

Aplicación de sistemas de bonificación-penalización para incentivar la reducción y el reciclaje en mancomunidades

Ignasi Puig Ventosa

Responsable del Área de Medio Ambiente de ENT Medio Ambiente y Gestión

Summary

Waste management facilities are often shared among different municipalities as a way to manage wastes more efficiently. Usually, management costs are assigned to each municipality considering population or total waste amount, regardless of important environmental aspects such as per capita waste generation or results in composting and recycling. This article presents a feebate (fee + rebate) system aimed to foster urban waste reduction and recovery. The proposal suggests that municipalities achieving better results in their waste management performance (from an ecological viewpoint) be recompensed with a rebate obtained from a fee charged to those municipalities taking less care of the environment.

Introducción

La necesidad de incentivar la gestión ambientalmente correcta de residuos en mancomunidades

La mayoría de municipios se constituyen en mancomunidades u otras entidades supralocales con objeto de tratar de forma más eficiente sus residuos sólidos urbanos (En España: Áreas Metropolitanas, Consejos Comarcales, mancomunidades intermunicipales...), evitando duplicidad de infraestructuras y servicios. Los costes globales de tratamiento son repartidos entre cada Ayuntamiento según algún criterio consensuado: número de habitantes, toneladas aportadas...

Sin embargo, es en gran parte la actuación de cada Ayuntamiento (sistema de recogida, campañas de sensibilización...) y la de sus ciudadanos (nivel de participación) la que determina cuán ecológica es la gestión de los residuos de cada municipio. Es en este contexto de diferentes municipios con políticas locales propias que tiene pleno sentido la adopción de un sistema de incentivos que premie los municipios que más favorezcan la reducción y reciclaje de residuos y castigue aquellos que no avancen en este sentido. Lo

que en este artículo se propone es la aplicación de un sistema de bonificación-penalización.

Los sistemas de bonificación-penalización

Los sistemas de bonificación-penalización (b/p)¹ persiguen favorecer aquellas actividades (o productos) más respetuosos ambientalmente a costa de las que lo son menos. Se trata de gravar las actividades ambientalmente más perniciosas, transfiriendo lo recaudado a las actividades más inocuas, de modo que, respecto a la situación inicial, éstas pasan a ser más competitivas. Cuanto más perjudicial ambientalmente sea una actividad, (o producto) más se grava, y cuanto más inocua, más se subsidia, cancelándose bonificaciones y penalizaciones, de tal modo que la medida es globalmente neutra presupuestariamente para la Administración que la establece [1], que tan sólo asume los gastos de gestionar el sistema.

Los sistemas de bonificación-penalización son dinámicos ya que los que en un instante reciben compensaciones dejarán de percibir las si no continúan disminuyendo su afectación al medio, asumiendo que el resto sí tenderá a hacerlo. Así pues, existe

un incentivo constante sobre los diferentes agentes sometidos al sistema b/p que estimula la innovación de prácticas. Cuanto mayor sea el importe de las primas y las penalizaciones, mayor será el efecto incentivo generado y los avances ambientales que de ello se derivarán [2].

Los sistemas b/p se han aplicado en el ámbito de los vehículos, para discriminarlos en función de su consumo (por ejemplo, en Maryland, EUA [3]), en el ámbito de la eficiencia de los edificios (en California [4]) y su aplicación se ha propuesto en campos como el control de la contaminación, el uso de agua potable o la conservación de la energía [5].

Propuesta de un sistema b/p en mancomunidades de residuos

La propuesta que se desarrolla a continuación puede ser aplicada por mancomunidades de tratamiento de residuos sobre los municipios que las integran. Es una propuesta globalmente neutra para la mancomunidad, de modo que, con o sin el sistema b/p, el total aportado por los municipios sería el mismo². Todo lo que se detalla a continuación está referido a una única escala de tiempo, por ejemplo, bonificaciones, penalizaciones y pagos se podrían hacer efectivos anualmente.

Si llamamos a un municipio cualquiera de los p que integran la mancomunidad y llamamos j cada uno de los q tratamientos posibles (vertedero, compostaje, reciclaje...), entonces podemos definir unas bonificaciones-penalizaciones b/p_{ij} para cada municipio y cada sistema de tratamiento de la siguiente manera:

$$b/p_{ij} = n_j * \left(\frac{Tm_{ij}}{hab_i} - \frac{Tm_{ij}}{hab_t} \right) * hab_i$$

Donde:

Tm_{ij}/hab_i = toneladas por habitante tratadas en el municipio i con el sistema j
 Tm_{ij}/hab_t = toneladas por habitante tratadas en el total de la mancomunidad con el sistema j

b/p_{ij} = puede ser un valor positivo (penalización) o negativo (bonificación).

n_j = es una constante definida para cada tratamiento.

