

REGULACION DE LA CONTAMINACION EN LOS RIOS DEL GRAN BUENOS AIRES

PABLO R. MANTEL

DARDO ROCHA 318

ACASSUSO (1640), BUENOS AIRES

1. INTRODUCCION. La ciencia económica es una ciencia social. Adquiere sentido ante la presencia de recursos escasos, implicando estos últimos, la existencia de seres humanos no saciados de ellos. No se puede decir si un recurso es escaso o no sin tener en cuenta las preferencias de la gente. Si un recurso tiene un precio positivo presenta cierto grado de escasez, es decir, existe alguna persona dispuesta a renunciar a algo para obtenerlo. Los bienes libres tienen precio cero por definición, la humanidad está saciada de ellos.

El agua y el aire eran ejemplos de bienes libres en economía. Pero en realidad en economías desarrolladas son recursos de propiedad común de creciente y gran valor, que presentan a la sociedad difíciles problemas asignativos que el mercado no puede resolver.

El campo que se dedica al estudio de estos temas es nuevo y se denomina economía del medio ambiente, sin embargo, sus raíces figuran en la historia del pensamiento económico¹. Su naturaleza es interdisciplinaria. Incorpora elementos de derecho, ecología, ingeniería, medicina, meteorología, ciencia política, entre otros.

El problema analizado en el presente trabajo, definido desde una perspectiva económica, es:

La contaminación industrial excesiva de los cursos de agua superficiales del Gran Buenos Aires² desde un punto de vista social.

Las causas del problema son: la mala definición de los derechos de propiedad, la capacidad limitada de asimilación de los cursos de agua de la cuenca y los desperdicios materiales y energéticos del proceso productivo. El efecto es que el bienestar de los habitantes de la cuenca es menor que el máximo posible.

Para solucionar el problema, el presente trabajo propone que la autoridad reguladora fije standards ambientales y diseñe un sistema regulatorio para que éstos sean cumplidos. Este consiste en un sistema de instrumentos, un sistema de fiscalización y un sistema de coacción legal. El énfasis está puesto en los instrumentos: el uso de un sistema de cargos ambientales. Este incentivo económico pretende lograr que los establecimientos industriales se atengan a contaminar una cantidad costo-efectiva. Esto último no ocurre actualmente, conclusión que se desprende

¹ "Environmental economics is a new field, essentially the creation of the present generation of economists. But its roots are in the externality theories of Marshall and Pigou, the public goods theories of Wicksell and Bowen, the general equilibrium theory of Walras, and the applied field of benefit-cost analysis, foreshadowed by Dupuit but cultivated to maturity by economists in the water resource agencies of the US Government." [?]

² Los cursos de agua a los que hace referencia la legislación vigente. Conductos y arroyos: White, Pavón, El Gauto, Vega, Medrano, Maldonado y Cildañez. Ríos: Luján, Tigre, Matanza, Riachuelo, Río de la Plata y Reconquista. Arroyos: Las Perdices, Gimenez, Los Pátanos, Morón, Del Rey, Santo Domingo, Sarandí, Maciel, Santa Catalina, Millán y Las Ortigas.

del análisis del decreto 674/89 modificado por el 776/92

La fiscalización tendría lugar en los puntos de descarga, por lo que es indispensable la elaboración de un modelo matemático de dispersión física de contaminantes, con consideraciones de degradación biológica y reacción química; debido a que el cargo dependería del deterioro de la calidad de las aguas superficiales producido por el vertido de efluentes, no del caudal y composición del efluente mismo.

La ciencia económica no puede dejar de considerar las restricciones físicas, químicas y biológicas que enfrenta. El presente trabajo, pone especial énfasis en estas cuestiones.

2. EL PROBLEMA. ¿Qué significa contaminación? El neófito repara en la observación directa de las características físicas del agua: turbidez, sólidos, olor, temperatura y color. Para los propósitos del trabajo, se utilizan **parámetros de calidad**, medidas que sirven para cuantificar las características físicas, químicas y biológicas del agua. Algunos de los parámetros más importantes son: potencial de hidrógeno (pH), sulfuros, sólidos sedimentables, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, hidrocarburos, metales pesados y sustancias fenólicas. Estos parámetros se expresan en concentraciones, en su gran mayoría (i.e.: gramos/metro cúbico).

Los cursos de agua superficiales del Gran Buenos Aires proveen diversos servicios: servicios de recreación, tales como pesca y deportes náuticos, y natación; servicios de estética; sirven a modo de **habitat humano**; y sirven como medio de aprovisionamiento de agua para **uso industrial, agrícola y doméstico**.

La contaminación disminuye estos servicios, y no hace falta ser un experto en química para comprobarlo.

Las fuentes de contaminación de los cursos de agua superficiales del Gran Buenos Aires son varias: industrial; cloacal; arrastre superficial por agua de lluvia de contaminantes presentes en calles, caminos y rutas; contaminación de la napa freática por percolación de desechos domiciliarios líquidos en pozos negros y por desperdicios sólidos dispuestos en terrenos sin técnica de control sanitario.

El presente trabajo analiza únicamente la **contaminación de origen industrial**, por lo que de aquí en más el resto de las fuentes son ignoradas.

El análisis de la contaminación debería ser de tipo integral, debido a que el medio de disposición de contaminantes de diverso origen es el mismo, el medio ambiente. El transporte de los contaminantes trasciende los límites que dividen los elementos principales que lo conforman: tierra, agua y atmósfera.

Ello supera ampliamente el alcance del presente trabajo, limitándose este último, al análisis de la contaminación industrial de los cursos de agua superficiales.

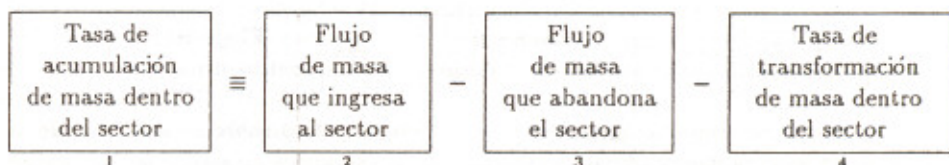
2.1. Dinámica de los contaminantes. Es indispensable conocer las relaciones existentes entre el vertido de contaminantes por parte de los establecimientos industriales y la calidad de agua resultante, para poder fijar metas ambientales e implementarlas.

Los establecimientos industriales vierten los contaminantes en distintos puntos a lo largo de los cursos, denominados puntos de descarga. Los contaminantes se mueven con el movimiento natural del agua y sufren transformaciones químicas y biológicas.

Para describir los procesos que tienen lugar en los cursos de agua, hace falta intro-

ducir el concepto de **balance de masas**. Este concepto está basado en el principio de la conservación de la masa. Es una descripción cuantitativa de los materiales que entran, salen y se acumulan en un sistema.

Como se observa en la identidad, la tasa de acumulación de un contaminante en un curso de agua (o tasa de variación de la concentración de un contaminante) es igual al flujo de masa de contaminante que ingresa al sector menos el flujo de masa de contaminante que abandona el sector -dispersión física- menos la tasa de transformación -química y biológica- de masa de contaminante dentro del sector.



