

UN ANÁLISIS DE LOS GASTOS MUNICIPALES POR EL SERVICIO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Germà Bel *

(Universitat de Barcelona y Cornell University)

Primera versión: febrero de 2003

Versión actual: marzo de 2005.

Resumen:

La literatura económica sobre los servicios municipales de residuos sólidos urbanos en España es muy escasa, a pesar de que este tipo de servicios ha sido objeto de intensas reformas organizativas y regulatorias. En esta investigación se analizan los factores explicativos de los gastos en que incurren los municipios por este servicio. Para ello, se determina una función de gastos municipales y se estima de forma paramétrica. Los resultados del análisis empírico son usados para estudiar la existencia de economías de escala con el output, economías de alcance, y el efecto de algunos factores directamente asociados con el servicio como el grado de residuos selectivos, la frecuencia de recogida o la existencia de instalaciones de depósito en el municipio. Además, se analiza el impacto sobre los gastos de otros factores como la densidad de población, los niveles salariales, la existencia de estacionalidad y la forma de producción, pública o privada.

Palabras clave: gobierno local, privatización, contratación externa, gestión medioambiental.

Códigos JEL: H72, L33, Q24, R50

An analysis of the municipal costs of urban solid waste collection

Abstract:

The economic literature on urban solid waste collection is scarce, although this type of services has undergone organizational as well as regulatory reforms. This research studies the factors explaining why the costs imposed by this service vary among municipalities. To do so, first we derive a municipal cost function. We then specify and estimate an explanatory model on a sample of municipalities. Empirical results are used to study scale economies, scope economies and the impact on municipal costs of some factors directly related to the service, such as recycling, frequency and location of a landfill in the municipality. In addition to this, we analyse the effects on municipal costs of density, wage levels, peak periods and contracting out.

Key words: local government, privatization, contracting-out, environmental management.

JEL codes: H72, L33, Q24, R50

* Grupo de investigación *Políticas Públicas y Regulación Económica*, de la Universitat de Barcelona. Esta investigación ha disfrutado de apoyo financiero proporcionado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (BEC2003-01679) y por la Generalitat de Catalunya, a través de las convocatorias competitivas de l'Escola d'Administració Pública (VIII Convocatoria, 1999). Ha sido de gran utilidad la información facilitada por la Junta de Residus de Catalunya y por los ayuntamientos que han colaborado en la *Encuesta sobre la Producción de Servicios Locales*, mediante la cual se han obtenido datos empíricos para este trabajo. La Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residus (EMHSTR) ha facilitado la asignación municipal del gasto por los servicios que esta entidad presta en su ámbito territorial, por lo que debo expresar mi agradecimiento a Albert Martínez. Miriam Galindo ha proporcionado información detallada sobre el funcionamiento técnico de los servicios de residuos en la comarca de El Montsià. La Federación de Servicios Públicos de la UGT ha facilitado información sobre negociación colectiva y condiciones salariales en el sector. Agradezco la colaboración y los comentarios detallados de Joan Ramon Borrell, Cristina Gispert, Enrique López Bazo, Pep Ruiz, Daniel Santín, Albert Solé, Maite Villalta, Mildred Warner y, muy especialmente, Xavier Fageda y Antonio Miralles. Versiones preliminares de este trabajo han sido presentadas en el Seminario de Investigación de Economía de la Universitat de Barcelona, el VI Encuentro de Economía Aplicada, el XXVIII Simposio de Análisis Económico y el XI Encuentro de Economía Pública. Por último, agradezco las sugerencias y comentarios de varios evaluadores anónimos y del editor. Cualquier error subsistente es de mi entera responsabilidad.

Un análisis de los gastos municipales por el servicio de residuos sólidos urbanos

I. Introducción

En España, como en otros países, los servicios públicos vinculados con el medio ambiente han sido sometidos a un grado intenso de reforma tanto de su organización como de su regulación. Los servicios de residuos sólidos son buen ejemplo. Tal servicio incluye diferentes fases: desde la recogida en el entorno urbano hasta el depósito en instalaciones de eliminación o tratamiento, pasando por el transporte desde el entorno urbano hasta estas últimas instalaciones.

Muchas Administraciones han puesto en marcha programas dirigidos a aumentar el grado de selección entre los residuos recogidos, para elevar la parte que puede ser reciclada. Con este objetivo se han establecido normas de obligado cumplimiento y esquemas de incentivos económicos (programas de subvenciones intergubernamentales, etc.). Así, por ejemplo, en Cataluña el porcentaje de residuos selectivos sobre el total saltó del 4,9% en 1998 al 12,5% en 2000, y llegó al 13,7% en 2001. Según datos del INE (<http://www.ine.es/inebase/cgi/axi>), en el conjunto de España se ha seguido una tendencia similar: si en 1998 la recogida selectiva de envases y plásticos era de 1,5 Kg/hab/año, en 2001 esta cantidad había llegado a 12,8 Kg/hab/año. La recogida selectiva de papel y cartón, y de vidrio también crece, aunque con menor intensidad. Por contra, los residuos mezclados (para eliminación) fueron en 2001 de 565 Kg/hab/año, menor que los 570 de 1999 y los 588 de 2000.¹

La extensión de la selección de residuos ha aumentado la complejidad de la organización del servicio. También se han formulado y aplicado programas dirigidos a cerrar vertederos incontrolados y a la generalización de vertederos controlados y otras fórmulas de eliminación de residuos más respetuosas con el medio ambiente. Por otra parte, este sector ha registrado un cambio muy intenso en la forma de producción del servicio. Por un lado, se han acometido

¹ Subsisten importantes disparidades entre territorios en la generación de residuos de eliminación. Además de los territorios insulares, cuya generación relativa de residuos mezclados es muy elevada, en 2001 destacaron en la península las Comunidades de Aragón y Andalucía, con 647 y 640 Kg/hab/año respectivamente, muy por encima de la media española de 565 Kg/hab/año. En el extremo inferior se sitúan Castilla y León y Extremadura, con 478

numerosas experiencias de agregación supramunicipal de la gestión, mediante instrumentos como mancomunidades, comarcas o consorcios. Por otro lado, y de manera compatible con lo anterior, en las dos últimas décadas se ha registrado un avance muy considerable del uso de la privatización como instrumento de reforma de la gestión del servicio (Bel y Miralles, 2003).

A pesar de la entidad de los cambios organizativos y regulatorios aplicados en los servicios de residuos sólidos, la literatura económica recoge pocos análisis empíricos de este sector en España. Bosch, Pedraja y Suárez-Pandiello (2000, 2001) analizan la eficiencia técnica de diferentes municipios mediante la metodología del Análisis Envolvente de Datos (DEA). Por otra parte, Bel (2002) estudia algunos efectos de la privatización del servicio sobre las tasas y el presupuesto público, y Bel y Miralles (2003) analizan los factores que influyen en la privatización de los servicios de residuos sólidos. Sin embargo, no existe aún ningún análisis empírico sobre los gastos municipales por el servicio de residuos sólidos. Este trabajo persigue llenar esta laguna de la investigación en España. Nuestro objetivo no es analizar los costes de producción de las unidades productivas públicas y de las empresas privadas.² Lo que nos proponemos aquí es explicar la variabilidad entre municipios de los costes soportados por el servicio de residuos sólidos. Para esto, en el trabajo se emplea el análisis multivariante con el propósito de determinar los factores que influyen en los gastos municipales por el servicio.

Para desarrollar esta agenda de investigación, en la sección siguiente se revisan con mayor detalle los antecedentes de la literatura en materia de análisis de funciones de costes (gastos) municipales en este tipo de servicios. A continuación, en la sección tercera se establece el marco teórico y se caracterizan el modelo empírico y los datos empleados. En la sección cuarta

y 479 Kg/hab/año, respectivamente. En el caso de Cataluña, el territorio para el que se desarrolla el análisis empírico, la cantidad de 568 Kg/hab/año de residuos mezclados es casi idéntica a la media española.

² Esto sería además imposible, dada la falta de información sobre los costes de producción de las empresas privadas en el nivel municipal. Ninguna empresa privada está dispuesta a ofrecer esta información. La motivación habitual para la confidencialidad de esos datos es su relevancia comercial en un entorno de concursos competitivos por contratos. El problema de falta de información sobre el coste de producción de las empresas privadas en el nivel municipal no es particular de España, sino universal. Esto explica que en la literatura internacional sobre residuos sólidos sean una excepción las estimaciones paramétricas de una función de costes de producción. De los trabajos reportados en el cuadro 1, más abajo, sólo en el de Stevens (1976:442-3) se emplean datos de coste de producción de empresas privadas.

se presentan los resultados empíricos. Por último, se establecen las principales conclusiones derivadas del análisis y algunas implicaciones de las mismas.

II. Antecedentes teóricos y empíricos.

El análisis se basa en los antecedentes más relevantes en los estudios de costes municipales en este sector: Hirsch (1965), Kitchen (1976), Stevens (1978), Domberger, Meadowcroft y Thompson (1986), Dubin y Navarro (1988), Callan y Thomas (2001), Dijkgraaf y Gradus (2003) y Ohlsson (2003). Además de la determinación de la función de gastos municipales y del análisis específico de la existencia de economías de escala y de densidad, se consideran de forma separada los residuos de eliminación y los residuos de tipo selectivo, cuyos únicos antecedentes relevantes son los trabajos de Callan y Thomas (2001) y Dijkgraaf y Gradus (2003). Además, y a diferencia de los mencionados trabajos, se presta una atención particular al fenómeno de la estacionalidad que implica la actividad turística, de especial relevancia en el contexto geográfico de referencia en el estudio. Por último, se emplea este contexto de análisis multivariante para determinar si la forma de producción del servicio (producción pública o contratación externa) ejerce alguna influencia sobre los gastos municipales.

Los primeros trabajos empíricos sobre costes del servicio de residuos sólidos con impacto relevante en la literatura son los de Hirsch (1965) y Kitchen (1976); en ellos se apuntan ya algunas de las cuestiones que han centrado la investigación subsiguiente. Así, por ejemplo, Hirsch (1965) concluye la ausencia de economías de escala con el output (economías de escala en adelante) en el servicio. Por su parte, Kitchen (1976) encuentra deseconomías de escala con la densidad de población (economías de densidad en adelante) en el coste. Sin embargo, el carácter de los modelos especificados en esos trabajos era muy preliminar y también eran muy importantes las limitaciones en cuanto a la disponibilidad de datos. Por ejemplo, Kitchen (1976) debe tomar la población servida como indicador de output ante la falta de datos sobre el volumen real de residuos sólidos, y obtiene una forma de U invertida en su análisis de las economías de escala respecto al output.

