

Corroborar aquesta afirmació el fet que la divergència del valor òptim de referència és més accentuada en les unitats ineficients del primer programa que en les del segon. Els resultats d'aquesta avaluació són els següents:

ESTIMACIO DE L'EFICIENCIA EN RELACIO L'ENVOLUPANT

DMU	EFICIENCIA	CONTRIBUCIO A L'EFICIENCIA		
		x	x	y
AT.1	1	-	-	-
AT.2	0,618	0,526	0,182	0,618
AT.3	1	-	-	-
AT.4	0,743	0,119	0,791	0,743
BT.1	0,808	0,455	0,202	0,808
BT.2	1	-	-	-
BT.3	1	-	-	-
BT.4	1	-	-	-

Les noves estimacions de l'eficiència faciliten una mesura de l'augment dels outputs i/o la conservació de recursos resultant d'una actuació eficient de totes les DMU's, i assenyalen els guanys aconseguits a rel d'una variació de les limitacions dels programes examinats.

La construcció d'una hipotètica superfície de referència en la forma d'una envelopant suggereix la possibilitat d'un nou programa que suposa combinacions dels dos estudiats. La situació hipotètica representada en la figura 4.16 comporta que en la secció de l'esquerra del diagrama

preval el programa AT, mentre que el BT ho faria en la secció dreta. La línia discontinua que relaciona les dues isoquantes indica altres combinacions possibles dels dos programes que són més eficients que qualsevol d'ells separatament.

4.2.5. Utilització de variables exògenes i variables absolutes en el model DEA.

El model DEA per a la mesura de l'eficiència d'un conjunt d'observacions facilita informació sobre la quantitat en que s'han de reduir els inputs utilitzats actualment per una unitat ineficient per tal d'esdevenir eficient. Això es fa sense alterar l'actual nivell de producció i deixant pràcticament constants les ratios de combinacions d'inputs.

El problema invers també s'ha plantejat i consisteix en determinar en quan s'han d'augmentar els outputs perquè sigui eficient l'utilització de les quantitats actuals d'inputs.

Es possible que l'activitat de determinades DMU's estigui afectada per inputs que elles mateixes no poden fixar de forma discrecional com són, per exemple, els factors demogràfics o econòmics (nivell de renda, hàbits de consum, etc.) i les limitacions de factors imposades per instàncies superiors. Amb els outputs pot passar el mateix. La decisió de la quantitat produïda d'un determinat bé o el volum ofert d'un servei no sempre correspon als gestors de

la unitat.

En aquestes circumstàncies, la informació facilitada pel model DEA no és del tot útil als gestors de la DMU, car demana actuar o bé sobre uns inputs o bé sobre uns outputs que no es poden modificar. El que interessa realment és conèixer com s'han d'alterar els factors controlables per aconseguir que la unitat sigui eficient, sense que això signifiqui una variació del nivell actual dels altres factors fixats.

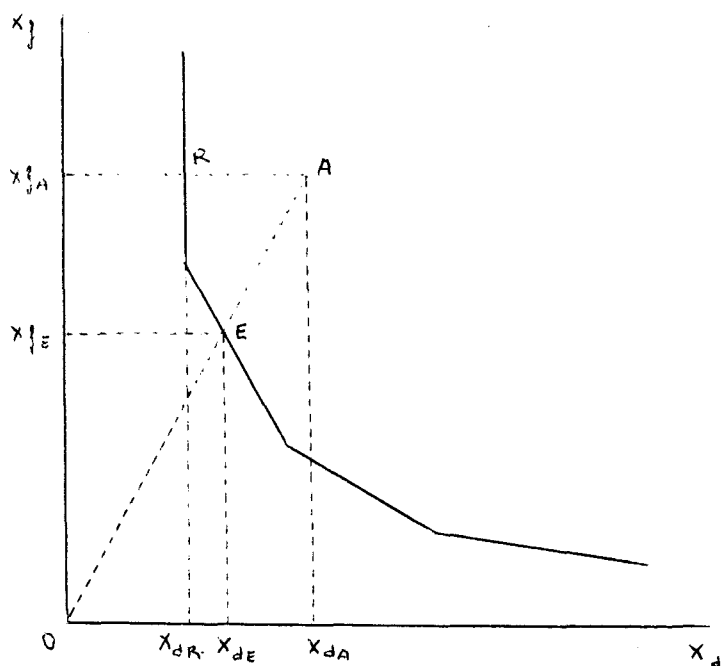
Per a l'avaluació de l'eficiència d'un conjunt d'unitats en aquesta situació, R.D. Banker i R.C. Morey²⁴ utilitzen la mateixa caracterització del conjunt factible de producció establerta quan tots els inputs i tots els outputs són controlables, i parteixen del problema inicial de CCR (4.21). Seguint la seva metodologia formularem, també, el problema per a la mesura de l'eficiència tècnica i d'escala i analitzarem la possibilitat de incloure variables no contínues que especifiquin algunes de les característiques exògenes de l'activitat de les diferents DMU's.

4.2.5.1. Formulació en cas d'inputs no controlables.

Considerem un conjunt de DMU's que produeixen un sol output amb dos inputs, un d'ells fixat exògenement.

24. Vid. R.D. BANKER i R.C. MOREY, "Efficiency Analysis for exogenously fixed inputs and outputs". Operations Research, vol. 34, nº 4, juliol-agost, 1986, p. 513-521.

La representació gràfica dels valors dels dos inputs per a un mateix nivell d'output és la següent



Hem demostrat abans que la ratio OE/OA mesura l'eficiència del punt A el qual representa una unitat ineficient del conjunt factible de producció. Aquesta ratio és equivalent als quocients x_{DE}/x_{DA} i x_{TE}/x_{TA} .

Per tant, per aconseguir que la unitat representada pel punt A sigui eficient cal reduir l'input discrecional i el fix en $|x_{da} - x_{de}|$ i $|x_{ra} - x_{re}|$, respectivament.

Però saber en quan s'ha de reduir x_r no és del tot útil car es tracta d'un factor que no està sotmés al control de la unitat. Seria més significatiu comparar una unitat ineficient amb una eficient que consumeixi la mateixa quantitat d'input fix. Gràficament consisteix en comparar el punt A amb el punt R, situat a la frontera de producció eficient. L'eficiència d'A és x_{dr}/x_{da} , i $|x_{da} - x_{dr}|$ expressa la quantitat en què s'ha de reduir x_d , ja que $x_{rr}/x_{ra} = 1$.

La introducció d'aquesta nova restricció en el problema de valoració de l'eficiència (4.27), donarà una mesura modificada de l'eficiència de les unitats que actuen amb inputs no controlables. Així

$$\min \Gamma_0 - \epsilon(s_{do}^+ + s_o^-)$$

subjecta a (4.75)

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j y_j - s_o^- = y_o$$

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j x_{dj} + s_{do}^+ = \Gamma_0 x_{do}$$

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j x_{rj} + s_{ro}^+ = x_{ro}$$

$$\gamma_j, s_{do}^+, s_{ro}^+, s_o^- \geq 0 \quad \text{per } j = 1, \dots, n$$

Γ_0 sense restricció de signe

Cal assenyalar que l'única diferència entre aquest model i

el model general rau en la tercera restricció del problema, que requereix que el conjunt de referència utilitzi una quantitat de l'input no controlable igual o inferior a la de la unitat avaluada. Això restringeix i homogeneïtza el grup d'unitats amb què es compara la DMU_o, ja que les unitats que fan un consum superior d' x_r no intervenen en el conjunt de referència.

Per a l'extensió a múltiples inputs i múltiples outputs només cal distingir els factors controlables dels no controlables. Siguin y_{rj} els valors dels outputs observats d'un conjunt de unitats j , $j = 1, \dots, n$; I_D el subconjunt d'inputs discrecionals i I_F el subconjunt d'inputs fixats d'un conjunt total d'inputs I , de tal forma que $I_D \cup I_F = I = \{1, \dots, m\}$ i $I_D \cap I_F = \emptyset$.

El problema de la mesura de l'eficiència modificada serà:

$$\min \Gamma_o - \epsilon \left(\sum_{i \in I} S_{io}^+ + \sum_{r=1} S_{ro}^- \right)$$

subjecta a (4.76)

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j x_{ij} + S_{io}^+ = \Gamma_o x_{io} \quad i \in I_D$$

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j x_{ij} + S_{io}^+ = x_{io} \quad i \in I_F$$

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j y_{rj} - S_{ro}^- = y_{ro} \quad r = 1, \dots, s$$

$$\gamma_j, S_{io}^+, S_{ro}^- \geq 0$$

Γ_o sense restricció de signe

En la figura 4.17 es pot observar que

$$\frac{OE}{OA} = \frac{x_{DE}}{x_{DA}} \quad \text{és superior a} \quad \frac{x_{DR}}{x_{DA}}$$

Com R.D. Banker i R.C. Morey²⁵ podem afirmar que la mesura Γ^*_o de l'eficiència modificada d'una unitat és menor que o igual a la mesura homòloga del problema amb inputs variables.

En cas de múltiples inputs i outputs, si comparem el conjunt de restriccions del problema (4.27) amb el del problema (4.79), observarem que una solució òptima del primer és una solució factible pel segon, per tant $\lambda^*_o \geq \Gamma^*_o$.

Quan una unitat de producció opera amb algun dels inputs fixats és menys eficient que quan se li dóna la possibilitat d'actuar sobre tots ells. La pèrdua d'eficiència es causada per l'excés de consum dels inputs discrecionals. En una situació intermèdia en què algun d'aquests factors sigui controlable, la DMU esdevindrà eficient sempre que redueixi els altres inputs en una quantitat superior a la que correspondria en cas de control absolut.

Si la mesura de l'eficiència λ^*_o és equivalent a la relació x_{DE} / x_{DA} , el seu valor i el de $(1 - \lambda^*_o) x_{DA}$ tenen el mateix significat que els valors de Γ^* i de $(1 - \Gamma^*_o) x_{DA}$ del problema (4.76). Però quan hi ha inputs fixats, la reducció en els discrecionals és superior a la que resulta del supòsit de llibertat d'actuació. Així

25. Vid. R.D. BANKER i R.C. MOREY, "Efficiency analysis for exogenously ...", art. cit., pag. 516.

$$(1 - \Gamma^*_o) X_{da} \geq (1 - \lambda^*_o) X_{da}$$

amb la qual cosa $\Gamma^*_o \leq \lambda^*_o$

En aquesta nova formulació també es compleix que $\sum_{j=1}^n \gamma_j$ in-

dica la presència de rendiments constants, creixents o decreixents a escala i la divergència entre la unitat avaluada i el mpss pel que fa als inputs controlables.

Si $\sum \gamma_j = 1$, l'estimació Γ^*_o de l'eficiència agregada és també igual a 1, la qual cosa significa que l'empresa actua en la seva dimensió òptima i que opera en una zona de rendiments constants a escala. $\sum \gamma_j > 1$ implica que la DMU avaluada està en una regió de rendiments decreixents a escala, i en una dimensió superior al mpss.

Contràriament, $\sum \gamma_j < 1$ assenyala la presència de rendiments creixents a escala i una dimensió inferior al mpss pels inputs controlables. Indica que podria incrementar-se la productivitat mitjana amb un augment del nivell d'output produït i amb un increment proporcional del consum dels inputs controlables x_d , mentre els x_r resten constants.

4.2.5.2. Mesures de l'eficiència tècnica i de l'eficiència d'escala

Les formulacions que acabem de desenvolupar es refereixen a la mesura de l'eficiència agregada d'una unitat, però, com les d'abans, es poden emprar per a la determinació de l'eficiència tècnica i de l'eficiència d'escala.