Para simplificar el análisis, se llama **tasa de asimilación natural** del contaminante al flujo de masa que abandona el sector menos la tasa de transformación de masa dentro del sector. Ya que para los propósitos del trabajo, no interesa saber de que manera es asimilado el contaminante, sino a que tasa lo hace. El balance de masas se puede escribir de la siguiente manera.

$$\underbrace{\dot{S} \equiv \frac{dS}{dt}}_{\substack{\text{Tasa de acumulación} \\ \text{de la masa} \\ \text{de contaminante} \\ \text{dentro del sector} \\ 1}} \equiv \underbrace{P}_{\substack{\text{Flujo de masa} \\ \text{de contaminante} \\ \text{que ingresa al} \\ \text{sector} \\ 2}} - \underbrace{j(S)}_{\substack{\text{Tasa de} \\ \text{asimilación natural,} \\ \text{función de la} \\ \text{acumulación existente} \\ 3+4}}$$

Esta identidad representa una restricción fundamental para el análisis que se efectúa más adelante.

Ahora es posible hacer distinción entre flujos y stocks.

2.2. Flujos y Stocks. Se denomina **flujo de contaminación**, p , al vertido de masa de cada contaminante por unidad de tiempo.

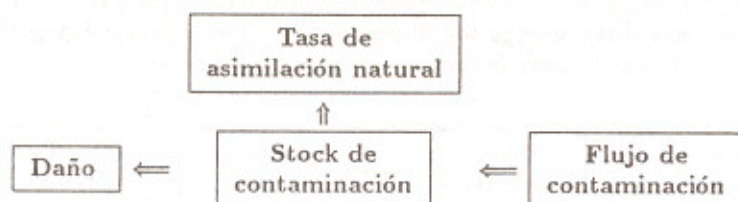
Se denomina **stock de contaminación**, S , a la concentración de cada contaminante existente en algún período determinado, en alguna estación de monitoreo de la calidad de agua.

Es importante distinguir si los contaminantes impactan en el medio ambiente como stocks o como flujos. En el caso en cuestión, lo hacen como stocks.

Las tasas de asimilación natural de los diversos stocks (o concentraciones) de contaminantes son muy bajas o los flujos de contaminación demasiado grandes, o ambas cosas a la vez, como para que el las aguas superficiales se mantengan limpias en cada

período. Se crea una interdependencia entre el presente y el futuro: el vertido de contaminantes efectuado en el presente, afecta las concentraciones y las tasas de asimilación natural del período presente y de períodos futuros.

En la figura se puede apreciar como el flujo alimenta al stock y este último es el que provoca el daño y es asimilado naturalmente por el medio.



Los stocks de contaminantes tienen un efecto negativo sobre el bienestar de la sociedad de manera independiente, disminuyendo los servicios prestados por la calidad de las aguas superficiales³.

3. ENFOQUE ECONOMICO DEL PROBLEMA.

3.1. Externalidades unidireccionales. Un equilibrio competitivo⁴ con independencia en el ordenamiento de preferencias de los consumidores y las funciones de producción de los productores, es un óptimo de Pareto⁵, según la economía del bienestar moderna (1^{er} teorema del bienestar).

Bajo ciertas condiciones de regularidad⁶, dado cualquier óptimo de Pareto, es posible redistribuir el ingreso y hallar precios, tal que el sistema tenga un equilibrio competitivo con los mismos niveles de producción y consumo para los productores y consumidores que en dicho óptimo (2^{do} teorema del bienestar).

En las economías modernas es usual que las funciones de producción de los productores y el ordenamiento de preferencias de los consumidores no sean independientes ya que:

- (i) los derechos de propiedad del medio ambiente están mal definidos, en el sentido de que no son exclusivos ni transferibles entre sí;
- (ii) la naturaleza no permite, salvo excepciones, la destrucción de la materia. La primera y segunda ley de la termodinámica dicen que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma, ocasionando una pérdida de energía

³ La modelación del movimiento y transformación de contaminantes es técnicamente posible en nuestro país. El Laboratorio de Hidráulica Aplicada del Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (INCYTH) viene acumulando experiencia desde hace varios años en la modelación numérica de la dispersión de contaminantes en ríos y estuarios del país.

⁴ Un equilibrio competitivo es una situación en la cual:

- (i) los consumidores maximizan su utilidad dado el ingreso y los precios,
- (ii) los productores maximizan sus beneficios dados estos parámetros de precio y sus posibilidades de producción, y
- (iii) los mercados están en equilibrio.

⁵ Un estado en el que ningún individuo puede estar mejor sin que algún otro esté peor.

⁶ Continuidad y convexidad de preferencias y tecnología, etc.

útil. Los insumos no son transformados por completo en productos, dejando materia y energía residual en el proceso; y

(iii) la capacidad de asimilación de residuos del medio ambiente es limitada.

De no cumplirse cualquiera de estas características, no existirían problemas ambientales. Pero dado que se cumplen, existen interdependencias directas entre los miembros de una economía, interdependencias que no operan a través del mecanismo de mercado. Tibor Scitovsky, en su famoso artículo *"Two concepts of external economies"* publicado en el año 1954, afirma que el equilibrio en una economía perfectamente competitiva es pareto óptimo (eficiente), a menos que éstas existan [Scitovsky, 1954].

Los establecimientos industriales necesitan disponer los residuos que generan mediante el proceso productivo. La descarga al medio ambiente -tierra, agua y atmósferas- es el medio de disposición que más les conviene dada la mala definición de los derechos de propiedad. La capacidad limitada de asimilación del medio ambiente hace que los desperdicios afecten el bienestar de otros.

Siguiendo la clasificación de Scitovsky, el segundo tipo de interdependencia directa⁷, que ocurre cuando un agente (o grupo de agentes) afecta directamente el bienestar de otro (u otros), es modernamente conocida como: **externalidad unidireccional**⁸.

Análíticamente esto es todo lo que distingue a las externalidades unidireccionales de las externalidades recíprocas, en donde cada agente impone externalidades a todos los otros, como ocurre con los recursos de propiedad común.

En el caso de los ríos del Gran Buenos Aires, la situación es clara: existe un grupo de generadores de la externalidad unidireccional negativa, los establecimientos industriales, que poseen el derecho legal a contaminar⁹ y de hecho lo hacen ya que su función es maximizar beneficios dadas las restricciones legales; y un grupo de afectados por la calidad de agua resultante, los habitantes de la región.

Utilizando la terminología de Pigou, el costo privado difiere del costo social¹⁰.

⁷ "Expressed differently, equilibrium in a perfectly competitive economy is a situation of Paretian optimum, except when there is interdependence among the members of the economy that is direct, in the sense that it does not operate through the market mechanism.

