FUNDACION BBV

LA MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS LOCALES: EL CASO DEL SERVICIO DE RECOGIDA DE BASURAS

Núria Bosch Roca

Francisco Pedraja Chaparro

Javier Suárez Pandiello

Junio, 1998

ECONOMIA PUBLICA

LA MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS LOCALES: EL CASO DEL SERVICIO DE RECOGIDA DE BASURAS

Núria Bosch Roca

Francisco Pedraja Chaparro

Javier Suárez Pandiello

Junio, 1998

Centro de Estudios sobre Economía Pública

NÚRIA BOSCH ROCA

Licenciada y Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Barcelona. Profesora Titular de Hacienda Pública en la Universidad de Barcelona. Está especializada en temas de Economía Pública, principalmente en la vertiente del federalismo fiscal, hacienda autonómica y local y elección pública, sobre cuya temática tiene varias publicaciones y estudios realizados para la Generalitat de Cataluña, el Instituto de Estudios Fiscales, la Fundación BBV, la Federación Española de Municipios y Provincias, y para diferentes organismos de la Administración central, autonómica y local. Ha publicado artículos en revistas especializadas como, y entre otras, *Public Finance, Environment and Planning C: Government and Policy, Planning and Administration, Revista de Economía Aplicada, Hacienda Pública Española, Papeles de Economía Española* y *Presupuesto y Gasto Público*. Asimismo ha participado como ponente en diversos foros internacionales de discusión científica de instituciones como el International Institute of Public Finance, la European Public Choice Society, la Association of Local Public Economics y la Asociación de Economía Pública.

FRANCISCO PEDRAJA CHAPARRO

Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Autónoma de Madrid y Doctor por la Universidad Complutense de Madrid. Catedrático de Hacienda Pública y Sistema Fiscal y Director del Departamento de Economía Aplicada y Organización de Empresas de la Universidad de Extremadura. Ha realizado trabajos de investigación para el Instituto de Estudios Fiscales, la Fundación FIES, la Fundación BBV y la Junta de Extremadura. Autor de diversas publicaciones en diversos campos de la Economía Pública, especialmente en financiación autonómica y local y eficiencia del gasto público, aparecidas en revistas especializadas tanto extranjeras (*Journal of Productivity Analysis, Applied Economics*), como españolas (*Investigaciones Económicas, Papeles de la Economía Española, Hacienda Pública Española, Revista de Economía Aplicada, Información Comercial Española, Presupuesto y Gasto Público, Actualidad Financiera*).

JAVIER SUÁREZ PANDIELLO

Profesor Titular de Hacienda Pública en la Universidad de Oviedo. Ha realizado trabajos de investigación para diversos Departamentos de la Administración del Principado de Asturias, el Instituto de Estudios Fiscales, la Fundación FIES y la Fundación BBV. Es autor de diversas publicaciones en varios campos de la Economía Pública, como la financiación autonómica y local, la imposición sobre la renta y la teoría de la elección pública. Entre las mismas destacan varios libros y diversos artículos en revistas especializadas, como *Papeles de la Economía Española, Hacienda Pública Española, Presupuesto y Gasto Público, Revista de Economía Pública, Investigaciones Económicas, Environment and Planning C: Government and Policy* y *Public Finance*. Igualmente ha presentado trabajos en congresos y foros de discusión científica de instituciones como la Asociación de Economía Pública, el International Institute of Public Finance, la European Public Choice Society o la Association of Local Public Economics.

Los Centros Permanentes de Reflexión de la Fundación Banco Bilbao Vizcaya abordan, desde una perspectiva multidisciplinar, áreas específicas de actualidad. En cada una de estas áreas se incluyen proyectos de investigación propios, a partir de los cuales se desarrolla una actividad de encuentros periódicos, generalmente en la modalidad de seminarios y conferencias anuales.

Aspiran estos Centros a que la sociedad vea en ellos puntos de referencia de calidad, en los estudios y debates de los temas encuadrados dentro de cada área.

La Fundación Banco Bilbao Vizcaya pretende ofrecer, con el Centro de Estudios sobre Economía Pública, un punto de referencia en el estudio, la reflexión y el debate sobre la actividad del sector público español y las alternativas disponibles para mejorar el diseño de la política pública en sus aspectos fundamentales: fiscalidad, gasto y endeudamiento públicos, regulación económica, gestión pública y descentralización, etc.

RESUMEN

El objetivo del trabajo es analizar la eficiencia del servicio de recogida de basuras de 75 municipios radicados en la comunidad autónoma de Cataluña.

Para ello hemos partido de una revisión teórica en la cual pasábamos revista a los diversos conceptos de eficiencia que han sido profusamente utilizados en la literatura económica y a las técnicas empleadas para su medida.

Posteriormente realizamos una revisión de la literatura empírica sobre la evaluación de la eficiencia de los servicios locales, con atención especial a una serie de trabajos recientes que analizan el servicio de recogida de basuras en diversos países.

Por último, tratamos de acometer el análisis concreto de eficiencia para los municipios catalanes, sentando como premisa básica que dicho análisis quedaba referido únicamente al ámbito técnico o productivo, para lo cual fue conscientemente excluida cualquier referencia a los precios relativos de las variables empleadas. El análisis lo hemos realizado a través de diversas técnicas. Así, la secuencia seguida fue estimar en primer lugar una frontera paramétrica determinística a partir de la especificación de una función de producción Cobb-Douglas (relativamente rígida), después una frontera paramétrica estocástica (con forma funcional semi-normal) y por último realizar diversas aproximaciones no paramétricas. Estas últimas han sido respectivamente (siempre de menor a mayor flexibilidad) un DEA sobre la base exclusiva de las variables empleadas en las estimaciones paramétricas, un DEA que incorpora además la presencia de factores exógenos o fuera del control de la unidad productiva como la densidad de la población y la estacionalidad de la misma, y un FDH.

En cuanto a los resultados obtenidos, éstos difieren como es natural según la técnica utilizada para aproximar la frontera, dados los diferentes supuestos implícitos en las distintas técnicas. No obstante, muestran una aparente solidez, al menos en lo que respecta a la concordancia ordinal de los índices de eficiencia obtenidos por las diferentes aproximaciones, como lo demuestran los tests estadísticos empleados.

Finalmente, hemos tratado de contrastar la presunta relación entre el tipo de gestión del servicio (público o privado) y los índices de eficiencia alcanzados, para lo que hemos utilizado un análisis de regresión simple y el contraste no paramétrico de Mann-Whitney. En ambos casos los resultados obtenidos muestran que no existe relación significativa entre ambas variables (tipo de gestión y eficiencia). Sin embargo, la pobreza de la base de datos empleada, en la que no disponíamos de información acerca del tipo de gestión pública (directa, mediante organismos autónomos, empresas públicas...), ni de las condiciones de las concesiones administrativas, resultaba insuficiente para caracterizar el marco de competencia en el que se desarrolla el servicio, por lo que el poder explicativo de estos resultados se ve notablemente mermado.

SUMARIO

AGRADECIMIENTOS

El trabajo que aquí se presenta se ha beneficiado de la ayuda de una serie de personas e instituciones a las cuales queremos con esta nota hacer partícipes de nuestro agradecimiento.

En primer lugar, a la Fundación BBV que nos apoyó financieramente dentro del programa de investigaciones de su Centro de Estudios de Economía Pública.

La Sindicatura de Comptes de la Generalitat de Catalunya nos prestó su apoyo institucional para canalizar a través suyo la petición de información a los ayuntamientos. Alejandro Esteller y Antoni Mora, de la Universidad de Barcelona, nos ayudaron en el seguimiento de la encuesta y la elaboración de la base de datos. Cristina Pruñonosa y Juan Manuel Hernando, de la Universidad de Barcelona, Javier Salinas y Julián Ramajo, de la Universidad de Extremadura y Rafael Ávarez Cuesta, de la Universidad de Oviedo, nos prestaron su colaboración en diversas fases de la aplicación empírica. Por último Wim Moesen de la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica) y Claude Jeanrenaud de la Universidad de Neuchâtel (Suiza) pusieron a nuestra disposición algunos de sus trabajos previos relacionados con nuestro proyecto de investigación. Además, el primero de ellos nos ayudó desinteresadamente en el análisis de las evaluaciones a través del método FDH.

En todo caso, y como es evidente, cualquier error que subsista en el trabajo debe atribuirse a nuestra exclusiva responsabilidad.

LA MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS LOCALES: EL CASO DEL SERVICIO DE RECOGIDA DE BASURAS

INTRODUCCIÓN

Como es bien conocido, a lo largo de los últimos veinte años, las Administraciones Públicas han incrementado fuertemente su peso en la Economía de nuestro país, tanto en la vertiente del gasto público, donde han pasado de gestionar un 24,9% del PIB en 1975 a un 49,4% en 1995, como en el de los ingresos, con un incremento en la presión fiscal de casi 15 puntos (21,6 al 36,8%) y simultáneamente una expansión del déficit público especialmente importante en los últimos años ochenta. Tales cifras han venido enmarcadas en un proceso de cambio constitucional, caracterizado por la restauración democrática, con la consiguiente explosión de las demandas de los ciudadanos en pos de una mayor cantidad y una mejor calidad en los servicios públicos, y la descentralización política y administrativa, con objeto de acercar la ejecución de las políticas públicas a los usuarios-contribuyentes, bajo el supuesto de que tal descentralización llevaría aparejada una mayor eficiencia en la gestión de los servicios al establecer cortocircuitos en el entramado burocrático que una provisión centralizada acarrearía.

Sin embargo, y aunque la mayor parte del gasto público es gasto en transferencias, la evolución del gasto de gestión directa por parte de las Administraciones Públicas ha distado de ser satisfactoria. La presencia de empresas públicas con déficits de explotación continuados, a pesar de los diversos procesos de reconversión industrial acometidos y el fuerte incremento de las cargas financieras derivadas de la financiación del endeudamiento en una coyuntura de tipos de interés elevados, han venido comprometiendo en mayor cuantía de lo debido a los presupuestos públicos. Además, una cierta cicatería a la hora de acometer el proceso de descentralización, tanto en lo referente al traspaso de competencias (dos terceras partes de las Comunidades Autónomas de régimen común aún no han recibido a estas alturas las competencias plenas en materia de educación), como en materia de descentralización de impuestos (la llamada falta de corresponsabilidad fiscal, cuyos efectos nocivos se han dejado sentir en el comportamiento financiero de las Comunidades Autónomas) ha venido a cercenar buena parte de las expectativas puestas en la modernización de las pautas de gestión pública en nuestro país.

Aunque no es del todo determinante, puesto que las percepciones de los usuarios acerca de la calidad de los servicios pueden venir sesgadas por diversas razones, que los resultados de la gestión pública no son satisfactorios lo muestran las conclusiones de algunas encuestas entre los contribuyentes y usuarios de servicios. Así, por ejemplo, según una encuesta realizada por el CIS en Julio de 1991, el 57% de los encuestados opinaba que los servicios que ofrecía el Estado a los ciudadanos en educación, sanidad, seguridad social, obras públicas, et-

cétera, eran peores que los ofrecidos en otros países europeos. En cualquier caso, aunque preguntados en general acerca de la mejor manera de alcanzar el equilibrio entre la recaudación tributaria y el gasto público, el 54% no sabe o no contesta [1], los sondeados se mostraban abrumadoramente en contra de la reducción del gasto público en los principales servicios (únicamente un 4% estaba a favor de reducir el gasto en enseñanza y en sanidad, un 6% en seguridad social, un 7% en vivienda, un 8% en asistencia social y un 16% en justicia y obras públicas) e incluso en recortar subvenciones a la agricultura (sólo un 7% a favor), industria (10%), investigación (11%), cultura (6%) o empleo (5%)[2].

Todos estos hechos, y, en particular, los nuevos retos de las Administraciones Públicas españolas ante los compromisos adquiridos en Maastricht han llevado a que últimamente empiecen a proliferar los estudios dirigidos a analizar el comportamiento del sector público español, no sólo desde la perspectiva financiera (análisis de los distintos instrumentos de financiación y del impacto macroeconómico de las políticas de gasto) que han sido tradicionalmente los más habituales en el campo de la hacienda pública aplicada, sino también desde la óptica de la eficiencia microeconómica en la provisión de bienes y servicios públicos.

Es en este último ámbito en el que se enmarca este trabajo. En concreto, lo que aquí presentamos son los primeros resultados de un más ambicioso programa de investigación que pretende estudiar, hasta donde el acceso a la información estadística lo permita, no sólo la eficiencia, sino también la calidad en la prestación de los servicios públicos suministrados por el nivel municipal de la Administración. Creemos que este es un campo relativamente inexplorado en nuestro país y que sin embargo presenta grandes potencialidades de análisis debido no sólo al número de unidades productivas susceptibles de ser consideradas (en España hay más de 8.000 municipios, aun cuando la mayoría tienen una dimensión excesivamente reducida), sino también a la diversidad de formas de gestión que conviven (gestión municipal directa, gestión mancomunada, empresas públicas municipales, concesiones administrativas a empresas privadas,...), e incluso de restricciones de tipo institucional que les afectan en términos de posibles regulaciones diferenciadas o, simplemente, incentivando alteraciones en el tamaño de la unidad que presta el servicio (municipios situados en territorios de régimen común o de régimen foral, en Comunidades de competencias amplias o reducidas, en Comunidades uniprovinciales y por tanto sin Diputación provincial, o pluriprovinciales...).

A efectos organizativos, la siguiente sección revisará brevemente los diversos conceptos de eficiencia, tal y como son habitualmente entendidos en Economía, y centraremos nuestro objetivo en la medida de la llamada eficiencia técnica o productiva. La segunda sección ofrecerá una breve panorámica de las técnicas para medir la eficiencia. Posteriormente, revisaremos los resultados de algunas investigaciones recientes desarrolladas en este campo, en el ámbito de los servicios públicos locales y haciendo especial referencia al servicio de recogida de basuras. Por último, la cuarta sección, la más extensa, estará dedicada a evaluar la eficiencia del citado servicio de recogida de basuras en un ámbito territorial restringido a los municipios catalanes. Para ello expondremos las premisas metodológicas de nuestro programa de investigación, en el que utilizaremos diversas técnicas tanto paramétricas como no paramétricas, y concluiremos sintetizando los principales resultados obtenidos y poniéndolos en relación con las diferentes fórmulas de gestión utilizadas por los ayuntamientos evaluados.

[1] Las opciones que se les presentaban eran aumentar ingresos, reducir gastos o reducir servicios.
[2] Cfr. CIS (1991).

1. SOBRE LOS CONCEPTOS DE EFICIENCIA

A la hora de analizar los resultados obtenidos de la aplicación de unas determinadas medidas en el contexto de una actividad económica, se dice que tales medidas han resultado *eficaces*, si como consecuencia de las mismas se ha logrado satisfacer el objetivo buscado. Sin embargo, no siempre las medidas eficaces son *eficientes*. En Economía cuando se habla de eficiencia se está haciendo un juicio acerca de la relación entre los medios empleados y los fines obtenidos, de modo que una medida no será eficiente, aunque sea eficaz, si para lograr un objetivo se utilizan más medios de los estrictamente necesarios. La sabiduría popular ha internalizado frecuentemente este concepto, aún sin conocerlo. De hecho cuando se habla de "matar moscas a cañonazos", de que hay "mucho zurrón para poca merienda" o cuando se dice que "para ese viaje no hacen falta tantas alforjas" se están poniendo ejemplos típicos de conductas ineficientes en el sentido expuesto, ya que se están manifestando desequilibrios entre los medios utilizados y los fines alcanzados.

Con una terminología económica más rigurosa, los diversos conceptos de eficiencia tienen en común la relación entre los *inputs* empleados y los *outputs* conseguidos, con la medida de los *costes de oportunidad* como telón de fondo. Una idea básica que subyace al referirse al término "eficiencia" es la ausencia de desperdicio, de modo que una conducta (tecnología de producción) será eficiente cuando alcance el máximo output posible dados los inputs utilizados, o, alternativamente, cuando emplee la menor cantidad de inputs para obtener un output fijo.

Llegados a este punto, sería interesante distinguir entre diversos tipos de eficiencia económica. Así, si suponemos un proceso de producción caracterizado por la utilización de dos inputs para la obtención de un único output, se habla de *eficiencia técnica o productiva* cuando, dada una tecnología fija (la combinación, peso relativo, de inputs para producir el output no se puede alterar) se consigue el máximo output, con unos inputs prefijados (o se utiliza el mínimo nivel de inputs para obtener un output predeterminado), es decir cuando nos encontramos en un punto sobre la isocuanta unitaria que caracteriza la tecnología frontera (combinación mínima de inputs necesaria para la obtención de una unidad de output). A su vez, cabe distinguir [3] tres componentes de la eficiencia técnica global: *eficiencia de escala*, especialmente relevante cuando la tecnología de producción presenta rendimientos a escala variables; *eficiencia de congestión*, que se da siempre que la productividad marginal de todos los inputs es no negativa (el incremento de la cantidad utilizada de algún input no produce reducciones en el output); y *eficiencia técnica pura*, equivalente a la eficiencia técnica global (residual) excluidos los dos componentes anteriores.

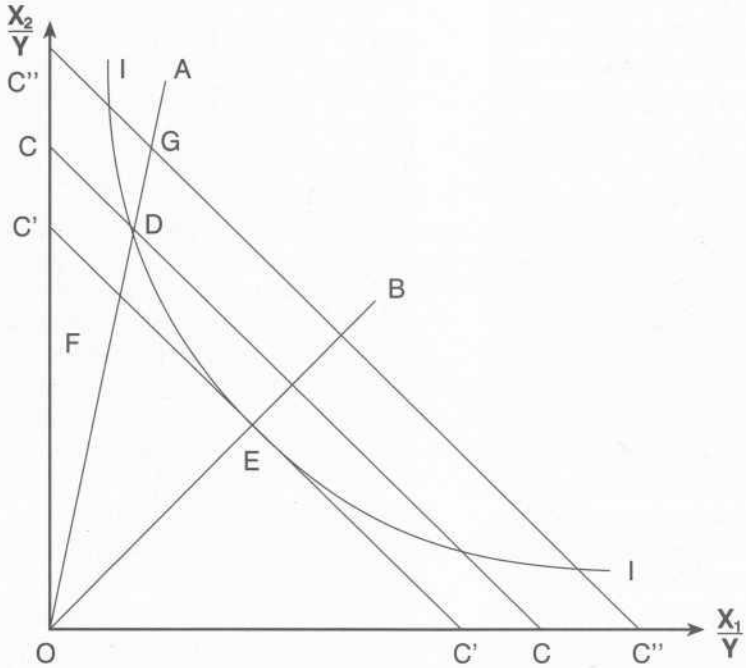
Alternativamente, si suponemos ahora que la tecnología puede variar (podemos utilizar diferentes combinaciones de inputs), caracterizaremos una situación como de *eficiencia asignativa* cuando estemos empleando la mejor combinación de inputs tecnológicamente posible dados los precios de los factores. En consecuencia, la *eficiencia técnica* y la *eficiencia asignativa* se conseguirán simultáneamente en aquel punto en que la isocuanta sea tangente a la isocoste (se estará sobre la isocoste más baja posible).

El gráfico I permite distinguir visualmente ambos tipos de eficiencia. En los ejes de coordenadas medimos las distintas unidades de los inputs (X_1 y X_2) utilizados en la producción de nuestro output (Y). La curva II es la isocuanta unitaria, que representa por tanto las combinaciones de ambos inputs mínimas tecnológi-

[3] Vid. FÄRE, GROSSKOPF y LOVELL (1985)

camente necesarias para la obtención de una unidad de Y. Además, dada la relación de precios existente en el mercado entre ambos inputs, CC y C'C' son dos rectas isocostes asociadas a dos puntos de la isocuanta alcanzados con tecnologías de producción diferenciadas, y representadas en nuestro gráfico por los vectores OA y OB.

Gráfico I



Pues bien, con la tecnología OA, el punto D puede ser caracterizado como eficiente en sentido técnico, dado que se encuentra sobre la isocuanta unitaria II. Puntos sobre la línea OA por debajo del punto D (menos costosos) no permitirían la producción de una unidad de Y. Por el contrario puntos por encima de D (G por ejemplo) supondrían un desperdicio de recursos, ya que utilizarían más inputs de los estrictamente necesarios para ello (su isocoste asociada es C''C'', superior a CC), y por eso serían caracterizados como ineficientes. Sin embargo, el punto D no es eficiente en sentido asignativo. En efecto, la isocoste CC es secante a la isocuanta II, lo que significa que podríamos ser capaces de encontrar una tecnología de producción (combinación de X_1 y X_2) capaz de alcanzar la isocuanta II con un menor coste. Tal es el caso de la tecnología representada por el vector OB. En efecto el punto E, donde el vector OB corta a la isocuanta II es no sólo eficiente en sentido técnico (que lo es, al estar situado sobre dicha isocuanta), sino también en sentido asignativo, ya que se encuentra sobre una isocoste (C'C') tangente a la isocuanta y por lo tanto resultará imposible encontrar una menor. En otras palabras, sólo en el punto E el cociente entre los precios de los factores de producción (pendiente de la isocoste C'C') coincide con el de sus productivi-

dades marginales (pendiente de la isocuanta II), hecho este que garantiza la eficiencia asignativa.

Recordados con necesaria brevedad los principales conceptos de eficiencia, el siguiente paso a dar es el relativo a la cuantificación de la eficiencia, o mejor a la medida de los grados de ineficiencia. En este sentido, lo clásico es remitirse al trabajo seminal de Farrell (1957), donde se encuentran las primeras aproximaciones cuantitativas al problema.

En particular las medidas de la eficiencia sugeridas por Farrell son medidas radiales, en el sentido de que se realizan a lo largo de un radio extendido en el espacio de los inputs (o de los outputs, puesto que como decíamos la eficiencia puede ser analizada en un sentido dual) partiendo del origen y alcanzando el punto representativo de la unidad productiva que se trata de analizar.

Esto podemos verlo volviendo al gráfico 1. Puesto que hemos definido como eficientes en sentido técnico a todos los puntos situados en la isocuanta II, la manera de valorar la eficiencia técnica de cualquier unidad productiva será relacionar su posición con alguna de las allí situadas. En el sentido radial de Farrell eso significa calcular el ratio entre la longitud del segmento comprendido entre el origen de coordenadas y un punto eficiente (situado sobre la isocuanta) y la del contenido entre el origen de coordenadas y la situación efectiva de la unidad analizada, siempre a lo largo de un mismo radio. Así, en nuestro gráfico, la eficiencia técnica de la unidad que opera en el punto G viene definida por el cociente $\frac{OD}{OG}$. Como quiera que el punto D es eficiente, su ratio relevante es $\frac{OD}{OD} = 1$, lo que implica que éste es el valor máximo que se puede alcanzar, o lo que es lo mismo, cuanto más próximo a la unidad se encuentre el valor correspondiente a la unidad analizada, más eficiente (o menos ineficiente) será su comportamiento, lo que puede ser interpretado en términos de porcentaje sobre la situación más eficiente.

Asimismo, hemos definido además como asignativamente eficiente a aquel punto situado en la isocuanta que también lo está en la isocoste más baja posible (en nuestro gráfico, el punto E). De ahí que la medida de la (in)eficiencia asignativa deba poner la situación de la unidad a analizar en relación con este punto. Una vez más, en el sentido radial expresado ello significa calcular el cociente entre el segmento comprendido entre el origen de coordenadas y el punto de corte de nuestro radio con la isocoste óptima y el que abarca la longitud total del radio desde el origen a la situación efectiva de la unidad analizada. En nuestro ejemplo del gráfico 1, la unidad que producía en el punto D había sido caracterizada como eficiente técnicamente hablando, pero ineficiente asignativamente. La medida de su (in)eficiencia asignativa, en los términos antedichos sería $\frac{OF}{OD}$. Como en el caso anterior, el valor eficiente asignativamente sería $\frac{OF}{OF} = 1$, es decir, cuanto más próximo se encuentre a la unidad, más eficiente, ahora en sentido asignativo, será el comportamiento de la unidad productiva analizada.

Finalmente, en términos de Farrell, la eficiencia total puede ser definida como combinación de la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa, de modo que, por ejemplo la eficiencia total en el punto G vendría dada por

$$\frac{OD}{OG} \cdot \frac{OF}{OD} = \frac{OF}{OG}$$

donde $\frac{OD}{OG}$ es la eficiencia técnica y $\frac{OF}{OD}$ la eficiencia asignativa.

Desde nuestra perspectiva de análisis de la eficiencia en el sector público, y en particular, en el sector público local, nuestro interés se va a centrar en la medida de la eficiencia técnica, estudiando, por tanto, hasta qué punto son los municipios capaces de situarse en la frontera de posibilidades de producción, y prescindiendo de la asignativa, bajo la hipótesis de que la tecnología de producción es un dato y por lo tanto inalterable a corto plazo.

2. SOBRE LAS TÉCNICAS PARA MEDIR LA EFICIENCIA

Vistos los conceptos de eficiencia y las medidas "farrellianas" de la misma, nuestro interés es ahora saber cómo alcanzar dichas medidas, o, en otras palabras, cómo conocer el grado de eficiencia con el que operan las unidades productivas que queremos analizar. Puesto que la eficiencia es un concepto relativo, ha habido estudios [4] que han utilizado para ello modelos de regresión convencionales, utilizando los residuos de las estimaciones por mínimos cuadrados como indicadores de ineficiencia técnica. Sin embargo tal sistema no es adecuado, por cuanto las estimaciones así efectuadas estarían utilizando como término de referencia el comportamiento de unidades ineficientes. En efecto, si estimamos la función relevante por mínimos cuadrados ordinarios y además identificamos a los residuos con la ineficiencia, se estará dando la curiosa circunstancia de que habría unidades para las cuales los residuos fueran negativos, lo que nos llevaría a conclusiones inconsistentes con nuestra definición.

La solución a nuestro problema por lo tanto requiere dos etapas, una primera mediante la cual deberíamos estimar una función de referencia consistente, que necesariamente debería ser una *función frontera,* es decir que nos identificase los puntos que serían alcanzables únicamente cuando estuviéramos utilizando óptimamente nuestros recursos, dada la tecnología disponible. Evidentemente, la función frontera puede ser una función de producción o una función de costes, dada la dualidad de la teoría sobre la que estamos operando. La segunda etapa consistiría en comparar los resultados ofrecidos por los comportamientos de las distintas unidades productivas con la frontera estimada con objeto de observar las eventuales desviaciones que se produzcan y que, ahora sí, podríamos caracterizar como derivadas de comportamientos ineficientes. Como es bien comprensible, la etapa esencial es la primera, es decir la estimación de una función frontera consistente, por cuanto si este objetivo no se logra satisfactoriamente, las medidas alcanzadas en la segunda etapa incorporarán sesgos que invalidarán la información revelada.

Dos son los grandes bloques o grupos de técnicas que han sido propuestos para la estimación de funciones frontera, técnicas *paramétricas,* por una parte y, alternativamente, técnicas *no paramétricas.*

Las primeras (técnicas paramétricas), parten de la definición de una forma funcional, emanada de las características tecnológicas del proceso de producción, y, con base en ella, tratan de estimar sus parámetros a partir de las observaciones de la realidad. A su vez, estas técnicas pueden ser *determinísticas,* las cuales atribuyen a la ineficiencia cualquier desviación de la frontera cualquiera que sea su origen o *estocásticas,* que tratan de distinguir entre los efectos de las perturbaciones y los de la ineficiencia. La ventaja esencial de la utilización de estas últimas es obviamente que, si la forma funcional está bien definida, existen mayores garantías de que lo que identificamos como ineficiencia, realmente lo sea, y que por lo tanto no estemos atribuyendo a ineficiencias, desviaciones derivadas de

[4] Véase el survey de BARROW y WAGSTAFF (1989) para algunos ejemplos.

otro tipo de sesgos de carácter aleatorio. Por otra parte, tres son los inconvenientes que presenta la utilización de métodos paramétricos para medir la eficiencia:

- Se requiere información fiable respecto a la tecnología de producción y a los precios de mercado relevantes.

- No permite analizar de forma sencilla procesos de producción que generan más de un output.

- Puede llevar a confundir los efectos de una mala especificación de la forma funcional con la ineficiencia [5].

Frente a las técnicas paramétricas [6], las no paramétricas no requieren especificar una forma funcional determinada, sino que es suficiente con definir ciertas propiedades formales que deben satisfacer los puntos del conjunto de producción, como la libre disposición de inputs y outputs, y a veces, la existencia de rendimientos constantes a escala o el requisito de convexidad. En este caso, los datos son "envueltos" por una frontera determinada por el respeto a los requisitos fijados, de modo que, sin necesidad de especificar los parámetros referentes a una forma funcional, podemos determinar si cada punto observado pertenece o no a la frontera. Esta flexibilidad, tanto mayor cuanto menores sean las restricciones impuestas, es la que se ha resaltado como ventaja principal de estas técnicas. Además, estas técnicas permiten analizar procesos de producción con outputs múltiples y se adaptan a situaciones en los que los precios son desconocidos, o poco fiables, razones estas últimas que las hacen especialmente indicadas para ser aplicadas a la medida de la eficiencia en el sector público. Por contra, la objeción principal que se ha hecho al uso de estas técnicas es su carácter enteramente determinístico que lleva a identificar como ineficiencia a cualquier tipo de alejamiento de la frontera, con lo que factores derivados de la falta de homogeneidad de las unidades comparadas o factores meramente aleatorios serán confundidos con comportamientos ineficientes. Por otra parte, se ha señalado que la flexibilidad también puede ser un problema, ya que permitir total flexibilidad a las ponderaciones de inputs y outputs puede llevar a resultados poco realistas (por ejemplo, el considerar eficiente la producción realizada por una unidad que utilice muy intensivamente un sólo input), de modo que tal como es construida la frontera, a partir de los datos correspondientes a las unidades consideradas más eficientes, estas técnicas tienden a sobrevalorar las observaciones extremas.

Pese a todo, las ventajas de las técnicas no paramétricas para la medida de la eficiencia en el sector público, y más en particular del sector público local, caracterizado normalmente por la ausencia de precios fiables y la producción de outputs múltiples hace especialmente recomendable su utilización. Concretamente, en el contexto de este trabajo, nosotros utilizaremos dos técnicas no paramétricas, el DEA (Data Envelopment Analysis) [7] y el FDH (Free Disposal Hull) [8], además de algunas aproximaciones paramétricas.

[5] En LOVELL y SCHMIDT (1988) se puede ver un detallado tratamiento de los métodos paramétricos.

[6] Aunque no todas son igualmente rígidas, sino que también entre estas se pueden plantear formas funcionales con diversos grados o niveles de flexibilidad.

[7] PEDRAJA y SALINAS (1994), PEDRAJA, SALINAS y SMITH (1994) y SALINAS (1995), por citar referencias en castellano, analizan en detalle esta técnica.

[8] Sobre el FDH puede verse el trabajo seminal de DEPRINS, SIMAR y TULKENS (1984). Aplicaciones más recientes se encuentran en TULKENS (1990) o DE BORGER, et alter (1992 y 1994).

3. SOBRE LA EFICIENCIA DE LOS SERVICIOS LOCALES. ALGUNOS TRABAJOS PREVIOS

El trabajo empírico realizado sobre la medición de la eficiencia en el ámbito del sector público es relativamente amplio, tanto desde la vertiente del enfoque paramétrico, como desde el no paramétrico, especialmente en lo que respecta al sector sanitario. Sin embargo, y curiosamente, las aplicaciones al campo de los servicios públicos locales son más bien escasas. Con todo, existen algunos trabajos recientes que han tratado de estudiar la eficiencia en la prestación de algunos servicios concretos. En este epígrafe vamos a reseñar brevemente algunos especialmente significativos, como el trabajo de De Borger et al. (1992), cuyo objetivo es medir la productividad de los municipios belgas, y otros referidos al mantenimiento de carreteras rurales (Deller, 1992), gestión tributaria (Thanassoulis et al., 1987) y protección contra incendios (Cuenca, 1994), además de los referidos a los servicios de recogida de basuras, más directamente relacionados con el sector analizado en este trabajo.

En su trabajo De Borger et al. (1992) utilizan la técnica no paramétrica FDH (la más flexible y menos restrictiva de las examinadas) con objeto de medir la eficiencia técnica de los municipios belgas. A estos efectos, seleccionan como variables relevantes un sólo input *(total empleados municipales)* y cuatro outputs *(longitud de las vías urbanas, número de beneficiarios de subsidios de renta mínima, número de estudiantes de educación primaria y superficie de parques y espacios de recreo)* a los que posteriormente añadieron un quinto definido con carácter residual como *diferencia entre el total de gastos y los destinados a los cuatro outputs previos,* referidos todos ellos a una muestra de 589 municipios. Posteriormente, tratan de explicar las ineficiencias así calculadas sobre la base de características políticas, fiscales y estructurales. Los resultados de su análisis atribuyen el carácter de determinantes de la eficiencia a la capacidad fiscal y a factores de escala. Además, algunas características tales como los mecanismos de financiación de los gobiernos locales, determinadas características políticas de los municipios y la migración neta son elementos adicionales de explicación.

A nuestro juicio, dos son las críticas esenciales que se pueden hacer a este trabajo. Por una parte, la unidad productiva considerada es demasiado amplia. A pesar de la flexibilidad de la técnica FDH, que ni siquiera requiere satisfacer la condición de convexidad, la multiplicidad de factores implicados a funciones tan diferentes como las realizadas por los municipios desaconsejan en nuestra opinión elegir a estos como unidades productivas globales. Por otra parte la selección del factor trabajo como único input nos parece también excesivamente simplificadora. Si bien es cierto que buena parte de los servicios locales son intensivos en factor trabajo, y que los autores señalan las dificultades que han tenido para acceder a otro tipo de datos, creemos que la ausencia absoluta de factor capital en el análisis puede sesgar de un modo importante los resultados, máxime si recordamos la consideración del municipio como unidad productiva global.

Frente al de De Borger et al. (1992), el resto de los trabajos tratan de medir la eficiencia en servicios concretos, de modo que las unidades seleccionadas tienen un carácter más restringido y por ello más adecuado.

Así, Thanassoulis et al. (1987) utilizan el DEA para medir la eficiencia del servicio de recaudación de impuestos por parte de las localidades británicas. Concretamente, emplean un único input *(costes totales de recaudación de impuestos)* y cuatro outputs *(número de declaraciones administradas por el departamento, número de deducciones concedidas en el año, número de san-*

ciones establecidas al año y valor presente neto de los impuestos recaudados), referidos a 62 unidades. La utilización del coste total como único input es justificada con base en dos argumentos, cuales son las pérdidas de poder discriminatorio en que se incurriría caso de desagregar los costes, dadas las características inherentes al método de estimación, que en su opinión superaría de largo a las ganancias en información, y además la menor fiabilidad de los datos, a medida que son desagregados, debido a los diferentes criterios contables empleados por las autoridades locales. Por lo que se refiere a los outputs, pretenden incorporar información acerca del esfuerzo realizado por los gestores en las diversas parcelas de las que constan las tareas administrativas. Aquí, quizás el output más discutible sería el último (valor actual neto de los impuestos recaudados), que los autores justifican como indicador del esfuerzo requerido en la recaudación, en términos de cuantía y rapidez, argumento que en nuestra opinión no parece muy relevante. Como resultados, obtiene 7 unidades eficientes (11% de las examinadas), y 31 (50%) cuyos rangos superan el valor 0,7. Como limitaciones del análisis reconocidas por los propios autores cabe indicar que el modelo utilizado supone rendimientos constantes a escala, hipótesis poco realista en un servicio como el analizado, y que las ponderaciones óptimas consideradas en algunas de las unidades declaradas eficientes son sospechosas en algunos casos por excesivamente bajas, lo cual podría haber sido corregido a través de la utilización de alguna restricción adicional [9].

Por su parte, en un trabajo referido a una muestra de 1.319 localidades, Deller (1992) trata de estimar la eficiencia de los servicios viarios rurales en el oeste medio de los Estados Unidos. Para ello estima una frontera de producción paramétrica estocástica con cinco inputs, dos de ellos relativos al factor trabajo *(número de empleados a tiempo completo y número de empleados a tiempo parcial)* y tres al factor capital (flujo de servicios realizados por *tractores, vehículos de un solo eje y vehículos de carga)*. Además como indicador de las tasas de utilización de los factores se utiliza el *tráfico diario medio* para una milla de carretera estándar. Como output, dados los diferentes tipos de vías existentes, desde carreteras pavimentadas hasta pistas de tierra susceptibles de prestar menos servicios, Deller construye un índice que pretende sintetizar en unidades homogéneas los servicios prestados. El índice es construido a partir de los *costes medios de mantenimiento de los cuatro principales tipos de superficies*. La forma funcional elegida es una log-lineal con objeto de incorporar rendimientos de escala en la tecnología de producción. Los resultados obtenidos le llevan a afirmar que existen ineficiencias de producción en los servicios analizados, estimados en unos costes de producción superiores en un 14% a los necesarios. Además, sus estimaciones encuentran una correlación negativa y significativa entre los niveles de ineficiencia y el tamaño de la localidad que le lleva a cuestionar lo razonable del proceso de descentralización de competencias en favor del nivel local de gobierno llevado a cabo durante la administración Reagan. Como comentario adicional, cabría añadir que quizás la utilización de una técnica no paramétrica hubiese resultado más esclarecedora, al menos en el sentido de obtener de ella resultados complementarios dignos de ser analizados. Utilizando el DEA, por ejemplo, podrían haberse incorporado al análisis diversos outputs, según los distintos tipos de vías públicas, obviando la necesidad de construir un índice sintético que necesariamente supone una simplificación de la realidad.

Ya, en España, un trabajo reciente que se ha realizado con referencia al sector público local es el de Cuenca (1994), cuyo objetivo es medir la eficiencia técnica de los servicios de

[9] Sobre la restricción de ponderaciones en el DEA, vid. PEDRAJA, SALINAS y SMITH (1994).

protección contra incendios en las capitales de provincia y municipios de más de 50.000 habitantes (en total 53 unidades). Para ello, Cuenca utiliza tres métodos alternativos (uno no paramétrico y dos paramétricos) y compara los resultados.