La introducció de la restricció $\sum_{j=1}^n \gamma_j = 1$ garanteix la

permanència en una determinada escala d'operacions i permet avaluar l'eficiència tècnica d'una unitat situada en aquesta dimensió. Així, la mesura modificada de l'eficiència tècnica serà:

$$\min h_0 = \epsilon (\sum_{i \in I} s_{10}^+ + \sum_{r=1}^s s_{r0}^-)$$

subjecta a

(4.77)

$$\sum_{j=1}^n \mu_j x_{1j} + s_{10}^+ = h_0 x_{10} \quad i \in I_D$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j x_{1j} + s_{10}^+ = x_{10} \quad i \in I_{DF}$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} - s_{r0}^- = y_{r0} \quad r = 1, \dots, s$$

$$\mu_j, s_{10}^+, s_{10}^- \geq 0$$

h_0 sense restricció de signe

Com que Γ^*_o és la mesura de l'eficiència global i h^*_o la de l'eficiència tècnica d'una DMU, podem dir que

$$\text{ef. d'escala} \times \text{ef. tècnica} = \text{ef. agregada}$$

$$\text{o} \quad \Gamma^*_o / h^*_o = \rho^*_o$$

si ρ^*_o és l'eficiència d'escala.

Amb aquesta nova formulació obtenim una mesura de l'eficiència tècnica modificada que serà més gran que o igual a la mesura de l'eficiència global modificada.

Verifiquem amb un exemple les anteriors relacions entre les diferents mesures de l'eficiència de les unitats de producció. Suposem sis DMU's que produeixen un output amb dos factors de producció. Les quantitats dels diferents factors i productes són les següents

DMU	y	x_1	x_2
1	10	1	5
2	12	2	2
3	11	5	1
4	13	2,5	3
5	12	4	1,5
6	9	5	3

Calculem la seva eficiència agregada, tècnica i d'escala en dues situacions diferents. La primera suposa el control sobre tots els inputs i, la segona, considera un dels

factors fora del control dels gestors de les unitats de producció.

Els resultats de les successives avaluacions els presenten en la taula següent

DMU	INPUTS DISCRECIONALS		INPUT FIXAT	
	EFICIENCIA	EFICIENCIA	EFICIENCIA	EFICIENCIA
	AGREGADA	TECNICA	AGREGADA	TECNICA
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	0,8387	1	0,8	1
5	0,9897	1	0,975	1
6	0,439	0,5714	0,24	0,333

Els resultats anteriors corroboren l'afirmació que l'eficiència tècnica d'una unitat sempre és superior a l'eficiència agregada, i que els resultats de l'avaluació de l'eficiència amb inputs exògens són inferiors als de la mesura de l'eficiència amb inputs controlables.

La DMU 6 resulta ineficient en les quatre avaluacions, mentre que les unitats 4 i 5 només ho són globalment.

Les dades que permeten calcular els inputs òptims d'aquestes unitats són:

	DMU.4		DMU.5		DMU.6			
	EA	EAM	EA	EAM	EA	EAM	ET	ETM
Eficiència	0,8387	0,8	0,9897	0,975	0,4390	0,24	0,5714	0,333
Conjunt de referència	DMU.1 DMU.2	DMU.1 DMU.2	DMU.2 DMU.3	DMU.2 DMU.3	DMU.2 DMU.3	DMU.1 DMU.2	DMU.2 DMU.3	DMU.1 DMU.2
Inputs òptims								
x	2,097	2	3,959	3,9	2,195	1,2	2,857	1,7
x	2,516	3	1,485	1,5	1,317	3	1,714	3
Output òptim								
y	13	13	12	12	9	9	9	9
Ponderacions								
v	0,3224	0,4	0,1031	0,25	0,061	0,2	0,0714	0,2
v	0,0645	0,08	0,3918	0,95	0,2317	0,04	0,2142	0,0667
u	0,645	0,08	0,0825	0,2	0,0488	0,04	0,000001	0,000001
Eficiència d'escala	0,8387	0,8	0,9897	0,975	0,7683	0,7207		

EA = eficiència agregada

EAM = eficiència agregada modificada

ET = eficiència tècnica

ETM = eficiència tècnica modificada

La pèrdua d'eficiència agregada motivada pel fet de fixar un input i fer-ne un ús excessiu és de 0,0387, 0,0147 i 0,199 per les DMU's 4, 5 i 6, respectivament.

Input òptim	Imput òptim	Excés	v	Pèrdua
2,097	2	$0,097 \cdot 0,4$	=	0,0388
3,959	3,9	$0,059 \cdot 0,25$	=	0,0147
2,195	1,2	$0,995 \cdot 0,2$	=	0,199

Malgrat reconèixer l'aportació de R.D. Banker i R.C. Morey en l'argumentació matemàtica dels efectes sobre l'eficiència de l'actuació amb inputs controlats, una adequada interpretació dels resultats dels problemes originals condueix a les mateixes conclusions.

Ja hem comentat que el model DEA dona informació sobre la quantitat en què s'han de reduir els diferents inputs perquè una unitat sigui eficient. Els gestors poden optar per reduir-los tots en la mateixa proporció o reduir-ne només un. L'altre alternativa és mantenir els inputs constants i augmentar la producció d'output.

La possibilitat d'actuar sobre un dels inputs és equivalent a la situació plantejada pel càlcul de l'eficiència modificada. Prenguem l'exemple de les tres DMU's ineficients de l'exemple anterior.

Per situar-se a la frontera de producció necessiten augmentar la seva eficiència agregada en:

DMU.4	$1 - 0,8387 = 0,1613$
DMU.5	$1 - 0,9897 = 0,0103$
DMU.6	$1 - 0,7683 = 0,2317$

Els valors de v_1 , v_2 i u obtinguts de la solució del

problema (4.27) assenyalen, respectivament, la contribució a l'eficiència agregada de cadascun dels factors i de l'output. Es tracta dels valors definits pel segment de producció en el que s'ha de situar cada DMU. LA DMU.4 i la DMU.5 com que són eficients tècnicament només han de corregir la ineficiència agregada, però la DMU.6 ha de corregir la ineficiència d'escala, ja que és la única ineficient tècnicament.

Per fer eficients aquestes tres unitats cal reduir el consum de l'input x_1 si volem mantenir constants el nivell de l'output i del segon input. Per saber quina ha de ser aquesta disminució relacionem la ineficiència amb la contribució a l'eficiència del primer factor. Així, doncs, la reducció d' x_1 serà:

$$\begin{array}{lll} \text{DMU.4} & 0,1613 / 0,3224 = 0,5 & \Rightarrow 2,5 - 0,5 = 2 \\ \text{DMU.5} & 0,0103 / 0,1031 = 0,1 & \Rightarrow 4 - 0,1 = 3,9 \\ \text{DMU.6} & 0,2317 / 0,0601 = 3,8 & \Rightarrow 5 - 3,8 = 1,2 \end{array}$$

El que dona uns inputs òptims de cadascuna de les tres unitats de

$$\begin{array}{ll} x_{14} = 2 & x_{24} = 3 \\ x_{15} = 3,9 & x_{25} = 1,5 \\ x_{16} = 1.2 & x_{26} = 3 \end{array}$$

valors que coincideixen amb els obtinguts en la solució del problema (4.76).

Aquest mateix procediment serveix per analitzar la pèrdua d'eficiència a causa de la imposició d'una determinada quantitat d'un input. Aquesta pèrdua es calcula relacionant l'eficiència agregada i la tècnica de cada unitat. Així

DMU.4	$0,8387 - 0,8$	$= 0,0387$	de pèrdua d'eficiència
DMU.5	$0,9897 - 0,975$	$= 0,0147$	de pèrdua d'eficiència
DMU.6	$0,4390 - 0,24$	$= 0,199$	de pèrdua d'eficiència

La reducció addicional dels valors òptims d' x_1 quan deixem constant x_2 és:

DMU.4	$0,0387 / 0,4$	$= 0,09675$	$\Rightarrow 2,097 - 0,09675 = 2$
DMU.5	$0,0147 / 0,25$	$= 0,0588$	$\Rightarrow 3,959 - 0,0588 = 3,9$
DMU.6	$0,199 / 0,2$	$= 0,995$	$\Rightarrow 2,195 - 0,995 = 1,2$

En cas de múltiples inputs, per determinar quant s'han de reduir, la pèrdua de l'eficiència es repartirà proporcionalment a la participació de cadascun dels inputs discrecionals en l'eficiència de la unitat.

4.2.5.3. Introducció de variables absolutes.

Considerem el cas que algun dels inputs fixats no sigui una variable contínua, sinó que prengui un conjunt finit de valors. Alguns dels factors que intervenen en l'anàlisi de l'eficiència o bé no es poden definir com variables contínues o bé són variables binàries. És el cas de la dimensió de la unitat (petita, mitjana, gran), o de l'existència o manca d'un determinat factor.

La introducció d'aquest tipus de variables és molt útil

per a la definició de les característiques de la DMU avaluada car permet comparar l'eficiència d'una unitat només en relació un subconjunt de DMU's que presenten les mateixes condicions o es troben en una situació més difícil o menys favorable.

Pel desenvolupament del model, R.D. Banker i R.C. Morey²⁶ han modificat els postulats del conjunt factible de producció i han suprimit el postulat de convexitat. Per a les variables absolutes aquest postulat i el d'extrapolació mínima deixen de tenir sentit, ja que una combinació convexa no té perquè pertànyer a l'escala de variables absolutes i, en aquestes circumstàncies, el supòsit de productivitat constant a trossos pot no ésser vàlid. El conjunt factible de producció és:

$$T = \{(x,y) \mid x = x_1, \dots, x_m \text{ i } y = y_1, \dots, y_R \text{ i existeix}$$

$$\text{un } \lambda_j, j = 1, \dots, N, \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, N \text{ i } \sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$$

$$\text{tal que } y_r \leq \sum_{j=1}^N \lambda_j y_{rj}, r = 1, \dots, R \text{ i } x_i \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij},$$

$$i = 1, \dots, m-1 \text{ i } x_m \geq x_{m1} \text{ per a tots els índex,}$$

$$1 \text{ pel qual } \lambda_1 > 0\}$$

La restricció $x_{m10} \geq x_{m1}$ si $\lambda_1 > 0$ significa que la variable absoluta de totes les 1 DMU's que formen el conjunt de referència ha de ser inferior o igual a la de la DMU_j avaluada.

26. R.D. BANKER i R.C. MOREY, "The use of categorical variables in Data Envelopment Analysis". Management Science, vol. 12, nº 12, octubre 1986, p. 1613-1627.

Per incloure aquesta restricció en el model definirem k noves variables $d^{(k)}_{mj}$ on $k+1$ és el nombre de variables absolutes que x_m pot pendre.

Suposem que una variable absoluta ha de definir la dimensió "petita", "mitjana" i "gran" d'un conjunt d'unitats. Seleccionem una variable binària (k) que pren el valor zero quan avaluem una unitat de la menor dimensió

$$d^{(1)}_{mj} = d^{(2)}_{mj} = 0$$

Si la DMU avaluada pertany a la categoria mitjana

$$d^{(1)}_{mj} = 1 \quad d^{(2)}_{mj} = 0$$

i per la categoria superior

$$d^{(1)}_{mj} = d^{(2)}_{mj} = 1$$

La definició d'aquesta nova variable obliga a modificar el problema de programació lineal. Així, en la formulació (4.76) de la mesura de l'eficiència agregada amb inputs no controlables, canviarem la segona restricció que fixa el nivell de l'input exògen per la de les variables absolutes. El problema és

$$\min \Gamma_0 = \epsilon \left(\sum_{i=1}^r s_{10}^+ - \sum_{i=1}^r s_{r0}^- \right)$$

subjecta a

(4.78)

$$\sum_{j=1}^n Y_j X_{1j} + s_{10}^+ = \Gamma_0 X_0 \quad i \in I_D$$

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j y_{rj} - s_{ro}^+ = y_{ro} \quad r = 1, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j d^{(1)}_{mj} \leq d^{(1)}_{m0}$$

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j d^{(2)}_{mj} \leq d^{(2)}_{m0}$$

$$\gamma_j, s_{io}^-, s_{ro}^+ \geq 0$$

Γ_0 sense restricció de signe

La mesura de l'eficiència amb variables absolutes imposa més restriccions a la unitat avaluada i al seu conjunt de referència.

