

ECONOMÍA DE LA **CONTAMINACIÓN:**

Conceptos básicos

CARLOS SAN JUAN
MESONADA

ECONOMIA DE LA CONTAMINACIÓN

1. Nivel óptimo de contaminación
 - 1.1. La contaminación como una externalidad
 - 1.2. El efecto de la asimilación de residuos
2. Soluciones intervencionistas
 - 2.1. Impuesto Pigouviano
 - 2.1.1. Los impuestos y los derechos de propiedad
 - 2.1.2. Los impuestos y la capacidad de asimilación del entorno
 - 2.1.3. Impuestos y costes de reducir la contaminación
 - 2.1.4. Impuestos y competencia imperfecta
 - 2.1.5. los impuestos versus normativa
 - 2.1.6. ¿Por qué no están muy extendidos los impuestos?
 - 2.2. Estándares ambientales y subvenciones
 - 2.2.1. El establecimiento de estándares
 - 2.2.2. Estándares versus impuestos
 - 2.2.3. Ejemplo: los CFCs
 - 2.2.4. Subvenciones
 - 2.2.5. Desgravación fiscal a la inversión

1. NIVEL ÓPTIMO DE CONTAMINACIÓN

Podemos definir la contaminación como la alteración de la pureza del entorno. Esta alteración o efecto físico puede ser biológico (cambios en las especies), químico (lluvia ácida) o auditivo. Sin embargo, esta alteración no tiene por qué ser resultado de las actividades del hombre, por lo que de cara a este capítulo, es más interesante definir contaminación como "cualquier sustancia o forma de energía que altere el ambiente respecto a aquello que sucede naturalmente".

En nuestro estudio, y dado su carácter antropocéntrico, el concepto de contaminación lleva implícito una disminución del bienestar humano. Sin embargo, desde la economía no se aboga por una contaminación nula o cero, sino por aquella socialmente óptima, cuestión analizada a lo largo de este epígrafe.

En este capítulo se comienza dando un valor económico a la contaminación para poder fijar el nivel de contaminación óptimo (aquel que maximice los beneficios para la sociedad), proponiendo a continuación varios métodos e instrumentos que permiten alcanzar este punto objetivo.

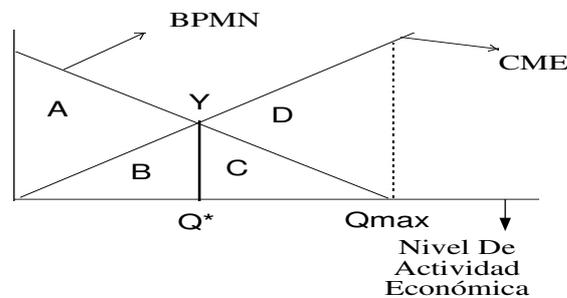
1.1. La contaminación como una externalidad

Un coste externo o externalidad negativa se produce cuando se dan dos condiciones:

- La actividad de un agente provoca una pérdida de bienestar a otro agente.
- La pérdida de bienestar no está compensada

El objetivo del analista no es evitar toda externalidad sino buscar la externalidad óptima, es decir, aquella que maximice la suma de beneficios menos la suma de costes.

Gráficamente podemos reflejar esta externalidad como sigue:



Donde:

CME: coste marginal externo o valor del daño causado por la actividad industrial

BPMN: beneficio marginal privado neto

El punto Q^* sería el nivel óptimo de actividad industrial dado que cumple con la condición de maximizar el beneficio neto ($BPMN=CME$).

El significado de las áreas definidas en el gráfico ayuda a expresar esta idea:

El área bajo BPMN es el beneficio total neto del consumidor.

El área bajo CME es el coste externo total.

El área B es el nivel óptimo de externalidad.

El área A es el nivel óptimo de beneficios sociales netos

El área C nivel de beneficios privados netos que no están socialmente garantizados.

El área A+B es el nivel óptimo de beneficios privados netos del contaminador

El área C+D es el nivel de externalidad que hay que eliminar.

Una contaminación cero supone una actividad industrial cero dado que desde la primera unidad producida se están generando una serie de residuos que afectan al entorno. Por ello, el objetivo de una contaminación cero parece ilógico.

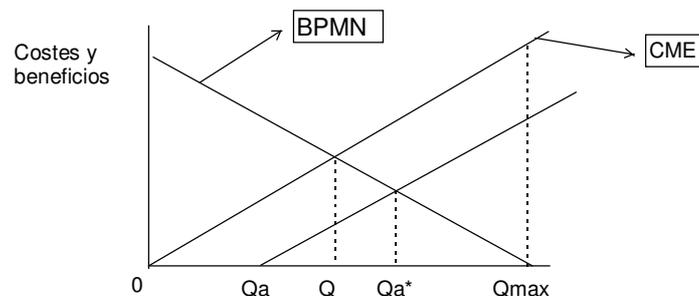
Ahora bien, si no se toma ninguna medida, el contaminador no producirá Q^* , sino Q_{max} lo cual origina una externalidad de $B+C+D$. La razón por la que ambas cantidades no coinciden reside en la divergencia entre el coste privado y el coste social (el contaminador no toma en cuenta este último). Por lo tanto, existe una contaminación óptima que se corresponde con una externalidad B y una contaminación a eliminar que se corresponde con una externalidad $C+D$ ¹.

Pero entonces, ¿la contaminación cero es inviable? Podría no serlo si tenemos en cuenta dos cosas:

- existencia de tecnologías reductoras de contaminación
- a capacidad de asimilación de residuos del medio ambiente.

1.2. Efecto de la asimilación de los residuos

Al tener en cuenta la capacidad de asimilación de los residuos, la actividad industrial solo contamina cuando emite más residuos de los que el entorno es capaz de asimilar.



En resumen:

Nuestro objetivo es alcanzar un nivel de contaminación socialmente óptimo.

Hay diferentes formas de lograrlo, las soluciones de mercado son posibles en algunos casos pero en general es necesario algún tipo de regulación gubernamental.