One can distinguish four types of direct (i.e. non-market) interdependence:

(ii) A person's satisfaction may be influenced by the activities of producers not only through their demand for his services and supply of the products he buys but also in ways that do not operate through the market mechanism. These may be called the producer's 'direct' (i.e. non-market) influence on personal satisfaction and are best known by the example of the factory that inconveniences the neighbourhood with the fumes and noise that emanate from it." [Scitovsky, 1954]

⁸ Se puede encontrar una referencia a este término en [Dasgupta, 1982]

⁹ Supongamos que el derecho está dado por la práctica. Si se contamina quiere decir que es legal. Los habitantes de la región no pueden tener al mismo tiempo derecho a un río limpio. La legislación que prohíbe la contaminación por encima de ciertos parámetros existe. Se trata del decreto N° 674/89 modificado por el N° 776/92 y resolución N° 242/93. Sin embargo, falla la fiscalización y el sistema de coacción legal, por lo que la ley no es implementable.

¹⁰ La clave de la contribución específica de Pigou es la distinción entre producto marginal social y privado. Si ambos coinciden, argumenta, el libre juego del interés propio (en la ausencia de monopolio) lleva a una asignación eficiente de los recursos.

"In general industrialists are interested, not in the social, but only in the private, net product of their operations. Self interest will tend to bring about equality in the values of the marginal private net products of resources invested in different ways. But it will not tend to bring about equality in the values of the marginal net products except when marginal private net product and marginal social net product are identical. When there is a divergence between these two sorts of marginal net products, self interest will not, therefore, tend to make the national dividend a maximum; and, consequently, certain

Los primeros son los costos de producción de los establecimientos industriales, mientras que los segundos son sus costos de producción más los daños que éstos provocan.

Las variables se definen en la nota a pie de página¹¹.

En el gráfico se observan las curvas de costo marginal privado, $c'_{pj}(x_j)$, costo marginal social $c'_{sj}(x_j)$ y beneficio marginal $b'_j(x_j)$ de un establecimiento industrial j , medido en el eje de las ordenadas. El eje de las abscisas mide la producción de dicho establecimiento, x_j ¹². Este último maximiza su beneficio neto privado, sin tener en cuenta los daños marginales en sus cálculos:

$$\max \{ \pi_{pj} = b_j(x_j) - c_{pj}(x_j) \}$$

Es decir, produce hasta igualar el beneficio recibido por la última unidad producida con el costo de producir dicha unidad:

$$b'_j(x_j) = c'_{pj}(x_j)$$

specific acts of interference with normal economic processes may be expected, not to diminish, but to increase the dividend. It thus becomes important to inquire in what conditions the values of the social net product and the private net product of any given (r^{th}) increment of investment in an industry are liable to diverge from one another in either direction. There are certain general sorts of divergence that are found even under conditions of simple competition, certain additional sorts that may be introduced under conditions of monopolistic competition, and yet others that may be introduced under conditions of bilateral monopoly. [Pigou, 1920]

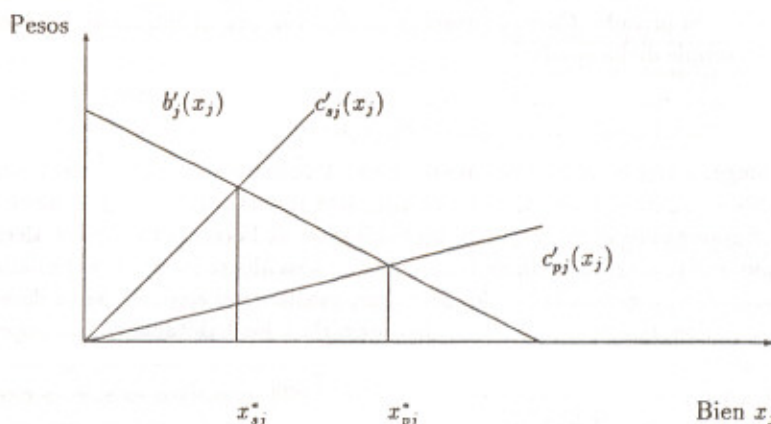
¹¹ Se define:

- x_j : nivel de producción del est. ind j
- $b_j(x_j)$: beneficio privado de producir el bien j
- $c_{pj}(x_j)$: costo privado de producir el bien j
- $c_{sj}(x_j)$: costo social de producir el bien j igual a $c_{pj}(x_j) + d_j(x_j)$
- $d_j(x_j)$: daño provocado por el vertido de contaminante del est. ind. j
- x^*_{pj} : nivel óptimo privado de producción del est. ind. j
- x^*_{sj} : nivel óptimo social de producción del est. ind. j

¹² Se supone:

- que los establecimientos industriales producen un único contaminante;
- que por el momento, la relación entre la producción y vertido del contaminante es inalterable. La única manera que tienen los establecimientos industriales de reducir el vertido de dicho contaminante es reduciendo la producción, ello implica que se puede hablar indistintamente de flujo de contaminación y de producción asociada: $p_j = \alpha_j x_j$; y
- que la tasa de asimilación natural del único contaminante es lo suficientemente alta como para que el stock no se llegue a acumular más allá de un periodo.

En conclusión $\alpha_j x_j = S_j = p_j$



El resultado es que los precios de los productos no reflejan lo que la sociedad debe sacrificar para obtenerlos, ya que éstos son demasiado bajos. Como la producción está asociada a la contaminación, y esta última es excesiva desde un punto de vista social, la primera también lo es: el óptimo de producción privado para cada establecimiento industrial, x_{pj}^* , es mayor que lo que sería el óptimo de producción desde un punto de vista social, x_{sj}^* .

Estamos en presencia de un **estado subóptimo en el sentido de Pareto**: es posible reasignar los recursos de manera tal que el bienestar neto de cada integrante de la sociedad aumente, tal que los que ganen con la reasignación, ganen lo suficiente como para poder compensar a los que pierdan y aun así estar mejor.

A continuación se explica el rol que juegan los derechos de propiedad mal definidos como causa fundamental del problema.

3.2. ¿Por qué no son los derechos de propiedad transferibles?. La lógica indica que si todos los miembros de un grupo de individuos, como los habitantes de la región, tuviesen determinado interés en común, el grupo manifestaría una tendencia a lograr dicho interés. Los afectados por la externalidad se organizarían y le comprarían parte del derecho a contaminar a los establecimientos industriales. Por supuesto, no le comprarían el derecho completo ya que no lo desearían pagar. Los habitantes de la región enfrentan una restricción presupuestaria. Luego, comprarían calidad de agua de la misma manera en que compran un bien privado. Por otra parte, los establecimientos industriales no contaminan sin motivo, sino que lo hacen para poder fabricar bienes que la sociedad valora; aceptarían la transacción siempre que les conviniese.

Volviendo al gráfico, cada uno de los j establecimientos industriales aceptaría reducir la contaminación en la medida en que el pago por dejar de contaminar fuese mayor que el beneficio que obtendría de seguir contaminando: $b'_j(x_j) < c'_{sj}(x_j)$. Negociaría una unidad de contaminación a la vez hasta que la última unidad de reducción en el vertido de contaminante negociada representase el mismo beneficio económico para el establecimiento industrial que el costo que dicha unidad impone sobre la sociedad en su

conjunto: lo que están dispuestos a pagar los afectados como grupo para evitarla más el costo de producción privado. Como se observa en el gráfico, en el óptimo de producción social, x_{sj}^* , se cumple dicha condición:

$$b'_j(x_j) = c'_{sj}(x_j)$$

Se llegaría, luego, a una solución eficiente de manera descentralizada: x_{sj}^* , para todo j .

