

"Cambio Climático, Economía Ambiental y Estilos de Desarrollo"

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Felipe Vásquez Lavín

Universidad del Desarrollo

Julio 2015

Estructura:

- 1 Criterios para evaluar políticas ambientales.
- 2 Taxonomía básica de la política ambiental.
 - 1 Políticas ambientales descentralizadas.
 - 2 Políticas ambientales centralizadas.
- 3 Fiscalización para el Cumplimiento de la Política Ambiental.
- 4 Experiencias en política ambiental.

Criterios para evaluar políticas ambientales:

- **Eficiencia y Costo-efectividad:** ¿Beneficios menos costos maximizados?, ¿logra el objetivo ambiental al mínimo costo?
- **Efectos de largo plazo:** ¿Cómo se comporta la influencia del instrumento en el tiempo, aumenta o se debilita?
- **Eficiencia dinámica, Incentivos para innovar:** ¿incentivos para buscar nuevas formas de controlar emisiones?
- **Fiscalización para el cumplimiento:** Preferir políticas que puedan ser fiscalizadas y para las cuales sea posible inducir niveles de cumplimiento adecuados.

Criterios para evaluar políticas ambientales:

- **Requerimientos de información:** Algunas políticas requieren mayor cantidad de información para ser implementadas.
- **Aspectos Distributivos:** ¿cómo se distribuyen beneficios y costos de una política?. ¿es la distribución aceptable?.
- **Confiabilidad:** ¿Qué tan seguro es que el instrumento ayudará a lograr el objetivo ambiental)?
- **Flexibilidad:** ¿Podemos ir adaptando el instrumento para ajustarnos a los logros ambientales observados?
- **Costo de usar el instrumento bajo incertidumbre:** ¿Qué tan grande es la ineficiencia del instrumento cuando se usa con información limitada.

- Hipótesis del **Doble dividendo**:
 - 1 Es posible que los ingresos obtenidos de impuestos ambientales (o un sistema de permisos vendido a través de subastas) podrían ser usados para reducir los impuestos marginales en otros sectores de la economía. Si los otros impuestos son distorsionadores, es decir, generan ineficiencias, se crearía un beneficio adicional al aumentar la eficiencia en la economía.
 - 2 El impuesto ambiental tiene dos dividendos: Mejora el medio ambiente y Reduce la ineficiencia en la economía.

Políticas ambientales descentralizadas.

Son aquellas políticas o formas de intervención que permiten que los individuos involucrados en casos de contaminación ambiental solucionen éstos por sí mismos.

Ejemplos

① Derechos de Propiedad

- ① Requiere derechos de propiedad bien definidos.
- ② Posibilidades de negociación.

② Persuasión Moral

El concepto se refiere a los programas de persuasión que recurren al sentido de los valores morales o deber cívico de una persona para hacer que ésta se abstenga voluntariamente de actividades que degradan el ambiente. (Ej. evitar botar basura, esfuerzo de reciclaje).

- ① Políticas ambientales centralizadas.
 - Regulación Directa vs. Incentivos Económicos
 - Regulación Directa
 - Estándares.
 - Estándares de calidad ambiental.
 - Estándares de emisión.
 - Estándares tecnológicos.
 - Incentivos Económicos:
 - Impuestos a las emisiones.
 - Subsidios al abatimiento.
 - Permisos de Emisión Transables.
 - Permisos Ambientales.

ECONOMIA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

El nivel eficiente de contaminación

- Reducir las emisiones disminuye daños que produce el deterioro ambiental: Estos son beneficios.
- Reducir emisiones requiere emplear recursos: Esto son costos.
- ① **DAÑOS:** son los impactos negativos que los usuarios del ambiente experimentan como resultado de la degradación de éste.

ECONOMIA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

El nivel eficiente de contaminación

- Reducir las emisiones disminuye daños que produce el deterioro ambiental: Estos son beneficios.
- Reducir emisiones requiere emplear recursos: Esto son costos.
- ① **DAÑOS:** son los impactos negativos que los usuarios del ambiente experimentan como resultado de la degradación de éste.
- ② **COSTOS DE REDUCCIÓN (ABATIMIENTO),** son aquellos que se generan al disminuir la cantidad de residuos expulsados al ambiente, o al reducir las concentraciones de contaminantes en el ambiente.