¹ Si eliminamos $C+D$ se llega a una mejora paretiana, es decir, a un aumento de los beneficios sociales.

2. SOLUCIONES INTERVENCIONISTAS

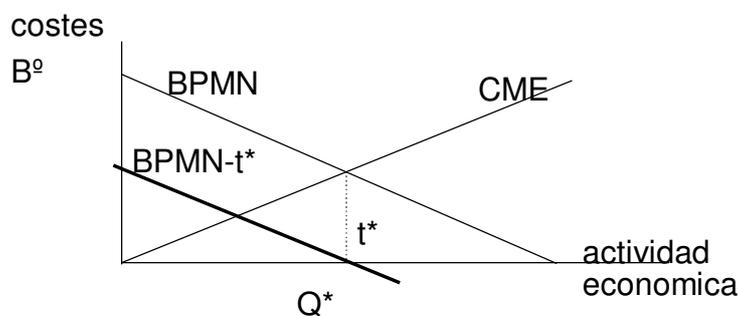
En este apartado vamos a reflejar varios caminos para conseguir que la sociedad contamine únicamente ese óptimo. El punto en común de estas alternativas es que todas ellas implican la intervención de la Administración en los mercados como vía válida para paliar los efectos de una contaminación nociva con el entorno.

2.1. Impuesto Pigouviano

Recordemos que el objetivo perseguido es igualar el coste social con el coste privado, para lo cual una posible vía es el gravamen por contaminación (el primer estudio sobre el impuesto ecológico fue el realizado por Pigou en 1944).

En el mundo real, no es posible conocer el impuesto óptimo que nos permitiría alcanzar la contaminación óptima, por lo cual es más exacto hablar de "contaminación aceptable".

Imponer un impuesto supone que los costes para la empresa aumentan por lo que la curva de BPMN se desplaza hacia abajo. El objetivo será lograr que esta nueva curva iguale el Q^* con el Q_{\max} para lo cual se impone un impuesto t^* .



El impuesto t^* se establece sobre cada unidad del nivel de actividad que incrementa la contaminación. El resultado es que se pasa de la curva BPMN a la curva BPMN- t^* . Esta curva implica que el contaminador privado va a maximizar sus beneficios en el punto Q^* .

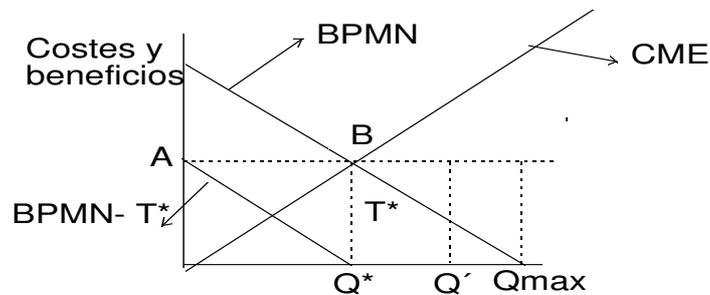
En el gráfico se aprecia como t^* es igual al valor que toma CME en el punto de contaminación óptima, lo cual supone que en la vida real nos haría falta conocer la función del daño (CME). La secuencia para encontrar tal función del daño sería:

Actividad económica del contaminador \Rightarrow Emisiones contaminantes \Rightarrow
 Concentración de la contaminación en el MA \Rightarrow Exposición a la
 contaminación \Rightarrow Función del daño físico \Rightarrow Valor monetario del daño

Además también debemos conocer BPMN. En este caso la dificultad proviene del derecho a la confidencialidad de las empresas. En la práctica, los impuestos son la solución adecuada si nuestra preocupación no es conocer el óptimo sino la dirección adecuada de la variación de los niveles de contaminación.

2.1.1. Los impuestos y los derechos de propiedad

En este apartado nos planteamos si es justo que el contaminador pague un impuesto. En el siguiente gráfico se aprecia qué ocurre si un empresario decide producir una cantidad Q' .



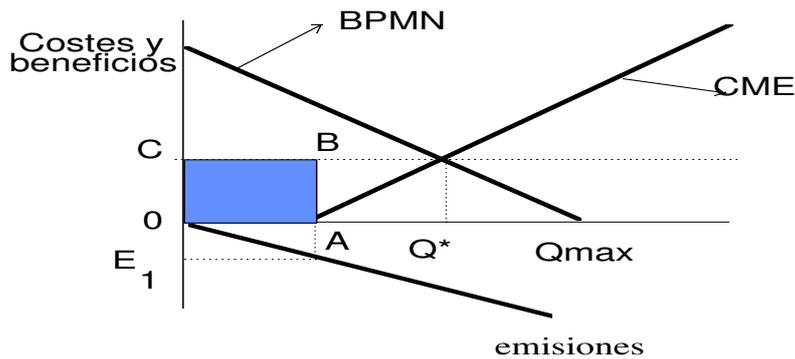
En este caso, el impuesto a pagar sería superior a los beneficios privados netos correspondientes, por lo cual será más rentable volver a producir únicamente Q^* y evitar pagar más impuestos. Sin embargo, se está penalizando al productor dos veces:

- La pérdida de beneficios que supone producir Q^* en lugar de Q'
- El impuesto que debe pagar aún y cuando solo contamina el óptimo

¿Es esto socialmente justo? Depende de nuestra visión de los derechos de contaminación. Si el derecho es del contaminador (tiene el derecho a contaminar), entonces tendría derecho a producir Q^* sin pagar por ello un impuesto (sin embargo, no estaría socialmente legitimado a producir más). Por el contrario, si no tiene el derecho a contaminar, la lógica del impuesto t^* es el precio que debe pagar por el uso de una propiedad o derecho ajeno.