La primera medida la efectúa sobre la base de la aplicación de un modelo DEA, con cuatro outputs (*número de informes de prevención*, con una ponderación restringida al 20% de cualquiera de los otros outputs, número de *intervenciones en incendios, número de intervenciones en salvamentos y resto de intervenciones*, incluyendo asistencias técnicas y falsas alarmas) y cinco inputs (*mandos, bomberos, vehículos especiales, resto de vehículos y material*). Como resultados, encuentra 20 unidades eficientes (46%) y una eficiencia media del 82,91%, es decir que "el conjunto de los servicios de protección contra incendios y de salvamento puede reducir de forma equiproporcional los inputs que emplea en más del 17%, manteniendo el mismo volumen de actividad" [10].

En segundo lugar, Cuenca estima la eficiencia a través de un modelo determinístico de frontera. Para ello, reduce los cuatro outputs a uno solo obtenido como suma de los utilizados en el DEA, excluido el número de informes de prevención. Como forma funcional, elige una Cobb-Douglas, imponiendo la restricción de residuos no positivos y estima la frontera por Mínimos Cuadrados Ordinarios Corregidos, consistiendo la corrección en sumar al término independiente el valor del residuo más alto. Por este método, sus resultados dan una eficiencia media del 49,91%, con la ciudad de Guadalajara como única unidad eficiente al 100%.

[10] Cfr. CUENCA (1994), pág. 95.

Finalmente, y con objeto de superar la crítica común a todos los modelos determinísticos de no distinguir entre la ineficiencia y las desviaciones meramente aleatorias, procede a estimar por máxima verosimilitud la frontera mediante un modelo estocástico que divide el término de error en dos componentes, uno simétrico que recoge las perturbaciones aleatorias, no controlables por la unidad productiva y otro no positivo que recogería los efectos de la ineficiencia. En cuanto a los resultados, obtiene que el peso de la ineficiencia técnica en la varianza total de los residuos alcanza el 90,82%, a partir de lo cual llega a cuantificar la eficiencia media de la muestra en el 58,94%.

Para concluir, Cuenca compara los resultados obtenidos por los tres métodos, primero ordenando las 53 unidades según su grado de eficiencia, y después calculando el coeficiente de correlación de rangos de Spearman. Los valores de este último son lo suficientemente altos como para no hallar diferencias significativas en los resultados ordinales (el valor más bajo es 0,8559 para el coeficiente entre el DEA y el Modelo Estocástico de Frontera).

En cuanto a los resultados cardinales, a nuestro juicio, parte de las grandes diferencias de resultados en relación con la eficiencia media tal vez se deban al alto número de variables (5 inputs y 4 outputs) utilizados en el análisis mediante DEA, que pudieran haber sesgado al alza sus resultados y a una forma funcional (Cobb-Douglas) poco flexible en los análisis paramétricos, que pudiera no ajustarse bien a las características tecnológicas del servicio.

Finalmente, pasamos a reseñar algunos trabajos recientes relativos al servicio de recogida de basuras, servicio éste elegido por nosotros para iniciar nuestra aproximación a la evaluación de la eficiencia del sector público local.

Cuadro I
Eficiencia en los servicios de recogida de basuras

Autores y Fecha	Lugar y Período	Método	Resultados
HIRSCH (1965)	24 Ciudades y Municipios en el Condado de St. Louis, 1960	Función de costes medios entre recogida privada y pública	Diferencias de costes no estadísticamente significativas
PIER et al (1974)	24 Ciudades y Municipios en el Estado de Montana	Comparación de funciones de producción para producción pública y privada	• Con respecto al trabajo, la producción pública es más eficiente para todos los niveles de output • Con respecto al capital, el sector público es menos eficiente a bajos niveles de output, pero más eficiente en caso contrario • La recogida pública es más eficiente que la privada, excepto en las comunidades más pequeñas
KITCHEN (1976)	48 municipios canadienses con población de más de 100.000 h. 1971	Funciones de coste medio	El coste medio es menor en caso de concesión del servicio que en el caso de gestión directa
COLLINS & DOWNES (1977)	53 ciudades y municipios del Condado de St. Louis	Función de costes (por unidades residenciales)	No hay diferencias significativas de coste
PETROVIC & JAFREE (1977)	83 ciudades del Midwest americano		La gestión directa es más costosa que el precio de contratar a empresas privadas
POMMEREHNE & FREY (1977)	103 grandes municipios suizos, 1970	Funciones de coste medio	El coste medio en el sector público es tanto mayor que en el sector privado cuanto más competitivo es el mercado de recogida de basuras
SAVAS (1977)	Ciudad de Minneapolis 1971-1975	Comparaciones de coste medio	• No hay diferencias significativas entre recogida privada y pública • La introducción de más competencia inducía a un descenso en los costes
STEVENS (1978)	Municipios norteamericanos 1970-71	Funciones de coste total	El coste total es menor si el productor es privado
BENNET & JOHNSON (1979)	Una empresa pública y 29 empresas privadas, en el condado de Fairfax, Virginia, 1977	Comparación de precios cobrados a las unidades familiares por la recogida	Los precios cobrados por las empresas privadas son menores que el cobrado por la pública
TICKNER & MCDAVID (1986)	100 municipios canadienses con población superior a 10.000 h. 1981	Función de costes totales	La recogida privada es menos costosa que la pública

Cuadro 1 (cont.)
Eficiencia en los servicios de recogida de basuras

Autores y Fecha	Lugar y Período	Método	Resultados
PELLETIER (1986)	100 ciudades canadienses	Funciones de coste medio	• El coste medio es mayor si el servicio es suministrado por el sector público • Menor coste cuanto mayor sea la competencia entre empresas
LAWARREE (1986)	136 ciudades y municipios belgas. 1983	Funciones de coste total	• El sector privado es menos costoso • La introducción de más competencia induce menores costes
DOMBERGER et al. (1986)	403 corporaciones locales en Inglaterra y Gales. 1983-84 y 1984-85	Funciones de coste total	Competencia induce a descensos en los costes de recogida, tanto en el caso de suministro público como privado
CUBBIN & al. (1987)	317 corporaciones locales en Inglaterra y Gales. 1984-85	Frontera de producción no paramétrica	• Mayor eficiencia productiva en el caso de gestión privada • Mayor eficiencia productiva en servicios competitivos
BURGAT & JEANRENAUD (1990)	98 ciudades y municipios suizos con población superior a los 5.000 h. 1989	• Fronteras de producción paramétricas y no paramétricas • Fronteras de costes totales	Mayor eficiencia productiva en caso de gestión privada del servicio
SZYMANSKI & WILKINS (1993)	Panel de 403 autoridales locales de UK. 1984-88	Función de costes	La competencia y la gestión privada del servicio reducen los costes unitarios alrededor de un 20%, debido a mejoras de productividad
BURGAT & JEANRENAUD (1994)	98 ciudades y municipios suizos con población superior a los 5.000 h. 1989	Frontera de producción paramétrica	El grado medio de eficiencia se incrementa significativamente (en un 5%) cuando los gobiernos locales subcontractan el servicio en lugar de proveerlo ellos mismos
BELLO & SZYMANSKI (1996)	365 autoridades locales inglesas. 1988-93	Función de costes totales	• La introducción de competencia redujo los precios entre un 27% y 34% • La provisión pública del servicio supone unos precios un 11% más altos que la provisión privada

Fuente: PESTIEAU & TULKENS (1990) y elaboración propia.

El servicio de *recogida de basuras* ha sido ya objeto de amplia consideración en la literatura económica internacional. El cuadro 1, extraído en su mayor parte de Pestieau & Tulkens (1990), sintetiza los resultados de algunas de las principales investigaciones realizadas en este campo en los últimos años.

Como se ve, en la mayor parte de los casos son estudios centrados en realizar análisis comparativos en términos de costes entre operadores públicos y privados, y no análisis de eficiencia técnica propiamente dicha, aspecto éste sólo recogido en los trabajos de Cubbin et al. (1987) y Burgat y Jeanrenaud (1990).

Concretamente, el trabajo de Cubbin et al. (1987) parte de uno anterior de Domberger et al. (1986) en el que se analiza la eficiencia del servicio de recogida de basuras en Gran Bretaña, mediante la estimación paramétrica de una función de costes por mínimos cuadrados ordinarios, sobre la base de 610 observaciones (305 unidades en 2 años). Como variables independientes de la ecuación de regresión se incluyen entre otras el *número de puntos de recogida de residuos,* los *salarios pagados,* la *frecuencia de recogida,* el *método* y la *forma de gestión* (directa o contratada). El objetivo concreto del trabajo es examinar si existen diferencias significativas de eficiencia en la prestación de este servicio en favor de aquellas localidades que han introducido factores de competencia en la gestión del mismo. Sus resultados respaldan esta hipótesis, en el sentido de hallar costes de provisión significativamente más bajos allí donde la competencia fue estimulada. Así, los costes de provisión son un 17% más bajos en las unidades que prestan por sí mismas el servicio tras abrir un concurso para su concesión en relación con las que no han abierto tal concurso, y los ahorros en costes aumentan hasta el 22% de media cuando, tras el concurso, el servicio es suministrado por empresas ajenas a la corporación. Sin embargo, este trabajo adolece también de dos problemas. En primer lugar, el método de regresión utilizado es un método de *no frontera* y, por lo tanto, no adecuado para medir la eficiencia. Además, y como señalan en su crítica Ganley y Grahl (1988), menores costes pueden significar menor calidad en la prestación del servicio, con lo que las posibles ganancias de eficiencia pudieran ser alcanzadas a costa de pérdidas en el bienestar de los ciudadanos.

Cubbin et al. (1987) vuelven sobre el mismo tema, e incluso sobre la misma base de datos, aun cuando la muestra es ahora restringida a 317 observaciones, utilizando ahora como método de estimación el DEA, y comparando los resultados obtenidos por ambos métodos. Concretamente, en este segundo trabajo utilizan dos inputs (número de *trabajadores manuales* en términos de equivalentes a tiempo completo y número de *vehículos*) y diez outputs (tres que relacionan el número de *puntos de recogida* con distintas *frecuencias temporales,* cinco que relacionan el número de *puntos de recogida* con distintos *métodos de recogida,* el número de toneladas de *papel* y el número de *vehículos abandonados recogidos*), además de introducir como variables exógenas (no controlables) la *densidad de puntos de recogida* y el *porcentaje* que supone los puntos de recogida correspondientes a los *residuos familiares,* en contraposición con los industriales. Ambos métodos suponen rendimientos a escala constantes. Sus resultados confirman los obtenidos anteriormente en cuanto a las diferencias positivas ligadas a la presencia de factores de competencia en la provisión del servicio, aun cuando los márgenes son más estrechos. En concreto, la eficiencia media obtenida para el conjunto de autoridades es 0,8142, siendo 0,8055 la de las localidades que prestan por sí mismas el servicio sin abrir concurso público para su provisión, 0,8608, donde se sigue ofreciendo por parte de la propia localidad, tras el concurso y 0,9390, donde la provisión del servicio es contratada a empresas exteriores. Por lo tanto lo que en el trabajo anterior (Domberger et al. 1986) eran diferencias de costes del 17 y 22%, son aquí diferencias de eficiencia del 7 y 17%, respectivamente.

Por lo que respecta a nuestro país, en su tesis doctoral, Vilardell (1988) abordó el análisis del servicio de recogida de basuras mediante la aplicación del DEA a una muestra de 47 municipios de Cataluña, con datos referidos a los años 1981 y 1986, y a una muestra de 25 ciudades de más de 100.000 habitantes de todo el territorio español, con datos del año 1986. Como variables incluidas en el estudio con objeto de definir las características del servicio, Vilardell utiliza cuatro, dos outputs (*beneficiarios del servicio,* definida en términos de la población mu-

nicipal, incluyendo un factor de estacionalidad que afecta a los municipios turísticos, y producción, en toneladas anuales, *de residuos sólidos urbanos*) y dos inputs (*coste del servicio*, en términos de dotaciones presupuestarias, y *personal empleado en el servicio*, incluyendo tanto a los trabajadores directos, como a los administrativos y responsables municipales del área).

A efectos operativos y justificándolo sobre la base de argumentos de homogeneidad, por lo que respecta a la muestra catalana, el modelo es aplicado por separado a tres submuestras de 18, 16 y 13 municipios según tramos de población (entre 10.000 y 20.000 habitantes, de 20.000 a 50.000 y de más de 50.000 respectivamente). Como resultados, Vilardell encuentra que en términos generales el número de municipios que gestionan eficientemente sus recursos no supera el 45% de la muestra, siendo los de población comprendida entre 20.000 y 50.000 habitantes los que presentan mejores resultados y sin que existan variaciones significativas entre los dos años objeto de estudio.

En una segunda etapa, Vilardell trata de distinguir entre los municipios en los que el servicio se presta mediante mecanismos de gestión privada y aquellos en los que no se da este hecho, aplicando DEA a muestras diferenciadas en función de esta característica, y obteniéndose una mayor eficiencia en los municipios de gestión privada.

Por último, se repiten ambos ejercicios para una muestra de municipios de más de 100.000 habitantes de todo el Estado. En este caso, son los municipios con gestión pública los que, a la vista de los resultados, alcanzan mayor eficiencia.

A nuestro juicio, y pese a que su carácter pionero le hace ser especialmente valioso, el trabajo de Vilardell es susceptible de recibir algunas críticas. Por una parte, creemos que la selección de variables es inadecuada, especialmente en lo referente a los inputs utilizados. En nuestra opinión, si se emplea como input el coste del servicio, no es correcto utilizar adicionalmente el número de trabajadores, por cuanto dentro del coste del servicio, ya figura la remuneración de éstos, y en consecuencia estará incurriendo en una duplicidad innecesaria. Además, ante la inexistencia de una contabilidad analítica, la utilización de datos presupuestarios puede ser vista como un mal menor, pero a nuestro juicio es más "mal" que "menor" a estos efectos, dada la escasa fiabilidad de los presupuestos, sobre todo en los municipios más pequeños, en los que la ausencia de personal técnico cualificado los hace más dudosos. A nuestro juicio, hubiese sido más adecuado utilizar inputs "físicos" o no presupuestarios, como el personal, diferenciando entre "cuello azul" (trabajadores directos, en términos de Vilardell) y "cuello blanco" (empleados administrativos), y elementos de capital como el número de contenedores o los vehículos utilizados en el servicio.

El otro elemento de crítica metodológica al trabajo de Vilardell es el relativo a las muestras utilizadas para la aplicación del DEA. Puesto que el modelo construye la frontera a partir de las observaciones, el hecho de incluir más o menos unidades en la muestra puede ser determinante para los resultados. En este sentido, creemos que hubiese sido más correcto aplicar el DEA a una muestra global, sobre todo a la hora de buscar las eventuales diferencias en la eficiencia mostrada por las unidades según la forma de gestión.

4. UN CASO DE EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA EN EL SECTOR PÚBLICO LOCAL ESPAÑOL. LA RECOGIDA DE BASURAS EN LOS MUNICIPIOS CATALANES

La evaluación de los niveles de eficiencia y calidad con que se prestan los servicios públi-

cos locales puede ser analizada desde dos perspectivas distintas:

- A partir de factores objetivos provenientes de la propia oferta de los servicios públicos, lo cual nos indicará el grado de *eficiencia* lograda en la provisión de dichos servicios.

- A partir de la evaluación subjetiva del grado de satisfacción aportada por los mismos a los individuos, lo cual nos indicará el grado de percepción de la *calidad* de estos servicios que evidencian los ciudadanos.

En principio, los dos factores anteriores pueden ser vistos como las dos caras de una misma moneda. La eficiencia nos lleva, como hemos visto anteriormente, a analizar si se han conseguido los objetivos previstos con el menor coste. No obstante, una correcta evaluación de la provisión de servicios públicos no puede realizarse sin tener en cuenta las percepciones que los ciudadanos tienen acerca de la calidad de los mismos. En consecuencia, un proyecto ambicioso de evaluación de los servicios públicos locales debería plantearse dos objetivos:

1. *Medir el nivel de* ***eficiencia*** *de la oferta de dichos servicios y el nivel de satisfacción aportada por los mismos a los individuos resultante del grado de percepción de la* ***calidad*** *que evidencian.* Por tanto, a partir del estudio se podría conocer si un servicio público local con una evaluación positiva de su grado de eficiencia económica se percibe también como un servicio con un alto nivel de calidad por parte de los ciudadanos, o viceversa.

2. *Lograda esta identificación (y evaluación), los niveles de eficiencia y de satisfacción experimentada por los ciudadanos pueden tratar de ponerse en relación (mediante un modelo explicativo) con ciertas características (de tamaño, político-institucionales, organizativas y fiscales) de los entes locales suministradores.*

A nuestros efectos, una primera aproximación al tema, que es la que aquí se presenta, consiste en medir (y modelizar) sólo la *eficiencia* (posponiendo el análisis de la calidad), de *un único servicio* y en un *marco territorial restringido* a localidades radicadas en una Comunidad Autónoma (Cataluña). A pesar de la flexibilidad de algunas técnicas, como el DEA o el FDH, la multiplicidad de factores implicados asociados a funciones tan diferentes como las realizadas por los municipios desaconsejan utilizar a aquéllos como unidades productivas globales. Entendemos que una mayor homogeneidad y corrección en la medida de la eficiencia se logrará si esta se efectúa para un servicio municipal concreto. Más adelante, y a la vista de los resultados, esperamos poder seguir desarrollando el programa generalizando el ámbito territorial (al conjunto del Estado Español) y el número de servicios a analizar, y, por supuesto, abordando el estudio de la calidad de los servicios sobre la base de encuestas a los usuarios.

Por lo que se refiere, más en concreto, a la metodología del estudio, como ya hemos comentado, la mayoría de los trabajos existentes en la literatura económica reciente que tratan de abordar el análisis de la eficiencia han venido utilizando para ello una técnica inapropiada cual es el análisis de regresión [11]. Ya hemos visto cómo está generalmente admitido que la medición de la eficiencia requiere métodos de frontera, ya que la evaluación ha de hacerse respecto a una función de producción que es una función frontera y cómo el análisis de regresión, aunque

[11] KEMPER y QUIGLEY (1976), DOMBERGER et alter (1986), DOMBERGER et alter (1988), AUDIT COMMISSION (1984), MCDAVID (1985), HARTLEY y HUBY (1985).

permita obtener algunos elementos que afecten a la eficiencia, no ofrece medidas individualizadas del grado de eficiencia con que actúan los distintos municipios en el servicio analizado. En consecuencia, nosotros tratamos en principio de medir la eficiencia en el sentido expuesto en el trabajo clásico de Farrell (1957), es decir, evaluamos la habilidad de cada unidad de producción para situarse en el límite de sus posibilidades de producción. Para ello utilizamos tanto técnicas paramétricas como no paramétricas, conjugando diversos grados de flexibilidad en la estimación de las fronteras de producción con el objeto de obtener una visión lo más amplia posible del servicio estudiado.

En cuanto al servicio concreto, nosotros nos hemos decidido en primera instancia por el de *recogida de basuras* por diversas razones:

- La primera, de orden práctico, se debe a la relativamente fácil accesibilidad a fuentes de información sobre un conjunto de inputs y outputs relativos a este servicio para un número de municipios de la comunidad autónoma de Cataluña suficientemente amplio como para que queden bastantes dimensiones libres para que el análisis ofrezca resultados de interés.

- La segunda razón es la existencia de estudios previos de eficiencia, algunos reseñados en este mismo trabajo sobre este servicio, aunque, como dijimos, no utilicen, generalmente, la técnica apropiada [12].

- La tercera, porque el servicio de recogida de basuras es una cuasi-excepción al problema de medición del output. En este caso, el output (a diferencia de lo que ocurre con otros servicios públicos como la educación, la sanidad, la administración de justicia, etc.) está bien definido y puede ser razonablemente medido.

Con todo, la selección de un determinado servicio municipal como el de recogida de basuras no es garantía suficiente de homogeneidad en la evaluación de la eficiencia. Por ello cabe reseñar previamente algunas cuestiones relevantes.

En primer lugar, la mayoría de los estudios sobre estos servicios supone que la función de producción exhibe *rendimientos constantes de escala* [13]; el mantenimiento de esta hipótesis nos permitiría utilizar una frontera de producción con este tipo de rendimientos, sin necesidad de introducir la restricción adicional de Banker, Charnes y Cooper (1984) en el caso del DEA. Sin embargo, las aproximaciones paramétricas nos pueden ayudar a contrastar el tipo de rendimientos a escala que sería más aceptable considerar.

Por otra parte, la homogeneidad en la comparación vendrá determinada por la existencia de factores exógenos, al margen del control de las unidades, que afecten al grado de eficiencia. En este sentido, factores como la estructura del municipio (industrial o residencial), la presencia de factores de estacionalidad (municipios turísticos, por ejemplo) o la densidad y dispersión de la población [14] podrían ser factores exógenos que afectasen a los resultados del análisis.

Lo dicho hasta aquí da pie para una observación relativa al concepto de eficiencia que

[12] Ver nota anterior.

[13] HIRSCH (1965) y COLLINS y DOWNES (1977). KEMPER y QUIGLEY (1976) coinciden en la inexistencia de economías de escala, pero sugieren en cambio la presencia de importantes economías de densidad, de modo que "a medida que la densidad aumenta, la distancia entre puntos de recogida disminuye y el coste de recogida por tonelada desciende consiguientemente" (Pág. 53).

[14] Véase nota anterior.

pretendemos medir. Así, todas las restricciones se mantienen en el ámbito de lo productivo, es decir, en ningún caso pretendemos medir otra eficiencia distinta de la técnica, ya que este concepto permite valorar la eficiencia obtenida por una mayor productividad de los factores sin tener que entrar en consideraciones de costes superiores por mayores salarios o por un mayor empleo que, aunque son tan importantes como una mayor productividad desenfocan el marco de la comparación [15]. En consecuencia, las variables utilizadas en el análisis serán en todo caso variables *físicas*, o no monetarias, con lo que el estudio se centrará inicialmente en el lado de las *cantidades* y no en el de los *precios*. El hecho de que en competencia una mayor productividad marginal de los factores productivos lleve aparejada una mayor remuneración de los mismos sería obviamente relevante a la hora de explicar diferencias en los costes de prestación del servicio entre las diversas unidades, dado que el coste total es un producto de cantidades por precios. Sin embargo, entendemos que en este primer estadio del análisis tiene mayor interés circunscribirlo exclusivamente al ámbito de las cantidades tanto desde el lado de los inputs, como desde el de los outputs. Este concepto de eficiencia es igualmente el apropiado para contrastar si el tipo de producción (pública o privada) explica una eficiencia diferenciada en la prestación del servicio. A nuestro juicio, la hacienda local constituye, en este sentido, un marco ideal para comprobar cómo los esquemas diferenciados de incentivos, consecuencia del distinto tipo de producción, son o no relevantes. La separación espacial impide la uniformidad de estos esquemas que se produciría si unidades públicas y privadas actuaran en el mismo espacio.

[15] Este tipo de críticas a los posibles ahorros producidos en determinadas unidades como consecuencia de procesos de privatización se encuentra en GANLEY y GRAHL (1988).

Respecto a las características productivas del sector, existe un amplio consenso acerca de cuáles son los factores productivos más relevantes [16]. Así, el número de contenedores y su distribución territorial, los vehículos utilizados (o mejor, los kilómetros recorridos por los mismos, con objeto de internalizar los efectos derivados de la distancia entre los centros de recogida y los de depósito) y, por supuesto, el número de operarios (o mejor el número de horas contratadas, para homogeneizar la utilización del factor trabajo, dada la presunta presencia simultánea de trabajadores a tiempo completo y a tiempo parcial) serán inputs imprescindibles. Un grado más de refinamiento se obtendría si se pudiera distinguir entre subcategorías de los tres inputs citados, por ejemplo tipos o material de los contenedores, características especializadas (trituradores, por ejemplo) de los vehículos o categorías laborales (o cuanto menos distinción entre personal directo y administrativo) en el caso del factor trabajo.

Por su parte, el output principal a nuestros efectos no puede ser otro que el número de toneladas de residuos recogidas y, por lo tanto, transportadas al vertedero correspondiente. Sin embargo, también aquí cabría diferenciar entre distintos tipos de basuras, tales como los residuos orgánicos o más generales (propios de la recogida domiciliaria), los voluminosos (muebles, electrodomésticos, ...) más irregulares en el tiempo, las recogidas específicas en mercados, zonas periféricas, vehículos abandonados... o la recogida selectiva con objetivos ecológicos o de reciclaje (vidrio, papel-cartón, pilas, fármacos).

En nuestro estudio, hemos seleccionado como variables a incorporar en esta primera etapa las siguientes:

[16] Vid. por ejemplo KEMPER y QUIGLEY (1976) o el reciente estudio centrado en el análisis de los costes del sector realizado en CEA (1994).

INPUTS

- Número de contenedores.
- Número total de vehículos.
- Número total de trabajadores directos (empleados no administrativos) reducidos a términos de jornada completa.

OUTPUTS

- Toneladas de residuos de materia orgánica recogidos.

La ausencia de datos nos ha impedido utilizar inputs más ajustados, entre los que lamentamos especialmente el número de kilómetros recorridos por los vehículos de recogida de basuras, dato que entendemos habría servido para ajustar más adecuadamente la frontera de producción.

Cuadro 2
Estadísticas descriptivas

	Toneladas	Contenedores	Camiones	Personal
Máximo	101.100	3.912	18	49
Mínimo	2.032	25	1	2
Media	15.271	542	3	10
Desviación Típica	18.916	666	3	9
Coeficiente de variación	1,2387	1,2291	0,9075	0,9704

Por lo que se refiere a los outputs, finalmente nos hemos decantado por utilizar únicamente las toneladas de residuos orgánicos y ello por dos razones básicas: en primer lugar, por entender que todavía hoy representan el núcleo esencial del servicio [17]; en segundo lugar, la utilización de un único output facilita la estimación paramétrica de la frontera de producción y permite comparaciones más homogéneas de los resultados obtenidos del empleo de diferentes técnicas.

El análisis fue realizado sobre una base compuesta por 75 municipios catalanes que respondieron satisfactoriamente a un cuestionario que les había sido remitido acerca de un amplio número de variables relacionadas con la prestación del servicio de recogida de basuras durante el año 1994. El cuestionario se envió a todos los municipios de más de 5.000 habitantes de Cataluña (145, excluida Barcelona por razones de dimensión), de los cuales sólo 75 lo contestaron satisfactoriamente. De ellos, 7 tienen más de 100.000 habitantes, otros 7, entre 50.000 y 100.000, 14, entre 20.000 y 50.000, 23, ente 10.000 y 20.000 y otros 24, entre 5.000 y 10.000 habitantes. El cuadro 2 ofrece algunas estadísticas descriptivas relativas a la citada muestra. Seguidamente vamos a exponer los resultados de nuestras evaluaciones.

[17] De hecho según el estudio realizado por el CEA (1994) para 31 municipios del área metropolitana de Barcelona, tales residuos agrupados en la recogida domiciliaria suponen el 85,8 % de los costes totales del servicio.

4.1. Aproximación paramétrica

Como es sabido, los métodos paramétricos imponen a priori una forma funcional determinada a la frontera de producción. Dicha frontera se estima a partir de los consumos de inputs y de la producción de outputs de los servicios analizados. Así, se asume que la frontera de producción es de la forma:

$$Y = f\,(X_i)$$

donde Y representa al output, X_i al vector de inputs y $f\,(.)$ es la forma funcional de la frontera.

Como venimos indicando, en nuestro caso, la consideración de un único output, toneladas de residuos, además de recoger con relación a otros servicios con extrema precisión la producción del servicio, se ajusta perfectamente a la necesidad de definir una única dimensión del output en estos modelos.

El paso siguiente será la especificación de la forma funcional de la frontera, decisión transcendental, ya que los resultados finales (índices de eficiencia) serán diferentes según las formas funcionales empleadas. Nosotros hemos utilizado una forma funcional Cobb-Douglas homogénea, función relativamente rígida, pero cuyos resultados serán contrastados con los obtenidos de los enfoques no paramétricos mucho más flexibles. Además, las formas funcionales empleadas en los estudios previos paramétricos sobre el servicio son igualmente rígidas [18].

Siguiendo esta aproximación analizamos la eficiencia considerando en primer lugar un modelo *determinístico* de frontera. Posteriormente, aplicamos un modelo *estocástico* de manera que posibilitemos desviaciones de la frontera debidas a perturbaciones aleatorias que se añadan a la existencia de un comportamiento más o menos eficiente.

[18] Vid. HIRSCH (1965), KEMPER y QUIGLEY (1976), o DOMBERGER et al. (1986),

4.1.1. Frontera determinística

Aigner y Chu (1968) basándose en el citado trabajo de Farrell (1957), propusieron una función de producción Cobb-Douglas homogénea a la que impusieron la condición de que todas las observaciones estuvieran situadas en o *por debajo* de la frontera de producción:

$$Y_i = A\prod_{k=1}^{n} X_{k_i}^{\beta_k}\,\varepsilon_i = Y_i^{*}\,\varepsilon_i$$

en la que ε_i es una perturbación aleatoria comprendida entre cero y uno. Y^*_i constituye la frontera de producción, es decir, la máxima cantidad de output que puede alcanzarse con el consumo de inputs realizado; ε_i es además el *índice de eficiencia técnica* que alcanza el valor 1 cuando la organización es totalmente eficiente (es decir, cuando la organización está situada en la frontera de producción $Y_i = Y^*_i$) y un valor más próximo a cero cuanto más ineficiente es la organización.

Para calcular la eficiencia de cada una de las unidades analizadas, la función de producción puede hacerse lineal tomando logaritmos:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^{n} \beta_k \ln X_{ki} + u_i$$

donde,

n es el número de inputs incluidos en el análisis,
$\beta_0 = \ln A$, y
$u_i = \ln \varepsilon_i$ $(u_i < 0)$.

Al medir las desviaciones de la frontera a partir de ε_i, término que refleja exclusivamente la ineficiencia técnica, este procedimiento recibe el nombre de aproximación determinística de frontera. La medida de Farrell de eficiencia técnica viene dada, en consecuencia, por:

$$\varepsilon_i = e^{u_i} = \frac{Y_i}{Y_i^{*}}$$

El citado término de error puede estimarse a través de una gran variedad de métodos. El más simple es el de Mínimos Cuadrados Ordi-

narios Corregidos (MCOC) [19]. Este método supone el desplazamiento hacia arriba del estimador mínimo cuadrático ordinario de la constante hasta que un residuo es igual a cero y todos los demás son negativos [20]. Ello se consigue sumando al término independiente obtenido por MCO el valor del residuo más alto entre los positivos. Utilizando este procedimiento pueden estimarse los parámetros de la frontera de producción y, a partir de ellos, la eficiencia técnica de los servicios analizados. Los resultados de la estimación aparecen reflejados en el Cuadro 3.

Los coeficientes estimados para cada uno de los inputs considerados reflejan la elasticidad del output ante variaciones de cada input. Puede observarse que los signos de los coeficientes estimados para las tres variables son, como cabía esperar, positivos y altamente significativos en los casos de las variables "contenedores" y "personal". El hecho de que el coeficiente estimado para la variable "camiones" no sea significativo puede deberse a la alta correlación (0,907) que existe entre dicha variable y la variable "personal". No obstante, hemos creído interesante no eliminar la variable "camiones" del análisis de eficiencia ya que su inclusión no distorsiona significativamente los resultados ofrecidos por las aproximaciones paramétricas [21] y enriquece los ofrecidos por las aproximaciones no paramétricas que se muestran en el siguiente epígrafe.

Cuadro 3
Estimación de la frontera determinística

Variable	Parámetro	Coeficiente	Estadístico t
Constante	β_0	4,65476	17,753***
LContenedores	β_1	0,48839	7,434***
LCamiones	β_2	0,16073	1,594
LPersonal	β_3	0,45017	4,568***
R^2 ajustado = 0,90364	F = 232,325		

(***) Significativo al 99%

Un aspecto de sumo interés para el posterior análisis comparado que realizamos entre las distintas aproximaciones se refiere al tipo de rendimientos de escala de la frontera de producción. En nuestro caso, la suma de los coeficientes estimados, $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3$, es 1,09929, lo cual parece contradecir la existencia de rendimientos constantes de escala, supuesto apoyado por la mayor parte de los estudios empíricos del sector [22]. No obstante, para comprobar si la hipótesis de rendimientos constantes es aceptable, hemos realizado el test de Wald, contrastando la hipótesis nula $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1$, que puede ser rechazada para un nivel de confianza del 97%.

[19] AIGNER y CHU (1968) propusieron dos métodos alternativos de estimación que garantizan la negatividad de los residuos u_i. El primero consiste en la aplicación de técnicas de programación lineal, minimizando la suma de los valores absolutos de los residuos, sujeto a la restricción de que cada residuo sea no positivo. El segundo método propuesto es la programación cuadrática, minimizando la suma de los cuadrados de los residuos, sujeto a la misma restricción.

[20] Véase FORSUND et al. (1980) y SCHMIDT (1986).

[21] Utilizando únicamente las variables "contenedores" y "personal" los resultados son prácticamente idénticos a los que se ofrecen en el trabajo.

[22] Vid. HIRSCH (1965), KEMPER y QUIGLEY (1976), COLLINS y DOWNES (1977) y CUBBIN et al.(1986).

Cuadro 4
Test de Wald

Hipótesis Nula: $\beta_1+\beta_2+\beta_3 = 1$			
F	4,712140	Probabilidad	0,033295
χ^2	4,712140	Probabilidad	0,029950

Una vez estimados los coeficientes de cada uno de los parámetros de la frontera de producción, el índice de eficiencia de cada unidad puede calcularse de forma inmediata:

$$\varepsilon_i = e^{u_i} = \frac{Y_i}{Y_i^*} = \frac{Y_i}{e^{\beta_0} X_{1i}^{\beta_1} X_{2i}^{\beta_2} X_{3i}^{\beta_3}}$$

donde los parámetros β_0, β_1, β_2 y β_3 toman los valores que aparecen en el cuadro 3. En el cuadro 5 se ofrecen los índices de eficiencia individuales para las distintas unidades. La eficiencia media de las 75 unidades, estimada mediante el modelo determinístico de frontera es del 55,31%. Esto indica que, en media, podría conseguirse un importante ahorro en inputs (un 45% aproximadamente) para conseguir el mismo objetivo en términos de output. Dos terceras partes de las unidades tienen índices de eficiencia inferiores al 60% y un tercio de las mismas inferiores al 50%.

Cuadro 5
Frontera Determinística
Índices de Eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
PREMIÀ DE MAR	1,0000
CANET DE MAR	0,8752
SALLENT	0,8563
CANOVELLES	0,8544
OLESA DE M.	0,8273
RIPOLLET	0,8259
MATARÓ	0,8233
LLORET DE MAR	0,8162
MOLLERUSSA	0,7752
FIGUERES	0,7662

Cuadro 5 (cont.)
Frontera Determinística
Índices de Eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
RUBÍ	0,7182
SANT JUST DESVERN	0,7060
PARETS DEL V.	0,7048
SANT VICENÇ DEL HORTS	0,7036
LLINARS DEL V.	0,7002
BADALONA	0,6947
ESPLUGUES DE LL.	0,6794
SANTA PERPÈTUA DE M.	0,6691
EL MASNOU	0,6468
CORNELLÀ	0,6362
L'HOSPITALET DE LL.	0,6237
MOLLET	0,6184
SANTA COLOMA DE G.	0,6148
LA LLAGOSTA	0,6000
GIRONA	0,5926
SALOU	0,5896
BLANES	0,5774
GAVÀ	0,5773
CASSÀ DE LA SELVA	0,5720
VILADECANS	0,5631
CASTELLDEFELS	0,5621
SANT ANDREU DE LA B.	0,5617
GRANOLLERS	0,5472
ESPARREGUERA	0,5428
TERRASSA	0,5407
PINEDA DE MAR	0,5382
SABADELL	0,5314
ARGENTONA	0,5294
VALLS	0,5293
IGUALADA	0,5273
LA BISBAL	0,5131
SANT BOI DE LL.	0,5087
ABRERA	0,5041
CASTELLAR DEL V.	0,5021
LA GARRIGA	0,4979
TORELLÓ	0,4940
SITGES	0,4883

Cuadro 5 (cont.)
Frontera Determinística
Índices de Eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
CERVELLÓ	0,4795
LES FRANQUESES	0,4792
MARTORELL	0,4737
SANT QUIRZE DEL V.	0,4736
VILASSAR DE MAR	0,4696
LLEIDA	0,4693
SANT CELONI	0,4650
CERDANYOLA	0,4647
MONTMELÓ	0,4607
EL PRAT DE LL.	0,4570
SANT ADRIÀ DEL B.	0,4560
VILANOVA I LA GELTRÚ	0,4498
VALLIRANA	0,4492
SANT JOAN DESPÍ	0,4328
BERGA	0,4239
SÚRIA	0,4185
PALLEJÀ	0,4060
CAMBRILS	0,3968
SOLSONA	0,3964
AMPOSTA	0,3937
MONTBLANC	0,3509
ROSES	0,3325
ALMACELLES	0,3213
OLOT	0,3105
BALAGUER	0,3016
PALAFRUGELL	0,2961
PIERA	0,2770
NAVÀS	0,2511

4.1.2. Frontera estocástica

La frontera estocástica de producción [23] tiene su fundamento en el posible doble origen de las desviaciones de la frontera de producción: ineficiencia y factores que estén fuera del control de las organizaciones. En el caso de una función Cobb-Douglas la formulación del modelo será:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^{n} \beta_k \ln X_{ki} + v_i + u_i$$

donde $u_i \leq 0$ y v_i no tiene restricción de signo.

El término de error $v_i + u_i$ está compuesto por dos partes. La primera, v_i, recoge las perturbaciones estocásticas y shocks aleatorios, es decir, representa factores fuera del control de la organización. La segunda parte, u_i, que es el equivalente al residuo de la frontera determinística, refleja la ineficiencia técnica y ha de tomar valores no positivos.

