

de manera que l'administrat pugui decidir quina ha de ser la composició de la despesa municipal.

Si es vol potenciar el principi d'autonomia que el text constitucional atorga als municipis²⁵, cal impulsar la participació directa dels ciutadans en la gestió municipal, car en l'àmbit local "es uno de los argumentos esgrimidos para defender el principio de autonomía frente al intervencionismo de otras instancias territoriales"²⁶.

L'accentuada intervenció de l'Estat en el finançament de les hisendes municipals, motivada per la insuficiència de recursos que permanentment pateixen els ajuntaments, ha provocat l'aparició d'una sèrie de mesures de control sobre les corporacions locals que n'han limitat l'autonomia. El text refós sobre règim local, en el seu article 179, estableix de forma textual:

"La Administración del Estado podrá comprobar el destino dado por las corporaciones locales a los fondos procedentes de las asignaciones presupuestarias y participaciones en ingresos de carácter finalista, y obtener información sobre el grado de utilización de sus recursos tributarios propios y el nivel de prestación de servicios públicos de carácter básico".

Més endavant, en l'article 453.2 s'exigeix que els ajuntaments de les capitals de província i els de les poblacions de més de cent mil habitants publiquin cada trimestre en el Butlletí Oficial de la Província un estat detallat de

25. Articles 137, 140 i 142 de la Constitució de 1978.

26. J. LLUCH DE ANDRES. "Crisis de las Haciendas Locales y control externo" ap. IV jornadas sobre control..., p. 454.

l'execució dels pressupostos. La publicació d'aquesta informació és indispensable per a l'autorització dels expedients d'emissió de deute i per a la percepció de les quantitats corresponents al "Fondo Nacional de Cooperación Municipal"²⁷.

Són, en efecte, lluny d'assolir l'autonomia promulgada constitucionalment car els ens municipals no són dotats "de los medios suficientes para el desarrollo de sus funciones" (art. 142) i els recursos públics es distribueixen segons uns criteris més centralistes que territorials.

El text constitucional no fa referència expressa a la fiscalització econòmico-financera dels ens municipals per part del Tribunal de Comptes, sinó que només es refereix de forma genèrica al "sector públic", la qual cosa ha suscitat diferents postures doctrinals sobre la inclusió o no dels ajuntaments en el concepte de "sector públic"²⁸.

Tanmateix, l'article 4art. de la llei orgànica del Tribunal de Comptes (LOTC)²⁹, estableix clarament que les corporacions locals són entitats integrants del sector públic, la revisió comptable de les quals correspon al Tribunal, encara que aquest pot delegar les seves funcions a un altre òrgan (D.T. 4arta).

és clar, doncs, que una faceta de la fiscalització externa

27. Per altres obligacions envers l'Estat i la Comunitat Autònoma veure la resta del article.

28. Vid.: E. GONZALEZ GARCIA, M. GONZALEZ SANCHEZ i M. VEGA HERRERO, art. cit., p. 206 i ss. i L. M. CAZORLA PRIETO, op. cit.

29. LOTC de 12 de maig de 1982 (BOE 21 de maig).

de l'activitat econòmico-financera de les corporacions locals correspon al Tribunal de Comptes i que, com hem assenyalat, aquesta funció inclou els controls d'eficiència, d'economia i de legalitat.

2.3. El control de gestió en les administracions públiques.

Hem posat de manifest el nostre interès per una de les àrees de control a què es sotmeten les activitats de les administracions públiques: el control d'eficiència, exercit per la pròpia administració que realitza la despesa.

Aquest control d'eficiència que comprèn tots els aspectes que fan referència a la gestió de l'entitat és l'anomenat: **control de gestió**. Aquest terme és emprat amb freqüència en el context de l'empresa privada, però no en l'àmbit de l'administració pública.

El control de gestió "is the process by which managers assure that resources are obtained and used effectively and efficiently in the accomplishment of the organizations's objectives"³⁰. En conseqüència, es basa en dos criteris fonamentals: l'eficàcia (acompliment dels objectius previstos) i l'eficiència (acompliment dels objectius al mínim cost).

30. R.N. ANTHONY, Planning and Control Systems: A framework for analysis. Boston: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1965.