Obsérvese cómo al dimensionar las bonificaciones y penalizaciones linealmente en función de la diferencia entre el comportamiento del municipio y el de la mancomunidad: a) a los municipios que tienen un comportamiento idéntico al comportamiento medio de la mancomunidad les correspondería una b/p=0, de modo que no se verían afectados por el sistema; b) cuantos más residuos por habitante se traten respecto a la media, más elevada será la penalización y cuantos menos se traten, mayor será la bonificación.

Nótese igualmente que el hecho de definir diferentes funciones de b/p (es decir, diferentes n_j) para cada sistema de tratamiento j posibilita discriminarlos favoreciendo la reducción y el reciclaje de residuos allí donde se considere prioritario. A mayor n_j, mayor incentivo. Por ejemplo, las bonificaciones y penalizaciones deberían ser más acentuadas para los tratamientos finalistas, que no para los residuos que tienen como destino plantas de tratamiento para su recuperación, de forma que se generase más incentivo hacia esta segunda opción.

Las bonificaciones y penalizaciones aplicadas sobre los tratamientos finalistas favorecen la reducción y el reciclaje, mientras que si adicionalmente se aplican también a los tratamientos no finalistas, éstas favorecen principalmente la reducción de residuos.

Suponiendo una repartición de costes entre municipios proporcional a

las toneladas aportadas por cada uno a los diferentes sistemas de tratamiento, el pago a efectuar por cada municipio sin la aplicación del sistema b/p se obtendría mediante la expresión:

$$(pago \ sin \ b/p)_i = \sum_{j=1}^q \left(\frac{precio_j}{Tm} * Tm_{ij} \right)$$

Donde:

precio_j/Tm = precio por tonelada del tratamiento j

Tm_{ij} = toneladas tratadas por el municipio i según el sistema j

Aplicando el sistema b/p la aportación a efectuar por cada municipio se calcularía como:

$$\begin{aligned} (pago \ con \ b/p)_i &= \\ &= \sum_{j=1}^q \left(\frac{precio_j}{Tm} * Tm_{ij} + b/p_{ij} \right) = \\ &= \sum_{j=1}^q \left(\frac{precio_j}{Tm} * Tm_{ij} \right) + \sum_{j=1}^q b/p_{ij} = \\ &= (pago \ sin \ b/p)_i + \sum_{j=1}^q b/p_{ij} \end{aligned}$$

Es decir, lo que le tocaría pagar a cada Ayuntamiento es lo mismo que pagaría sin la aplicación del sistema b/p más la resultante de sumar las bonificaciones y penalizaciones obtenidas por cada tratamiento³.

Obsérvese que tal como se ha definido b/p_{ij} se cumple que el cómputo de todas las bonificaciones y penalizaciones se cancela:

$$\forall j \sum_{i=1}^p b/p_{ij} = 0$$

ya que para todo j se cumple:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^p b/p_{ij} &= \sum_{i=1}^p \left(n_j * \left(\frac{Tm_{ij}}{hab_i} - \frac{Tm_{ij}}{hab_i} \right) * hab_i \right) = \\ &= n_j * \left(\sum_{i=1}^p \frac{Tm_{ij}}{hab_i} * hab_i \right) - \sum_{i=1}^p \left(\frac{Tm_{ij}}{hab_i} * hab_i \right) = \\ &= n_j * \left(\sum_{i=1}^p Tm_{ij} - \frac{Tm_{ij}}{hab_i} * \sum_{j=1}^q hab_i \right) = \\ &= n_j * \left(Tm_{ij} - \frac{Tm_{ij}}{hab_i} * hab_i \right) = \\ &= n_j * (Tm_{ij} - Tm_{ij}) = 0 \end{aligned}$$

Igualmente se puede demostrar que la suma del pago de todos los municipios es igual a la suma de lo pagarían sin el sistema de bonificación-penalización. Es decir, para la Mancomunidad como conjunto, el sistema es presupuestariamente neutro:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^p (\text{pago con } b/p)_i &= \\ &= \sum_{i=1}^p \left(\sum_{j=1}^q \left(\frac{\text{precio}_j}{Tm} * Tm_{ij} \right) + \sum_{j=1}^q b/p_{ij} \right) = \\ &= \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \left(\frac{\text{precio}_j}{Tm} * Tm_{ij} \right) + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q b/p_{ij} = \\ &= \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q \left(\frac{\text{precio}_j}{Tm} * Tm_{ij} \right) + \sum_{j=1}^q \left(\sum_{i=1}^p b/p_{ij} \right) = \\ &= \sum_{i=1}^p \left(\sum_{j=1}^q \left(\frac{\text{precio}_j}{Tm} * Tm_{ij} \right) \right) = \\ &= \sum_{i=1}^p (\text{pago sin } b/p)_i \end{aligned}$$