ECONOMIA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

El nivel eficiente de contaminación

- En el caso de la contaminación el daño depende directamente de la magnitud de las emisiones, por lo que escribimos $D(E)$. Esta función crece a tasas crecientes.

ECONOMIA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

El nivel eficiente de contaminación

- En el caso de la contaminación el daño depende directamente de la magnitud de las emisiones, por lo que escribimos $D(E)$. Esta función crece a tasas crecientes.
- El beneficio de la contaminación es menos obvio.

ECONOMIA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

El nivel eficiente de contaminación

- En el caso de la contaminación el daño depende directamente de la magnitud de las emisiones, por lo que escribimos $D(E)$. Esta función crece a tasas crecientes.
- El beneficio de la contaminación es menos obvio.
- Si las firmas son obligadas a producir con CERO emisiones, enfrentarán altísimos costos para alcanzar dicha meta (asumiendo que es posible).

ECONOMIA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

El nivel eficiente de contaminación

- En el caso de la contaminación el daño depende directamente de la magnitud de las emisiones, por lo que escribimos $D(E)$. Esta función crece a tasas crecientes.
- El beneficio de la contaminación es menos obvio.
- Si las firmas son obligadas a producir con CERO emisiones, enfrentarán altísimos costos para alcanzar dicha meta (asumiendo que es posible).
- **Sí se relaja esta petición, la firma evita los altos costos de abatimiento.**

ECONOMIA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

El nivel eficiente de contaminación

- En el caso de la contaminación el daño depende directamente de la magnitud de las emisiones, por lo que escribimos $D(E)$. Esta función crece a tasas crecientes.
- El beneficio de la contaminación es menos obvio.
- Si las firmas son obligadas a producir con CERO emisiones, enfrentarán altísimos costos para alcanzar dicha meta (asumiendo que es posible).
- Sí se relaja esta petición, la firma evita los altos costos de abatimiento.
- **Su beneficio se incrementa si la firma puede emitir contaminación.**

ECONOMIA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

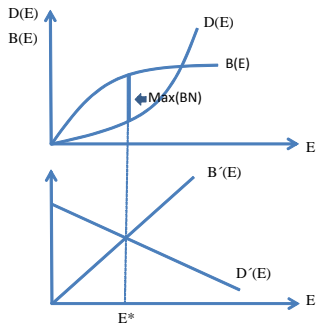
El nivel eficiente de contaminación

- En el caso de la contaminación el daño depende directamente de la magnitud de las emisiones, por lo que escribimos $D(E)$. Esta función crece a tasas crecientes.
- El beneficio de la contaminación es menos obvio.
- Si las firmas son obligadas a producir con CERO emisiones, enfrentarán altísimos costos para alcanzar dicha meta (asumiendo que es posible).
- Sí se relaja esta petición, la firma evita los altos costos de abatimiento.
- Su beneficio se incrementa si la firma puede emitir contaminación.
- Hay costos adicionales de reducir la contaminación o ahorros si se permite emitir más contaminantes. Estos costos incrementales son el beneficio de la contaminación.

ECONOMIA DE LA CALIDAD AMBIENTAL

El nivel eficiente de contaminación

- Los beneficios se pueden representar como $B(E)$, que crecen a tasas decrecientes.
- El beneficio neto está dado por $BN = B(E) - D(E)$
- es conveniente trabajar con funciones marginales antes que funciones totales. $B'(E) = \frac{\partial B(E)}{\partial E}$, $D'(E) = \frac{\partial D(E)}{\partial E}$, $BN'(E) = \frac{\partial BN}{\partial E}$



- La maximización de los beneficios netos implica

$$\frac{\partial BN}{\partial E} = \frac{\partial B(E)}{\partial E} - \frac{\partial D(E)}{\partial E} = 0$$

ó

$$\frac{\partial B(E)}{\partial E} = \frac{\partial D(E)}{\partial E}$$

el punto de equilibrio, en el eje vertical, es el "precio de equilibrio" de la contaminación.

- **FUNCIÓN DE DAÑOS MARGINALES**, muestra el cambio en los daños que se originan por el aumento unitario en emisiones o concentración en el medio.
- **FUNCIÓN DE BENEFICIOS MARGINALES** muestra el cambio en los beneficios que se originan por el aumento unitario en emisiones o concentración en el medio.
- **FUNCIÓN DE COSTOS MARGINALES DE REDUCCIÓN (ABATIMIENTO)**, muestra los costos de lograr una disminución de una unidad en el nivel de emisiones, o alternatively, los costos ahorrados si las emisiones se incrementan en una unidad.