Hasta ahora supusimos que los establecimientos industriales tienen el derecho a contaminar. Supongamos lo contrario. Si los habitantes de la región tuvieran el derecho a un río limpio, serían los establecimientos industriales los afectados por la externalidad. Esta externalidad sería generada por los primeros, mediante el ejercicio de su derecho. Los establecimientos industriales tendrían que pagarle a los habitantes de la región si quisieran producir.

R. H. Coase demostró en el año 1954 [Coase, 1960], que si no existiesen costos de transacción¹³, y la redistribución del ingreso no afectase los valores marginales, el estado resultante sería eficiente, independientemente de la asignación inicial de los derechos de propiedad. La externalidad no traería problemas.

En conclusión, la dirección de la externalidad queda determinada por una combinación de la circunstancia física y la asignación inicial de los derechos de propiedad [Dasgupta, 1982].

Es importante comprender que si los habitantes de la región poseyeran el derecho a un río limpio, la negociación privada haría que los establecimientos industriales cargasen con dichos costos, se internalizaría la externalidad. Ello no ocurriría en el caso opuesto: se arribaría a una solución eficiente, pero los establecimientos industriales no cargarían con los costos del daño que produjesen, recayendo éstos sobre los afectados.

Según lo dicho, no habría ineficiencia, pero la realidad es otra.

3.3. La mala calidad de agua de los cursos superficiales como mal público. El rol de los costos de transacción. Las negociaciones no se realizan debido a la existencia de elevados costos de transacción, logrando estos últimos que los derechos de propiedad no sean transferibles. Los habitantes de la cuenca constituyen, en la terminología de Mancur Olson, un "gran grupo", en donde, según él, no existen incentivos para la acción colectiva. Los beneficios de la satisfacción del interés de grupo a través de la acción colectiva son compartidos por todos los miembros del grupo, participen o no de ésta. Participar tiene sus costos, por lo que vale la pena "dejar que lo haga otro" [Olson]. Los habitantes de la cuenca no revelarán su verdadera preferencia, por lo que no existe demanda por calidad de agua, que todo mercado necesita para funcionar.

La mala calidad del agua es un mal público de carácter regional¹⁴ para los

¹³ Los costos de transacción a los que se refería Coase en su artículo, "The Problem of Social Cost", son explícitamente, los costos de descubrir con quien es que se desea negociar y en que términos, informar a la gente que uno desea negociar y en que términos, conducir la negociaciones que llevan al arreglo, escribir el contrato, realizar las inspecciones para confirmar que los términos del contrato se están cumpliendo, entre otros. Los costos de transacción del presente trabajo son estos últimos, más los costos de un gran grupo en organizarse.

¹⁴ O un bien público con signo negativo.

habitantes del Gran Buenos Aires, provisto por los establecimientos industriales. Dicha provisión, dejada al libre mercado, no es óptima.

En conclusión, al ser más de uno el número de agentes involucrados en la externalidad unidireccional negativa, ésta puede ser analizada como un mal público: la dimensión de las interdependencias entre los agentes aumenta, no pudiendo éstos alterar o negociar un cambio en la intensidad del uso del recurso [Navajas-Chisari, 1992]. Los derechos de propiedad no son transferibles.

3.4. Efecto stock. El problema es más complicado aún, ya que el bienestar de los habitantes de la región se ve afectado directamente, tanto por las acciones presentes de los establecimientos industriales, como de las pasadas. Se crea una **relación intertemporal**, ya que los contaminantes no son asimilados inmediatamente, sino que persisten por varios períodos de tiempo. El daño continúa aunque la acción de contaminar desaparezca, por lo que se debe hablar de **valor presente** del daño que el contaminante produce. En la próxima sección se analiza este aspecto con mayor detenimiento.

3.5. Problemas de información e incertidumbre. Hasta ahora se supuso información perfecta por parte de los habitantes de la región y certidumbre en relación a los efectos de la contaminación en su bienestar. La dificultad únicamente residía en que éstos no revelarían su verdadera preferencia debido al **comportamiento estratégico**.

Los habitantes no conocen su verdadera preferencia debido a :

- La **incertidumbre** que existe en el ambiente científico en relación a los efectos de la contaminación en el bienestar de los seres humanos.
- La **falta de información** de los habitantes de la cuenca.

En lo que sigue, se supone certidumbre e información perfecta.

4. METAS DE POLITICA ECONOMICA. Quedó claro en el capítulo anterior que la mala calidad de los cursos de agua superficiales del Gran Buenos Aires es un mal público de carácter regional para los habitantes, provisto subóptimamente por los establecimientos industriales. También puede ser vista como una **externalidad negativa** generada subóptimamente por los mismos. Son dos maneras de plantear un mismo problema, por lo que se utilizará cualquiera de los dos enfoques según convenga de aquí en adelante.

Debe considerarse la posibilidad de la intervención estatal, ya que se está en presencia de una falla de mercado.

Surgen dos preguntas:

1. ¿En cuánto reducir la contaminación en el agregado?
2. ¿Qué porcentaje del agregado debe reducir cada establecimiento industrial?

Las respuestas a éstas preguntas constituyen, a grandes rasgos, las metas de política económica.

Algunos sugieren que el Estado debería prohibir la contaminación por completo, alegando que las personas poseen un derecho inalienable a un río limpio. Lamentablemente, los derechos de las personas no son gratuitos. El costo que ello impondría sobre la sociedad, sería muy alto: como consecuencia de reducir el vertido de contaminantes a cero, los costos de producción aumentarían considerablemente. Los dueños de los

factores productivos (capitalistas y trabajadores) y los consumidores se verían perjudicados, respectivamente, debido a una reducción en la remuneración a sus servicios y a un aumento en los precios de los productos que compran.

Según Blinder, a nadie se le ocurre sugerir la legislación de un derecho inalienable a una casa o a un automóvil de lujo, pero la gente no vacila en sugerir lo mismo con respecto al agua o el aire. Quiere un río con aguas naturales a cualquier costo¹⁵.

En el año 1954, R. H. Coase argumentaba que no había, en estos casos, que eliminar el efecto externo por completo, ya que con ello se perjudica al generador del mismo más de lo necesario¹⁶. La solución no es dicotómica, léase: contaminar o no contaminar, sino que debe realizarse en el margen¹⁷. El Estado debe intervenir de modo que el beneficio neto de la sociedad se maximice¹⁸. Siguiendo su argumento, es imposible saber de que manera intervenir a menos que se conozca el valor de lo que se obtiene gracias a la contaminación y el valor de lo que se sacrifica para obtenerlo. Es decir, a menos que se conozca el valor de la producción, y el valor del bienestar de los habitantes de la cuenca que se pierde, respectivamente¹⁹.

Para la comprensión de esto último es indispensable la lectura de la siguiente sección.