Banker i Morey han fet una aplicació empírica del model a una mostra de 69 farmàcies de l'estat de Iowa, on tracten la dimensió del mercat com una variable absoluta i comparen els resultats obtinguts amb els observats quan es considera contínua. Quan a la dimensió del mercat se li donen valors continus, 41 farmàcies resulten eficients tècnicament, mentre que quan s'introdueix com variable absoluta, aquesta xifra es situa en 36 farmàcies.

4.2.5.4. Formulació matemàtica en cas d'outputs no controlables.

Les característiques particulars de determinades activitats provoquen la presència d'alguns outputs fixats i fora del control de la unitat avaluada, com p.e. el nombre de línies a recórrer en una empresa de transport públic. L'interès dels gestors de la unitat es centrarà en conèixer quin pot ser l'augment dels outputs que controlen, sense que això representi un augment del consum de recursos discrecionals i no alteri el nivell d'inputs i outputs fixats.

Amb aquestes restriccions, el problema de la mesura de l'eficiència agregada és:

$$\max \{ \theta_0 + \epsilon (\sum_{r \in R} S_{r0}^- + \sum_{i=1}^n S_{i0}^+) \}$$

subjecta a

(4.79)

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j y_{rj} - S_{r0}^- = \theta_0 y_{r0} \quad r \in R_D$$

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j y_{rj} - S_{r0}^- = y_{r0} \quad r \in R_F$$

$$\sum_{j=1}^n \gamma_j x_{ij} + S_{i0}^+ = x_{i0} \quad i = 1, \dots, m$$

$$\theta_0, \gamma_j, S_{r0}^-, S_{i0}^+ \geq 0$$

R_D i R_F són els subconjunts d'outputs discrecionals i outputs fixats, respectivament. En aquest cas, no cal fer cap diferència entre inputs controlables i inputs no controlables, ja que la definició del problema els considera fixos.

Com en el problema de minimització dels recursos consumits, la introducció d'una restricció que obliga a la suma de les ponderacions γ_j a ser igual a 1 permet determinar l'eficiència tècnica de la unitat i , per consegüent, la seva eficiència d'escala.

També es pot establir una relació entre la mesura de l'eficiència agregada modificada θ^*_o i la mesura λ^*_o de l'eficiència agregada. El valor de l'eficiència modificada sempre serà superior o igual al de l'eficiència agregada de la formulació (4.27), ja que restringeix més fortament el conjunt de referència.

4.2.6. Conclusions del model DEA

A.Y. Lewin i R.C. Morey²⁷ assenyalen les limitacions de les actuals aproximacions per avaluar l'eficiència de les unitats de presa de decisions i estableixen les característiques d'una teoria base per mesurar l'eficiència relativa d'aquestes unitats.

27. A.Y. LEWIN i R.C. MOREY, "Measuring the Relative Efficiency and Output Potencial of Public Sector Organizations: An Application of Data Envelopment Analysis". International Journal of Policy Analysis and Information Systems, vol. 5, nº 4, 1981, p. 267-285.

El procediment hauria de ser:

1. Capaç de derivar una mesura agregada individual de les eficiències relatives de les unitats, en termes d'utilització dels inputs per a la producció dels outputs desitjats.
2. Capaç de controlar outputs i inputs múltiples.
3. Capaç d'ajustar factors fora del control de l'unitat avaluada.
4. Independent d'un conjunt de preus o de ponderacions dels inputs i dels outputs establertes "a priori".
5. Capaç de controlar factors qualitatiu tals com la sensibilitat a les necessitats públiques, la presència de certes normatives estatals, l'extensió del procés de informació disponible, etc.
6. Capaç de subministrar idees sobre les possibilitats d'augmentar els outputs i/o de conservar els inputs de l'unitat ineficient per convertir-la en eficient.
7. Capaç de mantenir l'equitat en la valoració de l'activitat.

Segons els esmentats autors, el model DEA compleix tots aquests requisits.

Explicitament les característiques fonamentals del model "Data Envelopment Analysis" són:

- És una tècnica restringida a la dimensió de l'eficiència, desenvolupada per avaluar les organitzacions sense

finalitat de lucre i les del sector públic, i és també una bona eina per a l'avaluació de les organitzacions de serveis.

- DEA té l'habilitat de comparar l'eficiència d'organitzacions similars considerant explícitament l'ús de múltiples inputs per a la producció de múltiples outputs.
- DEA està basat en la noció econòmica de l'optimalitat de Pareto. Una DMU no és eficient si alguna altre, o alguna combinació d'altres unitats, pot produir les mateixes quantitats d'outputs amb un menor consum dels mateixos recursos.
- El model rep el nom de DEA perquè:
 - a) Intenta localitzar els límits del conjunt de les observacions.
 - b) Situa totes les observacions eficients al límit pertinent en cada cas.
- DEA emprava una ratio output/input per mesurar l'eficiència d'una unitat en termes d'una programació lineal fraccional. Aquesta formulació original no és lineal, però hom ha demostrat que pot resoldre's mitjançant la conversió a formulacions de programació lineal.
- DEA sintetitza el conjunt d'unitats eficients en una funció de producció lineal a trossos, és a dir, les unitats eficients defineixen una frontera de producció que, en un sentit econòmic, representa els outputs màxims que es poden obtenir dels actuals nivells d'inputs.
- Com que aproxima una funció de producció a una forma lineal, no requereix cap especificació "a priori" dels preus, ni de les ponderacions dels inputs i dels

outputs. Les ponderacions són calculades de les relacions empíriques (p.e. les observacions actuals d'inputs i d'outputs de cada unitat). A més a més té l'avantatge de no demanar cap forma preestablerta de la funció de producció.

- Per a la construcció de la superfície fronterera només necessita d'una observació individual de cada input i de cada output de les diferents unitats, per això, és molt sensible a les errades en les dades.
- La línia que relaciona les DMU's eficients s'anomena isoquanta unitària. La superfície de producció derivada d'aquesta isoquanta és lineal a trossos i en cada segment, la productivitat mitjana i la marginal són iguals.
- La frontera de producció eficient, la qual representa mitjanes ponderades de l'activitat de les unitats del conjunt, es considera que pot ser aconseguida per totes les unitats ineficients.
- DEA dona una estimació de l'eficiència relativa, ja que l'eficiència d'una unitat es calcula sempre per referència a les unitats eficients del conjunt amb les quals es compara.
- DEA té l'avantatge de proporcionar matemàticament la valoració màxima de l'eficiència, i de facilitar la millor combinació de producció possible tot mantenint estricta equitat en l'avaluació relativa.
- L'estimació de l'eficiència d'una DMU ve donada per z^* entre 0 i 1, i indica la proporció dels inputs actuals que hauria d'emprar aquesta unitat per ser eficient.

El valor recíproc $1/z^*$ assenyala la proporció d'increment dels outputs actuals que resultaria d'un consum eficient dels inputs.

- Les ponderacions dels inputs i dels outputs, v^*_i , u^*_r , respectivament, representen els guanys en l'eficiència resultants de la reducció d'una unitat de l'input respectiu i de l'increment d'una unitat de l'output corresponent.
- En cas d'eficiència global, la mesura de CCR és igual a 1 per aquelles unitats que actuen en la dimensió més productiva, és a dir, que representen un mpss.
- DEA permet estimar diverses característiques de la funció de producció eficient, tals com les taxes de substitució d'inputs i d'outputs, la dimensió d'escala més productiva, les productivitats marginals i els rendiments d'escala de cada segment de producció.
- Les característiques pròpies de DEA permeten obtenir informació sobre determinades ineficiències que no són disponibles en una anàlisi de ratios normal.
- DEA suggereix una gran varietat de camins per reduir les ineficiències i es pot reaplicar el model al mateix conjunt d'unitats, una vegada ajustats els inputs i els outputs, per tal de reflectir els plans de la direcció per millorar l'eficiència. DEA indicarà si els canvis previstos eliminen suficientment les ineficiències.
- DEA pot controlar i ajudar a controlar el nivell d'eficiència de les operacions en el temps, ja que permet una anàlisi de l'evolució d'una sola organització en múltiples períodes.

- La programació matemàtica proposada es pot utilitzar com a eina de control i avaluació de les activitats passades i com a instrument de planificació de les activitats futures.
- La tècnica DEA és una valuosa eina de diagnòstic: el directiu pot localitzar, amb tota precisió, les àrees del sistema on es produeixen les ineficiències. A més a més, pot identificar el tipus i quantitat de l'acció correctiva necessària per augmentar l'eficiència.
- DEA subministra un conjunt de conceptes i mètodes que poden ser aplicats per a l'avaluació d'una gran varietat de programes públics, on els conceptes de benefici, de rendibilitat i d'altres semblants no són directament aplicables.

En els apartats precedents han estat revisades i discutides les característiques i possibilitats del model DEA per a l'avaluació de l'eficiència de les unitats de decisió. Creiem que les seves particularitats el fan especialment idoni per a la valoració de les activitats de l'administració pública en general i de les corporacions locals en particular. Tot seguit procedim a presentar els resultats de la seva aplicació empírica.

INTERPRETACIO DE LES VARIABLES

EFICIENCIA GLOBAL

Variable	Definició	Interpretació
λ^*_0	Valor de la funció objectiu	Mesura de l'eficiència. Proporció dels inputs actuals que la DMU₀ avaluada hauria d'emprar per esdevenir eficient, sense modificar el nivell actual d'outputs. $1/\lambda^*_0$ proporció en què la DMU₀ avaluada hauria d'augmentar els outputs per esdevenir eficient, sense alterar el consum d'inputs.
z_j	Coefficients de ponderació de les unitats del conjunt.	Proporció dels inputs i dels outputs de la DMU_j que constitueixen els valors òptims de la DMU₀ avaluada. Assenyalen el conjunt de referència d'aquesta unitat. $z_j x_{1j} + z_j x_{1k} = z^*_0 x_{10}$
s_i	Variables de folgansa associades als inputs.	Les seves variables duals indiquen la contribució a l'eficiència d'una reducció unitària de l'input corresponent. Són els coeficients de ponderació dels inputs, v^*_{i1} .
s_r	Variables de folgansa associades als outputs.	Les seves variables duals indiquen la contribució a l'eficiència d'un augment unitari de l'output corresponent. Són els coeficients de ponderació dels outputs, u^*_{r1} .

EFICIENCIA TECNICA PURA

Variable	Definició	Interpretació
h^*_o	Valor de la funció objectiu	Mesura de l'eficiència. Proporció dels inputs actuals que hauria d'utilitzar la DMU_o avaluada per esdevenir tècnicament eficient, en l'actual nivell d'operacions i sense variar la producció. $1/h^*_o$ proporció en què la DMU_o avaluada hauria d'augmentar els seus outputs actuals, sense alterar els inputs ni el seu nivell d'operacions, per situar-se a la frontera de producció eficient.
u^*_r	Coeficients dels outputs.	Ponderació de la contribució de cada output a l'eficiència de la DMU _o avaluada.
v^*_i	Coeficients dels inputs.	Ponderació de la contribució de cada input a l'eficiència de la DMU_o avaluada. v^*_i / u^*_r = Productivitat marginal dels inputs.
u^*_o		El seu valor indica el tipus de rendiments d'escala que prevalen en la zona on opera la DMU_o avaluada. u^*_o / u^* indica el punt d'intersecció de l'hiperplà de suport de la DMU_o avaluada amb l'eix de coordenades.

s,	Variables de folgansa associades amb les diferents DMU's del conjunt.	Proporció dels outputs i dels inputs de la DMU, que constitueixen els valors òptims de la DMU _o avaluada. Formen en conjunt de referència.
----	---	---

5. APLICACIO DEL MODEL DEA PER A L'AVALUACIO DE L'EFICIENCIA DE LES CORPORACIONS MUNICIPALS.

5.1. Possibilitats del model DEA per a l'avaluació de l'eficiència de les administracions municipals.

Els ajuntaments desenvolupen moltes i diverses activitats alienes als mercats habituals i es fa difícil treballar amb ponderacions establertes "a priori" com són els preus. La possibilitat que ofereix el model DEA de tractar amb dades observades dels diferents factors i serveis, sense sotmetre-les a una ponderació prèvia, és particularment útil per a mesurar l'eficiència d'aquests tipus d'organitzacions.