FUNCIÓN DE DAÑOS

(Beneficios de Controlar la Contaminación)

El beneficio de controlar la contaminación está determinado por la reducción de daños.

- La descripción de beneficios requiere modelar los daños.
- Denotamos el nivel de emisiones agregadas como

$$E = \sum_{i=1}^n e_i$$

- y escribimos la calidad del ambiente en una zona específica como a_j , note que la calidad del ambiente en una zona específica depende del nivel de emisiones.
- Considerando que el daño total depende de la calidad del ambiente en cada zona de interés, entonces podemos escribir la función de daños, D , como:

$$D = D(E)$$

con $D' > 0$, y $D'' > 0$.

COSTOS DE ABATIMIENTO

(Costos de Controlar la Contaminación)

- La interpretación de la función de costos de abatimiento es la siguiente: Definimos e^0 el nivel de emisiones de la firma en ausencia de regulación.
- $\pi(e^0)$ el nivel máximo de beneficios en ausencia de regulación.
- Entonces el costos de seleccionar un nivel de emisiones $e < e^0$ está dado por

$$c(e) = \pi(e^0) - \pi(e)$$

- Definimos $c(e)$ como la función de costos de abatimiento para la firma competitiva.

Costo Marginal de Abatimiento

El costo de abatimiento está dado por:

$$c(e) = \pi(e^0) - \pi(e).$$

La función de costo marginal de abatimiento ($c'(e)$) puede ser obtenida calculando la derivada de la función de costos de abatimiento, esto es:

$$c'(e) = -\pi'(e) < 0$$

, dado que $\pi'(e) > 0$. Adicionalmente, $c''(e) = -\pi''(e) > 0$, dado que $\pi''(e) < 0$.

Costo Marginal de Abatimiento

- Definimos e^0 como el nivel de emisiones de la firma en ausencia de regulación.
- Definimos a como el nivel de abatimiento de la firma. Entonces, existe una relación entre el nivel de emisiones que selecciona la firma y su nivel de abatimiento.

$$a = e^0 - e, \quad \forall e < e^0$$

- Lo cual implica que,

$$e = e^0 - a$$

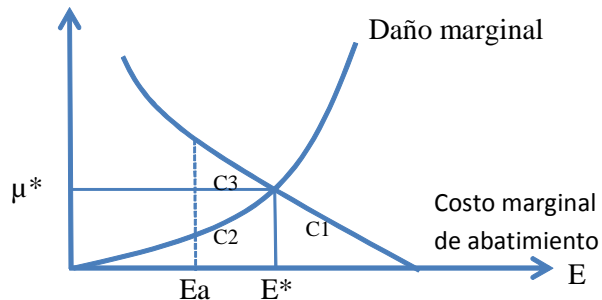
- La función de costos de abatimiento puede ser ahora representada como:

$$c(e) = c(e^0 - a) = c(a)$$

- Note que: $c'(a) > 0$.

Costo Marginal de Abatimiento

representación gráfica



NIVEL EFICIENTE DE EMISIONES

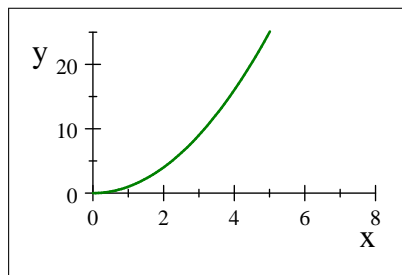
- El nivel eficiente de emisiones es el que minimiza la suma total de costos de abatimiento y de daño total.
- Al nivel óptimo E^*
- Análisis Costo-Beneficio
 - Beneficio=Reducción de daños
 - Costos = Costos de Abatimiento
- La suma de daños totales y costos totales es $C1+C2$.
- Cualquier otro nivel de emisiones implica un costo mayor. Si se emite E_a . El costo aumenta a $C1+C2+C3$
- La ineficiencia está dada por $C3$