5. CARGOS AMBIENTALES VS. EL REGIMEN ESTABLECIDO POR EL DECRETO 674/89 MODIFICADO POR EL 776/92. Un sistema regulatorio consiste en:

1. Un conjunto de instrumentos para alcanzar las metas de política económica.
2. Un sistema de fiscalización del comportamiento de los agentes económicos regulados²⁰.
3. Un sistema de coacción legal²¹.

Cualquiera sea el conjunto de instrumentos, el sistema de fiscalización y de coacción legal son esenciales para inducir el comportamiento deseado²². Sin embargo, el trabajo se concentra en la elección de instrumentos de política económica, suponiendo que su implementación es sin costos.

¹⁵ "People rarely speak of the right to have the automobile or home that they want. Instead, the provision of cars and houses is left to the market, subject to some house intervention to help house the poor. Why, then, should we suppose that the right to pristine air and water is inalienable? Why must everyone have a Cadillac environment, 'regardless of the cost'?" [Blinder]

¹⁶ "The reciprocal nature of the problem: The traditional approach has tended to obscure the nature of the choice that has to be made. The question is commonly thought of as one in which A inflicts harm on B and what has to be decided is: how should we restrain A? But this is wrong. We are dealing with a problem of a reciprocal nature. To avoid the harm to B would inflict harm on A. The real question that has to be decided is: should A be allowed to harm B or should B be allowed to harm A? The problem is to avoid the most serious harm." [Coase, 1960]

¹⁷ "The problem has to be looked at in total and at the margin." [Coase, 1960]

¹⁸ "The economic problem in all cases of harmful effects is how to maximise the value of production." [Coase, 1960]

¹⁹ "What answer should be given is, of course, not clear unless we know the value of what is obtained as well as the value of what is sacrificed to obtain it." [Coase, 1960]

²⁰ Fiscalización: compromiso por parte del organismo de control de verificar si los establecimientos industriales alcanzados por la ley y su regulación, están cumpliendo o no con ella.

²¹ Coacción legal: tomar medidas para forzar a los violadores a corregir su comportamiento y a proveer ejemplos visibles que incentiven a otros a respetar la ley para evitar un destino similar.

²² El esquema pertenece a Blair Bower, en [Bower, 1983].

5.1. Cargos ambientales. El rol del Estado es el de alterar la restricción que enfrentan los establecimientos industriales. Debe diseñar la restricción de forma tal que un equilibrio competitivo en que los agentes la toman en cuenta sea un óptimo de Pareto.

El enfoque de finanzas públicas originado en Pigou (1920): propone restricciones sobre los precios, enfatizando el uso de impuestos a la contaminación o cargos ambientales para corregir divergencias entre costos privados y sociales.

A. C. Pigou, en el año 1920, diseñó un sistema de impuestos para corregir los costos privados para que éstos sean iguales a los costos sociales. Se le fija al contaminador un cargo por el aumento de la concentración de contaminantes que él produce en el ambiente, para que su función de costos sea lo que hubiera sido de haber enfrentado los verdaderos costos sociales de producción. El contaminador paga, y por lo tanto reduce su producción hasta un nivel socialmente óptimo. Nada se dice respecto a la recaudación obtenida por el Estado. El supuesto implícito es que se redistribuye mediante transferencias neutrales que no afectan el comportamiento de los agentes²³.

En lugar de indicarle a cada establecimiento industrial las reducciones a efectuar, esta decisión queda a discreción de los establecimientos. Los establecimientos industriales van a reducir la contaminación siempre que les salga más barato que pagar el impuesto. Van a seguir contaminando y pagando el impuesto siempre que dejar de contaminar les sea más caro que pagarlo. En otras palabras, los establecimientos industriales internalizan, mediante el impuesto, el daño provocado por la externalidad que generan, luego contaminarán una cantidad eficiente.

El Estado necesita una gran cantidad de información para calcular la alícuota óptima del cargo. La búsqueda y procesamiento de la información es costosa, y en ciertos casos, imposible. Partiendo de la base que la información es inabarcable, habrá que conformarse con menos eficiencia. Sin embargo, aún es posible alcanzar cierto standard ambiental eficientemente.

Aquí es donde los incentivos económicos pasan a jugar un rol importante, ofreciendo una oportunidad única para que la autoridad reguladora resuelva un dilema fundamental: su deseo de asignar la responsabilidad de control de una manera costo-efectiva se ve inevitablemente frustrado por una carencia de la información suficiente para alcanzar dicho objetivo. El enfoque de incentivos económicos crea un sistema en el cual, aquellos que poseen mejor conocimiento acerca de las oportunidades de control, los establecimientos industriales, son incentivados a utilizarlo para no alejarse de la solución costo-efectiva.

Se supone que hay m establecimientos industriales que en cada período producen m bienes y generan un contaminante como subproducto; siendo α_j el coeficiente que relaciona la producción con la emisión del contaminante para el establecimiento industrial j . Dicho coeficiente puede ser alterado mediante gastos en depuración de efluentes, α_j .

Se supone que, de no haber intervención estatal, el flujo agregado de contaminación,

²³ Sin embargo Pigou consideraba a las externalidades como un problema menor en comparación con otras fallas de mercado, por ejemplo, monopolio.

p, supera la capacidad de asimilación del curso de agua; y que el stock de contaminación es superior al standard ambiental fijado.

Suponiendo que todos los establecimientos industriales son **minimizadores de costos**, el mercado de los productos que fabrican es **competitivo**, un **sistema de cargos**, podría asignar la responsabilidad de control de la contaminación entre los establecimientos industriales para alcanzar cierto **standard ambiental**, a un **costo mínimo** para el sector industrial.

Frente a un sistema de cargos, los establecimientos industriales maximizan, en cada período, la siguiente expresión:

$$\max \{ \pi_{pj}(x_j) - \lambda x_j \alpha_j(a_j) - a_j \}$$

Es decir, cada establecimiento maximiza su beneficio neto privado, $\pi_{pj}(x_j)$, menos el monto del cargo ambiental, $\lambda x_j \alpha_j(a_j)$, menos el gasto en el tratamiento de sus efluentes, a_j .

Los establecimientos industriales pueden, según sus posibilidades:

1. Reducir la contaminación realizando gastos en depuración de efluentes.
2. Reducir la contaminación reduciendo el nivel de producción.
3. No reducir la contaminación y pagar el cargo correspondiente.
4. Una combinación de las tres posibilidades anteriores. Esto es lo que probablemente harán, según lo indican las condiciones de primer orden.

Las condiciones de primer orden para el establecimiento j son:

$$\lambda = \frac{\pi'_{pj}}{\alpha_j(a_j)} = \frac{-1}{x_j \alpha'_j(a_j)}$$

En palabras, la **alícuota del cargo**, λ , debe igualar al **costo de control** de la última unidad de contaminante controlada vía **reducción** en el nivel de producción, que a la vez, debe igualar al **costo de control** de la última unidad de contaminante controlada vía **depuración de efluentes**.