2.1.2. Los impuestos y la capacidad de asimilación del entorno

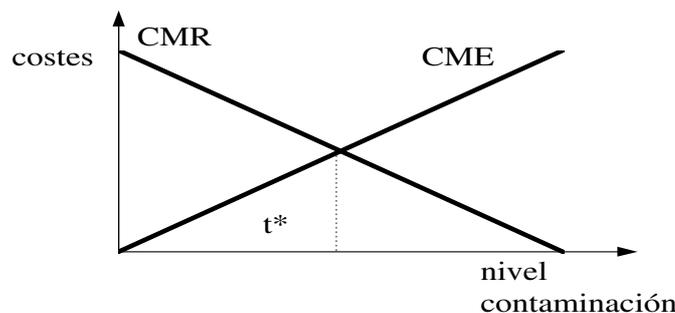
Al tener en cuenta la capacidad de asimilación del entorno hay que valorar las emisiones o concentraciones de contaminantes en el ambiente. Para ello añadimos una función de emisiones.



Hasta E_1 el medio ambiente asimila los residuos, por eso CME empieza en A. El tema a debate surge debido a que el contaminador también paga OABC por uso del medio ambiente y, sin embargo, en esa zona no existe contaminación.

2.1.3. Impuestos y costes de reducir la contaminación

Hasta ahora hemos dado por hecho que la única forma que tenía el contaminador para adaptarse a la contaminación óptima era produciendo menos. Sin embargo, también existe la posibilidad de implantar tecnologías limpias limitadoras de la contaminación producida, lo cual nos permite producir más y ensuciar menos. En el siguiente gráfico para ilustrar esta segunda situación incluimos una curva nueva: CMR (coste marginal de reducción).

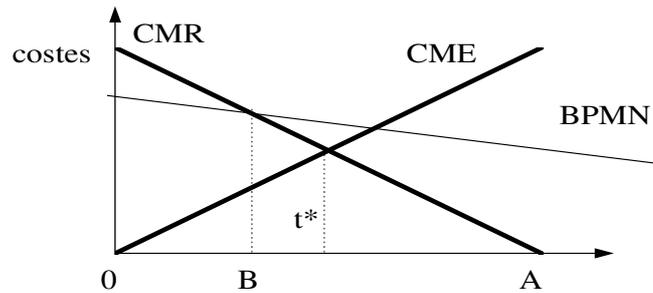


La curva CMR sigue una trayectoria descendente porque cuanto menor es el nivel de contaminación, mayor es el coste marginal de reducirlo aún más. Por lo tanto, es más barato empezar a "limpiar" que terminar de hacerlo.

El nivel óptimo de contaminación en este caso es el cruce de las dos curvas, pudiéndose establecer en ese punto el impuesto óptimo. Se observa la similitud entre las curvas BPMN y CMR. La primera representa el beneficio empresarial cuando la única forma de ajustarse a la contaminación es reducir el output y la segunda los costes cuando la única forma de reducir la

contaminación es invertir en tecnologías más benignas con el entorno

Cuando se puede optar tanto por reducción del output como por la equipación para el control de la contaminación, el contaminador se encuentra ante la siguiente disyuntiva: cuando debe reducir el output y cuando invertir en tecnología para maximizar su beneficio (estando sujeto esto al nivel óptimo de contaminación).



Entre el origen de ordenadas y B es más barato reducir el output (CMR > BPMN). Entre B y A es más barato limitar la contaminación (BPMN > CMR)

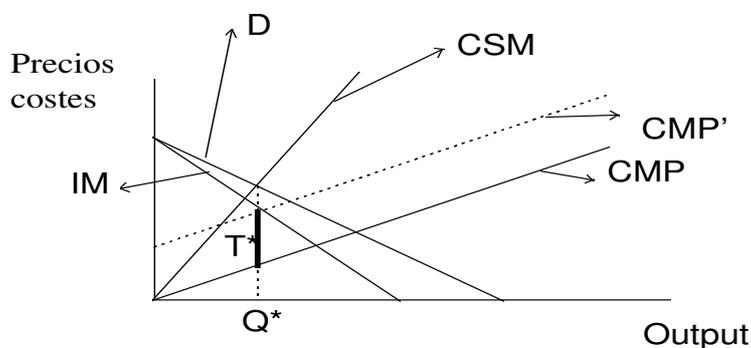
2.1.4. Impuestos y competencia imperfecta

El resultado es menos preciso porque estamos uniendo la solución de dos imperfecciones de mercado:

- La externalidad.
- La existencia de monopolio.

De hecho se dan dos situaciones.

Supuesto A



Donde:

D: demanda

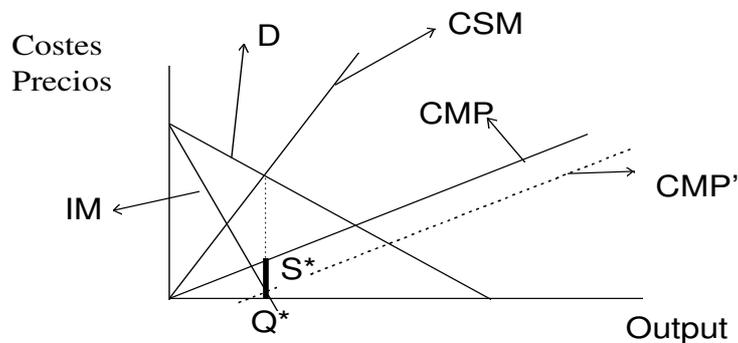
- IM: ingreso marginal
- CSM: coste marginal social
- CMP: coste marginal privado
- (*) $CME = CSM - CMP$ Coste marginal externo (función del daño)

La cantidad de monopolio será Q_{mon} . Sin embargo, en este punto no se tiene en cuenta ni el coste social (el cual incluye el daño medioambiental) ni toda la demanda de bien de la sociedad. Como el objetivo es cubrir toda esta demanda y simultáneamente alcanzar el óptimo de contaminación, el punto será Q^* . En este el ingreso marginal es igual al coste marginal.

A partir de este punto se determina el impuesto que desplaza hacia arriba la curva CM. De esta forma logramos que el cruce entre los ingresos y los costes empresariales se iguale en el mismo punto en que se alcanza el óptimo de contaminación (lo que hacemos es internalizar el coste de contaminar).

