Las principales ventajas de este formato son facilitar la respuesta al entrevistado ya que debe dar un tipo de respuesta a la que esta acostumbrado, cuando realiza una compra, por ejemplo, sólo puede decidir si compra o no el producto al precio que se ofrece. Esta modalidad se puede aplicar en encuestas telefónicas y por correo. Es compatible con los incentivos estratégicos que pueda tener de la persona pero minimiza este sesgo. No tiene sesgo de punto de partida. Una de las desventajas de este método es que requiere una muestra más grande ya que la información obtenida en cada encuesta es menos exacta. Quizás uno de los

problemas principales de este formato es el hecho que se deba hacer supuestos sobre como especificar parametricamente la función de valoración o de utilidad indirecta para obtener la DAP media.

Si se vuelve a hacer esta pregunta pero ahora con un X mayor o menor, dependiendo de la respuesta anterior, se esta realizando una pregunta de seguimiento. Este modificación fue diseñada para disminuir la ineficiencia del formato original.

Estas diferencias entre las distintas formas de realizar la pregunta de DAP tiene su ventajas y desventajas, por lo que dependerá de las condiciones y características del estudio cual de ellas se elija.

Por último, una vez bosquejada la encuesta, es recomendable evaluarla con un grupo de personas representativas para asegurar que es comprensible para los futuros encuestados. Luego se debe realizar una preencuesta para verificar la operabilidad de esta así como para entrenar a los encuestador y obtener información para definir la muestra y los valores de DAP a incluir en la encuesta final.

5.1.6.2 Problemas a superar

En la aplicación de un estudio de valoración contingente se deben considerar una serie de sesgos que pueden surgir en la aplicación de los instrumentos o en el diseño del estudio. Afortunadamente existen soluciones para casi todos los problemas que se puedan presentar. Sin embargo, es importante destacar que si estos conflictos no son resueltos, la información obtenida puede presentar graves problemas.

Una crítica importante que se ha realizado a este método es su naturaleza hipotética. Suele decirse que “a preguntas hipotéticas respuestas hipotéticas”, es decir, que estos estudios pueden estar desvinculados con la realidad ya que la información recolectada no proviene de pagos efectivos. Para solucionar este problema se debe comenzar la encuesta describiendo un escenario que sea realista, que al entrevistado le parezca posible, y donde se describa claramente el recurso que se está valorando y los cambios asociados. Además, es necesario que la persona encuestada tenga algún grado de familiaridad con el bien en cuestión. Por ultimo debe quedar claro en el instrumento que tipo de valor es el que se esta capturando (uso, existencia, etc.)

Otra decisión que se debe tomar es el uso de DAP vs DAA que como fue mencionado antes en algunos casos la DAA puede generar mayor sesgo dependiendo de la percepción de los derechos de propiedad que tengan los afectados.

Junto con estos problemas se deben considerar elementos más prácticos como la forma en que se realizará la encuesta. Esta puede efectuarse en forma telefónica, por correo o en forma personal. Lo más deseable en este tipo de encuestas es realizarla en forma personal, sin embargo la literatura demuestra que las realizadas por correo también han obtenido buenos resultados. Por otra parte, el uso del teléfono representa la alternativa más económica.

En este sentido es importante considerar el tiempo que se da a la persona para responder ya que a veces la presión por responder en forma apurada puede entregar respuestas menos representativas. Así, las encuestas telefónicas y las entrevistas personales presentarían desventajas en relación a las efectuadas por correo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la duración de la encuesta puede ser un factor determinante en la validez de los datos obtenidos, si se describe con mucho detalle el escenario, puede resultar una encuesta demasiado larga donde los entrevistados terminen respondiendo en forma apurada y despreocupada.

Esto también lleva a considerar el orden de las preguntas dentro de la encuesta, ya que si se deja para el final las preguntas más importantes puede ocurrir lo mencionado más arriba, por otra parte si se ubican muy al principio el entrevistado no conocerá todo el contexto de la encuesta.

Por último, otro factor a considerar es el tiempo transcurrido desde que ocurrió el hecho que se desea evaluar. En este sentido se puede mencionar que si ha ocurrido mucho tiempo puede que las personas lo incorporen a su estado de cosas actual y le resten importancia al hecho.