Donada la gran diversitat d'àrees d'actuació municipal i del caràcter dels outputs de cadascuna d'elles, no hem desenvolupat un model que permeti mesurar l'eficiència global dels ajuntaments, sinó cada funció o activitat en particular.

Aquest tipus d'examen funció per funció permet identificar aspectes de l'activitat que poden resultar ineficients, i d'altres que poden esdevenir eficients. Mitjançant aquesta diferenciació els responsables de la gestió municipal podran prendre mesures per corregir les ineficiències detectades o per reduir-les en cas que no sigui possible eliminar-les totalment. Els resultats del model DEA informaran quant s'han de reduir els consums dels inputs actuals per assolir l'eficiència o, si més no quant s'han d'incrementar els diferents outputs oferts.

Si la funció examinada resulta ineficient es podrà conèixer quin és l'efecte de qualsevol variació dels factors o productes actuals sobre l'estimació de l'eficiència de les

seves activitats. Si cal incrementar el volum de servei ofert, hom sap exactament en quina proporció s'han de variar els diferents inputs.

De vegades els gestors de les diferents unitats municipals no poden determinar la quantitat d'alguns dels seus factors de producció, ja sigui per imposicions pressupostàries ja per decisions polítiques que els obliguen a oferir un determinat volum de servei. El fet que el model DEA treballi amb inputs i outputs fixats és particularment profitós en aquestes situacions.

A més a més d'avaluar l'eficiència d'una determinada àrea d'actuació d'una entitat municipal també possibilita la comparació amb les equivalents d'altres corporacions. La introducció d'aquesta nova variant facilita la identificació d'ineficiències causades per la tecnologia emprada o pel programa utilitzat a cada ajuntament.

Mentre l'anàlisi temporal d'una unitat permet identificar les ineficiències atribuïbles a la gestió, l'anàlisi comparativa informa quin programa és millor una vegada eliminades aquestes ineficiències.

En ambdós casos el fet de poder avaluar l'eficiència de les unitats de forma independent (eficiència tècnica i eficiència agregada) permet establir la seva eficiència d'escala, resultant de la desviació actual del punt que representa la màxima productivitat mitjana. A la vegada, es disposa d'informació sobre les característiques dels rendiments d'escala que prevalen en cada zona on es situen sengles unitats avaluades.

A títol de resum podem dir que el model DEA permet diferents tipus d'avaluacions:

feina addicional d'elaboració. Els serveis escollits foren:

- Servei de recollida d'escombreries i neteja de carrers.
- Servei d'extinció d'incendis.
- Servei d'enllumenat públic (excloses dependències municipals).
- Servei de sanejament d'aigües residuals.
- Servei d'obres públiques (únicament manteniment i reparació).
- Circulació.
- Ensenyament (escoles municipals i manteniment de centres públics).

b) Utilització dels indicadors d'activitat resumits en el quadre 5.2.

c) Referència al període comprés entre 1980 i 1986.

Quadre 5.1

DISTRIBUCIO DE LA MOSTRA SELECCIONADA

Habitants del municipi	Estat espanyol (1)		Mostra seleccionada	
	municipis	% població	municipis	% població
fins 10.000	7.503	27,26	6	0,3
10.000 - 100.000	500	31,24	7	3,3
més 100.000	50	41,5	8	50,-
Total	8.053	100	21	53,6

(1) Extret de l'"Estadística presupuestaria de las Entidades Locales de 1983". MINISTERI D'ECONOMIA I HISENDA.

Atés que no existeixen dades d'aquestes característiques a nivell agregat de tot l'Estat, fou necessari per seleccionar una mostra agrupar els municipis segons el nombre d'habitants i la seva distribució per estrats, tal com apareix en el quadre 5.1.

Arrel de la recerca i de l'obtenció d'informació afloraren alguns aspectes dignes de ser mentats:

1. Els responsables de cada una de les àrees un cop conegueren les característiques de la investigació, no posaren cap mena d'obstacle per subministrar-nos la informació.
2. Els ajuntaments petits, alhora que no disposaven de la informació sol·licitada, presenten unes característiques de prestació de serveis molt diferents de les de la resta de municipis, fet que ens féu abandonar la mostra de poblacions de menys de 10.000 habitants.
3. Al cap de deu mesos de constants reclamacions i visites personals, la informació recollida era molt migrada i incompleta. Cap ajuntament no tenia dades de tots els serveis, ni les respostes rebudes corresponien a les demandes realitzades, ni cobrien més d'un exercici com a màxim.

Tot i el fracàs que suposà la recollida directa de dades, es poden extreure algunes conclusions:

- Els serveis que s'encarreguen a empreses privades i que tenen un interès social important (p.e. recollida d'escombraries i neteja de carrers), són els més estudiats i dels que es disposa de més informació. També són, potser, els que presenten uns outputs i inputs més

fàcils de quantificar.

- Hi ha dades sobre la valoració econòmica d'altres serveis contractats (enllumenat, obres públiques, etc.), en canvi no se'n coneix la valoració física, fet que constitueix una manca important en la gestió municipal.

En el cas de l'ensenyament el seu manteniment genera unes despeses que són ateses per diferents àrees de l'entitat municipal (personal, cultura, obres públiques, etc.). Això fa difícil saber la quantitat total esmerçada i fa palesos els inconvenients de la manca d'un sistema comptable per centres de cost en les administracions municipals.

- Existeixen grans dificultats per avaluar l'eficiència municipal en l'ordenació del trànsit, fet que aconsella eliminar aquest servei d'una primera anàlisi.
- Ben segur que molts ajuntaments disposen de la informació demanada però, com que estan mancats d'un bon sistema de comptabilitat anàlitica, ni la sistematitzen ni l'elaboren de forma oportuna. Només cal dir que no s'ha pogut incloure en les dades sol·licitades cap referència al cost de capital degut a la manca d'una política d'amortitzacions en l'administració pública en general.

Davant la impossibilitat de continuar la investigació per manca d'informació, consultarem les entitats públiques supramunicipals. L'únic resultat positiu han estat les dades sobre el servei de recollida i eliminació de residus sòlids urbans que ens ha fet a mans la Generalitat de Catalunya i la Federació de Municipis de Catalunya.

El "Pla director de tractament de residus urbans a Catalunya"¹ compté informació datada l'any 1981 de tots els municipis de Catalunya, mentre que l'estudi de la Federació de Municipis² es refereix a la situació de 63 municipis catalans l'any 1986.

A partir de les dades facilitades per aquests estudis i d'una informació apareguda en la revista *Ingeniería Municipal*³, s'ha pogut configurar una mostra de 83 municipis, vint dels quals corresponen a capitals de província de l'Estat i la resta a Catalunya. Totes les dades fan referència a l'esmentat servei i als exercicis de 1981 i 1986. Les aportacions directes dels ajuntaments consultats coincideixen amb les dades dels estudis esmentats.

-
1. Pla director de tractament de residus urbans a Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya, abril 1984.
 2. Estudi dels serveis municipals de recollida, transport i tractament de residus sòlids urbans. Vol. 4. "Anàlisi estadística de la prestació del servei a Catalunya". Federació de Municipis de Catalunya, maig 1987.
 3. "Los residuos sólidos urbanos en 1986". Ingeniería Municipal, any II, nº 9, febrer 1987, p. 2-14.

QUADRE 5.2.

DESCRIPCIO DE LES VARIABLES QUE DEFINEIXEN ELS SERVEIS SELECCIONATS

SERVEI	OUTPUTS	INPUTS
RECOLLIDA D'ESCOMBRERIES I NETEJA DE CARRERS	Tn. anuals de residus sòlids urbans (escombraries domiciliàries, escombrat de carrers, deixalles de mercats municipals, etc.) Tn. anuals de recollides selectives (vidre, paper, mobles i trastos vells, runa, detritus hospitalaris etc.) NO CONTROLABLES: Nombre d'habitants Kms. lineals dels carrers de la ciutat	Nombre de treballadors del servei Nombre de papereres Nombre de contenidors (d'escombraries, de vidre, de mobles i trastos vells, de paper, etc.) Nombre de vehicles i estris per a la neteja. Import gastat en neteja pública. Import gastat en tractament i nació d'escombraries.
SERVEI D'EXTINCIO D'INCENDIS	Nombre de sinistres atesos durant l'any Mitjana de temps de resposta a cada sinistre Mitjana de kms. recorreguts per sinistre	Nombre de treballadors del servei Nombre de vehicles i estris per a la realització del servei Import gastat anualment en el servei

SERVEI	OUTPUTS	INPUTS
SERVEI D'ENLLUMENAT PÚBLIC	Kw/h. anuals d'enllumenat públic Nombre de punts de llum reparats anualment Nombre de punts de llum instal·lats de nou durant l'any NO CONTROLABLES: Kms. lineals de xarxa viària il·luminada Nombre de punts de llum en parcs, jardins i monuments públics	Nombre de treballadors del servei Import gastat anualment en enllumenat públic (consum, reparacions, noves instal·lacions) Dotació de material tècnic del servei
SERVEI DE SANEJAMENT D'AIGÜES RESIDUALS	Hm³ d'aigües residuals depurades anualment Nombre de reparacions anuals efectuades Km. de clavegueram netejats anualment Nombre d'indústries analitzades anualment Nombre d'anàlisis realitzades anualment en plantes depuradores, col·lectors i abocadors industrials NO CONTROLABLES: Km. lineals de clavegueram Nombre d'habitants	Nombre de treballadors del servei Nombre de plantes depuradores del municipi Nombre de col·lectors Dotació de material tècnic per a la realització del servei Import gastat anualment en el servei (depuració, neteja, reparació, etc.)

SERVEI	OUTPUTS	INPUTS
SERVEI D'OBRES DE VIALITAT	Km. de voreres i calçades reparades anualment Nombre anual de serveis atesos d'altres àrees de l'ajuntament Mitjana anual d'hores-màquina utilitzades per altres àrees municipals NO CONTROLABLES: Kms. de red viària asfaltada del municipi Cens de vehicles de la població	Nombre de treballadors del servei Dotació de material tècnic per a la realització del servei Import gastat anualment en el servei Cost per hora treballada de màquina
ENSENYAMENT	Nombre de centres municipals (tots els nivells d'ensenyament) Nombre de centres públics del municipi Places ofertes en centres municipals Places ofertes en centres públics Nombre d'alumnes de centres municipals Nombre d'alumnes de centres públics NO CONTROLABLES: Població escolar	Nombre de treballadors del servei (professors, personal subaltern, personal de l'àrea, etc.) Import gastat anualment en el servei

SERVEI	OUTPUTS	INPUTS
CIRCULACIO	Mitjana de volum de vehicles que circulen pels carrers de la població en dies feiners Mitjana anual d'accidents de circulació Mitjana anual de víctimes en accidents Nombre d'instal·lacions semafòriques Nombre de plaques de senyalització de trànsit, turístiques i indicatives Nombre de places d'aparcament ofertes per l'ajuntament Nombre mitjà de multes per infraccions del codi de circulació imposades anualment NO CONTROLABLES: Cens de vehicles del municipi Km. lineals dels carrers de la població Velocitat mitjana de circulació en transport privat	Nombre de treballadors del servei Mitjana diària d'agents de la Guàrdia Urbana dedicats a la regulació de la circulació de vehicles Dotació de material tècnic per a la realització del servei Import gastat anualment en el servei

5.3. Anàlisi de les característiques del servei municipal de recollida i eliminació de residus sòlids urbans.

Abans de procedir a l'avaluació de l'eficiència del servei municipal de recollida i eliminació de residus sòlids urbans hem volgut analitzar les característiques bàsiques d'aquest servei en els municipis de l'estat espanyol i recollir experiències d'estudis realitzats en altres països. Aquesta introducció servirà per il·lustrar la problemàtica que suscita la producció de residus urbans i per contrastar els resultats obtinguts de la nostra avaluació.