Supuesto B

En este caso, al realizar la misma operación anterior, al seguir las curvas unas trayectorias distintas, y desplazarse la curva de coste hacia arriba, el punto que resulta no es el óptimo. De nuevo hay que mover la curva pero hacia abajo lo cual supone disminuir costes o subvencionar la actividad.



- Si $IM > CMP$ en $Q^* \Rightarrow$ impuesto
- Si $IM < CMP$ en $Q^* \Rightarrow$ subvención.

Por lo tanto, es el tamaño de CME el que determina que nos encontremos en un supuesto o en el otro. Así, cuanto mayor sea CME , mayor será la probabilidad de que sea adecuado un impuesto. Esto implica que los impuestos sobre contaminación son apropiados en competencia imperfecta si la externalidad es grande en relación con los costes privados. Si la externalidad no es grande, como los monopolios tienden a conservar recursos, la consecuencia es que la administración ha de subvencionar la

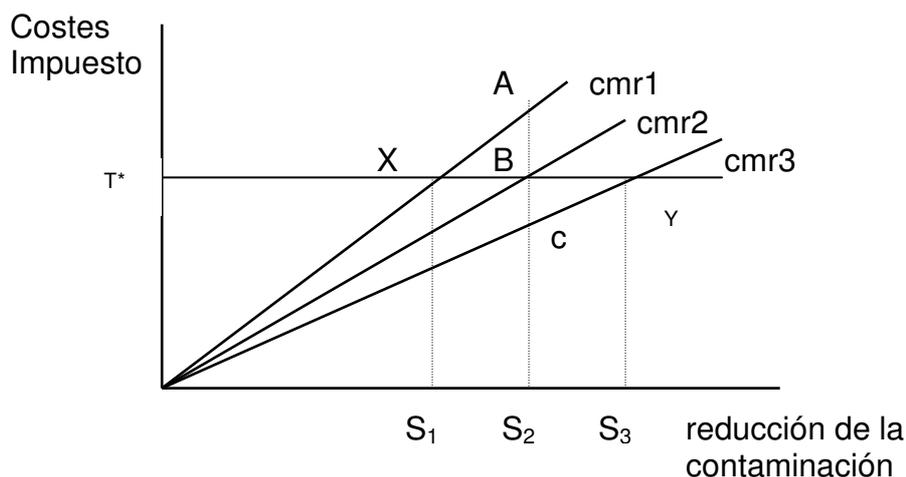
actividad para que se produzca más.

2.1.5. Los impuestos versus normativa

Otro de los instrumentos con los que cuenta la administración es la normativa de estándares. En este caso, se regula el nivel de concentración ambiental para cada elemento contaminante. En este apartado se demuestra cómo la vía impositiva impone un coste menor que la normativa directa si el objetivo es la consecución de un determinado nivel de contaminación.

La razón reside en que mientras el coste marginal de reducir la contaminación no sea idéntico para todos los agentes involucrados, colectivamente hablando sería más eficaz que pagase por reducir la contaminación aquel que tiene un coste marginal inferior. Esto se consigue a través de la imposición ecológica, que permite que cada agente decida hasta qué punto le es "rentable" contaminar. Sin embargo, en el caso del estándar, todos los agentes tienen que contaminar lo mismo, por lo que todos ellos deben reducir el impacto medioambiental que su actividad provoca. El estudio de esta relación coste-eficiencia se lo debemos a los autores Baumol y Oates.

A continuación vamos a ilustrar esta idea a través de un ejemplo. Supongamos tres empresas con tres funciones de costes de reducción de la contaminación diferentes:



Estamos imponiendo de forma indirecta las siguientes hipótesis:

- Las tres empresas disponen de distintas tecnologías
- S_1, S_2 y S_3 son equidistantes.
- $S_1 + S_2 + S_3 = 3S_2$
- Suponemos que el estándar (cuota fijada por la normativa) es S_2

1- Caso del estándar:

- ⇒ la empresa 1 va a A
- ⇒ la empresa 2 va a B
- ⇒ la empresa 3 va a C

2- Caso del impuesto (t^*):

- ⇒ la empresa 1 va a X
- ⇒ la empresa 2 va a B
- ⇒ la empresa 3 va a Y

La contaminación global es en ambos casos $3S_2$ pero ¿Cuáles son los costes?

- ⇒ Costes totales de reducción = CTR
- ⇒ $CTR_{est} = OA S_2 + OB S_2 + OC S_2$
- ⇒ $CTR_{imp} = OX S_1 + OB S_2 + OY S_3$
- ⇒ $CTR_{est} - CTR_{imp} = S_1XA S_2 - S_2CY S_3$

Es fácil comprobar que $S_1XA S_2 > S_2CY S_3$, o lo que es igual, que el coste de la normativa es superior al coste del impuesto. **Así que el uso de impuestos es una solución de menor coste.** Sin embargo, no es la medida de inferior coste si contemplamos también otros mecanismos como son los permisos de emisión negociables. En cualquier caso, para establecer esa normativa sobre estándares o impuestos es necesario conocer la función de daño y esto puede ser costoso y difícil. Una opción práctica es establecer simulaciones informáticas sobre niveles de contaminación y estándares de diferentes y comparar los resultados obtenidos.

2.1.6. ¿Por qué no están muy extendidos los impuestos ecológicos?

1. La incertidumbre sobre la justicia de los mismos: se grava una contaminación óptima e incluso se grava antes de que exista contaminación.
2. Falta de conocimiento sobre la función de daño: los CME son difíciles de estimar, no solo desde el punto de vista monetario sino también desde el punto de vista del coste social.
3. El statu quo: los impuestos son más recientes en políticas de control de la contaminación, por lo que se enfrentan con detractores que prefieren la vía tradicional (normativa). Pueden no ser compatibles con el sistema

- legal existente y tener costes de transición (unanimidad en la UE).
4. Dificultad a la hora de definir el agente emisor y la sustancia a tasar. En muchos casos es imposible gravar la sustancia nociva en sí, por lo que se recurre a utilizar otras referencias como es el nivel global de producción.
 5. Polémica sobre qué se debe hacer con los fondos recaudados por esta vía. Si se reinvierten en el sector contaminador lo hacemos más atractivo y entran nuevos competidores en el mismo. En el caso en el cual se trata de tasas estas pueden ser consideradas como el precio de un servicio público de limpieza ambiental y, por lo tanto, los fondos deben ser utilizados en financiar el servicio (ambiente limpio) y no en otros fines. Si se utiliza la figura del impuesto, este financiaría el gasto público en general y no el específico dedicado al medio ambiente.