NIVEL EFICIENTE DE EMISIONES

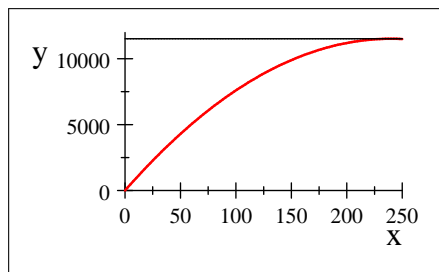
Ejemplo:

$$D = E^2, E \geq 0$$

$$B = \begin{cases} 96E - 0.2E^2 & \text{for } 0 \leq E \leq 240 \\ 11520 & \text{for } E \geq 240 \end{cases}$$



Daños

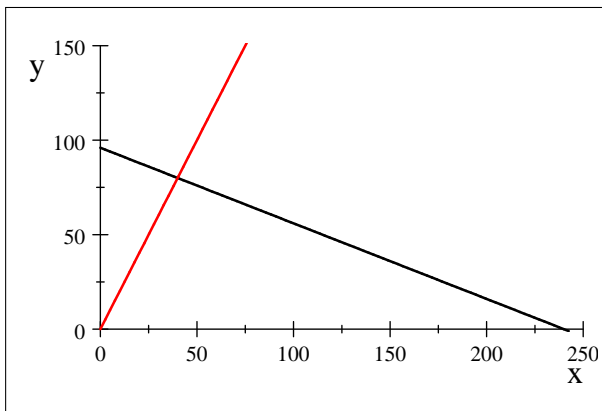


Beneficio

NIVEL EFICIENTE DE EMISIONES

Ejemplo:

$$BM = 96 - 0.4E, \quad DM = 2E$$



$$96 - 0.4E = 2E \Rightarrow E = 40 \Rightarrow B = 3520, D = 1600, BN = 1920.$$

$$BM = DM = 80 = \mu^*$$

Costo Eficiencia y Costo Efectividad

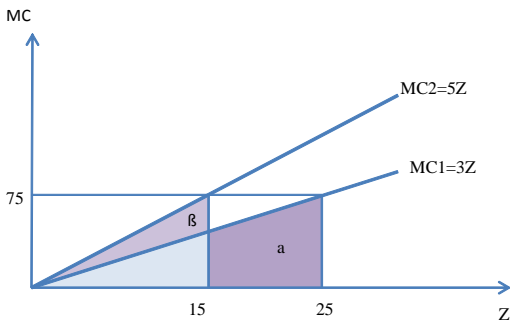
- Costo eficiencia es importante porque se usan menos recursos.
- Una condición de costo efectividad es que se igualen los costos marginales de abatimiento entre empresas.
- Supongamos que el gobierno quiere reducir las emisiones totales de \hat{E} , digamos 90 unidades por periodo a $E^* = 50$.
- Objetivo: reducir en 40 unidades.
- Existen dos empresas emitiendo $E_1 = 40$ y $E_2 = 50$.
- Estructura de costos para el abatimiento individual $Z_i = \hat{E}_i - E_i^*$

$$C_1 = 100 + 1.5Z_1^2$$

$$C_2 = 100 + 2.5Z_2^2$$

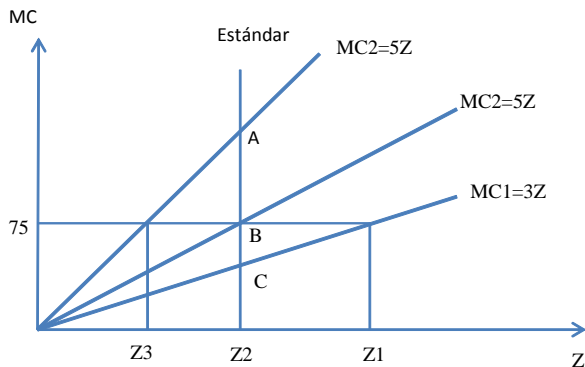
$$CM_1 = 3Z_1, \quad CM_1 = 5Z_2 \Rightarrow Z_1 = \frac{5}{3}Z_2$$

$$Z_1 + Z_2 = 40 \Rightarrow \frac{5}{3}Z_2 + Z_2 = 40 \Rightarrow Z_2 = \frac{40}{\left(\frac{5}{3} + 1\right)} = 15 \Rightarrow Z_2 = 25.$$