5.3.1. La situació als municipis de l'estat espanyol.

La recollida i tractament dels residus urbans és un dels temes més actuals i més debatuts en l'àmbit municipal. La problemàtica derivada de l'increment en el volum de les deixalles i de la seva eliminació sense alterar l'equilibri ecològic, ha estat centre d'atenció preferent dels responsables de la majoria de municipis.

Tot seguit analitzarem les característiques del servei de recollida i eliminació d'escombraries en base als informes esmentats en l'apartat anterior.

Actualment, la recollida i l'eliminació d'escombraries és un dels serveis més comuns a tots els municipis. En un estudi realitzat pel Departament de Governació de la Generalitat de Catalunya l'any 1982⁴, s'observa aproximadament un 22% dels 934 municipis catalans no disposava aleshores de servei de recollida. La manca d'aquest servei

afectava gairebé el 50% dels municipis de menys de 500 habitants i en un 7% dels de menys de 2.000 habitants. La resta de municipis compta amb aquesta prestació (100% de municipis de més de 2.000 habitants).

Malgrat aquesta àmplia cobertura, l'estructura de prestació no és igual en tots els municipis i se'n poden distingir tres tipus: prestació directa municipal, concessió i sistema mixt. En els municipis que no superen els 10.000 habitants la prestació tendeix a ser assumida directament per l'ajuntament, mentre que en els municipis de més població es concerta amb empreses privades. El sistema mixt de prestació es dona en un petit percentatge de municipis (vegeu quadre 5.3).

La producció de residus sòlids urbans (RSU) varia substancialment segons els diferents nuclis de població. Els municipis rurals produeixen menys residus per habitant que les grans aglomeracions urbanes. Aquesta diferència es pot atribuir tant als hàbits alimentaris (menys consum de materials plàstics, papers, etc.) com a la recuperació natural dels residus (abonament de camps, aliment del bestiar...).

Les característiques particulars del servei de recollida (freqüència elevada de prestació, manipulació de diferents classes de deixalles, tecnologia molt específica però poc costosa i absència d'economies d'escala) han obligat els responsables municipals a buscar solucions alternatives

4. Els serveis municipals a Catalunya. Departament de Governació de la Generalitat de Catalunya, 1982.

Entre les dades del "Pla director ..." i l'estudi dels serveis municipals tot i que es refereixen al mateix any hi ha algunes diferències en el nombre de municipis.

per abaratir costos i aprofitar millor els residus sòlids atés l'important creixement de l'embalum d'escombreries en les ciutats.

Quadre 5.3

TIPUS DE GESTIO DEL SERVEI DE RECOLLIDA D'ESCOMBRERIES (Percentatge de municipis)

MUNICIPIS CATALUNYA (habitants)	1986			1981		
	P	A	M	P	A	M
< 10.000	-	100	-	51	47	2
10.000 -20.000	80	20	-	75	25	-
20.000- 50.000	95	5	-	88	8	4
> 50.000	83	-	17	93	7	-
CAP. PROVINCIA	85	10	5			

Elaboració pròpia a partir del Pla director de tractament de residus urbans a Catalunya i de l'Estudi dels serveis municipals de recollida, transport i tractament de residus sòlids.

P = gestió privada

A = gestió municipal

M = gestió mixta

Una de les noves experiències de recollida d'escombreries domiciliàries la constitueix la col·locació de contenidors perquè els veïns hi dipositin les deixalles. Aquest sistema, habitual en moltes capitals europees i bastant genera-

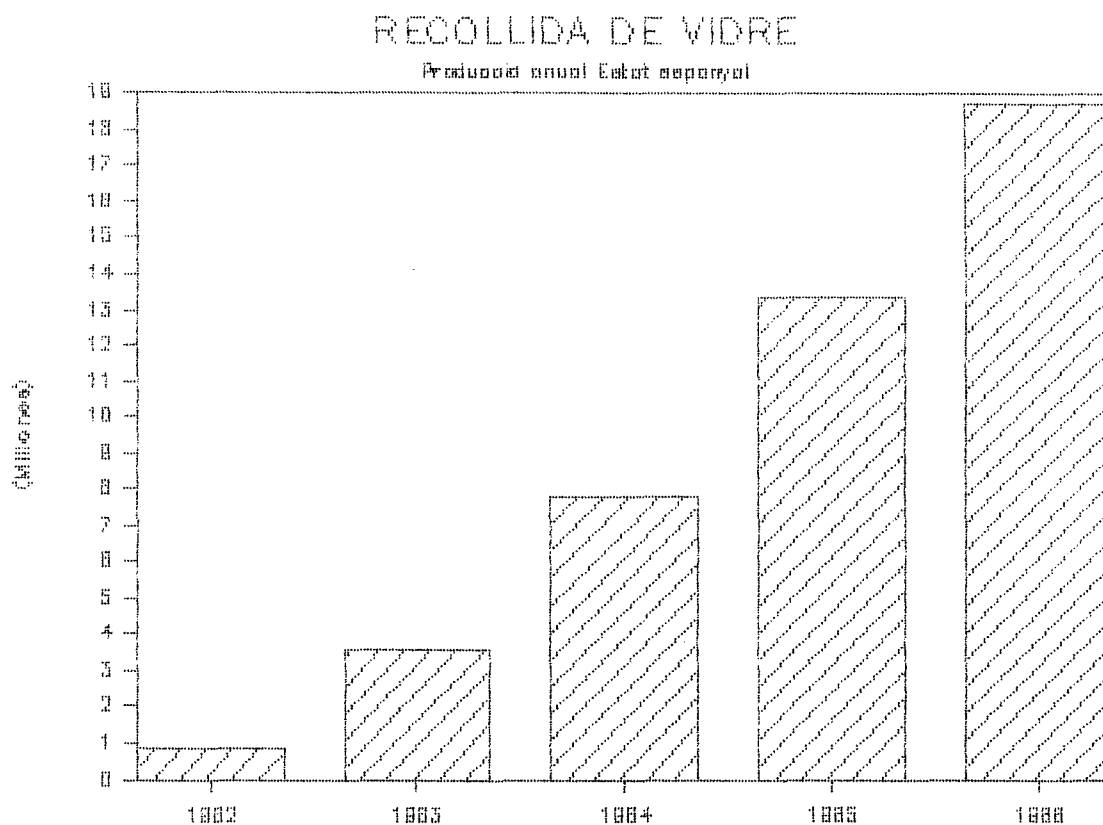
litzat en les principals ciutats espanyoles suposa un abaratiment dels costos de prestació del servei i una millora de la salut pública.

La instal·lació de contenidors d'escombreries ofereix l'avantatge de poder establir una recollida més espaiada i més localitzada, i permet l'usuari de dipositar les seves deixalles quan més li convingui, sense cap mena de restricció horària. Pel que fa a la salut pública, els contenidors eviten la presència al carrer de les bosses d'escombreries i també els possibles abocaments del seu contingut a causa de trencaments o accions incontrolades. Però malgrat les millores que suposen, cal assenyalar que poden esdevenir focus de males olors i d'insectes, si hom no en té cura periòdicament (buidat, neteja, reparació, etc.), i que la seva ubicació pot ser inviable en determinades zones de les ciutats, com p.e. en els nuclis antics a causa del seu particular traçat de carrers i de voreres.

Les principals ciutats de l'Estat han endegat campanyes de concienciació dels ciutadans perquè seleccionin les matèries abans de llençar-les indiscriminadament. Així s'han establert recollides selectives de vidre, trastos vells, paper, llaunes de conserva, etc.

La de més àmplia implantació ha estat la del vidre que alhora que permet el seu reciclatge i suposa un profit econòmic per al barri o per a les ciutats, redueix considerablement els accidents laborals i tècnics dels treballadors i dels vehicles del servei de recollida. Per a tal fi s'han instal·lat contenidors especials en diferents punts de les ciutats. El ressó d'aquest tipus de recollida ha estat important com ho demostra el creixement experimentat des de la seva implantació (vegeu gràfic 5.1).

Gràfic 5.1.



De la mateixa manera que existeixen dipòsits especials per abocar-hi el vidre, també s'han realitzat experiències amb el paper i les llaunes de conserva, tot i que aquesta pràctica no és tan habitual. Un hàbit més generalitzat és la recollida de trastos i mobles vells que es realitza previ acord de l'usuari amb el servei.

La recollida dels detritus d'hospitals demana una atenció especial per part dels responsables del servei, que han de comptar amb un material mòbil i tècnic específic, a fi i efecte d'evitar contaminacions i infeccions tant del personal encarregat de la recol·lecta com dels habitants de l'àrea d'influència del centre.

Els residus dels mercats no tenen unes connotacions tan perilloses, per la qual cosa les precaucions que es prenen per a la seva recollida responen únicament a raons de salubritat ambiental. Per això, la majoria de ciutats contempla la seva recol·lecció com un aspecte més de la de les escombraries domiciliàries.

Un últim aspecte del servei de recollida de residus urbans és el de la neteja viària. La producció de deixalles per aquest concepte representa un petit percentatge del total, però en canvi és un servei que englova multiplicitat de tasques i exigeix la participació d'un elevat nombre de persones i de material tècnic. En conseqüència, tal com veurem en l'apartat corresponent, els costos de la neteja de carrers absorbeixen una part important del pressupost total del servei.

Quadre 5.4.

PERSONAL EMPRAT EN EL SERVEI - 1986

(Nombre de treballadors)

MUNICIPIS CATALUNYA	Neteja	Recol.	Total	Mitjana*
< 10.000	9	12	21	8,06
10.000 - 20.000	179	184	363	11,65
20.000 - 50.000	303	219	522	7,69
> 50.000	758	394	1152	6,65
CAP. DE PROVINCIA	9694	3730	13424	

Elaboració pròpia a partir de l'Estudi del servei municipal de recollida... i de l'informe de "Ingenieria Municipal".

* Treballadors per 10.000 habitants

Dels tres sistemes clàssics d'eliminació d'escombraries (abocadors, plantes incineradores i reciclatge), el més comú a tots els municipis és el de l'abocament. Enfront de l'avantatge que representa el seu menor cost d'instal·lació es contraposen les dificultats per a ubicar-los, els problemes ambientals i la seva impopularitat. Darrerament els municipis tendeixen a agrupar-se per establir abocadors comuns controlats i per solucionar així alguns dels problemes tècnics i socials que comporta aquest tipus d'eliminació. Amb tot, continuen persistint els abocadors incontrolats i la manca de civisme d'alguns ciutadans que contribueixen al degradament de l'entorn.

Les plantes incineradores d'escombraries han esdevingut una alternativa en les ciutats més poblades. Els seus costos d'instal·lació i manteniment són més elevats que els de l'abocador però, en canvi, permeten aprofitar la reserva energètica de les escombreries. Estèticament són preferibles als abocadors, si bé també comporten problemes ambientals de contaminació.

La conversió de les escombreries en adob agrícola és la tercera via per eliminar els residus orgànics. És el sistema que implica un procés més sofisticat i uns costos més elevats. Un gran nombre de capitals de l'estat espanyol utilitzen aquest sistema de tractament de deixalles combinat amb altres sistemes d'eliminació, sobretot els abocadors controlats (vegeu quadre 5.5).

Els costos del servei de recollida i eliminació d'escombraries representen entre un 6% i un 10% del pressupost ordinari de cada ajuntament. Evidentment aquest percentatge variarà segons la dimensió del municipi, les característiques de l'explotació i de la gestió del servei, el tipus de tractament i la composició del pressupost de cada

municipi.

