

HACIA UNA HERRAMIENTA PARA EL MONITOREO DEL AMBIENTE

UNA APLICACIÓN AL SECTOR DEL TRANSPORTE

Tesis presentada para optar al grado de
Licenciatura en Economía

Por

Ariana Bazán

Universidad Nacional de Mar del Plata
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

Mar del Plata, 19 de agosto de 2004

HACIA UNA HERRAMIENTA PARA EL MONITOREO DEL AMBIENTE

POR

ARIANA BAZAN

COMITÉ EVALUADOR

LIC. VALIENTE, STELLA MARIS (DIRECTORA)

LIC. FUSTER, HORACIO (EVALUADOR)

LIC. GENNERO DE REARTE, ANA (EVALUADOR)

Resumen / Abstract

El concepto de desarrollo sostenible no ha sido aún claramente definido, aunque se sabe que engloba una gestión sostenible de los recursos del ambiente. Un elemento clave para ello es la definición, medición y control de los cambios ambientales. Los métodos más utilizados para la evaluación de los impactos ambientales poseen ciertas características que les restan utilidad para la gestión ambiental, especialmente en lo referente al control dinámico del impacto ambiental. Además, en estos métodos la selección de parámetros a controlar descansa particularmente en el criterio de los expertos a su cargo. En este trabajo se examina un método sugerido por Bazán y Valiente (2004) para superar restricciones de técnicas actuales de evaluación de impacto ambiental. El método se basa en el uso de información cuantitativa, el test de causalidad propuesto por Granger (1969) y técnicas de Investigación Operativa. Para evaluar el método propuesto se aplica el mismo al transporte urbano de pasajeros en la Región Metropolitana de Buenos Aires. Los resultados indican que el método de Bazán y Valiente sirve como mejora y complemento de las técnicas existentes de evaluación de impacto ambiental. Así, el uso combinado de la Econometría y la Investigación Operativa en la problemática ambiental constituye un nuevo campo de estudio en un enfoque interdisciplinario.

The concept of sustainable development has not been clearly defined yet, although it is known that it involves a sustainable management of the environment's resources. A key element for this is definition, measurement and control of environmental changes. Most used methods for the environmental impact assessment possess certain characteristics that diminish their utility for environmental management, especially with regard to dynamic control of environmental impact. Furthermore, in these methods the selection of control parameters particularly rests on the experts in charge' criteria. In this work a method suggested by Bazán and Valiente

(2004) for overcoming current techniques restrictions is examined. This method is based on the use of quantitative information, the Causality Test proposed by Granger (1969) and Operational Research techniques. For evaluation purposes the proposed method is applied to the Urban Passenger Transport in the Metropolitan Region of Buenos Aires. Results indicate that the method of Bazán and Valiente serves as an improvement and a complement to existing environmental impact assessment techniques. In this way, the combined use of Econometrics and Operational Research in environmental problems results in a new field of study in an interdisciplinary approach.

Palabras clave / Keywords

Desarrollo sustentable – Econometría – Investigación Operativa – Monitoreo del ambiente

Sustainable development – Econometrics – Operational Research – Environmental monitoring

Agradecimientos

A los señores bibliotecarios Elba M. Durán, Cristian Merlino y Patricia Santo Mauro del Centro de Documentación – Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, por toda la ayuda prestada y su infinita paciencia conmigo.

A los siguientes docentes de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales: Lic. Natacha Liseras, Lic. Miriam Bergés, Lic. Karina Casellas, y al Lic. Horacio Fuster por sus consejos y el tiempo dedicado.

A la Lic. Stella Maris Valiente, por ser un ejemplo más allá de lo académico.

A mi familia y amigos, por su apoyo en los momentos difíciles.

Y a Emilio, por estar siempre a mi lado.

Indice

Capítulo 1 Introducción 8

Capítulo 2 Marco Teórico..... 11

2.1 Ambiente y Desarrollo Sostenible	11
2.1.1 Desarrollo Sostenible: buscando definiciones concretas	12
2.1.2 La planificación del desarrollo sostenible	13
2.2 La actividad del hombre y la transformación del medio.....	15
2.2.1 Medio físico y medio socioeconómico.....	16
2.3 El monitoreo del ambiente	18
2.4 Medición y Control de los Impactos Ambientales	20
2.4.1 Métodos más usados en la evaluación de impactos ambientales.....	24
2.4.2 Evaluación de Riesgos Ambientales	27
2.4.3 Las nuevas herramientas de gestión estratégica: una opción a explorar en el control ambiental.....	28
2.5 El problema de la determinación de los cambios ambientales	38
2.5.1 Causalidad en los sistemas ambientales.....	40

Capítulo 3 Metodología Propuesta 42

3.1 Planteamiento del problema	42
3.1.1 Hipótesis principal	43
3.1.2 Hipótesis secundarias	43
3.2 El método B - V de monitoreo del ambiente.....	44
3.3 Requisitos para la aplicación del Test de Granger.....	49
3.3.1 Estacionaridad de las series.....	49
3.3.2 Desestacionalización de las series	52
3.3.3 Tamaño de la serie	54

Capítulo 4 Aplicación del método B – V al Transporte

Urbano de Pasajeros..... 55

4.1 La sostenibilidad del Transporte Público Urbano	55
4.1.1 Principales características del transporte	56
4.1.2 Principales efectos ambientales del transporte	58
4.2 El Transporte Público Urbano. Nuevas visiones	65
4.3 El sistema de transporte del área metropolitana de Bs. As.	67
4.4 Series bajo estudio: descripción y análisis.	69
4.4.1 Descripción de las variables.	69
4.4.2 Análisis de Estacionariedad de las series.....	73
4.4.3 Test de Granger	77
4.5 Selección de los indicadores	79

Capítulo 5 Conclusiones..... 84

5.1 Consideraciones en relación con el método B - V.....	84
5.1.1 Control dinámico.....	84
5.1.2 Adaptación de la técnica a situaciones de restricción presupuestaria.	85
5.1.3 Detección de situaciones de causación recíproca	86
5.1.4 Máxima información sobre impactos ambientales.	86
5.2 Repercusiones económicas del método B - V	88
5.3 Aplicaciones posibles del método B - V en el sector de transporte.	89
5.4 A modo de epílogo: cómo contribuye este método al desarrollo sostenible ...	90

Apéndice Gráficos de las variables empleadas 92

Bibliografía..... 108

Capítulo 1 Introducción

Desde hace treinta años se discute en el ámbito mundial la posibilidad de implementar estrategias de desarrollo sostenibles. La sostenibilidad se ha convertido en un nuevo paradigma, aunque aún es impreciso y tiene un largo camino por recorrer para llevar la teoría a la acción. (Sejenovich, 1998; Reboratti, 2000). Sin embargo, es claro que el término sostenibilidad incluye la idea de un cambio en la gestión de los recursos que la sociedad utiliza, sobre todo a partir del reconocimiento de que su asignación exclusiva por medio de los mercados puede no ser deseable al largo plazo. **La gestión de estos recursos implica, por lo tanto, la participación activa del sector público a través de la planificación indicativa del desarrollo sostenible.**

Los efectos de las actividades humanas sobre el ambiente pueden ser planificados y controlados, al menos dentro de ciertos límites, pero para ello se necesita contar una metodología efectiva que sirva para la toma de decisiones y el seguimiento de las mismas (Valiente et al, 1999; Reboratti, 2000). Al igual que en todo proceso de planificación, en la cuestión ambiental corresponde implementar una etapa de control, tanto para verificar el cumplimiento de los planes como para perfeccionarlos en la fase de retroalimentación. Esta fase de control es por lo tanto la que da sentido y completa el proceso de planificación. Este último aspecto es el que se desarrollará a lo largo de este trabajo.

El problema del control ambiental resulta crucial para la discusión sobre desarrollo sostenible. Como se verá más adelante, los principales métodos en boga para la evaluación de los efectos de las actividades humanas sobre el ambiente no resuelven esta cuestión pues, o bien dejan de lado la etapa de control, o bien requieren de un esfuerzo considerable para ponerla en práctica, de forma que el control resulta inviable, al menos en economías menos desarrolladas. Es por ello que

en este trabajo se sugiere una nueva metodología para superar estas restricciones. Se presentan como hipótesis de investigación las características de funcionamiento de la metodología propuesta que se suponen superadoras de las otras técnicas mencionadas. Para poner a prueba estas hipótesis se aplica la metodología presentada al caso del transporte urbano de pasajeros, de forma de verificar si se cumplen las expectativas iniciales de funcionamiento del nuevo método.

Originalmente este trabajo comenzó con el objetivo de evaluar los efectos ambientales del transporte en la ciudad de Mar del Plata. Los datos necesarios para llevar a cabo esta tarea eran inaccesibles para el nimio presupuesto involucrado en una tesis de grado, por lo que finalmente se optó por trabajar con información del área metropolitana, la cual era de más fácil acceso. Paralelamente se trasladó el foco del proyecto hacia la discusión metodológica de cómo desarrollar sistemas dinámicos de control de los efectos ambientales, en un contexto caracterizado por los pocos recursos que se destinan al respecto, tanto desde el área pública como desde la privada.

La siguiente sección expone los principales conceptos emparentados con la noción de desarrollo sostenible, y cómo éste se relaciona con las cuestiones ambientales. Además se describen los principales métodos de evaluación de impactos ambientales, señalando sus limitaciones más importantes y cómo éstas inciden en las posibilidades de control ambiental. La sección concluye con la propuesta de una nueva metodología de monitoreo de impactos ambientales, y las hipótesis de funcionamiento de la misma. La tercera sección describe a fondo el método presentado, los procedimientos involucrados en su realización y los resultados esperados. La cuarta sección pone a prueba el método en cuestión, a partir de su aplicación a un caso particular: el transporte urbano de pasajeros en el área metropolitana y sus efectos ambientales. Para ello se describe el estado del arte en esta temática en particular, de forma de situar al lector en la actividad con la cual

se pondrá a prueba dicha metodología. En este mismo apartado se presenta la aplicación al caso concreto y el análisis de los resultados. La quinta sección concluye.

Capítulo 2 Marco Teórico

2.1 Ambiente y Desarrollo Sostenible

La concepción actual que tenemos del *Ambiente* es la de un conjunto de factores físico-naturales, y estéticos, culturales, sociales y económicos. Todos ellos interaccionan con el individuo y con la comunidad en la que vive. (Conesa Fdez-Vitora, 2000; Reboratti, 2000) Como se puede apreciar, el Ambiente definido de esta forma es indisoluble del hombre: No existe humanidad sin Ambiente, y a su vez éste no puede ser concebido sino a partir de la actividad del ser humano.

¿Por qué nos preocupa el Ambiente? Porque a partir de éste se abastece el ser humano de las materias primas y energía que se necesitan para su desarrollo económico y sociocultural. Sin embargo,

“...sólo una parte de estos recursos es renovable y se requiere, por tanto, un tratamiento cuidadoso para evitar que un uso anárquico de aquellos nos conduzca a una situación irreversible” (Conesa Fdez-Vitora, 2000:21).

Desde esta óptica, Ambiente y Desarrollo son dos conceptos indisolubles. En esta misma dirección podemos definir a los conflictos ambientales, los cuales no son categorías independientes sino que se derivan de los procesos sociales y políticos que los contienen, de los cuales no son sino manifestaciones concretas en realidades específicas (Bloemhof-Ruwaard et al, 1995; Sejenovich, 1998).

La identificación de la problemática ambiental como inherente al desarrollo mismo ha llevado a la consideración de nuevos paradigmas de desarrollo que trasciendan el mero crecimiento económico, el cual se constituye así en requisito necesario más no suficiente. Así, el nuevo objetivo del desarrollo es la elevación de la calidad de vida de la población (Sejenovich, 1998). El primer paso ha sido reconocer que no hay un único camino para lograr este objetivo; existirían diversos *estilos de desarrollo* susceptibles de ser adoptados por los países, y más o menos

convenientes para cada tipo de sociedad (Reboratti, 2000). Un subconjunto de estilos podría ser calificado de *desarrollo sostenible*, en la medida en que fuera capaz de utilizar los recursos naturales para satisfacer las necesidades esenciales de la población actual y de las generaciones futuras. La sostenibilidad debería referirse entonces a la maximización del potencial productivo de los ecosistemas al largo plazo, utilizando para ello tecnología adecuada para estos fines. Sin embargo, la sostenibilidad también podría abarcar el campo socioeconómico, asegurando la cobertura de las necesidades más urgentes de buena parte de la población (que especialmente en nuestro continente ha sido relegada del crecimiento económico) y además permitiendo la activa participación de la población en las decisiones fundamentales del desarrollo. (Sejenovich, 1998) **Así planteada, la sostenibilidad es ecológica, económica y social.**

2.1.1 Desarrollo Sostenible: buscando definiciones concretas

El término “desarrollo sostenible” ha sido ampliamente debatido y aceptado como nuevo paradigma del desarrollo. Sin embargo, el arduo debate no ha dejado resultados satisfactorios en el sentido que todavía no queda clara qué acciones son consideradas como contribuciones al desarrollo sostenible (Sejenovich, 1998; Reboratti, 2000; Echechuri et al, 2002). Reboratti (2000) indica cuatro aspectos en los que no se ha alcanzado el consenso:

- En principio se discute cuál es el nivel de decisión mínimo necesario para llevar a cabo una política de desarrollo sostenible. La dimensión local puede ser apropiada para ciertos conflictos ambientales pero para otros debería hablarse de escalas regionales o incluso globales.
- La fragmentación temática del desarrollo sostenible tiene un sentido metodológico para el mejor tratamiento de los problemas; pero es poco probable que pueda alcanzarse tal estado de desarrollo aplicando medidas de

sostenibilidad en ciertas áreas y no en otras. Por ejemplo, un sistema agrícola sostenible y un medio urbano completamente degradado no llevarían a un estado de desarrollo sostenible. La sostenibilidad de cada sistema sería una condición necesaria, mas no suficiente.

- Tampoco se ha llegado a un acuerdo respecto de cuál es el tipo de control necesario de la sociedad sobre la actividad económica. No hay consenso sobre si los controles debiesen ser eliminados o reforzados en aras del desarrollo sostenible. Para Reboratti, la evidencia está a favor de un mayor control social.
- La sostenibilidad del desarrollo no debe ser necesariamente “conservacionista”, pero sí cuidadoso con las tasas de utilización de los recursos. El problema es quién y cómo se definen esas tasas, si a través del estado, o de los mercados, etc.

Hasta ahora es posible que estos interrogantes se contesten *de facto* al interior de cada sociedad, en la medida en que en cada una de ellas prevalecen ciertos diseños de políticas, planes y programas por sobre otros. Por ejemplo, si en una sociedad predominan programas locales de desarrollo sostenible, será porque se sostiene (aunque sea en forma velada) que éste es el nivel de decisión mínimo adecuado para su implementación. Por otro lado, la discusión de cómo operacionalizar el concepto de desarrollo sostenible podría ser contestado desde la comunidad científica, de modo de asegurarnos que estas definiciones respondan a criterios objetivos y/o consensuados.

2.1.2 La planificación del desarrollo sostenible

Los problemas en torno al desarrollo sostenible no se agotan en la definición del término. En el pasado, la evaluación de proyectos tomaba como parámetro fundamental el valor presente neto para decidir la conveniencia o no de una

determinada actividad. Este análisis no incorpora la perspectiva de las generaciones futuras en cuanto al uso y goce de los recursos involucrados en dichas actividades. Fundamentalmente el criterio de valor presente neto no proporciona información suficiente para evaluar si el desarrollo de las instituciones y la dirección del cambio tecnológico presentes en una sociedad son las adecuadas para contemplar los derechos de las generaciones futuras o, en otras palabras, la sostenibilidad de los procesos económicos. (Green, 1997)

Sin embargo, la sostenibilidad así entendida no es todavía un valor económico para la sociedad, tal como lo es el valor presente neto. En la medida en que se reconoce que muchos de los conflictos inherentes a la sostenibilidad del proceso de desarrollo no se resuelven en un mercado, surge la necesidad de planificarlo (Reboratti, 2000).

Dentro de todo proceso de planeamiento una etapa fundamental es la del **control y retroalimentación** entre los resultados obtenidos y esperados, ya sea para verificar el cumplimiento de los planes o para perfeccionarlos. Para ello se necesita contar con una metodología efectiva que sirva para la toma de decisiones y el seguimiento de las mismas (Valiente et al, 2002). **Una cuestión fundamental será la selección de parámetros concretos susceptibles de ser controlados y eventualmente corregidos; es decir, variables susceptibles de ser medidas (Pérez Alfaro, 2000). ¿Cómo se aplica esta etapa de control al desarrollo sostenible?** Como se verá más adelante, es en este punto en particular donde suelen manifestarse los conflictos ambientales y es donde se focaliza este trabajo.

Si se establece que cierta actividad induce un desvío respecto de los objetivos de desarrollo sostenible, y se posee la voluntad política para minimizar ese desvío, las autoridades pueden disponer de políticas públicas para que dicha actividad contribuya con el objetivo del desarrollo sostenible. En una economía de mercado, esta intervención es necesaria por cuanto los precios de mercado no siempre reflejan

todos los costos y beneficios sociales asociados a una actividad (Motta, 2001). Sin embargo, los instrumentos de política pública disponibles para ello son de difícil aplicación y por ello se requiere de un mecanismo de control que informe, con el mayor dinamismo posible, respecto del acercamiento o alejamiento del objetivo de desarrollo sostenible. La implantación de un mecanismo tal permitirá mejorar la efectividad de los instrumentos de política pública.

2.2 La actividad del hombre y la transformación del medio

La relación sociedad / ambiente puede ser analizada de distintas formas. Una de ellas es a partir del papel de oferente del ambiente de ciertos elementos que la sociedad toma sin mayor grado de transformación: los recursos naturales. A estos recursos la sociedad agrega otros: humanos, tecnológicos, financieros. Todos ellos se combinan en distintas proporciones y nivel de complejidad de acuerdo al tipo de actividad o producto considerado. Desde otra óptica, las sociedades humanas distan mucho de ser productores perfectamente eficientes: en el proceso productivo se generan desechos que luego son retornados al ambiente, constituyendo éstos la **contaminación ambiental** (Reboratti, 2000). La suma de ambos tipos de acciones, el uso de los recursos naturales y la contaminación, afectan el ambiente en que el hombre vive, y se la denomina **degradación ambiental**. (Reboratti, 2000)

En términos más generales, puede decirse que todas las actividades humanas producen perturbaciones en su entorno. Algunas de ellas son poco relevantes; otras pueden resultar molestas para el resto de la sociedad, o inclusive representar un riesgo para la salud y daños a los bienes materiales. Y ciertos tipos de perturbaciones pueden ser beneficiosos para el ambiente, en mayor o menor grado. Todas estas alteraciones se consideran **impactos ambientales**, en la medida en la que inciden en forma positiva o negativa sobre alguno de los componentes ambientales. (Conesa Fdez-Vitora, 2000).

El uso de los recursos naturales y la conformación geográfica de cada sociedad no es producto del azar. El progreso científico y tecnológico que se emplea para su aprovechamiento está condicionado por la peculiar relación sociedad - naturaleza de cada organización social (Brailovsky y Foguelman, 2004). En consecuencia, un impacto ambiental se reconoce como tal en la medida en que genera un conflicto por la utilización de ciertos recursos (naturales, culturales, etc.) (Fernández, 2000).

2.2.1 Medio físico y medio socioeconómico.

Para valorar y gestionar la degradación ambiental resultante de una actividad, es preciso comenzar con una descripción del ambiente afectado. El ambiente puede ser caracterizado como la interrelación de dos sistemas (Conesa Fdez-Vitora, 2000):

- El Medio Físico o Natural, constituido por los elementos y procesos del ambiente natural y sus relaciones con la población. Este puede dividirse en tres subsistemas: el medio inerte (aire, agua, tierra); el medio biótico (flora y fauna); y el medio perceptual, constituido por las unidades de paisaje.
- El Medio Socioeconómico, en el cual incluimos las estructuras y condiciones sociales, histórico culturales y económicas en general de la población de un lugar determinado.

Las alternativas de análisis no se agotan en estas dos definiciones. El medio físico, por ejemplo, puede ser caracterizado a partir de subsistemas interrelacionados tales como la atmósfera, la hidrosfera, etc., y también el paisaje. Sobre estos componentes del ambiente se asientan las actividades humanas, que los transforman paulatinamente a través de la extracción de recursos y la generación de residuos. Por su parte, el medio socioeconómico puede analizarse a partir de las necesidades que el hombre intenta satisfacer en su interacción social y con el ambiente. Así, puede hablarse de necesidades físicas (alimentación, sanidad,

hábitat, vertidos) y de necesidades sociales (trabajo, educación y cultura, etc.). Aquí también se hacen sentir los efectos de la propia actividad humana la cual puede hacer progresar o degradar el propio medio socioeconómico (Sejenovich, 1998; Conesa Fdez-Vitora, 2000).

Debe recordarse en todo momento que esta división del ambiente en sistemas y subsistemas, si bien fundamentada en el avance de las ciencias ambientales, no deja de ser una abstracción utilizada para la mejor comprensión y gestión del medio. Pero el ambiente es en sí indivisible, altamente interrelacionado y por lo tanto sumamente complejo (Reboratti, 2000). Una vez caracterizado el ambiente pueden realizarse una serie de estudios para estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto obra o actividad causa sobre éste; al conjunto de estudios y procedimientos administrativos destinados a ello se lo denomina Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa Fdez-Vitora, 2000). En la sección siguiente se profundizará sobre este aspecto.

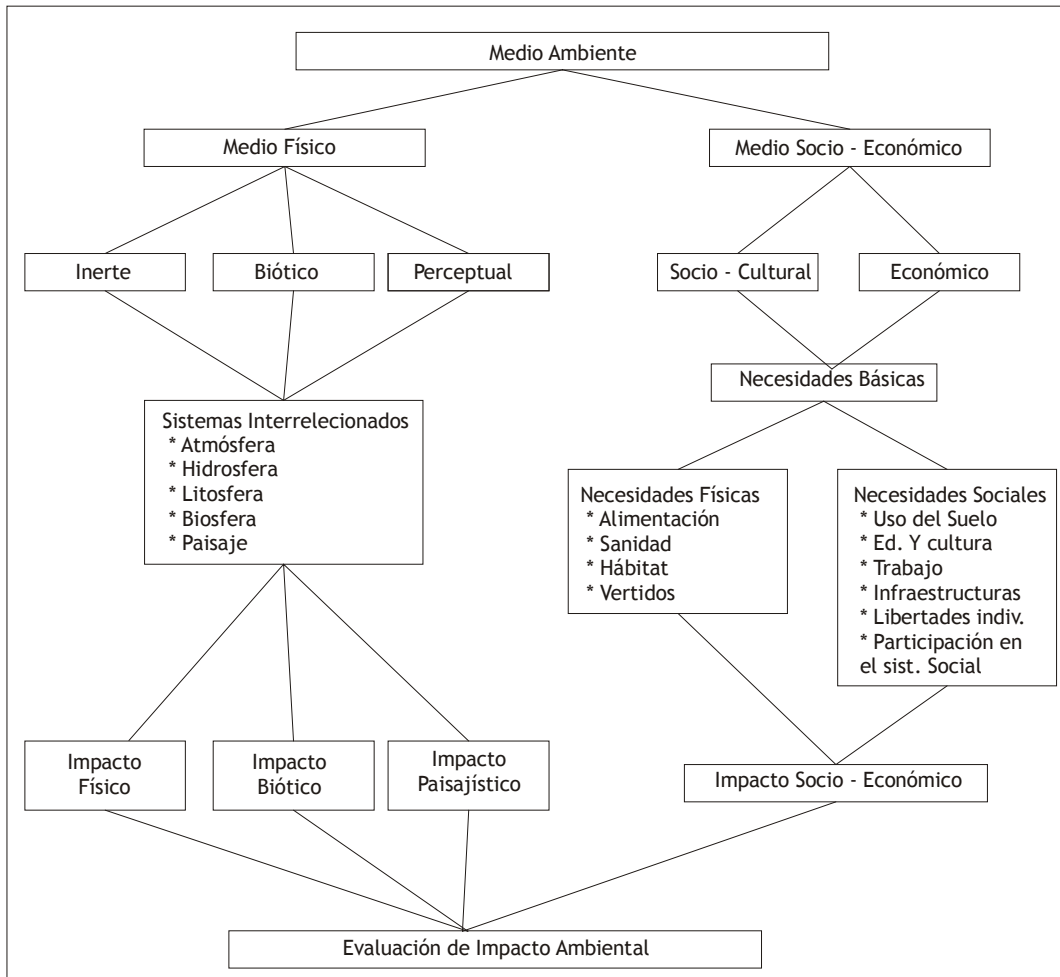


FIGURA 1. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Fuente: Conesa Fdez-Vitora *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*, 3ª edición revisada y ampliada. Mundi Prensa: Madrid, 2000. p. 58

2.3 El monitoreo del ambiente

Una forma de aproximarse a la posibilidad de un desarrollo sostenible es mediante el monitoreo de las relaciones sociedad / naturaleza (Reboratti, 2000). Evidentemente esto lleva a la necesidad de establecer mediciones tanto del medio físico como del medio socioeconómico, y de corroborar si nos acercan al modelo de desarrollo propuesto. Un problema adicional es, por supuesto, qué medir y cómo

hacerlo. Pero la mera discusión de este hecho implica un debate dentro de la sociedad y un incentivo para el avance del conocimiento científico.