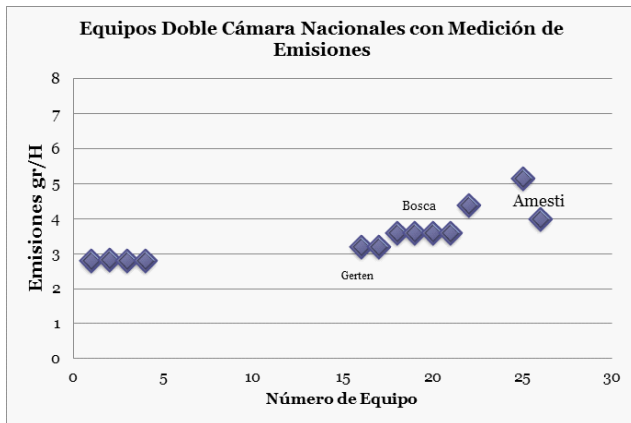
Mínimo costo=1700, costo para firma 2=662.5, costo par la firma

Regulación Directa – Estándares de Emisión

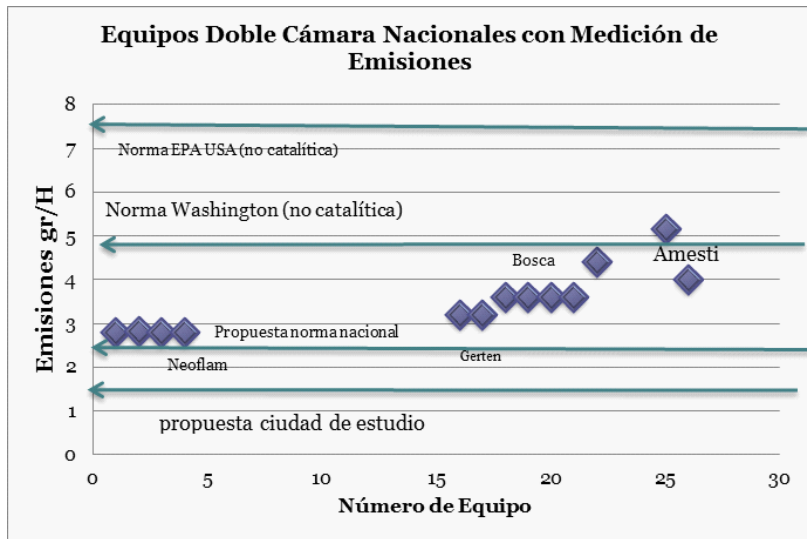


- Estándar de emisión uniforme no es Costo-efectivo.
- Costo-efectividad requiere asignar mayores (menores) responsabilidades de abatimiento a fuentes cuyos costos de control son más bajos (altos).
- En presencia de heterogeneidad en costos de control, costo efectividad requiere estándares no uniformes.
- Problema de información: identificar costos de control individuales.
- Bajo estándares de emisión, los incentivos para la innovación en tecnología de abatimiento depende de la percepción de los agentes respecto de las futuras políticas de estándares.
- Los agentes no perciben un castigo por las unidades de contaminación inferiores al estándar.

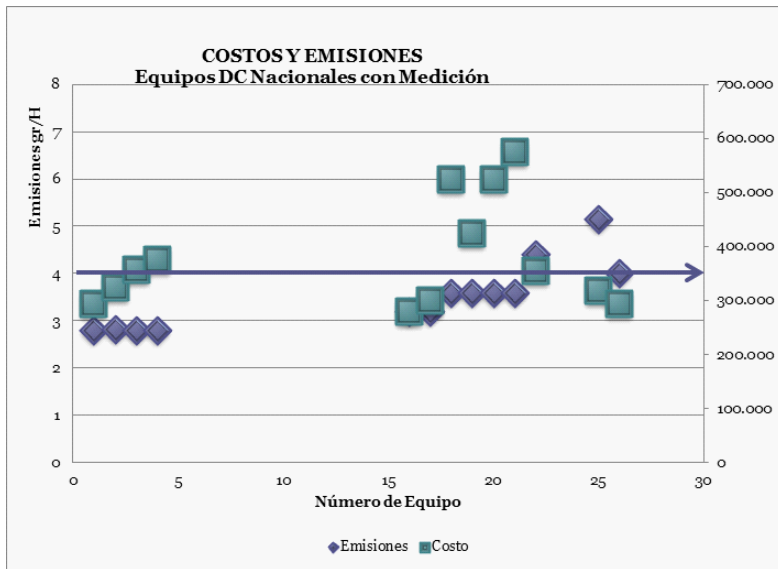
Regulación Directa – Estándares de Emisión