Quadre 5.5

SISTEMES D'ELIMINACIO DE RESIDUS SOLIDS URBANS (Percentatge de municipis)

MUNICIPIIS CATALUNYA	Abocador	Incineració	Reciclatge
10.000 - 20.000	87	-	13
20.000 - 50.000	80	-	20
> 50.000	36	-	64
CAP. DE PROVINCIA	55	5*	40

Elaboració pròpia a partir de l'Estudi sobre el servei municipal... i l'informe de "Ingenieria Municipal".

* Correspon a ciutats que empren la incineració juntament amb altres sistemes d'eliminació.

Els ajuntaments de Catalunya gasten anualment entre 1435 i 2465 pessetes per habitant, mentre que la mitjana de les capitals de província de l'Estat és de 3148 pessetes. En la distribució dels costos del servei s'observa que els municipis de més de 20.000 habitants esmercen més recursos en la neteja viària que en la recollida domiciliària. Les taxes anuals per l'eliminació no superen en cap cas el 17% de les despeses totals del servei.

5.3.2. Altres antecedents empírics.

Als Estats Units, capdavaners fins els anys 70 en els estudis sobre el cost del servei de recollida d'escombreries urbanes, actualment es troben pocs treballs de recerca en aquest camp.

En les investigacions realitzades, basades fonamentalment en la valoració dels costos del servei i en les comparacions d'eficiència entre el sector privat i el públic, es destaquen tres aspectes essencials que influeixen en la variació del cost del servei: fenòmens geogràfics, tècnics i polítics.

Diferents estudis citats per D.M. Fisk⁵ revelen que en les ciutats de traçat escabros i accidentat els costos mitjos de prestació del servei de recollida són un 15% superiors que als de les ciutats més planes; una decisió política tal com incrementar la freqüència de recollida d'una a dues vegades per setmana suposaria un augment del 25% al 27% dels costos de recollida; una decisió tècnica tal com canviar els punts de recol·lecció implicaria increments del 29% al 34%⁶. Es fàcil adonar-se, doncs, que els costos del servei de recollida d'escombreries a domicili són molt sensibles a l'estructura del servei i a les característiques que l'envolten.

Els estudiosos s'han interessat particularment en les comparacions de costos entre els diferents partícips que poden acomplir aquest servei als Estats Units (empreses

5. D.M. FISK, Measuring Productivity ..., op. cit., p. 54.

6. B.J. STEVENS, "Scale, market structure and the cost of refuse collection". The Review of Economics and Statistics, nº 60, agost 1978, p. 443.

privades, empreses privades en concessió i municipis). Com assenyalen J.T. Bennett i M.H. Johnson⁷, és una activitat interessant per tres raons principals:

- a) Aquesta activitat tecnològicament simple, desenvolupada per organitzacions públiques i privades, il·lustra molts dels problemes associats amb les comparacions de costos públics i privats.
- b) Com que les empreses privades, contràriament al servei públic, no estan subjectes a restriccions de tipus polític, poden ajustar el seu nivell d'operacions per aprofitar completament algunes economies d'escala.

Les organitzacions públiques de prestació del servei atenen les necessitats d'una jurisdicció política, els límits de la qual no responen a criteris econòmics. En cas que existeixin economies d'escala, la jurisdicció pot ser massa petita per reflectir els efectes dels beneficis econòmics de la dimensió òptima. Altrament, en presència de deseconomies d'escala, la unitat política pot ser tan gran que requereixi un nivell d'operacions ineficient.

- d) En absència de limitacions governamentals a l'entrada i donat que les inversions en capital requerides no són desorbitades, la participació privada en el mercat tendeix a ser fortament competitiva i les pressions per minimitzar els costos especialment intenses.

Malgrat que aquestes consideracions semblen indicar que la participació privada és clarament més eficient que la

7. J.T. BENNETT i M.H. JOHNSON, "Tax reduction without sacrifice: Private-sector production of Public services". Public Finance Quarterly, vol. 8, nº 4, octubre 1980, p. 374.

pública, l'evidència empírica no ha estat concloent. Alguns estudis no han trobat diferències significatives entre els costos del servei independentment que el prestatari sigui públic o privat; d'altres palesen que els costos tendeixen a ser superiors quan el servei és a càrrec d'una institució pública o municipal⁸. Quan les comparacions tenen en compte la participació d'una empresa concessionària, aquesta sempre presenta avantatges respecte als altres oferents⁹.

Curiosament Kemper i Quigley, destaquen en el seu estudi que el cost econòmic del servei de recollida resulta menor si se n'ocupa una empresa concessionària, augmenta quan està en mans del sector públic i s'incrementa encara més quan hi participa una empresa privada. Stevens¹⁰ matisa que en les ciutats amb una població inferior als 50.000 habitants no existeixen diferències significatives entre els costos segons l'agent que ofereix el servei, mentre que en les ciutats que superen aquesta població s'observa un cost més elevat quan el servei és prestat per una organització pública.

Pel que fa a les economies d'escala, els estudis presenten

8. J.T. BENNETT i M.H. JOHNSON, art. cit.; H.M. KITCHEN, "A statistical estimation of an operating cost function for municipal refuse collection". Public Finance Quarterly, nº 4, gener 1976, p.56-57; R.M. SPANN, "Public versus private provision of governmental services" ap. Budgets and Bureaucrats: The Sources of Governmental Growth, T.E. Borcharding (ed.), Durham, N.C.: Duke University Press, 1977, p. 71-89.

9. P. KEMPER i J.M. QUIGLEY, The Economics of Refuse Collection. Cambridge Mass.: Ballinger Publishing Co., 1976; D. YOUNG, How shall we collect garbage?. The Urban Institute, Washington, D.C., 1972.

10. B.J. STEVENS, art. cit., p. 445.

resultats força encontrats. Mentre alguns autors n'assenyalen l'absència, d'altres en subratllen la presència tal com p.e. D. Young en un treball que no contempla dades empíriques¹¹.

Entre els segons cal fer esment d'un estudi de la Universitat de Columbia¹² que conclou que en les ciutats de menys de 20.000 habitants els costos unitaris decreixen; que en les ciutats entre 20.000 i 50.000 habitants, l'evidència no permet extreure conclusions, i que en les ciutats de més de 50.000 habitants no hi ha cap evidència de canvi en el cost unitari. Aquestes conclusions van ser confirmades per W.F. Fox¹³ en una revisió de sis estudis diferents en què va demostrar que en les ciutats petites existeixen economies d'escala per a aquest servei, mentre que aquestes manquen en les ciutats grans i mitjanes.

11. W.Z. HIRSCH, "Cost Functions of an Urban Government Service: Refuse Collection". Review of Economic and Statistics, nº 47, febrer 1965, p. 87-92; R.M. CLARK, B.L. GRUPENHOFF, G.A. GARLAND i A.J. KLEE, "Cost of Residential Solid Waste Collection". Journal of Sanitary Engineering, nº 97, octubre 1971, p. 563-568; L.J. PATRIDGE i J.J. HARRINGTON, "Multivariate Study of Refuse Collection Efficiency". Journal of the Environmental Engineering Division, nº 100, agost 1974, p. 963-978.

12. COLUMBIA UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS, Evaluating Residential Refuse Collection Costs: A Framework for Local Government. Public Technology, Inc., Washington, 1978.

13. W.F. FOX, Size economies in Local Government Services: A Review. U.S. Department of Agriculture, Washington 1980, p. 24.

5.4. Resultats de l'avaluació de l'eficiència de la gestió del servei de recollida i eliminació de residus sòlids urbans en una mostra de municipis de l'estat espanyol.

5.4.1. Característiques de la mostra de municipis.

Després de desestimar la informació facilitada directament per alguns ajuntaments per les raons exposades, hem procedit a elaborar una mostra de municipis en base a la informació disponible. Aquesta mostra està constituïda per 47 municipis de Catalunya de distinta magnitud que representen un 5% del total, i per 18 capitals de província de l'estat espanyol.

Com que treballem amb bases de dades diferents, la selecció dels municipis ha obeït únicament i exclusiva a criteris de disponibilitat i fiabilitat de la informació. S'han triat quatre variables que descriuen els factors i els productes del servei i totes aquelles poblacions de les quals es disposa d'aquesta informació per els anys 1981 i 1986.

Un cop feta la tria hem agrupat els municipis segons el seu nombre d'habitants en quatre blocs diferents i hem procedit a la realització d'una anàlisi de regressió per eliminar les observacions més extremes. Puix que el model DEA emprat per a l'avaluació de l'eficiència és molt sensible a les puntes, hem intentat tenir mostres homogènies amb coeficients de correlació entre variables superiors al 0,9.

Així doncs, les dades relatives al grup de municipis de menys de 10.000 habitants no s'han pogut incloure en la mostra car presentaven una gran dispersió, i només dispo-

sàvem de la informació de quatre d'ells dels quals solament dos responien a les variables establertes.

Quadre 5.6

MOSTRA DE MUNICIPIS DE CATALUNYA

GRUP DE MUNICIPIS (habitants)	MUNICIPIS CATALUNYA		VOLUM DE LA MOSTRA	% SOBRE TOTAL	
	1981	1986		GRUP	
				1981	1986
Menys de 10.000	857	859	-	-	-
10.000 - 20.000	38	40	18	47,4	45
20.001 - 50.000	24	25	16	67,7	64
més de 50.000	16	16	13	81,3	81,3
TOTAL	935	940	47	5,0	5,0

Tot i que exclouem els nuclis rurals de menys de 10.000 habitants, la mostra seleccionada, encara que reduïda globalment, és força significativa en relació a cada grup en particular.

5.4.2. Definició d'outputs i inputs

Les variables escollides per definir les característiques del servei de recollida i eliminació d'escombreries són

quatre: la producció anual de residus sòlids urbans (RSU), el nombre d'habitants que es beneficien d'aquest servei, el cost total del servei i les persones que hi treballen.

1. OUTPUTS

1.a. Beneficiaris del servei

L'indicador d'aquest output coincideix amb el nombre d'habitants de cada municipi. Per tant, caldrà tenir present, l'increment que experimenten algunes poblacions a causa del turisme, fet que incideix en la producció de RSU i fa necessari intensificar el servei i augmentar temporalment les dotacions tècniques i humanes.

Com que hem plantejat l'avaluació de l'eficiència per períodes anuals, el model no contempla la diferenciació d'una mateixa població per èpoques. Per aquesta raó hem calculat una estimació mitjana anual del nombre d'habitants d'aquests municipis mitjançant l'expressió següent:

$$\frac{365 \cdot H_P + d_E \cdot H_E}{365} = H'$$

on H_P = població permanent (nombre d'habitants)

H_E = població estacional (nombre d'habitants)

d_E = permanència de la població estacional
(dies)

H' = població mitjana estimada (nombre d'habitants)

Per a l'any 1986 no disposàvem d'informació referent a la permanència de la població estacional, per la qual cosa vàrem aplicar els mateixos dies que per l'any 1981. Amb tot, creiem que aquesta extrapolació no altera substancialment l'estimació.

En la majoria de casos, la població estimada resultant supera considerablement el nombre d'habitants permanents del municipi, la qual cosa podria induir-nos a classificar-los en un estrat de població superior al que els correspon segons el cens. Per exemple, Sitges pertany al grup de municipis amb una població entre 10.000 i 20.000 habitants, però supera els 20.000 si contemplem l'afluència turística.

Amb tot, hem considerat oportú conservar aquests municipis en el grup que els correspon per cens, malgrat atribuir-los en tot l'estudi la resultant de l'estimació mitjana, en el benentès que l'estructura del servei de recollida i tractament d'escombraries respon sobretot a les necessitats de la població estable i només s'enmotlla temporalment a les exigències d'una forta concentració humana.