Bloemhof-Ruwaard et al (1995) en una cita de Talcott (1992) manifiestan que si se considera que los recursos (físicos, humanos, financieros) disponibles para la gestión ambiental son finitos, entonces un objetivo relevante será hacer un uso eficaz y eficiente de esos recursos. La Investigación Operativa (IO) puede ser una fuente útil para desarrollar metodologías que permitan cumplir con este objetivo (Valiente et al, 1999).

Las posibles aplicaciones de la IO al respecto han sido mucho más estudiadas desde el punto de vista del sector privado. Con el avance de la legislación ambiental, muchas empresas y sectores productivos han comenzado a establecer mediciones estratégicas respecto del cumplimiento de estas normas, no sólo porque sea lo correcto: estas empresas han descubierto que un management “verde” puede reportar bajas en los costos y un mejor posicionamiento ante los consumidores (Hecht, 1999).

De acuerdo a Bloemhof-Ruwaard et al (1995) los temas ambientales tienen un efecto visible en las actividades de las empresas, efecto que puede ser analizado a través de la cadena de valor. Sin embargo, la complejidad de los temas ambientales hace imposible su tratamiento sólo en términos intuitivos. Por lo tanto, la Investigación Operativa ha adaptado modelos de planeamiento de producción, logística, control de inventarios, etc., que tengan en cuenta estas restricciones. Además, en los últimos años se ha variado el enfoque de un control “al final de la tubería”, exclusivamente reactivo y en el cual el objetivo es reducir residuos y emisiones, a un enfoque de “prevención en la fuente” mediante el rediseño de productos y procesos. Este cambio de enfoque ha llevado al desarrollo de métodos novedosos. Otro nivel de análisis puede establecerse no ya en términos de cadena de valor, sino de “cadena ambiental”. Los impactos producidos por las cadenas de valor

de las empresas tienen efectos ambientales importantes, a menudo complejos y de carácter global. La Investigación Operativa puede proporcionar una guía para la formulación clara de estos problemas y también para la comparación de medidas de política alternativas.

A pesar de referirse al ámbito privado, el trabajo de Bloemhof-Ruwaard et al es sumamente valioso como guía para el desarrollo de nuevas líneas de investigación dentro de la investigación operativa y las ciencias sociales. Sin embargo, su definición de cadena ambiental resulta estrecha, dado que sólo tiene en cuenta los factores naturales, a los que en este trabajo se ha incluido en el medio físico. El medio socioeconómico debería integrarse dentro de la cadena ambiental tal como la proponen estos autores, para que los métodos aplicados sirvan para minimizar los impactos sobre el ambiente en su totalidad. De esta forma, **la IO se convertirá en una herramienta al servicio del campo de estudio del Desarrollo Económico.**

2.4 Medición y Control de los Impactos Ambientales

En la búsqueda de una mejor comprensión del ambiente se recurre a la identificación de categorías de los elementos que lo componen. A estos elementos se los denomina factores y son susceptibles de ser modificados por los humanos. Los impactos ambientales resultantes de una actividad se manifestarán en estos factores, a través de la alteración de los mismos (Conesa Fdez-Vitora, 2000). La legislación de la Comunidad Europea los clasifica de la siguiente manera:

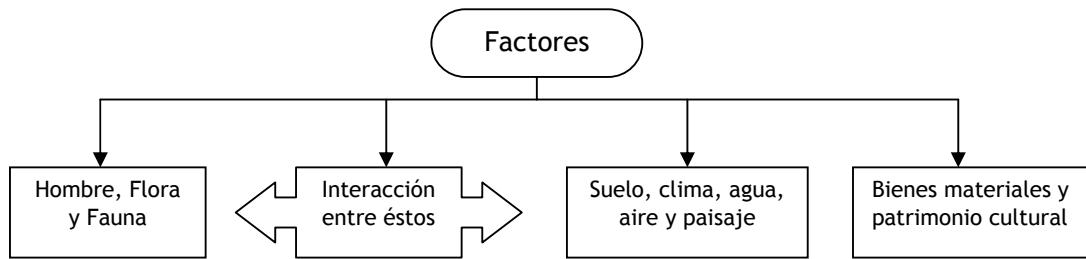
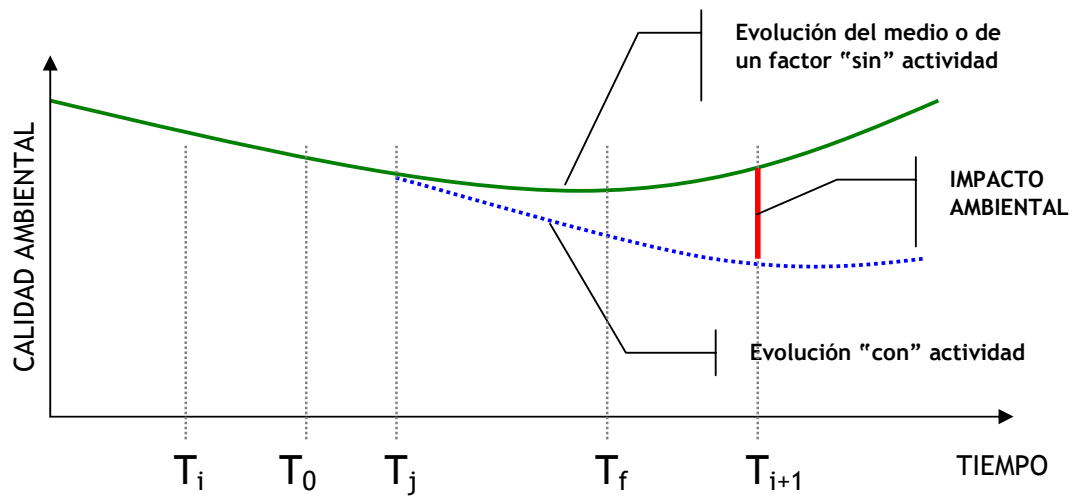


Figura 2: Clasificación de los factores ambientales según la legislación de la Comunidad Europea.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Conesa Fdez-Vitora (2000)

El concepto de impacto ambiental se refiere a la hipotética relación entre la evolución de un factor del medio con y sin la actuación humana. Ese impacto puede ser tanto positivo como negativo, y puede perdurar más allá del cese de la actividad considerada.

Al evaluar el impacto ambiental que provoca una actividad puede no ser suficiente la mera aserción de que *puede provocarse* un impacto sobre el medio: para cierto tipo de proyectos será necesario además algún tipo de medición del cambio. Esto provoca problemas adicionales, tales como determinar la escala en la que se medirán las variaciones en el medio, el momento en el que se realiza la medición, seleccionar las situaciones de contraste, etc. Conesa Fdez-Vitora (2000:28) estipula que la variable a medir sea la Calidad Ambiental, definida ésta como el “mérito [del medio] para que su esencia y estructura actual se conserven”. Es claro que este concepto, así definido, resulta en sí mismo sumamente difícil de medir o de aproximar por medio de un indicador.



T_i : Momento actual
 T_j : Momento de inicio del impacto
 T_{i+1} : Momento de interés considerado
 T_0 : Momento de inicio de la actividad
 T_f : Momento de finalización de la actividad

Figura 3: Impacto Ambiental - Fuente: Conesa Fdez-Vitora (2000)

A partir de la suposición de que ciertos tipos de proyectos, o actividades, son más proclives a producir perturbaciones importantes sobre el ambiente, los estados de todo el mundo han establecido regulaciones tendientes a identificar, evaluar y minimizar estas perturbaciones. Al conjunto de regulaciones jurídico-administrativas que legislan sobre esta materia se lo denomina Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). En el marco de este procedimiento administrativo, el titular de la actividad a ser evaluada debe presentar un documento que analice los impactos posibles, su incidencia, etc. Este documento se denomina Estudio de Impacto Ambiental (EslA) y su presentación constituye uno de los pasos previstos en la EIA. No obstante esta diferencia, ambos términos suelen ser confundidos en la legislación. (Conesa Fdez-Vitora, 2000). Para Echechuri et al (2002) la EIA no es tanto un procedimiento administrativo, sino un proceso de análisis destinado a contribuir a la toma de decisiones, fundado en procedimientos explicitados legalmente, y constituye un

instrumento de política pública para el desarrollo sostenible. Los autores sostienen que si a ésta se agregan la consulta pública en momentos clave, y el hecho de que las decisiones se tomen con carácter procesual en el marco de un procedimiento formal, entonces la EIA se transforma además en un instrumento de Gestión Ambiental.

Los estudios de impacto ambiental hacen referencia a las modificaciones que un particular proyecto o actividad humana causará sobre la calidad ambiental (y por lo tanto sobre la calidad de vida) de una sociedad determinada. Será tarea de las autoridades determinar si esas modificaciones son aceptables o no, de acuerdo a los objetivos que implícita o explícitamente posea la sociedad respecto de la calidad de vida. El procedimiento administrativo concluye con una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) en la que la autoridad de aplicación se expide sobre la conveniencia o no de llevar a cabo el proyecto y, en caso positivo, si debe aceptarse sin más o si es necesario introducirle modificaciones tendientes a prevenir, mitigar o compensar los impactos resultantes¹.

Asimismo es necesario contar una serie de dispositivos de control que aseguren, con posterioridad a la aprobación del proyecto, el cumplimiento de los recaudos necesarios para minimizar el impacto (Conesa Fdez-Vitora, 2000; Echechuri et al, 2002). La EIA tiene un carácter netamente preventivo y no es apto para esta función; las medidas de vigilancia ambiental son en cambio correctivas, y por lo tanto actúan con posterioridad al hecho consumado. En cambio, una auditoría ambiental debería incluir medidas de control tanto preventivas como correctivas. Armanasco y Moia de Brown (2001) sostienen que la auditoría ambiental comprende un análisis metodológico y planificado de ciertas variables, de modo de establecer los efectos ambientales de una determinada actividad. Es claro entonces que la selección

¹ Conesa Fdez-Vitora (2000) destaca que la EIA es un instrumento de conocimiento al servicio del proceso decisorio, y no un instrumento de decisión; esto último es potestad de la autoridad de aplicación.

de la metodología de análisis implicada (instrumentos analizados y uso de los recursos disponibles) jugará un papel crítico al respecto.

A la etapa de control preventivo en esta materia se la denominará, a lo largo de este trabajo, *monitoreo del ambiente*.

Tanto la evaluación de impacto ambiental como su posterior monitoreo impulsan el desarrollo científico y tecnológico, mejorando nuestra comprensión respecto de los fenómenos ambientales y su posibilidad de gestionarlos en forma sustentable. En la actualidad se cuenta con varias metodologías alternativas para realizar estudios de impacto ambiental, pero ninguna de ellas se encuentra plenamente desarrollada, en parte porque la mayoría fue desarrollada para estudios específicos, y esto dificulta su aplicación en contextos diferentes (Conesa Fdez-Vitora, 2000). En peores condiciones nos encontramos respecto del monitoreo del ambiente. Desde la década de los 90 se trabaja sobre la gestión de las EIA, con el objetivo de hacerlas más ágiles y certeras, con especial énfasis en la cuestión del control. Sin embargo, la clave de un control efectivo es la selección de los indicadores que se emplearán a tal efecto y es en este punto en el cual no se han logrado aún resultados satisfactorios (Echechuri et al, 2002).

2.4.1 Métodos más usados en la evaluación de impactos ambientales

Los dos métodos más reconocidos para la Evaluación de Impactos son la matriz de Leopold y el método del Instituto Batelle – Columbus. La matriz de Leopold consiste en un cuadro de doble entrada, en cuyas columnas se listan las acciones del proyecto que provocarían impactos o “causas”, y en las filas se consideraran los factores ambientales. Cada cuadrícula representa la interacción entre una acción y su impacto en el medio. Para evaluar dicha interacción la matriz trabaja sobre dos variables:

- En primer lugar se considera la magnitud del impacto. Para ello se le asigna el signo “+” o “-” de acuerdo a que sea positivo o negativo, y una cifra que va del 1 al 10 según la extensión del mismo.
- Adicionalmente se considera la importancia de dicho impacto, asignándole una cifra acorde entre 1 y 10.

Establecidas estas variables para cada cuadrícula de interacción, la suma de las filas revelará la incidencia del conjunto sobre cada factor ambiental y por lo tanto, su fragilidad ante el proyecto. Por su parte la suma por columnas arrojará la valoración relativa del efecto de cada acción sobre el medio, es decir su agresividad. (Conesa Fdez-Vitora, 2000)

La principal ventaja de la matriz de Leopold es su simplicidad con relación a otros métodos y la menor cantidad de recursos que utiliza. Sin embargo, no logra identificar los impactos más críticos (Echechuri et al, 2002) y es un análisis estático. Además, los juicios involucrados en el cálculo de ambas variables, magnitud e importancia del impacto, son meramente subjetivos. Una manera de aliviar esta circunstancia es la consulta a paneles de expertos, pero esto no *garantiza* una mayor precisión: tan sólo permite *suponerla*. Por otro lado, la matriz permite agregar o quitar variables de forma de lograr la mejor descripción del medio sometido a impacto ambiental; lo mismo sucede con las acciones impactantes. Esto representa una ventaja por cuanto permite adaptar la matriz al conocimiento teórico que se tenga de la situación analizada y a la propia definición de ambiente involucrada. Por ejemplo, la inclusión de variables de distribución del ingreso dará cuenta de que los analistas intervinientes consideran la sustentabilidad social como un aspecto relevante de la sustentabilidad ambiental; lo contrario puede ser también cierto.

El otro método citado es el del Instituto Batelle – Columbus. El método no sólo se limita a examinar las variaciones en los distintos factores ambientales, sino que además avanza hacia la valoración cuantitativa del proyecto analizado. En efecto, se

propone la elaboración de un índice de “calidad ambiental” el cual resulta de la suma ponderada de los distintos parámetros considerados en el método. Para homogeneizar las medidas resultantes (es decir, para poder sumar aves acuáticas, temperatura y oportunidades de empleo, para citar algunos ejemplos de la diversidad de parámetros propuestos por el método) se emplean técnicas de transformación, trasladando las medidas de cada parámetro a una escala de puntuación entre 0 y 1, las cuales se suman luego en forma ponderada, para obtener un índice final. La técnica de transformación más utilizada es, al decir de Conesa Fdez-Vitora, el empleo de funciones de transformación (2000)

Este método tiene el innegable valor de pretender arribar a una valoración cuantitativa del impacto ambiental de un proyecto. Sin embargo, la misma elaboración del índice de calidad ambiental es susceptible de arbitrariedades. ¿Con qué criterio se elige una técnica de transformación u otra? La obra de Conesa Fdez-Vitora no da más respuestas que la “experticia” del analista. La ponderación de los distintos factores, en la suma final por la cual se arriba al índice de calidad ambiental, también queda a criterio del analista. En todo caso, el índice al que se arriba es difícil de interpretar (Echechuri et al, 2002) El mismo Conesa Fdez-Vitora desarrolla una técnica sobre la base de la adaptación de estos dos métodos pero, aunque probablemente arroje más información que los anteriores, no supera las críticas realizadas a éstos.

En resumidas cuentas, los principales métodos utilizados para relevar y/o cuantificar el impacto ambiental de un proyecto u actividad se centran en la utilización del “criterio experto” para la determinación de los parámetros a medir, y su análisis es estático. Estas técnicas insumen, al momento de implementarlas, muchos recursos y puede no ser factible su utilización en comunidades menos desarrolladas o, al menos, con restricciones presupuestarias (Echechuri et al, 2002).

2.4.2 Evaluación de Riesgos Ambientales

Un paradigma distinto en el tratamiento de los efectos ambientales lo constituye la Evaluación de Riesgos Ambientales (ERA). Esta puede definirse como “El proceso de asignación de magnitudes y probabilidades a los efectos adversos de actividades humanas o catástrofes naturales” (Suter, 1993:3). Dentro de ésta aparece diferenciado el tratamiento de los efectos sobre la salud y supervivencia de las poblaciones humanas, y los efectos sobre los ecosistemas, siendo esta última el objeto de la Evaluación de Riesgos Ecológicos (ERE). Los autores que adhieren a este enfoque resaltan la mayor rigurosidad y robustez de su marco conceptual por sobre otros estilos como la EIA (Suter, 1998).

Ciertamente, una diferencia de la ERA respecto de otros métodos es la mayor preocupación por hallar las cadenas de “causalidad” que llevan de una actividad a la degradación ambiental, con un análisis detallado de emanaciones, exposición a contaminantes, efectos derivados, etc. En la búsqueda de esas cadenas causales juega un rol preponderante el monitoreo del ambiente, a través del cual se puede ampliar el conocimiento de esas relaciones. Pero además, el fin último del monitoreo es la evaluación de los riesgos asociados a una actividad y la consecuente toma de decisiones. Por ello los parámetros a ser evaluados no sólo deben reflejar criterios técnicos o ecológicos, sino que deben atender a valores sociales y a los objetivos de política a proteger (Suter, 1998)

Sin embargo, a pesar del reconocimiento explícito que se hace a la importancia de los valores sociales en el diseño de los programas de monitoreo, Suter (1998) destaca que tanto el análisis de las demandas sociales que generan presión sobre los recursos naturales, como el análisis de las consecuencias sociales de sus efectos, no son del dominio de la ERA. Por ejemplo, no se tienen en cuenta los impactos sobre el medio socioeconómico, como aquellos que se relacionan con los bienes culturales, o

los que atañen a la distribución del ingreso en una población, o el impacto sobre minorías étnicas o culturales.

Por lo tanto, desde la perspectiva de una intervención gubernamental la ERA puede ser una técnica muy útil, pero incompleta. Se requiere entonces explorar técnicas que sinteticen la flexibilidad y amplitud de las técnicas de EIA, y la rigurosidad, poder analítico, y orientación a la toma de decisiones de la ERA, pero que además integre la dimensión social de los efectos ambientales.

2.4.3 Las nuevas herramientas de gestión estratégica: una opción a explorar en el control ambiental

En la última década se ha desarrollado dos nuevas herramientas de gestión denominadas “Tablero de Mando Integral” (TMI) y Benchmarking. Aunque al principio ambas fueron impulsadas en el ámbito de la empresa privada, pronto se convirtieron en un pilar de las administraciones públicas más innovadoras (Kaplan y Norton, 1999; Pérez Alfaro, 2000). En este apartado se describirán las principales características de estas herramientas, algunas experiencias de implementación al ámbito público, y sus posibilidades de aplicación en la gestión ambiental, en especial en la etapa de control.

Tanto en el ámbito público como en el privado es posible hablar de distintos niveles de planeamiento, cada uno con sus propios objetivos y horizontes temporales. Uno de los tipos de planeamiento posibles para una organización es el estratégico, el cual puede ser definido como el proceso de encaminar a una organización hacia la consecución del tipo de objetivo deseado, a través de la creación de una visión del futuro y del desarrollo de metas, estrategias, tácticas y operaciones necesarias para alcanzar dicha visión (Lacy y Gibson, 1999, citando a Berry, 1994) Así definido, es evidente que nos referimos al planeamiento de procesos complejos y de largo plazo, por lo que este enfoque es adecuado para la gestión ambiental.

Para llevar a cabo el proceso de planeamiento estratégico se cuenta con diversas herramientas. Una de ellas es el “benchmark”, ampliamente utilizada en el sector privado para medir y comparar operaciones y productividad de una empresa contra otras del mismo sector (Lacy y Gibson, 1999) La traducción aproximada del término es la de hito o indicador, y hace referencia a un punto de referencia desde el cual pueden realizarse mediciones. En términos de gestión, el “benchmark” se utiliza como una herramienta para evaluar progresos hacia metas estratégicas o presupuestarias. **Para ello es requisito que estos puntos de referencia sean establecidos en términos cuantitativos, de modo que se puedan controlar fácilmente.** En la literatura pertinente se ha establecido una diferenciación entre “benchmark”, es decir los puntos de referencia seleccionados, y “benchmarking”; por este último término se entiende el proceso de búsqueda de las “mejores prácticas” disponibles en el sector, de modo de incorporarlas a la organización en cuestión. Una vez más, para que pueda monitorearse el éxito de los programas de benchmarking, es necesario contar con medidas definidas en términos cuantitativos. Los programas de benchmarking pueden ser ligados a los planes estratégicos, de forma de utilizarlos como cartas de navegación para los procesos de planeamiento estratégico. (Lacy y Gibson, 1999).

¿Cómo pueden incorporarse estas herramientas a la gestión estratégica en el sector público? Lacy y Gibson (1999) redefinen estas herramientas a la luz de una gestión de la cosa pública con participación de la comunidad:

- Benchmarks: son estándares adoptados, utilizados en una comunidad y sus estructuras de gobierno, para medir el progreso hacia las metas estratégicas definidas en esa comunidad. Sirven como punto de referencia para guiar las decisiones, llevando a la comunidad al cumplimiento de su visión estratégica. Los autores recalcan el hecho de que estos puntos de referencia no son fijos, sino que pueden ser revisados, evaluados y recalibrados.

- Benchmarking: es el proceso utilizado para seleccionar los estándares marco para las decisiones, políticas y acciones diseñadas para mover a la comunidad en dirección a sus metas estratégicas. Los autores enfatizan las posibilidades de una herramienta así en un ambiente político sospechado de malgastar los recursos públicos, puesto que puede ser utilizada en la reducción de la percepción del gasto público excesivo, restaurando la fe en políticas y programas gubernamentales.

Los intentos de relacionar indicadores con los objetivos estratégicos de una organización han tenido como resultado la creación de una nueva herramienta de gestión denominado Tablero de Mando Integral. El tablero de mando se desarrolló como superación del modelo tradicional de la contabilidad financiera, una herramienta fundamental mas no suficiente para el éxito de las organizaciones en la era de la información (Kaplan y Norton, 1999).

En su libro “Cuadro de Mando Integral”, Kaplan y Norton (1999) explican por qué el tablero de mando integral (TMI) representa una mejora sustancial respecto del modelo tradicional de contabilidad financiera. En primer lugar el TMI sigue teniendo indicadores financieros; pero los indicadores financieros cuentan información del pasado, y son por lo tanto insuficientes para tomar decisiones con la velocidad que se requiere en la era de la información. **Es por ello que la información se complementa con inductores de actuación futura, de manera tal que se pueda medir y controlar no sólo el resultado sino también el proceso.** De acuerdo a sus propias palabras, el tablero de mando integral debe “transformar el objetivo y la estrategia de una unidad de negocio en objetivos e indicadores tangibles”. La medición de los procesos involucrados en el planeamiento estratégico resulta un paso decisivo para las organizaciones, puesto que implica un mejor entendimiento de los mismos, y por lo tanto mayores posibilidades de controlarlos y mejorarlos (Buckle y Barrabino, 2003). En segundo lugar, la implementación del TMI revela las posibles discrepancias

existentes en los equipos de gestión en cuanto a los objetivos estratégicos. Así, la mera enunciación de un objetivo de largo plazo, que en principio puede estar acordado dentro de un equipo de gestión, puede convertirse en fuente de desacuerdos cuando se lo lleva a mediciones concretas. Por ello la implementación del tablero implica la clarificación de los objetivos estratégicos. Una vez que los objetivos han sido clarificados, es mucho más fácil comunicarlos al resto de la organización; si todos los integrantes de la organización tienen en claro cuáles son las acciones en las que deben poner mayor empeño, las probabilidades de alcanzar las metas son mucho mayores (Kaplan y Norton, 1999)

¿Cómo funcionan los indicadores de un tablero de mando? Cada indicador se compara con un valor de referencia o rango de tolerancia. El desvío dispara una señal de alerta y por lo tanto indica que deben tomarse ciertas medidas para corregir la situación (Buckle y Barrabino, 2003).