Estas limitaciones de información cuantitativa aparecen también en algunos estudios más recientes, como el de Domberger, Meadowcroft y Thompson (1986), cuya estimación del efecto negativo sobre los costes de la contratación externa así como de la producción retenida por unidades públicas mediante un procedimiento competitivo ha tenido un gran impacto en la literatura.³ A causa de las limitaciones de información, Domberger, Meadowcroft y Thompson (1986) emplean el número de unidades residenciales y de actividad económica servidas como aproximación a la cantidad de residuos generados. En materia de frecuencia toman una recolección por semana como valor de referencia para el análisis mediante variables dummies y distinguen entre más de una recolección por semana y menos de una recolección por semana. Sin embargo, su trabajo no analiza la cuestión de las economías de escala y encuentra unas economías de densidad ligeras y de limitada significación estadística.

El trabajo de Stevens (1978) supone un salto importante en la calidad de la especificación de modelos y de los datos empleados. En este estudio se toman ya en consideración las cuestiones relacionadas con la forma de producción (mercados competitivos con acuerdos particulares entre las familias y los productores privados, monopolio público o monopolio privado contratado por el municipio), y se abordan más formalmente las cuestiones relacionadas con las economías de densidad. Stevens (1978) usa los datos procedentes de una muestra de Savas (1977) para municipios de EEUU. Toma como variable explicada el coste total del servicio, y considera como variables explicativas la cantidad de residuos generada, un índice salarial del sector, la forma de producción (privada o pública), la estructura del mercado (competitivo o monopolístico), la frecuencia de la recogida, la cantidad de residuos por habitante, la densidad de población y la variabilidad de las condiciones climáticas. Los resultados empíricos de Stevens (1978) muestran la existencia de economías de escala positivas en los municipios de menor población, no se encuentra evidencia de economías de densidad, la frecuencia de

³ En un trabajo posterior, Cubbin, Domberger y Meadowcroft (1987) analizan los mismos datos mediante el análisis de eficiencia técnica basado en inputs, a través del cual concluyen que los aumentos de productividad

recogida y los indicadores de salarios influyen positivamente sobre los costes. Por último, la variación climática y la forma de producción carecen de efectos significativos, aunque en el caso de la forma de producción en los municipios de más de 50.000 habitantes el monopolio privado tiene un efecto de reducción en los costes. Los resultados obtenidos al segmentar los municipios por tamaño de población hacen que Stevens (1978) plantee la existencia de un cambio estructural en la ecuación que haría incorrecta la agregación de la muestra, aunque no encuentra evidencia estadística sólida de ello.

Dubin y Navarro (1988) tratan el mismo esquema de cuestiones abordado en Stevens (1978). Sobre la misma muestra de Savas (1977), toman como variable explicada el coste medio del servicio, y consideran como variables explicativas la cantidad de residuos recogida por vivienda, la estructura del mercado (estrictamente privada, franquicia o municipal, sea ésta última con producción pública o con contratación externa), la frecuencia de la recogida, la recogida en lugar de depósito o a domicilio, la densidad de población y la variabilidad de las condiciones climáticas. Los resultados empíricos de Dubin y Navarro coinciden con los de Stevens en la existencia de economías de escala positivas en los municipios de menos de 20.000 habitantes, aunque la importancia de estas economías de escala es muy reducida. Por encima de 20.000 habitantes se agotan las economías de escala. No encuentran evidencia directa de economías de densidad.⁴ Además, la mayor frecuencia de la recogida hace crecer los costes, mientras que éstos disminuyen al aumentar la recogida en puntos de depósito. Las variaciones de temperatura no tienen significación alguna. Con respecto a la forma de producción, la de mercado privado aparece como la más costosa, mientras que la producción en monopolio local, sea público o privado, aparece como la menos costosa. Por último, Dubin y Navarro (1988) contrastan la sugerencia de Stevens (1978) sobre el cambio estructural de la

física explican la mayor parte de la reducción de costes tanto bajo contratación externa como bajo producción pública retenida a través de un procedimiento competitivo.

⁴ Con respecto a las economías de densidad, Dubin y Navarro (1988) se plantean el problema de la posible correlación entre la densidad de población y la forma de organización del servicio, que podría afectar a la

ecuación de costes según el tamaño de población, pero su análisis no encuentra evidencia que permita rechazar la hipótesis de estabilidad estructural de la ecuación de costes.

En un trabajo más reciente Callan y Thomas (2001) consideran en su estudio la posible naturaleza multiproducto del servicio de residuos sólidos, distinguiendo entre sus dos componentes principales: residuos de carácter general dirigidos a la eliminación y residuos de carácter selectivo dirigidos al reciclaje. Estiman un modelo de dos ecuaciones en el que la variable explicada es el coste del servicio (de eliminación por una parte y de reciclaje por otra), y las variables explicativas son las cantidades de residuos generadas, la densidad de población, la frecuencia de la recogida, la forma de producción del servicio (monopolio público o contratación externa), la existencia de vertedero en el municipio, etc. Callan y Thomas (2001) encuentran ausencia de economías de escala y presencia de economías de densidad para los residuos de eliminación, mientras que los residuos de reciclaje muestran economías de escala y ausencia de economías de densidad. Por otra parte, encuentran economías de alcance tanto para eliminación como reciclaje. La mayor frecuencia de recogida hace crecer los costes en ambos casos, y la existencia de vertedero en el municipio reduce el coste. Por último, la forma de producción no influye en los costes.

En último lugar, es interesante mencionar los trabajos de Dijkgraaf y Gradus (2003) y Ohlsson (2003). Ambos trabajos introducen un uso intenso de pruebas de estabilidad estructural de la ecuación de costes mediante el test de Chow. Dijkgraaf y Gradus (2003) contrastan la estabilidad estructural de la ecuación de costes tanto para el tamaño de los municipios como para la forma de producción. Ohlsson (2003) contrasta la estabilidad de la ecuación de costes para la forma de producción. Este contraste es realmente importante, pues de obtenerse inestabilidad estructural entre producción y pública y producción privada, como encuentra Ohlsson, una variable *dummy* según forma de producción sería una especificación incorrecta

consistencia de la estimación de la densidad y explicar su falta de significación en estudios anteriores. Después de corregir su modelo con el efecto de la estructura de mercado hallan economías de densidad positivas.

para la comparación de costes. Por lo demás, ambos trabajos especifican una función de costes *a la Stevens* (1978). Además, Dijkgraaf y Gradus (2003) introducen variables que reflejan la recogida selectiva de residuos aunque, a diferencia de Callan y Thomas (2001), no disponen de costes desagregados según tipo de residuos, y los residuos de tipo selectivo se toman en porcentaje sobre el total de residuos. Es interesante señalar que Dijkgraaf y Gradus (2003) no encuentran relación significativa entre forma de producción y costes, mientras que Ohlsson (2003) halla que la producción privada es más cara que la pública. Las restantes características de estos trabajos, así como las de los mencionados más arriba, son recogidas en el cuadro 1.

Cuadro 1: Principales características de los trabajos más relevantes de la literatura.

Trabajo	Variable explicada	Variables explicativas	Forma funcional	Economías de escala	Economías de densidad
Hirsch (1965)	Coste medio	Output, input (w), entorno	Lineal cuadrática	Ausencia	Ausencia
Kitchen (1976)	Coste medio	Output, input (w), entorno	Lineal cuadrática	Forma de U invertida.	Deseconomías de densidad.
Stevens (1978)	Coste total	Output, input (w), entorno	Doble logarítmica	Economías de escala; se diluyen entre 20000 y 50000 habitantes	Ausencia
Domberger et al. (1986)	Coste total	Output, input (w), entorno	Doble logarítmica	No se inspeccionan	Economías de densidad ligeras y de significación limitada.
Dubin y Navarro (1988)	Coste medio	Output, entorno	Lineal	Economías de escala ligeras; se desvanecen a partir de 20000 habitantes	Mixtos
Reeves y Barrow (2000)	Coste total	Output	Doble logarítmica	Ausencia	Deseconomías de densidad
Callan y Thomas (2001)	Coste total (separa eliminación y selectivo)	Output, entorno	Lineal	Ausencia en eliminación; economías de escala en selectiva.	Economías de densidad en eliminación; ausencia en selectiva
Ohlsson (2003)	Coste medio	Output, input (k,w), entorno	Doble logarítmica	Resultados mixtos	Deseconomías de densidad.
Dijkgraaf y Gradus (2003)	Coste total	Output, entorno	Doble logarítmica	Ausencia	Mixtos

Nota: En todos los casos, con la excepción de Stevens (1978), el coste se especifica como el conjunto de pagos efectuados en el municipio por el servicio (dividida por la cantidad de residuos, cuando se toma el coste medio). No se incluyen en este resumen análisis que no sean de tipo multivariante.

Fuente: Elaboración propia.

Mediante la revisión de la literatura más relevante en el ámbito del análisis de la estructura de costes municipales del servicio de residuos se aprecia la relevancia de cuestiones como las relativas a la existencia de economías de escala o de economías de densidad, sobre las que la

evidencia empírica ofrece evidencia ambigua. Otros factores explicativos muestran resultados menos ambiguos: el aumento de la frecuencia de recogida hace crecer los costes y la proximidad de las instalaciones de vertido los reduce. Los factores de tipo climático no muestran generalmente un efecto significativo sobre los costes. Por último, en este contexto del análisis multivariante de la estructura de costes, el mercado estrictamente privado aparece asociado con mayores costes. Y, por lo que se refiere al efecto de la forma de producción (pública o privada), los resultados muestran ambigüedad.