En los modelos de frontera estocástica, la frontera tiene, por tanto, dos componentes. El primero, $\beta_0 + \sum \beta_k \ln X_{ki}$, es la parte no estocástica de la frontera, común a todas las organizaciones [24]. El segundo, v_i, es un componente aleatorio que varía, por lo tanto, de una organización a otra.

En las aplicaciones de estos modelos se supone que la perturbación estadística sigue una distribución normal, mientras que para el término de ineficiencia se suponen varias distribuciones, como la semi-normal, la normal truncada o la exponencial [25]. En nuestra aplicación hemos supuesto para u_i una distribución semi-normal [26]. Los resultados obtenidos son los ofrecidos en el cuadro 6.

[23] Vid. AIGNER, LOVELL y SCHMIDT (1977), BATTESE y CORRA (1977) y MEEUSEN y VAN DEN BROECK (1977).

[24] Vid. AIGNER, LOVELL y SCHMIDT (1977), pág. 25.

[25] Vid. MEEUSEN y VAN DEN BROECK (1977).

[26] Para la estimación hemos utilizado el programa TSP versión 4.3.

Cuadro 6
Estimación de la frontera estocástica (distribución de u_i: semi-normal)

Variable	Parámetro	Coeficiente	Estadístico t
Constante	β_0	5,7276	16,327***
LContenedores	β_1	0,4594	7,155***
LCamiones	β_2	0,2056	2,093**
LPersonal	β_3	0,4290	4,703***
	$\lambda = \sigma_u / \sigma_v$	1,6725	1,743*
	$\sigma = \sqrt{\sigma^2_v + \sigma^2_u}$	0,3981	5,624***
	σ_u	0,3416	3,132***
	σ_v	0,2043	3,594***
	$\chi^2 = 36{,}087$ ***		

(***) Significativo al 99%
(**) Significativo al 95%
(*) Significativo al 90%

Como se puede apreciar, todos los parámetros son significativos a los niveles de confianza habituales y el valor de χ^2 permite rechazar la hipótesis nula de que el grupo de parámetros dado sea conjuntamente cero.

El cuadro 7 muestra los índices de eficiencia individuales para las distintas unidades. La eficiencia media de las 75 unidades, estimada mediante el modelo estocástico de frontera es del 76,95% y ninguna de las unidades aparece como eficiente. Sin embargo, cuatro unidades (Canet de Mar, Canovelles, Mataró y Premià de Mar) presentan índices de eficiencia superiores al 90% y otras quince (en total la cuarta parte), índices por encima del 85%. Por el contrario, sólo una unidad (Navàs) tiene un índice de eficiencia inferior al 50% y únicamente ocho se encuentran por debajo del 60%.

Cuadro 7
Frontera Determinística
Índices de Eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
PREMIÀ DE MAR	0,9236
CANOVELLES	0,9066
MATARÓ	0,9063
CANET DE MAR	0,9044
SALLENT	0,8998
LLORET DE MAR	0,8980
OLESA DE M.	0,8979
RIPOLLET	0,8952
FIGUERES	0,8933
MOLLERUSSA	0,8917
RUBÍ	0,8856
SANT VICENÇ DELS HORTS	0,8745
BADALONA	0,8729
SANT JUST DESVERN	0,8722
PARETS DEL V.	0,8713
SANTA PERPÈTUA DE LA M.	0,8673
ESPLUGUES DE LL.	0,8663
LLINARS DE V.	0,8645

Cuadro 7 (cont.)
Frontera Determinística
Índices de Eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
EL MASNOU	0,8512
CORNELLÀ	0,8507
L'HOSPITALET DE LL.	0,8444
SANTA COLOMA DE G.	0,8387
MOLLET	0,8369
SALOU	0,8303
LA LLAGOSTA	0,8288
GIRONA	0,8287
GAVÀ	0,8182
CASTELLDEFELS	0,8097
BLANES	0,8079
CASSÀ DE LA SELVA	0,8077
TERRASSA	0,8071
VILADECANS	0,8027
GRANOLLERS	0,8023
SANT ANDREU DE LA B.	0,7984
SABADELL	0,7949
PINEDA DE MAR	0,7924
VALLS	0,7875
ESPARREGUERA	0,7827
SANT BOI DE LL.	0,7777
ARGENTONA	0,7722
IGUALADA	0,7720
LA GARRIGA	0,7678
ABRERA	0,7629
CASTELLAR DEL V.	0,7607
TORELLÓ	0,7596
LA BISBAL	0,7554
SITGES	0,7540
CERVELLÓ	0,7476
LLEIDA	0,7460
SANT QUIRZE DEL V.	0,7445
MARTORELL	0,7397
SANT ADRIÀ DEL B.	0,7347
CERDANYOLA	0,7344
EL PRAT DE LL.	0,7317
LES FRANQUESES	0,7311

Cuadro 7 (cont.)
Frontera Determinística
Índices de Eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
VILASSAR DE MAR	0,7297
MONTMELÓ	0,7237
VALLIRANA	0,7226
SANT CELONI	0,7207
VILANOVA I LA GELTRÚ	0,7195
SANT JOAN DESPÍ	0,6989
BERGA	0,6872
SÚRIA	0,6731
PALLEJÀ	0,6724
CAMBRILS	0,6589
AMPOSTA	0,6545
SOLSONA	0,6447
MONTBLANC	0,5840
ROSES	0,5824
OLOT	0,5495
ALMACELLES	0,5493
BALAGUER	0,5360
PALAFRUGELL	0,5268
PIERA	0,5163
NAVÀS	0,4611

4.2. Aproximación no paramétrica

Estas aproximaciones no especifican a priori una forma funcional, sino unas propiedades formales que satisfacen los puntos del conjunto de producción.

Farrell (1957) siguió esta aproximación y estableció las hipótesis de libre disponibilidad (o eliminación gratuita) de inputs y de outputs, convexidad y proporcionalidad. En general se reserva la denominación de Análisis Envolvente de Datos (DEA) para aquellos métodos que suponen convexidad y calculan la eficiencia mediante técnicas de programación lineal.

A continuación llevaremos a cabo una medición de la eficiencia utilizando la citada técnica y haremos alguna referencia a otra aproximación también no paramétrica, el FDH, más "bondadosa" que el DEA en la evaluación de la eficiencia al no incluir el supuesto de convexidad en la determinación de la frontera.

4.2.1. El Análisis Envolvente de Datos (DEA)

El análisis envolvente de datos (DEA) fue desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978a y 1978b) basándose en el trabajo seminal tantas veces citado de Farrell (1957). El modelo utiliza técnicas de programación lineal para comparar la eficiencia de un conjunto de unidades que producen outputs similares a partir de un conjunto común de inputs.

No es propósito del presente trabajo describir de forma detallada el DEA [27]. Sólo indicaremos que esta técnica puede entenderse como una extensión del análisis tradicional de ratios output/input. La eficiencia de la unidad a evaluar se define como el ratio de una suma ponderada de outputs con respecto a una suma ponderada de inputs. Las ponderaciones utilizadas son generadas por la propia técnica. Así, si consideramos un conjunto de n unidades consumiendo m inputs y produciendo s outputs, la eficiencia de una unidad puede medirse de la forma siguiente:

$$\text{Máx } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^{s} U_r Y_{r0}}{\sum_{i=1}^{m} V_i X_{i0}}$$

sujeto a

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} V_i X_{ij}} \leq 1 \quad j = 1....n$$

$U_r, V_i \geq 0 \quad r = 1....s \quad i = 1....m$

donde:

h_0: índice de eficiencia de la unidad evaluada.

Y_{r0}: Cantidad de output r producido por la unidad evaluada.

X_{i0}: Cantidad de input i consumido por la unidad evaluada.

Y_{rj}: Cantidad de output r producido por la unidad j.

X_{ij}: Cantidad de input i consumido por la unidad j.

U_r: Ponderación asignada al output r.

V_i: Ponderación asignada al input i.

Resolviendo el problema de programación lineal es posible calcular, para cada una de las unidades analizadas, el conjunto de ponderaciones de inputs y outputs que le permiten obtener un índice de eficiencia mayor, con la única condición de que usando el mismo conjunto de ponderaciones ninguna de las otras unidades examinadas obtenga un ratio de eficiencia mayor que 1. Si de esta forma, puede encontrarse un conjunto de ponderaciones con las cuales el índice de eficiencia de la unidad evaluada sea igual a 1, dicha unidad será considerada eficiente [28]. En caso contrario, la unidad será considerada como relativamente ineficiente.

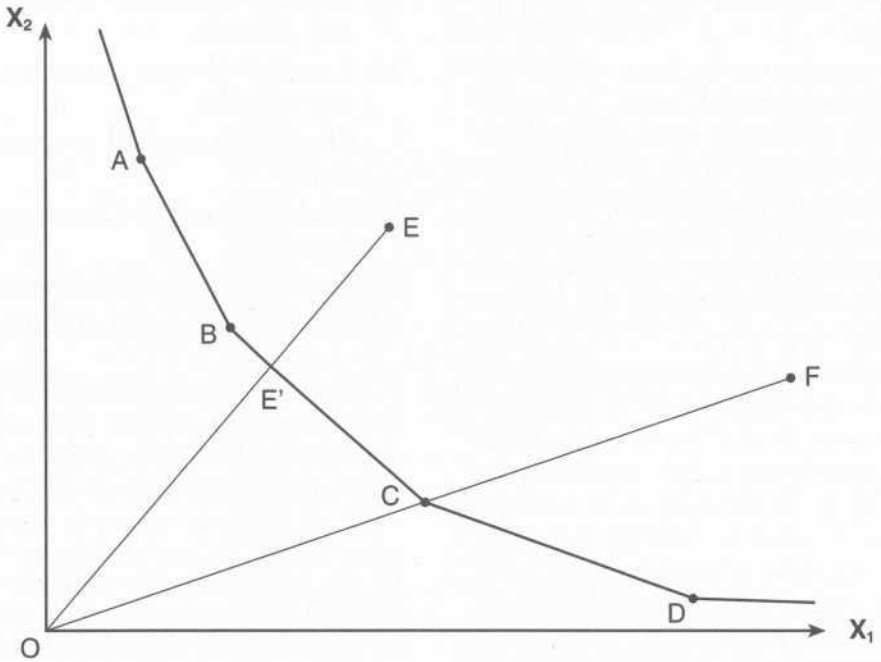
En el gráfico 2 representamos la localización de seis unidades productivas (A, B, C, D, E y F) que producen un output Y mediante dos inputs (X_1 y X_2). Puesto que no conocemos la

[27] Para un análisis minucioso del mismo, vid. BANKER et al. (1989) o PEDRAJA y SALINAS (1994).

[28] Siempre que se cumpla el requisito adicional de que las variables de holgura correspondientes a los distintos outputs e inputs sean iguales a cero.

localización exacta de la isocuanta, que actúa como función frontera, no podemos saber a priori si las seis unidades descritas son o no eficientes. Sin embargo, si suponemos que la frontera cumple las tres condiciones que sugeríamos antes, a saber, libre disponibilidad (o eliminación gratuita) de inputs y outputs (cada unidad puede producir menos output con la misma cantidad de input, o el mismo output con una cantidad de input mayor), tecnología con rendimientos constantes a escala y convexidad del conjunto aceptable de combinaciones input-output, tenemos algunas razones para creer que las unidades E y F son ineficientes.

Gráfico 2



Concretamente, la unidad E utiliza más cantidad de X_1 y X_2 que la unidad B para producir lo mismo y F emplea también más cantidad de los dos inputs que C y que D. Por lo tanto, aunque no estamos seguros de que A, B, C y D sean eficientes, si deducimos que E y F no lo son. Si unimos con segmentos los puntos A, B, C y D correspondientes a las observaciones cuya ineficiencia no está clara, tendremos una aproximación lineal a la isocuanta, que cumple las tres restricciones impuestas. De hecho, la frontera definida por estos segmentos cumple las condiciones de que la pendiente es siempre no positiva y que no deja ninguna unidad por debajo de ella, de modo que actúa como envolvente de todas las unidades, separando las eficientes de las ineficientes.

Esta construcción es la que realiza la técnica de análisis envolvente de datos (DEA), mediante la aplicación de la programación lineal. Concretamente, la eficiencia de la unidad F en el gráfico 2 viene definida por el cociente $\frac{OC}{OF}$, dado que la unidad "eficiente" de referencia para dicha unidad es C. Por su parte, la eficien-

cia de la unidad E es $\frac{OE'}{OE}$, puesto que en este caso, dada la restricción de convexidad, el punto eficiente de referencia es E', situado en el segmento entre los puntos B y C y definido como combinación lineal de ambos.

La técnica envolvente de datos ofrece una información particularizada de las unidades analizadas, suministrando índices de eficiencia individualizados para cada una de ellas, grupos de referencia y objetivos de consumo y producción para las unidades evaluadas como ineficientes.

En nuestro caso, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos con la aproximación paramétrica, para el cálculo de la eficiencia hemos supuesto que los puntos del conjunto de producción y su correspondiente frontera no satisfacen la hipótesis de rendimientos de escala constantes.

En cuanto a los resultados, de las 75 unidades, 28 son relativamente eficientes, es decir, aproximadamente un 37% de las unidades examinadas. La eficiencia media del conjunto de los municipios alcanza un 81%, existiendo, a juzgar por estos resultados, un cierto margen de mejora en los servicios de recogida de basuras. El cuadro 8 muestra los índices de eficiencia ordenados de modo decreciente.

Cuadro 8
Frontera DEA_I - Índices de eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
ABRERA	1,0000
BADALONA	1,0000
CANET DE MAR	1,0000
CANOVELLES	1,0000
CASSÀ DE LA SELVA	1,0000
CERVELLÓ	1,0000
LA GARRIGA	1,0000

Cuadro 8 (cont.)
Frontera DEA_I - Índices de eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
L'HOSPITALET DE LL.	1,0000
LA LLAGOSTA	1,0000
LLINARS DEL V.	1,0000
LLORET DE MAR	1,0000
MATARÓ	1,0000
MOLLERUSSA	1,0000
MONTMELÓ	1,0000
PALLEJÀ	1,0000
PARETS DEL V.	1,0000
PREMIÀ DE MAR	1,0000
RUBÍ	1,0000
SABADELL	1,0000
SALLENT	1,0000
SANT JOAN DESPÍ	1,0000
SANT JUST DESVERN	1,0000
SANT QUIRZE DEL V.	1,0000
SANTA PERPÈTUA DE LA M.	1,0000
SÚRIA	1,0000
TORELLÓ	1,0000
VALLIRANA	1,0000
VILANOVA I LA GELTRÚ	1,0000
OLESA DE M.	0,9843
TERRASSA	0,9747
FIGUERES	0,9651
RIPOLLET	0,9583
SANT ADRIÀ DEL B.	0,8827
SANTA COLOMA DE G.	0,8545
SANT VICENÇ DELS HORTS	0,8423
ESPLUGUES DE LL.	0,8350
CORNELLÀ	0,8341
MONTBLANC	0,8179
ARGENTONA	0,8076
ALMACELLES	0,7877
CASTELLAR DEL V.	0,7860
ESPARREGUERA	0,7859
EL MASNOU	0,7800
GIRONA	0,7582
BLANES	0,7574

Cuadro 8 (cont.)
Frontera DEA_1 - Índices de eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
SALOU	0,7572
PINEDA DE MAR	0,7396
VILADECANS	0,7267
LA BISBAL	0,7261
GAVÀ	0,7241
SOLSONA	0,7139
MOLLET	0,7116
CASTELLDEFELS	0,6907
LLEIDA	0,6899
SANT BOI DE LL.	0,6696
GRANOLLERS	0,6684
SANT ANDREU DE LA B.	0,6616
VALLS	0,6579
IGUALADA	0,6477
EL PRAT DE LL.	0,6427
CERDANYOLA	0,6246
NAVÀS	0,6218
SANT CELONI	0,6019
SITGES	0,5954
LES FRANQUESES	0,5941
VILASSAR DE MAR	0,5888
MARTORELL	0,5842
BERGA	0,5483
PIERA	0,5104
AMPOSTA	0,5102
BALAGUER	0,5000
CAMBRILS	0,4964
ROSES	0,4152
OLOT	0,3991
PALAFRUGELL	0,3951

Con todo, hay algunos factores exógenos que pudieran afectar a las condiciones en las que el servicio es desempeñado, y cuya consideración podría afectar sustancialmente a los índices de eficiencia. Concretamente, cabría utilizar dos factores exógenos con objeto de incorporar al análisis la posible presencia de economías de densidad y la incidencia de los factores de estacionalidad. En el primer caso se trataría de computar las ventajas derivadas de la aglomeración de la población en núcleos urbanos, frente a la dispersión geográfica a la hora de acometer la recogida de basuras. El segundo afrontaría los problemas planteados en determinados municipios que por su atractivo turístico deben mantener un servicio de recogida de basuras para una población muy superior a su población de derecho. Estos factores serían, respectivamente, la densidad de la población urbana y la población estacionalizada.

Teniendo en cuenta estos factores, los resultados variarían del siguiente modo. Además de las unidades antes declaradas eficientes, ahora se añaden a este grupo cinco más (Castellar, Lleida, Montblanc, Olesa y Terrassa), hasta completar un total de 33 unidades relativamente eficientes, un 45% de las unidades examinadas, y alcanzar una eficiencia media próxima al 85%. Especial relevancia tiene el caso de Olesa, que de estar al borde de ser declarada eficiente cuando no teníamos en cuenta los factores exógenos (índice de eficiencia 0,9843) pasa ahora a ser declarada eficiente y además a formar parte del conjunto de referencia de otras 23 unidades. El cuadro 9 muestra los nuevos índices de eficiencia.

Cuadro 9
Frontera DEA_2 - Índices de eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
ABRERA	1,0000
BADALONA	1,0000
CANET DE MAR	1,0000
CANOVELLES	1,0000
CASSÀ DE LA SELVA	1,0000
CASTELLAR DEL V.	1,0000
CERVELLÓ	1,0000
LA GARRIGA	1,0000
L'HOSPITALET DE LL.	1,0000

Cuadro 9 (cont.)
Frontera DEA_2 - Índices de eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
LA LLAGOSTA	1,0000
LLEIDA	1,0000
LLINARS DEL V.	1,0000
LLORET DE MAR	1,0000
MATARÓ	1,0000
MOLLERUSSA	1,0000
MONTBLANC	1,0000
MONTMELÓ	1,0000
OLESA DE M.	1,0000
PALLEJÀ	1,0000
PARETS DEL V.	1,0000
PREMIÀ DE MAR	1,0000
RUBÍ	1,0000
SABADELL	1,0000
SALLENT	1,0000
SANTA PERPÈTUA DE LA M.	1,0000
SANT JOAN DESPÍ	1,0000
SANT JUST DESVERN	1,0000
SANT QUIRZE DEL V.	1,0000
SÚRIA	1,0000
TERRASSA	1,0000
TORELLÓ	1,0000
VALLIRANA	1,0000
VILANOVA I LA GELTRÚ	1,0000
RIPOLLET	0,9950
AMPOSTA	0,9833
FIGUERES	0,9795
ESPARREGUERA	0,9202
SANT ADRIÀ DEL B.	0,8827
GIRONA	0,8717
SANT VICENÇ DELS HORTS	0,8598
SANTA COLOMA DE G.	0,8545
GAVÀ	0,8458
ESPLUGUES DE LL.	0,8350
CORNELLÀ	0,8341
ARGENTONA	0,8106
SITGES	0,7993
BLANES	0,7964

Cuadro 9 (cont.)
Frontera DEA_2 - Índices de eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
ALMACELLES	0,7935
EL MASNOU	0,7800
NAVÀS	0,7790
VILADECANS	0,7626
SALOU	0,7577
PIERA	0,7461
MOLLET	0,7455
VALLS	0,7451
PINEDA DE MAR	0,7396
LA BISBAL	0,7380
SOLSONA	0,7143
CASTELLDEFELS	0,7023
IGUALADA	0,6982
SANT ANDREU DE LA B.	0,6858
GRANOLLERS	0,6725
SANT BOI DE LL.	0,6725
EL PRAT DE LL.	0,6558
MARTORELL	0,6294
CERDANYOLA	0,6292
LES FRANQUESES	0,6169
SANT CELONI	0,6019
VILASSAR DE MAR	0,5888
BERGA	0,5586
ROSES	0,5094
CAMBRILS	0,5079
BALAGUER	0,5029
OLOT	0,4136
PALAFRUGELL	0,4115

Con el fin de cualificar las unidades eficientes, hemos utilizado un método que ha sido aplicado de forma profusa en la literatura DEA. Nos referimos al número de veces en los que una unidad eficiente aparece en el grupo de referencia de las unidades ineficientes, de modo que, cuando el número es elevado la unidad evaluada como eficiente es genuinamente eficiente con respecto a un buen número de unidades; por el con-

trario, si una unidad aparece exclusivamente en su grupo de referencia, o en el grupo de referencia de un número muy reducido de unidades, su eficiencia será sospechosa [29].

Concretamente son Lloret de Mar y Canovelles (26 veces) las que se encuentran en primer lugar, seguidas de Mataró (25) y Olesa (23). El resto de unidades que sirven de referencia para otras son Cassà de la Selva (20 veces), Premià de Mar (18), Santa Perpètua (16), Sallent y Rubí (10), Llinars (6), Montblanc (5), Sabadell, y Badalona (3) y Canet de Mar, Cervelló y Terrassa (2). El resto forman un conjunto de 17 unidades eficientes por defecto, que sólo aparecen en su propio grupo de referencia.

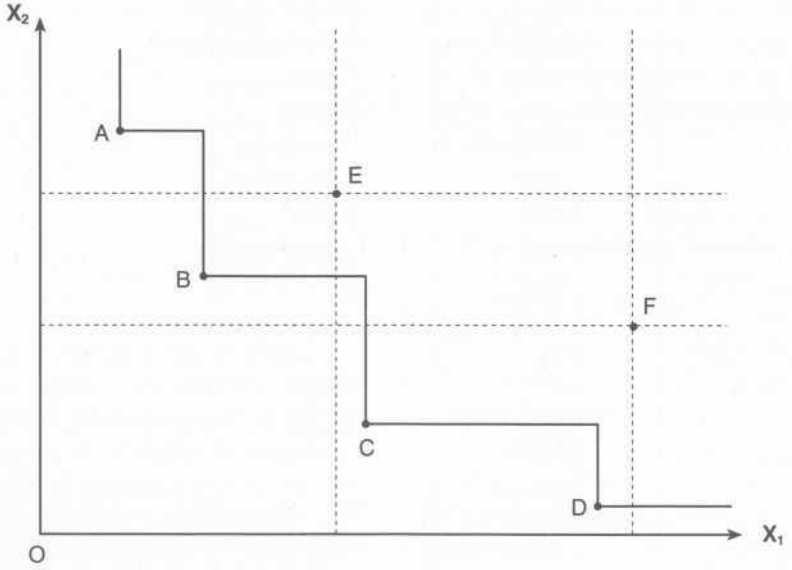
4.2.2. El Free Disposal Hull (FDH)

Como indicamos anteriormente, una valoración menos restrictiva del comportamiento de las unidades examinadas dentro de las aproximaciones no paramétricas es la realizada por el FDH, cuya particularidad en relación con el DEA comentado es que no impone el requisito de convexidad, de modo que, lógicamente, las unidades consideradas eficientes con este método lo serán también con el DEA (aún cuando la inversa no es cierta), razón por la que a menudo se considera al FDH un caso especial de DEA.

La gran virtud del FDH en relación con otros métodos es que las unidades de referencia de los servicios ineficientes son *unidades reales*, lo que da pleno sentido a la comparación entre unidades productivas. Por contra, y al margen de la idoneidad de los supuestos en los que se basa la construcción de la frontera, un tratamiento tan generoso del sector analizado puede carecer de sentido práctico a partir de un determinado porcentaje de unidades eficientes.

El gráfico 3 nos muestra una frontera calculada sobre los mismos datos con los que ilustrábamos antes el DEA a través de la técnica FDH (Free Disposal Hull).

Gráfico 3

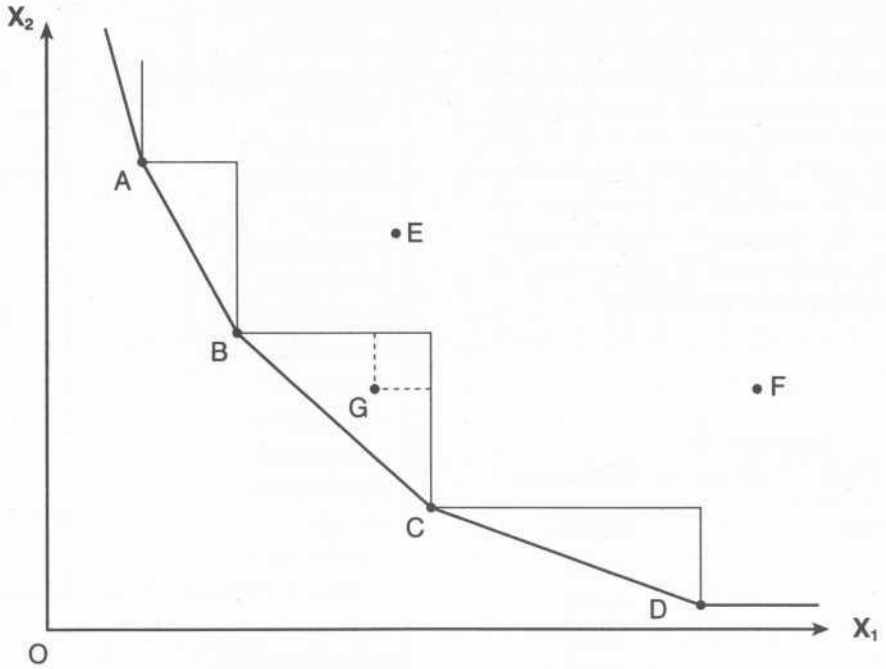


[29] Vid. SMITH y MAYSTON (1987).

La diferencia esencial con la calculada a través del DEA es que en este caso la frontera tiene forma de escalera, al no requerirse en este caso la condición de convexidad. De este modo, en nuestro ejemplo de dos inputs y un output serán declaradas ineficientes únicamente aquellas observaciones que utilicen *estrictamente* más cantidad de *ambos* inputs para obtener el mismo output. Por lo tanto, la frontera tiene la forma de escalera que se muestra en el gráfico 3. Se puede observar que sobre las seis observaciones analizadas, no existe variación alguna respecto a las unidades declaradas eficientes o ineficientes. En efecto la unidad E está "dominada" (es ineficiente respecto a) por la unidad B, que produce con menos cantidad de ambos inputs, no así por A (que utiliza más X_2), ni por C (que emplea más X_1). Por su parte, la unidad F aparece dominada por C y por D. Como se ve, y esta es la ventaja más interesante de esta aproximación desde el punto de vista de la gestión, la unidad de referencia, a efectos de caracterizar como ineficiente la producción de otra unidad, es *siempre* una unidad *real*, es decir, una unidad que opera en la práctica y que por lo tanto es observable a efectos de comparación.

El gráfico 4 muestra cómo la técnica FDH, que algunos consideran un caso particular del DEA, es menos exigente que el DEA, tal y como lo definimos anteriormente.

Gráfico 4



En efecto, superponiendo ambas fronteras (la envolvente de trazos más gruesos es la obtenida por el DEA tradicional y la que tiene forma de escalera la calculada mediante el FDH), vemos como la unidad G sería considerada ineficiente por el primer método (está por encima de la frontera) y sin embargo sería eficiente para el segundo (generaría un nuevo escalón

en la frontera, representado por los dos segmentos de puntos). La razón es la ausencia del requisito de convexidad. Con el DEA la observación G sería dominada por una combinación lineal de B y C. Sin embargo, B utiliza más cantidad del factor X_2 y C, más de X_1, por lo que el FDH declarará eficiente a la unidad G. Por lo tanto el FDH limita al mínimo las exigencias de tipo tecnológico, por lo que cualquier unidad declarada ineficiente por esta técnica, lo será con seguridad para cualquier otra. Este último ejemplo pone de manifiesto, sin embargo un inconveniente adicional de la técnica FDH, cual es su extrema sensibilidad al número de dimensiones tenidas en cuenta en el análisis. En efecto, al aumentar el número de inputs o de outputs, se reduce la posibilidad de que una unidad sea dominada por otras y, por lo tanto, aumenta la probabilidad de ser declarada eficiente.

Los resultados del FDH aplicados a nuestro sector (sin tener en cuenta los factores exógenos antes considerados) aparecen en el cuadro 10. En sintonía con lo expresado anteriormente, un 85% de las unidades se consideran eficientes (64 de 75), alcanzando la eficiencia media un 95,87%, obviamente el mayor valor de todas las aproximaciones empleadas.

Cuadro 10
Frontera FDH - Índices de eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
ABRERA	1,0000
ALMACELLES	1,0000
AMPOSTA	1,0000
ARGENTONA	1,0000
BADALONA	1,0000
BERGA	1,0000
LA BISBAL	1,0000
BLANES	1,0000

Cuadro 10 (cont.)
Frontera FDH - Índices de eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
CANET DE MAR	1,0000
CANOVELLES	1,0000
CASSÀ DE LA SELVA	1,0000
CASTELLAR DEL V.	1,0000
CASTELLDEFELS	1,0000
CERDANYOLA	1,0000
CERVELLÓ	1,0000
CORNELLÀ	1,0000
ESPARREGUERA	1,0000
ESPLUGUES DE LL.	1,0000
FIGUERES	1,0000
LES FRANQUESES	1,0000
LA GARRIGA	1,0000
GAVÀ	1,0000
GIRONA	1,0000
GRANOLLERS	1,0000
L'HOSPITALET DE LL.	1,0000
IGUALADA	1,0000
LA LLAGOSTA	1,0000
LLINARS DEL V.	1,0000
LLORET DE MAR	1,0000
MARTORELL	1,0000
EL MASNOU	1,0000
MATARÓ	1,0000
MOLLERUSSA	1,0000
MOLLET	1,0000
MONTBLANC	1,0000
MONTMELÓ	1,0000
OLESA DE M.	1,0000
PALLEJÀ	1,0000
PARETS DEL V.	1,0000
PINEDA DE MAR	1,0000
EL PRAT DE LL.	1,0000
PREMIÀ DE MAR	1,0000
RIPOLLET	1,0000
RUBÍ	1,0000
SABADELL	1,0000
SALOU	1,0000

Cuadro 10 (cont.)
Frontera FDH - Índices de eficiencia

MUNICIPIOS	ÍNDICES
SALLENT	1,0000
SANT ADRIÀ DEL B.	1,0000
SANT ANDREU DE LA B.	1,0000
SANT BOI DE LL.	1,0000
SANT JOAN DESPÍ	1,0000
SANT JUST DESVERN	1,0000
SANT QUIRZE DEL V.	1,0000
SANT VICENÇ DELS HORTS	1,0000
SANTA COLOMA DE G.	1,0000
SANTA PERPÈTUA DE LA M.	1,0000
SOLSONA	1,0000
SÚRIA	1,0000
TERRASSA	1,0000
TORELLÓ	1,0000
VALLIRANA	1,0000
VALLS	1,0000
VILADECANS	1,0000
VILANOVA I LA GELTRÚ	1,0000
VILASSAR DE MAR	0,9892
SANT CELONI	0,9690
SITGES	0,8354
CAMBRILS	0,7757
NAVÀS	0,7500
PALAFRUGELL	0,7496
BALAGUER	0,6250
PIERA	0,6143
OLOT	0,6000
ROSES	0,5455
LLEIDA	0,4513

4.3. Comparación de resultados

En las secciones anteriores hemos examinado diversas aproximaciones paramétricas y no paramétricas para calcular el nivel de eficiencia con el que actúan los servicios de recogida de basuras de la muestra de 75 municipios catalanes en el año 1994. En este epígrafe comparamos los resultados ofrecidos por las diferentes aproximaciones.

Previamente, debemos insistir en la diferencia esencial que podría dar lugar a discrepancias en los resultados, cual es la derivada de los distintos supuestos en los que se basan, mucho más restrictivos en el caso de las fronteras paramétricas, en las que el analista debe especificar la forma funcional de la frontera de producción. Las diferentes hipótesis de partida pueden, razonablemente, originar divergencias en los resultados, sin que hasta el momento haya quedado demostrada la incuestionable superioridad de una de ellas [30].

Hechas estas observaciones, comparamos los resultados obtenidos, examinando la eficiencia media, el coeficiente de correlación y la ordenación de unidades resultante al aplicar cada uno de los métodos considerados.

[30] En la sección 3 de este trabajo hemos reseñado algunos ejemplos de trabajos aplicados en los que se aplican distintas técnicas a los mismos datos y se comparan los resultados.

Cuadro 11
Índices de eficiencia según las diferentes aproximaciones

MUNICIPIOS	Param. Determ.	Param. Estocást	DEA sin Exóg.	DEA con Exóg.	FDH
ABRERA	0,5041	0,7629	1,0000	1,0000	1,0000
ALMACELLES	0,3213	0,5493	0,7877	0,7935	1,0000
AMPOSTA	0,3937	0,6545	0,5102	0,9833	1,0000
ARGENTONA	0,5294	0,7722	0,8076	0,8106	1,0000
BADALONA	0,6947	0,8729	1,0000	1,0000	1,0000
BALAGUER	0,3016	0,5360	0,5000	0,5029	0,6250
BERGA	0,4239	0,6872	0,5483	0,5586	1,0000
LA BISBAL	0,5131	0,7554	0,7261	0,7380	1,0000
BLANES	0,5774	0,8079	0,7574	0,7964	1,0000
CAMBRILS	0,3968	0,6589	0,4964	0,5079	0,7757
CANET DE MAR	0,8752	0,9044	1,0000	1,0000	1,0000
CANOVELLES	0,8544	0,9066	1,0000	1,0000	1,0000
CASSÀ DE LA SELVA	0,5720	0,8077	1,0000	1,0000	1,0000
CASTELLAR DEL V.	0,5021	0,7607	0,7860	1,0000	1,0000
CASTELLDEFELS	0,5621	0,8097	0,6907	0,7023	1,0000
CERDANYOLA	0,4647	0,7344	0,6246	0,6292	1,0000
CERVELLÓ	0,4795	0,7476	1,0000	1,0000	1,0000
CORNELLÀ	0,6362	0,8507	0,8341	0,8341	1,0000
ESPARREGUERA	0,5428	0,7827	0,7859	0,9202	1,0000
ESPLUGUES DE LL.	0,6794	0,8663	0,8350	0,8350	1,0000
FIGUERES	0,7662	0,8933	0,9651	0,9795	1,0000
LES FRANQUESES	0,4792	0,7311	0,5941	0,6169	1,0000
LA GARRIGA	0,4979	0,7678	1,0000	1,0000	1,0000
GAVÀ	0,5773	0,8182	0,7241	0,8458	1,0000
GIRONA	0,5926	0,8287	0,7582	0,8717	1,0000
GRANOLLERS	0,5472	0,8023	0,6684	0,6725	1,0000
L'HOSPITALET DE LL.	0,6237	0,8444	1,0000	1,0000	1,0000
IGUALADA	0,5273	0,7720	0,6477	0,6982	1,0000
LA LLAGOSTA	0,6000	0,8288	1,0000	1,0000	1,0000
LLEIDA	0,4693	0,7460	0,6899	1,0000	0,4513
LLINARS DEL V.	0,7002	0,8645	1,0000	1,0000	1,0000
LLORET DE MAR	0,8162	0,8980	1,0000	1,0000	1,0000
MARTORELL	0,4737	0,7397	0,5842	0,6294	1,0000
EL MASNOU	0,6468	0,8512	0,7800	0,7800	1,0000
MATARÓ	0,8233	0,9063	1,0000	1,0000	1,0000
MOLLERUSSA	0,7752	0,8917	1,0000	1,0000	1,0000
MOLLET	0,6184	0,8369	0,7116	0,7455	1,0000
MONTBLANC	0,3509	0,5840	0,8179	1,0000	1,0000

Cuadro 11 (cont.)
Índices de eficiencia según las diferentes aproximaciones

MUNICIPIOS	Param. Determ.	Param. Estocást	DEA sin Exóg.	DEA con Exóg.	FDH
MONTMELÓ	0,4607	0,7237	1,0000	1,0000	1,0000
NAVÀS	0,2511	0,4611	0,6218	0,7790	0,7500
OLESA DE M.	0,8273	0,8979	0,9843	1,0000	1,0000
OLOT	0,3105	0,5495	0,3991	0,4136	0,6000
PALAFRUGELL	0,2961	0,5268	0,3951	0,4115	0,7496
PALLEJÀ	0,4060	0,6724	1,0000	1,0000	1,0000
PARETS DEL V.	0,7048	0,8713	1,0000	1,0000	1,0000
PIERA	0,2770	0,5163	0,5104	0,7461	0,6143
PINEDA DE MAR	0,5382	0,7924	0,7396	0,7396	1,0000
EL PRAT DE LL.	0,4570	0,7317	0,6427	0,6558	1,0000
PREMIÀ DE MAR	1,0000	0,9236	1,0000	1,0000	1,0000
RIPOLLET	0,8259	0,8952	0,9583	0,9950	1,0000
ROSES	0,3325	0,5824	0,4152	0,5094	0,5455
RUBÍ	0,7182	0,8856	1,0000	1,0000	1,0000
SABADELL	0,5314	0,7949	1,0000	1,0000	1,0000
SALOU	0,5896	0,8303	0,7572	0,7577	1,0000
SALLENT	0,8563	0,8998	1,0000	1,0000	1,0000
SANT ADRIÀ DEL B.	0,4560	0,7347	0,8827	0,8827	1,0000
SANT ANDREU DE LA B.	0,5617	0,7984	0,6616	0,6858	1,0000
SANT BOI DE LL.	0,5087	0,7777	0,6696	0,6725	1,0000
SANT CELONI	0,4650	0,7207	0,6019	0,6019	0,9690
SANT JOAN DESPÍ	0,4328	0,6989	1,0000	1,0000	1,0000
SANT JUST DESVERN	0,7060	0,8722	1,0000	1,0000	1,0000
SANT QUIRZE DEL V.	0,4736	0,7445	1,0000	1,0000	1,0000
SANT VICENÇ DELS HORTS	0,7036	0,8745	0,8423	0,8598	1,0000
SANTA COLOMA DE G.	0,6148	0,8387	0,8545	0,8545	1,0000
SANTA PERPÈTUA DE LA M.	0,6691	0,8673	1,0000	1,0000	1,0000
SITGES	0,4883	0,7540	0,5954	0,7993	0,8354
SOLSONA	0,3964	0,6447	0,7139	0,7143	1,0000
SÚRIA	0,4185	0,6731	1,0000	1,0000	1,0000
TERRASSA	0,5407	0,8071	0,9747	1,0000	1,0000
TORELLÓ	0,4940	0,7596	1,0000	1,0000	1,0000
VALLIRANA	0,4492	0,7226	1,0000	1,0000	1,0000
VALLS	0,5293	0,7875	0,6579	0,7451	1,0000
VILADECANS	0,5631	0,8027	0,7267	0,7626	1,0000
VILANOVA I LA GELTRÚ	0,4498	0,7195	1,0000	1,0000	1,0000
VILASSAR DE MAR	0,4696	0,7297	0,5888	0,5888	0,9892

El cuadro 11 presenta los datos completos de eficiencias y el cuadro 12 resume las eficiencias medias según los diferentes métodos. El hecho de que la eficiencia media sea considerablemente menor al aplicar los modelos paramétricos de frontera resulta conforme a lo esperado, debido a la menor flexibilidad de dicha aproximaciones, resultando en consecuencia un mayor número de unidades eficientes y unos índices de eficiencia mayores al aplicar los modelos DEA y más aún con el FDH.