O de otro modo:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^p (\text{pago con } b/p)_i &= \\ &= \sum_{i=1}^p \left((\text{pago sin } b/p)_i + \sum_{j=1}^q b/p_{ij} \right) = \\ &= \sum_{i=1}^p (\text{pago sin } b/p)_i + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q b/p_{ij} = \\ &= \sum_{i=1}^p (\text{pago sin } b/p)_i \end{aligned}$$

Un caso práctico

Veamos a continuación un ejemplo del instrumento anterior, utilizando datos no reales pero plausibles:

Supongamos una mancomunidad de tres municipios M1, M2 y M3 que dispongan de una planta de reciclaje (RE) con un coste de 5000 unidades monetarias por tonelada tratada y de un vertedero (VE) donde llevar los residuos tiene un coste de 4000 u.m./Tm. Los habitantes de cada municipio y los residuos generados se detallan en la siguiente tabla:

Municipio	Habitantes	Tm/año generadas	Tm/año a VE (j=1)	Tm/año a RE (j=2)
M1	10.000	8.000	3.750	4.250
M2	30.000	18.000	12.000	6.000
M3	35.000	14.000	6.000	8.000
TOTAL	75.000	40.000	21.750	18.250

Tabla 1. Habitantes y generación de residuos por municipios

De estos datos iniciales se desprende de aportación por cápita de cada municipio a cada tratamiento, necesaria para dimensionar el sistema de bonificación-penalización:

	Tm/(año*hab) generadas	Tm/(año*hab) a VE	Tm/(año*hab) a RE
M1	0,8	0,375	0,425
M2	0,6	0,4	0,2
M3	0,4	0,171	0,229
TOTAL	0,533	0,29	0,243

Tabla 2. Generación de residuos por cápita y municipio

A continuación procedemos a calcular las bonificaciones y penalizaciones b/p_{ij} según (ec. 1), en función de unos n_j que serán definidos por la mancomunidad, en principio diferentes para cada uno de los tratamientos:

$$\begin{aligned} b/p_{11} &= n_1 * (Tm_{11}/(\text{año} * hab_1) - Tm_{11}/(\text{año} * hab)) * hab_1 = n_1 * (0,375 - 0,29) * 10000 = 850 * n_1 \\ b/p_{21} &= n_1 * (Tm_{21}/(\text{año} * hab_2) - Tm_{11}/(\text{año} * hab)) * hab_2 = n_1 * (0,4 - 0,29) * 30000 = 3300 * n_1 \\ b/p_{31} &= n_1 * (Tm_{31}/(\text{año} * hab_3) - Tm_{11}/(\text{año} * hab)) * hab_3 = n_1 * (0,171 - 0,29) * 35000 = -4150 * n_1 \\ b/p_{12} &= n_2 * (Tm_{12}/(\text{año} * hab_1) - Tm_{12}/(\text{año} * hab)) * hab_1 = n_2 * (0,425 - 0,243) * 10000 = 1817 * n_2 \\ b/p_{22} &= n_2 * (Tm_{22}/(\text{año} * hab_2) - Tm_{12}/(\text{año} * hab)) * hab_2 = n_2 * (0,2 - 0,243) * 30000 = -1300 * n_2 \\ b/p_{32} &= n_2 * (Tm_{32}/(\text{año} * hab_3) - Tm_{12}/(\text{año} * hab)) * hab_3 = n_2 * (0,229 - 0,243) * 35000 = -517 * n_2 \end{aligned}$$

Podemos comprobar que efectivamente para cualquier valor de n₁ y n₂ las bonificaciones y penalizaciones se cancelan para cada tratamiento j (ec. 4):

$$\begin{aligned} \text{para } j=1: & 850 * n_1 + 3300 * n_1 - 4150 * n_1 = 0 \\ \text{para } j=2: & 1817 * n_2 - 1300 * n_2 - 517 * n_2 = 0 \end{aligned}$$

Es decir, en conjunto las bonificaciones y penalizaciones se cancelan siendo el sistema globalmente neutro presupuestariamente.