III. Marco teórico, modelo empírico y datos.

Una nota preliminar de carácter terminológico es ineludible antes de proceder con el contenido de esta sección. Todos los trabajos existentes en la literatura internacional utilizan el término *coste del servicio* para referirse a los gastos realizados en el municipio como pago por el servicio.⁵ Por tanto se trata en realidad de estimaciones de la función de los costes soportados en el municipio por el servicio (es decir, los gastos efectuados por el servicio).⁶ Este trabajo empírico tiene características básicas similares a las de los trabajos mencionados y, en particular, la variable dependiente se especifica de forma idéntica (gastos efectuados en el municipio por el servicio). No obstante, se emplea la denominación *gastos municipales* en lugar de *costes municipales* para evitar que el término *coste* induzca a confusión sobre qué se está realmente estimando.⁷

La función básica del gasto municipal por el servicio de residuos sólidos se puede representar de la siguiente forma:

⁵ Como se ha mencionado en la nota a pie número 2, sólo en el trabajo de Stevens (1978:442-3) el término *coste* incluye información sobre el coste de producción de las empresas privadas. En el resto de los trabajos relacionados el *coste* se identifica como los gastos efectuados en el municipio a raíz del servicio [ver Hirsch (1965:90-1), Kitchen (1976:65), Domberger et al (1986:74), Dubin y Navarro (1988:231), Reeves y Barrow (2000: 139), Callan y Thomas (2001:555), Ohlsson (2003:462-3) o Dijkgraaf y Gradus (2003:152)].

⁶ En el caso de la producción pública municipal del servicio, el *coste municipal* y el *coste de producción* son equivalentes. Pero no es así necesariamente en el caso de la producción privada. Incluso en los casos en que se explicita el supuesto de que el *coste pagado* por el municipio refleja el *coste de producción* de la empresa privada (Ohlsson, 2003:463) se admite que este supuesto es muy fuerte. De hecho, sería necesario que exista competencia perfecta en las concesiones, información perfecta y ausencia de subsidios cruzados intra-empresa para que este supuesto fuese plausible.

$$g = f(q, p, x, z) \quad [1]$$

Donde g representa los gastos municipales, que se determinan a partir del volumen de output q , el precio de los inputs p , algunas características x del output, y algunas características no controlables z que afectan al servicio. Los factores explicativos que se consideran son los siguientes:

qe = Volumen de residuos de eliminación generados en el municipio

qs = Volumen de residuos selectivos generados en el municipio

cs = Coste salarial

$frec$ = Frecuencia de recogida de residuos.

ver = Instalaciones de vertido de residuos.

$priv$ = Forma de producción del servicio (producción privada o producción pública).

den = Densidad de población.

tur = Actividad turística.

Las variables qe y qs miden el output, la variable cs refleja el precio del factor productivo trabajo, las variables $frec$, ver y $priv$ recogen algunas características del output sobre las que se tiene control en el contexto del servicio, y por último las variables den y tur son variables de entorno no controlables en el contexto del servicio. En general, estos factores explicativos son comunes a los empleados en los trabajos relacionados más arriba. Como es habitual en los análisis empíricos en este sector, el precio del factor productivo capital está ausente de la función de gastos (ver cuadro 1).⁸ Por último, la actividad turística no aparece en ninguno de ellos, aunque consideramos relevante su inclusión en el contexto geográfico en el que se realiza nuestro análisis empírico.

a) La variable dependiente

La variable dependiente es el gasto municipal por el servicio de residuos sólidos, que comprende los gastos destinados a sufragar la recogida, el transporte al centro de eliminación o tratamiento, y la propia eliminación o tratamiento. Especificamos como variable dependiente el

⁷ Sigo en esto la indicación recibida en el proceso de evaluación.

⁸ La disponibilidad de datos sobre este factor ha sido extremadamente reducida en la historia de análisis empíricos de este sector. Además, en algunas ocasiones se ha indicado que nada señala ex-ante que el precio del capital deba diferir según municipios: así lo sugirió ya Kitchen (1976:62), y Dijkgraaf y Gradus (2003:151) lo apuntan explícitamente.

gasto total (agregado) del servicio, *gt*, al igual que Stevens (1978), Domberger, Meadowcroft y Thompson (1986), Callan y Thomas (2001) y Dijkgraaf y Gradus (2003).

b) Las variables explicativas

1) *Cantidad de residuos de eliminación*: La primera variable explicativa es la cantidad de residuos de eliminación generados (*qe*) expresada en kilos. Se espera encontrar una relación positiva entre cantidad de residuos de eliminación y gasto total. Por tanto, esperamos un coeficiente positivo y significativo.

2) *Cantidad de residuos selectivos*. Los datos disponibles permiten distinguir entre residuos para eliminación y residuos selectivos. Esto permite analizar de forma específica el impacto de estos últimos sobre los gastos. Se espera encontrar una relación positiva entre cantidad de residuos selectivos (*qs*) y coste total.

3) *Nivel salarial*: La existencia de variabilidad salarial entre los diferentes territorios podría influir en los gastos municipales. Una primera estrategia para recoger este impacto podría ser la inclusión de niveles salariales locales. Pero esto presenta, primero, un problema práctico: tal información no existe con el nivel de detalle requerido para la muestra. Por otra parte, y desde una perspectiva más analítica, las reformas en la forma de organizar la producción del servicio de residuos sólidos –como la contratación externa y la agregación supramunicipal- han desvinculado lugar de trabajo y residencia de la fuerza de trabajo.⁹

Por lo que respecta a los niveles salariales en el sector, el convenio laboral vigente en el año 2000 tenía carácter estatal, y sólo existían tres convenios provinciales, para Murcia, León y

⁹ La contratación externa del servicio permite que una empresa se encargue del mismo en varios municipios. En nuestra muestra más del 80% de los municipios emplean la contratación externa. Además, entre los que mantienen producción pública se ha extendido la comarcalización del servicio, sobre todo entre los municipios de menor población. Así, por ejemplo, entre los municipios de menos de 5.000 habitantes de nuestra muestra menos del 30% mantienen producción pública, y entre éstos últimos está generalizada la agregación del servicio a nivel supramunicipal, bien en el transporte o bien en la recogida y transporte. En suma, en nuestro contexto es difícil mantener la coincidencia entre lugar de trabajo y lugar de residencia. Algunos trabajos sobre costes generales de los servicios locales (i.e. Solé-Ollé y Bosch, 2003) adoptan como variable aproximativa la población, a partir del supuesto de que los salarios crecen con el tamaño de la ciudad. Esto plantea aquí un problema adicional: la población está muy correlacionada con el volumen de residuos. Por ello, su inclusión como variable introduciría un problema grave de multicolinealidad en el modelo.

Cáceres. Además, existen convenios específicos de contrata, que permiten a las grandes empresas del sector, cuyos niveles salariales son más altos, modular el convenio de empresa según las características específicas de la contrata. Esto ofrece poca información útil para este trabajo. No obstante, es muy probable que los trabajadores que prestan servicios en el sector en los municipios de una provincia residan en la misma, y una hipótesis plausible es que los salarios del sector muestren disparidades territoriales similares a las existentes en el conjunto de la economía. En su análisis sobre costes de servicios públicos locales en EEUU, Ladd (1992) toma como variable los niveles salariales estatales.

Para el caso de España, Alcaide y Alcaide (2003) ofrecen estimaciones a nivel provincial sobre el coste salarial tanto agregado como para diferentes sectores, para cada año desde 1995 hasta 2002. Entre estos sectores se hallan el sector de servicios públicos y el sector de servicios privados. Aunque a priori podría pensarse que el coste salarial de los servicios públicos es el más apropiado para emplear en un análisis sobre el servicio de residuos sólidos, es necesario recordar que este servicio está privatizado en el 82% de los municipios de nuestra muestra. Por tanto, es preferible emplear el coste salarial de los servicios privados antes que el coste salarial de los servicios públicos.¹⁰ A partir de los datos ofrecidos por Alcaide y Alcaide (2003) en sus tablas 52 (costes salariales en los servicios privados) y 21 (empleos asalariados en el sector de servicios privados), podemos derivar el coste salarial por empleado, en euros y para 2000, para cada provincia de Cataluña (en paréntesis se indica el porcentaje respecto al coste por empleado para el conjunto de Cataluña): Barcelona 23.884 (100,2%), Girona 23.726 (99,5%), Lleida 22.198 (93,1%) y Tarragona 24.468 (102,6%).

¹⁰ De hecho, si las estimaciones se realizan con los datos referidos al coste salarial del sector servicios públicos, el resultado es paradójico pues el coste salarial presenta una relación negativa –y significativa en algunas estimaciones– con el gasto total. En la medida en que el sector servicios públicos en la estimación de Alcaide y Alcaide se basa en empleos públicos, no ofrece una buena aproximación a nuestro subsector, pues la gran mayoría de los empleos son privados, de acuerdo con el hecho de que en el 82% de los municipios de la muestra el servicio es producido por empresa privada. Por último, si en las estimaciones se toman costes salariales agregados de la provincia, el coeficiente tiene signo negativo, aunque en ningún caso es significativamente distinto de cero.

Con esta información y antecedentes, se especifica la variable coste salarial provincial en el sector de servicios privados (*cssp*), que toma en cada municipio el valor medio de su provincia. Se espera que la variable tenga efecto significativo y relación positiva con el gasto.

4) *Frecuencia (frec)*: Número de días con recogida de residuos durante la semana. De acuerdo con los antecedentes, se espera un efecto positivo y significativo de esta variable.

5) *Densidad (den)*: La medida usualmente empleada en la literatura sobre costes del servicio de residuos es la que relaciona el número de viviendas con la superficie del término municipal. Los datos disponibles desagregados en detalle municipal sobre número de viviendas en España sufren un considerable retraso y su actualización es quinquenal o decenal. Por tanto, se toma como indicador de la densidad del municipio el estándar de densidad de población, habitantes por kilómetro cuadrado, indicador que también es usado en trabajos sobre demanda del servicio (i.e. Kinnaman y Fullerton, 2000). El efecto esperable de la densidad es ambiguo. Por una parte un mayor grado de concentración de la población ofrece la posibilidad de recoger mayor cantidad de residuos en cada parada para la recogida. Por otra parte, en la recogida y transporte de los residuos predomina el carácter de la actividad de transporte. Y el tiempo de transporte es muy sensible a los fenómenos de congestión y a la regulación del tráfico mediante semáforos que suelen ir asociados a densidades de población altas.¹¹ Por tanto, se hace difícil predecir el efecto de la densidad de población sobre los gastos municipales, lo que es consistente con la ambigüedad que ofrecen al respecto los resultados de la literatura.