Cuadro 12
Resumen General

	Param. Determ.	Param. Estocást	DEA sin Exóg.	DEA con Exóg.	FDH
Nº Unidades Eficientes	1	0	28	33	64
Eficiencia Media	0,5531	0,7695	0,8110	0,8484	0,9587
Desviación Típica	0,1578	0,1066	0,1872	0,1721	0,1182
Coeficiente de Variación	0,2854	0,1386	0,2308	0,2029	0,1232

Los cuadros 13 y 14 presentan respectivamente los coeficientes de correlación de Pearson y los coeficientes de correlación de rangos de Spearman entre los índices de eficiencia calculados mediante los distintos procedimientos. En ambos casos, los valores más altos se encuentran en las relaciones entre los dos modelos paramétricos (0,9288 y 0,9950, respectivamente) y entre los dos modelos DEA (0,9003 y 0,9115), siendo sustancialmente inferiores los correspondientes a las relaciones cruzadas entre modelos paramétricos y no paramétricos. En todo caso la presencia de valores estadísticamente significativos y superiores siempre a 0,5 refleja la existencia de una cierta semejanza de los rankings ofrecidos por los diferentes tipos de modelos.

Cuadro 13
Coeficientes de correlación de Pearson

	Param. Determ.	Param. Estocást	DEA sin Exóg.	DEA con Exóg.	FDH
Paramétrica Determiníst.	1,0000	0,9288***	0,6002***	0,5084***	0,4589***
Paramétrica Estocástica	0,9288***	1,0000	0,6138***	0,5151***	0,5776***
DEA sin exógenas	0,6002***	0,6138***	1,0000	0,9003***	0,5560***
DEA con exógenas	0,5084***	0,5151***	0,9003***	1,0000	0,4222***
FDH	0,4589***	0,5776***	0,5560***	0,4222***	1,0000

(***) Significativo al 99%

Cuadro 14
Coeficientes de correlación de Pearson

	Param. Determ.	Param. Estocást	DEA sin Exóg.	DEA con Exóg.	FDH
Paramétrica Determiníst.					
Paramétrica Estocástica	0,9950***				
DEA sin exógenas	0,5221***	0,5342***			
DEA con exógenas	0,4226***	0,4407***	0,9115***		
FDH	0,5046***	0,5086***	0,5793***	0,4445***	

(***) Significativo al 99%

A partir de los resultados obtenidos y teniendo información adicional sobre los distintos tipos de gestión de los servicios de recogida de basuras, podemos tratar de contrastar si esas gestiones diferenciadas afectan o no al grado de eficiencia con el que actúan dichos servicios.

La separación espacial entre los distintos municipios y, en consecuencia, entre los servicios analizados, constituye un marco apropiado para la contrastación, ya que impide la uniformidad en los esquemas de incentivos que se produciría si unidades públicas y privadas actuarán en un mismo espacio.

De hecho, el servicio de recogida de basuras como cualquier otro servicio público se puede gestionar directamente o indirectamente [31]. *La gestión directa* puede adoptar las formas siguientes:

a) Gestión a través de la misma organización ordinaria del ente local, que asume y centraliza el servicio, ejerce de forma exclusiva las potestades de dirección y de gestión sobre aquél, utiliza el personal directamente dependiente de la misma Corporación y asume el riesgo derivado de la gestión.

b) Gestión directa por medio de una *organización especial,* sin personalidad jurídica, compuesta por un consejo de administración y una gerencia, sin perjuicio de que la naturaleza del servicio exija la adopción de otra forma de organización, mediante la creación de otros órganos complementarios.

c) *Organismo Autónomo,* dotado de personalidad jurídica, el cual tiene plena capacidad para el cumplimiento de los fines que determinan su constitución.

d) *Sociedad mercantil* con capital social íntegramente público. El servicio se ejerce en régimen de empresa privada y el capital social pertenece integramente al ente local. La sociedad tiene que adoptar la forma de sociedad limitada o de sociedad anónima y actua con sujeción a las normas del derecho mercantil, sin perjuicio de las normas de carácter administrativo que le afecten.

[31] Para el caso de los servicios públicos provistos en Cataluña, que es el tema que nos ocupa al limitar el ámbito territorial del servicio de recogida de basuras a esta Comunidad Autónoma, las diferentes formas de gestión de los mismos vienen reguladas por su correspondiente legislación autonómica (Decreto 179/1995, de 13 de junio).

Por su parte, la *gestión indirecta* puede adoptar las formas siguientes:

a) *Concesión,* lo cual comporta que el concesionario asuma la gestión y la explotación del servicio, bajo su propio riesgo, y que aporte los medios personales, materiales y técnicos necesarios. La concesión también puede comprender la realización de las obras necesarias para establecer el servicio.

b) *Gestión interesada,* en la que se contrata la explotación del servicio con participación del empresario en los resultados de aquella, en la proporción que fije el contrato.

c) *Concierto* con otras entidades públicas o privadas o con particulares, mediante la utilización de sus servicios o instalaciones.

d) *Arrendamiento* de las instalaciones que pertenezcan al ente local para ser utilizadas por el arrendatario y con estas prestar el servicio contratado.

e) *Sociedad mercantil* y *Cooperativas* con capital mixto, en las cuales el capital social sólo pertenece parcialmente al ente local.

Con el fin de contrastar si el tipo de gestión afecta a la eficiencia con la que se presta el servicio, realizamos, en primer lugar, una simple regresión entre los índices de eficiencia obtenidos y el tipo de gestión [32]. Los resultados, recogidos en el cuadro 15, fueron no significativos, tanto si se utilizan las eficiencias individuales obtenidas mediante las aproximaciones paramétricas, como las proporcionadas por las técnicas no paramétricas.

Cuadro 15
Regresión entre los índices de eficiencia y el tipo de gestión

Aproximación	Coeficiente	t Student	R^2
Paramétrica Determinística	-0,0520	-1,009	0,0138
Paramétrica Estocástica	-0,0306	-0,878	0,0105
DEA sin Exógenas	-0,0889	-1,466	0,0286
DEA con Exógenas	-0,0526	-0,936	0,0119
FDH	-0,0155	-0,399	0,0022

Con el mismo fin utilizamos también el test de Mann-Whitney, un contraste no paramétrico basado en los rangos de las muestras individuales y por ello robusto frente a observaciones extremas. Los resultados aparecen en el cuadro 16. Los estadísticos de Mann-Whitney muestran que la eficiencia no difiere significativamente entre un tipo y otro de gestión, lo que sucede, como antes, cualquiera que sea la aproximación utilizada en el cálculo de la eficiencia.

[32] Empleando una variable dual que toma el valor 1 si el servicio se presta directamente por el municipio y 0 si se lleva a cabo mediante concesión.

Cuadro 16
Contraste de Mann-Whitney

Gestión directa vs. Concesión	U	χ^2	Prob
Paramétrica Determinística	285,0	-1,0034	0,3157
Paramétrica Estocástica	291,0	-0,9135	0,3610
DEA sin Exógenas	251,0	-1,5535	0,1203
DEA con Exógenas	281,5	-1,1038	0,2697
FDH	338,5	-0,3286	0,7425

Con todo, creemos que los resultados de este último análisis podrían ser enriquecidos si se dispusiera de información adicional acerca de las formas de gestión del servicio. En esta primera etapa sólo hemos llegado a distinguir entre municipios que prestan por sí mismos, o por sus propios organismos el servicio y aquellos que lo han "privatizado", en el sentido de haber efectuado una concesión administrativa del mismo a una empresa privada. La falta de relevancia, en términos de eficiencia, del tipo de gestión que se desprende de nuestros resultados podría venir sesgada quizás por la ausencia de información complementaria sobre la forma efectiva de gestión efectuada por los municipios que lo gestionan directamente, por un lado, ya que de hecho existen múltiples formas organizativas que suponen diferentes grados de flexibilidad en la gestión, y por las condiciones de la concesión administrativa, por el otro. La utilización de organismos autónomos administrativos, o incluso de empresas municipales con forma jurídica societaria podrían en la práctica estar acercando ambos tipos de gestión. Por la otra parte, concesiones poco exigentes y por períodos de tiempo muy dilatados podrían en la práctica suponer la sustitución de un monopolio público por uno privado con escasos incentivos a la obtención de mejoras en el tipo de gestión. En todo caso, entendemos que lo relevante no es tanto la titularidad de la gestión (pública o privada), cuanto el marco de competencia en que se desarrolle, y desgraciadamente, hasta la fecha este es un dato que no hemos podido obtener, por lo que los resultados de nuestro análisis deben ser contemplados con cierta cautela.

5. CONCLUSIONES

Con este trabajo hemos querido dar los primeros pasos de un ambicioso programa de investigación que pretende, hasta donde sea posible dadas las restricciones de información, evaluar la eficiencia y, posteriormente, la calidad de los servicios públicos suministrados por los municipios españoles. Concretamente, este trabajo inicial contiene los primeros resultados del análisis de eficiencia referido al servicio de recogida de basuras de 75 municipios radicados en la Comunidad Autónoma de Cataluña.

Para ello hemos partido de una revisión teórica en la cual pasábamos revista a los diversos conceptos de eficiencia que han sido profusamente utilizados en la literatura económica y a las técnicas empleadas para su medida.

Posteriormente realizamos una revisión de la literatura empírica sobre la evaluación de la eficiencia de los servicios locales, con atención especial a una serie de trabajos recientes que analizan el servicio de recogida de basuras en diversos países.

Por último, tratamos de acometer el análisis concreto de eficiencia para los municipios catalanes, sentando como premisa básica que dicho análisis quedaba referido únicamente al ámbito técnico o productivo, para lo cual fue conscientemente excluida cualquier referencia a los precios relativos de las variables empleadas.

Además, se requería todavía adoptar una serie de importantes decisiones previas antes de afrontar la estimación o aproximación a las fronteras que nos permitieran evaluar la eficiencia de cada unidad productiva. En particular, tres de estas decisiones a adoptar eran:

- ¿Qué variables (inputs y outputs) utilizar?
- ¿Qué técnicas (paramétricas o no paramétricas) emplear?
- ¿Qué tipo de rendimientos a escala considerar?

Respecto a la primera elección, de todas las opciones barajadas decidimos como punto de partida utilizar únicamente cuatro variables (un único output, toneladas de residuos orgánicos recogidas, y tres inputs, número de contenedores, número de camiones y número de personas –reducidas a jornada completa– empleadas directamente en la prestación del servicio). La ausencia de datos nos impidió utilizar inputs más ajustados que podrían haber recogido mayor información, como el número de kilómetros recorridos por los vehículos, su capacidad, o sus características técnicas (trituradores o no) o la clasificación por categorías laborales de los trabajadores. Respecto a los outputs, la elección de uno sólo tuvo su origen tanto en su importancia cuantitativa (ver nota 17), como en el hecho de facilitar la estimación paramétrica de la frontera y, en consecuencia, la comparación de resultados con otros métodos, dadas las restricciones informativas que afrontábamos (un solo período). En este sentido, refiriéndonos ya a la segunda elección, y como quiera que del análisis previo de la literatura teórica y empírica se desprendía una gran variedad de opciones, hemos decidido ensayar diversas alternativas, yendo de las más rígidas a las más flexibles y utilizando, en su caso, la información que íbamos obteniendo para adoptar decisiones más fundamentadas en las etapas posteriores. Así, la secuencia seguida fue estimar en primer lugar una frontera paramétrica determinística a partir de la especificación de una función de producción Cobb-Douglas (relativamente rígida), después una frontera paramétrica estocástica (con forma funcional semi-normal) y por último realizar diversas aproximaciones no paramétricas. Estas últimas han sido respectivamente (siempre de menor a mayor flexibilidad) un DEA sobre la base exclusiva de las variables empleadas en las estimaciones paramétricas, un DEA que incorpora además la presencia de factores exógenos o fuera del control de la unidad productiva como la densidad de la población y la estacionalidad de la misma y un FDH.

Finalmente, y en cuanto a la tercera de las elecciones comentadas (tipo de rendimientos a escala), pese a que la mayor parte de los trabajos previos relacionados con el sector sugerían la existencia de rendimientos constantes (ver nota 13), nosotros hemos utilizado los resultados de la estimación paramétrica determinística para mantener en las aproximaciones no paramétricas la hipótesis de rendimientos variables.

En cuanto a los resultados obtenidos, éstos difieren como es natural según la técnica utilizada para aproximar la frontera, dados los diferentes supuestos implícitos en las distintas técnicas. No obstante, muestran una aparente solidez, al menos en lo que respecta a la concordancia ordinal de los índices de eficiencia obtenidos por las diferentes aproximaciones utilizadas, como lo demuestran los tests estadísticos empleados.

Con todo, puestos a elegir una de las técnicas empleadas, nosotros nos quedaríamos con los resultados que emanan de la cuarta de las utilizadas (DEA con variables exógenas) y ello por dos razones fundamentales. Por una parte, la técnica es en nuestra opinión lo suficientemente flexible, sobre todo una vez asumidos rendimientos variables a escala, para computar ciertas características específicas del proceso productivo que una formulación más rígida no tendría en cuenta, y ello sin llegar a la extrema bondad del FDH. Además, la incorporación de factores exógenos (fuera del control de los gestores del servicio) introduce en el análisis un mayor marco de flexibilidad a nuestro juicio nada desdeñable. Nuestro pronunciamiento a favor de esta técnica explica que la información complementaria ofrecida en el anexo venga referida únicamente a los resultados emanados de su aplicación.

Si a pesar de todo quisiésemos destacar a las unidades más claramente eficientes, a modo de común denominador de todas las alternativas empleadas, cabría decir que hay cuatro de ellas (Canet de Mar, Canovelles, Premià de Mar y Sallent) cuyos índices de eficiencia alcanzan la unidad (serían plenamente eficientes) con todas las aproximaciones no paramétricas y además superan en todos los casos el valor 0,85 en las más exigentes estimaciones paramétricas. Dos más (Lloret de Mar y Mataró) son también plenamente eficientes según las técnicas no paramétricas y alcanzan rangos en las paramétricas superiores a 0,80. Finalmente, resulta destacable el caso de Olesa, cuyos índices de eficiencia calculados mediante aproximaciones paramétricas son, respectivamente, 0,8273 y 0,8979 para la determinística y la estocástica, y aunque su índice calculado mediante el DEA sin considerar variables exógenas no alcanza la unidad (se queda en 0,9843), sí consigue este valor cuando incorporamos las variables exógenas al DEA (siendo además la tercera unidad que más veces se encuentra en el conjunto de referencia con esta técnica) y cuando estimamos las fronteras mediante el FDH. Dado que además estas siete unidades se encuentran en todos los casos en el grupo de referencia de otras unidades al margen de ellas mismas (no son eficientes por defecto en los modelos DEA), no cabe caracterizarlas como observaciones extremas, por lo que no sería muy arriesgado considerarlas como las más genuinamente eficientes.

Finalmente, hemos tratado de contrastar la presunta relación entre el tipo de gestión del servicio (público o privado) y los índices de eficiencia alcanzados, para lo que hemos utilizado un análisis de regresión simple y el contraste no paramétrico de Mann-Whitney. En ambos casos los resultados obtenidos muestran que no existe relación significativa entre ambas variables (tipo de gestión y eficiencia). Sin embargo, la pobreza de la base de datos empleada, en la que no disponíamos de información acerca del tipo de gestión pública (directa, mediante organismos autónomos, empresas públicas...), ni de las condiciones de las concesiones administrativas, resultaba insuficiente para caracterizar el marco de competencia en el que se desarrolla el servicio, por lo que el poder explicativo de estos resultados se ve notablemente mermado.

BIBLIOGRAFÍA

AIGNER, D.J. y **S.F. CHU** (1968) "On Estimating the Industry Production Function", en *American Economic Review*, vol.58, pp. 226-239.

AIGNER, D.J., C.A.K. LOVELL y **P. SCHMIDT** (1977) "Formulation and Estimation of Stochastic Production Function Models", en *Journal of Econometrics*, vol. 6, pp.21-37.

ALBI, E., J.M. GONZÁLEZ-PÁRAMO y **G. LÓPEZ CASASNOVAS** (1997) *Gestión Pública*. Ed. Ariel. Barcelona

ALI, A. y **L.M. SEIFORD** (1993) "Computational Accuracy and Infinitesimals in Data Envelopment Analysis", en INFOR, vol. 31, n.° 4, pp. 290-297.

AUDIT COMISSION (1984) "Securiting Further Improvements in Refuse Collection: A Review by the Audit Commission". London. HMSO.

BANKER, R.D, A. CHARNES y **W.W. COOPER** (1984) "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", en *Management Science*, vol. 30, n.° 9.

BANKER, R.D, A. CHARNES, W.W. COOPER, J. SWARTS y **D.A. THOMAS** (1989) "An Introduction to Data Envelopment Analysis with Some of Their Models and its Uses", en *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*, vol. 5, pp. 125-163.

BARROW, M. y **A. WAGSTAFF** (1989) "Efficiency measurement in the public sector: an appraisal", en *Fiscal Studies*, n.° 10, pp. 73-95.

BATTESE, G.E. y **G.S. CORRA** (1977).-"Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia", en *Australian Journal of Agricultural Economics*, vol. 21, n.° 3, pp. 169-179.

BELLO, H. y **S. SZYMANSKI** (1996) "Compulsory competitive tendering for public services in the UK: The case of refuse collection", en *Journal of Business Finance & Accounting*, 23 (5) & (6), July, pp. 881-903.

BENNET, J.T y **M.H, JOHNSON** (1979) "Public versus private provision of collective goods and services: garbage collection revisited", en *Public Choice*, n.° 34, pp. 55-64.

BOUSSOFIANE, A., R.G. DYSSON y **THANASSOULIS** (1991).-"Applied Data Envelopment Analysis", en *European Journal of Operational Research*, vol. 52, pp.1-15.

BURGAT, J. y **C. JEANRENAUD** (1990) "Measure de l'Efficacité Productive et de l'Eficacité-coût: Cas de Dechets Ménagers en Suisse". *Working Paper n.° 9002 de l'Institute de Recherches Economiques et Regionales*. Université de Neuchâtel.

BURGAT, J. y **C. JEANRENAUD** (1994).-"Technical efficiency and institutional variables", en *Swiss Journal of Economics and Statistics*, vol. 130 (4), pp. 709-717.

CEA (1994) *Anàlisi dels costos del servei municipal de recollida de residus sòlids urbans. Fase II - Els municipis metropolitans*. Centre d'Estudis Ambientals. Barcelona.

CHARNES, A., W.W. COOPER y **E. RHODES** (1978a) "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", en *European Journal of Operational Research*, vol. 2, pp. 429-444.

CHARNES, A., W.W. COOPER y **E. RHODES** (1978b) "Short Communication: Measuring the Efficiency of Decision Making Units", en *European Journal of Operational Research*, vol. 3, p. 339.

CHARNES, A., W.W. COOPER y **R.M.THRALL** (1991) "A structure for clasifying and characterizing efficiency and inefficiency in Data Envelopment Analysis", en *The Journal of Productivity Analysis*, vol. 2, pp. 197-237.

CIS (1991) "Datos de opinión", en *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, n.° 55, pp. 225-277.

COLLINS, J.N., y **B.T. DOWNES** (1977) "The Effects of Size on the Provision of Public Services: The Case of Solid Waste Collection in Smaller Cities", en *Urban Affairs Quarterly*. Marzo, 1977.

CUBBIN, J., S. DOMBERGER y **S. MEADOWCROFT** (1986) "Competitive tendering and refuse collection: identifying the sources of efficiency gains", en *Fiscal Studies*, vol. 7, n.° 4, pp. 49-58.

CUENCA, A. (1994) "Eficiencia técnica en los servicios de protección contra incendios", en *Revista de Economía Aplicada*, n.° 5, pp. 87-109.

DE BORGER, B., K. KERSTENS, W. MOESEN y **J. VANNESTE** (1992) "Explaining differences in productive efficiency: An application to Belgian municipalities". SESO, report 92/268, Antwerpen.

DE BORGER, B., K. KERSTENS, W. MOESEN y **J. VANNESTE** (1994) "A non-parametric Free Disposal Hull (FDH) approach to technical efficiency: an illustration of radial and graph efficiency measures and some sensitive results", en *Swiss Journal of Economics and Statistics*, vol. 130, n.° 4, pp. 647-667.

DELLER, S.C. (1992) "Production efficiency in local government: A parametric approach", en *Public Finance*, vol. 47, n.° 1, pp. 32-44.

DEPRINS, D., L. SIMAR y **H. TULKENS** (1984) "Measuring Labour-Efficiency in Post Offices", en M. MARCHAND et alter. (Eds.) *The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurements*, Elsevier. Amsterdam, pp. 243-267.

DOMBERGER, S., S.A. MEADOWCROFT y **D.J. THOMPSON** (1986) "Competitive Tendering and Efficiency: The Case of Refuse Collection", en *Fiscal Studies*, vol. 7, n.° 4, pp. 69-87.

DOMBERGER, S., S.A. MEADOWCROFT y **D.J. THOMPSON** (1988) "Competitive and Efficiency in Refuse Collection: A Reply", en *Fiscal Studies*, vol. 9, n.° 1, pp. 86-90.

ECKAUT, P., H. TULKENS y **M.A. JAMAR** (1993) "Cost Efficiency in Belgian Municipalities", en FRIED, LOVELL y SCHMIDT (Eds.) *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. Oxford University Press.

FARË, R., S. GROSSKOPF y **C.A.K. LOVELL** (1985) *The Measurement of Efficiency of Production*. Kluwer, Boston.

FARRELL, M.J. (1957) "The Measurement of Productive Efficiency", en *Journal of the Royal Statistical Society*, n.° 120, pp. 253-281.

FORSUND, F.F., C.A. LOVELL y **P. SMITH** (1980) "A Survey of Frontier Production Functions and of Their Relationship to Efficiency Measurement", en *Journal of Econometrics*, vol. 13, pp. 5-25.

GANLEY, J. y **J. GRAHL** (1988) "Competition and Efficiency in Refuse Collection: A Critical Comment", en *Fiscal Studies*, vol. 9, n.° 1, pp. 80-85.

HARTLEY, K. y **M. HUBY** (1985) "Contracting-Out in Heath and Local Authorities: Prospects, Progress and Pitfalls", en *Public Money*. Septiembre, 1985.

HIRSCH, W.Z. (1965) "Cost Functions of an Urban Government Service: Refuse Collection", en *Review of Economics and Statistics*. Febrero, 1965.

KEMPLER, P. y **J. QUIGLEY** (1976) *The Economics of Refuse Collection*. Cambridge, Mass: Ballinger.

KITCHEN, H.M. (1976) "A statistical estimation of an operating cost function for municipal refuse collection", en *Public Finance Quarterly*, 4, pp. 56-76.

LAWARREE, J. (1986) "Une comparaison des performances des secteurs privé et public: le cas de la collecte d'immondices en Belgique", en *Cahiers Economiques de Bruxelles*, n.° 109, pp. 3-31.

LOVELL, C. y **P. SCHMIDT** (1988) "A comparison of alternative approaches to the measurement of productive efficiency", en DOGRAMACI, A. y R. FÄRE (Eds.) *Efficiency and Productivity*. Kluwer Academic Publishers, Boston. MA.

MCDAVID, J.C. (1985) "The Canadian Experience with Privatising Residential Solid Waste Collection Services", en *Public Administration Review*. Septiembre, 1985.

MEEUSEN, W. y **J. VAN DEN BROECK** (1977) "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Errors", en *International Economic Review*, vol. 2, pp. 435-444.

PEDRAJA, F. y **J. SALINAS** (1994) "El Análisis Envolvente de Datos (DEA) y su aplicación al Sector Público: una nota introductoria", en *Hacienda Pública Española*, n.° 128, pp. 117-131.

PEDRAJA, F., J. SALINAS y **P. SMITH** (1994) "La restricción de ponderaciones en el análisis envolvente de datos: una fórmula para mejorar la evaluación de la eficiencia", en *Investigaciones Económicas*, vol. XVIII, n.° 2, pp. 365-380.

PELLETIER, J. (1986) "A discriminating test of bureau production efficiency: a cross-sectional study of residential refuse collection service of Quebec municipalities", en *Cahiers de Recherche de l'Institut d'Economie Appliquée*, n.° IEA-86-08. Ecole des Hautes Etudes Commerciales. Université de Montréal.

PESTIEAU, P. y **H. TULKENS** (1990) "Assessing the performance of public sector activities: Some recent Evidence from the Productivity Efficiency Viewpoint", *CORE Discussion Paper n.° 9060*. Center for Operations Research & Econometrics. Université Catholique de Louvain. Noviembre.

PETROVIC, W.M. y **B.L. JAFFEE** (1977) "Aspects of the generation and collection of household refuse in urban areas", mimeo, Indiana University. Bloomington.

PIER, W.J., R.B.VERNON y **J.H. WICKS** (1974) "An empirical comparison of government and private production efficiency", en *National Tax Journal*, n.° 27, pp. 653-656.

POMMEREHNE, W.W. y **B.S. FREY** (1977) "Public versus private production efficiency in Switzerland: a theoretical and empirical comparison", en OSTROM, V. y F.P. BISH (Eds), *Comparing urban service delivery system, Urban Affairs Annual Review*, vol. 12. Sage Publications, London, pp. 221-241.

SALINAS, J. (1995) *La Eficiencia en el Sector Público: su medición mediante la técnica de Análisis Envolvente de Datos. Aplicación a la Administración de Justicia.* Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. Badajoz.

SAVAS, E.S. (1977) "An empirical study of competition in municipal service delivery", en *Public Administration Review,* n.° 37, pp. 717-724.

SEXTON, T., R. SILKMAN y **A. HOGAN** (1986) "Data Envelopment Analysis: Critique and Extensions", en R. SILKMAN (Ed.) *Measuring Efficiency: An Assessment of Data Envelopment Analysis.* New Directions for Program Evaluation n.° 32. San Francisco: Jessey-Bass Publishers.

SHAH, A.M. (1992) "Empirical tests for allocative efficiency in the local public sector", en *Public Finance Quarterly,* Vol. 20, n.° 3, pp. 359-377.

SCHMIDT (1986) "Frontier Production Functions", en *Econometrics Review,* vol. 4, n.° 2, pp. 289-328.

SMITH, P. (Ed.) (1996) *Measuring outcome in the public sector.* Taylor-Francis. London.

SMITH, P. y **D.J. MAYSTON** (1987) "Measuring Efficiency in the Public Sector", en *Omega. International Journal of Management Science,* vol. 15, n.° 3, pp. 181-189.

STEVENS, B.J. (1978) "Scale, market structure, and the cost of refuse collection", en *Review of Economics and Statistics,* n.° 66, pp. 438-448.

SZYMANSKI, S. y **S. WILKINS** (1993) "Cheap Rubbish? Competitive Tendering and Contracting Out in Refuse Collection-1981-88", en *Fiscal Studies,* vol. 14, n.° 3, pp.109-130.

THANASSOULIS, E., R.G. DYSON y **M.J. FOSTER** (1987) "Relative Efficiency Assessments Using Data Envelopment Analysis: An Application to Data on Rates Departments", en *Journal of the Operational Research Society,* vol. 38, n.° 5, pp. 397-411.

TICKNER, G. y **J.C. MCDAVID** (1986) "Effects of scale and market structure on the costs of residential solid waste collection in canadian cities", en *Public Finance Quarterly,* vol. 14, n.° 4, pp. 371-393.

TULKENS, H. (1990) "Non-Parametric Efficiency Analyses in Four Service Activities: Retail Banking, Municipalities, Courts and Urban Transit". *Discussion Paper* 9050, CORE, UCL, Louvain La Neuve. Belgique.

VILARDELL, I. (1988) *El control de l'eficiència en la gestió de les administracions municipals.* Tesis Doctoral. Universitat Autónoma de Barcelona.

ANEXOS

En los tres anexos siguientes, incorporamos algunas informaciones complementarias que creemos que pudieran ser de interés para el lector que desee encontrar detalles más individualizados acerca del problema tratado.

Concretamente, el anexo I muestra la información que fue solicitada a los municipios catalanes según nuestro propio diseño, si bien la petición fue canalizada a través de la Sindicatura de Comptes de la Generalitat de Catalunya, que nos brindó su apoyo institucional para la obtención de la base de datos. La encuesta fue enviada a la totalidad de municipios de más de 5.000 habitantes, excluida por razones de dimensión Barcelona. En total, de los 945 municipios de Cataluña han sido encuestados 145, en los que habita el 81% de la población de la Comunidad. Sin embargo, sólo hemos obtenido información lo suficientemente completa para ser susceptible de ser utilizada en este trabajo de 75 municipios, que aglutinan no obstante al 42% de la población de Cataluña. Los datos se refieren al ejercicio de 1994.

En el anexo II se encuentra la información de base que fue efectivamente utilizada en el análisis empírico. En particular, los datos relativos a las variables controlables (inputs y output) provienen de la citada encuesta, mientras que los otros factores (exógenos) han sido construidos a partir de estadísticas oficiales. Concretamente, la variable superficie urbana ha sido elaborada a partir de la información contenida en el CD ROM elaborado por el Instituto Nacional de Estadística titulado *Los Municipios CERCA* y la variable población estacional ha sido facilitada por el Institut d'Estadística de Catalunya.

Finalmente, el anexo III contiene alguna información individualizada relativa a los resultados obtenidos a través de la técnica que consideramos más adecuada de cuantas hemos utilizado, y que como ya indicamos en el texto anterior es el DEA con factores exógenos. En particular hemos construido una serie de cuadros y gráficos a la luz de los citados resultados.

Así, en primer lugar incorporamos todos los municipios cuyo comportamiento aparece como ineficiente (índice inferior a la unidad), a través de una serie de fichas que contienen:

1. El índice de eficiencia.

2. El conjunto de unidades de referencia con el cual han sido comparados.

3. Las mejoras porcentuales que potencialmente pudieran ser obtenidas.

A esta información se añaden además una serie de gráficos, mediante los cuales se puede comparar visualmente el comportamiento de cada una de las unidades ineficientes en comparación con las distintas unidades eficientes que componen su conjunto de referencia. Para ello, los gráficos han sido elaborados sobre la base de los datos de las variables controlables (inputs no exógenos y output) puestos en términos relativos, con base 100 para las unidades eficientes objeto de comparación.

Por último, hemos incorporado también datos individualizados para aquellas unidades que, aún apareciendo como eficientes según el DEA (tienen índices iguales a la unidad), presentan holguras susceptibles de obtener mejoras potenciales. En estos casos, actuamos de modo análogo al utilizado con las unidades ineficientes, es decir, incorporamos las correspondientes fichas con sus gráficos.

ANEXO I

Encuesta enviada a los municipios

Encuesta sobre la eficiencia y el coste del servicio de recogida de basuras

MUNICIPIO:	
POBLACIÓN:	
SUPERFICIE (KM2):	
Nº VIVIENDAS Y LOCALES:	
Nº NÚCLEOS DE POBLACIÓN:	
AÑO DATOS:	1994

	Residuos industriales	Vidrio	Papel	Normal (mat.orgánica)	Total
Toneladas residuos					
Puntos de recogida					
Número de contenedores					
Periodicidad de recogida (poner el n.° de código correspondiente): (1) Cada día (2) Cada 2 días (3) Otros					
Nº de vehículos:					
Camiones trituradores					
Otros					
Personal administrativo y responsables municipales del servicio:					
Nº horas al mes					
Trabajadores directos:					
Jornada completa					
Media jornada					
Tipo de gestión (poner el nº de código correspondiente):					
(1) Directa ♣ (2) Concesión parcial (3) Concesión completa ♣ (4) Mancomunidad					
♣ Nombre de la empresa concesionaria					
Campañas sensibilización (poner nº de código correspondiente): (1) Si (2) No					

➢ PADRONES FISCALES: Tasa de recogida de basuras en pesetas (1994).

	Tarifa 1 (familias)	Tarifa 2 (bares, rest.)	Tarifa 3 (comercios)	Tarifa 4 (hospitales)	Tarifa 5 (industrias)	Tarifa 6 (otros)	Total
Nº recibos							
Cuota total							

➢ COSTES DEL SERVICIO.

	Residuos industriales	Vidrio	Papel	Normal (mat.orgánica)	Total
Coste servicio (ptas.)					

	Recogida y transporte	Eliminación y tratamiento (vertedero)	Total
Coste servicio (ptas.)			

Si la gestión del servicio es directa cumplimentar los cuadros (A); si es indirecta cumplimentar los cuadros (B):

Cuadro (A):

Clasificación económico-funcional de las obligaciones reconocidas (1994) en ptas.

Capítulos →	I	II	III	IV	VI	VII	VIII	IX	Total
Función 4									
Grupo función 4.4									
Grupo función 4.4.2									
Total funciones									

	Personal	Camión	Seguros	Otros	Total
Coste servicio (ptas.)					

Cuadros (B):

	Personal	Camión	Seguros	Otros	Total
Coste servicio (ptas.)					