Per a A. Burlaud³¹, "le contrôle de gestion est une langue qui porte en lui un système de valeurs, favorisant par conséquent certains comportements":

- a) Tota organització pren consciència del cost dels factors i dels mitjans emprats en la producció, i pressiona perquè s'aconsegueixi la màxima productivitat.
- b) Cada element de l'organització pren consciència de la seva participació en el tot. L'elaboració dels pressupostos per iteracions és una estructura de diàleg i d'integració dels diferents components de l'empresa.
- c) Cadascú es fa responsable de l'acompliment d'un objectiu amb una recursos limitats. La divergència entre el fi proposat i la realitat obtinguda servirà per a avaluar la tasca.

L'interés creixent per assajar nous sistemes i tècniques per promoure una gestió més racional del sector públic va motivar, en els anys 60 i 70, l'adaptació progressiva de tècniques de planificació i de control experimentades en el sector privat i l'aparició de certes concepcions que fins llavors havien estat circumscrites a l'àmbit empresarial.

Malgrat les semblances existents entre les organitzacions públiques i les privades, els objectius intrínsecs de cadascuna d'elles són ben diferents. L'empresa privada persegueix la màxima rendibilitat, mentre que les institucions públiques han de procurar maximitzar la qualitat i quantitat del servei ofert, tot minimitzant els costos i

31. A. BURLAUD, "Management Public et contrôle de gestion". Formation et Gestion, nº 39, setembre 1986, p. 87.

respectant les limitacions pressupostàries.

Això fa que des de la perspectiva del control de gestió, es puguin determinar unes especificitats de les organitzacions públiques que en dificulten el desenvolupament:

- a) Les administracions públiques tenen encomanades múltiples missions, la qual cosa fa que es plantegin múltiples objectius que sovint són antagònics. A més a més, es pot donar una paradoxa entre la racionalitat econòmica d'oferir un servei de resultats funestos i de costos desorbitats, i la racionalitat política que obliga a prestar-lo per motius de necessitat pública o de imperatius socials.

Aquesta contraposició d'objectius també es planteja a nivell organitzatiu, car en les organitzacions públiques conviuen uns dirigents polítics amb voluntat de satisfer el ciutadà que els ha escollit, i uns quadres tècnics que tenen la responsabilitat de menar una gestió el més eficient possible.

- b) El repartiment dels costos per activitat topa amb la dificultat de mesurar la qualitat i el volum del servei ofert. Moltes vegades els serveis públics són activitats del sector terciari que impliquen múltiples serveis (p.e. guàrdia urbana). Això comporta una definició abstracte del seu output i una descripció del seu cost en termes d'unitats per mitjà de producció més que no pas en termes d'unitats per servei ofert.

A aquesta situació de manca de definició del "producte", cal afegir-hi la d'indefinició de les fronteres de l'organització, puix que molts serveis són oferts

conjuntament per dues o més administracions alhora.

- c) Els instruments comptables de què estan dotades les institucions públiques són inadequats per implantar i mantenir un control de les seves activitats econòmiques.

L'actual sistema comptable, basat en el principi de la partida simple i en el control de la utilització dels crèdits pressupostaris està orientat fonamentalment a controlar la utilitat dels recursos públics. Però no tant per assegurar-ne l'eficiència en la gestió, com per no excedir-se dels límits imposats.

Un sistema de comptabilitat analítica - que facilitaria informació per controlar eficientment la gestió de les entitats públiques- no s'ha implantat per dificultats tècniques (valoració de la "producció", càlcul de les amortitzacions,...)³² i a causa del particular sistema comptable-administratiu dels ens públics.

R.N. Anthony i R. Herzlinger³³ suggereixen que un bon sistema de control de gestió ajuda als gestors a tenir millors plans i alhora assegura un índex més elevat de consecució dels objectius proposats.

32. Hi ha hagut intents força interessants de dissenyar un sistema de càlcul de costos com el desenvolupat pels SEMINARIOS 2 Y 3. ADMINISTRACION FINANCIERA Y PLANIFICACION. Manual de Contabilidad de Costes para las Corporaciones Locales. Instituto de Estudios de la Administración Local, Madrid 1976. Més recentment, l'O.M. de 20 de setembre de 1983 que aprova el text que desenvolupa el grup 9 del Pla General de Comptabilitat Pública, (BOE 1 de novembre).