6) *Actividad turística (tur)*: No existen antecedentes del empleo de esta variable en el análisis multivariante de los gastos municipales del servicio de residuos sólidos, pero la importancia de esta actividad en el contexto geográfico de nuestro análisis empírico hace aconsejable su inclusión. Esto no se deriva de la existencia de la actividad turística en sí, puesto que una distribución estable durante el año de la actividad turística en un municipio se reflejaría

directamente en los datos sobre cantidad de residuos generados y permitiría mantener una estructura similar del servicio durante todo el año. Pero la actividad turística en Cataluña está sometida a un elevado componente estacional, tanto en el caso del turismo de verano como de invierno. En estas circunstancias, aunque los datos de residuos generados o los cambios en la frecuencia del servicio reflejen en alguna medida el efecto del turismo, no consiguen absorber la inestabilidad en la estructura de producción causada por la estacionalidad turística, que acostumbra a exigir refuerzos estacionales de medios (como refuerzos de plantilla o prolongación de jornada laboral, etc). Por tanto, el efecto de la intensidad del turismo estacional sobre los gastos por el servicio puede ser positivo y significativo.

En su análisis del efecto de variables no controlables sobre la eficiencia del servicio de residuos sólidos, Bosch, Pedraja y Suárez-Pandiello (2001) usan la ‘población estacional’, estimada por la Generalitat de Cataluña a partir de las estadísticas de población de 1996 y varias estadísticas sobre turismo. El uso de esta variable presenta algunas carencias para nuestro análisis. La última estimación disponible se refiere al año 1998, mientras nuestro análisis empírico toma 2000 como año de referencia. Más agudo es el problema que plantea que la población estacional sólo sea estimada para municipios de más de 5.000 habitantes, además de las capitales de comarca. Sin embargo, en nuestra muestra la mitad de los municipios tienen menos de 5.000 habitantes. Dadas estas carencias se adopta como variable el indicador ‘índice turístico’ para 2000 publicado por el Servicio de Estudios de la Caixa.¹²

7) *Vertedero en el municipio (ver)*. El coste del transporte entre el municipio donde se produce la recogida y el lugar de vertido de los residuos es una parte importante del coste total del servicio. Por este motivo algunos trabajos toman la distancia entre el municipio y el vertedero como indicador de coste. La distancia entre municipio y lugar de vertido es un indicador

¹¹ Aunque ha sido habitualmente obviada en la literatura sobre costes del servicio de residuos sólidos, esta dualidad del efecto de la densidad sobre los costes de los servicios municipales fue sugerida ya hace tiempo por Bodkin y Conklin (1971), y considerada en algunos trabajos (i.e. Kitchen, 1976).

¹² Este índice está disponible para todos los municipios de más de 1.000 habitantes, y se calcula en función de la cuota tributaria del impuesto de actividades económicas sobre los establecimientos de alojamiento.

correcto, a priori, del tiempo de viaje. Pero a medida que se amplía el espacio geográfico de la muestra de municipios pueden introducirse discrepancias significativas en las características orográficas del terreno, las condiciones de las carreteras y la densidad de circulación, factores que influyen de forma determinante en el tiempo de viaje, que explica el coste del transporte en mucha mayor medida que la distancia física recorrida. Por este motivo, estudios recientes como Callan y Thomas (2001) prefieren adoptar como variable una *dummy* que refleje la existencia de vertedero en el término municipal. Adoptamos este criterio y establecemos la variable *dummy Ver*, que toma valor 1 cuando el vertedero está en el término municipal y valor 0 en caso contrario. Esperamos que el efecto de esta variable sobre los gastos por el servicio sea de signo negativo y significativo.

8) *Producción privada (priv)*. Para evaluar la influencia de las formas alternativas de producción sobre el gasto municipal se adopta la variable *priv* como una *dummy* que toma valor 1 cuando el servicio es producido por una empresa privada y valor 0 en caso de producción pública. El efecto esperado de la variable es ambiguo. Algunos estudios multivariantes encuentran una relación de signo negativo entre producción privada y costes del servicio, mientras otros no encuentran significación estadística alguna.¹³

c) Los datos y sus fuentes

Todos los datos empleados en el análisis empírico se refieren al año 2000. La información sobre cantidad de residuos generados se publica en la página web de la Generalitat de Cataluña (<http://www.gencat.es>), e incluye el volumen tanto de los residuos de eliminación como de los selectivos. De la misma fuente proceden los datos sobre vertederos existentes para el depósito de residuos en Cataluña, y el término municipal donde se ubican. La población municipal se ha

¹³ Además de los resultados mencionados en la sección antecedentes teóricos y empíricos, Hodge (2000) y Savas (2000) contienen información sobre otros trabajos que estudian esta cuestión. Trabajos posteriores a las revisiones de Hodge (2000) y Savas (2000) encuentran resultados diversos: disminución de gastos con la gestión privada (Reeves y Barrow, 2000), evidencias mixtas (McDavid, 2000, 2001), y ausencia de diferencias significativas entre una y otra forma de producción [Callan y Thomas (2001), Dijkgraaf y Gradus (2003)] y gastos superiores con producción privada (Ohlsson, 2003). Por último, en su análisis de la eficiencia técnica mediante DEA del servicio

obtenido de la página web del Instituto Nacional de Estadística (<http://www.ine.es>) y los datos sobre superficies municipales han sido obtenidos de la página web del Instituto de Estadística de Cataluña (<http://www.idescat.es>). Las estimaciones sobre costes salariales a nivel provincial se han derivado de la información ofrecida en Alcaide y Alcaide (2003). Los datos del índice turístico han sido publicados en el *Anuario Económico 2002* del Servicio de Estudios de La Caixa (<http://www.lacaixa.es>).

Los datos relativos a gastos municipales por el servicio, frecuencia semanal y forma de producción del servicio se han obtenido mediante una encuesta (*Encuesta sobre la producción de servicios locales*) realizada a los municipios de Cataluña desde la Universitat de Barcelona. La encuesta se desarrolló en dos fases. En la primera, entre mayo y octubre de 2000, se obtuvieron, entre otros, datos sobre la forma de producción y la frecuencia del servicio. En una segunda fase, desarrollada entre febrero y octubre de 2002, se amplió la petición de información a los municipios de más de 1.000 habitantes que habían respondido la encuesta anterior con, entre otros, datos sobre gastos liquidados del año 2000 del servicio de residuos sólidos. Asimismo, en esta segunda fase se envió a aquellos municipios de más de 1.000 habitantes que no habían respondido inicialmente¹⁴ un formulario completo que incluía también la información solicitada en la primera fase. El desarrollo de la encuesta ha permitido obtener información completa y suficiente para 186 municipios.¹⁵

en 75 municipios catalanes, Bosch, Pedraja y Suárez-Pandiello (2000) no hallan diferencias significativas en los indicadores de eficiencia entre producción privada y pública.

¹⁴ En la primera fase de la encuesta se incluyó también a los municipios de menos de 1.000 habitantes. Sin embargo, el extremadamente bajo grado de respuesta en los municipios de este rango de población, junto con el hecho de que la información para algunas variables no está disponible para los municipios de menos de 1.000 habitantes, aconsejó excluirlos de la segunda fase de la encuesta y de la muestra final. La ausencia de los municipios de menos de 1.000 habitantes no perjudica la representatividad global del análisis.

¹⁵ En los procesos de obtención de datos sobre gastos municipales de este servicio se han convertido en tradicionales algunos problemas. Destacan entre ellos las carencias de información sobre: a) inversiones y amortizaciones en el caso de unidades de producción pública no transformadas en sociedades, que puede sesgar a la baja los costes de la producción pública; b) inclusión de gastos de limpieza viaria en unidades públicas o en contrataciones externas que incluyen también este servicio, que pueden sesgar al alza los gastos municipales; c) ausencia de los costes de transacción en el caso de contrataciones externas, que pueden sesgar a la baja los gastos derivados de esta forma de producción. A través del proceso de obtención de datos se ha tratado de detectar errores de estos tipos y corregirlos, con la esperanza de que los errores sean de dimensión mínima y estén distribuidos aleatoriamente. Aunque no existían lagunas de información, se ha tenido que excluir a los municipios de Martorelles y Sant Gregori, puesto que la información enviada correspondía, respectivamente, a 2001 y a 2002.

Las características más generales de la muestra se describen en el cuadro 2. La muestra incluye el 44% de los municipios de más de 1.000 habitantes de Cataluña. En el caso de los municipios de más de 20.000 habitantes, los incluidos suponen casi el 80% del total. Por lo que respecta a los municipios medianos (de 5.000 a 20.000 habitantes), la muestra incluye a la mitad de los mismos. Por último, la muestra incluye al 35% del total de municipios de entre 1.000 y 5.000 habitantes, porcentaje que puede considerarse muy elevado para este tamaño de municipio.¹⁶ Si se analiza la representatividad de la muestra según la cantidad de población incluida, el grado de cobertura alcanzado es algo superior al del número de municipios. Esto se explica porque la frecuencia de las respuestas a la encuesta crece con el tamaño de la población. La población incluida en la muestra representa casi el 79% del total de la población de los municipios de más de 1000 habitantes, y el 76% de la población total de Cataluña.

Cuadro 2. La representatividad de la información obtenida a partir de la encuesta.

MUNICIPIOS INCLUIDOS EN EL ANÁLISIS					
Nº.habitantes...	1.000-4.999	5.000-9.999	10.000-10.999	20.000 o >	Total > 1.000
Nº municipios	89	32	26	39	186
% sobre total	34,9	44,4	57,8	79,6	44,2
Población	218.544	233.870	368.415	3.945.521	4.766.350
% sobre total	37,6	47,9	58,4	90,9	78,9
TOTAL DE MUNICIPIOS (1.000 O MÁS HABITANTES) Y POBLACIÓN – 2000					
Nº habitantes	1.000-4.999	5.000-9.999	10.000-10.999	20.000 o >	Total > 1.000
Nº municipios	255	72	45	49	421
Población	582.079	488.545	630.617	4.340.751	6.041.992

Fuente: Elaboración propia a partir de la *Encuesta sobre la Producción de Servicios Locales (UB)*

Por otra parte, los 186 municipios incluidos en la muestra acumulan 2.492,86 millones de kilos de residuos, cifra que supone casi el 75% del total de residuos generados en Cataluña en 2000. La cantidad de residuos selectivos generados en los municipios de la muestra supone el 12,6% de los residuos totales, porcentaje que para el conjunto de Cataluña es del 12,5%.