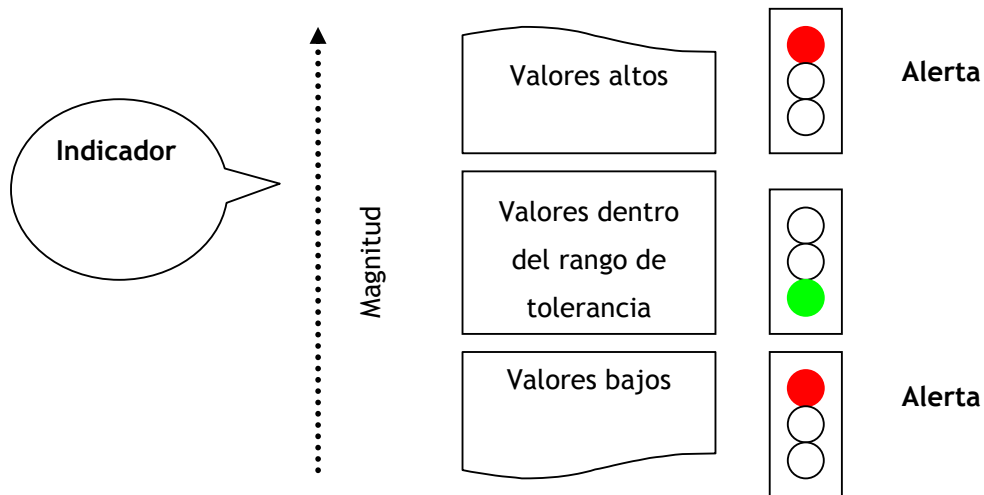


Figura 4: Visualización de desvíos de indicadores

Fuente: Buckle v Barrabino (2003)

Buckle y Barrabino han señalado algunas ventajas adicionales de la utilización de un tablero de comando.

- Los autores señalan que el uso de los indicadores ha sido común en las empresas, pero que estos indicadores
 - No siempre eran fáciles de calcular, y tampoco estaban alineados con estrategia alguna, desventajas que se intentan superar a través de la implementación del tablero.
 - También señalan que el avance de la tecnología lleva a que las organizaciones cada vez cuenten con más datos, pero que esta abundancia de datos conspira contra la posibilidad de tomar decisiones a partir de ellos, o bien lleva a la necesidad de mayores inversiones (en analistas, en equipos, etc.) para poder procesar los datos.
- Como objetivo adicional, el uso del tablero permite la visualización de los indicadores en una sola pantalla, de modo de agilizar la toma de decisiones
- Además, el tablero permite el análisis de escenarios simulados, para la evaluación de estrategias en un hipotético escenario futuro.

Es fácil imaginar cómo una herramienta de tales características puede implementarse en la gestión ambiental. Si se parte del supuesto de que los procesos que caracterizan a las relaciones sociedad – ambiente pueden ser planificados estratégicamente, entonces es claro que la sociedad debe contar con herramientas de gestión que posibiliten alcanzar dichos objetivos. La planificación de largo plazo lleva necesariamente a pensar en la sostenibilidad de la actividad económica considerada, sostenibilidad que por supuesto sólo es entendible en sus tres dimensiones: social, económica y ecológica.

Motta (2001) señala que la decisión de un ambiente saludable es intertemporal, puesto que exige sacrificios de corto plazo a cambio de la promesa de un futuro sostenible. Esto provoca costos políticos y por lo tanto puede convertirse en una barrera a la introducción de restricciones ecológicas en las estrategias de crecimiento económico. Motta afirma que, en consecuencia, es necesario crear modalidades que

superen estas barreras. **Una herramienta de control dinámica, flexible y rigurosa, y que sirva a la toma de decisiones, es una posible contribución a la inquietud planteada por Motta.**

Una vez que se ha establecido la necesidad de planear las relaciones sociedad - ambiente, y el reconocimiento de las ventajas de utilizar un tablero de mando, la discusión pasa a ser qué tipo de indicadores deben ser integrados dentro de un tablero para el monitoreo del ambiente. Buckle y Barrabino resumen una serie de requisitos que deben cumplir los indicadores para ser útiles:

- Deben aportar una visión amplia de la organización, integrando la información proveniente de los distintos sistemas que la componen.
- Deben proporcionar alertas inmediatas, de modo que los datos críticos se muestren en forma inmediata al suceso que los genera.
- Deben ser compactos, de modo de mostrar datos relevantes en pocos indicadores, resumiendo mucha información
- Por último, es necesario que puedan configurarse los indicadores a mostrar, los rangos de tolerancia admitidos, etc.

Estos requisitos no ofrecen, sin embargo, una guía para decidir qué indicadores deben ser incluidos en un tablero de mando, mucho menos si este tablero tiene como función ser aplicado al monitoreo del ambiente. La pregunta es entonces qué indicadores pueden ser incluidos en una tablero de tales características, y si es posible la selección a partir de criterios objetivos. Por supuesto, siempre es posible recurrir a expertos en materia ambiental, que sobre la base de su conocimiento pueden guiar el proceso de construcción del tablero. **Pero esta alternativa descansa en el criterio personal de los expertos (y de las personas que seleccionan a los expertos) y es por lo tanto, subjetivo.** El TMI, tal como lo plantean Kaplan y Norton, o Buckle y Barrabino, no posee una guía objetiva para su construcción. Esto se debe a que los autores ven al TMI como un elemento para la

gestión de una organización, por lo que basta con que la organización misma esté de acuerdo con la selección de indicadores para que el TMI tenga validez. **En cambio, si se pretende utilizarlo como instrumento de gestión ambiental, deberá satisfacer tanto criterios científicos como políticos. Será necesario entonces establecer algún mecanismo adicional para la selección de indicadores.**

2.4.3.1 Experiencia internacional

El uso del tablero de comando para la gestión pública no es algo novedoso. Kaplan y Norton (1999) destacan el siguiente ejemplo: a poco de asumir el gobierno federal de los EE.UU., la administración Clinton lanzó un documento denominado “National Performance Review” en el cual se reconocía la necesidad de implementar herramientas de medición de resultados y de actuación en las agencias gubernamentales. El documento reconocía la dificultad para implementar este tipo de medidas, sobre todo en virtud de que los empleados públicos suelen evaluar su trabajo en términos de volumen y no de resultados. Como consecuencia de este nuevo paradigma en la administración federal de los EE.UU., se comenzaron a implementar tableros de comando en diversas agencias federales. El tablero de comando se recomendó bajo el argumento de que

- Resultaba fácil y económico de utilizar
- Era equilibrado
- Ponía énfasis en la prevención, más que en la detección
- Permite una mejor delegación del proceso de toma de decisiones
- Está orientado hacia el “cliente” (o usuario de servicios públicos, o votantes, o ciudadanos)

A la experiencia federal deben agregarse numerosos casos de implementación exitosa en estados y comunidades locales. Inclusive en ciertos casos se ha avanzado en la participación de los ciudadanos mismos en el desarrollo de esta herramienta. Esto posibilita transparentar procesos políticos, especialmente en aquellos temas en

los que la población local sea más sensible. Por supuesto, siempre se cuenta con el apoyo de expertos en la materia que faciliten el proceso (Lacy y Gibson, 1999).

El uso de indicadores en lo referente al desarrollo sostenible tiene aún un largo camino por recorrer. El término desarrollo sostenible es de por sí vago; el uso de indicadores tanto para medir el avance en las políticas ambientales como la sostenibilidad de otras políticas contribuiría a la clarificación del concepto (Reboratti, 2000). Un documento del World Energy Council (2003) destaca los requisitos que deberían cumplir estos indicadores para contribuir al desarrollo sostenible:

- Que sean significativos par la salud de los ecosistemas naturales
- Que puedan producir un registro claro a lo largo del tiempo
- Que den cuenta de la conexión entre las actividades humanas y su impacto en los ecosistemas
- Y en el caso particular de los indicadores económicos, el documento sugiere ajustarlos a la baja siempre que se registren impactos ambientales negativos.

Esta publicación del World Energy Council cita a su vez otro reporte de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo, realizado en virtud de los preparativos para la 9ª sesión de la conferencia. El reporte concluye que si bien existe un importante trabajo de desarrollo de indicadores en la temática ambiental, dichos indicadores no poseen consenso internacional respecto de su validez para medir la situación ambiental. Algunos indicadores no poseen una metodología consistente, y en la mayor parte de ellos la dimensión institucional es ignorada. Otro hecho destacado por el reporte es la falta de información pública acerca del procesos de agregación de ciertos indicadores, el sistema utilizado para ponderar la información agregada, y la falta de una metodología establecida para incorporar todo en un solo índice (WEC, 2003). **La publicación del World Energy Council termina remarcando la necesidad de utilizar pocos indicadores guía para que el manejo de la**

cuestión ambiental sea más efectivo. Esto lleva, una vez más, a considerar la utilización del tablero de comando como una herramienta viable.

En Europa, un proyecto de integración de la información ambiental para la toma de decisiones tiene lugar con participantes de Austria, Alemania, Grecia, Italia y Polonia. El proyecto se denomina ECOSIM, y es un prototipo desarrollado a instancias de la Unión Europea, diseñado para investigar y predecir la polución en las áreas urbanas. ECOSIM integra la información cuantitativa y cualitativa de las áreas urbanas e industriales con el propósito de analizar y predecir tendencias, y fundamentalmente para la planificación ambiental. El sistema se compone de herramientas de adquisición de datos, sistemas de monitoreo, sistemas de información geográfica y modelos de simulación dinámica. Aunque aún se encuentra en la fase de desarrollo, las experiencias reportadas indican que su implementación ha resultado en ahorro de tiempo, esfuerzo y dinero en vistas de un proceso de planeamiento y toma de decisiones que, a su vez, se ha visto mejorado (Fatta, Naoum y Loizidou, 2002)

2.4.3.2 Experiencia local

En nuestro país, las herramientas avanzadas de gestión se aplican casi con exclusividad en el sector privado (Pérez Alfaro, 2000). La gestión de la cosa pública es una asignatura pendiente en Argentina. Dentro de este panorama sombrío se han producido numerosos avances respecto de las facultades otorgadas al Estado para la gestión de la calidad ambiental; sin embargo, los esfuerzos quedan trancos por la falta de herramientas de control que permitan intervenir en forma anticipada sobre los conflictos ambientales (Reboratti, 2000).

Históricamente, la cuestión ambiental en Argentina ha sido abordada en forma totalmente opuesta a una gestión estratégica. Brailovsky y Foguelman (2004) subrayan que existe cierta regularidad de pautas de manejo no sostenible en la historia argentina. Entre ellas se cuentan:

- La aceptación exclusiva de rentabilidad de corto plazo como criterio para la decisión de inversión, con una insistencia entre los plazos económicos y los ecológicos.
- Una inadecuada distribución geográfica del crecimiento poblacional y de actividades, acompañada de grandes desigualdades en la cobertura de servicios vinculados a recursos naturales. Esta circunstancia reafirma la desigualdad social en el país.
- La adopción de pautas de consumo deteriorantes, propias de los países centrales. Esto se acompaña de un desarrollo tecnológico unidireccional, en el que los criterios ambientales no intervienen o lo hacen tangencialmente.
- Los organismos de gestión y control ambiental responden en forma tardía, y lo hacen con pocos recursos. La gestión es reactiva o simplemente no existe; y los organismos de control carecen del presupuesto y personal necesarios.

Las pautas de manejo que señalan los autores marcan la total inexistencia de planificación sostenible en el país.

En Argentina, el derecho a un ambiente sano tiene rango constitucional, así como la obligación a recomponer ante la existencia de daño ambiental (CN, Art. 41). Asimismo, se establece la posibilidad de interponer acción de amparo en lo relativo a los derechos que protegen el ambiente (Art. 43). Por su parte el artículo 75, inciso 19, establece la atribución del Congreso Nacional de “proveer lo conducente al desarrollo humano”, aunque no se aclara qué aspectos deben entenderse en la consideración de este último. Finalmente, el artículo 124 consagra la facultad de las provincias de accionar en vistas del desarrollo económico – social de la región y, aún más importante que eso, establece el dominio originario de las provincias sobre los recursos naturales existentes en su territorio.

A pesar de lo expresado en estos artículos, la realidad es algo distinta. La Constitución Nacional, sancionada en 1994, establece la obligación de la Nación de

dictar “normas de presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales” (Art. 41). Sin embargo, recién a fines del 2002 se sancionó la ley de Política Ambiental Nacional o Ley General del Ambiente (Ley 25.675). Entre los logros de la ley se cuentan el instituir al ambiente como un bien jurídicamente protegido, enunciar los principios de la política ambiental y establecer ciertas definiciones jurídicas clave (competencias, definición de daño ambiental, evaluación de impacto ambiental, etc.). La ley ratifica el pacto federal que dio origen al Consejo Federal del Medio Ambiente (COFEMA) como órgano que tiene como atribución la implementación de un Sistema Federal Ambiental y la coordinación de la política ambiental nacional. Pero este pacto no ha sido suscrito por la totalidad de las provincias. Además, muchas de las provincias cuentan con legislación ambiental previa a la promulgación de la ley nacional, por lo que es probable que la protección otorgada al ambiente se diluya en un mar de conflictos jurídicos (Fagot, 2003).

2.5 El problema de la determinación de los cambios ambientales

Como se ha mostrado en el apartado anterior, más allá de cómo puedan influir tanto las herramientas utilizadas para relevar los efectos sobre el ambiente, como el mismo paradigma de gestión pública, existen dificultades derivadas del mismo objeto de control. En ciertas ocasiones los impactos ambientales son fácilmente localizables, tanto en términos geográficos como causales. Por ejemplo, el vertido de desechos industriales en un curso de agua, tiene un área definible de impacto, y también una causa fácilmente identificable. Pero en otras ocasiones los fenómenos pueden ser más difusos geográficamente, y/o ser el resultado de cadenas causales más o menos indirectas. El ejemplo más típico de esto es la lluvia ácida, que puede darse en una región, pero ser causada por contaminación atmosférica, la cual es a su vez resultado

de una actividad industrial que tal vez se encuentre en otra región. Por último, existen fenómenos que son el resultado de sistemas causales complejos, en los cuales ciertos fenómenos son a la vez causa y efecto, concurriendo y retroalimentándose para generar un impacto ambiental. (Reboratti, 2000). Un ejemplo de esta situación es la presión excesiva sobre ciertos recursos pesqueros, los cuales generan desequilibrios en los ecosistemas pero en ese desequilibrio también interviene la propia variabilidad de la población del recurso.

Un problema adicional a la averiguación de las causas responsables de los cambios ambientales, y en cierto modo previo a la discusión de éstas, lo constituye la investigación de si realmente existió un cambio ambiental, en el sentido que constituya un efecto más o menos perdurable y que sea atribuible a las actividades humanas. Como se ha señalado, los sistemas naturales pueden ser extremadamente complejos y variables. Por ello es necesario en primera instancia investigar si esos efectos aparentes son en realidad modificaciones del medio o si simplemente son el resultado de la variabilidad natural de los ecosistemas (Suter, 1998). Un argumento similar puede esgrimirse en el caso del medio socioeconómico. En ciertos casos el efecto puede ser bastante notorio, como cuando se extingue una especie o se destruye un edificio histórico, pero en otros casos será necesario efectuar mediciones más elaboradas para determinar si hubo en realidad un efecto (Suter, 1998).

Como ya se ha mencionado los métodos más difundidos para la evaluación de impactos ambientales suelen ignorar estos dos inconvenientes, o simplemente no ofrecen soluciones satisfactorias. Probablemente esto se deba a que en realidad estos métodos fueron desarrollados para ser implementados en forma previa a la puesta en marcha de una actividad o proyecto, pero no para la fase de control o simplemente para actividades que hayan comenzado en el pasado. Por su parte la ERA sí incluye estos tópicos en su metodología, pero las soluciones que ofrece para lidiar con éstos son fuertemente dependientes de las pruebas de laboratorio; Y como ya se ha

señalado, la ERA se limita a estudiar los efectos sobre la salud de los ecosistemas y sobre la salud humana en particular, dejando de lado otros efectos sobre el medio socioeconómico (como degradación de paisajes o sitios históricos, pérdida de otros objetos culturales, mayor desigualdad en la distribución de los recursos, etc.).

En definitiva, ambos enfoques eluden la discusión de cuál es la relación de determinación que suponen existe entre un cambio ambiental y sus antecedentes. Este debate es necesario por cuanto condiciona la metodología empleada en el conocimiento y medición de las relaciones sociedad / naturaleza. En el apartado siguiente se expone un breve resumen de las principales posiciones respecto del tema de la causalidad, su relación con las ciencias sociales y con la estadística, y se reflexiona sobre cómo afecta esta discusión al conocimiento de las relaciones ambientales.

2.5.1 Causalidad en los sistemas ambientales.

¿Puede hablarse de causalidad en los sistemas ambientales? Suter (1998) sostiene que una importante tarea de los científicos abocados a la problemática ambiental es sugerir relaciones entre causas y efectos. Sin embargo,

“La naturaleza de la causación es un viejo problema metafísico que ha sido resuelto satisfactoriamente en el contexto de experimentos científicos pero no en las ciencias observacionales (...) que deben lidiar con las condiciones no controladas del mundo real” (Suter, 1998)

Por su parte Bunge (1978) sostiene que la causación es un tipo especial de determinación que utiliza la ciencia, pero no la única, y que se caracteriza por una producción necesaria, constante y unívoca entre un elemento denominado causa y otro al que llama efecto. Pero los sistemas ambientales se caracterizan por ser complejos, aleatorios y por pertenecer a diversos dominios ontológicos; por ello es poco probable que la causación, tal cual la describe Bunge, pueda ser aplicada a este

tipo de sistemas (Bazán y Valiente, 2004). Sin embargo sí podría corresponder otros tipos de determinación, especialmente la determinación estadística, la cual de acuerdo a Bunge se caracteriza por ser aplicable a grandes colecciones de objetos, entre los cuales hay cierta regularidad entre los elementos del conjunto; también existe entre estas colecciones un elemento aleatorio que, sin embargo, también responde a un comportamiento legal. Posiblemente este tipo de determinación sea el más apropiado para explicar los sistemas ambientales, lo cual no descarta la posibilidad de que otros tipos de determinación sean también aplicables.

La econometría ofrece una conjunto de herramientas que se conocen como “tests de causalidad”. El objetivo de estos tests es **detectar estadísticamente la causalidad dada la existencia de una relación temporal de efecto adelantado y rezago entre dos variables** (Gujarati, 1996). Estos tests equiparan la noción de “causalidad” (o más correctamente, determinación) a la de precedencia temporal² y se limita al análisis de las variables estocásticas; y es por supuesto un recurso que se utiliza debido a la imposibilidad³ de efectuar experimentos controlados (Maxim, 2002).

² Esto constituye un supuesto, pero es bastante verosímil en el contexto de los efectos ambientales

³ La imposibilidad no sólo es fáctica, sino que además puede afectar a los sujetos bajo observación.

Capítulo 3 Metodología Propuesta

3.1 Planteamiento del problema

Los impactos ambientales son fenómenos no observables debido a su complejidad. Los organismos de gestión pública, en su intento de controlarlos y minimizarlos se ven en la necesidad de construir sistemas de medición para detectar la existencia de estos impactos ambientales y en lo posible cuantificarlos y valorarlos. Para ello los sistemas de medición deben cumplir con una serie de requisitos. Bazán y Valiente (2004) postulan cuáles serían esos requisitos, de forma tal de establecer un sistema que complemente y mejore a las técnicas ya existentes.

En principio la medición puede realizarse tanto en forma estática como en forma dinámica. Los métodos empleados en la actualidad son básicamente estáticos. El empleo de un método dinámico estaría dado no sólo por la posibilidad de estudiar la evolución de los parámetros de control sino además por la eventualidad de verificar si la selección inicial de parámetros sigue siendo la más adecuada o, si por el contrario, será necesario incluir nuevos indicadores y excluir otros.

Por otro lado la elección de parámetros a controlar suele basarse exclusivamente en la experticia de los responsables de elaborar el sistema de seguimiento. Bazán y Valiente (2004) proponen que además de los conocimientos teóricos se cuente con algún criterio objetivo para la selección de indicadores. Además, para que el conjunto de indicadores seleccionados sirva a la toma de decisiones, éstos deben cumplir con dos requisitos adicionales: deben representar las cadenas “causales” (o de determinación) que llevan de una actividad a su impacto; y debe ser un conjunto no muy extenso.

Por último, en una opinión que las autoras mencionadas comparten con Echechuri et al (2002), la formulación de sistemas de control que consuman muchos

recursos termina por hacerlos inviables en el contexto de economías con escasez de recursos para la gestión ambiental, como es el caso de la mayor parte de las naciones subdesarrolladas. Por ello una posibilidad a explorar es la de formular sistemas que releven información en forma no exhaustiva pero que sin embargo sirvan a la toma de decisiones. Para afrontar esta restricción Bazán y Valiente (2004) proponen el empleo de mediciones indirectas del impacto ambiental, mediante el uso de series de difusión pública.

El método propuesto por Bazán y Valiente podría superar estas restricciones. Las autoras enuncian una serie de hipótesis de funcionamiento que atienden a estas restricciones. A continuación se transcriben esas hipótesis.

3.1.1 Hipótesis principal

“La nueva herramienta debe permitir la selección de indicadores entre un conjunto de potenciales candidatos, todos ellos de carácter cuantitativo, de forma que se maximice la información sobre los impactos ambientales existentes o potenciales.” (Bazán y Valiente, 2004)

3.1.1.1 Máxima información sobre impactos ambientales:

“Cada indicador mostrará una relación de precedencia de información significativa con las actividades impactantes de forma que ésta pueda ser asimilada a una relación de impacto. El conjunto de indicadores seleccionados maximizará la evidencia a favor de la existencia de impacto ambiental” (Bazán y Valiente, 2004)

3.1.2 Hipótesis secundarias

“La herramienta debe cumplir con las siguientes restricciones:

- Permitir un control dinámico del conjunto (actualización).
- Detectar situaciones de causalidad recíproca.
- Adaptarse a situaciones de restricción presupuestaria” (Bazán y Valiente,

2004)

3.1.2.1 Control dinámico del conjunto:

“La selección de indicadores será abierta, de manera que cada uno de éstos esté sujeto a ser incluido o excluido del conjunto, en función de su aporte de información sobre la existencia de impactos ambientales.” (Bazán y Valiente, 2004)

3.1.2.2 Detección de situaciones de causación recíproca

“El método permitirá la detección de relaciones de determinación conjunta entre el factor representado por el indicador y la acción potencialmente impactante.” (Bazán y Valiente, 2004)

3.1.2.3 La técnica puede adaptarse a situaciones de restricción

presupuestaria.

“Para situaciones en las que sea necesario trabajar con presupuestos reducidos la técnica se adaptará a tal efecto, por medio de la utilización de series de difusión pública.” (Bazán y Valiente, 2004).

En el presente trabajo se pondrá a prueba el método propuesto por Bazán y Valiente, para verificar si el mismo cumple con estas hipótesis de funcionamiento, y si ello constituye una mejora respecto de las técnicas existentes. Para ello se realizará una aplicación sobre el transporte urbano de pasajeros en el área metropolitana. A continuación se describe el método y los requisitos para su aplicación. Para abreviar, en adelante se denominará método B - V.

3.2 El método B – V de monitoreo del ambiente

El método propuesto consiste en tres etapas. En una primera etapa se define un conjunto de variables intervinientes, de acuerdo al conocimiento previo que se posee del fenómeno bajo estudio, tal como se realizaría con los métodos de Leopold

y del Instituto Batelle - Columbus, pero ampliando las posibilidades a todo lo que se considere que puede conformar el marco de referencia fijado. Así, en un intento de conformar un primer conjunto de variables "exploratorio", se incluirán parámetros que se pretenden representativos de acciones y de factores. La matriz de Leopold parte de separar los parámetros que representan a las acciones y los que representan a los factores. En el método propuesto en este trabajo no se efectúa esa distinción a priori, sino que se busca detectar todo tipo de interrelación entre esas variables.

Dado que el método supone la existencia de una restricción presupuestaria, la selección inicial de los parámetros a controlar estará condicionada por la información asequible en términos de costo⁴. Por ejemplo, en este trabajo se utilizarán series de difusión pública elaboradas por el INDEC. Una segunda limitación proviene de la necesidad de trabajar con series temporales para intentar una herramienta dinámica⁵.

Otra limitación será que la información a utilizar esté dada en forma de serie temporal. Esto se relaciona con el objetivo de intentar una herramienta dinámica.

En una segunda etapa se efectúa un análisis de causalidad entre los parámetros bajo análisis. Para ello se utiliza el test propuesto por Granger (1969) en el que "causalidad" equivale a una precedencia temporal entre dos variables estocásticas. Granger (1969) indica que si X causa Y, entonces los cambios en X deben preceder a los cambios en Y. Para verificar esta relación Granger propone como hipótesis nula "X no causa Y" y se efectúan dos regresiones:

⁴ Por supuesto, esta circunstancia no invalida la posibilidad de efectuar alguna medición por cuenta del organismo que realiza el control, si la información disponible simplemente no puede aproximar las variables bajo estudio. Pero se supone que esto insume más recursos: los responsables del armado del sistema de control deberán evaluar tanto la relación costo – beneficio de efectuar estas mediciones tanto como la restricción presupuestaria a la que atienden.

⁵ "La serie también se podría obtener, con algunas restricciones, con simulación, a partir de distribuciones de frecuencias o probabilísticas" (Bazán y Valiente, 2004)

Regresión sin restricción $Y_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_i x_{t-i} + \varepsilon_i$

Regresión restringida $Y_t = \sum_{i=1}^m y_{t-i} + \varepsilon_i$

Si el cálculo del estadístico F prueba que el grupo de coeficientes $\alpha_1, \dots, \alpha_m$ es significativamente diferente de cero, entonces se rechaza la hipótesis nula y entonces se afirma que "X causa Y". También se puede considerar la hipótesis nula "Y no causa X", y si también se rechaza la hipótesis nula, entonces se afirma que existe una relación de causación recíproca (feedback system). Para poder aplicar el test de Granger es necesario trabajar con series estacionarias. En el apartado siguiente se enumera el procedimiento adicional para comprobar la estacionaridad de las series.