	Obligs. reconocidas 1994 (ptas.)
II. Gastos en bienes y servicios	
227 Contratos prestación servicios	
227.442 Basuras y limpieza	
Gastos corrientes (cap.I al IV)	
Total gastos	

ANEXO II

Base de datos

MUNICIPIOS	Toneladas	Contenedores	Vehículos	Personal
ABRERÀ	3.198	175	1,00	2,00
ALMACELLES	2.190	111	2,00	3,00
AMPOSTA	5.650	250	2,00	6,50
ARGENTONA	4.234	154	2,00	3,00
BADALONA	81.025	1940	12,00	39,00
BALAGUER	3.600	200	2,00	5,50
BERGA	5.840	230	2,00	6,50
LA BISBAL	3.612	91	2,00	4,00
BLANES	18.643	495	7,00	12,00
CAMBRILS	14.375	700	5,00	12,00
CANET DE MAR	5.781	65	2,00	5,00
CANOVELLES	5.520	125	1,00	3,00
CASSÀ DE LA SELVA	3.055	123	1,00	2,00
CASTELLAR DEL V.	6.112	364	2,00	3,00
CASTELLDEFELS	20.708	750	4,50	12,00
CERDANYOLA	20.210	700	5,00	18,00
CERVELLÓ	3.991	210	1,00	3,00
CORNELLÀ	30.295	843	5,00	18,00
ESPARREGUERA	6.417	300	3,00	3,00
ESPLUGUES DE LL.	17.723	500	3,00	10,00
FIGUERES	15.490	543	2,00	6,00
LES FRANQUESES	6.447	142	3,00	9,00
LA GARRIGA	4.933	300	1,00	3,00
GAVÀ	18.500	586	4,00	12,00
GIRONA	31.584	1000	6,00	18,00
GRANOLLERS	20.100	775	4,00	12,00
L'HOSPITALET DE LL.	101.100	2699	18,00	49,00
IGUALADA	13.421	465	6,00	8,00
LA LLAGOSTA	4.330	136	1,00	3,50
LLEIDA	44.453	1600	8,00	35,00
LLINARS DEL V.	3.161	60	1,00	3,00
LLORET DE MAR	25.330	340	5,50	18,00
MARTORELL	7.144	298	2,00	6,00
EL MASNOU	9.380	275	2,00	6,00
MATARÓ	49.342	1350	5,00	18,00
MOLLERUSSA	5.475	150	1,00	3,00
MOLLET	15.856	610	4,00	7,00

MUNICIPIOS	Toneladas	Contenedores	Vehículos	Personal
MONTBLANC	2.228	96	2,00	3,00
MONTMELÓ	3.000	127	1,00	3,00
NAVÀS	2.032	121	2,00	4,00
OLESA	6.741	160	2,00	3,00
OLOT	10.000	550	5,00	12,00
PALAFRUGELL	14.492	667	9,00	20,00
PALLEJÀ	3.360	180	1,00	3,50
PARETS DEL V.	4.642	130	1,00	3,00
PIERA	5.840	700	2,00	5,00
PINEDA DE MAR	12.803	350	3,00	12,00
EL PRAT DE LL.	24.081	900	5,00	21,00
PREMIÀ DE MAR	12.200	320	3,00	3,00
RIPOLLET	10.220	260	4,00	3,50
ROSES	11.670	736	4,50	11,00
RUBÍ	23.000	735	2,00	12,00
SABADELL	77.699	3912	14,00	28,50
SALOU	16.953	750	2,75	8,25
SALLENT	2.521	25	1,00	3,00
SANT ADRIÀ DEL B.	12.000	322	2,00	19,00
SANT ANDREU DE LA B.	7.760	284	3,00	4,50
SANT BOI DE LL.	27.501	1040	5,00	19,00
SANT CELONI	4.659	129	2,00	6,00
SANT JOAN DESPÍ	3.202	165	1,00	3,00
SANT JUST DESVERN	4.821	140	1,00	3,00
SANT QUIRZE DEL V.	4.293	250	1,00	3,00
SANT VICENÇ DELS HORTS	12.192	396	2,00	6,00
SANTA COLOMA DE G.	45.887	1200	9,00	27,00
SANTA PERPÈTUA DE LA M.	7.903	430	1,00	3,00
SITGES	15.334	650	4,00	10,25
SOLSONA	3.288	166	2,00	3,00
SÚRIA	2.107	75	1,00	3,00
TERRASSA	61.948	3000	8,00	27,00
TORELLÓ	4.015	200	1,00	3,00
VALLIRANA	4.281	277	1,00	3,00
VALLS	8.695	355	2,00	6,00
VILADECANS	21.685	710	7,00	12,00
VILANOVA I LA GELTRÚ	3.744	210	1,00	3,00
VILASSAR DE MAR	8.318	278	3,00	8,00

MUNICIPIOS	Superficie Urbana (Km^2)	Población de Derecho (1991)	Población Estacionalizada (1991)
ABRERÀ	10,49	5.464	5.889
ALMACELLES	11,07	5.496	5.100
AMPOSTA	40,46	15.321	15.110
ARGENTONA	5,98	7.848	8.117
BADALONA	18,47	218.725	178.630
BALAGUER	18,43	13.037	12.037
BERGA	7,28	13.905	14.374
LA BISBAL	11,88	7.974	7.843
BLANES	14,20	25.663	41.033
CAMBRILS	12,45	14.571	41.240
CANET DE MAR	1,40	8.858	11.080
CANOVELLES	4,37	13.326	10.597
CASSÀ DE LA SELVA	16,35	7.165	6.834
CASTELLAR DEL V.	21,41	13.500	13.071
CASTELLDEFELS	10,25	33.017	41.810
CERDANYOLA	19,15	56.612	54.903
CERVELLÓ	14,18	5.389	6.141
CORNELLÀ	6,51	84.927	68.533
ESPARREGUERA	15,13	12.612	13.532
ESPLUGUES DE LL.	3,67	48.310	43.989
FIGUERES	11,30	34.573	32.609
LES FRANQUESES	14,97	10.294	9.243
LA GARRIGA	11,50	9.447	9.566
GAVÀ	25,49	35.204	38.314
GIRONA	21,45	68.656	68.090
GRANOLLERS	10,95	51.873	52.889
L'HOSPITALET DE LL.	11,44	272.578	215.547
IGUALADA	7,88	31.855	32.204
LA LLAGOSTA	2,78	11.276	10.077
LLEIDA	68,32	112.093	102.042
LLINARS DEL V.	11,09	5.586	5.687
LLORET DE MAR	43,18	15.018	46.319
MARTORELL	10,15	16.653	18.683
EL MASNOU	2,59	18.393	18.607
MATARÓ	9,68	101.510	92.828
MOLLERUSSA	2,72	8.966	9.510
MOLLET	4,55	40.877	36.242
MONTBLANC	33,70	5.750	6.319
MONTMELÓ	3,66	7.454	6.811
NAVÀS	17,12	5.538	5.304

MUNICIPIOS	Superficie Urbana (Km^2)	Población de Derecho (1991)	Población Estacionalizada (1991)
OLESA DE M.	12,46	14.962	13.602
OLOT	13,20	26.713	25.213
PALAFRUGELL	16,31	17.417	28.820
PALLEJÀ	3,74	6.599	5.948
PARETS DEL V.	6,36	10.960	13.266
PIERA	19,94	6.013	10.131
PINEDA DE MAR	6,17	16.317	30.233
EL PRAT DE LL.	22,71	64.321	58.202
PREMIÀ DE MAR	1,76	22.699	22.504
RIPOLLET	3,90	26.782	23.699
ROSES	29,89	10.303	37.204
RUBÍ	26,45	50.405	49.564
SABADELL	30,01	189.404	166.985
SALOU	12,00	7.264	51.199
SALLENT	13,20	7.686	7.442
SANT ADRIÀ DEL B.	3,95	34.154	31.548
SANT ANDREU DE LA B.	4,75	14.475	14.839
SANT BOI DE LL.	12,87	77.932	63.847
SANT CELONI	6,45	11.957	11.554
SANT JOAN DESPÍ	0,49	7.974	6.834
SANT JUST DESVERN	4,01	12.471	13.785
SANT QUIRZE DEL V.	8,76	9.046	9.267
SANT VICENÇ DELS HORTS	6,98	20.836	20.544
SANTA COLOMA DE G.	6,65	133.138	97.244
SANTA PERPÈTUA DE LA M.	19,46	16.792	17.513
SITGES	24,49	13.109	27.188
SOLSONA	10,37	6.658	7.266
SÚRIA	6,87	6.540	6.166
TERRASSA	41,64	158.063	142.488
TORELLÓ	5,12	11.460	10.745
VALLIRANA	11,14	6.570	8.051
VALLS	17,03	20.092	20.560
VILADECANS	11,99	48.294	44.553
VILANOVA I LA GELTRÚ	6,99	9.317	7.707
VILASSAR DE MAR	2,00	12.117	15.398

ANEXO III

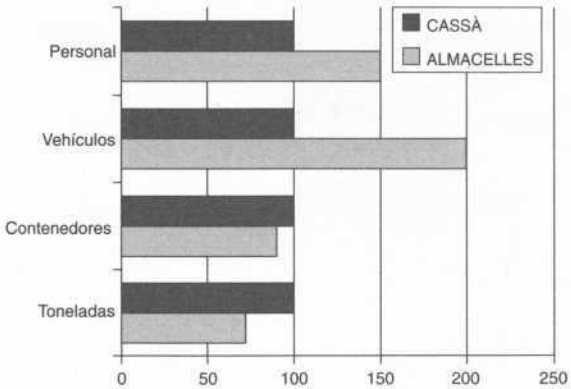
Detalle de los resultados. Unidades ineficientes

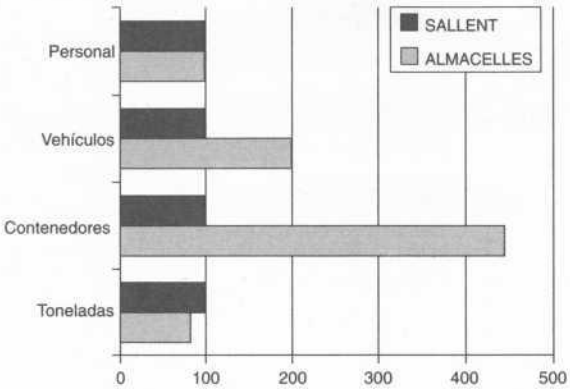
Municipio de ALMACELLES

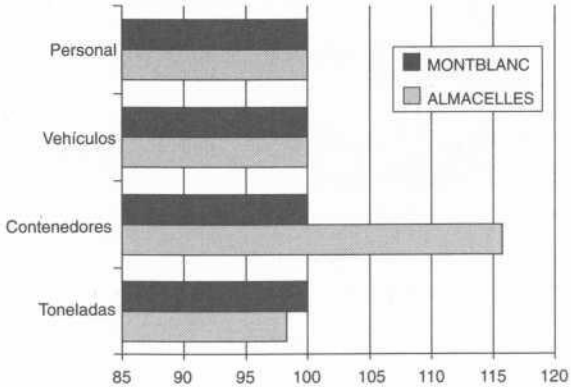
Índice de Eficiencia: **0,7935**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CASSÀ, MONTBLANC y SALLENT

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	111	88	20,60%
	Vehículos	2,00	1,03	48,30%
	Personal	3,00	2,38	20,60%
Output	Toneladas	2.190	2.842	29,80%





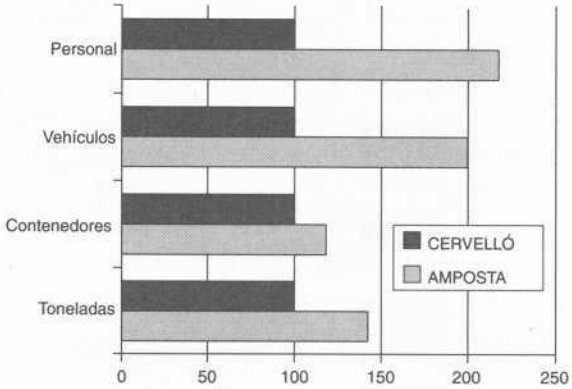


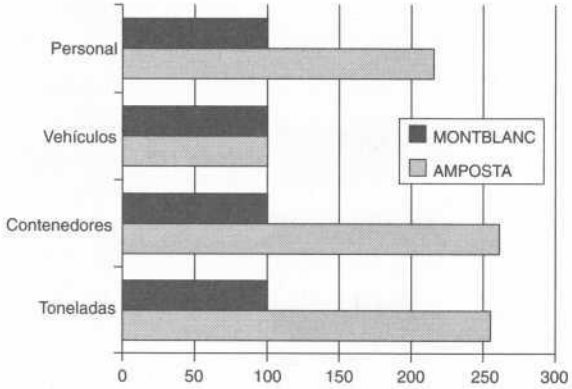
Municipio de AMPOSTA

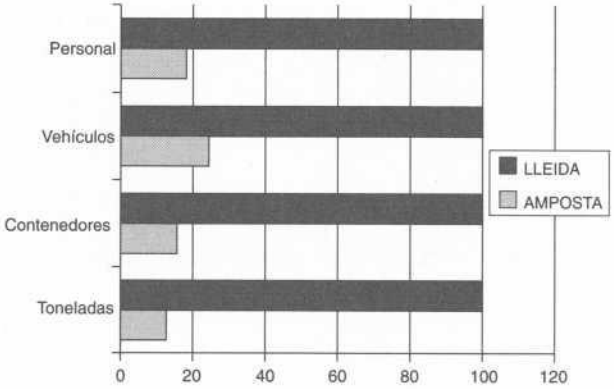
Índice de Eficiencia: **0,9833**

Conjunto de Unidades de Referencia: **CERVELLÓ, LLEIDA y MONTBLANC**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	250	239	4,30%
	Vehículos	2,00	1,97	1,70%
	Personal	6,50	5,04	22,50%
Output	Toneladas	5.650	5.650	0,00%





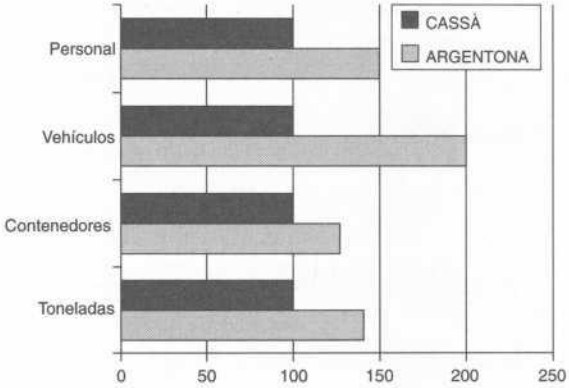


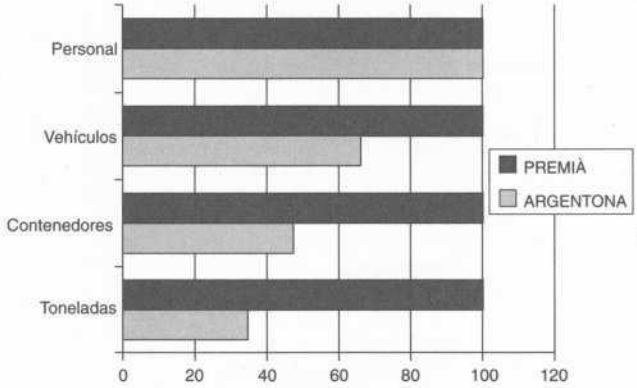
Municipio de ARGENTONA

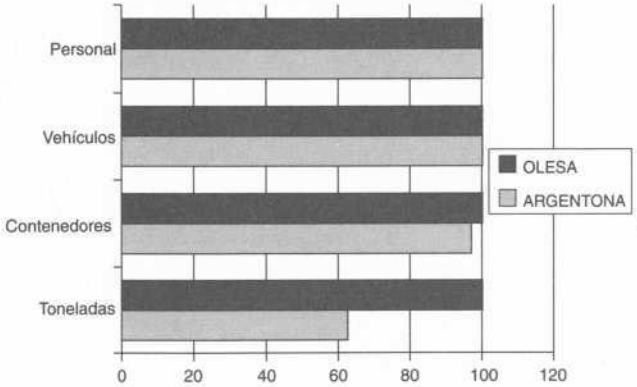
Índice de Eficiencia: **0,8106**

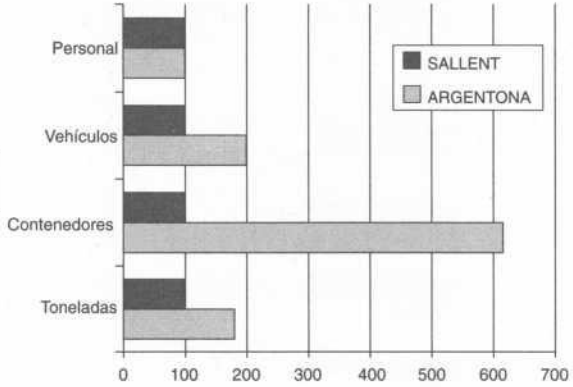
Conjunto de Unidades de Referencia: **CASSÀ, OLESA, PREMIÀ y SALLENT**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	154	125	18,90%
	Vehículos	2,00	1,32	34,20%
	Personal	3,00	2,43	18,90%
Output	Toneladas	4.234	4.234	0,00%







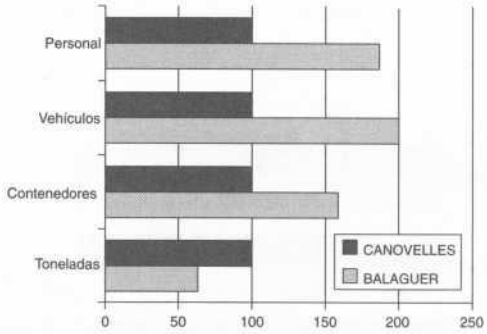


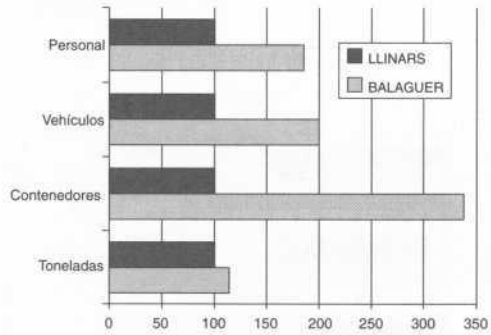
Municipio de BALAGUER

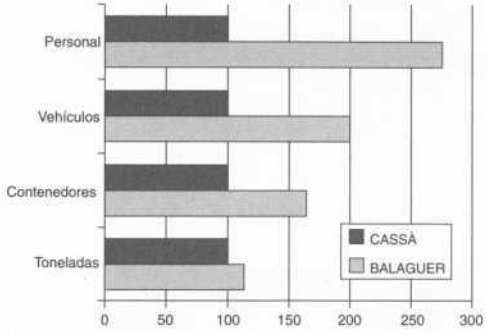
Índice de Eficiencia: **0,5029**

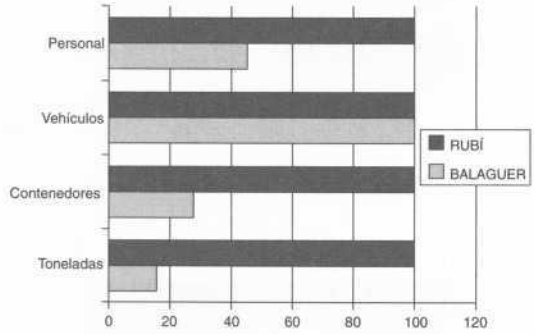
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANOVELLES, CASSÀ, LLINARS, RUBÍ y SANTA PERPÈTUA**

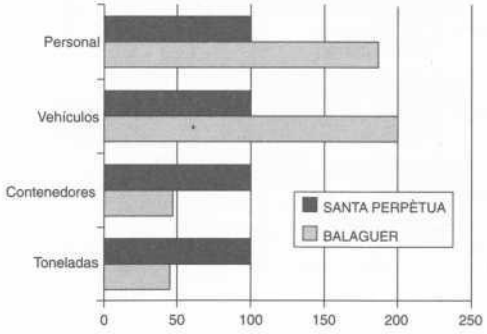
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	200	101	49,70%
	Vehículos	2,00	1,01	49,70%
	Personal	5,50	2,77	49,70%
Output	Toneladas	3.600	3.600	0,00%









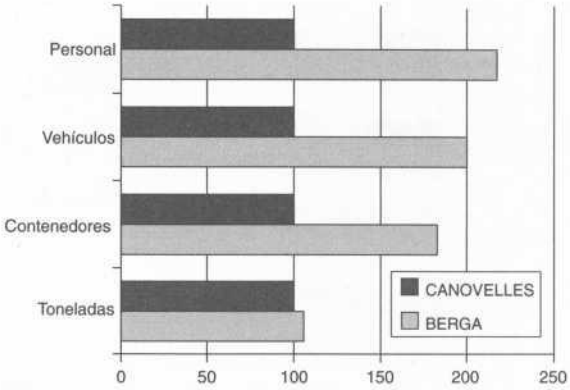


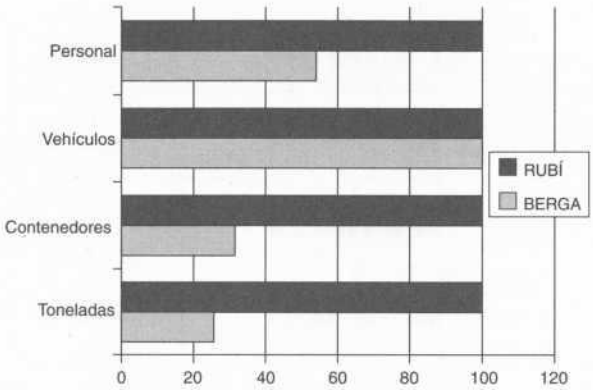
Municipio de BERGA

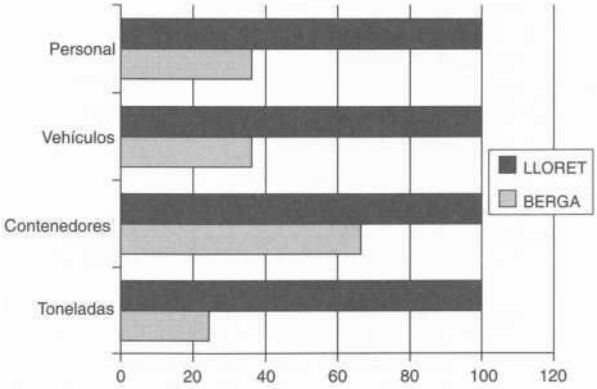
Índice de Eficiencia: **0,5586**

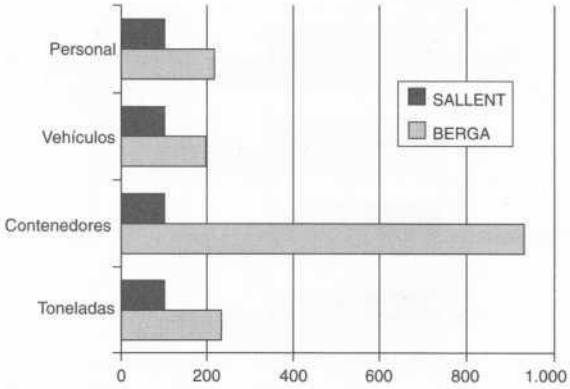
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANOVELLES, LLORET, RUBÍ y SALLENT**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	230	128	44,10%
	Vehículos	2,00	1,12	44,10%
	Personal	6,50	3,59	44,80%
Output	Toneladas	5.840	5.840	0,00%







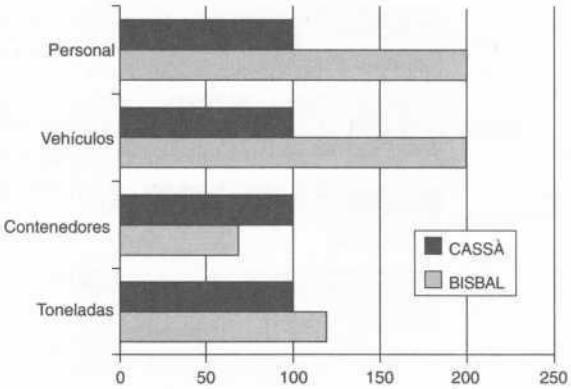


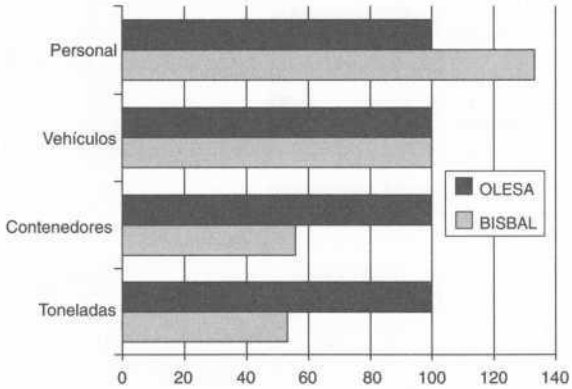
Municipio de LA BISBAL

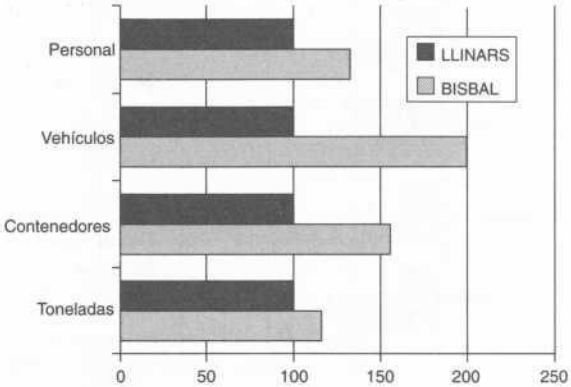
Índice de Eficiencia: **0,7380**

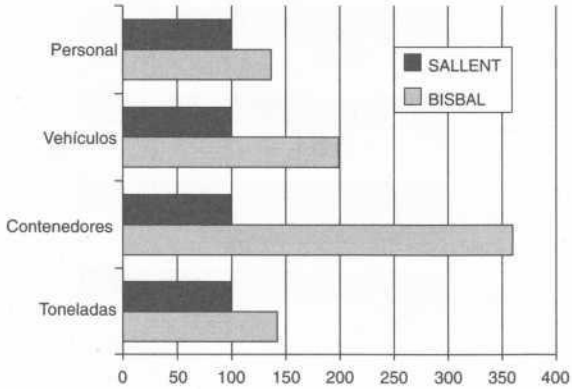
Conjunto de Unidades de Referencia: **CASSÀ, LLINARS, OLESA y SALLENT**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	91	67	26,20%
	Vehículos	2,00	1,22	39,10%
	Personal	4,00	2,95	26,20%
Output	Toneladas	3.612	3.612	0,00%







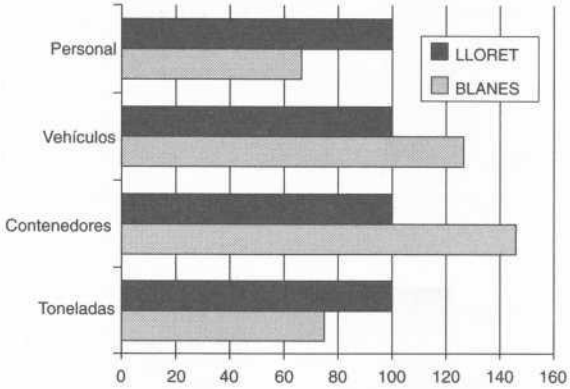


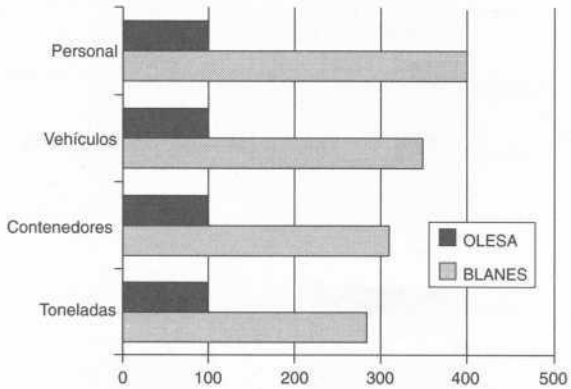
Municipio de BLANES

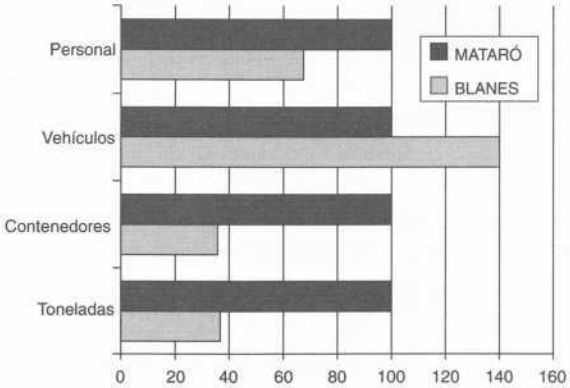
Índice de Eficiencia: **0,7964**

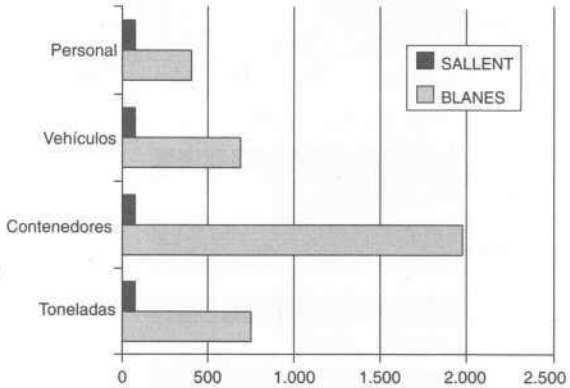
Conjunto de Unidades de Referencia: **LLORET, MATARÓ, OLESA y SALLENT**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	495	394	20,40%
	Vehículos	7,00	3,50	49,90%
	Personal	12,00	9,56	20,40%
Output	Toneladas	18.643	18.643	0,00%







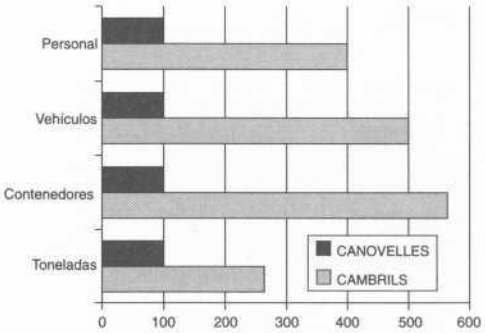


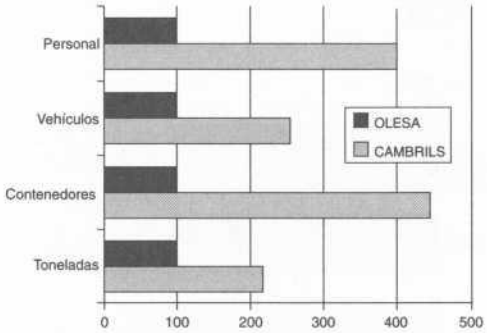
Municipio de CAMBRILS

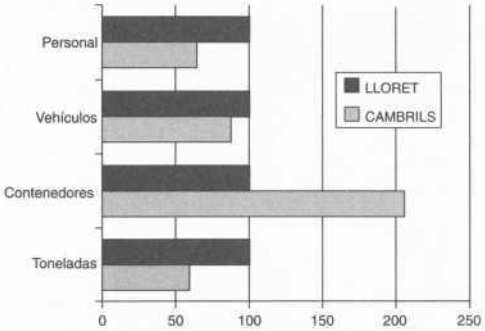
Índice de Eficiencia: **0,5079**

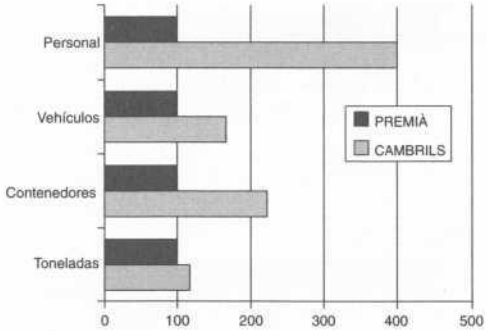
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANOVELLES, LLORET, MATARÓ, OLESA y PREMIÀ**

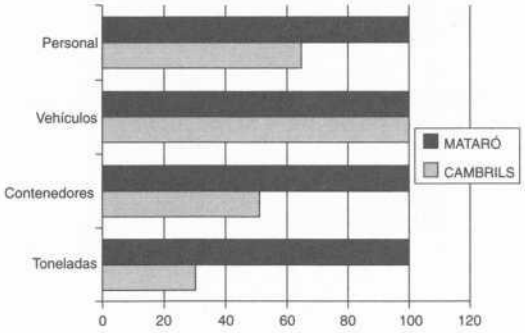
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	700	355	49,20%
	Vehículos	5,00	2,54	49,20%
	Personal	12,00	6,09	49,20%
Output	Toneladas	14.375	14.375	0,00%









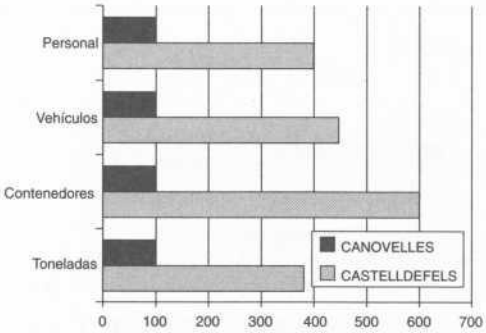


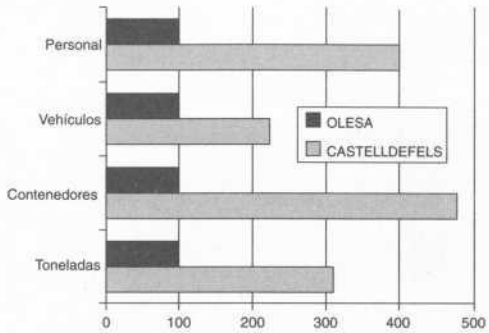
Municipio de CASTELLDEFELS

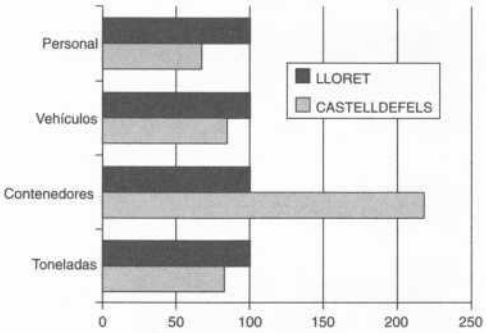
Índice de Eficiencia: **0,7023**

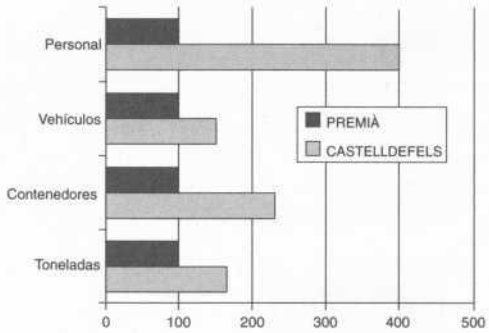
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANOVELLES, LLORET, MATARÓ, OLESA y PREMIÀ**

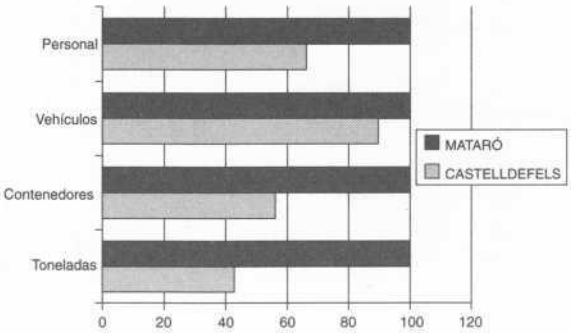
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	750	527	29,80%
	Vehículos	4,50	3,16	29,80%
	Personal	12,00	8,43	29,80%
Output	Toneladas	20.708	20.708	0,00%









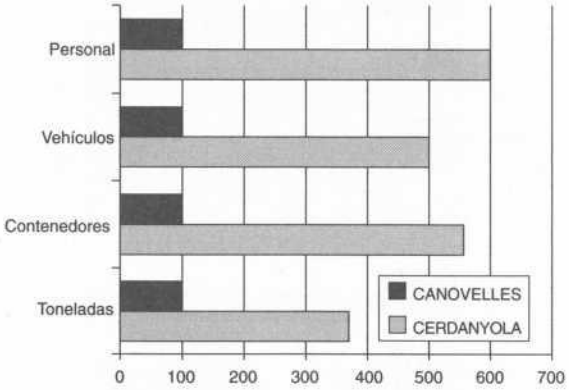


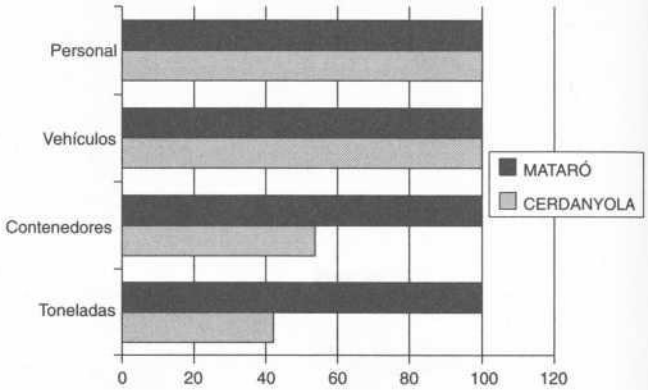
Municipio de CERDANYOLA

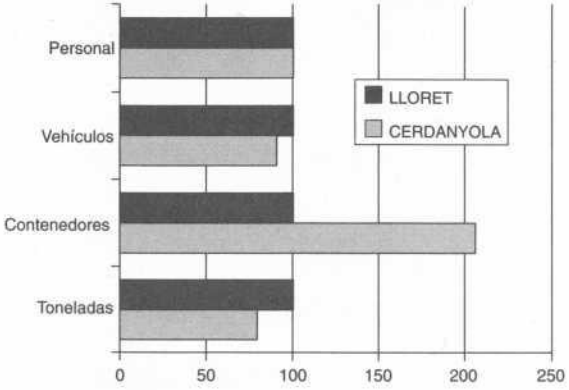
Índice de Eficiencia: **0,6292**

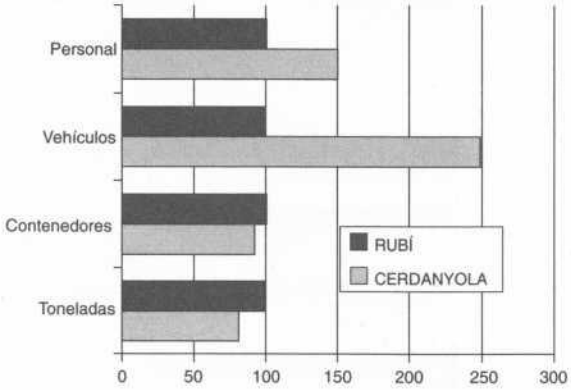
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANOVELLES, LLORET, MATARÓ y RUBÍ**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	700	440	37,10%
	Vehículos	5,00	3,15	37,10%
	Personal	18,00	11,13	38,20%
Output	Toneladas	20.210	20.210	0,00%







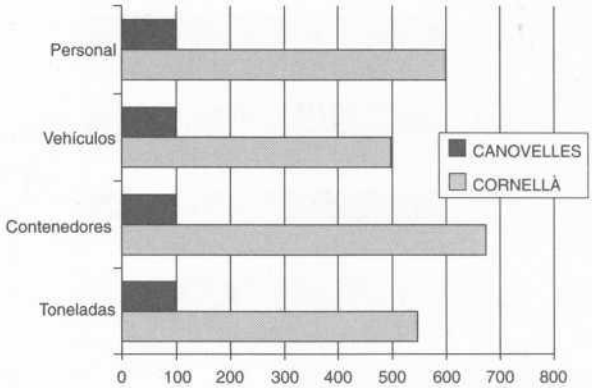


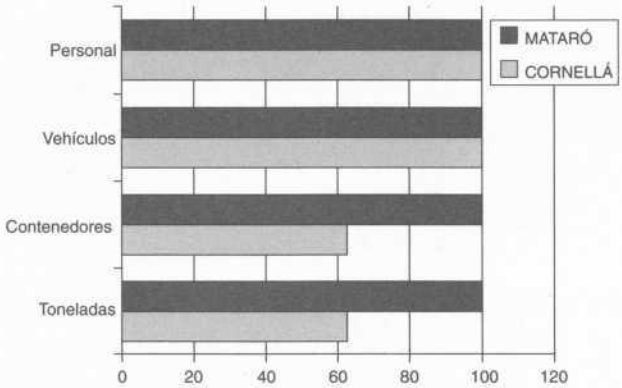
Municipio de CORNELLÀ

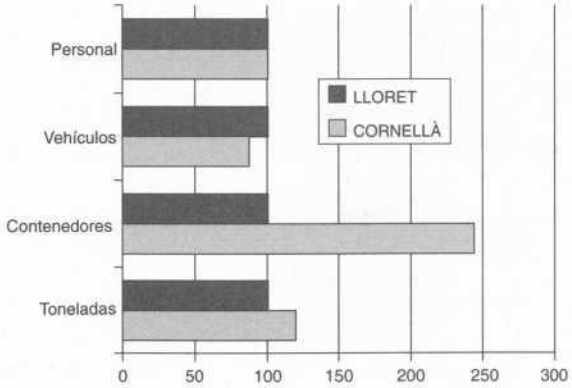
Índice de Eficiencia: **0,8341**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CANOVELLES, LLORET y MATARÓ

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	843	703	16,60%
	Vehículos	5,00	4,17	16,60%
	Personal	18,00	14,26	20,80%
Output	Toneladas	30.295	30.295	0,00%