¹⁶ No existen antecedentes en la literatura para España, y son muy escasos para otros países, de estudios que incluyan información significativa para municipios de menos de 5.000 habitantes. Por lo que respecta a los municipios de más de 5.000 habitantes tomados en su conjunto, los incluidos son 97 (60% del total), cifra que es algo superior a las de 75 y 73 usada respectivamente en los trabajos sobre municipios catalanes de Bosch, Pedraja y Suárez-Pandiello (2000, 2001), que podían considerarse ya como bastante elevadas.

La eventual existencia de sesgos en la información obtenida a través de la encuesta podría ser una fuente de preocupación. Así, por ejemplo, Szymanski y Wilkins (1993) sospechan que los municipios que han sido más exitosos con sus reformas tienen más propensión a contestar las encuestas y realizan un test para el sesgo de la muestra (que no les permite rechazar su modelo no corregido). En el desarrollo de nuestra encuesta no se han puesto de manifiesto sesgos o características específicas que pudiesen tener los municipios en su actitud respecto a la contestación a la encuesta. La única excepción es la del tamaño del municipio: como se ha mencionado, la propensión a contestar crece con el número de habitantes. En el cuadro 2 se observa que es especialmente importante para los municipios de mayor población, a partir de 20.000 habitantes. Como consecuencia de esto, los municipios de más población pueden estar algo sobre-representados en la muestra, aunque haber obviado a los municipios de menos de 1.000 habitantes reduce este potencial problema, pues el porcentaje de respuesta por encima de 1.000 habitantes es siempre elevado.

El cuadro 3 presenta estadísticas descriptivas para las variables más relevantes.

Cuadro 3. Resumen estadístico para variables relevantes

Habitantes	Gasto total (euros)	Cantidad residuos eliminación (kilo)	Cantidad residuos selectivos (kilo)	Densidad	Frecuencia	Actividad turística
Media	955.665	11.705.408	1.697.051	1.170,21	6,05	65
Máximo	60.653.984	654.754.594	99.136.706	19.514,29	7	5.816
Mínimo	12.364	212.068	95	15,26	3	0
Desviación estándar	4.544.265	49.478.611	7.498.792	2.791,61	1,20	440
Coefficiente variación	4,76	4,23	4,42	2,39	0,20	6,77

Fuente: Elaboración propia a partir de la *Encuesta sobre la Producción de Servicios Locales*.

El cuadro 4 resume la definición de las variables, hipótesis y fuentes de datos.

Cuadro 4: Resumen de variables, hipótesis y fuentes de datos.

Variable	Descripción	Hipótesis	Fuente de datos
<i>Gt</i>	Gasto total		EPSL
<i>Qe</i> <i>Qs</i>	Cantidad residuos eliminación Cantidad residuos selectivos	Cantidad de residuos de eliminación aumenta el gasto total Cantidad de residuos selectivos aumenta el gasto total Economías de escala ligeras en municipios menores [Stevens (1978), Dubin y Navarro (1988)] o inexistentes [Hirsch (1965), Callan y Thomas (2001), Dijkgraaf y Gradus (2003)]. Ausencia de economías de escala en municipios mayores.	JRGC
<i>Cssp</i>	Coste salarial provincial en el sector de servicios privados	Efecto positivo y significativo sobre los gastos [Stevens (1978), Domberger, Meadowcroft y Thompson (1986)]	FUNCAS
<i>Frec</i>	Frecuencia de recogida durante la semana	Aumenta los gastos [Stevens (1978), Domberger, Meadowcroft y Thompson (1986), Dubin y Navarro (1988), Callan y Thomas (2001), Dijkgraaf y Gradus (2003)]	EPSL
<i>Tur</i>	Actividad turística	Aumenta los gastos	SEC
<i>Den</i>	Densidad de población	Resultados ambiguos: Ausencia de economías de densidad (Stevens, 1978); deseconomías de densidad [Kitchen (1976), Ohlsson (2003)]; economías de densidad (Domberger, Meadowcroft y Thompson (1986)]; mixtos [Dubin y Navarro (1988), Callan y Thomas (2001)]	INE e IDESCAT
<i>Ver</i>	Existe vertedero en municipio	Reduce los gastos (Callan y Thomas, 2001)	JRGC
<i>Priv</i>	Producción privada	Resultados ambiguos: Producción privada reduce gastos [Kitchen (1976), Domberger, Meadowcroft y Thompson (1986), Reeves y Barrow (2000)]; forma de producción no influye en gastos [Hirsch (1965), Dubin y Navarro (1988), Thomas y Callan (2001), Dijkgraaf y Gradus (2003)]; evidencia mixta [Stevens (1978), McDavid, 2000, 2001)]; producción privada aumenta gastos [Ohlsson (2003)].	EPSL

Nota: Hodge (2000) y Savas (2000) contienen información sobre otros trabajos que han estudiado el efecto de la forma de producción sobre los costes municipales.

Fuentes: EPSL: Encuesta sobre producción de servicios locales (Universitat de Barcelona); JRGC: Junta de Residus (Generalitat de Catalunya); FUNCAS: Fundación de las Cajas de Ahorro. INE: Instituto Nacional de Estadística; SEC: Servicio de Estudios de la Caixa; IDESCAT: Instituto de Estadística de Cataluña.

La ecuación estimada

A partir de la función de gastos [1] se especifica un modelo del siguiente tipo para los gastos totales soportados por los municipios por el servicio de residuos sólidos:

$$gt_i = \beta_0 qe_i^{\beta_1} qs_i^{\beta_2} den_i^{\beta_3} frec_i^{\beta_4} cssp_i^{\beta_5} e^{(\beta_6 tur_i + \beta_7 ver_i + \beta_8 priv_i + u_i)} \quad [2]$$

Todas las variables han sido definidas más arriba. La especificación del modelo toma en consideración que para la variable que refleja la actividad turística, *tur*, existen observaciones cuyo valor es cero, por lo que no es posible su transformación logarítmica. Como en Stevens (1978), Domberger, Meadowcroft y Thompson (1986), Dijkgraaf y Gradus (2003) y Ohlsson (2003), se ha estimado la forma doble logarítmica de la ecuación:

$$\log gt_i = \beta_0 + \beta_1 \log qe_i + \beta_2 \log qs_i + \beta_3 \log den_i + \beta_4 \log frec_i + \beta_5 \log cssp_i + \beta_6 tur_i + \beta_7 ver_i + \beta_8 priv_i + u_i [3]$$

La posible existencia de complementariedades entre los diferentes output es un asunto relevante. Por tanto, el estudio de las posibles economías de alcance es de interés por sí y también para el análisis de las economías de escala. Por este motivo se ha estimado también una forma funcional de tipo cuadrático,¹⁷ que presenta mayor flexibilidad para el análisis de las variables combinadas; en nuestro caso las variables de cantidad de output. Más adelante, se discuten los resultados de esta estimación.

Por último, de la revisión de la literatura se desprende la existencia de algunas cuestiones relacionadas con el tamaño del municipio. Por una parte, cuando se han hallado economías de escala [Stevens (1978) y Dubin y Navarro (1988)], se ha observado su eventual agotamiento a partir de una dimensión de población que suele situarse en el entorno de los 20.000 habitantes. Por otra parte, Stevens (1978) y Dubin y Navarro (1988) abordan la cuestión de la estabilidad estructural de la ecuación de costes según tamaño de población. Para analizar estas cuestiones en nuestro contexto se sigue el enfoque usado por Stevens (1978), y se ha segmentado la muestra en diferentes subgrupos por población (municipios hasta 5.000 habitantes, hasta 10.000, hasta 20.000 y municipios de 20.000 o más habitantes),¹⁸ y se han estimado las ecuaciones para cada uno de estos subgrupos. A partir de los resultados obtenidos se ha contrastado la existencia de cambio estructural mediante la prueba de Chow.

¹⁷ Sigo en esto la sugerencia de un evaluador.

¹⁸ El propósito de esta segmentación de la muestra es el análisis de economías de escala. De ahí que sea más operativa una segmentación de estimaciones que mantenga en la submuestra a los municipios de menor tamaño y vaya ampliando progresivamente el tamaño de los municipios incluidos. Esta segmentación es preferible a la división estricta de la muestra según tamaño de municipios (1.000 a 4.999, 5.000 a 9.999, 10.000 a 19.999 y 20.000 o más). Para este caso, la literatura no recoge ningún motivo relativo a la estabilidad estructural de la ecuación que haga aconsejable la ruptura de segmentos hasta llegar a los municipios de mayor tamaño. Por otra parte, una segmentación de este tipo daría lugar a estimaciones con un número muy bajo de observaciones (32 en el segmento de 5.000 a 9.999, o 26 en el segmento de 10.000 a 19.999). La agregación progresiva de municipios en los sucesivos segmentos confiere un peso importante los de menor dimensión. Pero su peso no puede considerarse desproporcionado: entre los municipios hasta 20.000 habitantes en la muestra no supera el 60% el número de menores de 5.000, mientras que en la población este porcentaje se eleva al 68,5%.

IV. Resultados empíricos

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de la estimación de la ecuación. La aplicación del test de Cook y Weisberg (1983) sugiere la existencia de heterocedasticidad. Por tanto, se han usado estimaciones robustas para ajustar la significación estadística de los coeficientes ante la presencia de heterocedasticidad.

IV.1 Resultados empíricos para la estimación

El cuadro 5 presenta los resultados obtenidos a partir de la estimación de la ecuación para la muestra agregada. Los resultados indican que la capacidad explicativa respecto de la variabilidad de los gastos totales soportados por los municipios por el servicio de residuos sólidos es muy alta, por encima del 95%. Este resultado es habitual en los trabajos que toman el coste total como variable explicada, como Stevens (1978) y Domberger, Meadowcroft y Thompson (1986) y Dijkgraaf y Gradus (2003). El test F indica que el ajuste de la ecuación es muy significativo, al nivel del 1%. Sin embargo, el Ramsey-RESET test permite rechazar la hipótesis de no ausencia de variables significativas con un nivel de confianza del 99%.