El fet de conservar els municipis en el seu grup d'origen no altera la fiabilitat de la mostra, tant és així que els coeficients de correlació entre les diferents magnituds es mantenen per sobre del 0,9. En canvi, la classificació segons la població estimada feia perdre credibilitat. Les dades de població dels municipis turístics escollits figuren en el quadre 5.7.

MUNICIPIS TURÍSTICS DE CATALUNYA. Població estimada.

CIUTAT	1986				1981			
	Població estable		Població estacional		Població estable		Població estacional	
			Habitants	Dies	Habitants	Dies	Habitants	Dies
ARENYS DE MAR	10204	20000	150	18423	10087	20000	150	18306
CASTELLDEFELS	27646	80000	120	53947	24697	90000	120	54286
LLORET DE MAR	13110	175000	120	70645	10463	112500	120	47449
MALGRAT	10728	25000	150	21002	10972	15000	150	17136
PALAFRUGELL	15609	75000	90	34102	15156	30000	90	22553
PALAMOS	12890	72000	90	30643	12376	30000	90	19773
ST. CARLES DE LA RAP	10271	25000	60	14381	10051	15000	60	12517
SITGES	11608	50000	110	26676	11844	55000	110	28419
VENDRELL	13334	60000	90	28129	11661	40000	90	21524

1.b. Producció de RSU.

La producció de RSU s'ha mesurat en tones anuals, procedents tant de la recollida domiciliària com de la neteja de carrers. No es disposa d'informació referent a la producció de residus industrials perquè és difícil mesurar-ne el volum i els ajuntaments no en tenen dades.

Es possible que les dades de residus facilitades per algunes corporacions municipals incloguin aquesta producció i altres no. Davant la impossibilitat d'esbrinar la procedència exacta dels RSU, hem optat per pendre les xifres tal i com figuren en la informació de base sense entrar en altres consideracions.

2. INPUTS.

2.a. Cost del servei.

El cost del servei és una variable que necessàriament cal incloure en qualsevol anàlisi d'eficiència. En aquest cas està mesurat en milers de pessetes corrents gastades anualment, que corresponen a les dotacions que figuren en el pressupost ordinari de cada ajuntament. Per tant, hem hagut de desestimar els recursos que addicionalment es puguin destinar a millorar-ne la infraestructura.

2.b. Personal ocupat en el servei.

Aquest segon input inclou, per una banda, els

treballadors directes (escombriaires, conductors, etc.) i, per l'altra, el personal administratiu i els responsables municipals de l'àrea.

Ja hem comentat anteriorment la conveniència de comptar amb altres indicadors d'inputs com podrien ser el material mòbil disponible o, preferentment, el seu cost anual mesurat en termes d'amortitzacions.

La inexistència en l'administració municipal d'un procediment per al càlcul anual de l'amortització dels elements materials i la impossibilitat d'accedir en les empreses concessionàries a una informació diferenciada per municipis impedeixen contemplar les amortitzacions com un factor del servei. Les referències a equipament emprat són més assequibles, però no estaven contemplades en la informació de base.

Les dades sobre les quatre variables que acabem de definir es detallen a l'annex 1 d'aquest capítol.

5.4.3. Procés i resultats de l'avaluació.

5.4.3.1. Avaluació de l'eficiència d'una mostra de municipis de Catalunya.

Per a l'avaluació de l'eficiència agregada i tècnica de la prestació del servei de recollida i tractament de RSU hem utilitzat les formulacions (4.27) i (4.58), respectivament.

Per tal com els outputs elegits són difícilment modificables pels responsables municipals, hem seguit el criteri de minimització. Així doncs, amb uns outputs fixats, cal aconseguir l'eficiència tot minimitzant l'us dels factors.

Per a cadascun dels anys examinats hem aplicat a cada grup de municipis sengles acomodacions del model, per tal de poder comparar observacions el més homogènies possible. En cada una de les sis aplicacions hem calculat les tres estimacions de l'eficiència -agregada, tècnica i d'escala- de les poblacions de cada grup. Els resultats globals de les diferents iteracions del models d'avaluació figuren en el quadre següent:

Quadre 5.8

MUNICIPIS DE CATALUNYA. Estimació global de l'eficiència.

MUNICIPIS (habitants)	1981						1986					
	EA		ET		ES		EA		ET		ES	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
MUNICIPIS EFICIENTS												
10.000 - 20.000	4	22,2	8	44,4	4	22,2	3	16,7	5	27,8	3	16,7
20.000 - 50.000	3	18,7	3	18,7	3	18,75	4	25,-	7	43,7	4	25,-
mes de 50.000	4	30,8	6	46,2	4	30,8	3	23,1	8	61,5	3	23,1
TOTALS	11	23,4	17	36,1	11	23,4	10	21,3	20	42,6	10	21,3

MITJANA EFICIENCIA

10.000 - 20.000	0,735388	0,880321	0,834534	0,688574	0,737780	0,931329
20.000 - 50.000	0,594368	0,726217	0,809067	0,809156	0,876920	0,926803
mes de 50.000	0,865888	0,892641	0,971882	0,875522	0,922959	0,949333

EA = eficiència agregada
ET = eficiència tècnica
ES = eficiència d'escala

N = nombre de municipis
% = percentatge sobre total grup

En termes generals el nombre de municipis que gestionen eficientment els seus recursos no supera el 45% de la mostra, percentatge que minva si es té en compte la seva dimensió òptima. En aquest sentit, no s'observen diferències considerables entre l'any 1986 i el 1981.

De l'anàlisi particular de la situació de cada grup es dedueix que la gestió de l'any 1986 ha estat més positiva que la de l'any anterior, exceptuant la del grup de municipis menors.

Aquest grup, que ha perdut bon nombre de poblacions eficients, assoleix ultra això uns nivells superiors d'ineficiència. Si bé és el que presenta un menor cost per habitant i per tona produïda, compta amb una dotació relativa de personal superior, derivada potser del menor grau de mecanització de la prestació del servei. S'ha detectat en tota la mostra una relació constant entre el grau d'eficiència i la xifra de treballadors per habitant, cosa que ens permet atribuir la inefficiència detectada en aquestes poblacions a l'excés de personal.

En el quadre 5.9 es pot observar com l'empitjorament en el grau d'eficiència ha estat general; només sis municipis milloren l'eficiència agregada i tres l'eficiència tècnica. L'augment experimentat en l'eficiència d'escala, cal atribuir-lo a una millor dimensionament del servei en les unitats eficients que situen la frontera més a prop de la que definirien uns rendiments constants d'escala.

Els municipis entre 20.000 i 50.000 habitants presenten els millors resultats. Una gran majoria ha augmentat la seva eficiència, tant tècnica com agregada, però encara són pocs els que actuen en condicions òptimes.

CIUTATS DE CATALUNYA. Estimació de l'eficiència.

CIUTAT	1981			1986		
	AGREGADA	TECNICA	ESCALA	AGREGADA	TECNICA	ESCALA
Entre 10.000 i 20.000 habitants						
1 ARENYS DE MAR	0,806429	1	0,806429	0,517670	0,522089	0,991536
2 BALAGUER	1	1	1	0,638801	0,640136	0,997915
3 CASTELLAR DEL VALLES	0,727301	0,843724	0,862013	0,592309	0,603984	0,980670
4 LLORET DE MAR	0,618981	1	0,618981	0,950833	1	0,950833
5 MALGRAT	0,79981	0,966584	0,827460	1	1	1
6 MOLINS DE REY	0,713508	0,92602	0,770510	0,573401	0,586902	0,976996
7 OLESA DE MONTSERRAT	1	1	1	0,879171	0,880671	0,998297
8 PALAFRUGELL	0,419522	0,638753	0,656783	0,675282	1	0,675282
9 PALAMOS	0,761832	1	0,761832	1	1	1
10 RIPOLL	0,721535	0,774266	0,931895	0,878838	0,952381	0,922780
11 ST. CARLES DE LA RAPIT	0,574988	0,609704	0,943061	0,793140	0,808197	0,981370
12 SANT JUST DESVERN	0,853927	0,950245	0,898639	0,539446	0,560491	0,962453
13 STA. PERPETUA MOGODA	1	1	1	0,600639	0,691191	0,868991
14 SEU D'URGELL	0,521757	0,645714	0,808031	0,516860	0,567924	0,910087
15 SITGES	0,6653	1	0,665300	0,373158	0,488034	0,764615
16 TARREGA	0,493587	0,572152	0,862685	0,453635	0,545455	0,831663
17 TORELLO	1	1	1	1	1	1
18 VENDRELL	0,558513	0,918623	0,607989	0,411150	0,432589	0,950440
Entre 20.000 i 50.000 habitants						
1 BARBERA DEL VALLES	1	1	1	0,583707	0,666039	0,876386
2 CASTELLDEFELS	1	1	1	0,713269	1	0,713269
3 GAVA	0,575113	0,854906	0,672721	0,847768	0,847804	0,999958
4 GRANOLLERS	0,486657	0,692245	0,703013	0,678146	1	0,678146
5 MOLLET DEL VALLES	0,606476	0,842941	0,719476	0,72408	0,727183	0,995733
6 MONTCADA I REIXACH	0,294472	0,318482	0,924611	0,752421	0,784882	0,958642
7 RIPOLLET	0,597365	0,607763	0,982891	0,756262	0,87529	0,864013
8 RUBI	0,447837	0,683316	0,655388	0,936803	1	0,936803
9 ST. ADRIA DEL BESOS	0,436312	0,476408	0,915837	0,748658	0,763822	0,980147
10 ST. FELIU LLOBREGAT	0,582155	0,872405	0,667299	0,646099	0,648887	0,995703
11 SANT JOAN DESPI	1	1	1	1	1	1
12 ST. VICENC DELS HORTS	0,208860	0,348956	0,598528	1	1	1
13 TORTOSA	0,286677	0,371366	0,771953	0,71408	0,740441	0,964398
14 VILADECANS	0,777463	0,910334	0,854041	1	1	1
15 VILAFRANCA PENEDES	0,644398	0,799223	0,806281	1	1	1
16 VILANOVA I LA GELTRU	0,566104	0,841124	0,673033	0,845196	0,976368	0,865653
Mes de 50.000 habitants						
1 BADALONA	1	1	1	0,899935	0,926585	0,971238
2 Cerdanyola	0,963687	1	0,963687	0,801607	1	0,801607
3 CORNELLA	1	1	1	1	1	1
4 HOSPITALET LLOB.	0,790445	1	0,790445	0,963004	1	0,963004
5 LLEIDA	0,755253	0,755411	0,999791	0,691877	0,691995	0,999829
6 MATARO	0,828523	0,846878	0,978326	0,948482	1	0,948482
7 PRAT DE LLOBREGAT	0,897705	0,94457	0,950385	0,925732	1	0,925732
8 REUS	0,715752	0,722203	0,991068	0,859526	0,892737	0,962799
9 SABADELL	0,808879	0,816498	0,990669	0,874719	1	0,874719
10 ST. BOI DE LLOBREGAT	0,729315	0,750614	0,971625	1	1	1
11 STA. COLOMA GRAMANET	0,766987	0,768163	0,998469	0,830668	0,836035	0,993580
12 TARRAGONA	1	1	1	0,58623	0,651119	0,900342
13 TERRASSA	1	1	1	1	1	1

El grup dels municipis més poblats és el que globalment actua amb més eficiència tècnica. Només dues poblacions - Badalona i Lleida- han perdut en eficiència tècnica i, juntament amb Reus, Sabadell i Tarragona, han reduït la seva eficiència global.

Si abans atribuïem la ineficiència dels municipis menors a l'excés de personal, aquest mateix argument ens serveix ara per explicar una eficiència major. Els municipis de més de 50.000 habitants són els que tenen una proporció menor de treballadors per habitant i per tona, malgrat que soporten un major cost relatiu.

Per esdevenir eficients, els municipis haurien d' haver reduït els seus inputs en una proporció equivalent al seu grau d'ineficiència. Així, per exemple, Arenys de Mar l'any 1986 hauria hagut d'utilitzar només el 51,76% de les quantitats de recursos que va consumir.