En una tercera etapa se construye una tabla con los resultados del test de Granger entre cada par de variables:

Tabla 1: Exposición de los resultados del Test de Granger entre cada par de series analizado

X causa Y	Serie 1	Serie Q
Serie 1	----			P_{1Q}
.....		----		
.....			-----	
Serie Q	P_{Q1}			-----

Fuente: Bazán y Valiente (2004)

En la tabla en cada celda se coloca el valor de probabilidad resultante de la aplicación del test de Granger entre cada par de series temporales. Cada relación se convierte así en un potencial indicador. Por supuesto, se excluye del análisis los valores de la diagonal, bajo el supuesto (altamente probable) de que una misma *magnitud*⁶ no puede ser causa de sí misma. El método trabaja con los valores de significación y no con estadístico F para poder comparar series de diferente estructura.

Se debe aclarar que si F es una variable aleatoria con distribución $F_{m,n}$ existe un número real positivo $F_{m,n,\alpha}$ que deja en la derecha de la distribución una probabilidad igual a α .

$$P(F \geq F_{m,n,\alpha}) = \alpha$$

Pero también:

$$P\left(\frac{1}{F} < \frac{1}{F_{m,n,\alpha}}\right) = \alpha$$

puesto que es una desigualdad equivalente.

Si se considera el valor de probabilidad $1 - \alpha$ se obtiene:

$$P(F \leq F_{m,n,\alpha}) = 1 - \alpha$$

o su equivalente:

$$P\left(\frac{1}{F} > \frac{1}{F_{m,n,\alpha}}\right) = 1 - \alpha$$

El objetivo de esta tercera etapa es obtener un conjunto de indicadores cuya probabilidad de causalidad sea la mayor. Entonces se convierten los datos de la tabla en un problema de asignación que responde al siguiente modelo matemático (Hillier y Lieberman, 1989; Bazaraa, 1990; Valiente, 2003)

Si el objetivo es minimizar porque las probabilidades que se incluyen en la tabla son $P(F \geq F_{m,n,\alpha}) = \alpha$ entonces:

1) La función objetivo será:

Minimizar la función:

$$F = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m p_{ij} x_{ij}$$

2) Sujeta a las restricciones:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \quad \forall i = 1 \dots m$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \quad \forall j = 1 \dots m$$

⁶ No se habla aquí de variables, sino de que un mismo valor de Y_t no puede ser al mismo tiempo su causa y su efecto.

3) Condición de no negatividad:

$$x_{ij} = 1 \text{ ó } 0 \quad \forall_{ij} = 1 \dots m$$

La solución dará el conjunto de indicadores que cumplen con la relación X causa Y.

Pero si como se indica en párrafos anteriores lo que se desea obtener es un conjunto de indicadores cuya probabilidad de causalidad sea la mayor, y la probabilidad que se incluye en la tabla es $P(F < F_{m,n,\alpha}) = 1 - \alpha$ en ese caso el modelo cambia la función objetivo. Entonces:

1) Maximizar la función

$$Z = \sum_{i=1}^Q \sum_{j=1}^Q p_{ij} w_{ij}$$

siendo $w_{ij} = 1 \text{ ó } 0 \quad \forall_{ij} = 1 \dots Q$.

2) Las restricciones para establecer un único par de series por fila y columna del modelo serán:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \quad \forall i = 1 \dots m$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \quad \forall j = 1 \dots m$$

En este modelo el funcional Z es una esperanza matemática restringida del conjunto de indicadores seleccionados, ya que los no seleccionados tienen como valor de $w = 0$. De esta forma se establece la relación de causalidad con mayor evidencia, pero no en forma individual, sino en conjunto (Bazán y Valiente, 2004).

Bajo el supuesto que el objetivo sea la detección de los “feedback system”, sólo hay que modificar las restricciones para que queden con la forma:

$$\sum_{i=1}^Q \sum_{j=1}^Q w_{ij} = Q$$

Donde Q es la cantidad de series o modelos considerados. Se mantienen los valores de las variables de decisión y la función a maximizar.

El producto final de este método es un conjunto representativo de series con la mayor probabilidad de causalidad en los términos de Granger; es decir, la herramienta se utiliza con fines de inferencia causal en las relaciones de impacto ambiental (Bazán y Valiente, 2004).

3.3 Requisitos para la aplicación del Test de Granger.

3.3.1 Estacionaridad de las series

Dado que el test de Granger supone la estacionaridad de las series a emplear (Granger, 1969; Judge, G. et al, 1988) es necesario efectuar las comprobaciones del caso para demostrar que se cumple con este requisito. Puede afirmarse que una serie es estacionaria en media si se cumple que la esperanza matemática permanece constante a lo largo del tiempo (Uriel, 1985)

$$E(Y_t) = \mu \quad \forall t$$

Adicionalmente una serie puede considerarse como estacionaria de segundo orden si se verifican dos condiciones (Uriel, 1985):

a) Que la varianza sea finita y constante

$$E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad \forall t$$

b) Que la autocovarianza entre dos periodos cualesquiera esté influida únicamente por el lapso transcurrido entre esos dos periodos (es decir, que su valor sea independiente de cuáles son los periodos considerados).

$$E(Y_{t+k} - \mu)(Y_t - \mu) = \gamma_k \quad \forall t$$

Si una serie es estacionaria de primer y de segundo orden, se dice que es débilmente estacionaria (Greene, W., 1998). El hecho de que una serie cumpla con esta restricción asegura que no existen cambios fundamentales en su estructura (Judge et al, 1988)

Si las series no cumplen con estos requisitos será necesario efectuar las transformaciones necesarias a efectos de convertirlas en estacionarias. La transformación adecuada dependerá de si la serie sólo presenta tendencia en la media o además presenta tendencia en la varianza. En el primer caso es conveniente tomar diferencias de orden d (normalmente con una o dos diferenciaciones será suficiente). En el segundo caso la tendencia de la varianza no desaparece con la toma de diferencias, por lo que puede ser necesario además efectuar una transformación del tipo Box-Cox (Uriel, 1985). Es importante que la serie no presente heteroscedasticidad condicional debido a que esta circunstancia afecta el poder de los test de causalidad basados en mínimos cuadrados, llevando a conclusiones erróneas respecto de la relación de causalidad entre dos variables (Vilasuso, 2001).

Para corroborar si la serie es o no estacionaria puede recurrirse al test de raíces unitarias. La cantidad de raíces unitarias que presente la serie implica cuántas veces será necesario diferenciar dicha serie para transformarla en estacionaria (Quantitative Micro Software, 1998). Así, una serie que contenga dos raíces unitarias requerirá dos diferenciaciones para ser estacionaria.

El test de raíz unitaria de Phillips-Perron comienza considerando un proceso AR(1) de la forma:

$$Y_t = \mu + \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$$

donde μ , ρ son parámetros y ε_t representa un ruido blanco. Para que Y_t se considere una serie estacionaria debe cumplirse $-1 < \rho < 1$. Cuando $\rho = 1$, entonces Y_t es no estacionaria, debido a que la varianza crece en forma sostenida y tiende a infinito. En cambio, si el valor de ρ es mayor a uno, la serie es de carácter explosivo, algo que no tiene sentido económico. Por ello es que la hipótesis nula a evaluar es si este parámetro es igual a uno, y la hipótesis alternativa será únicamente que ρ sea menor a 1 (Quantitative Micro Software, 1998)

El test se realiza mediante la estimación de una ecuación en la que se ha sustraído Y_{t-1} en ambos miembros:

$$\Delta Y_t = \mu + \beta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde $\gamma = \rho - 1$ y las hipótesis son:

$$H_0: \beta = 0, \quad H_1: \beta < 0$$

Una complicación adicional reside en el hecho de que la distribución de β no sigue la distribución t habitual, por lo que es necesario efectuar un contraste con otra distribución. Para ello se cuenta con una serie de simulaciones tabuladas producto de los trabajos de Dickey y Fuller de 1979 y de MacKinnon en 1991. (Quantitative Micro Software, 1998).

Si se quiere implementar este test para series con una correlación de mayor orden, se recurre a correcciones para ajustar la metodología. En el caso del test de Phillips – Perron, se recurre a una corrección no paramétrica del estadístico t del coeficiente β . Así, el nuevo coeficiente t será:

$$t_{pp} = \frac{\gamma_0^{1/2} t_b}{\omega} - \frac{(\omega^2 - \gamma_0) T s_b}{2\omega\hat{\sigma}}$$

t_b y s_b son, respectivamente, el estadístico t y el error estándar del parámetro β ; por su parte \otimes es el error estándar de la regresión, T indica el número de observaciones y ω , γ_0 provienen de la corrección de Newey West para obtener estimadores consistentes aún en presencia de autocorrelación y heteroscedasticidad (Quantitative Microsoftware, 1996). El uso de los estimadores de Newey – West aporta mayor robustez a este test de raíz unitaria. El estimador robusto de Newey – West se calcula de la siguiente forma:

$$\omega = \gamma_o + 2 \sum_{j=1}^q \left(1 - \frac{j}{q+1}\right) \gamma_j$$

$$\gamma_j = \frac{1}{T} \sum_{t=j+1}^T \hat{e}_t \hat{e}_{t-j}$$

El parámetro crítico en esta corrección es q, que representa el número de rezagos a incluir en la correlación serial (Quantitative Micro Software, 1998).

3.3.2 Desestacionalización de las series

Adicionalmente a la comprobación de la estacionaridad de cada serie es preciso corroborar si éstas presentan estacionalidad, y en dicho caso si el componente estacional es también estacionario o no. Uriel (1985) señala además que:

“... en ocasiones, una diferencia estacional puede ser adecuada para eliminar tanto la tendencia como la no estacionariedad del componente estacional”

Es decir, la desestacionalización puede contribuir para convertir en estacionaria una serie con tendencia. Por ello será conveniente trabajar con series previamente desestacionalizadas antes de aplicar el test de raíces unitarias.

Un camino para la desestacionalización de las series es recurrir al método X-11 aditivo, el cual consiste en un ajuste no paramétrico (o empírico) que tiene como objetivo la descomposición de una serie mediante un procedimiento iterativo. El método se basa en una serie de alisados sucesivos. Para una serie mensual las componentes que se estiman mediante este procedimiento iterativo son (Ladiray y Quenneville, 2001):

- Una componente tendencia – ciclo, que representa la evolución de la serie en el largo plazo, acompañada de etapas de recesión y expansión. En

realidad desde el punto de vista teórico ambas componentes son diferentes, pero debido al lapso cubierto por la serie no es posible separarlas

- La componente estacional, que representa las fluctuaciones interanuales de la serie.
- Una componente irregular para sintetiza todas las fluctuaciones erráticas que acompañan a la serie.

En un modelo aditivo y mensual, el algoritmo de base de X-11 comienza con la toma de medias móviles para estimar la componente tendencia – ciclo. El siguiente paso es segregar la tendencia – ciclo de la serie para quedarse con la componente estacional – irregular. El tercer paso es la toma de medias móviles para cada mes para estimar la parte estacional, la cual es segregada en la siguiente etapa para quedarse sólo con la parte irregular. Por último, se obtiene la estimación de la serie alisada. La mayor dificultad de este algoritmo es la elección de las medias móviles adecuadas:

“El método X-11 no hace más que llevar a cabo ese algoritmo simple, utilizando medias móviles cuidadosamente elegidas y afinadas, poco a poco, las estimaciones de las componentes a través de las iteraciones del algoritmo” (Ladiray y Queneville, 2001)

Las medias móviles utilizadas son mayormente simétricas, pero para los primeros y últimos valores, en los cuales las medias simétricas no pueden ser aplicadas, se emplean medias móviles asimétricas construidas a tal efecto. Además del tema de la selección de las medias móviles, subsiste el problema de los puntos atípicos que pueden afectar las estimaciones. Por ello X-11 incorpora la detección y corrección de los mismos dentro de su algoritmo de base (Ladiray y Queneville, 2001)

Una vez que se han efectuado estas transformaciones puede procederse a aplicar el test de Granger entre cada combinación posible del conjunto de series bajo análisis.

Tabla 2: El Algoritmo de base de X-11

Serie bruta mensual: $X_t = C_t + S_t + I_t$
1. Estimación de la tendencia ciclo con una media móvil 2x12: $C_t^{(1)} = M_{2 \times 12}(X_t)$
2. Estimación de la componente estacional irregular: $(S_t + I_t)_{(1)} = X_t - C_t$
3. Estimación de la componente estacional con una media 3 x 3 sobre cada mes: $S_t^{(1)} = M_{3 \times 3} [(S_t + I_t)^{(1)}]$ Y normalización $S_t^{- (1)} = S_t^{(1)} - M_{2 \times 12}(S_t^{(1)})$
4. Estimación de la serie corregida de variaciones estacionales $A_t^{(1)} = (C_t + I_t)^{(1)} = X_t - S_t^{(1)}$
5. Estimación de la tendencia – ciclo con una media móvil de Henderson de 13 términos: $C_t^{(2)} = H_{13} (A_t^{(1)})$
6. Estimación de la componente estacional – irregular: $(S_t + I_t)^{(2)} = X_t - C_t^{(2)}$
7. Estimación de la componente estacional con una media móvil 3x5 sobre cada mes: $S_t^{(2)} = M_{3 \times 5} [(S_t + I_t)^{(2)}]$ Y normalización $S_t^{- (2)} = S_t^{(2)} - M_{2 \times 12}(S_t^{(2)})$
8. Estimación de la serie corregida de variaciones estacionales: $A_t^{(2)} = (C_t + I_t) = X_t - S_t^{- (2)}$

Fuente: Ladiray y Quenneville, 2001

3.3.3 Tamaño de la serie

Existen varios tests bivariantes que hacen referencia al concepto de causalidad de Granger. Éstos trabajan con distintos estadísticos y distribuciones de probabilidad. En este trabajo se usará el test de Granger-Sargent tal como se describió en 3.2

Debido a que en este trabajo se empleará muestras pequeñas, es importante saber qué efectos posee esta circunstancia sobre el poder del test utilizado. Se ha reportado que con muestras de 100 datos éste tiene un poder aceptable (95% de efectividad) y un menor sesgo hacia arriba en el alpha, en comparación con otros tests, mientras que cuando las muestras superan los 150 datos este test se cuenta entre los más efectivos (Bult, J; Leeflang, P.; Wittink, D., 1996).

Capítulo 4 Aplicación del método B – V al Transporte

Urbano de Pasajeros

Uno de los sectores que más atención ha recibido dentro de la discusión de los conflictos ambientales es el transporte urbano. Probablemente esto se deba a que los países industrializados, pioneros en la investigación ambiental, convivan con fenómenos de fuerte degradación de los hábitats urbanos causados principalmente por los efectos del transporte urbano. **Dentro de este grupo de países se ha operado un cambio en los últimos quince años, en los cuales se pasó de políticas de “predecir y proveer” en los cuales el estado se limitaba a calcular la evolución futura del sector de transporte y a construir la infraestructura necesaria, a un nuevo tipo de políticas que apunta a planificar y minimizar los efectos negativos del transporte** (Goodwin, 1999).

Los países en desarrollo tienen sus propios problemas en el área de transporte, los cuales se suman a los que experimentan las sociedades industriales. Las ciudades más importantes de los países en desarrollo experimentan niveles de degradación similares a los de las metrópolis del primer mundo, pero con la circunstancia agravante de que los sistemas de regulación y planificación ambiental son débiles y las perspectivas de contrarrestar esos efectos son pocas.

4.1 La sostenibilidad del Transporte Público Urbano

A medida que las sociedades evolucionan, se hacen no sólo más complejas sino que sus actividades se extienden espacialmente. Así, la vida de un campesino de la edad media no transcurría, salvo excepciones, más allá de las tierras que le tocaba cultivar. Hoy en día, que el habitante promedio de la civilización occidental tiene a

su disposición múltiples actividades⁷, las cuales tienen lugar en un espacio mayor, generando una mayor necesidad de movilidad y por lo tanto, crecimiento del transporte y del consumo energético asociado (Reboratti, 2000). El alto grado de urbanización y división del trabajo de las sociedades contemporáneas ha llevado a que un problema central en la organización de las mismas sea el transporte de bienes y personas de un punto geográfico a otro. El transporte se convierte en un tema crucial puesto que implica considerar relaciones sociales de diversa índole (políticas, económicas) y al mismo tiempo es una forma de vincular estas relaciones sociales con su entorno espacial.

4.1.1 Principales características del transporte

La ciudad, que es el principal escenario del transporte de pasajeros, puede ser vista como un bien público, un producto de la interacción de los espacios de consumo, intercambio y producción. En ella circulan bienes materiales y virtuales, a través de lo que se denominan *corredores*. Éstos últimos son el resultado de la interacción entre las distintas actividades y el soporte físico que las sustenta (infraestructura y medios de transporte). Es justamente esta interacción el elemento generador de los viajes que se realizan dentro, desde y hacia la ciudad. Ahora bien, si la ciudad es un bien público, los corredores lo son aún más. Allí aparece el papel indelegable del Estado en la regulación de la apropiación del medio urbano por parte de los distintos actores sociales intervinientes en el transporte (Ciafardo et al, 1997). La primera obligación de las autoridades será, por lo tanto, estimar convenientemente los costos sociales derivados de una configuración del transporte u otra en la ciudad.

⁷ Es claro que esta mayor oferta de actividades no aplica en forma homogénea a toda la sociedad. Pero esto es parte de la propia definición actual de pobreza: es probable que las dificultades diarias de las clases urbanas más pobres sean equiparables a las que campesino medieval promedio tenía que sobrellevar, o incluso más livianas.

La demanda de Transporte es derivada, no es un fin en sí misma. La gente viaja puesto que requiere satisfacer una necesidad, y esa satisfacción sólo puede completarse en el lugar de destino. Esto lleva a que exista una relación muy estrecha entre la distribución espacial de las actividades urbanas y el transporte. Otra particularidad de esta demanda es la alta diferenciación que existe respecto de los servicios requeridos. Efectivamente, las personas prefieren un servicio u otro en función de características precisas como la frecuencia, la velocidad, el propósito del viaje, etc. Por último, se trata de un fenómeno esencialmente dinámico, que puede presentar picos de demanda a lo largo del día, de la semana, mes, etc., dependiendo del servicio específico que se considere. (Ortúzar y Willumsen, 1994). Estas características hacen que el transporte impacte en forma diferenciada en el medio que le da cabida, no sólo espacialmente sino también en términos de su impacto a lo largo del tiempo.

En líneas generales en el sector los costos fijos son importantes y la inversión fija, considerablemente alta. Esta última consta de dos clases de activos: i) la infraestructura, dentro de la cual se cuenta la inversión en rutas y caminos, pero también en terrenos para estacionamiento, garajes, peajes, etc.; ii) las unidades móviles: Autos colectivos y otro tipo de rodados puestos a disposición para efectuar el servicio. Los proveedores de estos dos elementos, unidades móviles e infraestructura, pueden no ser los mismos⁸, lo cual genera frecuentes externalidades dado que no siempre los costos de la infraestructura son percibidos por los usuarios ni incorporados al esquema de tarifas que se paga por utilizar las unidades móviles (Ortúzar y Willumsen, 1994). Por otro lado, en muchos casos la infraestructura queda a cargo del estado; las autoridades pueden tener una función objetivo distinta de la eficiencia económica, llevando esto a que exista o bien sobreinversión y capacidad ociosa (una

⁸ Existen, por supuesto, distintas combinaciones de gestión pública y/o privada de estos tipos de activos. Para un relevamiento de las principales modalidades véase el trabajo de Jansson (1996)

autopista puede ser percibida como una forma fácil de atraer votos) o bien a una desinversión paulatina (por ejemplo, las tarifas pueden mantenerse bajas por cuestiones políticas, aún a costa de no generar ingresos que permitan el mantenimiento de la inversión en infraestructura). Ambas situaciones son generadoras potenciales de efectos ambientales.

4.1.2 Principales efectos ambientales del transporte

4.1.2.1 Efectos sobre el medio local y la salud humana.

A pesar de que los efectos negativos del transporte suelen ser puntuales, no por ello dejan de ser críticos. Siendo las ciudades el principal hábitat de la civilización occidental, los impactos que se generen sobre éstas serán los que tendrán una acción más inmediata sobre las personas. El impacto negativo más inmediato del transporte es la alteración de la calidad del aire en la ciudad misma. La contaminación atmosférica es causada en buena parte por las emanaciones de los motores de combustión. Desde la década de 1970, a partir de la crisis energética por el aumento del precio del petróleo, los fabricantes de automóviles han mejorado progresivamente la eficiencia de los motores, que sin embargo siguen impulsados fundamentalmente por derivados de combustibles fósiles. Por otro lado, la mayor eficiencia ha sido contrarrestada por el crecimiento del parque automotor, por lo que el problema de la contaminación atmosférica por parte del transporte urbano dista mucho de ser resuelto. Además de las emisiones por la combustión de los motores, el transporte genera polvillo y partículas sólidas debido al desgaste de ruedas y caminos (Reboratti, 2000). Por último, aunque es claro cómo se producen estos impactos debido al transporte, no queda claro cuál es el efecto conjunto del transporte con otras variables de planeamiento sobre la calidad del aire, tales como políticas de uso del suelo, sistemas de gerenciamiento de la actividad, niveles de inversión pública, etc.; y

también es necesario profundizar sobre los costos y valoración de este tipo de polución (Zimmerman, 1997).

No menos importante ha sido el crecimiento diferencial del automóvil particular por sobre las modalidades de transporte público. El uso del automóvil particular genera, comparativamente, más emisiones que el transporte público. Sus efectos son especialmente importantes sobre el tráfico: en promedio, un pasajero en automóvil genera 15 veces más congestión que un pasajero de colectivo, siendo este último el principal perjudicado (Thomson, 1993). El fenómeno de la congestión y su efecto sobre el transporte público, ha sido caracterizado como un círculo vicioso. El tráfico creciente incrementa la congestión, reduciendo la productividad del transporte público. Esto a su vez resulta en costos crecientes para los operadores de colectivos, lo cual sólo puede ser resuelto por un descenso en el nivel de servicio o por un incremento en las tarifas. El resultado final es hacer más atractiva la utilización del automóvil particular para trasladarse (Ortúzar – Willumsen, 1994; Kaufmann, 2000).

En América Latina la posesión del automóvil particular se encuentra restringida por la mayor proporción de hogares sin acceso a un automóvil particular. Sin embargo, la congestión está cada vez más presente también en los países en desarrollo. La congestión impacta a todas las clases sociales pero especialmente a los más pobres, puesto que reduce la productividad del transporte público y en particular la de los colectivos (Thomson, 1993). La construcción de líneas de subterráneo reduce la congestión, pero requiere niveles de operación excepcionalmente altos para su justificación económica y sumas exorbitantes para instalar el servicio. Por otro lado, el uso particular del automóvil en clases medias bajas, con niveles bajos de ocupación (1 ó 2 pasajeros) vuelve a complicar la situación.

El transporte genera un importante impacto sobre el hábitat humano que consiste en la contaminación sonora. Si bien los principales estudios sobre el tema dan cuenta de este tipo de contaminación en ciudades europeas (donde afectan al

40% de la población) se ha señalado que el problema es grave en las ciudades de los países subdesarrollados y que en ambos lugares la principal fuente es el tráfico (Berglund, B., ed.; Lindvall T., ed.; Schwela, D., ed. , 1999). La Organización Mundial de la Salud ha elaborado un informe en el cual se dan cuenta de los principales efectos del ruido en las comunidades, los cuales incluyen los siguientes trastornos sobre la salud de la población:

- Disminución de la capacidad auditiva
- Interferencia en la comunicación (especialmente importante en los niños más pequeños que comienzan a hablar y en las personas con capacidad auditiva disminuida)
- Disturbios en el sueño
- Reducción del desempeño
- Efectos cardiovasculares y psicofísicos en general
- Mayor irritabilidad en la población
- Cambios en la conducta social, como por ejemplo menor predisposición a ayudar a otras personas.

En contraste con otros problemas ambientales, la contaminación sonora continúa en aumento exponiendo a un mayor número de personas a sus consecuencias. Además, sus efectos son directos y acumulativos y no sólo impacta sobre la salud sino que además tiene incidencia económica, socio-cultural y estética (Berglund, B. et al, 1999). Estos efectos han sido verificados por expertos pertenecientes a la OMS a lo largo del mundo; sin embargo, es claro que es un campo en el cual se necesita mayor investigación (por ejemplo, para cuantificar estos efectos en términos económicos).

4.1.2.2 Accesibilidad y uso del suelo.

Uno de los principales problemas de las grandes ciudades del tercer mundo es la falta de un sistema de transporte accesible para la gran mayoría de la población.