Cuadro 5: Estimación de la ecuación de gasto total para la muestra agregada

Variable	Coefficiente	Error estándar robusto
$\log qe$	0,794***	0,050
$\log qs$	0,185***	0,043
$\log den$	0,019	0,021
$\log frec$	0,384***	0,089
$\log cssp$	1,924**	0,745
Tur	$5,9e^{-05}$ *	$3,2e^{-05}$
Ver	-0,410***	0,131
$Priv$	-0,027	0,053
Constante	-22,108***	7,424
R^2	0,970	
Test-F	1004,13***	
Ramsey RESET-test (F)	5,21***	
N	186	

Nota: Niveles de confianza: *** (99%); ** (95%); * (90%).

La variable cantidad de residuos de eliminación (*qe*) tiene una relación muy significativa con el gasto. Su nivel de confianza es superior al 99%, y su coeficiente es positivo. Por su parte, la variable cantidad de residuos selectivos (*qs*) también presenta una relación muy significativa con el gasto, con un nivel de confianza superior al 99%. Su coeficiente es positivo, como se esperaba. La frecuencia del servicio (*frec*), el coste salarial provincial en los servicios privados (*cssp*) y la actividad turística (*tur*) aumentan el gasto por el servicio. Por el contrario, la existencia de vertedero en el término municipal (*ver*) reduce los gastos. Por último, la densidad de población (*den*) no muestra relación significativa con los gastos. Tampoco muestra efecto significativo la variable producción privada (*priv*).¹⁹

El cuadro 6 presenta los resultados obtenidos a partir de la estimación de la ecuación para diferentes segmentos de población. La ecuación es muy significativa, al nivel del 1%. En general, y a diferencia del caso de la muestra agregada, el Ramsey-RESET test no permite rechazar la hipótesis de no ausencia de variables significativas. La única excepción relevante es la del segmento de <20000 habitantes, para un nivel de confianza del 95%.

Los resultados son muy similares en las tres estimaciones que agregan municipios, hasta 5.000, 10.000 y 20.000 habitantes, y coinciden con los de la estimación de la ecuación agregada. También son muy similares los resultados obtenidos en la estimación para municipios de 20.000 o más habitantes. Las variables cantidad de residuos de eliminación (*qe*), selectivos (*qs*), frecuencia (*frec*), coste salarial (*cssp*)²⁰ y actividad turística (*tur*) aumentan el gasto por el servicio y presentan un nivel de confianza por encima del 99%, que en el caso de *tur* se reduce ligeramente a medida que aumenta el número de habitantes considerados. La

¹⁹ Muchos trabajos en la literatura concluyen que la privatización reduce o no reduce los costes, según el resultado obtenido para esta variable. Pero lo cierto es que no se pueden realizar afirmaciones tajantes sobre el efecto de la privatización. Un análisis del efecto de la privatización debería considerar para cada municipio el año en que se contrató externamente por primera vez, y analizar los costes en ese contexto temporal. Este tipo de análisis no es posible con métodos multivariantes, dada la ausencia de los datos temporales necesarios.

²⁰ En el caso de la estimación para los municipios mayores de 20.000 habitantes se obtiene que el coste salarial (*cssp*) tiene una relación con el coste total de signo contrario a la encontrada en el resto de segmentos y en la muestra agregada, aunque debe destacarse que el coeficiente no es significativamente distinto de cero. Este

variable vertedero en el municipio (*ver*) reduce los gastos y su nivel de confianza es también superior al 99% en general. Las variables densidad de población (*den*) y producción privada (*priv*) nunca muestran relación significativa con los gastos municipales.

Cuadro 6: Estimación de la ecuación de gasto para segmentos según población

Variable	Municipios hasta 5.000 habitantes		Municipios hasta 10.000 habitantes	
	Coefficiente	Error estándar robusto	Coefficiente	Error estándar robusto
<i>log qe</i>	0,749***	0,061	0,685***	0,058
<i>log qs</i>	0,144***	0,044	0,187***	0,053
<i>log den</i>	0,049	0,031	0,040	0,026
<i>log frec</i>	0,342***	0,096	0,383***	0,094
<i>log cssp</i>	2,779***	0,846	2,982***	0,794
<i>tur</i>	0,003***	4,7e-04	0,003***	5,6e-04
<i>Ver</i>	-0,682**	0,266	-0,805***	0,180
<i>Priv</i>	-0,009	0,067	0,039	0,062
Constante	-29,395***	8,341	-31,393***	7,908
R ²	0,893		0,918	
Test-F	103,98***		193,39***	
Ramsey RESET-test (<i>F</i>)	2,26*		2,03	
N	89		121	

Nota: Niveles de confianza: *** (99%); ** (95%); * (90%).

Cuadro 6 cont': Estimación de la ecuación de gasto para segmentos según población

Variable	Municipios hasta 20.000 habitantes		Municipios de 20.000 o más habitantes	
	Coefficiente	Error estándar robusto	Coefficiente	Error estándar robusto
<i>log qe</i>	0,741***	0,055	0,728***	0,059
<i>log qs</i>	0,178***	0,042	0,216***	0,048
<i>log den</i>	0,020	0,025	-0,026	0,024
<i>log frec</i>	0,415***	0,096	1,624***	0,336
<i>log cssp</i>	2,144***	0,733	-0,606	0,636
<i>tur</i>	6,0e-04	3,9e-04	4,5e-05**	2,0e-05
<i>ver</i>	-0,615***	0,163	-0,217***	0,046
<i>priv</i>	-0,005	0,060	0,098	0,082
Constante	-23,557***	7,686	2,002	6,708
R ²	0,936		0,981	
Test-F	260,43***		4791,33***	
Ramsey RESET test (<i>F</i>)	3,65**		0,91	
N	147		39	

Nota: Niveles de confianza: *** (99%); ** (95%); * (90%).

resultado puede deberse al hecho de que la variabilidad es muy escasa en esta sub-muestra, pues 31 de los 39 municipios incluidos pertenecen a la provincia de Barcelona, y por tanto presentan el mismo valor para la variable.

IV.2 Discusión sobre la producción conjunta o separable de los servicios de recogida de residuos ordinarios y reciclables.

La extensión de la selección de residuos ha aumentado la complejidad de la organización del servicio. En España la gran mayoría de municipios (o entidades locales de carácter supramunicipal) producen directamente o contratan externamente ambos segmentos del servicio (eliminación y reciclaje) de forma conjunta. Aunque no es así en todos los casos.²¹ Y lo que en España es mayoritario no lo es en otros países. Así, en EEUU lo habitual es que el servicio se organice de forma separada para eliminación y para reciclaje (Callan y Thomas, 2001). El hecho es que los residuos de eliminación y de reciclaje comparten algunos rasgos, como las características del factor trabajo y el peso de la actividad de transporte. Pero divergen en otros, como los equipamientos móviles necesarios y los centros y procesos de tratamiento de residuos.

Esto da cada vez mayor interés al análisis de la eventual existencia de economías de alcance. Por ello, se ha estimado también una forma funcional cuadrática, más adecuada para el cálculo de economías de alcance.²² El análisis del coeficiente para la variable de interacción entre los

²¹ Casos como las comarcas del Vallès Oriental y el Montsià, y el Area Metropolitana de Barcelona (AMB) ilustran la complejidad organizativa. En el Vallès Oriental el servicio de residuos de eliminación es municipal. En la mayoría de casos, se concesiona a una empresa privada. Los productores del servicio, privados o públicos, transportan los residuos a la planta de transferencia. Los residuos se transportan después a plantas de eliminación. Sin embargo, la organización del servicio de residuos selectivos es intermunicipal, mediante el *Consorti per la Gestió dels Residus del Vallès Oriental*, integrado por el Consejo Comarcal y 39 municipios comarcales, el 90%. La empresa pública *Serveis Ambientals del Vallès Oriental* produce el servicio, y los residuos selectivos se transportan al Centro de Tratamiento de Residuos de Granollers. La complejidad en la AMB es aún mayor. La eliminación es municipal, y el reciclaje lo organiza conjuntamente para la mayoría de municipios la Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residus (EMHSTR). Este servicio se contrata a una empresa privada, y los equipos móviles empleados en la recogida de residuos selectivos es muy diferente al de la recogida de eliminación. La cantidad de instalaciones y la variedad en su uso es mucho mayor que en el caso anterior; obviamos su detalle pormenorizado. Por último, todavía hallamos una fórmula diferente en la comarca del Montsià, en el sur de Cataluña. Tanto la eliminación como el reciclaje se organizan comarcilmente, y se contratan a una empresa privada, aunque la concesión difiere para eliminación y selectivos. La empresa *Nexo* ostenta el contrato de eliminación, emplea camiones cerrados de tamaño mediano con sistema de carga mecánica posterior para los contenedores, y traslada los residuos al vertedero comarcal de Mas de Barberans. La empresa *Pellicé* (local) produce el servicio de selectivos (cristal, envases, poda, e inorgánico) y emplea camiones abiertos de tamaño mediano con sistema de carga por pluma (grúa). Al no haber centros de tratamiento de selectivos en la comarca, esta empresa traslada a centros extracomarcales los residuos selectivos, excepto el cartón, que vende. Con los ingresos obtenidos por esta venta la empresa complementa sus ingresos pagados la administración local.

²² En el servicio de residuos sólidos tiene un peso central el transporte. Por esto, el análisis del servicio de residuos comparte muchas características con el análisis económico del transporte. Estudios como Caves, Christensen y Tretheway (1980, 1984) han sido de gran utilidad como referencias para el tratamiento en este trabajo.

residuos de eliminación y selectiva revela que el signo varía según las diferentes estimaciones, y nunca es significativamente distinto de cero. Por tanto, no se encuentra evidencia de la existencia de economías de alcance, aunque no debe confundirse este resultado con una defensa de la ausencia de economías de alcance. Como señalan Baumol, Panzar y Willig (1988), cuando el parámetro estimado del término de cruce de productos no es significativamente distinto de cero no se puede afirmar ningún resultado con respecto a las economías de alcance, pues este valor del parámetro es compatible con la ausencia o presencia de dichas economías.