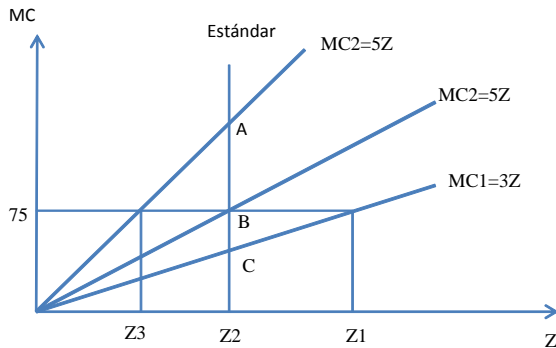
Regulación Directa – Estándares de Emisión



Regulación Directa – Estándares de Emisión



Incentivos Económicos - Impuestos a las Emisiones



- La distribución de emisiones (responsabilidades de abatimiento bajo un sistema de impuestos) es tal que los costos marginales de abatimiento se igualan entre las fuentes.
- Fuentes que poseen altos costos de control prefieren emitir y pagar el impuesto, fuentes que poseen bajos costos de control prefieren abatir emisiones.
- El sistema de impuestos permite lograr una meta ambiental al mínimo costo posible, esto es, el sistema es costo-efectivo.
- Costos de cumplimiento de la regulación para cada fuente individual incluye dos componentes:
 - Pago de impuesto.
 - Costo de abatimiento.
- Las empresas tiene incentivos para abatir porque puede eviar pagar impuestos.

$$BSN = PQ - C(Q) - CE(Q)$$
$$\frac{\partial BSN}{\partial Q} = P - C'(Q) = \frac{\partial CE(Q)}{\partial Q}$$

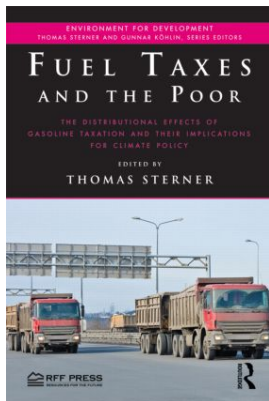
$$P = C'(Q) + \frac{\partial CE(Q)}{\partial Q}$$

El costo social es igual al costo privado (C) mas el Costo Externo (CE).
El precio debe igual al costo marginal social. Si

$$t^* = \frac{\partial CE(Q)}{\partial Q}$$

$$P = C'(Q) + t^*$$

Ejemplo: impuesto a los combustibles



- Desafiar la sabiduría convencional: **Impuestos a la gasolina afecta más a los pobres.**
- Aumentar impuestos a la gasolina mitiga el CC, reduce la congestión, mejora la calidad ambiental local.
- Son estos impuestos regresivos?
- Conclusiones: solo en algunos países ricos.
- Impuestos a la gasolina son progresivos en muchos países.

El costo de abatimiento de cada fuente está dado por: $c(e)$, con $c'(e) < 0$, $c''(e) > 0$.

El regulador introduce un subsidio uniforme al abatimiento que denotamos s .

s está medido en unidades monetarias por unidad física de contaminante “abatido” (por ejemplo, dólares por tonelada).

Es posible mostrar que bajo un subsidio como el descrito, la fuente selecciona el nivel de emisiones tal que:

$$-c'(e) = s$$

Lo cual define implícitamente $e(s)$, con $e'(s) < 0$; $e''(s) > 0$

- La distribución de emisiones (responsabilidades de abatimiento bajo un sistema de subsidio al abatimiento o control de emisiones) es tal que los costos marginales de abatimiento se igualan entre las fuentes.
- Fuentes que poseen altos costos de control prefieren emitir, fuentes que poseen bajos costos de control prefieren abatir emisiones (y recibir el subsidio).
- El sistema de subsidios al abatimiento permite lograr una meta ambiental al mínimo costo posible, esto es, el sistema es costo-efectivo.
- Costos de cumplimiento de la regulación para cada fuente individual incluye dos componentes:
 - Costo de abatimiento.
 - (-) Transferencia por subsidio al abatimiento.