Esto lleva, por supuesto, a que la estrategia para reducir la proporción de gasto en transporte sea insumir más tiempo en viajar. En general, la población de menores recursos de América Latina insume mucho tiempo en trasladarse de un punto a otro y realiza por consiguiente pocos viajes, siendo las modalidades de transporte más usuales los colectivos o formas no motorizadas (caminar, bicicletas, tracción a sangre). Además, la población de menores recursos tiende a concentrarse en los barrios periféricos, con poca accesibilidad, debido a que en esos barrios el costo de la propiedad inmobiliaria suele ser menor; pero esto no hace sino agravar sus problemas de movilidad, reduciendo sus oportunidades de acceder a empleos mejor pagos y a oportunidades de recreación públicas gratuitas, usualmente ubicados en los barrios céntricos (Thomson, 1993). Una corroboración de esta desigual dotación de infraestructura en las ciudades es la ocupación precaria de terrenos céntricos por parte de la población de menores recursos, fenómeno denominado en nuestro país "villa miseria". La ocupación de terrenos en la periferia de las ciudades, o al menos en forma alejada de los barrios de clase media o alta, no genera tantos conflictos. Sin embargo las villas suelen concentrarse en sectores donde si bien su presencia es menos tolerada por sus vecinos de mayores recursos (áreas comerciales) el acceso a un número de servicios y de oportunidades de trabajo es mayor.

En otras ciudades del tercer mundo se presenta un fenómeno de descentralización creciente, de la mano de la motorización de los sectores más acomodados de la sociedad, trasladando valiosas funciones urbanas a asentamientos suburbanos de clase alta o media alta, a los cuales el transporte público no llega. A estos asentamientos los más pobres no pueden acceder por no contar con un vehículo propio, perdiendo una vez más oportunidades de trabajo y recreación (Gakenheimer, 1999). La alternativa es, una vez más, el asentamiento precario o villa miseria, esta vez no en terrenos céntricos sino en las inmediaciones de estos centros suburbanos, donde pueden obtener empleos informales (jardinería, personal doméstico, etc.)

Ronald Flores Vega (1993) realiza un interesante análisis que sugiere la existencia de una insuficiencia en el análisis microeconómico del transporte, que radica en la consideración de que el acceso al mercado es igualmente probable para todos los potenciales demandantes. En primer lugar, “necesidad” no siempre equivale a “disposición a pagar”. En segundo lugar el posicionamiento territorial del transporte favorece a unos sectores más que a otros, incidiendo de esta forma en variables espaciales y económicas, y también sociales. Es claro que la movilidad de los usuarios depende en primer lugar su ingreso; y que la elección del modo de transporte también se relaciona con el ingreso. Pero estos no son los únicos determinantes. Flores Vega sostiene que debe considerarse también el nivel de *accesibilidad urbana*, la cual está relacionada con el nivel socioeconómico de los estratos ciudadanos. En efecto, las zonas de asentamiento más pobres están aisladas de los principales servicios en red, entre ellos el transporte. Consecuentemente, los tiempos de desplazamiento medio de los pobres son superiores, una característica que un enfoque marginalista no refleja adecuadamente. El informe de Flores Vega se refiere principalmente a América Latina. En este continente, sostiene el autor, subsisten grandes diferencias socioeconómicas entre los distintos estratos de la población que por supuesto también se manifiestan en el sector transporte. Los grupos marginales están condenados a diversos grados de inmovilidad y enajenación del desplazamiento, acentuando aún más la segregación urbana y su desconexión social y económica.

Flores Vega (1993) sostiene que en las ciudades latinoamericanas el fenómeno del transporte debe ser analizado desde el crecimiento vertiginoso de las mismas. Esto se ha traducido en una transformación desordenada de los usos de suelo, que se manifiesta en una presión constante sobre la oferta de transporte (infraestructura y servicios) y por lo tanto en un mayor impacto sobre el ambiente. América Latina no ha escapado a la tendencia general de las pasadas décadas respecto de los planes de transporte, en cuanto estos últimos han favorecido la utilización del vehículo particular,

poniendo especial énfasis en la minimización de los conflictos derivados del tráfico. Estos planes han puesto el acento en aspectos operacionales y de modernización de la infraestructura, pero siempre con el automóvil particular en mente. Sin embargo la dependencia de los medios de transporte colectivo en América Latina es mayor que en los países del primer mundo, pues mucha de la demanda de transporte se encuentra cautiva en estas modalidades por no tener posibilidad material de acceder a un automóvil particular (Flores Vega, 1993).

4.1.2.3 Efectos globales sobre el ambiente.

La dependencia del transporte de los combustibles fósiles también ha sido una fuente de preocupación de políticos y científicos al menos desde la década del '70. Aun en presencia de tecnologías poco eficientes en términos energéticos como la que caracterizó al transporte hasta mediados de los '70, el transporte público se caracteriza por una mayor eficiencia en el uso de la energía y un menor consumo total de combustibles fósiles (United States Congress, 1975). Sin embargo, todavía existe una fuerte dependencia de este tipo de combustibles. Además, si bien existen numerosas investigaciones sobre consumo energético, todavía no se sabe cuál será el resultado final (a largo plazo) de estos niveles de consumo (Zimmerman, 1997).

4.1.2.4 Otros impactos ambientales de los que poco se sabe.

El transporte genera muchos otros impactos de los que aún se sabe muy poco. Zimmerman (1997) aporta una breve lista de los campos en los que se requiere mayor información.

- Como ya se ha señalado, la prestación del servicio de transporte exige la construcción de infraestructura, fundamentalmente caminos. Se sospecha que este tipo de construcciones que tiene una vida prolongada afecta tanto las aguas superficiales como las subterráneas (por ejemplo, modificando el escurrimiento de los terrenos).

- El transporte genera residuos sólidos como neumáticos y pavimento viejo; y líquidos, tales como aceites, anticongelantes. Aunque se sabe poco de ambas categorías, los primeros son más fáciles de contabilizar. En nuestro país, los aceites minerales desechados entran en la categoría de residuos especiales.
- Se supone que el transporte genera importantísimos cambios sobre el uso del suelo, pero no se han evaluado cuáles y de qué magnitud son esos cambios.

Los impactos ambientales a los que se ha hecho referencia se aplican al transporte en general, no sólo a las modalidades públicas. En ciertos aspectos la promoción del transporte público generaría una disminución en la magnitud de los efectos ambientales, como por ejemplo en términos de consumo energético. Pero en otras cuestiones no se advierte que exista superioridad del transporte público sobre el automóvil particular.

La existencia de estos problemas se agrega a los ya estudiados en las naciones industrializadas; fundamentalmente congestión, ruidos, alto consumo energético fundado en recursos no renovables y emisiones contaminantes, todos ellos con probados efectos negativos sobre la salud de la población y la degradación del medio urbano; y con efectos más indirectos (pero igualmente importantes) sobre fenómenos globales tales como el efecto invernadero. La resolución de los mismos exige en primer lugar contar con información sobre cuáles son esos problemas, la magnitud y localización de los mismos, cómo se generan y a quién afectan, las medidas disponibles para mitigar, compensar o evitar los efectos negativos, y el costo de los efectos y de las medidas (Conesa Fdez-Vitora, 2000). **Para todo ello se requiere, entre otros elementos, de una herramienta que permita monitorear la evolución de los efectos de forma tal que permita la toma de decisiones por parte de la autoridad pertinente y su consiguiente seguimiento, es decir una herramienta dinámica.**

4.2 El Transporte Público Urbano. Nuevas visiones

Como ya se ha señalado, en los países industrializados el paradigma predominante hasta mediados de los '90 en cuanto a la planificación del transporte era simplemente "predecir y proveer". A mediados de esa década se ha reconocido la no sostenibilidad de esa tendencia, y por ello en la actualidad se ha avanzado a un nuevo modelo en el cual se intenta prever, minimizar y mitigar los impactos negativos del transporte. Por ejemplo, en el Reino Unido de Gran Bretaña el gobierno ha lanzado una nueva política denominada "New Deal for Transport". Goodwin (1999) explica que ésta consiste primariamente en una planificación estratégica del transporte, que contemple el objetivo mayor de desarrollo sostenible. Esto lleva reconocer la actual dependencia del automóvil privado, y la necesidad de trasladar buena parte de esa demanda hacia el transporte público y a formas no motorizadas de transporte, así como la reducción de viajes innecesarios. Además, la nueva política considera los efectos del transporte en políticas de uso del suelo, salud, educación, etc. Finalmente, el "New Deal for Transport" reconoce la necesidad de desarrollar nuevas estructuras institucionales que posibiliten estos cambios.

En EE.UU. el planeamiento del transporte también ha sido realizado en forma estratégica. Tal como se ha indicado previamente, las agencias federales, incluyendo las que investigan y coordinan el transporte, debieron comenzar a rendir cuentas a partir de la administración Clinton. El argumento bajo este cambio en la forma de planificar y controlar los resultados era que las entidades federales debían medir su desempeño porque esa información importante para los contribuyentes que las solventan. Adicionalmente, se estableció una nueva política denominada "Inter.-Modal Surface Transportation Efficiency Act" que aportó mayores fondos no sólo para la investigación y mejora del transporte como actividad económica, sino también para la sustentabilidad del sistema. Para medir los resultados de esta nueva política se fijaron

16 parámetros a observar a escala urbana y 23 en el ámbito estatal, agrupables en 3 categorías:

- Indicadores de desempeño económico y financiero del sistema de transporte
- Indicadores de desempeño ecológico
- Indicadores de desempeño social e institucional

Cualquier agencia federal que investigara o interviniera en políticas de transporte debía presentar los resultados para todos estos indicadores (Zimmerman, 1997). Los indicadores que utilizan se refieren por lo tanto a los tres aspectos del desarrollo sostenible a los que se había hecho referencia anteriormente: sostenibilidad económica, ecológica y social.

Una de las agencias federales de transporte más importantes en EE.UU., el Transportation Research Board ha establecido como una línea de investigación principal a la cuestión ambiental. Una publicación firmada por uno de sus miembros, William R. Black (1999) da cuenta de las áreas a las que se dedicará atención:

1. Los impactos económicos y sociales de los proyectos, las políticas y tendencias en transporte. Entre las tendencias más importantes que deben ser evaluadas en función de su impacto en el transporte se cuentan: a) el crecimiento del comercio internacional debido a los acuerdos comerciales, como por ejemplo el NAFTA; b) el número creciente de mujeres que se suman a la fuerza laboral, y por lo tanto demandan transporte para llegar a sus trabajos; c) en general, un mayor número de familias monoparentales; d) un aumento en la cantidad de conductores de la tercera edad; e) un aumento mundial en el número de accidentes.
2. Los métodos de evaluación de impactos, poniendo énfasis en el aprovechamiento de nuevas tecnologías como los sistemas de información geográfica (GIS)

3. La identificación y valoración de las externalidades relativas al uso del sistema de transporte, con el objetivo de permitir su incorporación al costo privado de la actividad.
4. Transporte Sostenible. El sistema actual no es sustentable debido a su utilización de combustibles fósiles, los problemas locales de calidad del aire que ocasiona, la contribución de la combustión al calentamiento global, el número excesivo de accidentes y fatalidades que causa, y la congestión en los centros urbanos más importantes.
5. Justicia ambiental en lo referente al transporte. Esta línea de investigación apunta a identificar y reparar situaciones en las que los impactos negativos del transporte se distribuyen desigualmente entre la población, afectando a ciertas minorías.

Este documento evidencia que también en EE.UU. se suscita un cambio en el sector del transporte hacia políticas más sostenibles, por lo menos desde las agencias federales.

4.3 El sistema de transporte del área metropolitana de Bs. As.

La región metropolitana de Buenos Aires (RMBA) comprende la ciudad autónoma de Buenos Aires y los 24 partidos circundantes de la provincia de Buenos Aires. Esta porción del territorio argentino concentra aproximadamente un tercio de la población del país (Gaioli et al, 2002). En esta región el sistema de transporte en conjunto (pasajeros y carga) contribuye con una importante porción en la generación de gases de efecto de invernadero (Gaioli, 2002)

El transporte de pasajeros en la RMBA comprende las siguientes modalidades motorizadas: autos particulares, taxis y remises, autos colectivos, trenes y subterráneos.

Tabla 3: Datos generales de las modalidades de transporte en la RMBA	
MODALIDAD DE TRANSPORTE	CARACTERÍSTICAS
Autos particulares y taxis	Se estima que en el año 2000 la RMBA contaba con más de 2,15 millones de automóviles particulares y 54.000 taxis y remises.
Autos colectivos	Aquí se diferencian dos tipos de servicio: el regular y el de oferta libre, siendo el primero por lejos el que representa el mayor porcentaje del servicio. Los servicios regulares cuentan en la actualidad con más de 9300 vehículos en servicio (según la CNRT, aunque otras estimaciones dan cuenta de casi el doble en actividad) 1,296 millones de pasajeros transportados por año y 670 millones de Km recorridos. La oferta está en crisis: en los últimos años la tendencia es el achicamiento y la concentración, el envejecimiento del parque automotor, con una mayor ociosidad y con pasajeros que optan por recorridos más cortos. A partir del 2003 se observa una leve recuperación.
Trenes	Posee 7 líneas de ferrocarriles. En la actualidad transporta más de 370 millones de pasajeros por año. El pico de pasajeros transportados fue entre 1998 y 2000, con más de 470 millones. Esta cantidad ha descendido desde el año 2000 pero a partir del 2003 se aprecia una leve recuperación. Se destaca la opinión fuertemente negativa de los pasajeros respecto del servicio, especialmente en cuanto a la seguridad y al estado de los vehículos.
Subterráneos	Posee 5 líneas en servicio y un premetro; actualmente se está construyendo una sexta línea. En conjunto transportan más de 220 millones de pasajeros al año. El pico de servicio fue entre 1999 con 260 millones. Entre 2000 y 2002 se aprecia una reducción, que ha sido levemente contrarrestada a partir de 2003.
Fuente: CNRT (2004); CNRT (2002); Gaioli et al (2004)	

4.4 Series bajo estudio: descripción y análisis.

Todas las series que se utilizarán en este trabajo, con dos excepciones, son publicadas en forma periódica por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Argentina. INDEC, 1996 – 2003; 1997 – 2000) Para las dos series restantes se utilizó como fuente el Diario Clarín, que publica en forma diaria las temperaturas mínima y máxima registradas el día anterior en la ciudad de Buenos Aires. Esta información es, a su vez, suministrada por el Servicio Meteorológico Nacional. Excepto en los casos en se informa lo contrario, para la mayor parte de las series se tomó el periodo comprendido entre 1994:07 y 2003:08.

4.4.1 Descripción de las variables.

A continuación se detalla, para cada serie: nombre, concepto representado, su relación con las acciones o factores bajo análisis, las unidades en las que se mide, y las aclaraciones que correspondan.

4.4.1.1 ENERGIA

Generación Neta de Energía Eléctrica, medida en GWh mensual. Esta serie se utiliza como aproximación de la actividad económica (factor del medio social). “Comprende la producción neta de las centrales de generación despachadas por CAMMESA, el saldo de autogeneradores del MEM y del MEMSP, la importación de Yaciretá y la generación neta para los contratos de exportación a Uruguay y Brasil” (Argentina. INDEC, 1996 – 2003; 1997 – 2000)

4.4.1.2 GAS

Producción de Gas Natural, en millones de metros cúbicos mensuales. Esta serie se utiliza como aproximación de la actividad económica (impacto sobre el medio socioeconómico).

4.4.1.3 AGUA

Agua entregada a la red por la empresa Aguas Argentinas SA⁹, en miles de metros cúbicos mensuales¹⁰. Esta serie se utiliza como aproximación de las mejoras de infraestructura urbana (impacto sobre el medio socioeconómico).

4.4.1.4 FERRURB

Pasajeros transportados en el servicio ferroviario urbano, en miles de pasajeros por mes. La serie representa una actividad de transporte. Comprende el servicio ferroviario prestado en la ciudad de Buenos Aires y alrededores.

4.4.1.5 SUBTE

Pasajeros transportados en el servicio de subterráneos por Metrovías S.A., en miles de pasajeros por mes. Es una actividad de transporte.

4.4.1.6 OMNIBUS

Pasajeros transportados en el servicio común de transporte automotor, medido en miles de pasajeros por mes. Comprende: las líneas que cumplen la totalidad del recorrido en la ciudad de Buenos Aires; líneas que tienen una de las cabeceras en la ciudad de Buenos Aires y las otras en alguna localidad del conurbano bonaerense; y líneas que efectúan recorridos de media distancia partiendo de la ciudad de Buenos Aires.

⁹ La empresa provee de agua corriente a la Ciudad de Buenos Aires y a la mayor parte de los partidos del conurbano bonaerense.

¹⁰ La publicación del INDEC afirma que la empresa ha realizado obras tendientes a eliminar pérdidas durante la fase de distribución, por lo que en realidad “la cantidad de agua entregada a la red puede reflejar disminuciones, aún cuando se mantenga o mejore el caudal de agua entregado a los usuarios” (Argentina. INDEC, 1996 – 2003; 1997 - 2000)

4.4.1.7 CBATOT

Peaje en accesos a la ciudad de Buenos Aires, medido en total de vehículos pasantes por mes. Representa una actividad de transporte. Comprende el acceso desde la autopista Buenos Aires – La Plata¹¹; el acceso Oeste¹²; el acceso Ricchieri¹³; el acceso Norte¹⁴; y el acceso desde la autopista Ezeiza – Cañuelas¹⁵. A diferencia de las otras series, en este caso los datos se extienden entre 1997:01 a 2003:08.-

4.4.1.8 CBAAUTO

Peaje en accesos a la ciudad de Buenos Aires, automotores livianos. Medido en vehículos pasantes por mes Representa una actividad de transporte, por medio de una categoría específica de vehículos. Comprende motocicletas y vehículos de dos ejes y hasta 2,10 metros de altura. Comprende los mismos accesos que la serie CBATOT.

4.4.1.9 CBALIV

Peaje en accesos a la ciudad de Buenos Aires, colectivos y camiones livianos. Medido en vehículos pasantes por mes Representa una actividad de transporte, por medio de una categoría específica de vehículos. Comprende vehículos de hasta cuatro ejes y menos de 2,10 metros de altura. Comprende los mismos accesos que la serie CBATOT.

¹¹ Comenzó a operar en julio de 1995.

¹² Comenzó a operar en junio 1997, pero el puesto de peaje se habilitó en septiembre de 1998.

¹³ Comenzó a operar en marzo de 1997.

¹⁴ Comenzó a operar en julio de 1996.

¹⁵ Comenzó a operar el 20 de octubre de 1999.

4.4.1.10 CBAPES

Peaje en accesos a la ciudad de Buenos Aires, camiones pesados. Medido en vehículos pasantes por mes Representa una actividad de transporte, por medio de una categoría específica de vehículos. Comprende vehículos de más de dos ejes y más de 2,10 metros de altura. Comprende los mismos accesos que la serie CBATOT.

4.4.1.11 CBAUTEQ

Peaje en accesos a la ciudad de Buenos Aires, unidades técnicas equivalentes. Medido unidades técnicas equivalentes expresadas en términos de automotores livianos y calculados según la relación del costo del peaje en las distintas categorías de vehículos. Representa una actividad de transporte. Comprende los mismos accesos que la serie CBATOT.

4.4.1.12 LLAMURB

Llamadas nacionales del servicio telefónico básico, llamadas urbanas. Medido en miles de llamadas en el mes. Es una variable que se utiliza como aproximación al medio socioeconómico, en particular en lo referente a comunicación. Esto implica actividades de producción de bienes y servicios, pero también esparcimiento. La muestra comprende 1994:09 a 2003:08.

4.4.1.13 LINEASINST

Cantidad de líneas instaladas del servicio telefónico básico. Es una variable que se utiliza como aproximación de los cambios en el medio socioeconómico, en particular la dotación de infraestructura.

4.4.1.14 LINEASSERV

Cantidad de líneas en servicio de la telefonía básica. Se emplea como aproximación de los cambios en el medio socioeconómico (dotación de infraestructura).

4.4.1.15 RECCBA

Recaudación de los peajes en accesos a la ciudad de Buenos Aires, en pesos corrientes. Esta variable aproxima la actividad de transporte automotor.

4.4.1.16 TELPUB

Telefonía básica - teléfonos públicos. Cantidad de líneas instaladas. Esta variable se utiliza para aproximar cambios en el medio socioeconómico (dotación de infraestructura).

4.4.1.17 MAXTEMP

Promedio mensual de las temperaturas máximas registradas en la ciudad de Buenos Aires, en grados centígrados. Esta variable se utiliza para medir los cambios en el medio biofísico. En este caso la fuente de los datos es el Diario Clarín. Los datos incluidos van desde 1995:01 a 2003:08

4.4.1.18 MINTEMP

Similar a la variable anterior, pero para las temperaturas mínimas.

4.4.2 Análisis de Estacionariedad de las series

En primer lugar se recurrió a la desestacionalización de las series mediante el método X11 aditivo (USA. Bureau of Census, 1996) y que se adjunta con varios paquetes estadísticos. El método provee un test para comprobar si la estacionalidad es identificable, y otro para verificar que los residuos no presenten estacionalidad. Para las series que presentaban estacionalidad identificable, y que no presentaran estacionalidad en los residuos, se aceptó el alisado que provee el test.

Tabla 4: Resultados del test de presencia de estacionalidad en la serie del método X-11 aditivo

Serie	En la serie ¹⁶ H ₀ : No existe estacionalidad			En los residuos ¹⁷ H ₀ : Existe estacionalidad en los residuos	
	Estable	Móvil	Estacionalidad identificable	En la serie	Últimos 3 años
ENERGIA	1%	5%	Sí	1%	1%
GAS	1%	1%	Sí	1%	1%
AGUA	1%	25%	Sí	1%	1%
FERRURB	1%	---	Sí	1%	1%
SUBTE	1%	---	Sí	1%	1%
OMNIBUS	1%	25%	Sí	1%	1%
CBATOT	1%	---	Sí	1%	1%
CBAAUTO	1%	---	Sí	1%	1%
CBALIV	1%	---	Sí	1%	1%
CBAPES	1%	---	Sí	1%	1%
CBAUTEQ	1%	---	Sí	1%	1%
LLAMURB	1%	1%	Sí	1%	1%
LINEASINST	25%	1%	No	1%	1%
LINEASSERV	1%	1%	No	1%	1%
RECCBA	1%	1%	Sí	1%	1%
TELPUB	5%	1%	No	1%	1%
MAXTEMP	1%	---	Sí	1%	1%
MINTEMP	1%	---	Sí	1%	1%

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de la estacionaridad de las series se recurrió al test de raíz unitaria de Phillips Perron, también incluido en el paquete estadístico Econometric Views. En principio el test se realiza suponiendo un proceso AR(1). Si la correlación es de un orden superior, el test efectúa una corrección no paramétrica que se supone robusta para heteroscedasticidad y autocorrelación de formas no conocidas (Quantitative Micro Software, 1998) razón por la que prefirió este test por sobre otras opciones. Para la realización del test el programa requiere ingresar cierta información respecto de la serie analizada:

¹⁶ Se consigna el valor de significación α al que se rechaza la hipótesis nula (1%, 5%, 10% o 25%). En caso que no pueda rechazarse al 25%, se consigna la leyenda “---”

¹⁷ Ídem anterior

- a) Si la serie incluye una constante distinta de cero, una constante y una tendencia, o ninguna de éstas.
- b) El número de periodos de autocorrelación serial a incluir para la corrección de Newey West (la cual arroja estimadores consistentes de la matriz de covarianzas en presencia de heteroscedasticidad y autocorrelación)

Para el primer inciso se recurrió a un examen gráfico de las series y de sus primeras diferencias. Para el segundo inciso se respetó, a falta de mejor información, la selección automática Newey-West, la cual a su vez se basa exclusivamente en el número de observaciones:

$$q = \text{integral de } 4(T/100)^{2/9}$$

Con esta información cargada al programa, se procedió a verificar la hipótesis nula para los datos desestacionalizados. La aceptación de esta hipótesis significa que la serie tal como se presenta no es estacionaria. Luego, si se rechaza la hipótesis nula para las primeras diferencias, esto significa que la serie contiene una raíz unitaria y por lo tanto es necesario transformarla y trabajar con estas diferencias. El test contempla la opción de que la serie contenga dos raíces unitarias (es decir, que la serie sea estacionaria en sus segundas diferencias) pero éste no ha sido el caso entre los datos analizados.

Una vez que se ha efectuado el test, dependiendo de si la serie es estacionaria o si contiene una raíz unitaria, se realizaron las correspondientes transformaciones para lograr la estacionaridad en todas ellas. En el segundo caso se tomó primeras diferencias y sobre esta nueva serie se aplicó el test de Granger.