En cualquier caso, los resultados obtenidos aquí son diferentes a los de Callan y Thomas (2001), que hallan economías de alcance tanto para los costes de eliminación como para los de reciclaje. Pero la comparación de estos resultados con los de Callan y Thomas debe realizarse con prudencia dada la existencia de dos diferencias importantes. Por una parte, Callan y Thomas disponen de información separada sobre gastos de eliminación y gastos de reciclaje, mientras que aquí se dispone sólo de información sobre gastos agregados. Pero Callan y Thomas (2001) presenta el problema, reconocido por los propios autores, de omitir la variable costes salariales, que son los precios del único input (sea de carácter administrativo u operativo) que puede ser compartido en la producción conjunta de eliminación y reciclaje, pues los medios móviles y los equipamientos de tratamiento final son incompatibles.

Por lo demás, los resultados obtenidos a partir de la forma cuadrática son muy similares a los obtenidos a partir de la forma doble logarítmica. El test PE, realizado de acuerdo con el procedimiento establecido en Mackinnon, White y Davidson (1983), no permite rechazar la hipótesis de que la forma doble logarítmica sea preferible a la cuadrática. Por otra parte, los resultados del Ramsey-RESET test son generalmente mejores con la forma doble logarítmica que con la cuadrática, y particularmente para las estimaciones desagregadas. Los resultados de las estimaciones con la forma cuadrática se presentan en el cuadro A-1 del Anexo.

IV.3 Análisis de las economías de escala

La estimación del modelo cuadrático no ha suministrado evidencia que apoye la existencia de economías de alcance. En este contexto, el modelo doble logarítmico, que no incluye interacciones entre las diversas variables de output, constituye un sencillo y adecuado punto de partida para la medición de las economías de escala a nivel global. Siguiendo la fórmula de Baumol, Panzar y Willig (1988: 50), las economías de escala pueden expresarse como:

$$S = \frac{C(q_e, q_s)}{q_e \frac{\partial C}{\partial q_e} + q_s \frac{\partial C}{\partial q_s}} \quad [4]$$

De este modo, existen economías de escala siempre y cuando $S > 1$. Para el caso de la función doble logarítmica empleada en este trabajo, esta fórmula tiene una aplicación muy sencilla:

$$S = \frac{1}{\beta_1 + \beta_2} \quad [5]$$

Por tanto, existen economías de escala cuando $\beta_1 + \beta_2 < 1$. El cuadro 7 presenta los resultados del contraste de la hipótesis de ausencia de economías de escala ($H_0: (\beta_1 + \beta_2) \geq 1$).²³ La hipótesis de ausencia de economías de escala no puede rechazarse para la estimación agregada y para la estimación del segmento de municipios de mayor población. En cambio las estimaciones de la ecuación para los municipios de menor población presentan resultados diferentes. En estos casos es posible rechazar la hipótesis de ausencia de economías de escala con niveles de confianza del 99% (estimación hasta 10.000 habitantes), del 95% (estimación hasta 5.000 y hasta 20.000 habitantes).

Cuadro 7. Análisis de la existencia de economías de escala con el output

Ecuación	N	Estadístico-z
Agregada	186	-0,749
Municipios de 20.000 o más habitantes	39	-1,268
Municipios hasta 20.000 habitantes	147	-2,040**
Municipios hasta 10.000 habitantes	121	-2,943***
Municipios hasta 5.000 habitantes	89	-1,810**

Notas: * El estadístico-z corresponde a la estimación robusta.

Los niveles de confianza para el rechazo de la hipótesis son: *** (99%) ** (95%).

Nuestros resultados sobre economías de escala coinciden con Dubin y Navarro (1988), Callan y Thomas (2001) y Dijkgraaf y Gradus (2003) al no hallar economías de escala para el conjunto de municipios. También coinciden con Stevens (1978) y Dubin y Navarro (1988) al encontrar economías de escala en los segmentos de menor población, que se agotan paulatinamente al aumentar el número de habitantes del municipio por encima de 20.000.

Por otra parte, nuestros resultados sobre economías de escala en los municipios de menor población presentan un carácter muy ligero, como en Dubin y Navarro (1988). Su entidad es algo menor y su nivel de confianza más moderado que los obtenidos en Stevens (1978). Una interpretación de estas diferencias de grado puede residir en la extensión, en nuestro entorno geográfico de referencia, de reformas que tienen gran potencialidad para la realización de las economías de escala. Más arriba se ha informado de que la contratación externa alcanza al 82% de los municipios de la muestra, y la supramunicipalización del servicio es muy elevada, particularmente entre los municipios de pequeña dimensión que mantienen la producción pública. Estas reformas han tenido como efecto la realización de economías de escala en el rango relevante de municipios. Esto explicaría que aunque nuestro análisis revela la existencia de economías de escala, éstas tienen una intensidad y una significación relativamente reducida.

²³ El análisis de una hipótesis de este tipo implica el uso del contraste de una cola, puesto que la hipótesis alternativa es $H_1: (\beta_1 + \beta_2) < 1$, que corresponde precisamente a la existencia de economías de escala, tal y como se ha derivado en el texto.

IV.4 La prueba de cambio estructural.

Los resultados obtenidos a partir de la estimación de las ecuaciones revelan diferencias significativas entre las estimaciones para los municipios de mayor población y para los municipios de menor población. Esto sugiere la existencia de dos ecuaciones. A través de la prueba de Chow podemos contrastar la existencia de cambio estructural. El cuadro 8 presenta los resultados relevantes de las estimaciones para esta prueba.

Cuadro 8. Test del cambio estructural (agregación de población)

Ecuación	N	k	Suma del cuadrado de los residuos	Grados de libertad
Agregada (restringido)	186	9	12,89127 = S_0	177
Municipios < 20.000 habitantes (no r_1)	147	9	10,62441 = $S_{1,1}$	138
Municipios de 20.000 o más habitantes (no r_2)	39	9	0,54690 = $S_{1,2}$	30

Con estos datos estamos en condiciones de aplicar el test-F:

$$F = \frac{(S_0 - \sum S_{1,i}) / [(n-k) - (n-2k)]}{\sum S_{1,i} / (n-2k)} = 2,87 > 2,41 = F_{0,99(9,168)}$$

Por tanto, podemos rechazar con un nivel de confianza del 99% la hipótesis de que no existe cambio estructural y aceptamos la hipótesis alternativa: la ecuación es diferente según sea para los municipios de mayor población o los de menor población. Este resultado coincide con el encontrado por Dijkgraaf y Gradus (2003) para el punto de corte de 20.000 habitantes. En consecuencia, es conveniente, como se realiza en este trabajo, analizar los gastos del servicio de residuos sólidos teniendo en cuenta la población de los diferentes municipios.

En cambio, la prueba de Chow para la estabilidad estructural de la ecuación de gasto según los municipios tengan producción pública o producción privada ha generado un estadístico $F= 0,634$, a partir de los resultados relevantes para la prueba que se muestran en el cuadro 9. Por tanto, y a diferencia de Dijkgraaf y Gradus (2003) y de Ohlsson (2003), no se puede rechazar que la ecuación de gasto municipal sea estable a la forma de producción del servicio. En consecuencia,

en nuestro modelo la *dummy* de la forma de producción es una especificación correcta para comparar gastos municipales entre producción pública y producción privada.

Cuadro 9. Test del cambio estructural (agregación de formas de producción)

Ecuación	N	K	Suma del cuadrado de los residuos	Grados de libertad
Agregada (restringido)	186	8	12,90965 = S_0	178
Municipios con producción privada	152	8	10,88095 = $S_{1,1}$	144
Municipios con producción pública	34	8	1,55900 = $S_{1,2}$	26

V. Conclusiones

Esta investigación ha analizado la variabilidad entre los municipios de los gastos generados por el servicio de residuos sólidos, análisis del que la literatura carece de precedentes para España. Se ha empleado el análisis multivariante para determinar los factores que influyen en los gastos municipales por el servicio. Además de la propia determinación de la función de gastos y del estudio específico de la existencia de economías de escala, y de otros factores explicativos estudiados en los antecedentes para otros países, se ha prestado una atención particular al fenómeno de la estacionalidad que implica la actividad turística. Además, en este contexto de análisis multivariante, se ha analizado la influencia de la forma de producción del servicio (producción pública o contratación externa) sobre los gastos soportados por los municipios.

El análisis empírico se ha realizado a partir de una muestra de municipios de Cataluña, por lo que sus resultados no deben generalizarse de forma inmediata al conjunto de España, particularmente dada la extremada variedad de formas organizativas del servicio que existen en Cataluña. Aunque, por otra parte, como se ha indicado en la introducción los datos para Cataluña se sitúan en la media española para algunos indicadores fundamentales, como por ejemplo el volumen de residuos generados por habitante.

Los resultados del análisis empírico indican una elevada capacidad explicativa y significación de las ecuaciones estimadas. La cantidad de residuos, la frecuencia del servicio, el coste salarial y la actividad turística aumentan el gasto por del servicio. Por el contrario, la existencia de vertedero en el término municipal reduce los gastos municipales. Todas estas

variables son muy significativas generalmente. Por último, la densidad de población no muestra relación significativa con los gastos municipales. Tampoco la forma de producción del servicio muestra una relación significativa con los gastos.

Además, a partir del análisis empírico se han hallado economías de escala significativas en los municipios de menor población. La intensidad de las economías de escala es limitada, y tanto su intensidad como su significación se desvanecen a medida que aumenta la población. Por otra parte, no se ha encontrado evidencia de la existencia de economías de alcance. Es conveniente reiterar aquí la ausencia de información sobre el factor productivo capital, lo que impone cautela a la hora de interpretar los resultados en materia de economías de escala y de alcance.

De estos resultados empíricos se derivan algunas implicaciones relevantes para la gestión del servicio de residuos sólidos urbanos. Entre las mismas nos parecen destacables que el impulso de la recogida selectiva de residuos comporta un aumento de los gastos por el servicio, y que las políticas de reformas en la gestión, mediante la contratación externa y/o la agregación supramunicipal del servicio, pueden haber realizado economías de escala en el sector.