5.1.7 Sesgos y Otros Problemas

5.1.7.1 Sesgo de información

En algunos estudios de valoración de recursos ambientales puede ser importante entregar a la persona información respecto al efecto que tendrá su DAP sobre la decisión derivada del estudio. De esta manera si la persona al saber que con la respuesta que ya entregó no afecta la decisión en el sentido deseado podría corregir su respuesta, por lo que se le puede volver a preguntar obteniendo de esta manera su máxima disposición a pagar.

5.1.7.2 Sesgo de punto de partida

Este tipo de sesgo se da cuando utilizamos formatos de pregunta como el juego de licitación donde al entrevistado se le pregunta por un valor inicial y si está dispuesto a pagarlo se le pregunta por uno mayor y así sucesivamente. El problema surge del hecho que el valor inicial puede ser determinante en la respuesta final obtenida. Así, por ejemplo se ha detectado que al comenzar con valores bajos se obtienen resultados finales significativamente más bajos que comenzar con valores altos.

Una solución a este problema es presentar una tarjeta donde se presenta un amplio rango de valores escritos ordenados de distintas formas y distribuidos en forma aleatoria entre la muestra. Por otra parte el uso de preguntas dicotómicas elimina completamente este problema.

5.1.7.3 Sesgo de la Forma de pago

Se ha detectado que al fijar la forma de pago esta puede influir en la DAP obtenida. Ya que por ejemplo si el pago se agrega a los impuestos, esta medida podría resultar impopular y por lo tanto determinar una DAP que subestime la verdadera. No obstante existen autores que no reconocen este efecto como un sesgo ya que en la realidad esta es una característica más del medio.

Soluciones a este problema son el buscar en una preencuesta métodos de pago neutrales a la población en cuestión o sugerir distintas formas de pago y que el entrevistado elija la que más le acomode.

5.1.7.4 Sesgo del entrevistador

En este tipo de sesgo se considera la presión (voluntaria o involuntaria) que pueda ejercer el entrevistador. Así por ejemplo al preguntar por su DAP por un bien valorado socialmente el encuestado podría sentirse “obligado” a quedar bien y decir que pagaría una cantidad superior a la verdadera.

La solución a este problema es el uso de encuestas por correo.

5.1.7.5 Sesgo estratégico e Incentivos a decir la verdad

El sesgo estratégico aparece cuando los entrevistados buscan modificar la decisión involucrada entregando valores de DAP o DAA distintos de los reales. Por ejemplo, podrían dar una cifra mucho mayor que su verdadera valoración para tratar de cambiar los resultados del estudio. Sin embargo, se ha encontrado que este tipo de problema no es severo y puede atenuarse usando preguntas cerradas.

Por el contrario, cuando una persona no tiene ningún interés en el tema tendrá bajos incentivos a responder en forma concienzuda.

Al realizar la encuesta, es posible encontrar que algunas personas responden no estar dispuestas a pagar nada o incluso se niegan a responder por considerar inmoral el planteamiento. En estos casos se podría pensar que la valoración asignada es cero, sin embargo, la persona puede estar dando esta respuesta como una forma de protesta. De esta manera si incluimos estas observaciones estaríamos subestimando la verdadera DAP.

Para enfrentar este problema se pueden utilizar preguntas de seguimiento donde se trata de detectar si la respuesta es de protesta. Por ejemplo se puede incluir una pregunta que consulte sobre el motivo por el que no pagaría, en los caso en que esto ocurra.

5.1.7.6 Efecto incrustación

El efecto incrustación se refiere al hecho de considerar grupos, subgrupos o bienes específicos. En este sentido se ha encontrado que al determinar la DAP por recursos considerados en forma global disminuye su DAP. Así por ejemplo, si se valora todo el bosque nativo de un país y a la vez un área particular de bosque se encontraría, de existir este efecto, un menor valor por hectárea al considerar el total de bosques. Al respecto se han realizado diversos estudios y experimentos concluyéndose que en realidad lo que el MVC esta revelando la *satisfacción moral* de ayudar a una *causa justa*. Para algunos autores esta conclusión es sobre todo al momento de decidir entre distintas alternativas de recursos escasos. Sin embargo, para otros este problema sería irrelevante ya que el consumidor es soberano de expresar su valoración para cada caso particular.

5.1.8 Caso de Estudio: El caso del Parque Bustamante

Este estudio aplica el Método de Valoración Contingente al caso del Parque Bustamante y la construcción de la línea 5 del Metro en la ciudad de Santiago, Chile.