2.2. ESTÁNDARES AMBIENTALES Y SUBVENCIONES

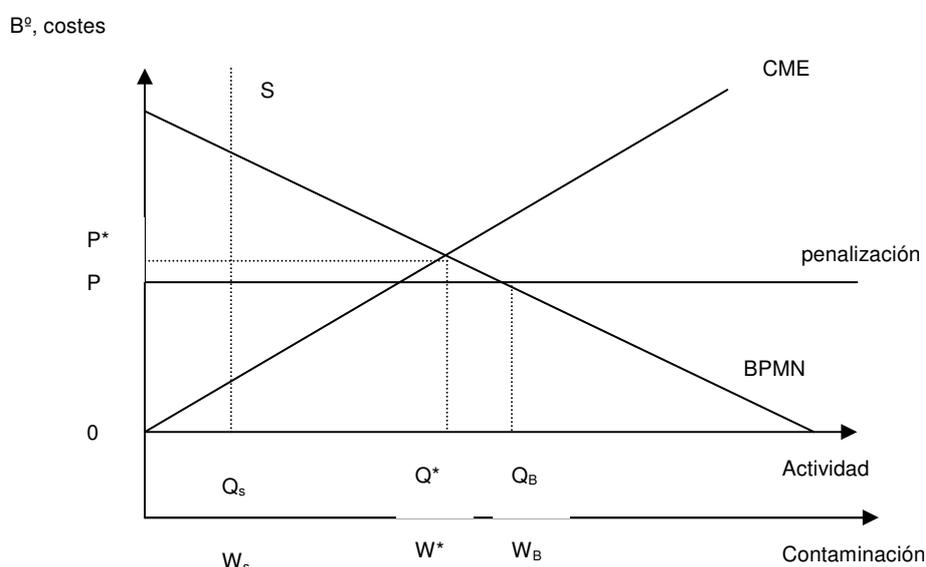
2.2.1. El establecimiento de estándares

Recordemos que un estándar determina el nivel de concentración ambiental para un elemento contaminante. Los estándares se establecen normalmente con referencia a algún criterio relacionado con la salud.

Los estándares, que toman forma de normativa, conllevan la necesidad de contar con una agencia que:

- supervise la actividad del contaminador.
- Tenga autoridad para imponer sanciones.

Si no hay sanciones, el único incentivo del contaminador sería algún tipo de conciencia social. Sin embargo, los procedimientos legales contra contaminadores son raros, porque la inspección hace uso de sus poderes para alterar el comportamiento del contaminador antes de que el caso llegue a los juzgados. En cualquier caso, el actual código penal pretende cubrir esta laguna sancionadora con la figura del delito ecológico.



Siendo en la figura anterior: P: penalización (multa), y S: estándar

El nivel máximo permitido de producción es Q_s pero el contaminador llegará hasta Q_b porque la penalización total hasta Q_b es menor que los beneficios privados netos obtenidos contaminando. Así que la multa es ineficiente. A este hecho hay que sumarle otro, y es la probabilidad de que detecten que una empresa está contaminando por encima de lo permitido. Solo en este caso sería sancionada, por lo que Q_b sigue siendo una buena política empresarial. Para que el estándar fuera óptimo la penalización debería estar asegurada y ser igual a P^* .