Respecto al resultado que indica la ausencia de influencia de la forma de producción (pública o privada) sobre los gastos soportados por el municipio, se plantea la hipótesis de que, por una parte, eventuales mejoras derivadas de la contratación externa en el momento inicial de la reforma pueden haber sido afectadas por procesos de concentración y de disminución de la competencia por el contrato como los observados en otros países. Por otra parte, los gestores de las unidades que mantienen producción pública pueden haber sido estimulados, por la amenaza de privatización, a emprender reformas de mejora de la gestión pública a través de procesos como la supramunicipalización del servicio y/o la transformación de las unidades burocráticas en formas societarias públicas más ágiles. La documentación empírica de estas hipótesis queda como tarea para una próxima investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaide Inchausti, Julio y Pablo Alcaide Guindo (2003), *Balance económico regional (Autonomías y Provincias). Años 1995 a 2002*. Madrid: Fundación de las Cajas de Ahorros (FUNCAS).
- Baumol, William J., John C. Panzar y Robert D. Willig (1988), *Contestable Markets and the Theory of Industry Structure. Revised Edition*. Orlando (Florida): Harcourt Brace Jovanovich.
- Bel, Germà (2002), “Privatización de servicios locales: Algunas implicaciones sobre las tasas de usuarios y el presupuesto”, *Análisis Local*, núm. 45, págs. 45-58.
- Bel, Germà y Antonio Miralles (2003), “Factors influencing privatisation of urban solid waste collection in Spain”, *Urban Studies*, vol. 40 (7), págs. 1323-1334.
- Bodkin, Ronald G. y David W. Conklin (1971), “Scale and other determinants of municipal government expenditures in Ontario: A quantitative analysis”, *International Economic Review*, vol. 12 (3), págs. 465-481
- Bosch, Núria, Francisco Pedraja y Javier Suárez-Pandiello (2000), “Measuring the efficiency of Spanish municipal refuse collections services”, *Local Government Studies*, vol. 26 (3), págs. 71-90.
- Bosch, Núria, Francisco Pedraja y Javier Suárez-Pandiello (2001), *The efficiency of refuse collection services in Spanish municipalities: do non-controllable variables matter?* Document de Treball 2001/4. Barcelona: Institut d’Economia de Barcelona.
- Callan, Scott J. y Janet M. Thomas (2001), “Economies of scale and scope: A cost analysis of municipal solid waste services”, *Land Economics*, vol. 77 (4), págs. 548-560.
- Caves, Douglas W., Laurits R. Christensen y Michael W. Tretheway (1980), “Flexible cost functions for multiproduct firms”, *Review of Economics and Statistics*, vol. 62 (3), págs. 477-481.
- Caves, Douglas W., Laurits R. Christensen y Michael W. Tretheway (1984), “Economies of density versus economies of scale: Why trunk and local service airline cost differ”, *Rand Journal of Economics*, vol. 15 (4), págs. 471-489.
- Cook, R. Dennis y Sanford Weisberg (1983), “Diagnostics for heteroskedasticity in regression”, *Biometrika*, 70 (1), págs. 1-10.
- Cubbin, John, Simon Domberger y Shirley A. Meadowcroft (1987), “Competitive tendering and refuse collection: Identifying the sources of efficiency gains”, *Fiscal Studies*, vol. 8 (3), págs. 49-58.
- Dijkgraaf, Elbert y R.H.J.M. Gradus (2003), “Cost savings of contracting out refuse collection”, *Empirica*, 30(2), págs. 149-161.
- Domberger, Simon, Shirley A. Meadowcroft y David J. Thompson (1986), “Competitive tendering and efficiency: The case of refuse collection”, *Fiscal Studies*, vol. 7 (4), págs. 69-87.
- Dubin, Jeffrey A. y Peter Navarro (1988), “How markets for impure public goods organize: The case of household refuse collection”, *Journal of Law, Economics and Organization*, vol. 4 (2), págs. 217-241.
- Greene, William H. (2000), *Econometric Analysis*. Upper Saddle River (New Jersey): Prentice Hall, 4ª ed.
- Grosskopf, Shawna y Suthathip Yaisawarng (1990), “Economies of scope in the provision of local public services”, *National Tax Journal*, vol. 43 (1), págs. 61-74.
- Hirsch, Werner Z. (1965), “Cost functions of an urban government service: refuse collection”, *Review of Economics and Statistics*, vol. 47 (1), págs. 87-92.
- Hodge, Graeme A. (2000), *Privatization. An international review of performance*. Boulder (Colorado): Westview Press.
- Kinnaman, Thomas C. y Don Fullerton (2000), “Garbage and recycling with endogenous local policy”, *Journal of Urban Economics*, vol. 48 (3), págs. 419-442.
- Kitchen, Harry M. (1976), “A statistical estimation of an operating cost function for municipal refuse collection”, *Public Finance Quarterly*, vol. 4 (1), págs. 56-76.
- Ladd, Helen F. (1992), “Population growth, density and the costs of providing public services”, *Urban Studies*, vol. 29 (2), págs. 273-295.
- Mackinnon, James G., Halbert White y Russell Davidson (1983), “Test for model specification in presence of alternative hypothesis: some further results”, *Journal of Econometrics*, vol. 21 (1), págs. 53-70.
- McDavid, James C. (2000), “Alternative service delivery in Canadian local governments: The costs of producing solid waste management services”, *Canadian Journal of Regional Science*, vol. XXIII (1), págs. 157-174.

- McDavid, James C. (2001), "Solid-waste contracting-out, competition, and bidding practices among Canadian local governments", *Canadian Public Administration*, vol. 44 (1), págs. 1-25.
- Ohlsson, Henry (2003), "Ownership and production costs. Choosing between public production and contracting-out in the case of Swedish refuse collection", *Fiscal Studies*, 24 (4), págs. 451-476.
- Reeves, Eoin y Michael Barrow (2000), "The impact of contracting-out on the costs of refuse collection services: The case of Ireland", *Economic and Social Review*, vol. 31 (2), págs. 129-150.
- Savas, Emmanuel S., ed., (1977), *The organization and efficiency of solid waste collection*. Lexington (Massachussets): Lexington Books.
- Savas, Emmanuel S. (2000), *Privatization & Public-Private Partnerships*. New York: Chatham House
- Solé-Ollé, Albert y Núria Bosch (2003), *On the relationship between local authority size and expenditure: lessons for the design of intergovernmental transfers in Spain*. X Encuentro de Economía Pública, Santa Cruz de Tenerife, febrero de 2003.
- Stevens, Barbara J. (1978), "Scale, market structure, and the cost of refuse collection", *Review of Economics and Statistics*, vol. 60 (3), págs. 438-448.
- Szymanski, Stefan y Sean Wilkins (1993), "Cheap rubbish? Competitive tendering and contracting out in refuse collection - 1981-88", *Fiscal Studies*, vol. 14 (3), págs. 109-130.

ANEXO:

A-1. Estimación de la forma funcional cuadrática.

	Muestra total	pob<5.000	pob<10.000	pob<20.000	pob≥20.000
Variable	Coeficiente (error estándar robusto)	Coeficiente (error estándar robusto)	Coeficiente (error estándar robusto)	Coeficiente (error estándar robusto)	Coeficiente (error estándar robusto)
<i>qe</i>	0,061*** (0,006)	0,004 (0,008)	0,010 (0,021)	0,049*** (0,011)	0,046*** (0,008)
<i>qe</i> ²	4,7e ⁻¹⁰ (5,1e ⁻¹⁰)	1,2e ⁻⁰⁸ ** (1,6e ⁻⁰⁹)	5,0e ⁻⁰⁹ (5,4e ⁻⁰⁹)	1,6e ⁻⁰⁹ (9,9e ⁻¹⁰)	4,0e ⁻¹⁰ (4,9e ⁻¹⁰)
<i>qs</i>	0,107*** (0,033)	0,155*** (0,071)	0,144 (0,101)	0,188*** (0,048)	0,187*** (0,053)
<i>qs</i> ²	1,4e ⁻⁰⁸ (1,6 ⁻⁰⁸)	-3,2e ⁻⁰⁸ (9,2 ⁻⁰⁸)	4,9e ⁻⁰⁸ (5,9 ⁻⁰⁸)	-1,8e ⁻⁰⁸ (2,6 ⁻⁰⁸)	4,5e ⁻⁰⁹ (1,8e ⁻⁰⁸)
<i>qeqs</i>	-5,1e ⁻⁰⁹ (5,7e ⁻⁰⁹)	1,2e ⁻⁰⁸ (2,6e ⁻⁰⁸)	-1,6e ⁻⁰⁸ (3,1e ⁻⁰⁸)	-7,0e ⁻⁰⁹ (1,3e ⁻⁰⁸)	-3,2e ⁻⁰⁹ (5,7e ⁻⁰⁹)
<i>den</i>	-6,864 (12,402)	-32,035* (16,445)	20,978 (16,098)	-55,690 (43,273)	-10,607 (11,831)
<i>frec</i>	19880,98*** (6132,23)	4315,59*** (1474,02)	7749,53*** (2434,08)	9657,07*** (3416,11)	327258,3*** (88505,8)
<i>cssp</i>	-10,999 (14,325)	4,788** (1,959)	11,483*** (4,309)	2,052 (5,302)	-164,960 (179,428)
<i>tur</i>	299,69 (195,78)	574,61*** (46,51)	675,64*** (168,45)	265,32 (418,85)	296,81 (434,92)
<i>ver</i>	-189423,3*** (50538,84)	-62540,96** (23904,81)	-80084,9*** (25021,22)	-121208,6*** (25128,01)	-358489,4** (147592,3)
<i>priv</i>	24447,1 (25055,7)	4575,19 (5329,27)	6721,65 (7807,9)	-6351,55 (9859,45)	301068,0 (211847,3)
Constante	121253,1 (322787,7)	-115971,9** (44978,1)	-285587,9** (99367,41)	-96829,4 (121408,8)	1637299 (4484565)
R ²	0,999	0,947	0,934	0,925	0,999
Test-F	342,91***	139,18***	86,99***	18,13***	186,06***
Ramsey RESET – Test (<i>F</i>)	5,23***	6,00***	22,69***	28,83***	2,80***
N	186	89	121	147	39

Nota: Niveles de confianza: *** (99%); ** (95%); * (90%)