En la construcción de la línea 5 del Metro se evaluaron diversas alternativas para su construcción. Algunas de estas consideraban el paso de la línea por el Parque Bustamante, alternativa con un costo social que representa la pérdida en valor por perder acceso al parque. Por tratarse de un bien público los derechos de propiedad no son claros; es decir habrá personas que asumirán que tienen derechos sobre el parque (por ser público) pero habrá otros que pensarán no tenerlo. Lo que tiene importantes implicancias en la decisión de usar la disposición a pagar o la disposición a aceptar en las encuestas. En todo caso si se desea evaluar correctamente estas alternativas se debe estimar el costo social de destruir el parque (temporalmente) e incluirlo dentro de los costos de las alternativas correspondientes. Sólo así se podrá elegir aquella alternativa que es la óptima para la sociedad.

En uno de los estudios realizados, para el proyecto de la línea 5 del Metro⁷, se enfrentó este problema usando un mecanismo en el cual se asignó un puntaje para los distintos criterios, el cual a su vez le correspondió una determinada ponderación. De estos criterios, el Impacto Urbano-Ambiental vendría a incluir de forma indirecta el costo social de destruir el parque. Si bien estos índices aportan información a la toma de decisiones, si es que son determinados en forma adecuada, pueden fallar en la imparcialidad de lo que se intenta medir. Puesto que se basan en opiniones de personas para la construcción de los índices estos no se ajustan necesariamente a un criterio objetivo. Es por esto que en este estudio se utiliza una metodología que puede ayudar a tomar decisiones en forma más objetiva.

Se realizó una encuesta de valoración contingente usando preguntas del tipo Tómelo o déjelo a los usuarios interceptados en el parque. Como resultado del estudio se obtuvo un modelo que es capaz de predecir el 85% de las 60 observaciones medidas en la encuesta. Luego, con este modelo se calcularon los valores medios de la DAP mensual que alcanzó los \$8.230 (US\$) por individuo encuestado. Lo que llevado a valor presente y considerando un periodo de construcción del Metro de 2 años nos entrega un valor de US\$ 420. Para encontrar el valor total debemos multiplicar este valor por el numero de usuarios. Como no existe una estimación exacta del numero de usuarios en base a la población cercana al parque se estima que sus usuarios fluctuarían entre 5 mil y 10 mil, en cuyo caso los valores totales serían de 2 y 4 millones de dólares respectivamente. Estos

⁷ Alternativas de Trazado Línea 5 del Metro de Santiago.

resultados podrían haber cambiado la decisión de construir la línea 5 del metro por esa vía o con la forma de construcción propuesta inicialmente.

5.2 CATEGORIZACIÓN CONTINGENTE

Este método consiste básicamente en que el entrevistado ordene, según su preferencia una serie de alternativas que se le presenta. Estas alternativas ofrecen diferentes combinaciones de bienes (o sus atributos) y los pagos asociados. Ha sido utilizado para evaluar la visibilidad en parques nacionales, la reducción del olor de las emisiones de los motores diesel y mejoramientos en la calidad del agua en lagos. El formato más utilizado son tarjetas que contienen las alternativas propuesta, y que el entrevistado debe ordenar según su preferencia. De las respuestas se deriva las preferencias de las personas y en una segunda etapa se puede obtener una valoración económica del cambio en el recurso.

La ventaja que se le atribuye por sobre el MVC es el hecho que para las personas es más fácil ordenar las tarjetas según su preferencia que pronunciarse con un valor para el recurso. Sin embargo, no se ha encontrado evidencia empírica que apoye esta afirmación

Por otra parte este método, que parece más simple de aplicar, por lo general requiere de una mayor cantidad de entrevistados para obtener un mismo nivel de precisión que usando el MVC. Además, su utilización implica el uso de técnicas estadísticas más sofisticadas.

Por último este método no permite derivar la función de demanda compensada ya que no permite al consumidor elegir las cantidades que el preferiría.

Pese a que ha sido situado en esta sección por su parecido con el MVC, este método es considerado indirecto ya que no deriva en forma directa la DAP o DAA

5.3 COMPORTAMIENTO CONTINGENTE

El comportamiento contingente busca determinar una disposición a actuar en relación a alguna proposición. Por ejemplo se puede preguntar si una persona estaría dispuesta a viajar a un determinado parque dadas ciertas características de este, la distancia y por ende el costo que tendría acceder a él. Como se puede apreciar, este método presenta las mismas limitaciones que los métodos indirectos, ya que no permite estimar valores de no uso.