A continuación se presenta una tabla con los resultados de los tests de raíz unitaria efectuados en los datos bajo análisis. La primer columna indica el nombre de la serie. La segunda y tercera columna describen los resultados del test de Phillips - Perron bajo la hipótesis nula de no estacionaridad de la serie, verificada tanto "en

nivel” como en las primeras diferencias de la serie. La cuarta columna aclara cuáles son las características de cada serie que han sido informadas al test. Nótese que cuando la serie no es estacionaria en nivel, y sí en las primeras diferencias, las características reportadas corresponden entonces a la serie diferenciada. La última columna indica la transformación realizada para ingresar la serie al test de Granger. En casi todas las series se terminó optando por diferenciar, aunque los motivos son distintos: en algunas series la toma de diferencias obedece a la existencia de una raíz unitaria; en otras series responde a la necesidad de eliminar la tendencia. Esto último se debe al objetivo de medir la causalidad entre las series desprovistas de toda consideración exógena.

Serie	Probabilidad ¹⁸ de rechazo de H ₀ :		Características ingresadas al test ¹⁹	Transformación realizada
	Nivel	En 1ra Dif.		
ENERGIA	1%		C, @	D ²⁰
GAS	5%		C, @	D ²¹
AGUA	1%		C, @	D ²²
FERRURB	---	1%	---	D
SUBTE	---	1%	---	D
OMNIBUS	1%		C, @	D ²³
CBATOT	---	1%	---	D
CBAAUTO	---	1%	---	D
CBALIV	---	1%	---	D
CBAPES	---	1%	---	D
CBAUTEQ	---	1%	---	D
LLAMURB	---	1%	---	D
LINEASINST	1%		C, @	D ²⁴
LINEASSERV	---	1%	---	D

¹⁸ En caso de que no se rechazara la hipótesis nula, se procede a verificar la existencia de raíces unitarias en las primeras diferencias.

¹⁹ En el apéndice se exponen los gráficos de las series analizadas.

²⁰ En este caso se toma no para eliminar la raíz unitaria, sino para eliminar la tendencia de la serie.

²¹ Idem anterior

²² Idem anterior

²³ Idem anterior

²⁴ Idem anterior

RECCBA	---	1%	C	D
TELPUB	---	1%	---	D
MAXTEMP	1%		C	---
MINTEMP	1%		C	---
Referencias: C = constante; @: tendencia; D = toma de primeras diferencias				
Fuente: Elaboración propia				

4.4.3 Test de Granger

El test de Granger se efectuó con el paquete estadístico Econometric Views. Para correr las ecuaciones se trabajó con pares de series, con la única restricción que las variables involucradas en la construcción del estadístico son sólo las dos series bajo análisis y una constante²⁵. Para correr el test el programa requiere que se seleccione el rezago máximo que se cree tenga alguna influencia razonable sobre los valores actuales. En este caso se optó por un rezago de tercer orden para todos los pares analizados, lo que corresponde al trimestre económico.

El programa arroja la probabilidad de aceptación de la hipótesis nula "X no causa Y", por lo que para correr el modelo de asignación se minimizará la función objetivo.

Así, si en un par de series X_{ti} e Y_{ti} , se pone a prueba la hipótesis nula "X_{ti} no causa Y_{tj}", y el programa arroja como probabilidad $\alpha = 0.0351$, significa que la hipótesis puede rechazarse al 5%(o menos) de significación y que por lo tanto X_{ti} "causa" Y_{tj}, en los términos descriptos por Granger. En la Tabla 1 se colocará el valor²⁶:

$$P_{ij} = 0.0351$$

Tabla 6: Resultados del test de Granger para cada par de series con un rezago máximo de 3 meses.

²⁵ Si se desea incluir alguna otra variable (exógena) deben construirse las ecuaciones correspondientes y tratar a las mismas como vectores autorregresivos (Quantitative Micro Software, c1994 -1998)

²⁶ Si como se indica en pág. 40 $P_{ij} = 1 - 0.0351 = 0.9649$ entonces el objetivo será maximizar.

Xi \diamond Yj	TELPUB	FERRURB	LINEASINST	RECCBA	SUBTE	CBATOT
TELPUB	---	0.73791	0.98261	0.96944	0.84512	0.98418
FERRURB	0.54003	---	0.45039	0.10444	0.81266	0.10188
LINEASINST	0.54733	0.01052	---	0.33368	0.33198	0.57125
RECCBA	0.19981	0.09919	0.16400	---	0.17672	0.41799
SUBTE	0.07938	0.00366	0.53573	0.13395	---	0.05022
CBATOT	0.54741	0.19649	0.12333	0.32833	0.21434	---
CBAAUTO	0.53941	0.21007	0.12227	0.18305	0.18709	0.40819
CBALIV	0.00474	0.48865	0.04727	0.58435	0.83430	0.39620
CBAPES	0.57036	0.01953	0.93233	0.56508	0.29299	0.57482
CBAUTEQ	0.42107	0.18439	0.19687	0.33361	0.26990	0.02910
MAXTEMP	0.83854	0.58913	0.85271	0.51432	0.43086	0.97029
MINTEMP	0.92471	0.98316	0.35372	0.20870	0.64433	0.86439
LLAMURB	0.84551	0.79368	0.55616	0.44980	0.39218	0.91524
OMNIBUS	0.12964	0.52278	0.88544	0.04576	0.59438	0.83563
ENERGIA	0.68309	0.36390	0.56108	0.77689	0.28607	0.82557
GAS	0.52591	0.15997	0.12564	0.50459	0.31476	0.10998
AGUA	0.16913	0.75146	0.71572	0.94352	0.18914	0.96180
LINEASSERV	0.90793	0.06084	0.01170	0.01422	0.16802	0.00092

Xi \diamond Yj	CBAAUTO	CBALIV	CBAPES	CBAUTEQ	MAXTEMP	MINTEMP
TELPUB	0.98620	0.73136	0.94336	0.91721	0.71468	0.84464
FERRURB	0.16316	0.03015	0.12844	0.03197	0.92576	0.27012
LINEASINST	0.76898	0.05904	0.66417	0.59805	0.44506	0.63590
RECCBA	0.34665	0.29887	0.62348	0.41847	0.16073	0.02848
SUBTE	0.05822	0.01394	0.18194	0.00710	0.61564	0.23544
CBATOT	0.43756	0.00661	0.24263	0.45818	0.39600	0.29164
CBAAUTO	---	0.00886	0.19422	0.36256	0.41642	0.39170
CBALIV	0.48820	---	0.70023	0.44897	0.75271	0.19480
CBAPES	0.57093	0.01626	---	0.80123	0.10717	0.04687
CBAUTEQ	0.03553	0.00424	0.17421	---	0.37589	0.28830
MAXTEMP	0.99497	0.15211	0.52255	0.55582	---	0.00781
MINTEMP	0.89957	0.15887	0.48134	0.56234	0.20116	---
LLAMURB	0.96437	0.01200	0.25922	0.71996	0.80109	0.04510
OMNIBUS	0.94610	0.11776	0.10247	0.29547	0.66964	0.39794
ENERGIA	0.94501	0.39676	0.66809	0.76284	0.23181	0.52783
GAS	0.11051	0.21426	0.64707	0.11866	0.11655	0.05906
AGUA	0.96957	0.10637	0.17663	0.64203	0.01906	0.03994
LINEASSERV	0.00197	0.04426	0.10444	0.00313	0.98932	0.87162

Xi \diamond Yj	LLAMURB	OMNIBUS	ENERGIA	GAS	AGUA	LINEASSERV
TELPUB	0.63283	0.52121	0.71496	0.93453	0.55563	0.69201
FERRURB	0.00150	0.37629	0.83561	0.09344	0.06665	0.02086
LINEASINST	0.79800	0.90953	0.92043	0.86658	0.34443	0.21751
RECCBA	0.00428	0.07829	0.23276	0.41574	0.55713	0.58563
SUBTE	0.04037	0.01368	0.97968	0.02123	0.00393	0.84308
CBATOT	0.00138	0.00530	0.05731	0.27214	0.48219	0.75074
CBAAUTO	0.00190	0.01380	0.04035	0.30182	0.44032	0.79966
CBALIV	0.00535	0.05471	0.70178	0.66786	0.70004	0.82814
CBAPES	0.00541	0.00342	0.65422	0.18454	0.27091	0.30531

CBAUTEQ	0.00481	0.00130	0.09580	0.17135	0.66045	0.58101
MAXTEMP	0.12229	0.45844	0.47269	0.67851	0.72723	0.35965
MINTEMP	0.56995	0.93877	0.37375	0.09514	0.77099	0.80688
LLAMURB	---	0.49446	0.79373	0.00119	0.06164	0.11080
OMNIBUS	0.03774	---	0.05996	0.65151	0.06859	0.88578
ENERGIA	0.45543	0.23312	---	0.67799	0.40616	0.44574
GAS	0.79623	0.52306	0.01499	---	0.01071	0.08719
AGUA	0.88439	0.20378	0.55770	0.07683	---	0.97524
LINEASSERV	0.70490	0.75669	0.70138	0.79741	0.95135	---
Fuente: Elaboración propia.						

4.5 Selección de los indicadores

Para efectuar la selección del conjunto que maximiza la evidencia conjunta de la existencia de relaciones causales, se utilizó el software QSB+ (Chang, Yih-Long, 1993) específicamente el módulo referido al problema de asignación. Para ello se convirtió cada serie en una "objeto" u origen X_i y en una "tarea" o destino Y_j ; el valor alfa de significación será el "costo" entre cada par de series (recuérdese que este valor alfa es la salida del test de Granger, y es la evidencia a favor de la existencia de una relación X_i "causa" Y_j para ese par i, j). De esta forma se armó una matriz cuadrada la cual constituye el punto de partida para la selección de una única celda para cada fila y columna. El objetivo que se persigue al imponer esta restricción es reducir la cantidad de indicadores necesaria para minimizar el costo de control, en tanto se minimiza de la función objetivo (que resulta de la suma de las probabilidades de las celdas seleccionadas). Esto asegura la mayor evidencia conjunta para las relaciones de causalidad implícitas en la selección final.

A continuación se expone la solución provista por QSB+ para el problema de asignación.

Objeto X_i	Tarea Y_j	Costo (α)	Rechazo de H_0 de X_i no causa Y_j al 5%
TELPUB	AGUA	.55563	No
FERRURB	LINEASSERV	.02086	Sí
LINEASINST	FERRURB	.01052	Sí
RECCBA	LLAMURB	.00428	Sí

SUBTE	CBAUTEQ	.00710	Sí
CBATOT	CBALIV	.00661	Sí
CBAAUTO	LINEASINST	.12227	No
CBALIV	TELPUB	.00474	Sí
CBAPES	OMNIBUS	.00342	Sí
CBAUTEQ	CBATOT	.02910	Sí
MAXTEMP	MINTEMP	.00781	Sí
MINTEMP	RECCBA	.20870	No
LLAMURB	GAS	.00119	Sí
OMNIBUS	CBAPES	.10247	No
ENERGIA	SUBTE	.28607	No
GAS	ENERGIA	.01499	Sí
AGUA	MAXTEMP	.01906	Sí
LINEASSERV	CBAAUTO	.00197	Sí
Función objetivo: 1.40679			
Fuente: Elaboración propia			

El resultado del problema de asignación arroja 18 indicadores, de los cuales 13 manifiestan evidencia importante ($\alpha < 5\%$) a favor de la existencia de causalidad en los términos de Granger. Las otras cinco relaciones arrojan un valor α superior al 10%.

Esta técnica permite delimitar, a partir de la minimización del funcional, el conjunto de relaciones de precedencia temporal, que en conjunto maximicen la evidencia a favor de las hipótesis alternativas de causalidad en los términos de Granger. Dichas relaciones de precedencia temporal muestran la propagación de un impacto ambiental entre las variables seleccionadas, por lo que puede utilizarse la técnica para seleccionar aquellos indicadores más representativos de un conjunto determinado, y esto constituye una mejora que puede combinarse con las otras técnicas de medición de impacto ambiental mencionadas.

En un gráfico de los resultados hallados se observan cinco cadenas causales. Tres de estas cadenas causales quedan delimitadas de las otras por la aceptación de la hipótesis nula "X no causa Y" entre la variable final de una de las cadenas (X) y la primera variable de la cadena siguiente. Las otras dos cadenas se forman a partir de la selección hecha por el algoritmo de asignación. En estas últimas, no se conforma un ciclo debido a la aceptación de la hipótesis nula entre la última y primera variable de la cadena.

En cuanto a la composición de cada una de las cadenas causales, puede decirse lo siguiente:

a) No se ha podido vincular exitosamente las variables representativas de las diversas modalidades de transporte (representadas con azul en la figura 5) con las variables representativas del medio biofísico (MAXTEMP y MINTEMP). Esto constituye una decepción por cuanto implica que o bien los efectos del transporte sobre el microclima urbano no pueden ser detectados con estas variables, o bien su influencia no es tan significativa como lo indica la teoría. Otra cuestión a revisar es cómo influye la distribución espacial de la actividad en la región metropolitana de Buenos Aires, factor que no ha sido tenido en cuenta en este trabajo. Por último, han quedado de lado otros efectos sobre el medio biofísico que requieren de variables más específicas, como el caso del ruido y la emisión de gases de efecto invernadero, y que por lo tanto no se reflejan en las variables MAXTEMP y MINTEMP.

b) Respecto de la relación entre las diversas modalidades de transporte y la dotación de infraestructura, el resultado es dispar. La variable TELPUB (teléfonos públicos) aparece ligada a una cadena causal en la que constituye el punto de llegada. Por lo tanto los cambios en esta variable recogen los cambios en el uso del transporte automotor, particularmente de los colectivos y camiones livianos (CBALIV), el volumen global de transporte automotor (CBATOT y CBAUTEQ) y más indirectamente los cambios en el uso del subterráneo (SUBTE). Otra variable representativa de la dotación de infraestructura, AGUA, quedó desligada de cualquier modalidad de transporte y la influencia de TELPUB sobre esta variable aparece como falsa. En este punto sería importante revisar si el hecho de contar con más información de ambas variables contribuye a rechazar la hipótesis nula de no causalidad en los términos de Granger, ya que esto permitiría relacionar los cambios en el uso del subterráneo y las variables de uso del transporte automotor con las temperaturas máximas y mínimas. Finalmente las otras dos variables referidas a la dotación de infraestructura

(LINEASINST y LINEASSERV) aparecen relacionadas con el transporte por ferrocarriles urbanos (FERRURB) y el volumen de autos livianos (CBAAUTO). En esta cadena el punto de partida lo constituye la variable LINEASINST.

c) La variable RECCBA, que mide el volumen global de transporte automotor a través de la recaudación en pesos corrientes en peajes de la Ciudad de Buenos Aires, es el origen de otra cadena causal que continúa con el volumen de las llamadas urbanas (LLAMURB, una variable que se supone representativa de las actividades de comunicación) y luego con dos variables que aproximan el volumen de actividad económica (GAS y ENERGÍA).

d) Finalmente los cambios en la variable CBAPES, que indica el volumen de camiones pesados atravesando los peajes de la ciudad de Buenos Aires, aparecen como explicativos de los cambios en el uso de los colectivos (OMNIBUS) pero la relación recíproca no es cierta. Podría investigarse más a fondo esta relación, particularmente en cuanto las posibilidades reales de hacer uso de estas modalidades de transporte, debido a la gran cantidad de actos de protesta (piquetes, movilizaciones) que interfieren con el uso de autos, colectivos y camiones en las autopistas de la ciudad de Buenos Aires.

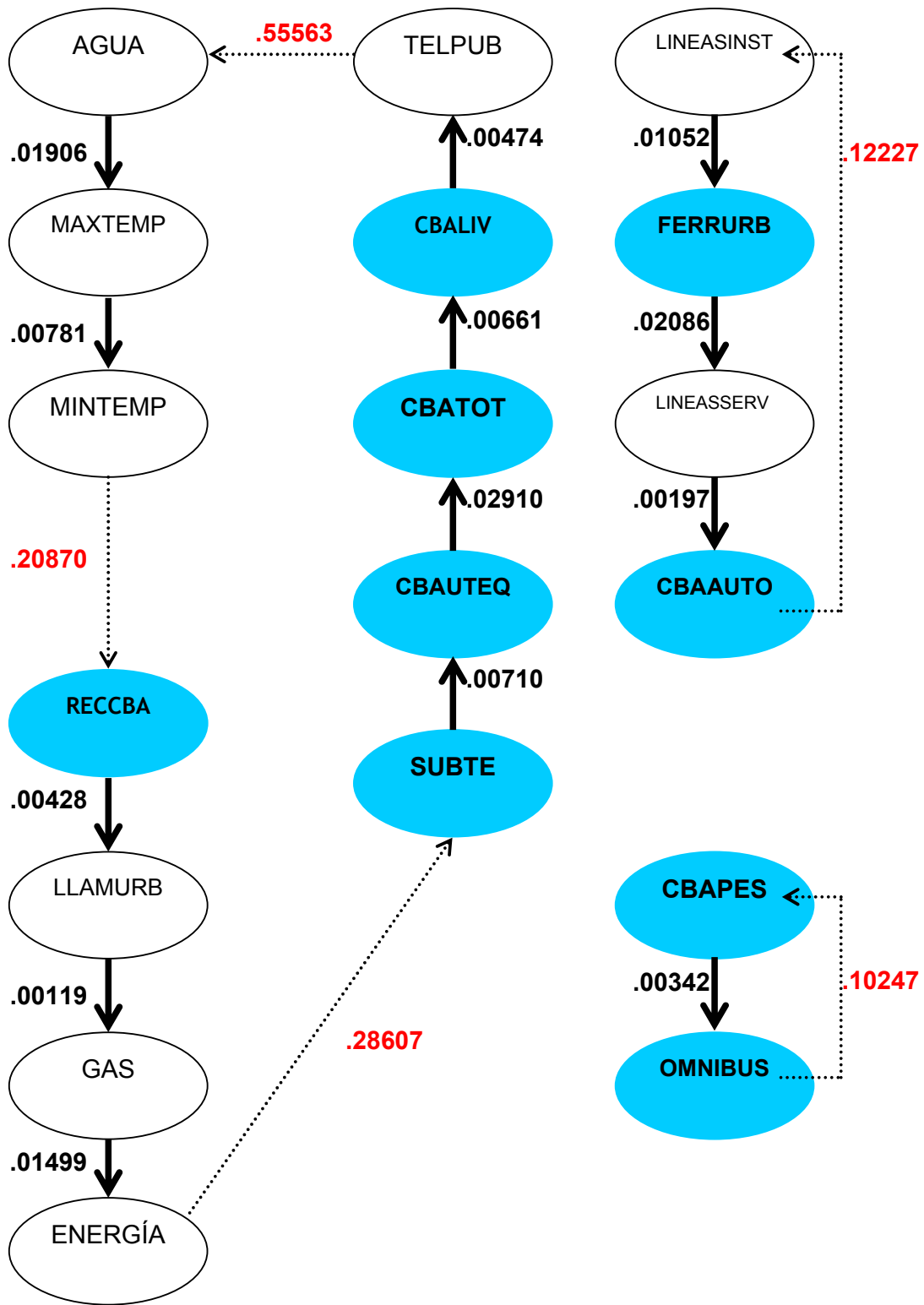


Figura 5: Cadenas causales resultantes de la aplicación del método B – V. En azul, las variables relacionadas con el transporte. En línea punteada se muestran las relaciones “X no causa Y”

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 5 Conclusiones

5.1 Consideraciones en relación con el método B – V

Ha llegado el momento de examinar la evidencia respecto del método propuesto, para saber si cumple con las especificaciones de diseño (hipótesis de funcionamiento) y si éstas constituyen en realidad una mejora respecto de otras técnicas utilizadas en relación con impactos ambientales.

5.1.1 Control dinámico

Probablemente éste sea el aspecto más destacado del método propuesto. La carga continua de datos permitirá precisar la inferencia causal, y junto con ella puede que cambie la selección del problema de asignación, estableciendo un nuevo conjunto de indicadores. Lo importante aquí es que en el modelo de asignación se pueden agregar o quitar series, por lo cual no sólo cambiaría las relaciones seleccionadas, sino que el método ofrece la posibilidad de reflejar cambios más drásticos en la situación bajo análisis o en el estado del conocimiento sobre un fenómeno ambiental. Además la técnica propuesta permite armar un plan de seguimiento a partir de la identificación de las variables más críticas.

En este aspecto la técnica B – V representa una mejora de los métodos de Leopold, Batelle Columbus y Conesa Fernández, por cuanto cumple con su objetivo de transformar estas técnicas en herramientas dinámicas, tanto desde el punto de vista de la posibilidad de seguimiento de las variables, como en la posibilidad de modificar el conjunto de relaciones bajo seguimiento.

De todas formas es necesario destacar que existe un tamaño crítico en las series donde lo que influye es el poder del test de Granger. Superado ese tamaño crítico, variaciones bruscas en el nivel de significación del test sólo serán producto de cambios importantes en las variables, y no el mero resultado de cambios relevantes en

la potencia del test. Otro problema presente en el método B – V es la necesidad de vigilar en todo momento las propiedades de las series, es particular en lo referente al requisito de estacionaridad.

5.1.2 Adaptación de la técnica a situaciones de restricción presupuestaria.

Si bien buena parte de las relaciones seleccionadas resultaron significativas en cuanto a la evidencia “causal”, hubo cinco relaciones que las no fueron. Esta circunstancia obligaría, en principio, a la construcción de algún indicador ex – profeso que reemplace la información. El problema será que hasta que no se obtengan muchos datos no se podrá aplicar el test de Granger, pero una vez que se llegue al número crítico de observaciones se podrá evaluar la representatividad del nuevo indicador. Al igual que con la selección inicial de indicadores, la búsqueda de posibles relaciones de significativas, que sean representativas de cambios en el medio ambiente, no empieza de la nada. Por el contrario, es necesario contar con un cuerpo teórico que avale y encamine la búsqueda. La herramienta servirá como complemento para precisar y validar la elección de ciertos parámetros en particular.

Un inconveniente adicional en el método B – V es que se requiere un amplio conocimiento de las propiedades de las series de tiempo y eso conlleva una importante inversión en recursos humanos. Una propuesta para mitigar esta dificultad es el desarrollo de un software que permita facilitar la toma de estas decisiones técnicas, es especial en lo referente al test de estacionaridad, para que pueda ser aplicado por usuarios menos familiarizados con el análisis de series de tiempo. Subsiste el problema fundamental de la cantidad de rezagos a emplear en la ejecución del test de Granger.

5.1.3 Detección de situaciones de causación recíproca

Tal como fue planteado, el algoritmo de asignación utilizado en el método B – V está abierto a la selección de relaciones de causación recíproca, en la medida en que contribuyan a la minimización de la función objetivo. No se ha puesto a prueba el desempeño de la técnica cuando se selecciona más de una celda por fila y columna (es decir, cuando se busquen relaciones de causación múltiple) pero es probable que no haya mayores inconvenientes al respecto. Por supuesto, cuanto más indicadores se seleccionen, mayor será el esfuerzo presupuestario para realizar el seguimiento, pero también es probable que se gane en información.

5.1.4 Máxima información sobre impactos ambientales.

El método B – V maximiza la evidencia conjunta a favor de la existencia de relaciones “causales” entre pares de variables. ¿Pero es esto sinónimo de máxima información sobre impactos ambientales? :

En primer lugar, no es necesario que las relaciones sean establecidas con exclusividad entre pares de variables. El modelo se puede ampliar a situaciones de causación múltiple.

Más importante que ello es el uso del término “causal”. Ya se ha discutido en apartados anteriores que el test de Granger equipara la noción de causalidad con la de precedencia temporal, y que de todas formas se está trabajando con variables estocásticas. Por ello es importante circunscribir el ámbito de utilización del método. Si el objetivo es identificar las posibles relaciones de cambio ambiental, el método tiene un valor innegable como complemento de las otras técnicas analizadas. Por ejemplo, el método Batelle – Columbus establece ponderaciones arbitrarias para los parámetros a controlar, situación que podría validarse o no en función de cuánto contribuya un parámetro a explicar las variaciones de otros parámetros bajo análisis.

En su momento, esas relaciones serán utilizadas para guiar las actividades de control o inclusive estudios del fenómeno bajo análisis. En este sentido es probable que la selección resultante agregue la mayor información disponible, en la suposición de un presupuesto acotado y poco flexible. El método no tiene valor en sí mismo como indagación sobre las causas de un fenómeno, por cuanto pueden dejarse de lado variables importantes que constituyan la “verdadera causa” de un fenómeno. Adicionalmente podría ampliarse el enfoque del test de Granger y trabajar con vectores autorregresivos (VAR) de modo de poder incluir más de una variable exógena. Esto permitiría incrementar la información disponible para explicar los cambios en la variable dependiente, contrastando los resultados con los obtenidos con la técnica B – V.

Por otro lado los impactos ambientales tienen lugar en el espacio, y la inclusión de esta dimensión puede ser fundamental en la comprensión de muchos fenómenos de degradación ambiental. No queda claro aún cómo podría incorporarse la cuestión espacial al método B – V, sin que sea en detrimento de las otras propiedades.