2.2.2. Estándares versus impuestos

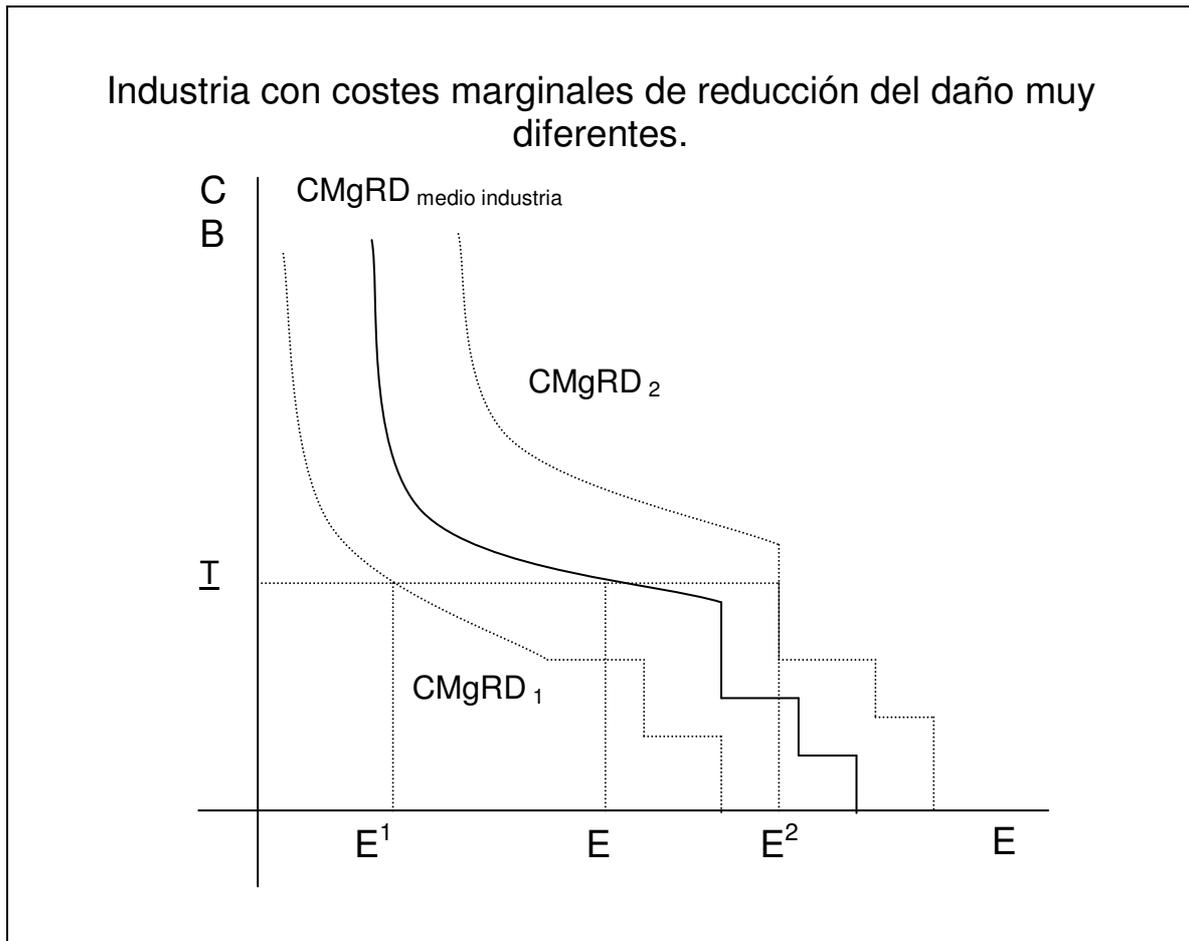
1) Impuesto solución de menor coste

No implica que los impuestos sean superiores, sino que una opción mixta de impuestos mas estándares será preferible.

Una situación que merece un tratamiento especial es el caso en el que la curva CMR tiene escalones, por lo que el organismo regulador debe conocer exactamente donde se encuentran estos saltos. Dado que las empresas fijan su nivel de emisiones según el impuesto, el paso de un escalón al siguiente en la función de CMR sube de golpe los costes por unidad de reducción de la contaminación.

En la parte plana de la curva las empresas pueden elegir distintos niveles de emisiones, por tanto no se asegura que se alcance el estándar. Una pequeña subida del impuesto permitirá asegurar que las empresas prefieren reducir sus emisiones (es mas caro pagar el impuesto que introducir tecnologías limpias).

Finalmente, si las curvas de CMR de las empresas son muy diferentes el organismo regulador tiene dificultades para fijar el nivel adecuado de impuesto para todas las empresas o agentes económicos. En ese caso, con CMR muy diferentes, es preferible un sistema mas flexible para las empresas como los PETs ya que con ellos las empresas siguen haciendo $CMR=P$ del PET pero la Administración no tiene que conocer la forma de la curva CMR, algo que en la práctica puede ser muy costoso y complicado.



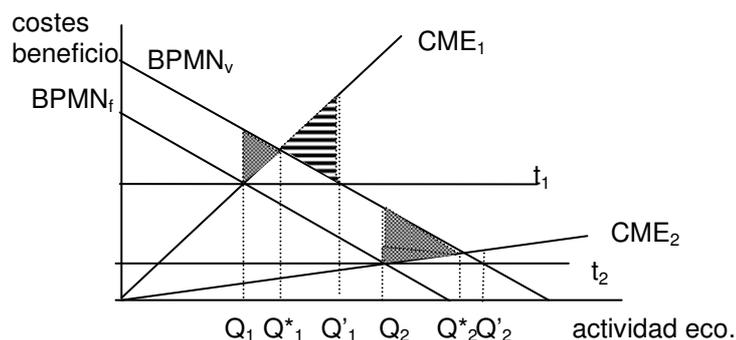
2) Incertidumbre y función de beneficio

Supongamos que quien toma las decisiones toma como buena una curva de beneficios que es falsa ¿El coste de su equivocación será mayor con un impuesto o con un estándar?

Depende de como sean las pendientes de BPMN y CME.

Consideremos dos casos: con un misma BPMN, la pendiente de CME es mayor o menor que la de BPMN

- 1) CME mayor: CME₁, IMPT₁, ESTÁNDAR Q₁
- 2) CME menor: CME₂, IMPT₂, ESTÁNDAR Q₂



- Estandarar
- Impuesto

Debemos tener en cuenta que el legislador hace los cálculos basándose en la curva falsa y los agentes deciden en función de la curva verdadera. En el primer caso, y si aplicamos un impuesto, el contaminador desplaza su actividad del nivel teórico Q a Q' ; lo que implica un aumento de la contaminación (porque Q' es mayor que el óptimo Q^*). En el caso del estándar, se contaminaría Q . A continuación tenemos que medir las pérdidas sociales de cada caso:

- Para $CME1$ se prefiere un estándar porque el coste del mismo es menor que el que provoca un impuesto.
- Para $CME2$ se prefiere un impuesto

Cuando las pendientes de CME y $BPMN$ son iguales es indiferente un impuesto o un estándar, dado que las pérdidas son idénticas en ambos casos. Es evidente que la necesidad de información para poder optar de una forma racional entre impuesto y estándar es muy importante.

3) Eficiencia dinámica

Con un impuesto el contaminador tiene un incentivo constante para reducir la contaminación. Recordemos que paga incluso con un nivel de actividad Q^* , mientras que con el estándar no paga si se mantiene dentro de los márgenes legales.

4) Costes administrativos

El establecimiento de estándares implica un sistema para detectar a los infractores y penalizarlos. Los impuestos, por su parte, requieren que se recauden las tasas. No es fácil, por lo tanto, determinar de una forma taxativa qué opción entraña menos costes administrativos.

5) Prohibición total

El impuesto es menos aconsejable que el estándar cuando el contaminante es tan dañino que es necesaria su prohibición total, o bien, cuando existe tal incertidumbre que es demasiado arriesgado usar el contaminante. En la actualidad, la normativa estricta se está utilizando mayoritariamente para estos casos, mientras que en el resto otros instrumentos están cobrando un papel más importante.

2.2.3. Un impuesto para reducir y reciclar los CFCs.

Los CFCs son gases muy estables que afectan al agujero de la capa de ozono estratosférica y por tanto contribuyen al efecto invernadero.