Cabe mencionar que un establecimiento industrial que maximiza beneficios, minimiza los costos para cada unidad producida, es decir:

$$\min \left\{ \underbrace{\lambda x_j \alpha_j(a_j)}_{(a)} + \underbrace{a_j}_{(b)} \right\}$$

Para cada unidad producida, minimiza la suma de:

- (a) el monto del cargo, más;
- (b) los gastos en depuración de efluentes,

con lo que se arriba a la misma condición necesaria:

$$\lambda = \frac{-1}{x_j \alpha'_j(a_j)}$$

Si todos los establecimientos se comportan de la manera descripta, se logra la minimización global de costos: se cumplen las condiciones de primer orden para todo j . Se trata del primer resultado importante, sin importar la alícuota, siempre que ésta sea la misma para todos los establecimientos industriales, la contaminación será reducida a un costo mínimo para el sector industrial.

De esta manera se logró responder a la segunda pregunta de la sección anterior:

Pero queda por responder la primera. La solución es fijar un standard ambiental, es decir, un tope legal al nivel de concentración del contaminante en los cursos de agua superficiales del Gran Buenos Aires, $S \leq S^*$.

Queda ahora un problema de gran envergadura por resolver, ¿Cómo se calcula la alícuota que logre que en el agregado los establecimientos industriales contaminen una cantidad consistente con el standard ambiental fijado?

El Estado puede calcularla con ayuda de un análisis de efectividad de costo similar al que se explica a continuación.

Las variables se definen en la nota a pie de página²⁴.

La función objetivo a maximizar con respecto a x, a, S, p -funciones del tiempo-, y con respecto a L y S_0 es:

$$(1) \quad \pi_s = \int_0^{\infty} [\pi_p(x) - a] e^{-rt} dt - L$$

Se trata de maximizar los **beneficios sociales netos**. Estos son iguales a la suma descontada para cada período de: los beneficios netos privados en función de la producción del período, menos los gastos en depuración de los efluentes que realizan los establecimientos industriales, menos los gastos iniciales en limpieza de las aguas superficiales.

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$(2) \quad \dot{S} \equiv \frac{dS}{dt} \equiv p - j(S)$$

Tasa de cambio del stock o concentración de contaminante en el tiempo

La tasa de cambio de la concentración del contaminante en el tiempo tiene dos componentes: flujo del contaminante que ingresa al sector y la tasa de asimilación natural del contaminante, función del stock de contaminante existente.

²⁴ Se define:

π_s	: beneficio neto social a maximizar	
x	: vector de producción en t	$= (x_1, \dots, x_m)$
$\pi_p(x)$	: beneficio neto privado de producción en t	$= \sum_{j=1}^m \pi_{p,j}(x_j)$
S	: concentración de contaminante existente en t	
a	: vector de los gastos realizados por cada est. ind. para reducir el coeficiente producción-vertido en t	$= (a_1, \dots, a_m)$
r	: tasa social de descuento	
L	: gastos públicos iniciales de limpieza de las aguas superf.	
α_j	: coeficiente de producción-vertido del est. ind. j en t	$= \alpha_j(a_j)$
p	: flujo de contaminante en t	$= \sum_{j=1}^m \alpha_j x_j$
$j(S)$	: tasa de asimilación natural del contaminante en t	
S_0	: concentración inicial del contaminante	
$\bar{S}$	: concentración previa a la limpieza estatal	

$$(3) \quad L \equiv L(S_0)$$

Gastos públicos iniciales en limpieza de las aguas superf., función del stock inicial

El gobierno puede limpiar directamente los cursos de agua realizando gastos en obras hidráulicas y tareas de limpieza.

$$(4) \quad p \equiv \sum_{j=1}^m \alpha_j x_j$$

Relación entre vertido y producción

Para cada establecimiento industrial existe una relación entre producción y vertido de contaminante asociada a su proceso industrial.

$$(5) \quad \alpha_j \equiv \alpha_j(a_j)$$

Coefficiente de vertido-producción para el est. ind. j

Sin embargo, el coeficiente vertido-producción se puede alterar, realizando gastos para depurar los efluentes.

$$(6) \quad a, x, p \geq 0$$

Variables no negativas

$$(7) \quad S \leq S^*$$

El stock de contaminación no puede sobrepasar el standard ambiental fijado

Para poder obtener una solución explícita, se supone que las funciones toman la siguiente forma.

- $\pi_p(x) = \sum_{j=1}^m \pi_{pj}(x_j) = \beta_j x_j - \frac{1}{2} \gamma_j x_j^2$; $\beta_j \geq 0$, $\gamma_j \geq 0$: función cuadrática para los beneficios netos privados
- $p = \sum_{j=1}^m \alpha_j(a_j) x_j$
- $\alpha_j(a_j) = \theta_j e^{-\omega_j a_j}$; $\theta_j \geq 0$, $\omega_j \geq 0$: el coeficiente vertido-producción depende de los gastos realizados para depurar los efluentes de manera exponencial. El costo marginal de reducir el coeficiente vertido-producción es creciente²⁵: $d^2 \alpha_j / da_j^2 > 0$

²⁵ Kneese and Schultze (1975, p 19-21), escriben:

"As a virtually universal phenomenon, the greater the percentage of pollutants already removed from an industrial process, the higher will be the cost of removing an additional amount...for example, when 30% of the BOD has been removed from the water discharges of a typical large meat-processing plant, the cost of removing an additional pound is 6 cents. But once 90% of the BOD is removed, another pound costs 60 cents; above 95%, the cost rises to 90 cents... In one analysis, the total ten-year cost of eliminating 85 to 90% of water pollution in the United States was estimated at \$61 billion. Achieving 95 to 99% freedom from pollution would add another \$58 billion, bringing total costs to \$119 billion, or about 1% of national income. A 100% objective (zero discharge) would demand an additional \$200 billion." [Dasgupta, 1982]

- $j(S) = \psi S; \psi \geq 0$: aproximación lineal a la tasa de asimilación natural de la concentración de contaminante
- $S_0 = \hat{S}e^{-\alpha L}; \hat{S} \geq 0, \alpha \geq 0$: el costo marginal de reducir la concentración de contaminante inicial es creciente. Responde a la misma lógica que los gastos en depurar los efluentes.

Para poder cumplir con la restricción, es necesario:

- Limpiar las aguas superficiales al principio, de forma tal que $S_0 = S^*$. Al definir S_0 , se define residualmente L , los gastos gubernamentales iniciales, según 3.
- Cumplir con la restricción que define el estado estacionario, es decir, lograr que el flujo agregado de contaminación sea de una magnitud tal que la capacidad de asimilación natural de los cursos de agua no permita que la concentración del contaminante aumente, $S = S^*$:

$$\dot{S} = \sum_{j=1}^m \alpha_j x_j - j(S^*) = 0$$

El problema se convierte en maximizar la siguiente expresión:

$$(8) \quad \pi_p(x) - a$$

Es decir, maximizar el beneficio neto privado, $\pi_p(x)$, menos los gastos privados en depuración de efluentes, a ; sujeto a que el flujo agregado de contaminación sea igual a la tasa de asimilación natural. Lo que entra debe ser igual a lo que sale.

$$(9) \quad p = \sum_{j=1}^m \alpha_j x_j = j(S^*) = j^*$$

Las condiciones de primer orden son:

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{\pi'_p(x_j)}{\alpha_j(a_j)} \\ \lambda &= \frac{-1}{x_j \alpha'_j(a_j)} \\ \sum_{j=1}^m \alpha_j x_j &= j^* \end{aligned}$$

La tasa del cargo que va a lograr el objetivo deseado, $S \leq S^*$:

$$(10) \quad \lambda = \frac{1}{j^*} \sum_{j=1}^m \frac{1}{\omega_j}$$

ω_j representa la eficiencia de los gastos en depuración de efluentes en reducir la contaminación. Cuanto más caro resulte el tratamiento de efluentes, es decir cuanto

mas pequeño sea ω_j , más alto deberá ser el cargo para mantener un mismo nivel de flujo agregado de contaminación.

j^* representa la capacidad de asimilación del medio, dado que el stock de contaminación es S^* . Cuanto menor sea la capacidad de asimilación del medio, mayor tendrá que ser la tasa del cargo para que no se acumule un stock de contaminación mayor a S^* .