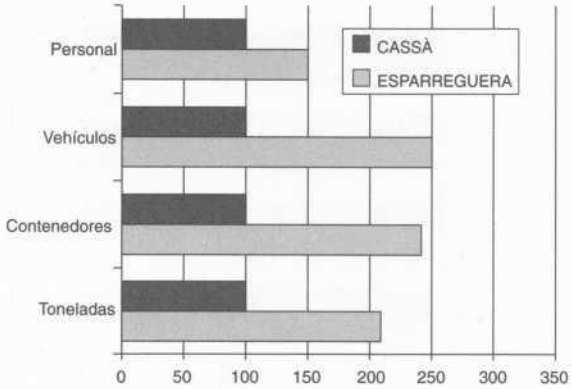


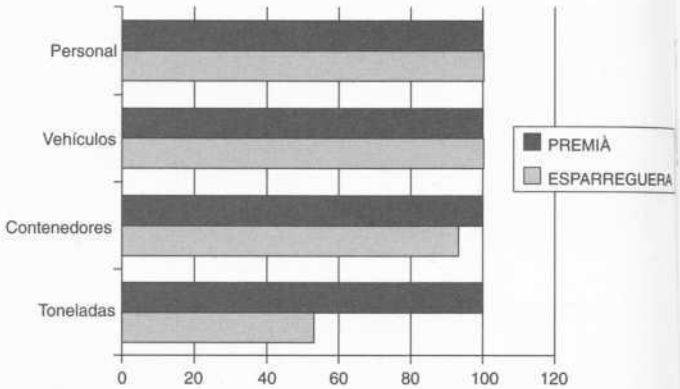
Municipio de ESPARREGUERA

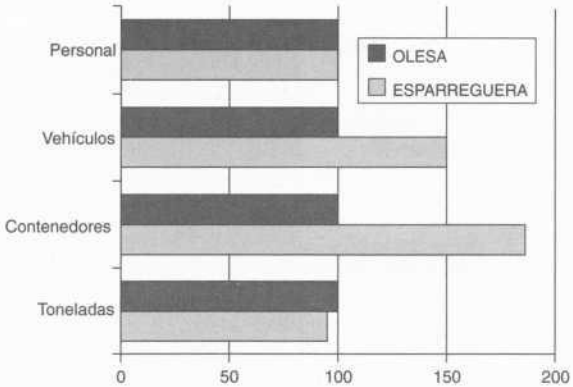
Índice de Eficiencia: **0,9202**

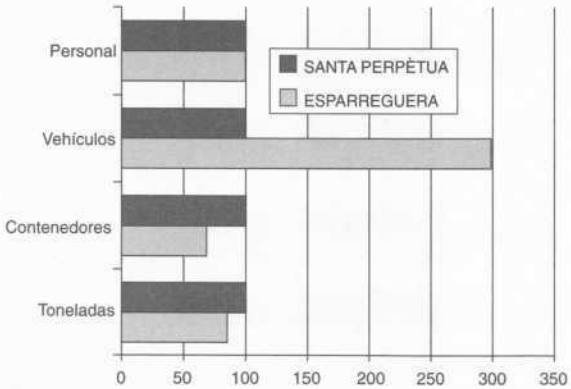
Conjunto de Unidades de Referencia: **CASSÀ, OLESA, PREMIÀ y SANTA PERPÈTUA**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	300	276	8,00%
	Vehículos	3,00	1,30	56,50%
	Personal	3,00	2,76	8,00%
Output	Toneladas	6.417	6.417	0,00%







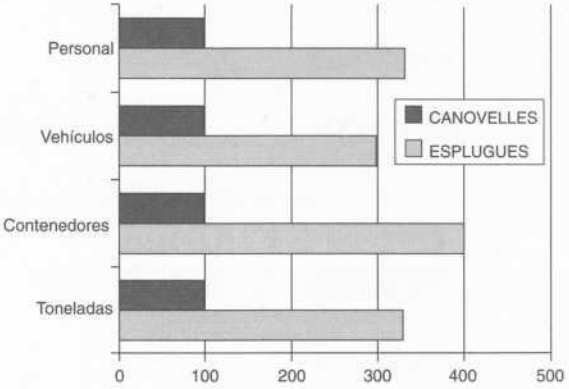


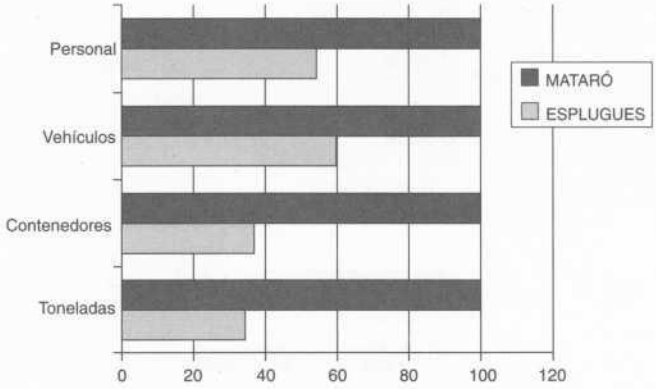
Municipio de ESPLUGUES DE LLOBREGAT

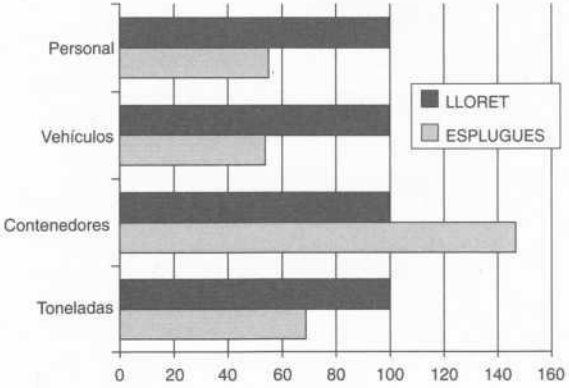
Índice de Eficiencia: **0,8350**

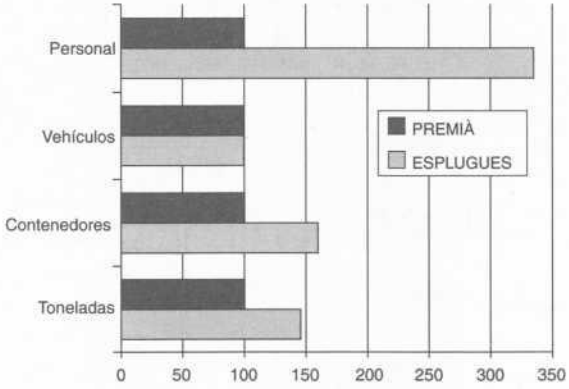
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANOVELLES, LLORET, MATARÓ y PREMIÀ**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	500	417	16,50%
	Vehículos	3,00	2,50	16,50%
	Personal	10,00	8,35	16,50%
Output	Toneladas	17.723	17.723	0,00%







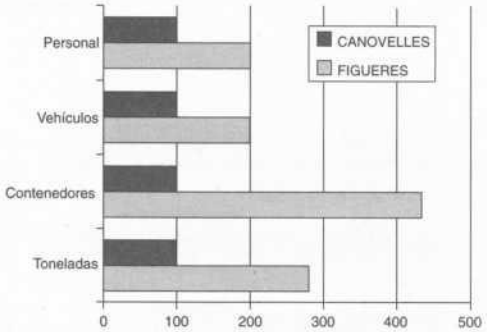


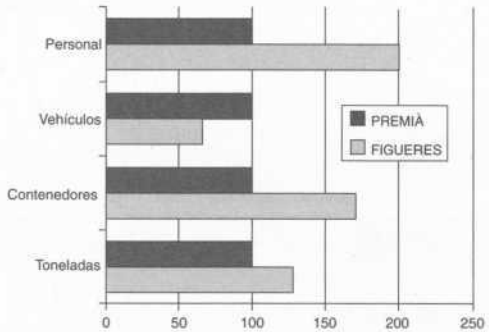
Municipio de FIGUERES

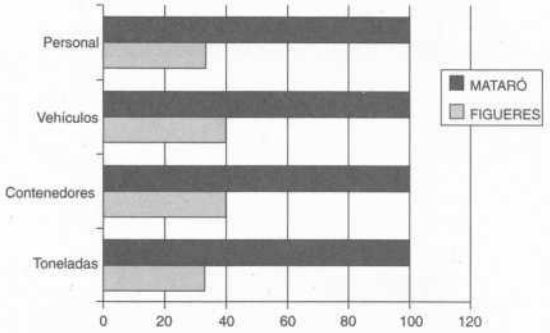
Índice de Eficiencia: **0,9795**

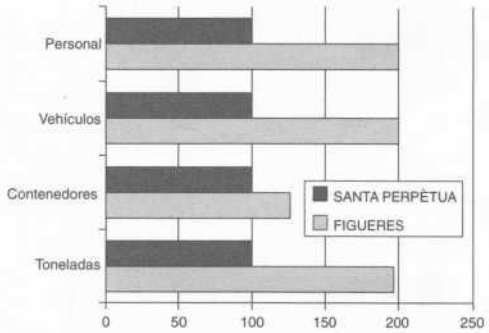
Conjunto de Unidades de Referencia:
CANOVELLES, MATARÓ, OLESA, PREMIÀ y SANTA PERPÈTUA

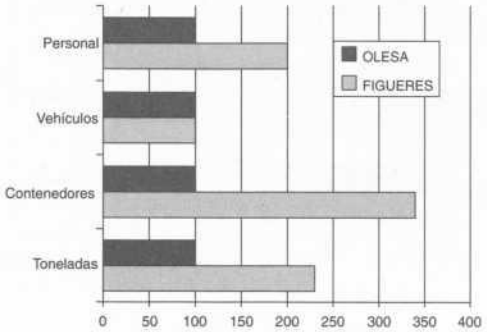
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	543	532	2,10%
	Vehículos	2,00	1,96	2,10%
	Personal	6,00	5,88	2,10%
Output	Toneladas	15.490	15.490	0,00%









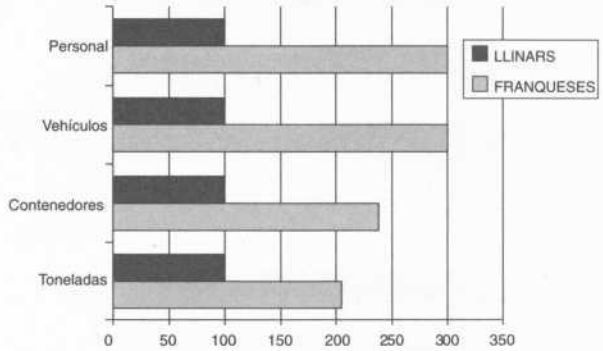


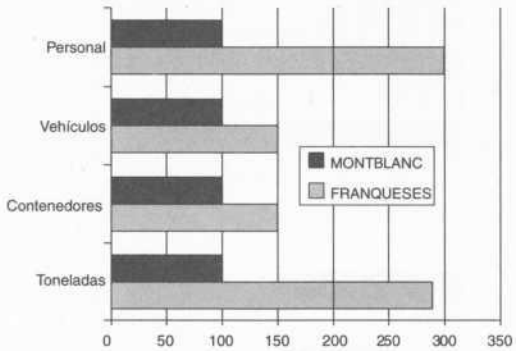
Municipio de LES FRANQUESES

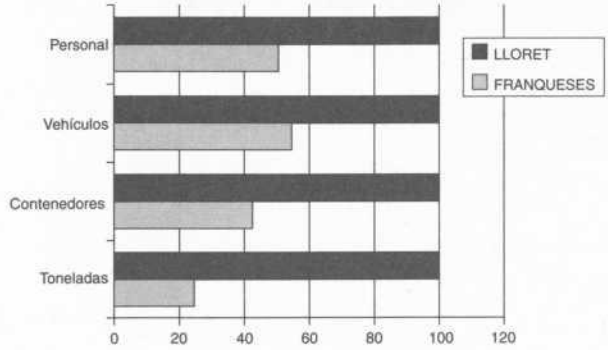
Índice de Eficiencia: **0,6169**

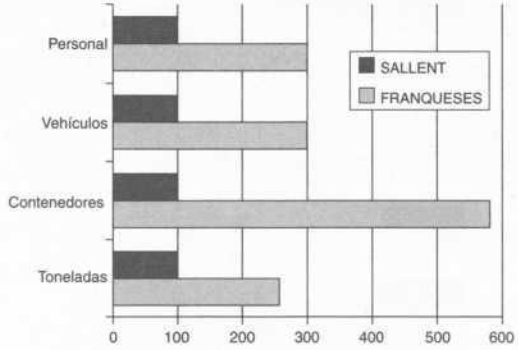
Conjunto de Unidades de Referencia: **LLINARS, LLORET, MONTBLANC y SALLENT**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	142	88	38,30%
	Vehículos	3,00	1,84	38,60%
	Personal	9,00	5,55	38,30%
Output	Toneladas	6.447	6.447	0,00%







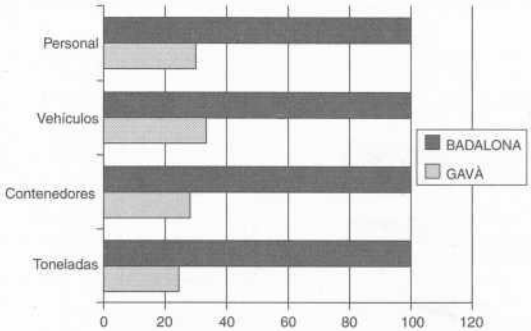


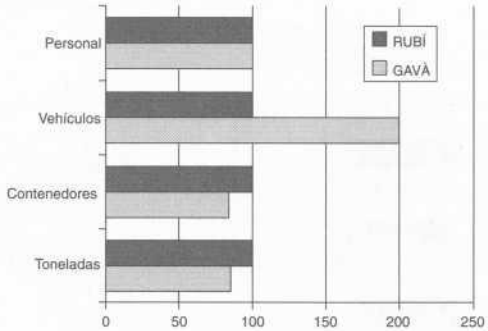
Municipio de GAVÀ

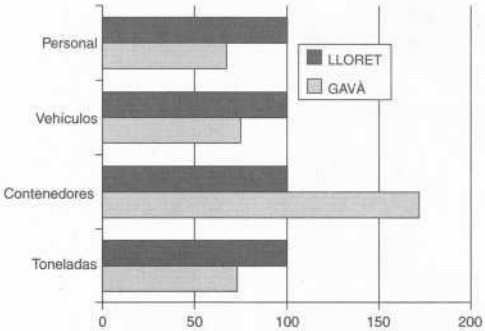
Índice de Eficiencia: **0,8458**

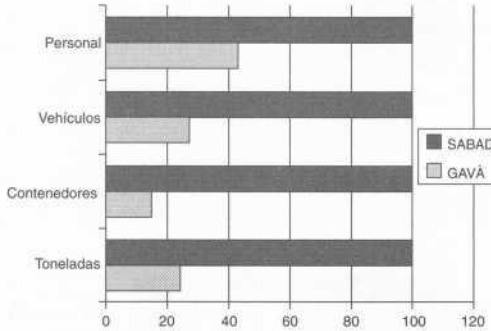
Conjunto de Unidades de Referencia: **BADALONA, LLORET, OLESA, RUBÍ y SABADELL**

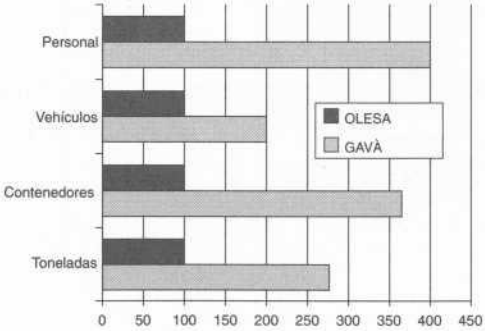
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	586	496	15,40%
	Vehículos	4,00	3,38	15,40%
	Personal	12,00	10,15	15,40%
Output	Toneladas	18.500	18.500	0,00%









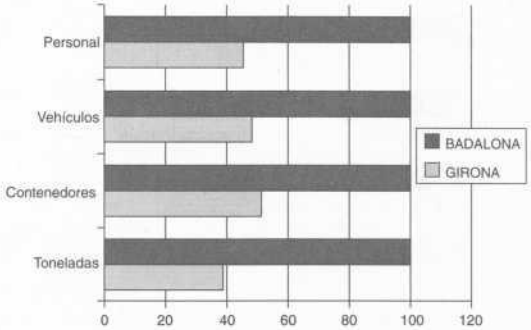


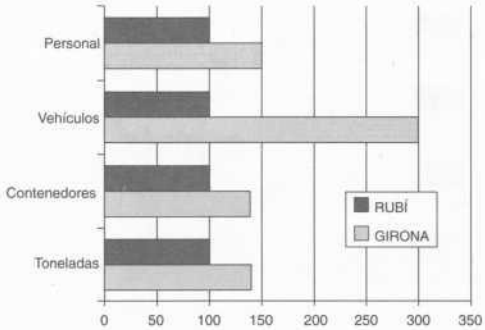
Municipio de GIRONA

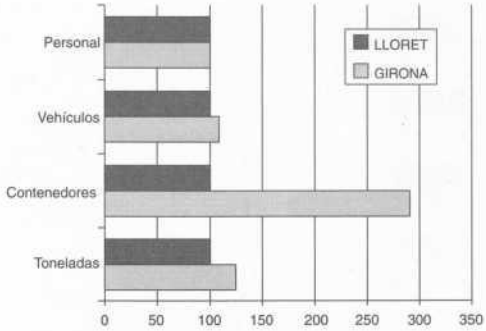
Índice de Eficiencia: **0,8717**

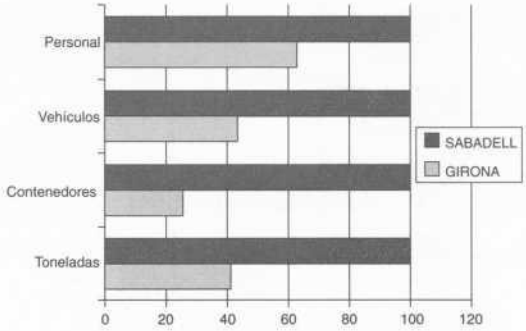
Conjunto de Unidades de Referencia: **BADALONA, LLORET, OLESA, RUBÍ y SABADELL**

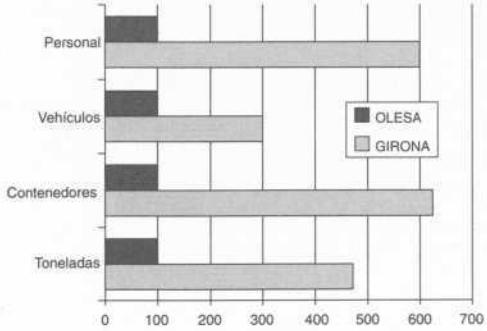
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	1.000	872	12,80%
	Vehículos	6,00	5,23	12,80%
	Personal	18,00	15,69	12,80%
Output	Toneladas	31.584	31.584	0,00%









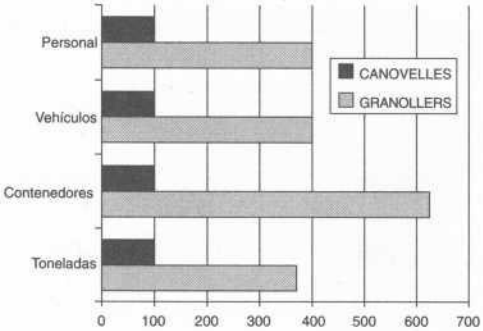


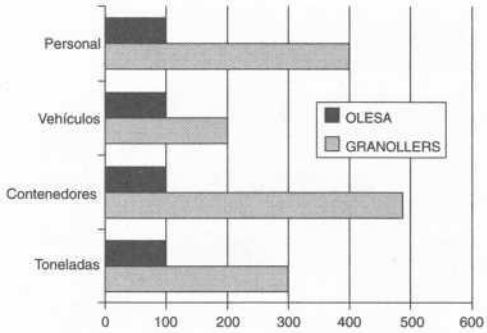
Municipio de GRANOLLERS

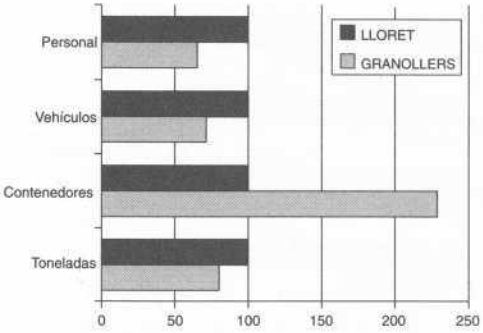
Índice de Eficiencia: **0,6725**

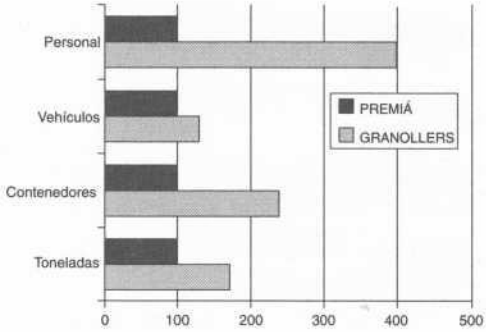
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANOVELLES, LLORET, MATARÓ, OLESA y PREMIÀ**

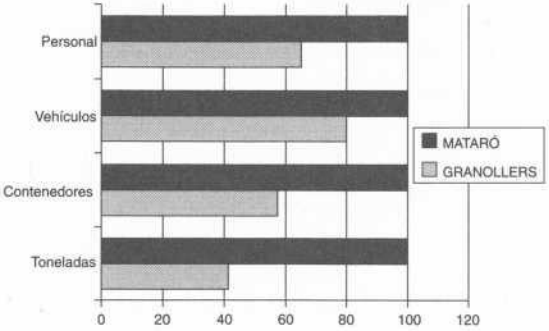
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	775	521	32,80%
	Vehículos	4,00	2,69	32,80%
	Personal	12,00	8,07	32,80%
Output	Toneladas	20.100	20.100	0,00%









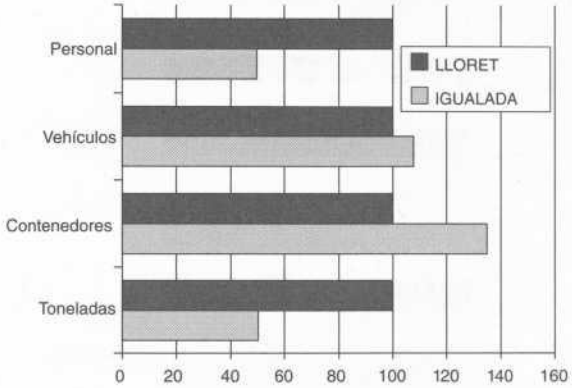


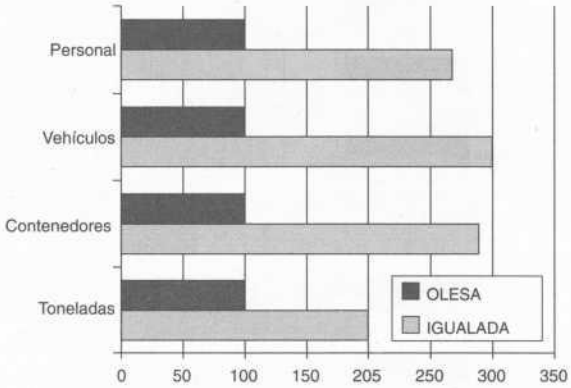
Municipio de IGUALADA

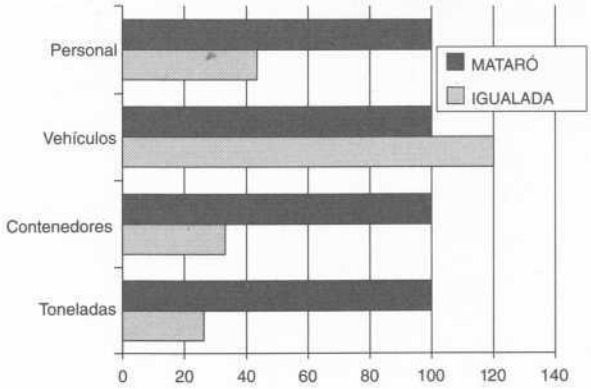
Índice de Eficiencia: **0,6982**

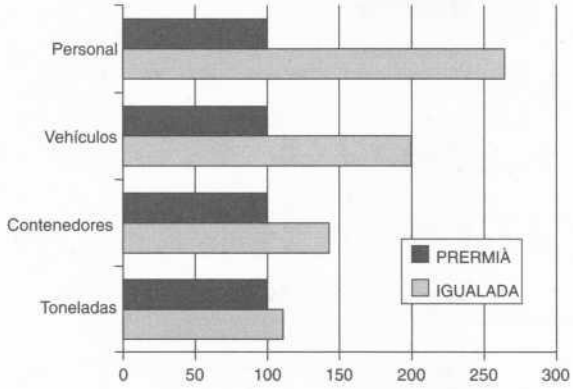
Conjunto de Unidades de Referencia: **LLORET, MATARÓ, OLESA y PREMIÀ**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	465	325	30,20%
	Vehículos	6,00	2,73	54,50%
	Personal	8,00	5,59	30,20%
Output	Toneladas	13.421	13.421	0,00%







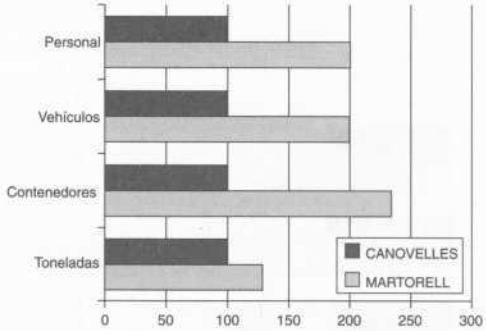


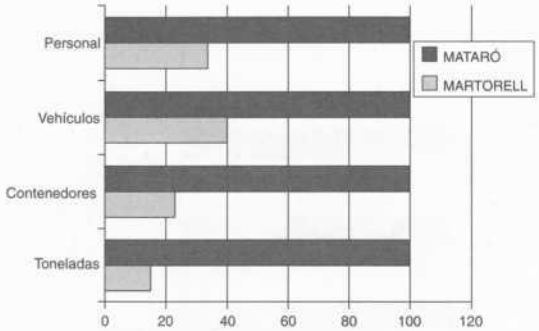
Municipio de MARTORELL

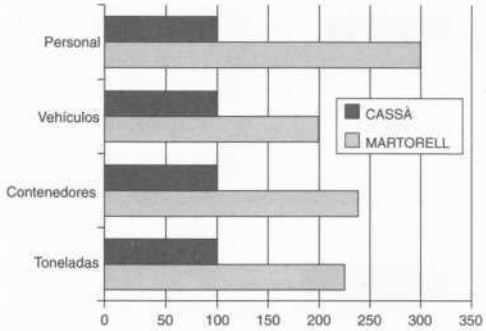
Índice de Eficiencia: **0,6294**

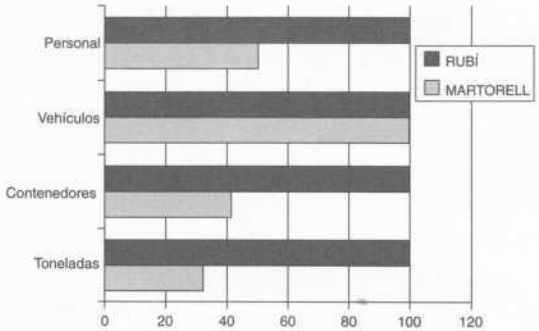
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANOVELLES, CASSÀ, LLINARS, MATARÓ y RUBÍ**

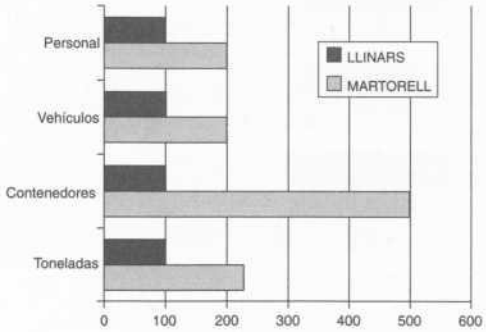
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	298	188	37,10%
	Vehículos	2,00	1,26	37,10%
	Personal	6,00	3,78	37,10%
Output	Toneladas	7.144	7.144	0,00%









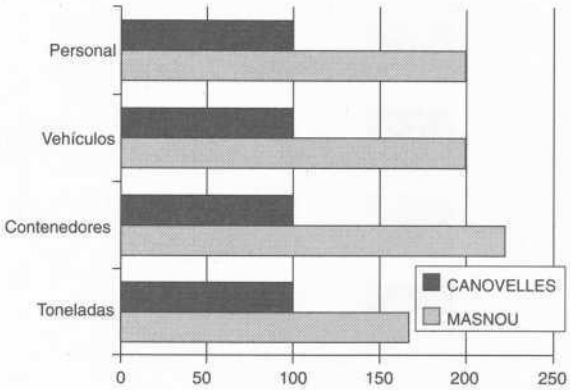


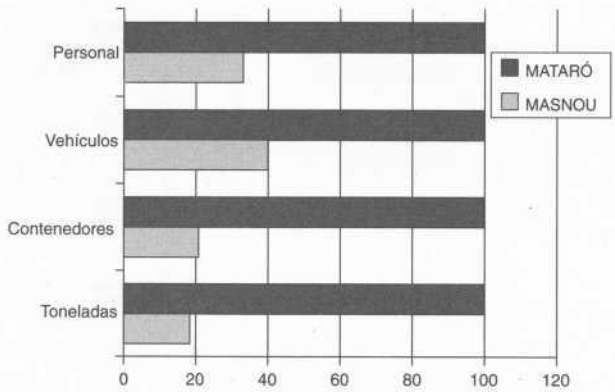
Municipio de EL MASNOU

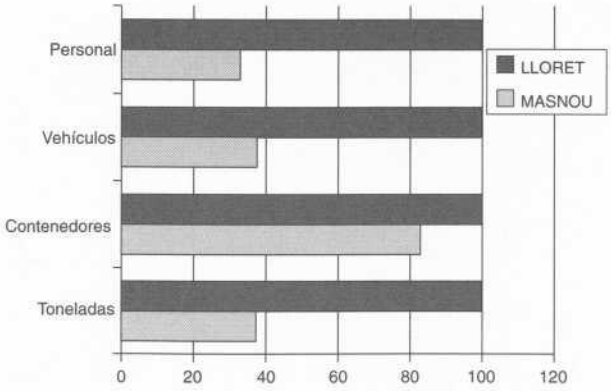
Índice de Eficiencia: **0,7800**

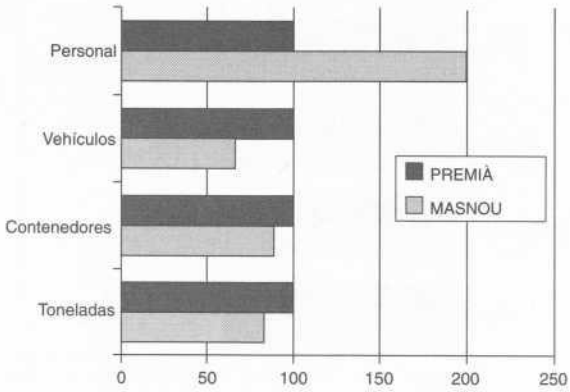
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANOVELLES, LLORET, MATARÓ y PREMIÀ**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	275	214	22,00%
	Vehículos	2,00	1,56	22,00%
	Personal	6,00	4,68	22,00%
Output	Toneladas	9.380	9.380	0,00%







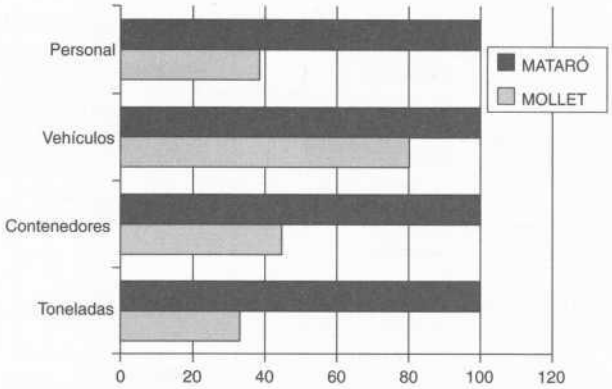


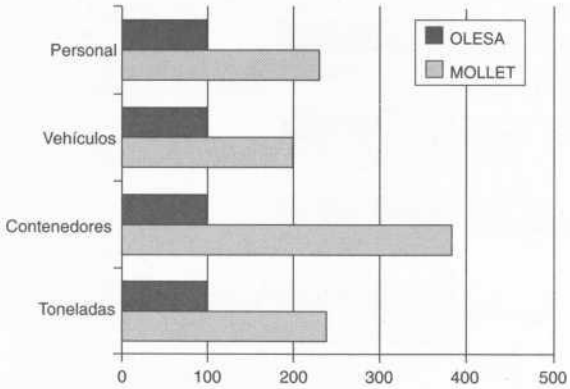
Municipio de MOLLET

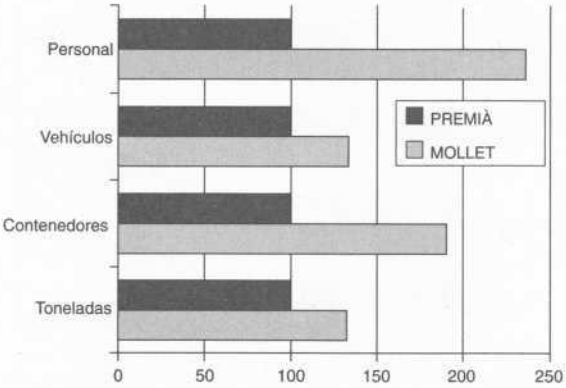
Índice de Eficiencia: **0,7455**

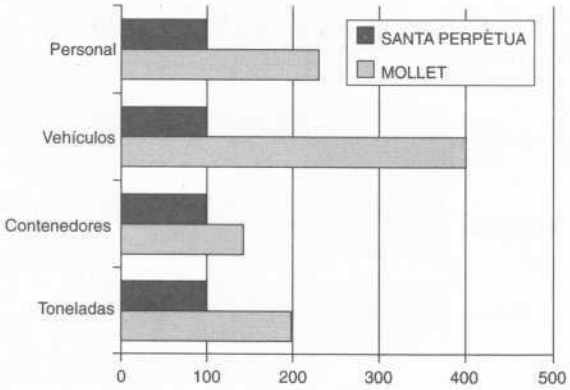
Conjunto de Unidades de Referencia: **MATARÓ, OLESA, PREMIÀ y SANTA PERPÈTUA**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	610	455	25,40%
	Vehículos	4,00	2,77	30,70%
	Personal	7,00	5,22	25,40%
Output	Toneladas	15.856	15.856	0,00%







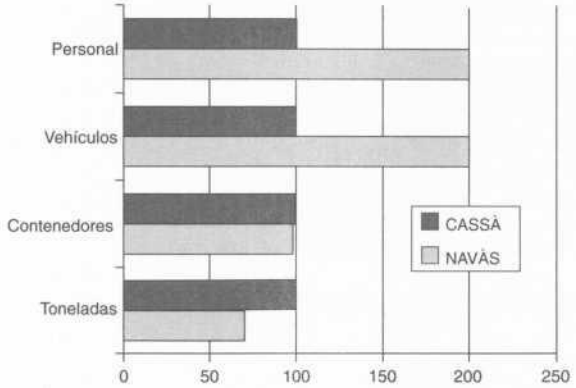


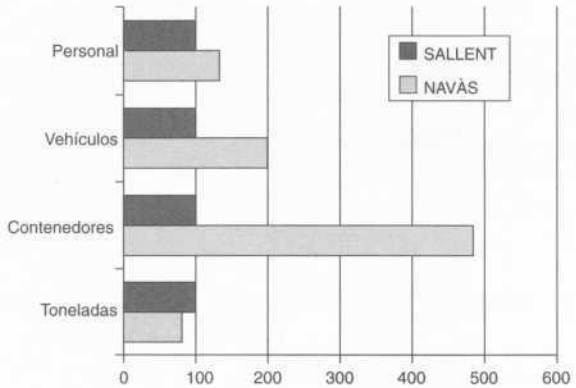
Municipio de NAVÀS

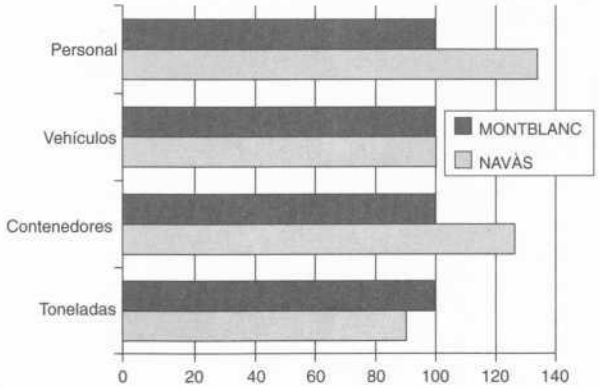
Índice de Eficiencia: **0,7790**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CASSÀ, MONTBLANC y SALLENT

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	121	94	22,10%
	Vehículos	2,00	1,56	22,10%
	Personal	4,00	2,70	32,60%
Output	Toneladas	2.032	2.519	24,00%