33. R.N. ANTHONY i R. HERZLINGER, Management Control in Nonprofit Organizations. Homewood, Illinois: R.D. Irwin Inc. 1975, p.78-180.

El sistema hauria de comprendre:

1. Un conjunt eficaç de procediments pressupostaris.
2. Procediments per mesurar les relacions input-output.
3. Informació de l'activitat financera desenvolupada a través de línies autoritat-responsabilitat.
4. Procediments d'assignació de costos que facilitessin l'establiment del preu apropiat dels serveis oferts als usuaris.

Aquest model de control inclou un sistema comptable estructurat en termes de programes i de responsabilitat dins l'organització. Esdevé necessària, doncs, la dotació d'instruments comptables i estadístics que permetin l'avaluació de les activitats desenvolupades i que, alhora, facilin la tasca d'elaboració de pressupostos futurs a partir d'uns criteris de racionalitat econòmica.

Però, per al bon funcionament d'un circuit administratiu de control intern és indispensable la col.laboració de tots els implicats i, en particular, la dels responsables dels diferents centres o departaments que caldrà motivar perquè utilitzin eficientment els recursos assignats.

Anthony i Herzlinger proposen com a mesura per suscitar aquesta col.laboració, la participació de cadascun dels responsables dels centres en el procés d'elaboració del pressupost, per tal d'informar-los dels recursos de què disposen, i de responsabilitzar-los dels costos que ells poden controlar, així com de les desviacions que es puguin presentar entre les despeses pressupostades i les reals³⁴.

Completaran la informació anterior la mesura de les relacions input-output i el disseny d'uns sistemes d'assignació de costos per centres que facilitin l'establiment del preu dels serveis oferts als usuaris i permetin avaluar-ne el cost.

Totes aquestes dades possibilitaran les anàlisis de l'eficiència i el control de la gestió de l'entitat, i proporcionaran una base objectiva dels resultats de l'activitat que permetrà les comparacions amb les previsions i amb els resultats de períodes anteriors o d'entitats semblants.

Tal com hem dit més amunt, es fa difícil valorar quantitativament l'output de les activitats de les administracions públiques, puix que es tracta fonamentalment de actuacions que comporten la prestació d'un servei. Malgrat que en alguns casos s'utilitzin dades dels inputs per substituir aquesta mesura, cal arribar a fer una estimació de l'output ofert si es vol tenir una idea del grau d'eficiència amb què es desenvolupen les actuacions. En capítols posteriors tractarem aquesta problemàtica més acuradament.

A l'últim, per aconseguir un model de control de gestió íntegre, cal establir un sistema pressupostari adequat. No

-
34. Aquest és un principi de la Comptabilitat Responsable que estableix que "una persona només pot ésser avaluada en base els factors que controla" (Baiman). L'ús d'aquest tipus de comptabilitat és una important característica dels sistemes de control de gestió.

Vid.: S. BAIMAN, "Agency Research in Managerial Accounting: A Survey". Journal of Accounting Literature, 1982. Per contrastar, vid.: S. BAIMAN i J. NOEL. "Noncontrollable Costs and Responsibility Accounting". Journal of Accounting Research, vol. 23, nº 2, tardor 1985, p. 486-501. En aquest treball es proposa un possible model per avaluar els gestors en base els costos sobre els quals no exerceixen cap mena de control.

només és important disposar d'instruments que permetin una avaluació dels resultats obtinguts, sinó que cal millorar-los tot perfeccionant la planificació i la programació.

En el camp de les tècniques pressupuestaries s'han esmerçat molts esforços per crear noves eines que facilitin la tasca de l'elaboració del pressupost i de la seva avaluació posterior. Tot seguit comentarem aquelles que han tingut més ressò o bé que han estat més experimentades. S'exclou, per descomptat, el pressupost tradicional (incrementalista).

2.3.1. Procediments pressupostaris.

La planificació és el primer requisit per aconseguir una eficient utilització dels recursos. El pressupost és l'expressió financera dels plans d'una organització a curt termini, per això, ha esdevingut el mitjà més important del control de gestió.