Veamos un caso concreto, ya estudiado con datos para Estados Unidos; donde se usa un impuesto y un estándar de calidad simultáneamente. Se trata de una política ambiental que afecta a una industria que intenta capturar y reciclar estos gases (CFC). Para lograrlo necesita invertir en la compra de bienes de equipo que permitan realizar estas operaciones de reutilización del gas. Es preciso recordar que el acuerdo internacional obligaba a una reducción progresiva de la producción de estos gases hasta su definitiva prohibición en 1996. En la actualidad la fabricación de estos gases esta prohibida (tanto en Estados Unidos como en la Unión europea). Sin embargo siguen en funcionamiento un importante número de aparatos (de aire acondicionado, frigoríficos industriales y domésticos, etc.) que siguen utilizándolo, por tanto, la alternativa es reutilizar el gas contenido en sus circuitos o desechar los aparatos.² Este es un caso en el que las diferentes formas de regulación producen efectos ambientales y sociales distintos. Si se incentiva la reutilización el daño ambiental puede reducirse al posponerse en el tiempo la emisión de los gases a la atmósfera. El coste social de reciclar el gas varía sensiblemente según el tipo de regulación ambiental aun cuando el objetivo ambiental sea el mismo.

Primero supongamos que no existe ningún incentivo para reciclar, la reacción de los mantenedores de los equipos es acumular existencias del gas para los próximos 5 años. Por tanto los fabricantes, de hecho han retrasado la prohibición efectiva adelantando la producción. Como no existen incentivos a la reutilización del gas este será liberado a la atmósfera durante el próximo lustro. La regulación no es, por tanto, ambientalmente efectiva. Posiblemente tampoco sea socialmente eficiente pues dentro de unos cinco años algunos usuarios de estos equipos de frío, todavía en buen estado, se encontraran ante la alternativa de modificar los equipos o desecharlos. En este último caso se generan incentivos para la importación ilegal del gas ya que algunos países todavía lo producen.

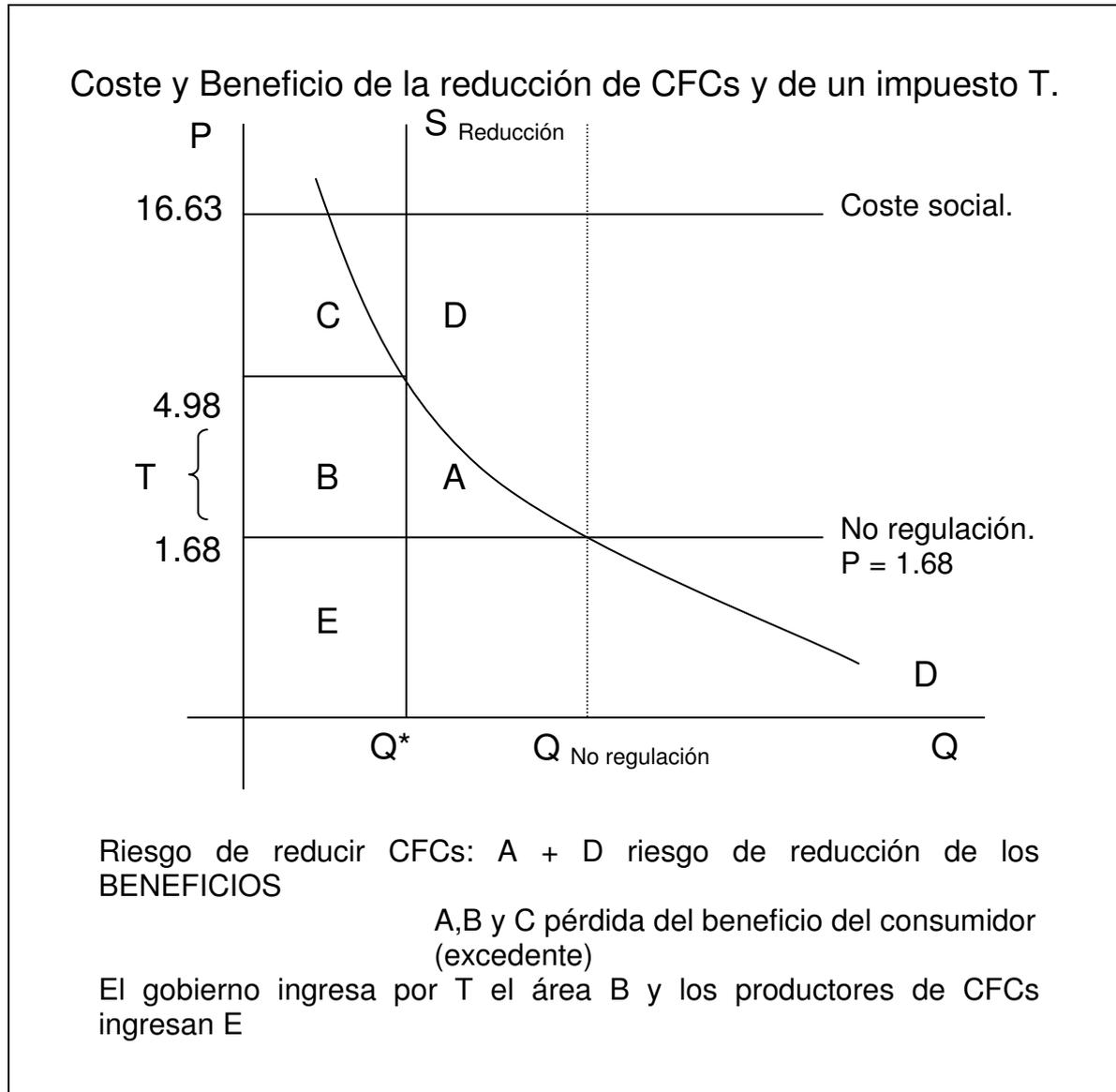
Segundo, supongamos que existen incentivos para reciclar el gas.