Si el Estado tuviese la información necesaria para realizar este análisis, podría asignar directamente las reducciones necesarias a los diferentes establecimientos, sin necesitar un sistema de cargos. El supuesto subyacente es que dicha información no está al alcance de la autoridad reguladora.

La alícuota buscada se puede conseguir mediante prueba y error. Cuando se observe que se consigue el nivel de contaminación establecido por el standard ambiental, se podrá tener la certeza de que se está logrando a un costo mínimo para el sector industrial. La intuición de esto último es que van a reducir más la contaminación, aquellos establecimientos industriales a los que les sale más barato.

5.2. Régimen establecido por el decreto 674/89 modificado por el 776/92. Bajo un sistema regulatorio centralizado directo, conocido también como **sistema de mandato y control**, la autoridad reguladora, asigna permisos específicos de vertidos de contaminantes a cada establecimiento industrial, especificando en algunos casos la tecnología que el establecimiento industrial debe utilizar para cumplir con ellos. Esto es lo que está ocurriendo actualmente en la provincia de Buenos Aires.

El régimen al que se deben ajustar los establecimientos industriales que vierten efluentes a conductos cloacales, pluviales o a un curso de agua queda establecido por el decreto N°674/89 modificado por el N°776/92.

La concentración de contaminantes de los efluentes se describe mediante un vector de parámetros:

$$Conc = (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f, 13)$$

Los parámetros se definen en la nota a pie de página²⁶.

²⁶ 1) pH: Potencial de Hidrógeno: indica si un líquido es ácido, básico o neutro.

2) SSEE: Sustancias solubles en frío en éter etílico.

3) S=: Sulfuros

4) SS10: Sólidos sedimentables en 10 minutos

5) SS2h: Sólidos sedimentables en 2 horas

6) T: Temperatura

7) DBO: Demanda bioquímica de oxígeno

8) OC : Oxígeno consumido

9) Demanda de cloro

10) CN : Gases tóxicos o sustancias que producen cianuro.

11) Hidrocarburos

12) Sustancias que interfieren en procesos de plantas de tratamiento

12a) Cromo hexavalente, cromo trivalente

12b) SRAO: Sustancias reactivas al azul de ortotoluidina. Detergentes.

12c) Cadmio

El decreto establece límites permisibles²⁷ para cada uno de los parámetros. Por ejemplo, el límite permisible para el parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno, para los efluentes con destino a los cursos de agua detallados en el decreto, es 50 mg/m³.

Superado el límite de alguno de éstos, se cobra a los establecimientos el derecho especial para el control de la contaminación (expresado en pesos por bimestre). El mismo se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D = M \times N \times F \times Q$$

donde:

M : Coeficiente de actualización del importe del derecho especial para el control de la contaminación.²⁸

N : Es el factor numérico variable en función del número de años en que el establecimiento presenta estado contaminante.²⁹

$F = \sum F_i$: sumatoria de los módulos adimensionales que son funciones del valor de los parámetros.

F_i : Es el módulo adimensional que será función de la concentración de los parámetros contaminantes "i" del vertido que superen los límites permisibles detectados en el mismo.³⁰

Q : caudal diario de efluente medido en m³/día

Siguiendo con el mismo ejemplo, el cálculo del derecho especial para el control de la contaminación para un efluente que contenga únicamente contaminantes biodegradables, es el siguiente:

$$D = M \times 1 \times F_{DBO} \times Q$$

donde

$$F_{DBO} = \begin{cases} 0,1Q + 5000Q \left(\frac{C_{conc}-50}{50} \right)^{0,75} & \text{para } Q \leq 130m^3/d \\ 50 \left(\frac{C_{conc}-50}{50} \right)^{0,75} & \text{para } Q > 130m^3/d \end{cases}$$

Vertidos no tolerados: Son aquellos vertidos en los que:

- (i) alguno de los parámetros de calidad, registran concentraciones superiores a los límites transitoriamente tolerados³¹, 400 mg/m³ para el DBO; y

12d) Plomo

12e) Mercurio

12f) Arsénico

13) Sustancias fenólicas: sustancias que producen olor y sabor en el agua.

²⁷ Fijados por la Resolución N° 79.179/90.

²⁸ "Será igual al coeficiente de actualización "K" definido en el artículo 12 del régimen tarifario instituido por decreto número 9022 del 10 de Octubre de 1963 y sus modificatorias, que sea de aplicación a las tarifas de los establecimientos industriales y/o especiales, dividido por 10.000.000.000."

²⁹ Varía de 1 para el primer año, hasta 30 para el vigésimo año.

³⁰ Fijados por la Resolución de la Secretaría de Recursos Hídricos N° 32/89.

³¹ Fijados por la Resolución de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano N° 314/92.

(ii) que sobrepasan a la vez, el valor límite de carga contaminante ponderada total=1500³²

Se aplica en estos casos, un régimen de penalidades³³.

La carga contaminante ponderada total se calcula de la siguiente manera:

$$P = \sum P_i = \sum (X_i \times C_i \times Q)$$

donde:

X_i : Es la constante de ponderación que multiplicada por C_i representa el daño provocado en el destino del vertido por el parámetro i .³⁴

C_i : Es la concentración del parámetro i del vertido, en los casos que supere su límite transitoriamente tolerado.

Q : Es el caudal diario del vertido expresado en $m^3/día$.

Para el caso del DBO, $P = P_{DBO} = 0,01 \times C_{DBO} \times Q > 1500$

La Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Nación obtiene la información acerca del vertido de efluentes industriales a partir de una declaración jurada anual presentada obligatoriamente por los establecimientos industriales. Esta información puede ser verificada a discreción por parte de la mencionada secretaría.

Por ejemplo, el frigorífico Huaca-Ruca S.A., en el año 1979, vertía efluentes con una DBO_5 de 1830 mg/m^3 , y un caudal diario de 310 m^3 ³⁵. Como $1830 > 50$, corresponde cobrar el siguiente cargo:

$$D_{Huaca-Ruca} = M \times 1 \times 50 \left(\frac{1830 - 50}{50} \right)^{0,75} \times 310$$

$C_{DBO} = 1830 \text{ mg/m}^3$, supera el límite transitoriamente tolerado de 400 mg/m^3 , por lo que corresponde ver si supera el límite de carga contaminante ponderada total de 1500.

$$P_{DBO} = 0,01 \times 1830 \times 310 = 5673 > 1500$$

Corresponde luego, el régimen de penalidades.