Por último, la existencia de una relación de precedencia temporal entre un factor del medio y una acción no necesariamente implica un impacto. **La noción de impacto ambiental tiene un componente de valoración social, que refleja hasta qué punto es aceptable el cambio en el medio como resultado de actividades antrópicas.** El método no toma en cuenta en forma directa esas valoraciones. Sin embargo, **estas valoraciones pueden plasmarse en la construcción de un tablero de mando, donde los límites de los parámetros a controlar reflejarán el nivel de tolerancia a la degradación del medio por parte de una sociedad.** Sin embargo, estos límites son exógenos a la ejecución del método B – V. Subsiste el dilema de encontrar mecanismos de participación ciudadana que permitan discutir los valores de alerta de estos parámetros, de forma que reflejen la valoración social de los cambios

en el medio. Por supuesto, este dilema tampoco está resuelto en los enfoques utilizados hasta el momento.

5.2 Repercusiones económicas del método B - V

La economía actual no ofrece formas de evaluar cuál es la magnitud y dirección del cambio ambiental resultante de las políticas macroeconómicas (Motta, 2001). Una aplicación posible del método B – V es la de relacionar estas políticas con su impacto en el ambiente de una determinada región. Las dificultades y costos propios de las mediciones macroeconómicas, sumadas a las que ofrecen los medios naturales, convierten esta cuestión en una fuente de gran potencial de investigación para los próximos años, en particular en los países de nuestra región, que se caracterizan por políticas macroeconómicas inconsistentes en términos temporales, cualidad que colisiona con la dinámica del medio natural y por lo tanto una fuente adicional de degradación ambiental.

En cuanto a la Microeconomía, otra posibilidad a explorar de gran potencial es la de integrar al método B – V la valoración socioeconómica de los cambios ambientales, por ejemplo mediante la introducción del costo social de una actividad al monitoreo del ambiente. Actualmente el beneficio social neto se utiliza como una medida de la degradación global de una actividad antrópica sobre el medio. Pero así planteada, esta medida global es insuficiente para la toma de decisiones estratégicas. Es necesario vincular esta medida de desempeño de la economía con respecto al medio, con las acciones específicas que lo generan y los factores que sufren los impactos más críticos. Probablemente este tema sea de gran importancia en la construcción de un plan de seguimiento y control ambiental: la incorporación del beneficio social neto de una actividad a un tablero dinámico de gestión ambiental, de forma que el beneficio social pueda ser controlado en el tiempo, a la vez que se establezca claramente la relación de determinación de dicho beneficio

con las actividades y factores bajo análisis. **En esta forma el beneficio social neto se transformará en una herramienta para la toma de decisiones.**

Las posibilidades de aplicación del análisis del beneficio social neto en términos dinámicos no se agotan en el seguimiento de su evolución. Otras herramientas de gestión ambiental pueden ser validadas a partir de la aplicación del método B – V. Por ejemplo, **los instrumentos económicos pueden ser resistidos por amplios sectores de la sociedad y del gobierno mismo por lo que su justificación a lo largo del tiempo es necesaria; el método B – V puede ser útil para ello.**

5.3 Aplicaciones posibles del método B – V en el sector de transporte.

El transporte es un ejemplo de cómo los modelos de desarrollo vigentes distan mucho de ser sostenibles. Su importancia radica en que es un sector clave tanto en la economía de las naciones industrializadas, como en otras naciones en desarrollo. El desarrollo del sector se traduce en una mejora innegable de la calidad de vida de las personas. Sin embargo, esta mejora no es homogénea para la sociedad, y muchos de sus costos son sufridos especialmente por los más pobres. En las naciones en desarrollo, amplias capas de la sociedad no participan del transporte motorizado, pues aunque lo necesitan no pueden pagarlo (Flores Vega, 1993). Por ello es que el impacto del transporte (y del “no - transporte”) se extiende más allá del medio biofísico y repercute sobre la sociedad y la economía. Las variables del medio socioeconómico no están sujetas al experimento controlado y en ese sentido el método B – V puede ser una herramienta interesante para lidiar con la inferencia causal de fenómenos como el transporte.

Tradicionalmente los análisis económicos del transporte se centran en cuestiones de costos y tarifas, cuando en realidad los elementos en juego trascienden

esa abstracción que es el mercado y para los que la Economía no ofrece sino herramientas difusas. El análisis económico puede ser integrado al método B – V junto con otras variables para reflejar los cambios resultantes del transporte. Por ejemplo, Zimmerman (1997) señala la insuficiente información con que se cuenta respecto del impacto del transporte sobre el uso del suelo; un análisis de la variación en los precios de los bienes raíces en conjunción con cambios en el transporte podría dar cuenta de este impacto.

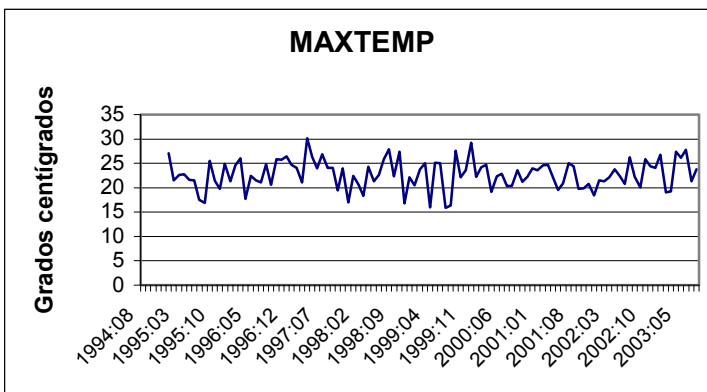
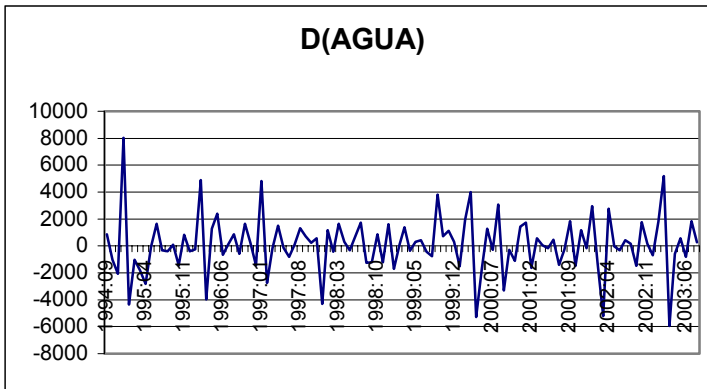
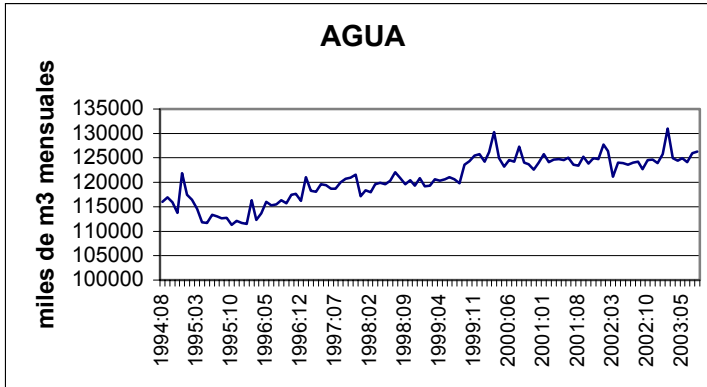
Como ya se ha mencionado, una importante cualidad que hace a los impactos ambientales no ha sido aún incorporada al método B – V. Esta cualidad es la espacialidad de la degradación ambiental, que no es homogénea dentro del territorio afectado. En cuanto al transporte, es un fenómeno esencialmente espacial, por lo que este aspecto debe ser perfeccionado si se quiere obtener una herramienta para la toma de decisiones que sea realmente útil.

5.4 A modo de epílogo: cómo contribuye este método al desarrollo sostenible

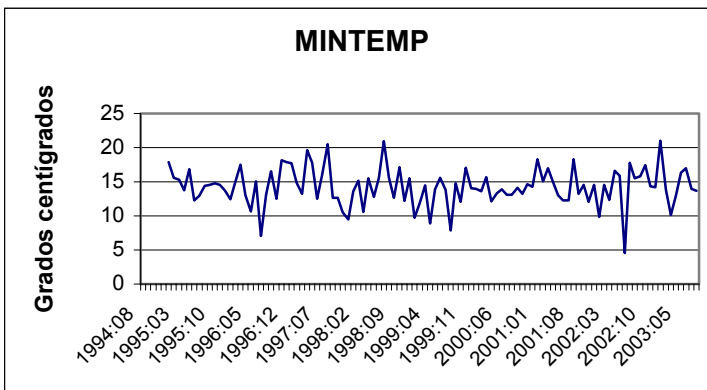
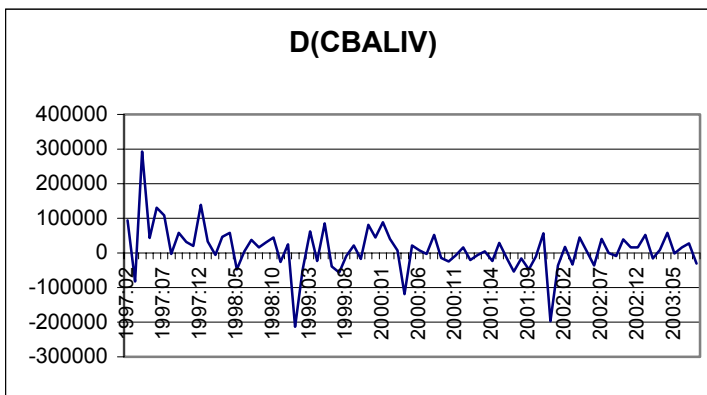
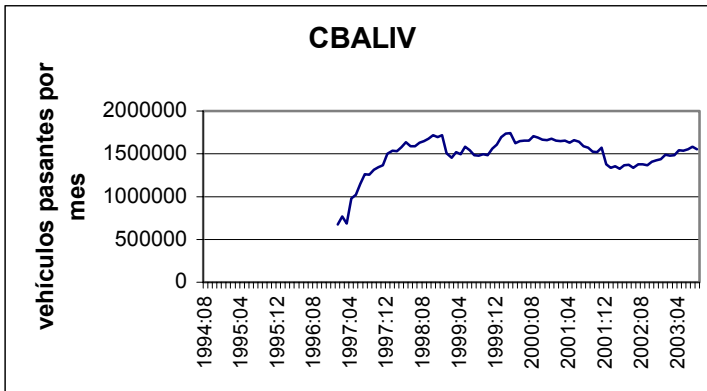
El concepto de desarrollo sostenible es para los economistas a la vez una utopía y una entelequia. Una utopía por cuanto con el estado actual de la ciencia y la técnica no es un lugar que pueda alcanzarse (¿existirá?); pero cualquier esfuerzo que se realice por alcanzarlo reporta un beneficio real. Y es también una entelequia puesto que en el momento en que haya seguridad de que nuestras acciones son sostenibles y contribuyen al desarrollo, en ese momento se habrá alcanzado el modelo de desarrollo añorado. Por lo pronto es seguro que primero es necesario averiguar cuál es la contribución de una actividad cualquiera al desarrollo sostenible, y el único concepto que nos permite aproximar esta idea es la noción de impacto ambiental. A su vez, el impacto ambiental no es algo tangible, sino que se compone de hechos empíricos y de valoraciones sociales (pero que también tienen un correlato empírico, puesto que la

Economía supone que dichas valoraciones se reflejan en los mercados). El método B – V puede ayudar a dilucidar el fenómeno impacto ambiental, aunque sea en forma indirecta y en combinación con otros métodos. De esta forma se contribuye a la operacionalización del concepto de desarrollo sostenible.

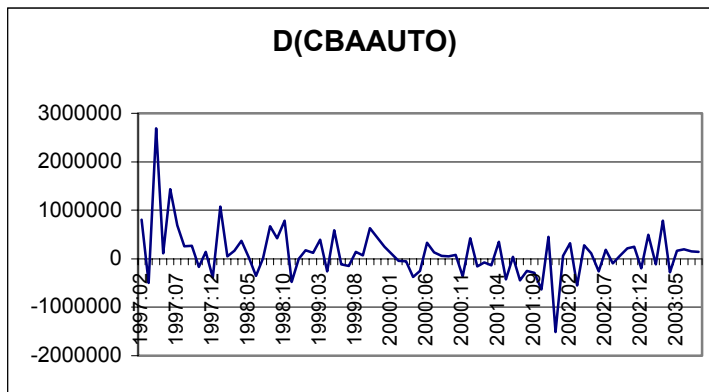
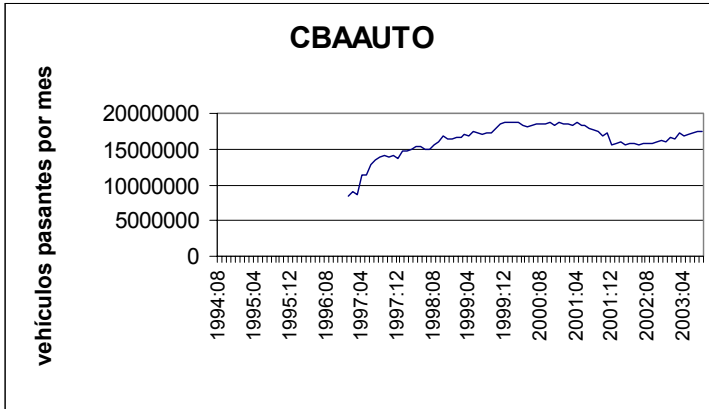
Apéndice Gráficos de las variables empleadas



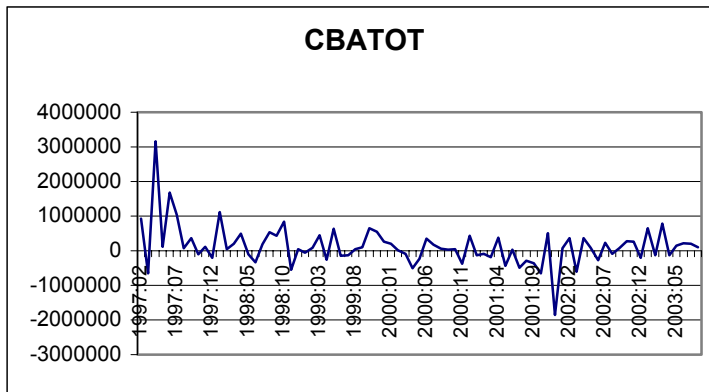
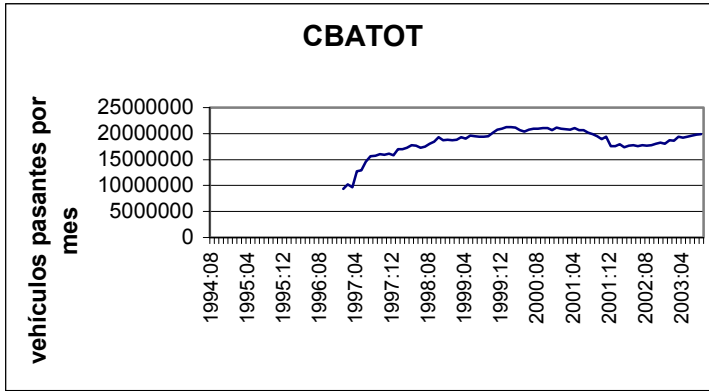
Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



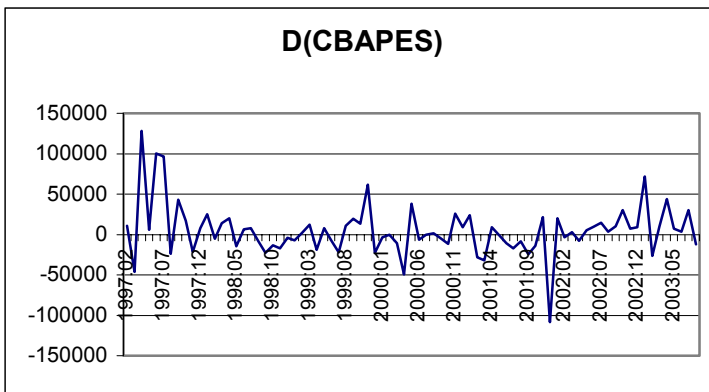
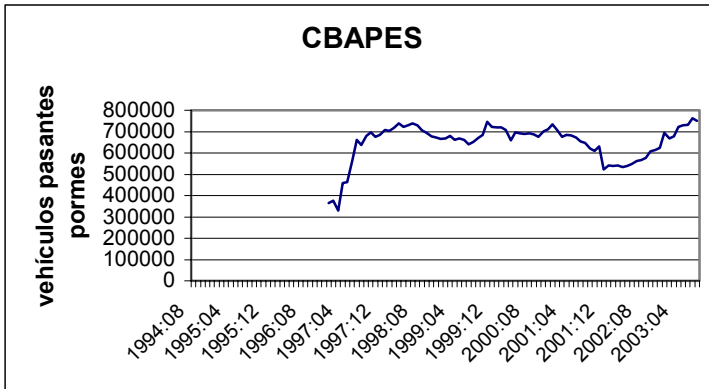
Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



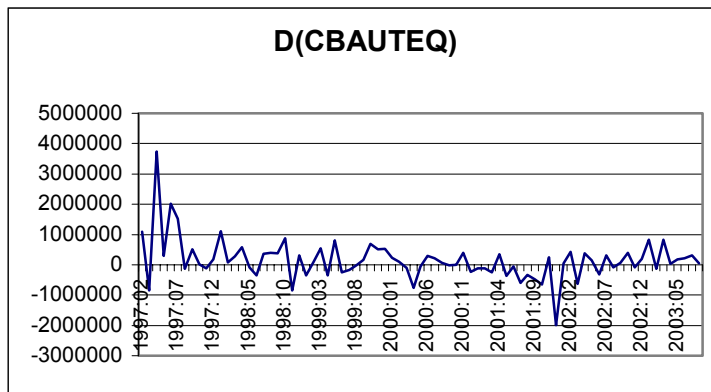
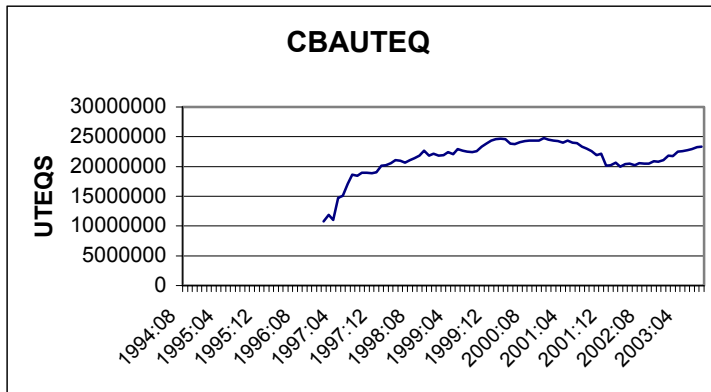
Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



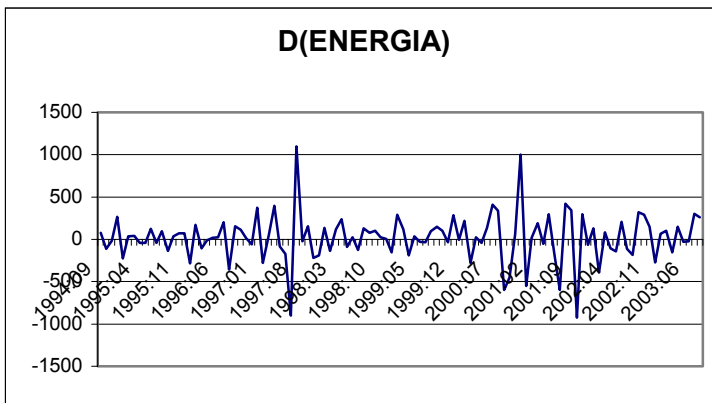
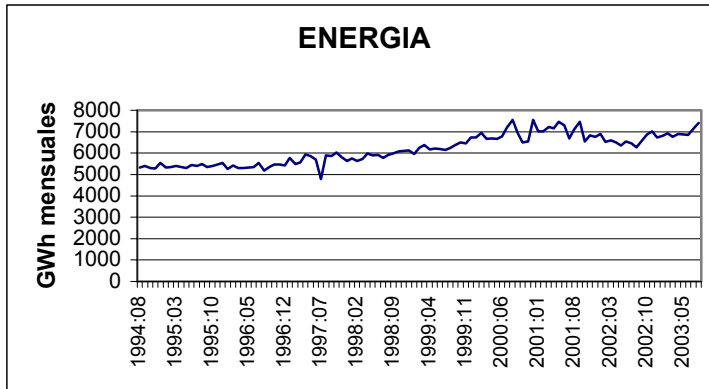
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



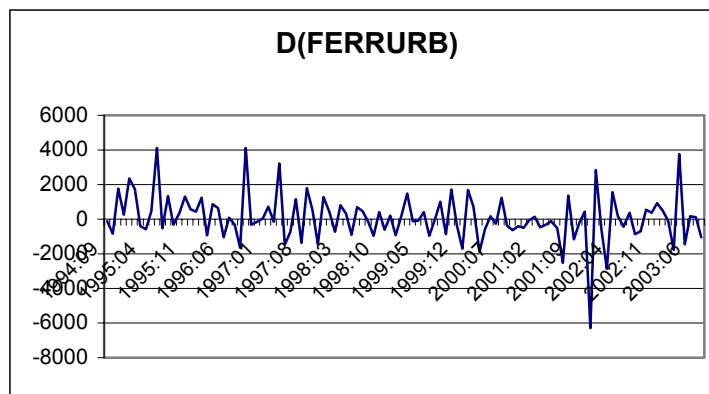
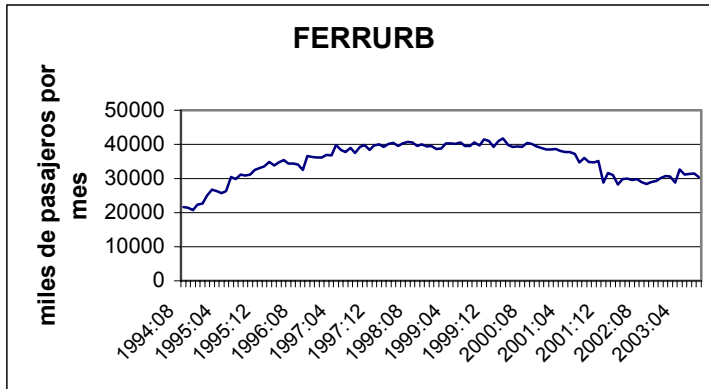
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



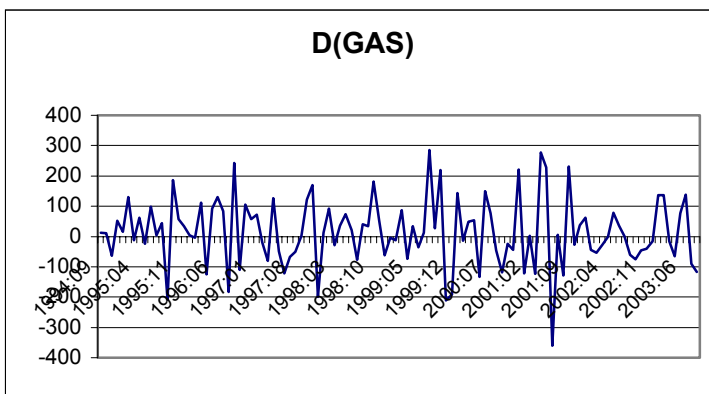
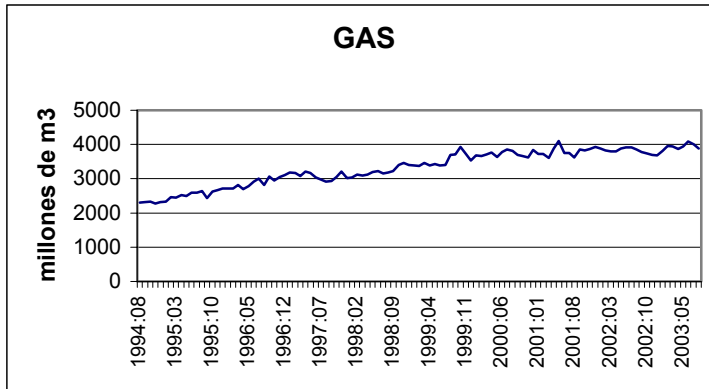
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