Eligiendo los valores de n_j para cada tratamiento quedan definidas las b/p_{ij}. Por ejemplo escogemos n₁ = 3000 y n₂ = 1000, de modo que se acentúe más la influencia del sistema sobre el tratamiento finalista (n₁ > n₂), obtenemos:

b/p _{ij} (u.m.)	VE (j=1)	RE (j=2)
M1 (i=1)	850 * n ₁ = 2.550.000	1817 * n ₂ = 1.816.667
M2 (i=2)	3300 * n ₁ = 9.900.000	-1300 * n ₂ = -1.300.000
M3 (i=3)	-4150 * n ₁ = -12.450.000	-517 * n ₂ = -516.667

Tabla 3. Bonificaciones y penalizaciones por municipio y tratamiento

La determinación de estos valores n_j es lo que define como se favorecerá o penalizará cada uno de los tratamientos y la propia reducción de residuos, de forma que a efectos prácticos la definición de estos valores es la concreción de la política de la mancomunidad.

A continuación podemos calcular lo que correspondería pagar a cada municipio con y sin la implantación del sistema de bonificación-penalización:

Sin sistema b/p calcularíamos el pago según la ecuación (2), obteniendo:

Coste sin b/p	VE (j=1)	RE (j=2)	VE + RE
M1	15.000.000	21.250.000	36.250.000
M2	48.000.000	30.000.000	78.000.000
M3	24.000.000	40.000.000	64.000.000
TOTAL	87.000.000	91.250.000	178.250.000

Tabla 4. Coste por tratamiento y municipio sin sistema b/p

Por otro lado, lo que correspondería pagar a cada municipio si se estableciese el sistema de bonificación-penalización sería calculado mediante la ecuación (3), obteniendo:

Coste con b/p	VE	RE	VE + RE
M1	17.550.000	23.066.667	40.616.667
M2	57.900.000	28.700.000	86.600.000
M3	11.550.000	39.483.333	51.033.333
TOTAL	87.000.000	91.250.000	178.250.000

Tabla 5. Coste por tratamiento y municipio con sistema b/p

De nuevo se puede comprobar que sumando todos los pagos se obtiene el mismo resultado que se obtendría si no se estableciese el sistema de bonificación-penalización (ec. 5). También constatamos que el total de cada tratamiento es independiente del establecimiento o no del sistema b/p.

En cambio los municipios sí se ven individualmente afectados, como se observa si comparamos sus pagos con y sin la aplicación del sistema b/p:

	M1	M2	M3	TOTAL
u.m./Tm sin b/p	4.531	4.333	4.571	4.456
u.m./Tm con b/p	5.077	4.811	3.645	4.456
Variación porcentual	12,05%	11,03%	-20,26%	0%

Tabla 6. Influencia del sistema b/p en los diferentes municipios

Así, aquellos municipios generadores de más residuos por persona y con un tratamiento ambientalmente más insostenible (que dan prioridad al vertido respecto al reciclaje, en este ejemplo) ven aumentada su factura, mientras que los que tienen comportamientos ambientalmente más respetuosos se ven recompensados.

La modalidad básica aquí propuesta podría adaptarse de forma que no perjudicase aquellos municipios en que una excesiva generación de residuos o un bajo reciclaje no son tanto resultado del poco énfasis del Ayuntamiento en su gestión ambientalmente correcta, como de una tipología de residuos diferente (por ejemplo, municipios con mucho comercio o municipios turísticos).

Sistemas b/p: incentivo a un mejor tratamiento de RSU

La implantación de sistemas de este tipo contribuiría sensiblemente a incentivar que los Ayuntamientos implementasen políticas ambientales encaminadas a reducir y reciclar los residuos. Los que así lo hicieran no sólo recibirían bonificaciones que abaratarían lo que les correspondería aportar a la mancomunidad en que estuvieran integrados, sino que también podrían ahorrarse costes derivados de tener que recoger menos residuos en el propio municipio.

La aplicación de un sistema de bonificación-penalización es complementaria a otros incentivos que los Ayuntamientos puedan establecer directamente sobre los ciudadanos para favorecer su implicación en la gestión más ecológica de las basuras [6]; y no sólo esto, sino que de hecho favorece que los Ayuntamientos los implementen.

La eficacia de una medida de este tipo dependería de la intensidad con que se aplicasen las bonificaciones y penalizaciones y de los costes que supusiera para los municipios avanzar en reducción y reciclaje. Para inferir a priori cómo responderían los Ayuntamientos, se debería hacer una estimación de estos costes, lo que supone el objeto de otra investigación. Sin embargo, el no disponer de la identificación completa de estos costes no justifica la no implementación del sistema.