Incentivos Económicos - Sistema de Permisos de Emisión Transferibles

- El uso de instrumentos de mercado para controlar contaminación es una de las mayores innovaciones en política ambiental.
- Esquema básico de un sistema basado en un mercado de permisos de contaminación:
 - 1 Determinar el nivel agregado de emisiones deseado.
 - 2 Crear licencias (derechos de propiedad) de emisión y distribuir éstos a las firmas bajo regulación.
 - 3 Permitir que los permisos sean transados.
 - 4 Si un mercado competitivo emerge, entonces bajo ciertas circunstancias, el nivel agregado de emisiones es alcanzado en una manera costo-efectiva (todas las firmas igualan costos marginales de abatimiento).

- El costo de abatimiento de cada fuente está dado por:
 $c(e)$, con $c'(e) < 0, c''(e) > 0$.
- El regulador introduce un sistema de permisos de emisión.
- La asignación inicial de permisos a la fuente es l_0 .
- La demanda de permisos de la fuente es l .
- Si $l - l_0 > 0$, la fuente compra permisos.
- Si $l - l_0 < 0$, la fuente vende permisos.
- Los permisos se transan competitivamente a un precio p .
- Los costos de cumplimiento de la fuente incluyen costos de abatimiento $c(e)$, y gasto en permisos $p * (l - l_0)$.

- Es posible mostrar que bajo un sistema de permisos de emisión como el descrito, la fuente selecciona el nivel de emisiones tal que:



$$c'(e) = p$$

- Lo cual define implícitamente $e(p)$, con $e'(p) < 0$.

- Ejemplo:

emisiones y abatimiento para dos empresas			
	A	B	A+B
emisiones libres	40	50	90
abatimiento	0	0	0
emisiones eficientes	15	35	50
abatimiento	25	15	40
asignación de permisos	25	25	50
permisos finales	15	35	50

Dada la asignación inicial, A debe reducir en 15 y B debe reducir en 25.

$$CM_A = 3Z_A = 3 * 15 = 45$$

$$CM_B = 5Z_B = 5 * 25 = 125$$

para la empresa B, el valor de un permiso adicional es mayor. Hay beneficios de negociar entre las dos empresas.

Con un mercado competitivo, el precio llegaría a 75, la empresa A vendería permisos y la empresa B compraría. Resultados final A queda con 15 permisos y B con 40 con emisiones óptimas de 25 y 35 respectivamente.

$$CM_A = 3Z_A = 3 * 25 = 75$$

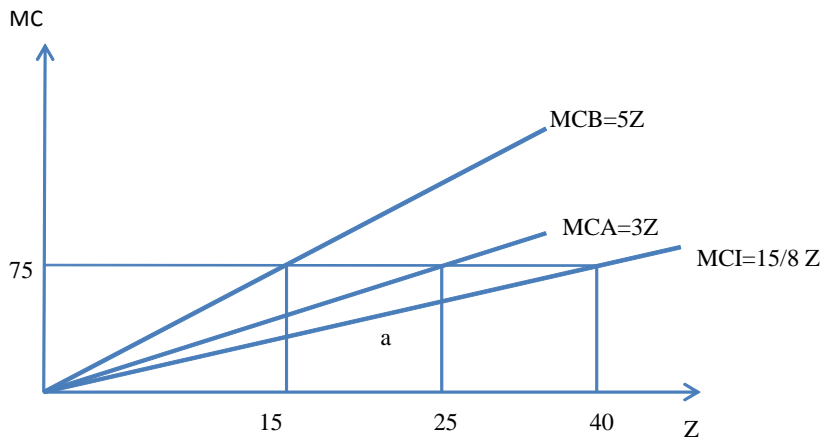
$$CM_B = 5Z_B = 5 * 15 = 75$$

Función de Costo Marginal de la Industria

$$\frac{CM_A}{3} = Z_A, \frac{CM_B}{5} = Z_B \Rightarrow \frac{CM}{3} + \frac{CM}{5} = Z$$

$$CMI = \frac{15}{8}Z$$

Incentivos Económicos - Permisos de Emisión Transferibles



Incentivos Económicos en ALAC

Table 1. Classification of policy instruments based on decentralization and flexibility in individual decision-making