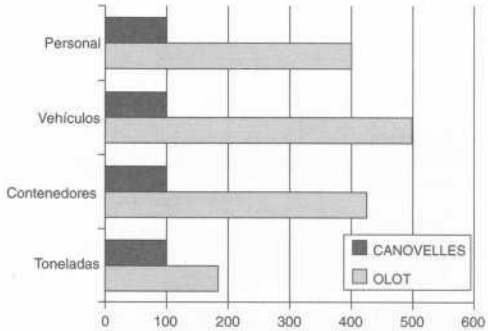


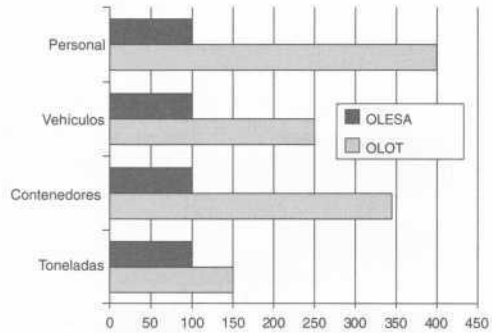
Municipio de OLOT

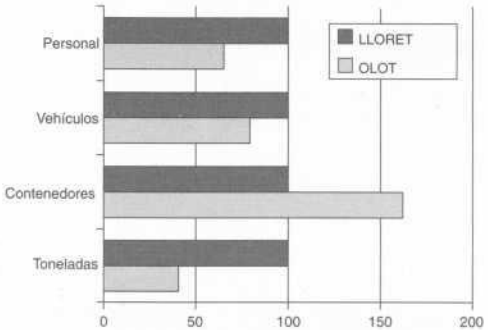
Índice de Eficiencia : 0,4136

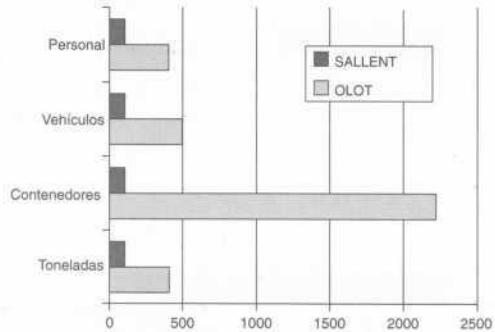
Conjunto de Unidades de Referencia:
CANOVELLES, LLORET, MATARÓ, OLESA y SALLENT

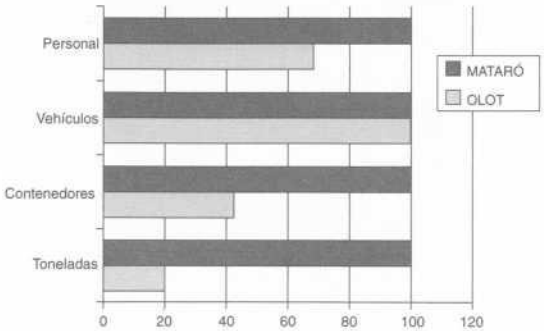
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	550	227	58,60%
	Vehículos	5,00	2,07	58,60%
	Personal	12,00	4,96	58,60%
Output	Toneladas	10.000	10.000	0,00%









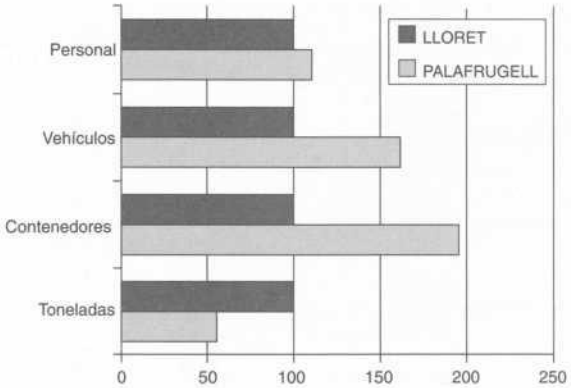


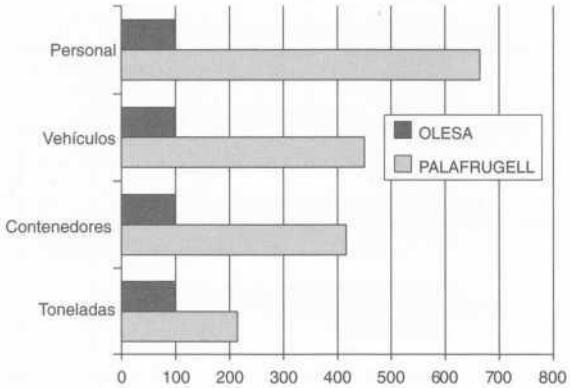
Municipio de PALAFRUGELL

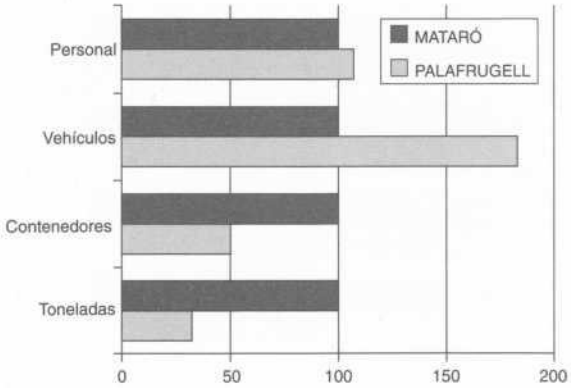
Índice de Eficiencia: **0,4115**

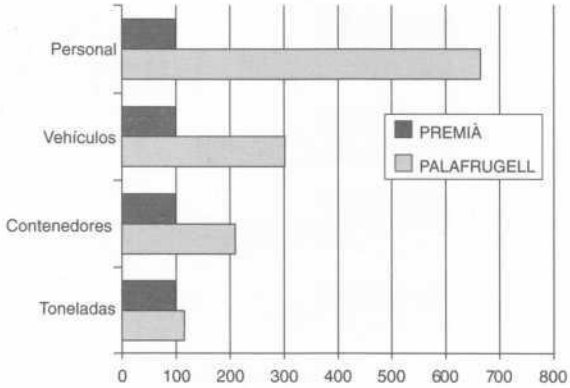
Conjunto de Unidades de Referencia: **LLORET, MATARÓ, OLESA y PREMIÀ**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	667	274	58,80%
	Vehículos	9,00	3,22	64,20%
	Personal	20,00	8,23	58,80%
Output	Toneladas	14.492	14.492	0,00%







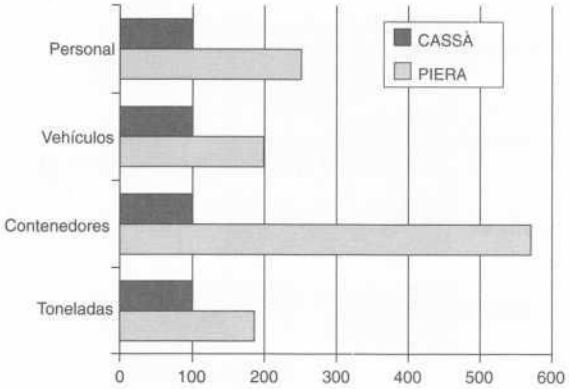


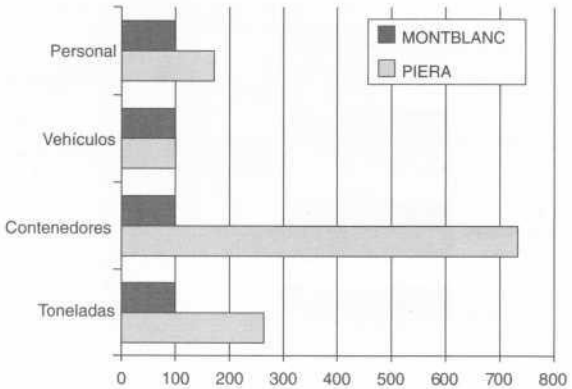
Municipio de PIERA

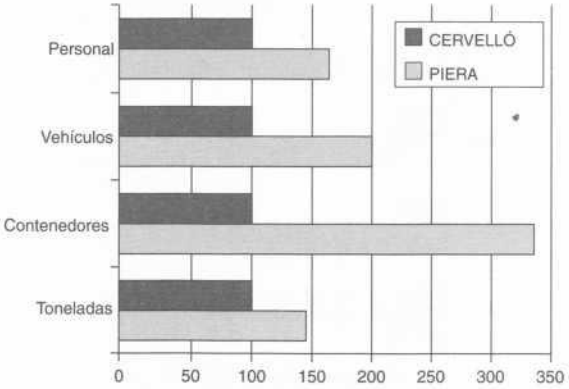
Índice de Eficiencia: **0,7461**

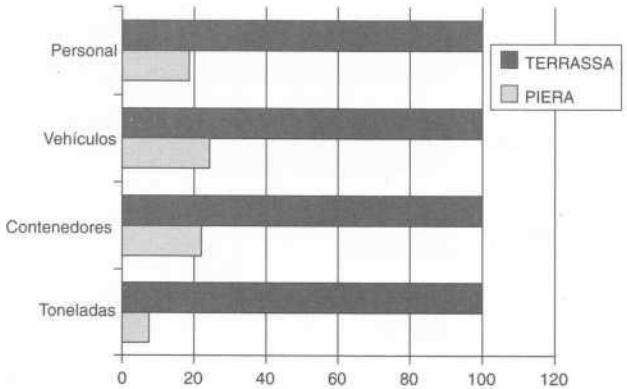
Conjunto de Unidades de Referencia: **CASSÀ, CERVELLÓ, MONTBLANC y TERRASSA**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	700	281	59,80%
	Vehículos	2,00	1,49	25,40%
	Personal	5,00	3,73	25,40%
Output	Toneladas	5.840	5.840	0,00%







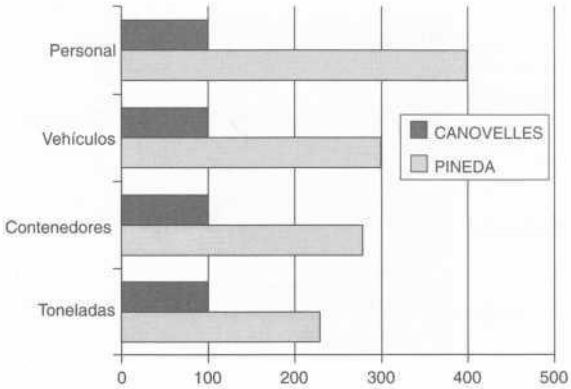


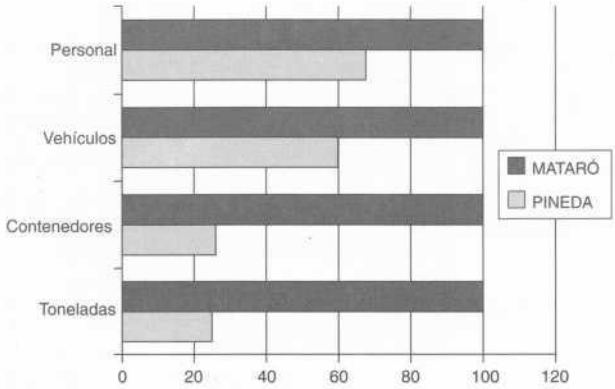
Municipio de PINEDA DE MAR

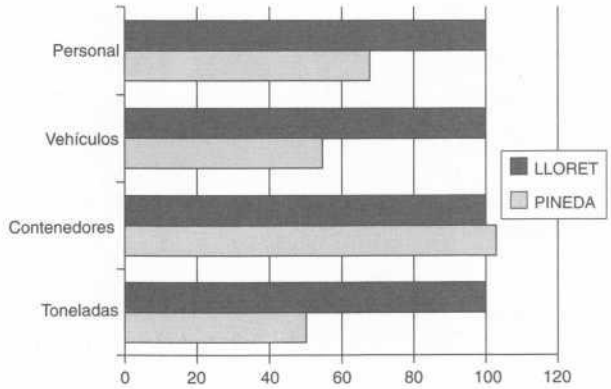
Índice de Eficiencia: **0,7396**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CANOVELLES, LLORET y MATARÓ

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	350	259	26,00%
	Vehículos	3,00	2,22	26,00%
	Personal	12,00	7,18	40,10%
Output	Toneladas	12.803	12.803	0,00%





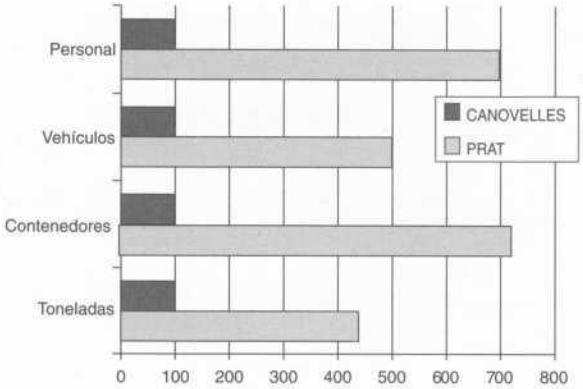


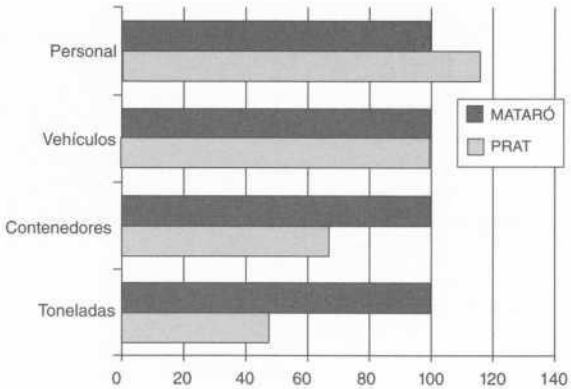
Municipio de EL PRAT DE LLOBREGAT

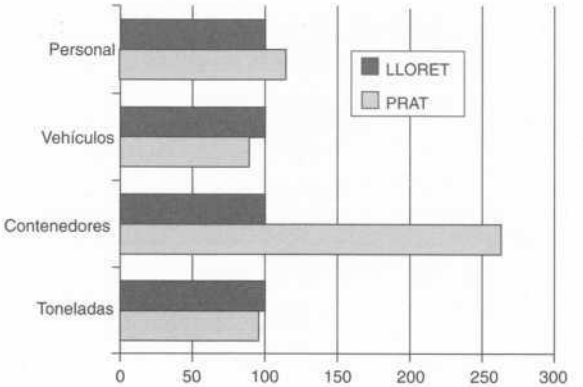
Índice de Eficiencia : 0,6558

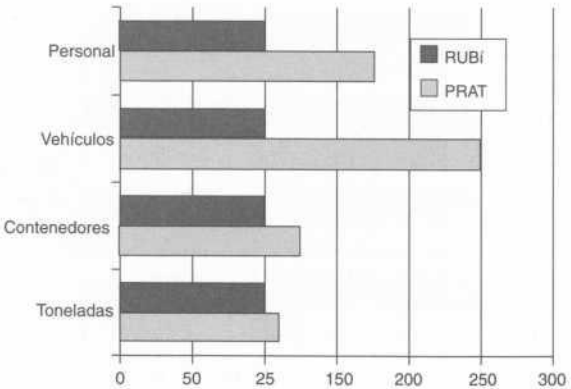
Conjunto de Unidades de Referencia:
CANOVELLES, LLORET, MATARÓ y RUBÍ

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	900	590	34,40%
	Vehículos	5,00	3,28	34,40%
	Personal	21,00	13,21	37,10%
Output	Toneladas	24.081	24.081	0,00%







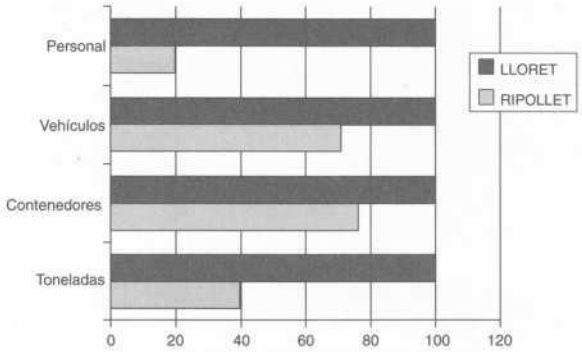


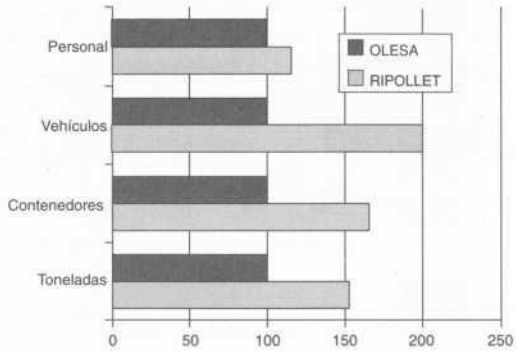
Municipio de RIPOLLET

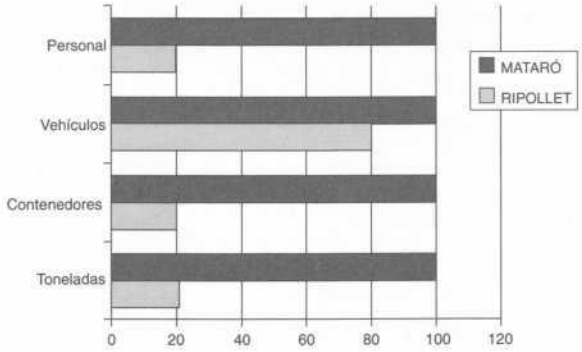
Índice de Eficiencia: **0,9950**

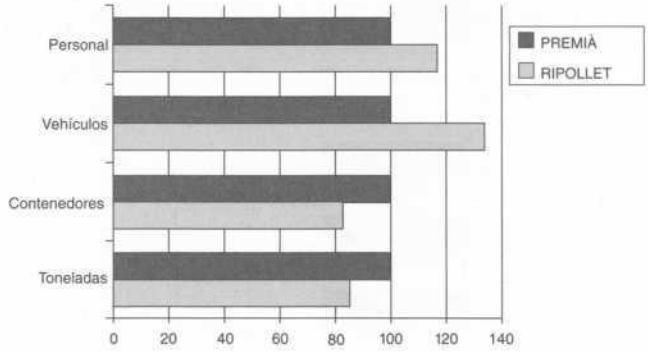
Conjunto de Unidades de Referencia: **LLORET, MATARÓ, OLESA y PREMIÀ**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	260	259	0,50%
	Vehículos	4,00	2,50	37,40%
	Personal	3,50	3,48	0,50%
Output	Toneladas	10.220	10.220	0,00%







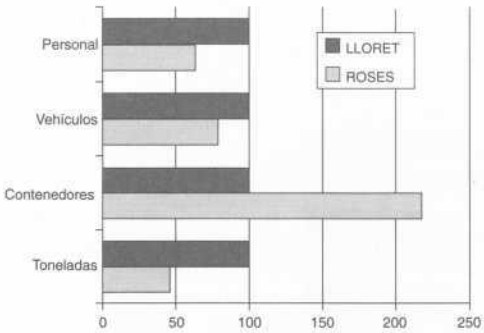


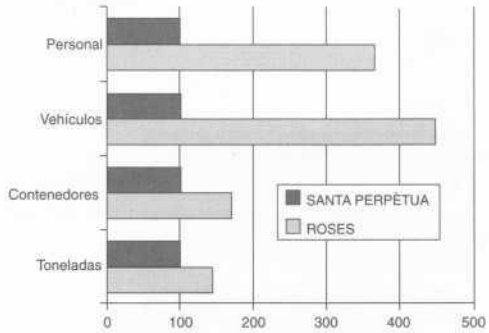
Municipio de ROSES

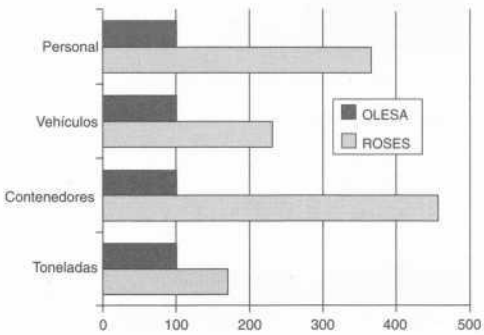
Índice de Eficiencia: **0,5094**

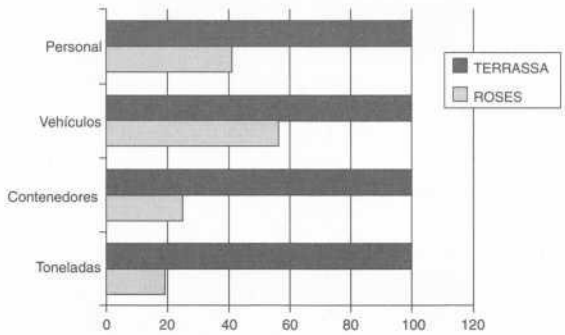
Conjunto de Unidades de Referencia: **LLORET, OLESA, RUBÍ, SANTA PERPÈTUA y TERRASSA**

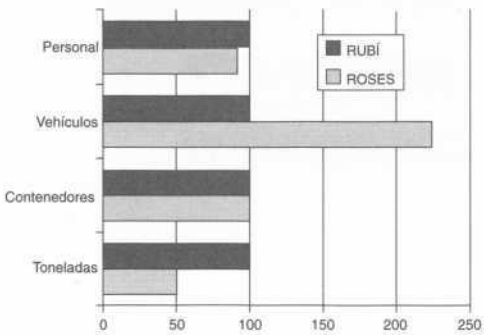
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	736	375	49,10%
	Vehículos	4,50	2,29	49,10%
	Personal	11,00	5,60	49,10%
Output	Toneladas	11.670	11.670	0,00%









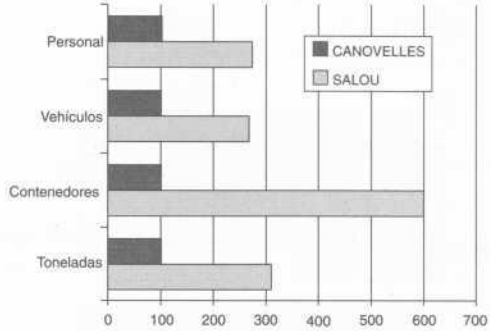


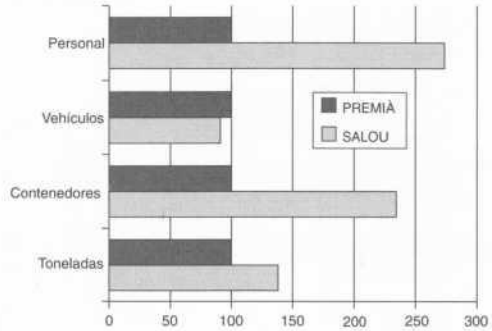
Municipio de SALOU

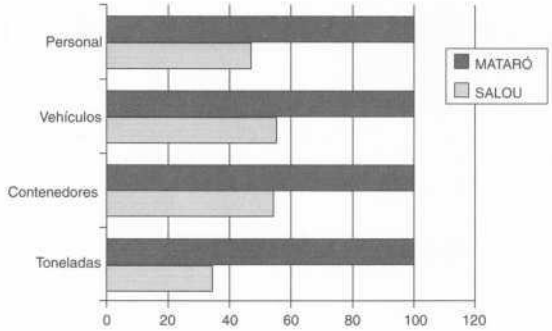
Índice de Eficiencia: **0,7577**

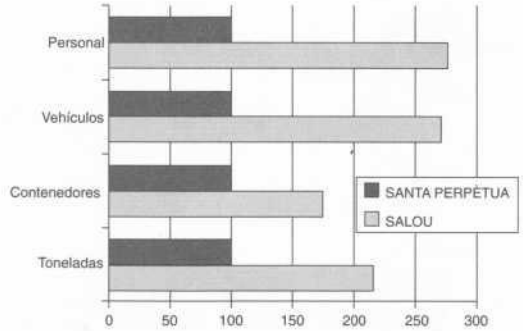
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANOVELLES, MATARÓ, OLESA, PREMIÀ y SANTA PERPÈTUA**

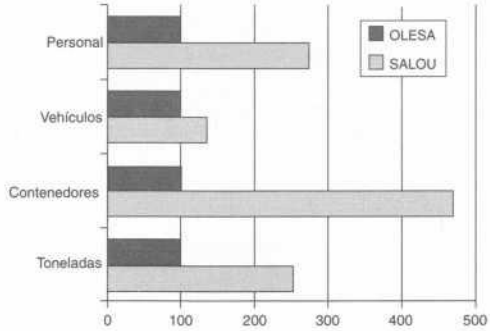
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	750	568	24,20%
	Vehículos	2,75	2,08	24,20%
	Personal	8,25	6,25	24,20%
Output	Toneladas	16.953	16.953	0,00%









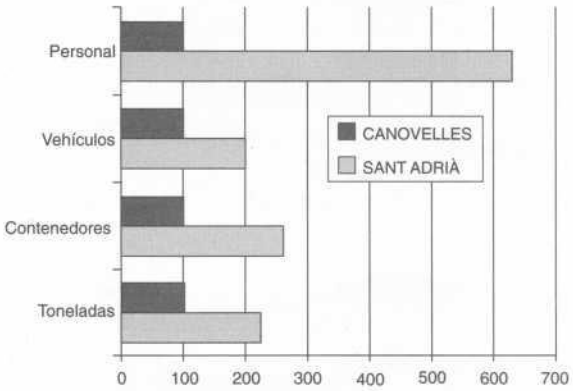


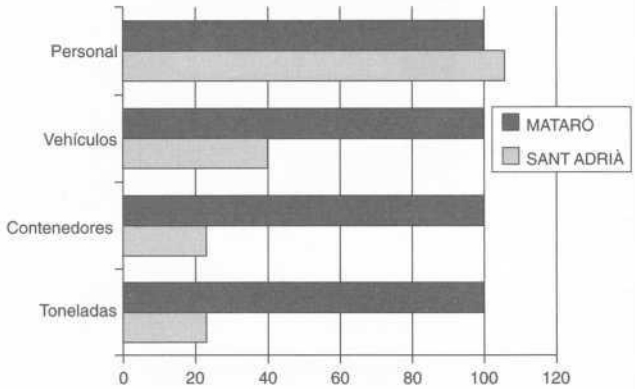
Municipio de SANT ADRIÀ DEL BESÓS

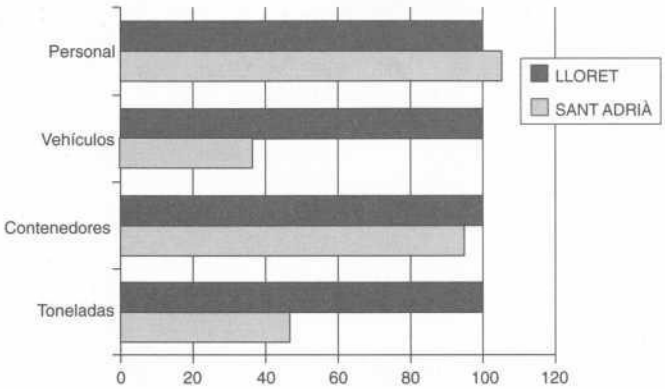
Índice de Eficiencia: **0,8827**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CANOVELLES, LLORET y MATARÓ

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	322	284	11,70%
	Vehículos	2,00	1,77	11,70%
	Personal	19,00	5,75	69,70%
Output	Toneladas	12.000	12.000	0,00%





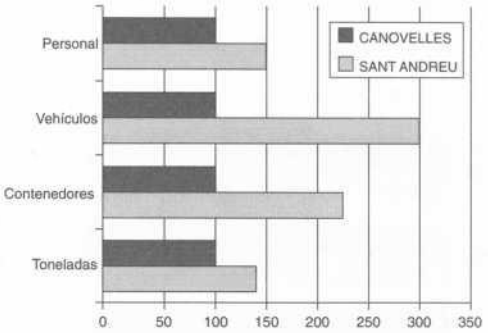


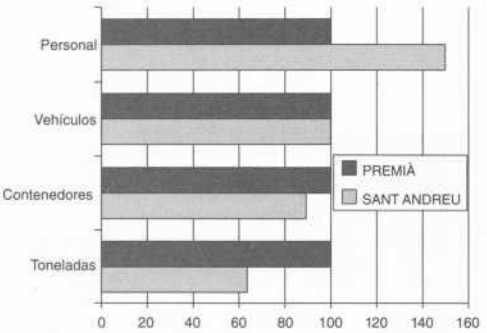
Municipio de SANT ANDREU DE LA BARCA

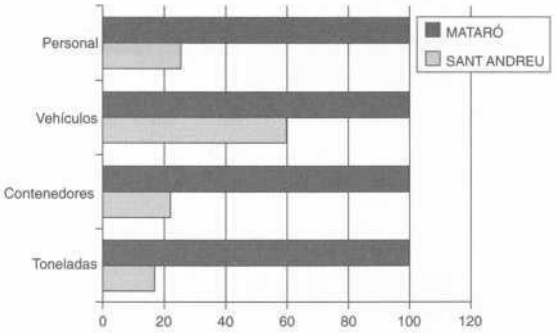
Índice de Eficiencia: **0,6858**

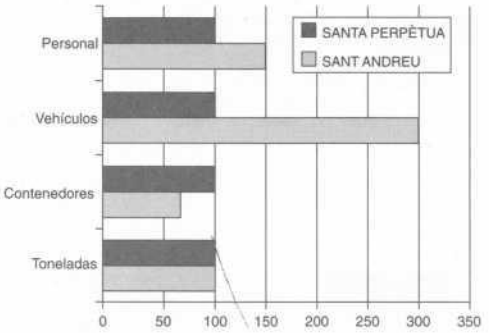
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANOVELLES, MATARÓ, OLESA, PREMIÀ y SANTA PERPÈTUA**

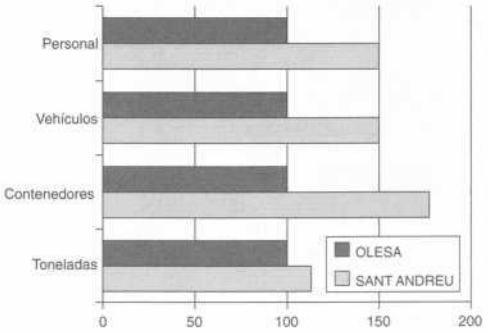
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	284	195	31,40%
	Vehículos	3,00	2,06	31,40%
	Personal	4,50	3,09	31,40%
Output	Toneladas	7.760	7.760	0,00%









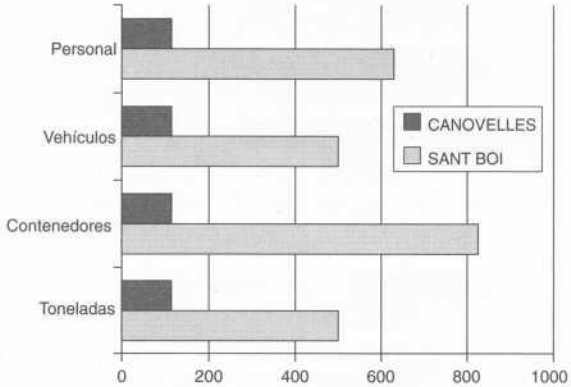


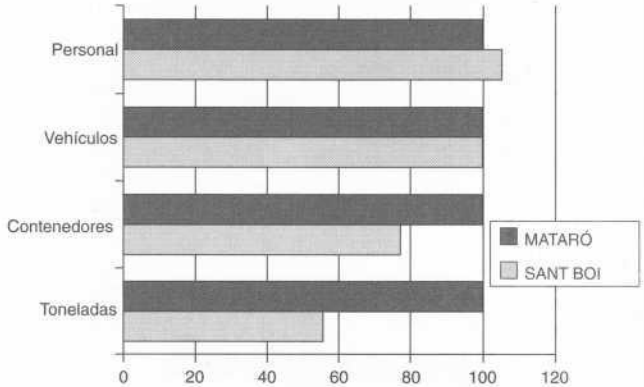
Municipio de SANT BOI DE LLOBREGAT

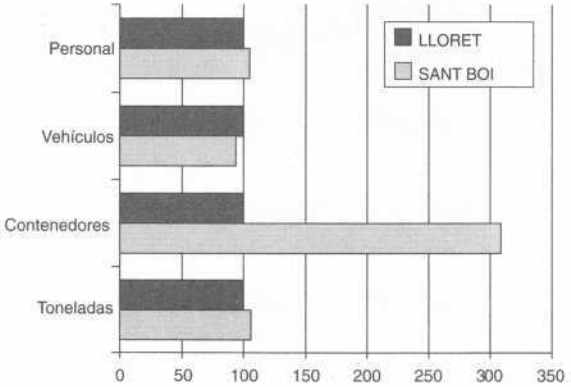
Índice de Eficiencia: **0,6725**

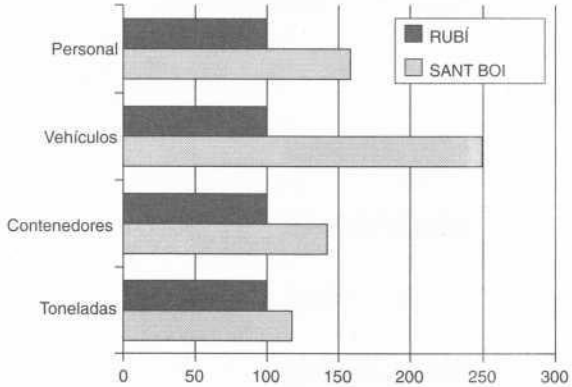
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANOVELLES, LLORET, MATARÓ y RUBÍ**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	1.040	699	32,80%
	Vehículos	5,00	3,36	32,80%
	Personal	19,00	12,10	36,30%
Output	Toneladas	27.501	27.501	0,00%







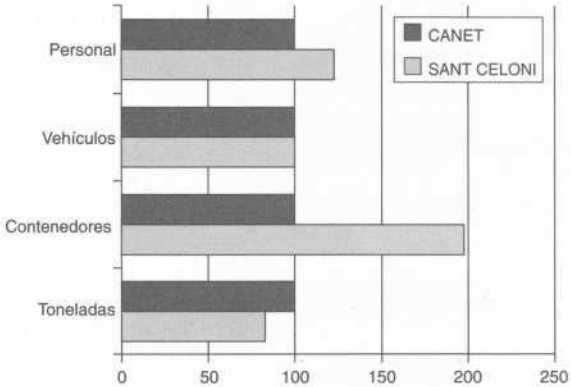


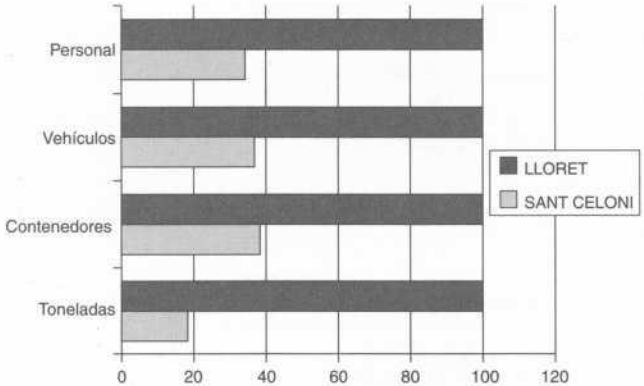
Municipio de SANT CELONI

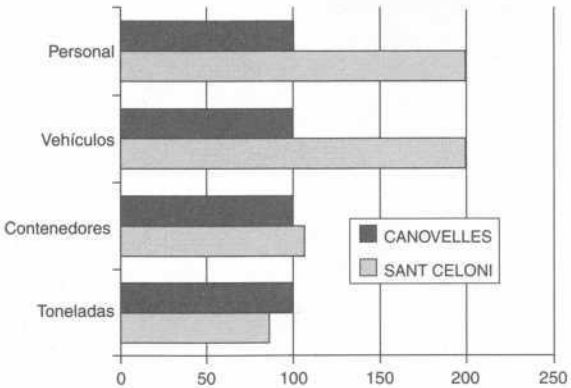
Índice de Eficiencia: **0,6019**

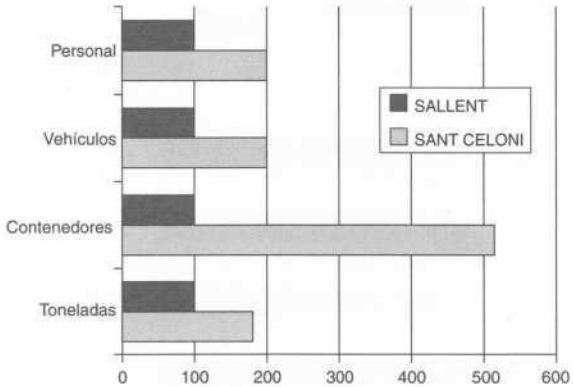
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANET, CANOVELLES, LLORET y SALLENT**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	129	78	39,80%
	Vehículos	2,00	1,20	39,80%
	Personal	6,00	3,61	39,80%
Output	Toneladas	4.659	4.659	0,00%







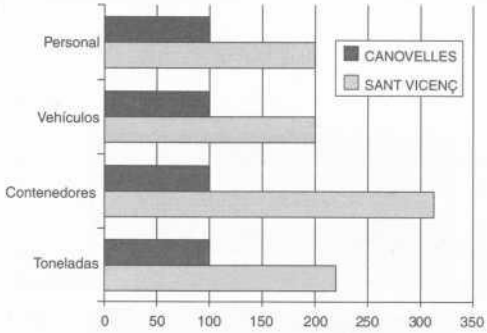


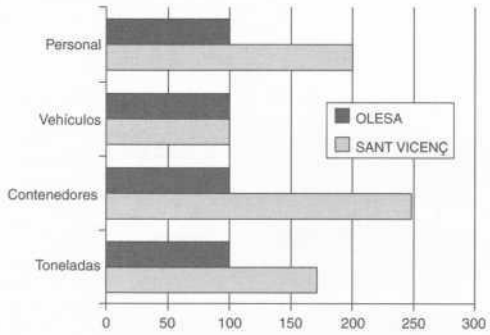
Municipio de SANT VICENÇ DELS HORTS

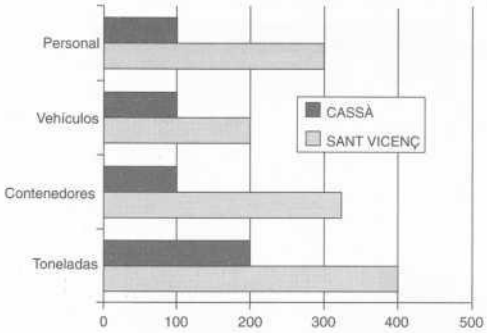
Índice de Eficiencia: **0,8598**

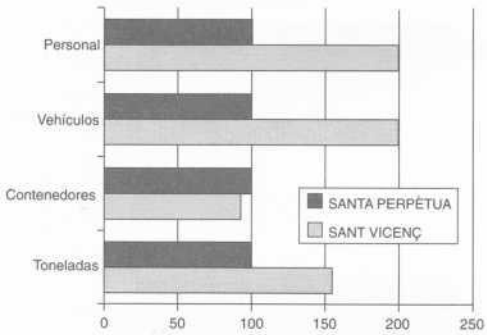
Conjunto de Unidades de Referencia:
CANOVELLES, CASSÀ, MATARÓ, OLESA y SANTA PERPÈTUA