De hecho esto es lo mismo que sucede ante la aplicación de impuestos ambientales, sistemas de permisos de contaminación negociables o de cualquier instrumento aparte de la clásica regulación de mandato y control, y sin embargo éstos se aplican con éxito [6]. Todos estos instrumentos se basan en el principio de "quien contamina paga" y por tanto suponen per se un avance hacia la responsabilización económica con la que se



Figura 1. Los municipios que más ecológicamente tratan los residuos se beneficiarían de los sistemas de bonificación-penalización. En la foto Tiana (Barcelona), que tras la implementación de una recogida puerta a puerta pasó a reciclar más del 60% de sus basuras.

persigue solucionar un número importante de los presentes problemas ambientales.

Legalmente esta es una iniciativa posible y tan sólo sería necesario que fuese regulada internamente por la mancomunidad en el acuerdo en que los municipios establecen el sistema de repartición de los gastos de tratamiento de sus residuos. En los casos en que el coste no sea asumido directamente por los municipios sino trasladado a los ciudadanos en forma de tasa de tratamiento (el caso del Área Metropolitana de Barcelona, por ejemplo), simplemente se debería repartir la cantidad que corresponde pagar o percibir a cada municipio entre los contribuyentes de la tasa. En la práctica, la forma de llevar a cabo esta repartición no es independiente de la base imponible de la tasa, lo cual sugiere una discusión en paralelo de ambas cuestiones.

Lo que aquí se ha presentado constituye una forma más equitativa de repartirse los gastos de gestión de las basuras entre municipios que comparten instalaciones de trata-

miento, así como una forma de articular un incentivo efectivo para que los municipios se vean estimulados a desarrollar una gestión ambientalmente más correcta de sus residuos.

Notas

1. También conocidos por “feebates”, expresión formulada a partir de “fee” (multa o penalización) y “rebate” (prima o bonificación).

2. Se podrían diseñar otras modalidades de sistema b/p. Podría optarse, por ejemplo, por dimensionar unas penalizaciones globalmente superiores a las bonificaciones, de modo que la diferencia sufragase los gastos de gestión del sistema.

3. Nótese que cuando existe un único tipo de tratamiento o cuando el sistema de bonificación y penalización no discrimina entre los diferentes tratamientos (prescindimos de la variable j), la propuesta es equivalente a definir un precio por tonelada diferente para cada municipio, como función única de los residuos por per-

$$\begin{aligned} \text{pago}_i &= \frac{\text{precio}}{T_m} * T_{m_i} + b / p_i = \\ &= \left(\frac{\text{precio}}{T_m} + \frac{b / p_i}{T_{m_i}} \right) * T_{m_i} = \frac{\text{precio}_i}{T_m} * T_{m_i} \end{aligned}$$

sona que se generen:

Donde:

T_{m_i} = toneladas generadas por el municipio i ,

Precio/ T_m = precio medio por tonelada que se pagaría a la mancomunidad sin sistema b/p ,

Precio $_i$ / T_m = precio equivalente por tonelada que paga cada municipio con el sistema en marcha.

En el caso general ($j > 1$), el precio equivalente por tonelada que pagaría cada municipio no solo sería función de la generación por habitante, sino también del tipo de tratamiento a que se sometan los residuos.

Bibliografía

- Jansen, H., Denis, C. (1999). A welfare cost assessment of various policy measures to reduce pollutant emissions from passenger road vehicles. *Transportation Research Part D* 4 379-396.
- Davidson, O., Michaelis, L. (1996). GHG mitigation in the transportation sector. *Energy Policy* 24 (10/11) 969-984,
- Davis, W.B., Levine, M.D., Train, K.E. (1997). Fees and rebates on new vehicles: impacts on fuel efficiency, carbon dioxide emissions, and consumer surplus. *Transportation Research E (Logistics and Transportation Review)* 33 (1) 1-13.
- Lovins, A. B., Lovins, L. H., von Weizsäcker, E.U. (1997). Factor 4. Duplicar el bienestar con la mitad de recursos naturales. Informe al Club de Roma. Colección Galaxia Gutenberg. Círculo de Lectores. Barcelona.
- Collinge, R.A. (1997). User fees with “feebates”: Meeting revenue and allocative objectives without tradeoff, even when numbers are small. *Journal of Environmental Management* 50 171-185.
- Puig Ventosa, I. Definición de tasas municipales de gestión de residuos para incidir en la reducción y el reciclaje”, en Romano, D. y Barrenechea, P. (coords.). Instrumentos económicos para la prevención y el reciclaje de los residuos urbanos. Bakeaz/Fundación Ecología y Desarrollo. Bilbao. 2001.
- European Environment Agency (1996). Environmental Taxes - Implementation and Environmental Effectiveness. Environmental Issues Series No. 1. Copenhagen.