Les mitjanes dels valors òptims dels inputs apareixen en el quadre 5.10 i els resultats individuals de cada grup a l'annex 2.

Si examinem detingudament aquest darrer annex, ens adonarem que, acompanyant la reducció d'inputs, apareixen uns augments dels outputs. Malgrat haver considerat inalterables els valors d'aquests cal imputar les variacions a les variables de folgança que resulten de les solucions del problema de minimització.

En el model DEA, les variables de folgança $\{s_i^+\}$ i $\{s_r^+\}$ representen les possibles millores marginals addicionals, després de reduir les quantitats actuals dels inputs en la proporció λ_o^* . Per a les observacions eficients, les variables de folgança són zero. Per a les unitats inefi-

Quadre 5.10

MUNICIPIS DE CATALUNYA. Mitjanes inputs reals i optims

		1981			1986		
MUNICIPIS (habitants)		10.000 - 20.000	20.000 - 50.000	Mes de 50.000	10.000 - 20.000	20.000 - 50.000	Mes de 50.000

COST SERVEI							
	R	572	597	821	1516	1738	2259
(ptes. per	A	365	311	690	975	1222	1830
habitant)	T	473	260	734	1051	1475	1999

TREBALLADORS							
	R	4,2	3,2	2,5	7,3	6,9	6,4
(per 10.000	A	2,7	1,7	2,1	4,1	4,7	5,3
habitants)	T	3,5	2,1	2,2	4,5	5,5	5,7
=====							
COST SERVEI							
	R	2653	2473	3302	6056	5649	7900
(ptes. per Tn.	A	1728	1273	2783	4101	4429	6494
produida)	T	2218	1027	2944	4341	4938	7167

TREBALLADORS							
	R	2,0	1,3	1,0	2,9	2,2	2,2
(per 1.000 Tn.	A	1,3	0,7	0,8	1,7	1,7	1,9
produides)	T	1,6	0,8	0,8	1,9	1,8	2,0

R = mitjana dels inputs actuals

A = mitjana dels inputs optims en el suposit d'eficiencia agregada

T = mitjana dels inputs optims en el suposit d'eficiencia agregada

cients impliquen la reducció addicional en algun input específic -reducció que podria aconseguir-se si la unitat operés com la més eficient, i suposa la millora addicional en algun output, aconseguible amb la reducció esmentada a aquest nivell reduït d'inputs.

Així doncs tot i considerar els outputs contants, hi pot haver alguns municipis que siguin capaços d'augmentar el volum de servei amb una menor utilització de recursos.

A l'annex 3 es mostren els valors d'aquestes variables de folgança. Per l'any 1981 si Arenys de Mar operés eficientment, és a dir, emprant un 51,77% dels inputs actuals, seria capaç de recollir i de tractat addicionalment 121 tones anuals més de RSU; Molins de Rei podria tenir cura d'una població addicional de 1091 persones; si Tortosa, l'any 1986, actués amb el mínim dels seus recursos, encara podria reduir el nombre de persones ocupades en el servei en 4,4, mesura amb què esdevindria eficient.

- 4

5.4.3.2. Avaluació de l'eficiència segons el tipus de gestió del servei.

No totes les poblacions examinades tenen el mateix tipus de gestió del servei. En la majoria d'elles l'explotació la realitza una empresa privada en concessió que s'ocupa tant de la recollida com de la neteja de carrers. En altres l'ajuntament se n'ocupa directament i, finalment, en poques poblacions s'adopta un sistema mixt.

Val a dir que l'any 1986 -únic de què disposem d'aquesta informació- només set municipis de la mostra opten per una explotació no privada del servei. Tot i així, hem considerat interessant introduir aquesta nova caracterització a l'avaluació de l'eficiència.

Segons el tipus de gestió, hem subdividit els grups de municipis en municipis de gestió privada i municipis de gestió no privada¹⁴. El procés de determinació de l'eficiència és idèntic al seguit en l'avaluació anterior.

Els resultats globals de l'avaluació són els següents:

MUNICIPIIS DE CATALUNYA. Estimació global de l'eficiència. 1986

MUNICIPIIS (habitants)	GESTIO PRIVADA						GESTIO NO PRIVADA					
	EA		ET		ES		EA		ET		ES	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
MUNICIPIIS EFICIENTS												
10.000 - 20.000	3	20,-	5	33,3	3	20,-	1	33,3	2	66,6	1	33,3
20.000 - 50.000	4	26,7	7	46,7	4	26,7	-	-	-	-	-	-
mes de 50.000	3	30,-	5	50,-	3	30,-	1	33,3	2	66,6	1	33,3
TOTALS	10	24,4	17	41,5	10	24,4	2	33,3	4	66,6	2	33,3

MITJANA EFICIENCIA

10.000 - 20.000	0,734733	0,809944	0,911276	0,749862	0,853172	0,893927
20.000 - 50.000	0,815484	0,886018	0,924297	-	-	-
mes de 50.000	0,895471	0,933590	0,957298	0,873520	0,930226	0,938472

14. Hem preferit aquesta classificació menys restrictiva car les dimensions dels subgrups de gestió no privada aconsellen no fer la distinció entre gestió municipal i gestió mixta.

Si comparem aquests resultats amb els del quadre 5.8, observarem que la mitjana de l'índex d'eficiència creix en tots els municipis amb gestió privada i és superior a la dels municipis amb gestió no privada. Pel que fa al nombre de municipis eficients no hi ha canvis, exceptuant el grup de més de 50.000 habitants en què es redueix a 5.

Així doncs, i amb totes les reserves que exigeix una mostra tan reduïda, podríem afirmar que l'eficiència en la gestió del servei de recollida i tractament d'escombraries és superior quan l'explotació del servei és concedida a una empresa privada.

Els municipis de 10.000 a 20.000 habitants continuen essent els que assoleixen una eficiència menor. Però, tot i això, els resultats milloren, quan la gestió és a mans no privades. Aquestes estimacions de l'eficiència superen les obtingudes quan consideràvem de forma global la mostra de municipis d'aquesta dimensió i, també, quan només consideràvem els que tenen l'explotació en concessió. Les poblacions en què el servei és ofert directament o en part per l'ajuntament són les que estan més a prop d'aconseguir l'eficiència, fet que aconsellaria aquest tipus de gestió en els municipis de menor dimensió. Lamentem no disposar d'una mostra més extensa per corroborar aquesta afirmació que considerem vital en les decisions a pendre pels responsables municipals.

Pel que fa al grup de municipis entre 20.000 i 50.000 habitants, les diferències entre l'avaluació per tipus de gestió i l'avaluació global són poc rellevants. Això obeeix al fet que la mostra no ha variat sensiblement. Només Tortosa presenta una forma de gestió diferent de la privada i cal recordar que aquesta ciutat era una de les que assolia menors nivells d'eficiència. Per tant, la

frontera de producció no variarà respecte a la global pel fet de treure una observació.

Com que només hi ha un municipi amb gestió diferent, no hem inclòs les dades d'aquest en el quadre de mitjanes, car l'aplicació del model no té sentit quan només hi ha una observació.

En el grup de les ciutats grans no hi ha variacions d'importància entre les dues avaluacions, ni entre els valors òptims dels inputs (vegeu quadres 5.12, 5.13 i annex 4).

Finalment, cal asenyalar que els valors òptims dels inputs varien segons el tipus de gestió del servei. En tots els grups de municipis, el cost mig del servei és més elevat quan la gestió és no privada; en canvi, el nombre de persones ocupades en el servei té una evolució irregular.

Tot seguit relacionem les poblacions de cada grup que han donat estimacions òptimes d'eficiència en alguna de les avaluacions. Podem observar que la gran majoria de ciutats ha estat estimada eficient més d'una vegada i que en cada grup no hi ha més de dues observacions que hagin estat sempre eficients. És el cas de Sant Joan Despí, Torelló, Cornellà i Terrassa. L'únic grup que incorpora nous municipis eficients a la segona avaluació és el de les poblacions menors. En els altres dos grups la situació ha quedat molt definida en l'avaluació global de l'any 1986.

Quadre 5.14

MUNICIPIS 10.000 a 20.000 habitants	EFICIENCIA				GESTIO 1986			
	1981		1986		PRIV.		NO PR.	
	A	T	A	T	A	T	A	T
ARENYS DE MAR		*						
BALAGUER	*	*						*
LLORET DE MAR		*		*	*	*		
MALGRAT DE MAR			*	*	*	*		
OLESA	*	*						
PALAFRUGUELL				*		*		
PALAMOS		*	*	*	*	*		
RIPOLL						*		
STA. PERPETUA	*	*						
SITGES		*						
TORELLO	*	*	*	*			*	*

MUNICIPIS 20.000 a 50.000 habitants	EFICIENCIA				GESTIO 1986			
	1981		1986		PRIV.		NO PR.	
	A	T	A	T	A	T	A	T
BARBERA	*	*						
CASTELLDEFELS	*	*		*		*		
GRANOLLERS				*		*		
RUBI				*		*		
ST. JOAN DESPI	*	*	*	*	*	*		
ST. VICENC HORTS			*	*	*	*		
VILADECANS			*	*	*	*		
VILAFRANCA			*	*	*	*		

MUNICIPIS Més de 50.000 habitants	EFICIENCIA				GESTIO 1986			
	1981		1986		PRIV.		NO PR.	
	A	T	A	T	A	T	A	T
BADALONA	*	*						
CERDANYOLA		*		*				*
CORNELLA	*	*	*	*	*	*		
HOSPITALET		*		*	*	*		
MATARO				*				
PRAT DE LLOB.				*		*		
SABADELL				*		*		
ST. BOI LLOB.			*	*	*	*		
TARRAGONA	*	*						
TERRASSA	*	*	*	*			*	*

Quadre 5.12

TATS DE CATALUNYA. Estimacio de l'eficiencia 1986
re 10.000 i 20.000 habitants

GESTIO PRIVADA				GESTIO NO PRIVADA			
CIUTAT	AGREGADA	TECNICA	ESCALA	CIUTAT	AGREGADA	TECNICA	ESCALA
re 10.000 i 20.000 habitants							
NYS DE MAR	0,544271	0,558939	0,973757	1 BALAGUER	0,700594	1	0,700594
TELLAR DEL VALLES	0,681910	0,879747	0,775121	2 TARREGA	0,548991	0,559517	0,981187
RET DE MAR	1	1	1	3 TORELLO	1	1	1
GRAT	1	1	1				
INS DE REY	0,614438	0,628990	0,976864				
SA DE MONTSERRAT	0,942331	0,989410	0,952417				
AFRUGELL	0,675282	1	0,675282				
AMOS	1	1	1				
OLL	0,943624	1	0,943624				
CARLES DE LA RAPITA	0,895312	0,958391	0,934182				
T JUST DESVERN	0,616848	0,623608	0,989160				
. PERPETUA MOGODA	0,691615	0,692308	0,998999				
D'URGELL	0,592027	0,890266	0,665000				
GES	0,385331	0,488034	0,789558				
DRELL	0,438012	0,439463	0,996698				

de 50.000 habitants

GESTIO PRIVADA				GESTIO NO PRIVADA			
CIUTAT	AGREGADA	TECNICA	ESCALA	CIUTAT	AGREGADA	TECNICA	ESCALA
ALONA	0,902281	0,933097	0,966974	1 Cerdanyola	0,884562	1	0,884562
NELLA	1	1	1	2 LLEIDA	0,735997	0,790668	0,930855
PITALET LLOB.	1	1	1	3 TERRASSA	1	1	1
ARO	0,948482	0,996148	0,952150				
T DE LLOBREGAT	0,965457	1	0,965457				
S	0,859526	0,891025	0,964649				
ADELL	0,881793	1	0,881793				
BOI DE LLOBREGAT	1	1	1				
. COLOMA GRAMANET	0,810938	0,875247	0,926525				
RAGONA	0,586230	0,640385	0,915434				