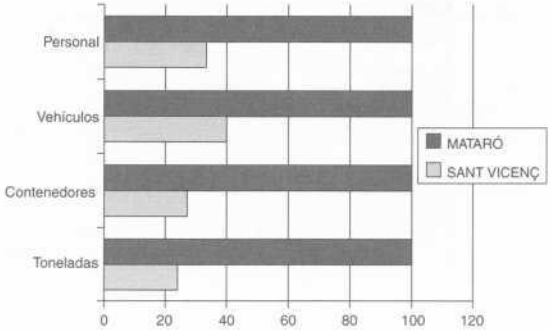
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	396	340	14,00%
	Vehículos	2,00	1,72	14,00%
	Personal	6,00	5,16	14,00%
Output	Toneladas	12.192	12.192	0,00%









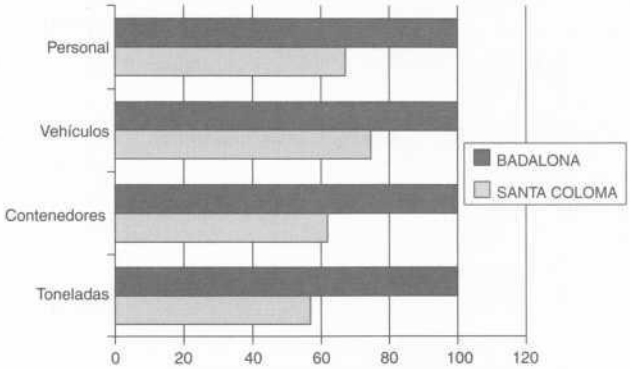


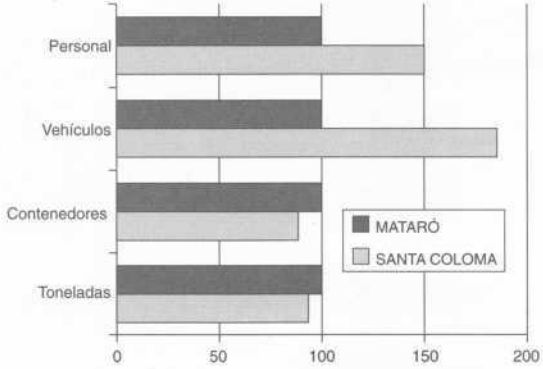
Municipio de SANTA COLOMA DE GRAMANET

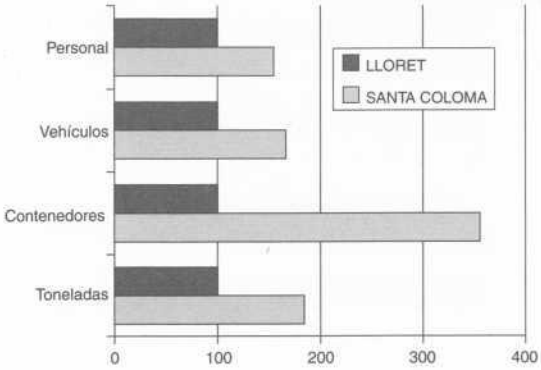
Índice de Eficiencia: **0,8545**

Conjunto de Unidades de Referencia:
BADALONA, LLORET y MATARÓ

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	1.200	1.025	14,60%
	Vehículos	9,00	6,92	23,10%
	Personal	27,00	23,07	14,60%
Output	Toneladas	45.887	45.887	0,00%





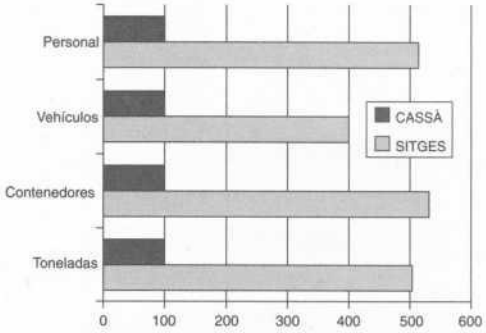


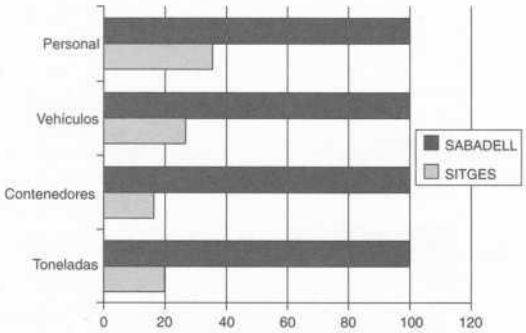
Municipio de SITGES

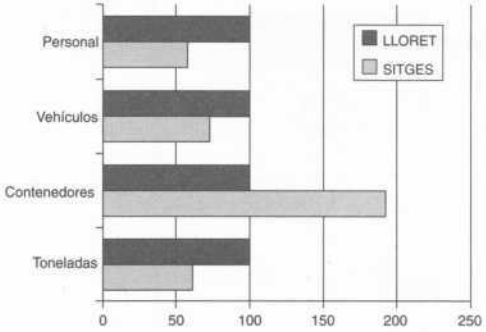
Índice de Eficiencia: **0,7993**

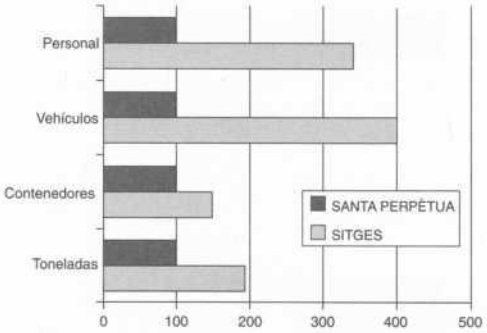
Conjunto de Unidades de Referencia:
CASSÀ, LLORET, OLESA, PREMIÀ y SANTA PERPÈTUA

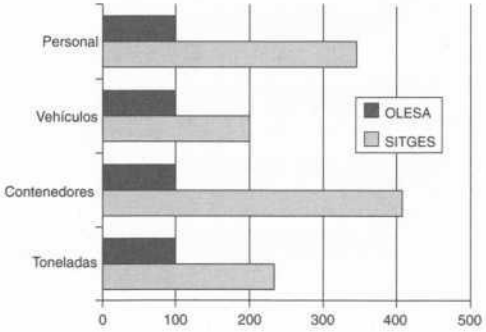
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	650	520	20,10%
	Vehículos	4,00	3,20	20,10%
	Personal	10,25	8,19	20,10%
Output	Toneladas	15.334	15.334	0,00%









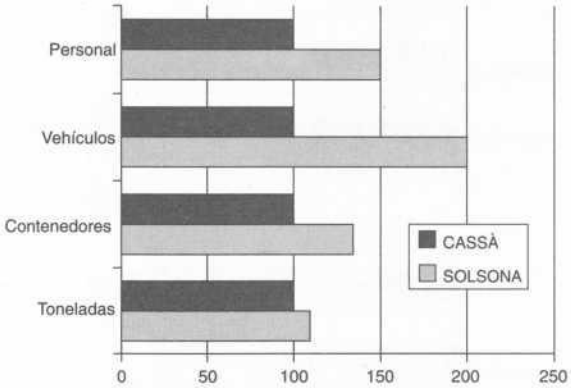


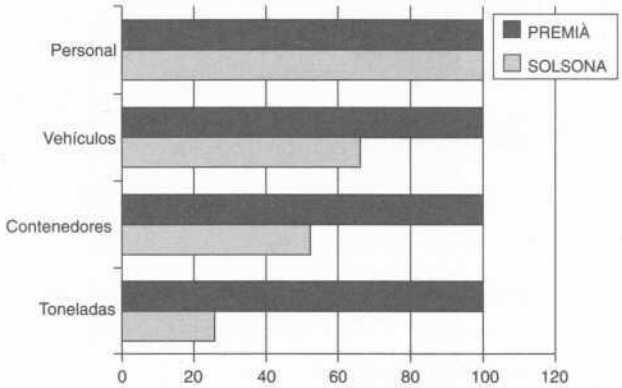
Municipio de SOLSONA

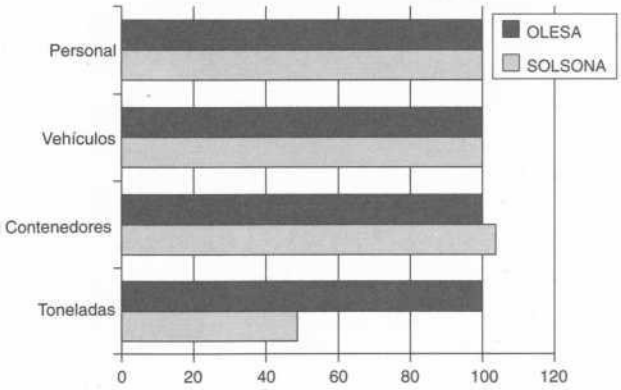
Índice de Eficiencia: **0,7143**

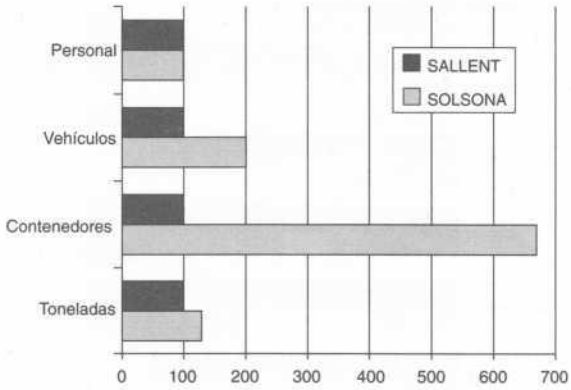
Conjunto de Unidades de Referencia: **CASSÀ, OLESA, PREMIÀ y SALLENT**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	166	119	28,60%
	Vehículos	2,00	1,07	46,60%
	Personal	3,00	2,14	28,60%
Output	Toneladas	3.288	3.288	0,00%







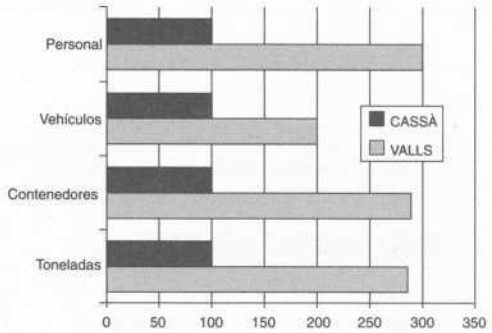


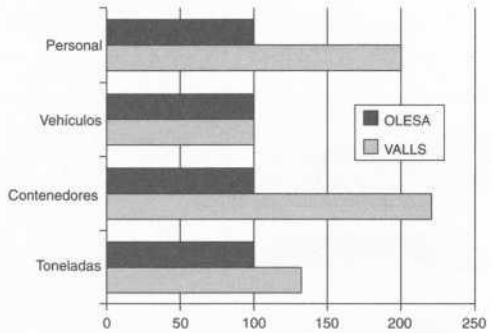
Municipio de VALLS

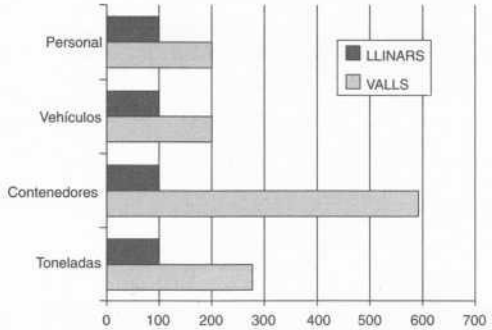
Índice de Eficiencia: **0,7451**

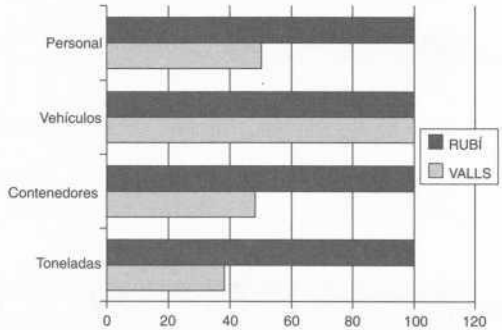
Conjunto de Unidades de Referencia:
CASSÀ, LLINARS, MATARÓ, OLESA y RUBÍ

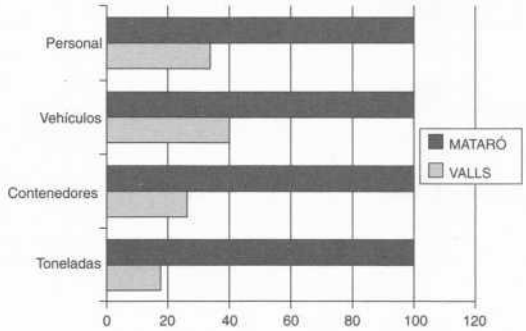
RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	355	264	25,50%
	Vehículos	2,00	1,49	25,50%
	Personal	6,00	4,47	25,50%
Output	Toneladas	8.695	8.695	0,00%









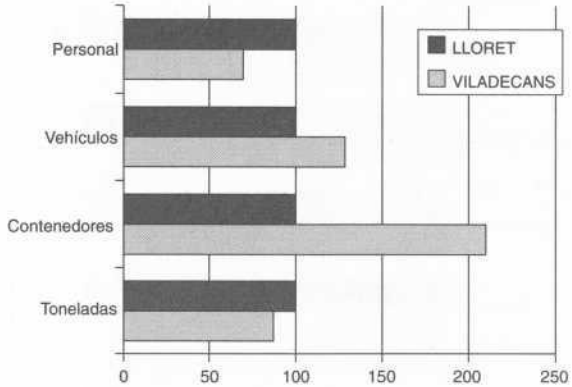


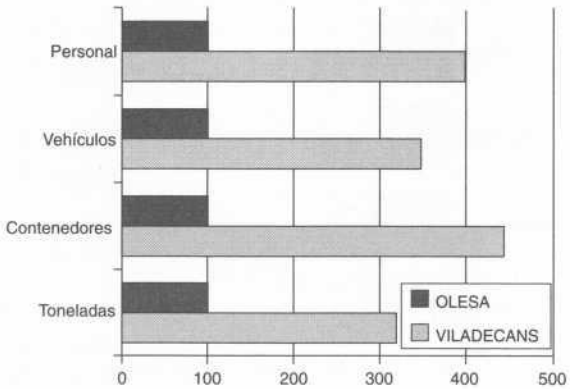
Municipio de VILADECANS

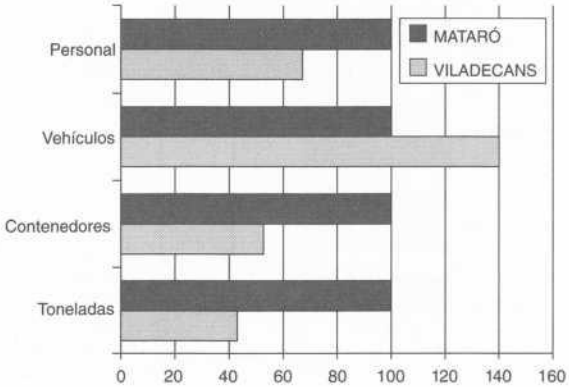
Índice de Eficiencia: **0,7626**

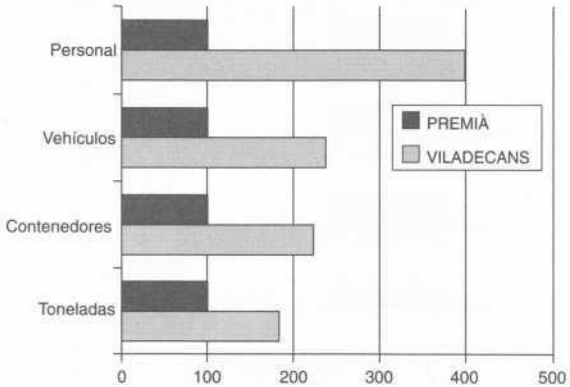
Conjunto de Unidades de Referencia: **LLORET, MATARÓ, OLESA y PREMIÀ**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	710	541	23,70%
	Vehículos	7,00	3,29	53,00%
	Personal	12,00	9,15	23,70%
Output	Toneladas	21.685	21.685	0,00%







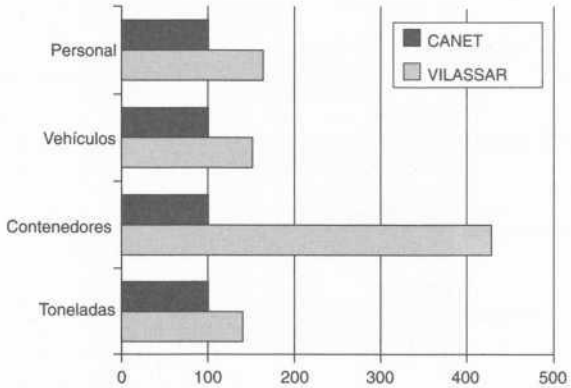


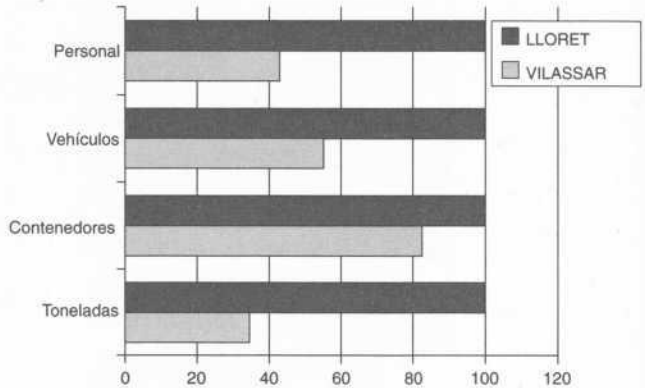
Municipio de VILASSAR DE MAR

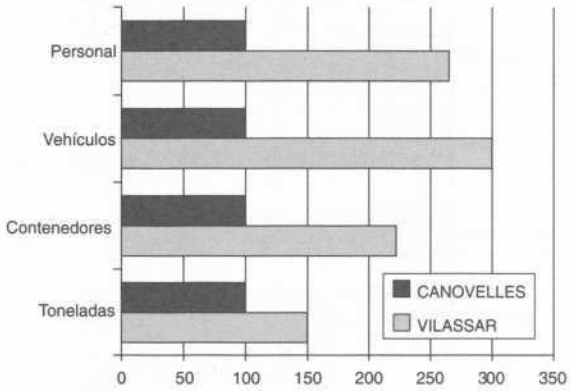
Índice de Eficiencia: **0,5888**

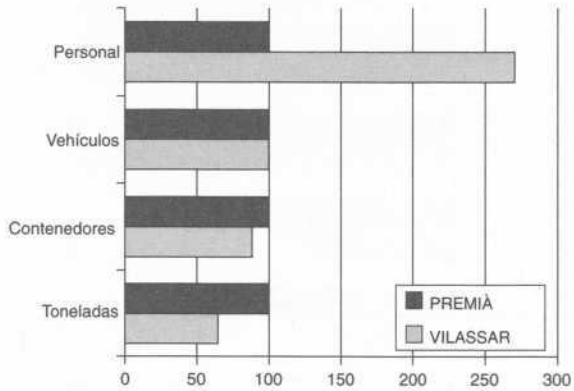
Conjunto de Unidades de Referencia: **CANET, CANOVELLES, LLORET y PREMIÀ**

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	278	164	41,10%
	Vehículos	3,00	1,77	41,10%
	Personal	8,00	4,71	41,10%
Output	Toneladas	8.318	8.318	0,00%









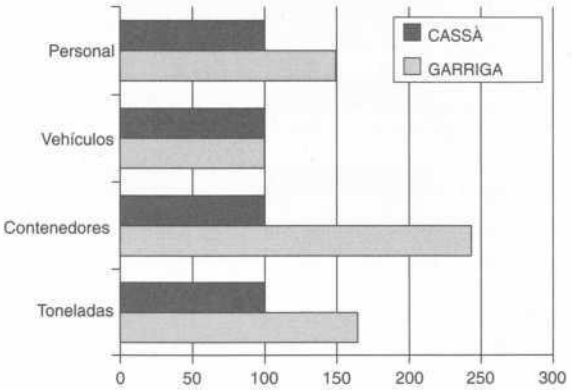
Detalle de los resultados.
Unidades eficientes susceptibles todavía de mejora.

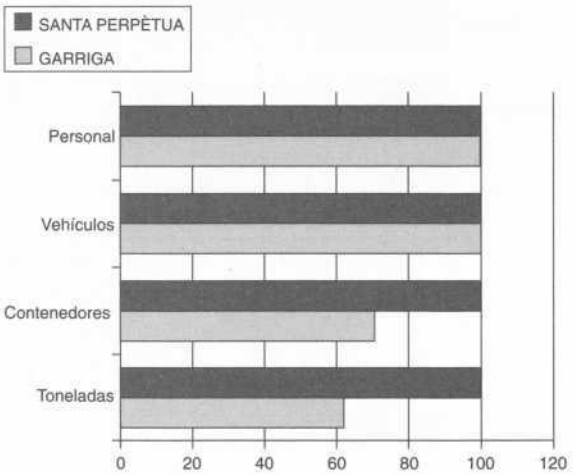
Municipio de LA GARRIGA

Índice de Eficiencia: **1,0000**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CASSÀ y SANTA PERPÈTUA

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	300	242	19,40%
	Vehículos	1,00	1,00	0,00%
	Personal	3,00	2,39	20,40%
Output	Toneladas	4.933	4.933	0,00%



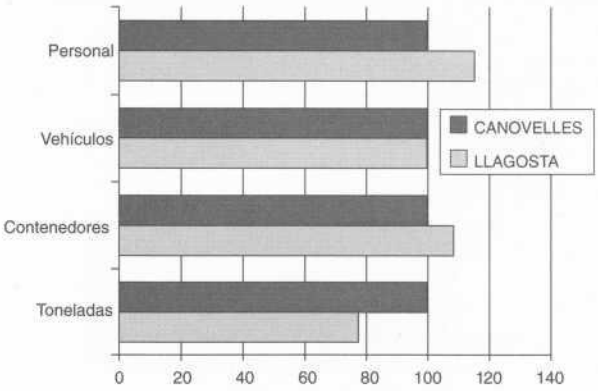


Municipio de LA LLAGOSTA

Índice de Eficiencia: **1,0000**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CANOVELLES

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	136	125	8,10%
	Vehículos	1,00	1,00	0,00%
	Personal	3,50	3,00	14,30%
Output	Toneladas	4.330	5.520	27,50%

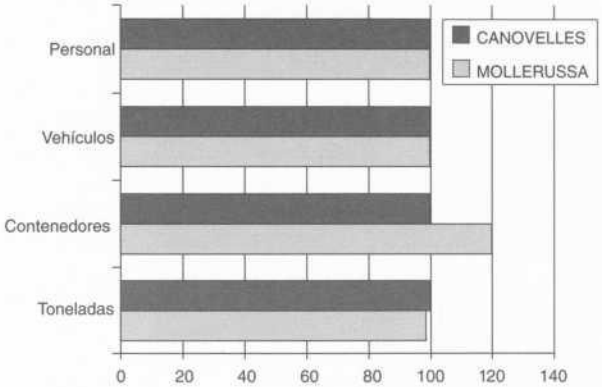


Municipio de MOLLERUSSA

Índice de Eficiencia: **1,0000**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CANOVELLES

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	150	125	16,70%
	Vehículos	1,00	1,00	0,00%
	Personal	3,00	3,00	0,00%
Output	Toneladas	5.475	5.520	0,80%

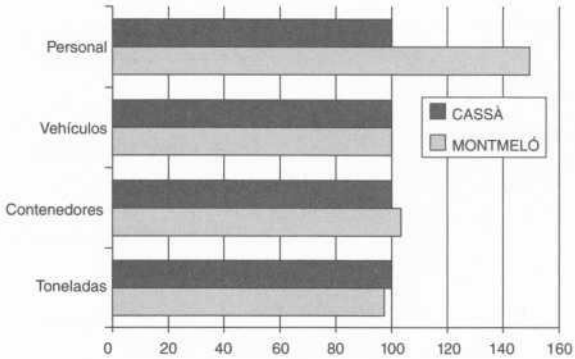


Municipio de MONTMELÓ

Índice de Eficiencia: **1,0000**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CASSÀ

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	127	123	3,10%
	Vehículos	1,00	1,00	0,00%
	Personal	3,00	2,00	33,30%
Output	Toneladas	3.000	3.055	1,80%

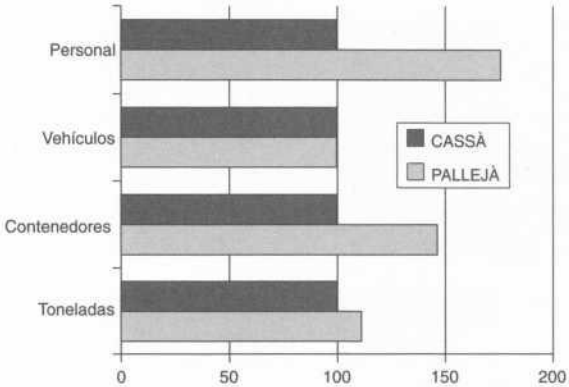


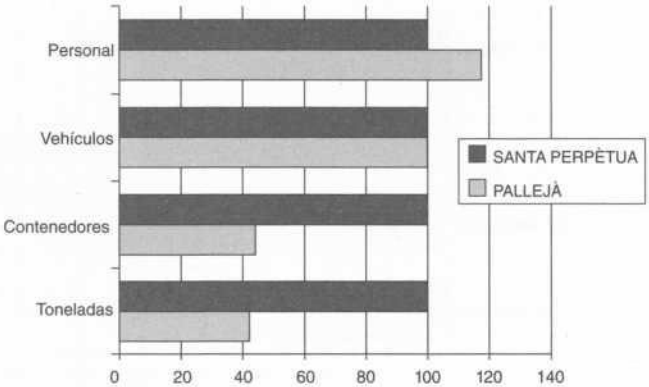
Municipio de PALLEJÀ

Índice de Eficiencia: **1,0000**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CASSÀ y SANTA PERPÈTUA

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	180	142	20,90%
	Vehículos	1,00	1,00	0,00%
	Personal	3,50	2,06	41,10%
Output	Toneladas	3.360	3.360	0,00%



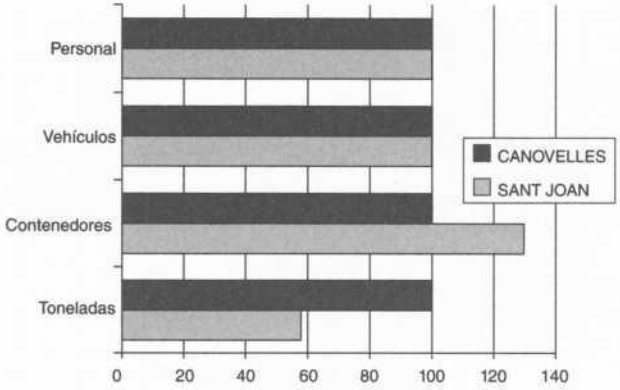


Municipio de SANT JOAN DESPÍ

Índice de Eficiencia: **1,0000**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CANOVELLES

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	165	125	24,20%
	Vehículos	1,00	1,00	0,00%
	Personal	3,00	3,00	0,00%
Output	Toneladas	3.202	5.520	72,40%

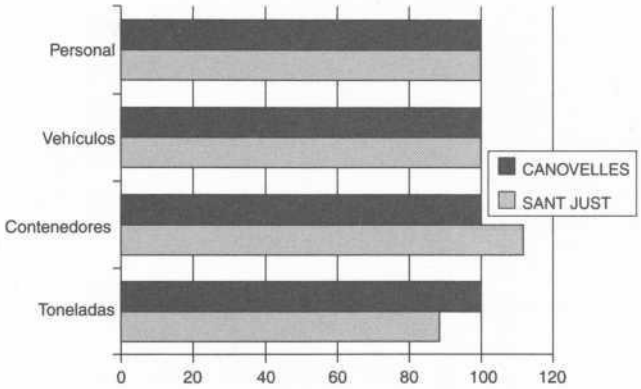


Municipio de SANT JUST DESVERN

Índice de Eficiencia: **1,0000**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CANOVELLES

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	140	125	10,70%
	Vehículos	1,00	1,00	0,00%
	Personal	3,00	3,00	0,00%
Output	Toneladas	4.821	5.520	14,50%

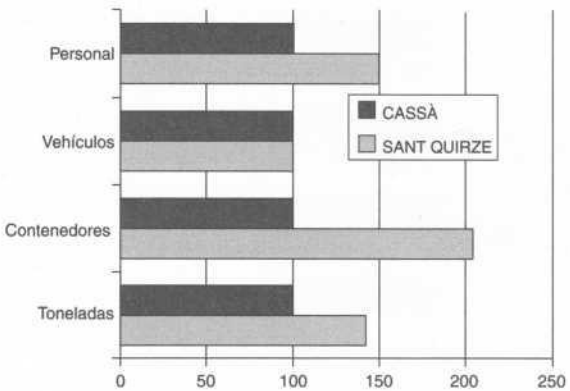


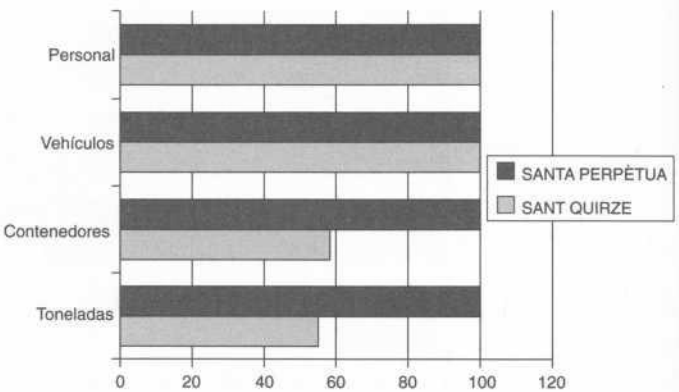
Municipio de SANT QUIRZE DEL VALLÈS

Índice de Eficiencia: **1,0000**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CASSÀ y SANTA PERPÈTUA

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	250	201	19,40%
	Vehículos	1,00	1,00	0,00%
	Personal	3,00	2,26	24,80%
Output	Toneladas	4.293	4.293	0,00%



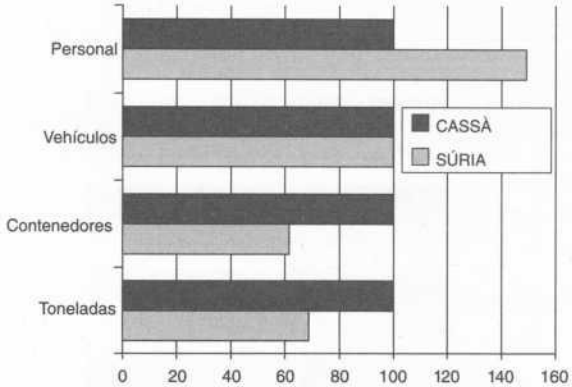


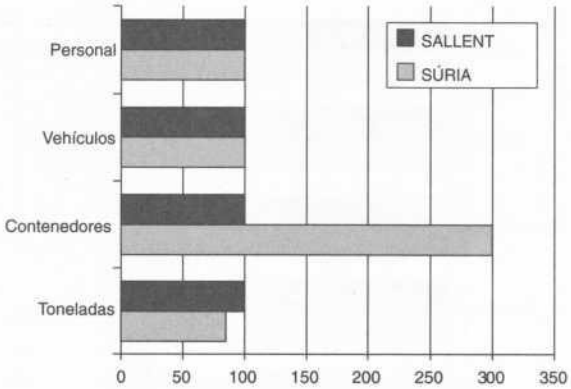
Municipio de SÚRIA

Índice de Eficiencia: **1,0000**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CASSÀ y SALLENT

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	75	75	0,00%
	Vehículos	1,00	1,00	0,00%
	Personal	3,00	2,49	17,00%
Output	Toneladas	2.107	2.793	32,60%



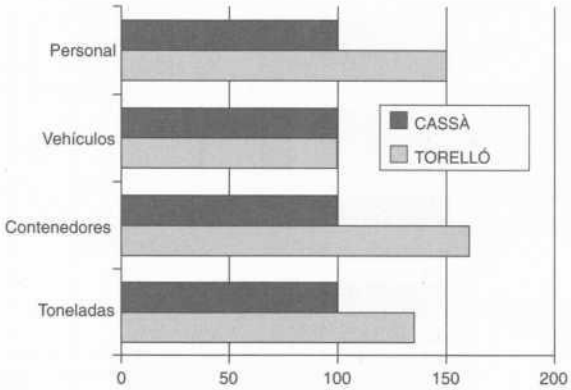


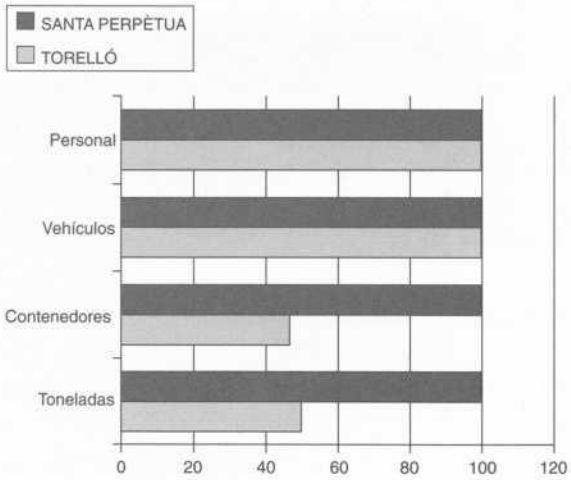
Municipio de TORELLÓ

Índice de Eficiencia: **1,0000**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CASSÀ y SANTA PERPÈTUA

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	200	184	8,10%
	Vehículos	1,00	1,00	0,00%
	Personal	3,00	2,20	26,70%
Output	Toneladas	4.015	4.015	0,00%



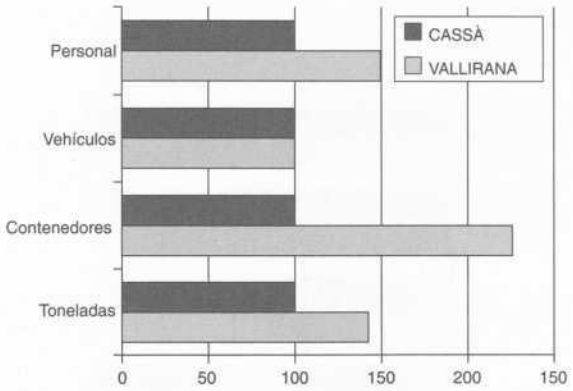


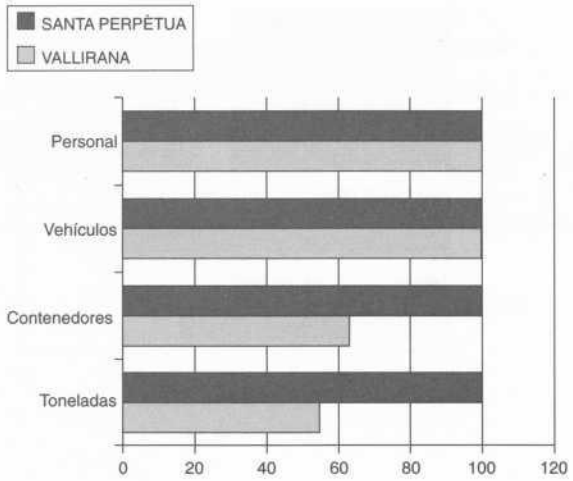
Municipio de VALLIRANA

Índice de Eficiencia: **1,0000**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CASSÀ y SANTA PERPÈTUA

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	277	201	27,60%
	Vehículos	1,00	1,00	0,00%
	Personal	3,00	2,25	24,90%
Output	Toneladas	4.281	4.281	0,00%



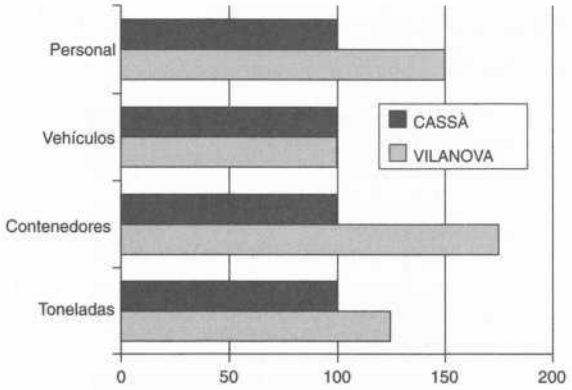


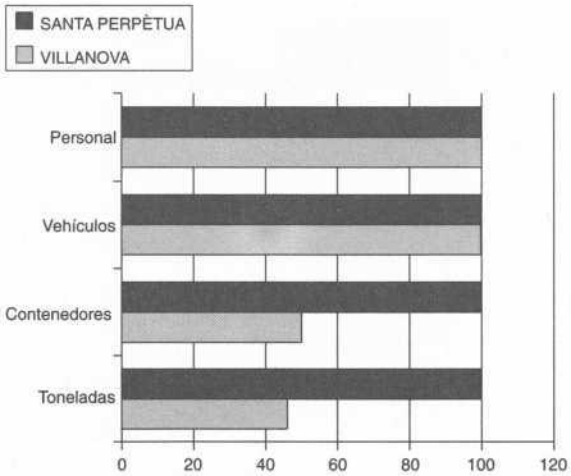
Municipio de VILANOVA I LA GELTRÚ

Índice de Eficiencia: **1,0000**

Conjunto de Unidades de Referencia:
CASSÀ y SANTA PERPÈTUA

RESULTADOS				
Variables		Actual	Objetivo	Mejora Potencial
Inputs Controlables	Contenedores	210	167	20,70%
	Vehículos	1,00	1,00	0,00%
	Personal	3,00	2,14	28,60%
Output	Toneladas	3.744	3.744	0,00%





FUNDACION BBV

Gran Vía, 12 - 48001 BILBAO
Alcalá, 16 - 28014 MADRID