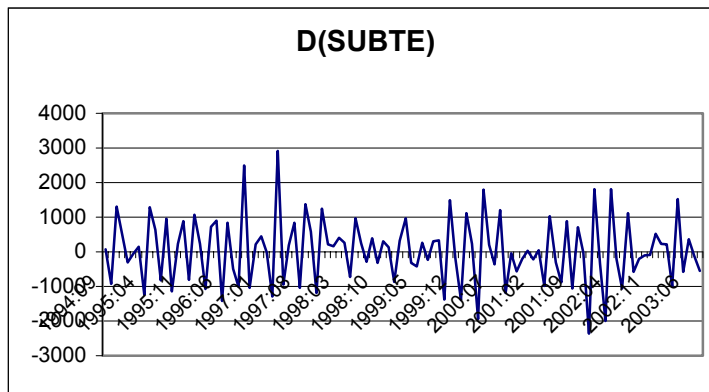
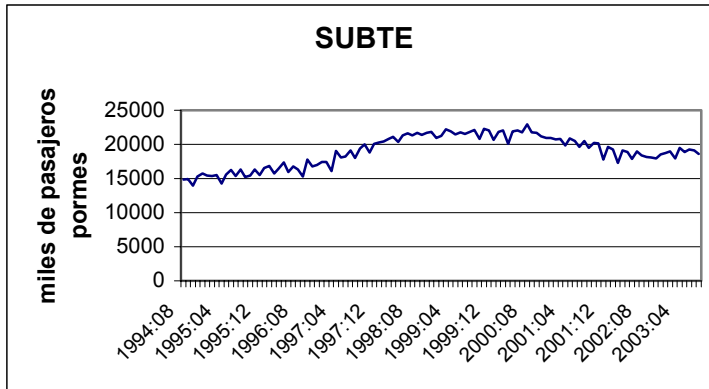
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



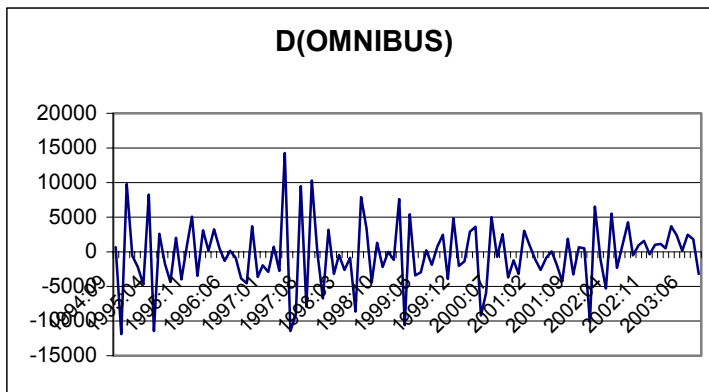
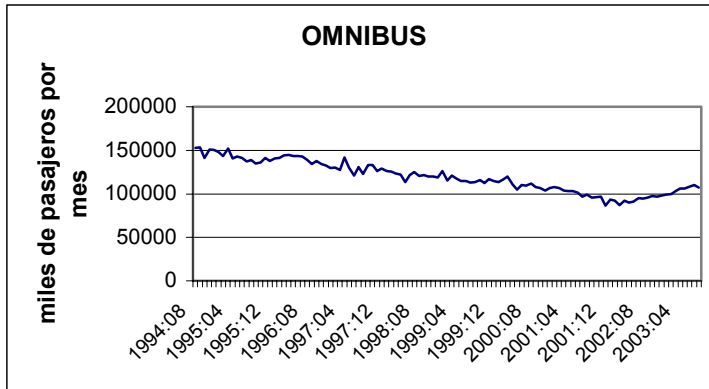
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



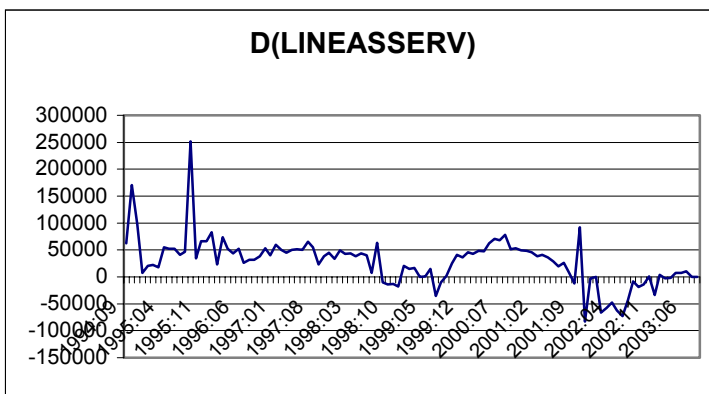
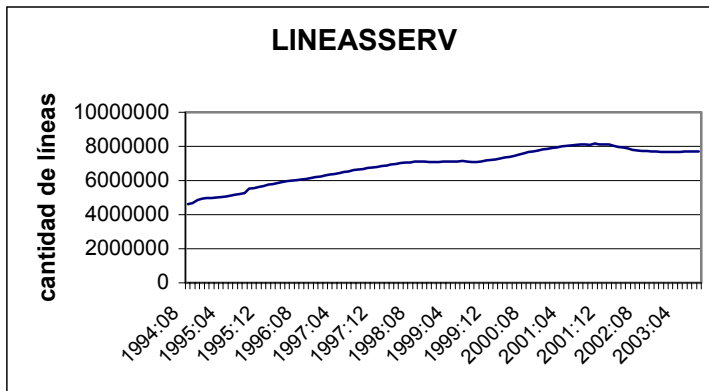
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



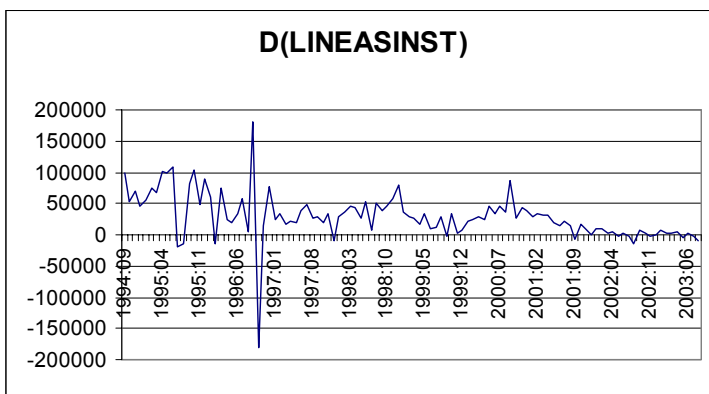
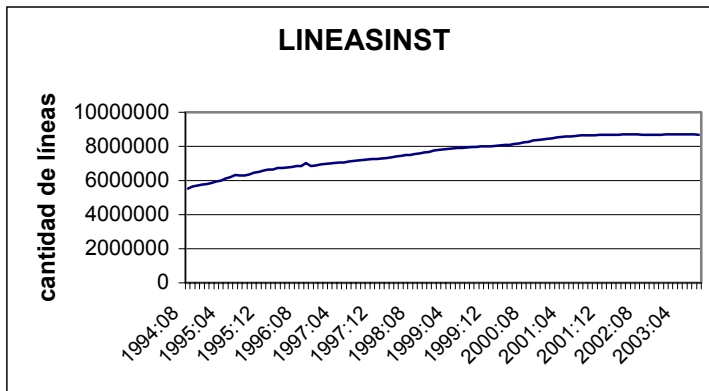
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



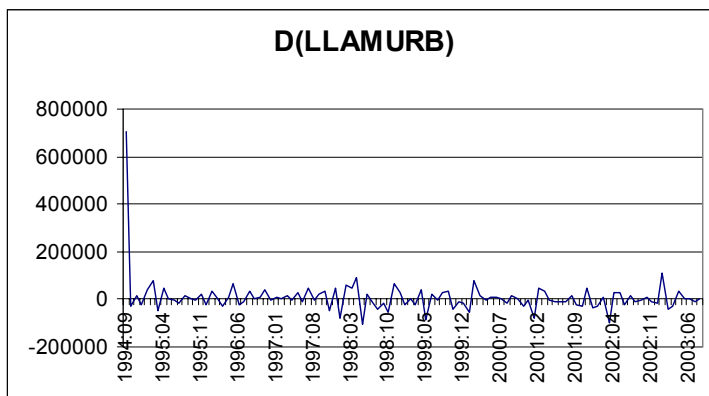
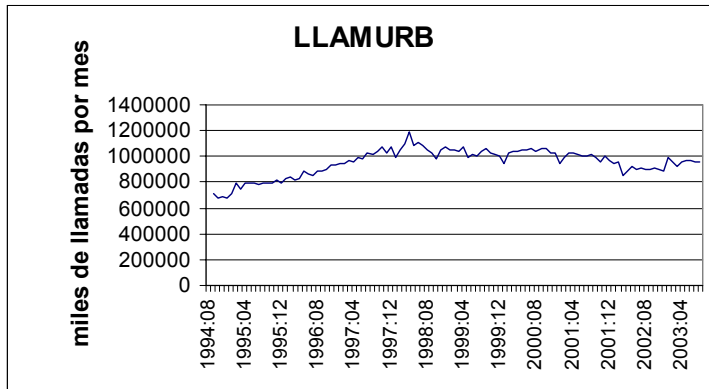
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



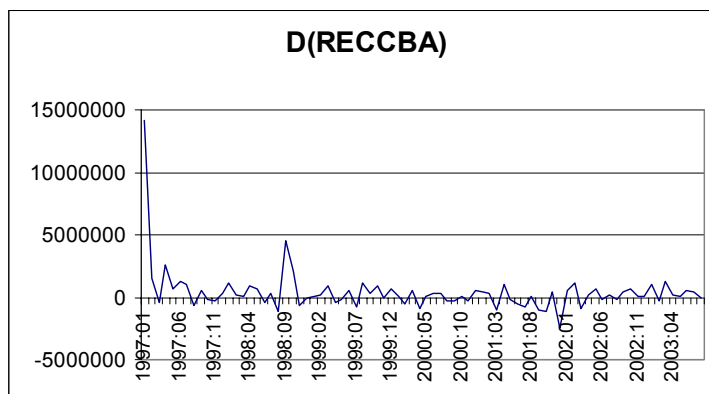
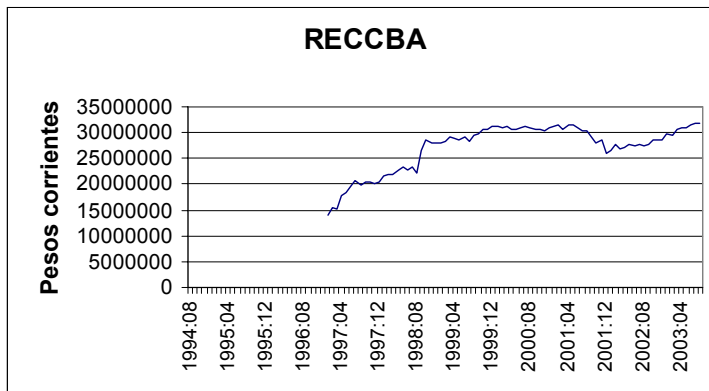
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



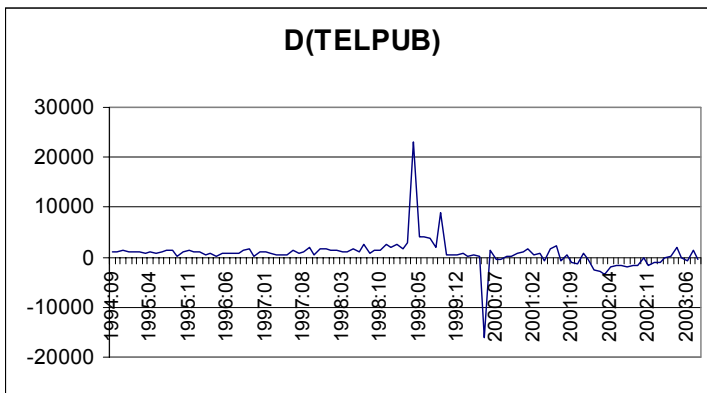
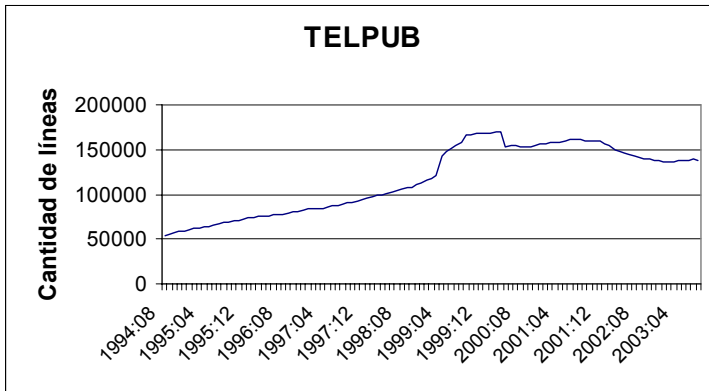
Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC



Fuente: elaboración propia sobre la base de datos publicados por el INDEC

Bibliografía

- Ackoff, R. L. (c1994) *Rediseñando el futuro*. México : Limusa. ISBN : 968-18-0147-4
- Argentina. Comisión Nacional de Regulación del Transporte, CNRT (2002) [Conclusiones de la encuesta de calidad] [en línea] <<http://www.cnrt.gov.ar/index2.htm>> [Consulta: 21 jul. 2004]
- Argentina. Comisión Nacional de Regulación del Transporte, CNRT (2004) <<http://www.cnrt.gov.ar>> [Consulta: 21 jul. 2004]
- Argentina. INDEC (1996 – 2003) “Servicios públicos” In: *INDEC Informa*, 1-8. ISSN : 0328-5804.
- Argentina. INDEC (1997 – 2000) “Estadísticas de Servicios Públicos” In: *Información de Prensa*. ISSN 0327-7968.
- Argentina. Servicio Meteorológico Nacional. (1994-2003). *Clarín : El tiempo*, Buenos Aires.
- Armanasco, S. M.; Moia de Brown, M. (2001) “Control del impacto ambiental de las obras públicas. Determinación del perjuicio ambiental” In: *El Control Público: Publicación del Secretariado Permanente de Tribunales de Cuentas de la República Argentina* (96): 5-12, jul-sep.
- Bazán, A.; Valiente, S. M. (2004) “El desarrollo sostenible: un enfoque cuantitativo con recursos escasos” In: *FACES. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina*. [enviado para publicación]
- Bazaraa, M. S.; Jarvis, J., Sherali, H. (1990) *Linear Programming and Network Flows*. USA: John Wiley & Sons.
- Berglund, B., ed.; Lindvall, T., ed.; Schwela, D., ed. (1999) *Guidelines for Community Noise*. Geneva : World Health Organization.

- Black, William R. [2000] "Social and Economic Factors in Transportation" [en línea]. In: Transportation Research Board. Committee on Social and Economic Factors in Transportation. *Millenium Papers*. Washington <<http://gulliver.trb.org/publications/millennium/00100.pdf>> [consulta: octubre 2003]
- Bloemhof-Ruwaard, J. M. et al. (1995) "Interactions between operational research and environmental management" [en línea] In: *European Journal of Operational Research*, 85(2): 229-243 [Consulta: 23 oct 2003] <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/03772217>> [disponible bajo suscripción]
- Brailovsky, A. E.; Foguelman, D. (2004) *Memoria Verde: Historia ecológica de la Argentina*. Buenos Aires : Debolsillo. ISBN : 987-1138-30-X
- Buckle, C. E.; Barrabino, L. O. (2003) "Tablero de comando: medición y control de gestión en salud" [cd-rom] In: Sociedad Argentina de Investigación Operativa SADIO. *Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa, 32, Anales, Simposio de Informática y Salud*. Buenos Aires, 1-5 sep. ISSN: 1666-1141
- Bult, J. R.; Leeflang, P. S. H.; Wittink, D. R. (1997) "The relative performance of bivariate causality tests in small samples" [en línea] In: *European Journal of Operational Reserch*, (97):450-464 <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/03772217>> [Disponible bajo suscripción]
- Bunge, M. (1978). *Causalidad : el principio de causalidad en la ciencia moderna*. Buenos Aires : Eudeba.
- Chang, Yih-Long (1993) *QSB+. Versión 3.0*. Prentice Hall.
- Ciafardo, R. et al (1996) "La competencia intra e intermodal y la crisis del transporte" In: Comisión Nacional de Transporte Urbano. Argentina. *Congreso Nacional de Transporte Urbano, 1*. Buenos Aires, 29-31 oct., pp. 84-88.
- Conesa Fdez.-Vitora, V. (2000) *Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. 3ª ed. rev. y amp. Madrid : Mundi-Prensa. ISBN : 84-7114-647-9

- Echechuri, H.; Ferraro, R.; Bengoa, G. (2002) *Evaluación de Impacto Ambiental: Entre el saber y la práctica*. Buenos Aires : Espacio. ISBN : 950-802-141-1
- Fagot, L. (2003) [opinión] [en línea] In: Argentina. Fundación Ambiental Recursos Naturales. *Taller sobre presupuestos mínimos de protección ambiental. Conclusiones*. Buenos Aires, 18 mar. <www.farn.org.ar> [Consulta: 30 jun. 2004].
- Fatta, D.; Naoum D. ; Loizidou, M. (2002) “Integrated environmental monitoring and simulation system for use as a management decision support tool in urban areas” [en línea] In: *Journal of Environmental Management* (64): 333-343, <<http://www.idealibrary.com>>
- Fernández, R. (2000) *La ciudad verde: Teoría de la gestión ambiental urbana*. Buenos Aires : Espacio.
- Flores Vega, R. (1993) “El transporte urbano en América Latina: un enfoque de los sectores marginales urbanos” In: Costa Rica. Fundación para el Desarrollo del Transporte; Costa Rica. Consejo de Seguridad Vial. *Congreso Latinoamericano de Transporte Público, 6. Encuentro Latinoamericano de Transporte Urbano, 6, Memoria* pp. 203-213. San José, junio.
- Gaioli, F. H. et al (2002) “Co-Controls Benefit Análisis Project” [en cd-rom] In: Argentina. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. *Seminario Evaluación integral de las medidas de mitigación del cambio climático y los efectos en la salud para el área metropolitana de Buenos Aires*. Buenos Aires, 8 oct. 2002
- Gakenheimer, R. (1999) “Urban Mobility in the developing world” [en línea] In: *Transportation Research Part A*, 33(7-8): 671-689 [consulta: 23 oct 2003] <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/09658564>> [disponible bajo suscripción]
- Goodwin, P. (1999) “Transformation of transport policy in Great Britain” [en línea] In: *Transportation Research Part A*, 33 (7-8): 655-669 [consulta: 23 oct. 2003] <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/09658564>> [disponible bajo suscripción]

- Granger, C. W. J. (1969) "Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods" In: *Econometrica*, 37(3): 424-438,jul.
- Greene, D. (1997) [Disertación] [en línea]. In: U.S. Department of Transportation. Bureau of Transportation Statistics; International Union of Public Transport; United Nations Economic Commission for Europe. *Workshop on Urban Passenger Transport and Environmental Statistics, Breakout Session 3ª Air Pollution and Transportation*. Washington, 12-15 may. <<http://www.bts.gov/itt/urban/15-3.html>> [Consulta: 20 oct. 2003].
- Greene, W. H. (1999) *Análisis Económico*. 3ª ed. Madrid : Prentice Hall Iberia : ISBN : 84-8322-007-5
- Gujarati, D. N. (c1992) *Econometría*, 2ª ed. México : McGraw-Hill, ISBN : 970-10-0075-7
- Hecht, A. D. (1999) "The triad of sustainable development. Promoting sustainable development in developing countries" [en línea] In: *Journal of Environment & Development*, 8(2): 111-132, jun. <<http://fox.rollins.edu/~tlairson/tnc/susdev2.html>> [Consulta: 24 oct 2003]
- Hillier, F. S.; Lieberman, G. J. (1989) *Introducción a la investigación de operaciones*, 2ª. ed., México : McGraw-Hill, ISBN : 968-451-447-6.
- Jansson, K. (1996) "Welfare and markets in passenger transport" In: *International Journal of Social Economics*, 23(10-11): 120-136.
- Judge, George G; et. al (1988) *Introduction to the theory and practice of econometrics*. 2nd ed. New York : John Wiley. ISBN : 0-471-62414-4
- Kaplan, R. S.; Norton, D. P. (1999) *El cuadro de mando integral: The Balanced Scorecard*, 3ª reimp., Barcelona : Gestión 2000, ISBN : 84-8088-175-5
- Kaufmann, V. (2000) "Modal Practices: From the rationales behind car & public transport use to coherent transport policies: Case studies in France & Switzerland" [en

[línea] In: *World Transport Policy & Practice*, Eco-Logica : Lancaster, RU, 6(4): 8-17
[consulta: 8 may 2003] <<http://www.ecoplan.org/wtpp/>> ISSN : 1352-7614

- Lacy, D. P.; Gibson, P. D. (1999) "Developing Benchmarks and Measuring Progress Toward Community Strategic Goals". In: Community Development Society. *Conference Proceedings: Community Building: Weaving the Fabric of Resilient Community* [en línea]. Spokane, Washington, EE.UU, jul. < <http://www.comm-dev.org/conf99/proceedings/lacy01.htm>> [consulta: 24 oct 2003]
- Ladiray, D; Quenneville, B.; Crivisqui, E., tr. (2000 – 2001) "Desestacionalizar con el método X-11" In: *Methodologica: Revue des techniques, méthodes et instruments de recherche en Sciences Humaines* (8-9). ISSN : 0778-7553
- Maxim, P. S. (c2002) "Causalidad", Cap.3 In: Maxim, P. S. *Métodos cuantitativos aplicados a las ciencias sociales*. México : Oxford University Press. ISBN : 970-613-590-1
- Motta, Ronaldo Seroa da (2001) "Tributación ambiental, macroeconomía y medio ambiente en América Latina : aspectos conceptuales y el caso de Brasil". In: *Macroeconomía del Desarrollo*, NU. CEPAL. División de Desarrollo Económico (7). ISSN 1680-8843
- Ortúzar, J. de D.; Willumsen, L. G. (1994) *Modelling transport*. 2nd ed., New York : Willey.
- Pérez Alfaro, A. (2000) *Control de Gestión y Tablero de Comando. Del Diagnóstico a la acción. Su aplicación en la PyME, el negocio electrónico, el estado y la educación*. Buenos Aires : Depalma. ISBN : 950-14-1802-2
- Quantitative Micro Software (c1994 -1998) *Eviews User's Guide*, 2nd ed., Irvine, CA, USA : Quantitative Micro Software.
- Quantitative Micro Software (1996) "Newey-West Correction for Heteroskedasticity and Serial Correlation" In: Quantitative Micro Software. *Eviews Help System Eviews. Econometric Views. Version 2.0* [software]

- Reboratti, Carlos *Ambiente y Sociedad: Conceptos y Relaciones*. Buenos Aires : Planeta Argentina, c2000. ISBN : 950-9122-71-8
- Sejenovich, H. (1998) *Economía ambiental M2*. Neuquén, Argentina : Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ingeniería. Centro Experimental de la Vivienda y el Equipamiento Urbano.
- Suter, Glenn W., II (1993) "Introduction to Ecological Risk Assessment, Part I" In: Suter, Glenn W., II, ed.; Barnthouse, Lawrence W. *Ecological Risk Assessment*. Chelsea, Michigan, USA : Lewis Publishers. ISBN : 0-87371-875-5
- Suter, Glenn W., II (1998) "Restrospective Assessment, Ecoepidemiology and Ecological Monitoring, Ch. 7" In: Calow, P., ed. *Handbook of environmental risk assessment and management*. Cornwall : Blackwell. ISBN : 0-86542-732-1
- Thomson, I. (1993) "Cómo mejorar el transporte urbano de los pobres" In: *Revista de la CEPAL* (49): 137-154, abril.
- United States Congress. Office of Technology Assessment (1975) *Energy, the Economy and Mass Transit* [en línea] Office of Technology Assessment, Washington: [consulta: 17 oct 2003] <<http://ntl.bts.gov/data/OTA/7505/7505.pdf>>
- USA. Bureau of Census. (1996) "X11.2" In. Quantitative Microsoftware *Eviews. Econometric Views. Version 2.0* [software]
- Uriel, Ezequiel (1985) *Análisis de series temporales: modelos ARIMA*. Madrid : 1985. ISBN : 84-283-1398-9.
- Valiente, Stella Maris et al (2000) *Temas de Investigación Operativa: Módulos I y II*. Mar del Plata : edición de los autores. ISBN : 987-43-1757-4 (obra completa).
- Valiente, S. M. (imp. 2003) *Temas de Investigación Operativa: Módulo III*. Mar del Plata : edición de la autora, 2000. ISBN : 987-43-1757-4 (obra completa)
- Vilasuso, J. (2001) "Causality tests and conditional heteroskedasticity: Montecarlo evidence" In: *Journal of Econometrics* (101): 25-35.

- World Energy Council (c1999-2003) "The Concerns about Sustainability, Ch.5"
[en línea] In: *World Energy Council : Living in One World*. London : World Energy Council. <http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/liow/the_concerns/indicators.asp> [Consulta: 24 oct. 2003]
- Zimmerman, S. (1997) [Disertación] [en línea]. In: U.S. Department of Transportation. Bureau of Transportation Statistics; International Union of Public Transport; United Nations Economic Commission for Europe. *Workshop on Urban Passenger Transport and Environmental Statistics, Breakout Session 3ª Air Pollution and Transportation*. Washington, 12-15 may.. <<http://www.bts.gov/itt/urban/15-3.html>> [Consulta: 20 oct. 2003].