5.2.1. Resolución 242/93. Norma para los vertidos de establecimientos industriales alcanzados por el decreto 674/89 modificado por el 776/92 que contengan **sustancias peligrosas de naturaleza ecotóxica**.

Los parámetros que miden los vertidos de naturaleza ecotóxica son: cianuro, cromo hexavalente, cadmio, plomo, mercurio, arsénico y fenoles.

Superado el límite de carga tóxica ponderada total, (80), es de aplicación el régimen de sanciones previsto en el artículo 8° de la ley 24.051 de residuos peligrosos.

³² Fijado por la Resolución de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano N°231/93.

³³ "Art. 13: A los establecimientos que realicen vertidos no tolerados, sin perjuicio de abonar el derecho especial para el control de la contaminación calculado según lo establecido por el artículo 7°, se le aplicará el régimen de penalidades que se indica en el artículo 15°".

³⁴ Fijados por la Resolución de la Secretaría de Recursos Hídricos N°32/89.

³⁵ Según un estudio preliminar efectuado por la Thames Water Consultancy Agency en el año 1979. (ver el cuadro N°5 en el apéndice, "Contaminación industrial.")

5.2.2. Conclusión con respecto a la legislación argentina vigente . En primer lugar, el sistema actual de permisos no hace distinción entre los diferentes cursos de agua del Gran Buenos Aires. Segundo, no tiene en cuenta la localización geográfica de los establecimientos y, por lo tanto, la incidencia de sus respectivos efluentes en el deterioro de la calidad del agua. Tercero, los standards se fijan con respecto al flujo y no con respecto al stock, siendo en última instancia, este último el que genera el daño. En cuarto lugar, todos los establecimientos son tratados igual, sin tener en cuenta el valor social de su producción. Por último, debido a que se permite cierto margen de contaminación, no existen incentivos para reducir la contaminación más allá del permiso estipulado.

6. Justificación para la utilización de cargos ambientales. Existen, por lo menos, tres razones importantes para creer que el sistema de cargos ambientales tiene posibilidades de funcionar.

Desde el punto de vista político, la opinión pública va a aceptar con facilidad la idea de que los establecimientos industriales paguen por el daño que provocan.

La segunda razón es de índole institucional. Los cargos funcionan en la práctica en varios países europeos, aunque su objetivo oficial es el de recaudar fondos que luego son utilizados para financiar proyectos que mejoran la calidad del agua. Debido al alto nivel comparativo de cargos encontrado en Holanda, Hans Bressers estudió si éstos están sirviendo como un incentivo económico para reducir la contaminación. Utilizando un enfoque de regresión múltiple, analizó 14 ramas de la industria que contaminaban el 90% del total de la contaminación industrial biológicamente tratable, en el período comprendido entre los años 1969 y 1980. La mejora promedio para el período fue de 69%, del cual 49% fue alcanzado entre 1969 y 1975 y 20% entre 1975-1980. Durante el último período, 39% de la contaminación de 1975 fue removida. Existen sólidas evidencias de un fuerte efecto de los cargos por efluentes en la cantidad de control de la contaminación con respecto a las descargas industriales que contienen sustancias biodegradables. Este análisis es una de las únicas investigaciones empíricas del efecto de los cargos en reducir la contaminación.

Por último la legitimidad del instrumento está basada no sólo en los valores ambientales, sino que también en la responsabilidad general hacia los impuestos. Las firmas que intentan evadir el pago son evasores fiscales.

REFERENCES

- | | |
|------------------|--|
| [Blinder] | Blinder. "Hard Heads, Soft Hearts. Cleaning Up the Environment: Sometimes Cheaper is Better". |
| [Bower, 1983] | Bower, Blair T. "Mixed Incentive Systems for Water Quality Management in France, the Ruhr, and the United States." En "International Comparisons in Implementing Pollution Laws". Editado por: Downing, Paul B. & Hanf, Kenneth. |
| [Bressers, 1983] | Bressers, Hans. "The Role of Effluent Charges in Dutch Water Quality Policy". En "International Comparisons in Implementing Pollution Laws". Editado por: Downing, Paul B. & Hanf, Kenneth. |
| [CEAMSE, 1993] | CEAMSE. "Propuesta para el Sancamiento de la Cuenca del río Matanza-Riachuelo". |

- [Coase, 1960] Coase, R. H. "The Problem of Social Cost". *The Journal of Law and Economics*, vol III, October 1960.
- [Conrad-Clark, 1987] Conrad, Jon M. & Clark, Colin N. "Natural Resource Economics". Cambridge University Press, 1987.
- [Dasgupta, 1982] Dasgupta, Partha. "The Control of Resources." Basil Blackwell. Oxford, 1982.
- [Hahn, 1989] Hahn, W. Robert. "Economic Prescriptions for Environmental Problems: How the Patient Followed the Doctor's Orders." *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 3, Primavera de 1989.
- [Henry, 1989] Henry, Claude. "Microeconomics for Public Policy". Oxford University Press, Nueva York, 1989.
- [INCYTH, 1993] Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas. Laboratorio de Hidráulica Aplicada. Ing. Fabian A. Bombardelli. "Estudio de la Dispersión de Contaminantes en la Ría de Bahía Blanca". Febrero de 1993.
- [Laffont] Laffont, J.J. "External Economies". The New Palgrave.
- [Navajas-Chisari, 1992] Navajas, Fernando & Chisari, Omar. "Revisión Conceptual de los Problemas Económicos asociados a los Recursos Naturales en los Casos Nacional e Internacional." mimeo, 1992.
- [Niehans, 1990] Niehans, Jurg. "A History of Economic Theory". John Hopkins University Press, 1990.
- [Olson] Olson, Mancur. "Auge y Decadencia de las Naciones. Capítulo 2: "La Lógica". Capítulo 3: "Las Consecuencias."
- [Pigou, 1920] Pigou, A. C. "The Economics of Welfare". Macmillan. Cuarta edición, 1952.
- [Scitovsky, 1954] Scitovsky, Tibor. "Two Concepts of External Economies." *The Journal of Political Economy*, Abril de 1954. University of Chicago Press.
- [Smith, 1776] Smith, Adam. "The Wealth of Nations"
- [Tchobanoglous-Schroeder, 1985] Tchobanoglous, George & Schroeder, Edward D. "Water Quality". Addison-Wesley, 1985.
- [Thames Water, 1979] Thames Water Consultancy Agency. "Investigación sobre la contaminación del río Reconquista". Informe preparado por encargo de Cinturon Ecológico Area Metropolitana S.E. Octubre de 1979.
- [Tietenberg, 1992] Tietenberg, Tom. "Environmental and Natural Resource Economics". Tercera edición. HarperCollins, 1992.
- [Tietenberg, 1990] Tietenberg, Tom. "Economic Instruments for Environmental Regulation". *Oxford Review of Economic Policy*. Vol. 6 N° 1. Primavera de 1990.