Los incentivos son necesarios porque el coste de reutilizar el gas supera al de nueva producción. El coste de reciclar el gas es de 8 \$ por libra

² En algunos casos es posible introducir modificaciones y utilizar otro gas que no deteriore la capa de ozono. En este caso el problema ambiental es que si no se reutiliza el CFC contenido en los circuitos de los aparatos este es liberado a la atmosfera.

El coste de producir gas virgen es de 1.68 \$ por libra. Si no existe ningún tipo de regulación el precio de venta del gas reciclado será igual al coste de producir ese gas, es decir, 1.68 \$. Por tanto la oferta de gas reutilizado no se suma a la oferta de producción de gas virgen ya que las pérdidas de las empresas serian de 6,32 \$ por libra reutilizada. Es preciso un incentivo, una posibilidad es gravar el gas virgen producido y simultáneamente incentivar la introducción de tecnología para reutilizar el CFC contenido en los viejos equipos

Por tanto si el incentivo fuese la desgravación fiscal en la compra de equipos solo sería eficaz si induce una reducción del coste de reutilización equivalente a 6.32 \$ por libra. Solo existe un incentivo suficiente para que las empresas de esta industria de frío inviertan si la reducción del impuesto de sociedades permite amortizar la inversión y reducir los costes de producción. Por tanto resulta muy improbable que una desgravación consiga este objetivo a menos que su importe sea elevado. En la terminología ambiental se define este umbral de eficacia como nivel crucial, es decir, nivel a partir del cual se alcanza el objetivo ambiental, en nuestro ejemplo reducir las emisiones al nivel deseado.



Por tanto si la desgravación fiscal para la introducción de tecnologías limpias se hubiera puesto en funcionamiento junto con incentivos económicos para hacer viable la reutilización del gas ya introducido en los equipos, el coste social de cumplir el objetivo ambiental hubiera sido menor. Los cálculos disponibles (Arnold, 1994) estiman el daño de producir CFC, valorando las consecuencias del actual y futuro deterioro de la capa de ozono, en unos 15 \$ por libra. Por tanto el coste social de producir CFC es de 16.63 \$ por libra, sumando el coste social de producir el gas 1.63 más el daño producido 15 \$ por libra. En otras palabras que el beneficio social neto de reciclar el gas es muy elevado (16.63 \$ por libra de CFC reciclada). Una parte de ese mayor coste social de no tener incentivos suficientes para reutilizar el CFC lo van a soportar las empresas que, por esta vía verán

deteriorada su competitividad (por ejemplo, los viejos equipos de frío industrial tendrán que ser prematuramente amortizados o reformados), otra parte la soportaran los consumidores que tendrán que desechar o adaptar sus equipos de frío y sustituirlos por otros de nueva tecnología al no disponer de CFC reciclado. Finalmente habrá un coste social para las generaciones futuras, ya que, al no reciclar el gas, se liberará antes a la atmósfera y los daños a la capa de ozono serán mayores que si su vertido se hubiera retrasado, disminuyendo de esa forma la concentración en la estratosfera.

2.3.4. Subvenciones

La idea es pagar a aquellas empresas que contaminen por debajo de un nivel previamente establecido. La cantidad que recibirían estas empresas sería:

- Si S es la subvención por unidad de contaminación
 - W es el nivel establecido de contaminación
 - M es la contaminación causada por el contaminador
- $$S(W-M)$$

Por lo tanto, resulta evidente que a medida que el contaminador incrementa su producción, pierde parte de la subvención, lo cual supone una pérdida financiera con respecto a la situación anterior (CM sube). Paralelamente, el coste medio baja porque recibe un pago por reducir su output. Si el precio sobrepasa el coste medio, y sigue siendo un sector rentable, nuevas empresas entrarán a competir.

El resultado global es que la contaminación por empresa desciende, pero al aumentar el número de empresas, la contaminación global puede crecer en lugar de disminuir.

2.2.5. La desgravación fiscal a la inversión

La regulación de una desgravación fiscal en el impuesto de sociedades equivalente a un porcentaje de la inversión en bienes de capital para reducir la contaminación es una medida que en principio puede considerarse potencialmente eficiente.

En España se regula (R.D. 1594/1997 de 17 de octubre, BOE del 29 de octubre) la deducción por inversiones destinadas a la protección del medio ambiente. En esencia la norma permite una deducción de la cuota íntegra del Impuesto sobre Sociedades del diez por ciento del valor de las inversiones

"en elementos patrimoniales del inmovilizado material destinados a la corrección del impacto contaminante de las explotaciones económicas sujeto pasivo sobre el ambiente atmosférico y las aguas, así como la recuperación, reducción y tratamiento de residuos industriales, siempre que se realicen en virtud de convenios o acuerdos con la Administración medioambiental³ y en cumplimiento o mejora de la normativa vigente en esta materia".

Se introduce así, en el largo plazo, un incentivo permanente para la inversión en tecnologías menos contaminantes. Además, indirectamente, induce la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias de una forma constante. Resulta por tanto preferible a la adopción en solitario de un estándar de calidad que una vez incorporado a la industria no genera incentivos permanentes a la mejora de la calidad ambiental a menos que se produzcan endurecimientos sucesivos de la norma de calidad. Puede incluso decirse que pertenece al tipo de normas de puede tener una eficiencia muy superior a muchas otras que han acaparado mucha mayor atención y debate, a pesar de su aparente sencillez.

Sin embargo una norma de este tipo tiene efectos sobre una realidad económica en la que ya existen otras regulaciones. Por tanto, es importante, para la determinación de los efectos sobre el bienestar, revisar sistemáticamente en los próximos años los efectos que puede tener una regulación de este tipo en las realidades físicas y económicas a las que se aplica.

³ El requisito de realizar convenios con la Administración medioambiental puede ser un elemento de control para evitar la evasión fiscal pero tiene el inconveniente de hacer menos flexible y automática la aplicación. De hecho, nada más publicarse la norma los empresarios se quejaron porque al no tener tiempo suficiente para firmar los convenios con la Administración medioambiental antes de cerrar el ejercicio fiscal, "se han perdido" 8.000 millones de pesetas en desgravaciones.