← MINIMUM FLEXIBILITY →	← MODERATE FLEXIBILITY →	← MAXIMUM FLEXIBILITY →		
← MAXIMUM GOVERNMENT INVOLVEMENT →	← INCREASED PRIVATE INITIATIVE →			
← CONTROL-ORIENTED →	← MARKET-ORIENTED →	← LITIGATION-ORIENTED →		
Regulations and sanctions	Charges, taxes, and fees	Market creation	Final demand intervention	Liability legislation
<p>General examples</p> <p><i>Standards:</i> Government restricts nature and amount of pollution or resource use for individual polluters or resource users. Compliance is monitored and sanctions made (fines, closure, jail terms) for non-compliance.</p>	<p><i>Effluent or user charges:</i> Government charges fee to individual polluters or resource users based on amount of pollution or resource use and nature of receiving medium. Fee is high enough to create incentive to reduce impacts.</p>	<p><i>Tradable permits:</i> Government establishes a system of tradable pollution or resource use permits, auctions or distributes permits, and monitors compliance. Polluters or resource users trade permits at unregulated market prices.</p>	<p><i>Performance rating:</i> Government supports a labeling or performance rating program that requires disclosure of environmental information on the final end-use product. Performance based on adoption of ISO 14000 voluntary guidelines (e.g., zero discharge of pollutants, mitigation plans submitted, pollution prevention technology adopts, reuse policies and recycling of wastes). Eco-labels are attached to 'environmentally friendly' products.</p>	<p><i>Strict liability legislation:</i> The polluter or resource user by law is required to pay any damages to those affected. Damaged parties collect settlements through litigation and court system.</p>
<p>Specific examples of applications</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pollution standards • Licensing of economic activities • Land-use restrictions • Construction impact regulations for roads, pipelines, ports, or communications grids • Environmental guidelines for urban road alignments • Fines for spills from port or land-based storage facilities • Bans applied to materials deemed unacceptable for solid waste collection services • Water use quotas 	<ul style="list-style-type: none"> • Non-compliance pollution charges • Greening of conventional taxes • Royalties and financial compensation for natural resources exploitation • Performance bonds posted for construction standards • Taxes affecting inter-modal transport choices • Taxes to encourage re-use or recycling of problem materials (e.g., tire taxes, battery taxes) • Source-based effluent charges to reduce downstream water treating requirements • Tipping fees on solid wastes • User charges for water 	<ul style="list-style-type: none"> • Market-based expropriation for construction, including 'environmental values' • Property rights attached to resources potentially impacted by urban development (forests, lands, artisanal fish) • Deposit-refund systems for solid and hazardous wastes • Tradable permits for water abstraction rights, and water and air pollution emissions 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumer product labeling (Eco-labels) relating to problem materials (e.g., phosphates in detergents) • Education regarding recycling and re-use • Disclosure legislation requiring manufacturers to publish solid, liquid and toxic waste generation • Black-list of polluters 	<ul style="list-style-type: none"> • Damages compensation • Liability on neglecting firm's managers and environmental authorities • Long-term performance bonds posted for potential or uncertain hazards from infrastructure construction • 'Zero Net Impact' requirements for road alignments, pipelines or utility rights of way, and water crossings

Incentivos Económicos en ALAC

Table 2. Market based instruments in Latin America and the Caribbean

	Credit subsidies	Tax/tariff relief	Deposit-refund schemes	Waste fees and levies	Forestry taxation	Pollution charges	Ear-marked renewable resource taxes	Ear-marked conventional tax levy	Tradable permits	Eco labeling	Liability instruments
Barbados	✓	✓	✓	✓					×	✓	✓
Bolivia			✓	✓	✓		✓	✓		✓	
Brazil	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Chile		✓	✓	✓		✓	✓	✓			✓
Colombia	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓	
Ecuador	✓	✓	✓	✓		×					
Jamaica		✓	✓	✓		✓		✓	×	✓	
Mexico	✓		✓	✓		✓					
Peru			✓								✓
Trinidad and Tobago			✓	✓							
Venezuela		✓	✓	✓	✓						

✓ In place

× Under introduction

Revisar el artículos de Marcelo Caffera y Seroa da Motta.

Grupo 1: Chile

Grupo 2: Colombia

Grupo 3: Costa Rica

Grupo 4: Otros países

- 1 Explicar el marco institucional
- 2 implementación
- 3 funcionamiento
- 4 aprendizajes