Des de la perspectiva de la planificació financera de l'administració es poden distingir bàsicament dos tipus de pressupostos:

1. Pressupostos d'inversions, fonamentats en les assignacions de recursos per a béns que tenen una durada superior a un període pressupostari.
2. Pressupostos funcionals o operatius per centres.

El principal problema de gestió dels pressupostos d'inversions rau en l'assignació de recursos, és a dir, en l'elecció entre diferents alternatives d'aplicació dels recursos limitats, les quals responen més a consideracions socials que no pas a consideracions econòmiques. Les principals tècniques aplicades en la planificació i selecció d'inversions són el flux descomptat de caixa i el PERT que fins i tot permet el subseqüent control de realització.

Abans de comentar les principals tècniques d'elaboració dels pressupostos funcionals, cal fer una distinció entre els diferents tipus de centres que configuren una entitat pública: els anomenats "centres input-output" i els "centres input".

Les activitats d'un "centre input-output" són sovint repetitives i els outputs produïts són mesurables, és a dir, quantificables en valor monetari (p.e. servei d'extinció d'incendis). Aquesta identificació de l'output facilita la seva comparació amb els objectius previstos i la possibilitat d'encaminar els esforços cap a aquells aspectes més desatesos de l'activitat.

Els "centres input" són aquells que desenvolupen unes tasques de caràcter administratiu o gestor de l'entitat (p.e. intervenció, recaptació d'impostos, etc.). Així doncs, els seus outputs són difícilment mesurables i no tenen efectes directes en la quantitat i qualitat dels serveis oferts.

La principal tècnica pressupostària per als "centres input-output" es basa en els mètodes clàssics d'establiment d'objectius expressats en diners i en l'anàlisi de desviacions entre l'objectiu i la realitat. El principal problema de gestió d'aquest tipus de centres és coordinar

els esforços per aconseguir la millor ratio possible entre els outputs i els inputs ja que aquests normalment, no poden ésser controlats per decisions discrecionals dels gestors. El volum de recursos disponibles és fixat per decisions polítiques o per limitacions pressupostàries a les quals s'han d'acomodar els responsables dels diferents centres.

El control de la gestió dels pressupostos operatius per "centres input" afronta dos problemes principals: l'assignació dels recursos i la motivació per l'activitat. Com que no existeix una relació directa entre l'activitat desenvolupada per l'entitat i els outputs produïts, la variació en l'assignació dels recursos no representa cap efecte mesurable sobre els outputs.

En la gestió dels "centres input" és fonamental la motivació de les persones implicades. La seva actuació no es pot valorar en termes d'objectius assolits o consecucions, sinó que s'ha de valorar amb criteris més subjectius. S'han de buscar incentius que menin els implicats a aconseguir una activitat òptima o, si més no, satisfactòria.

En el camp dels pressupostos operatius per centres és on han proliferat les noves tècniques de control de gestió. Entre els anys 60 i 70 es va donar, sobretot als Estats Units, una gran importància a la planificació i als sistemes pressupostaris del sector públic, amb la consegüent aparició de tècniques tals com el pressupost per programes (Planning Programming Budgeting System, PPBS), l'anàlisi cost-benefici (CBA), el pressupost base zero (Zero Base Budgeting, ZBB) o la gestió per objectius (Management by Objectives, MBO).

2.3.1.1. El pressupost per programes. (Planning, Programming and Budgeting System, PPBS).

El pressupost per programes és una tècnica, els antecedents de la qual, pel que fa a la seva adaptació al sector públic, es troben als Estats Units en la dècada dels anys 60. Va ser introduït en l'administració pública nordamericana per Robert McNamara quan va ocupar el càrrec de secretari de defensa. A partir de l'any 1965 la seva aplicació es va estendre a tot el govern federal.

Es un procediment per avaluar l'eficiència i eficàcia de nous programes. A. Norton i F. Wodgewood-Oppenheim³⁵ el defineixen com:

"a comprehensive model of integrated procedures for analyses of government objectives and activities within and output-orientated programme structure, leading to a multi-year programme and financial plan and a reformed budget which would incorporate both input and output data. There was a strong emphasis on spelling out objectives of programmes, developing alternatives and evaluating these by systematic costs and benefits".

El PPBS és una tècnica pressupostària pensada per a totes les organitzacions i aplicable, particularment, a les de nivell institucional. Sotmet a una anàlisi sistemàtica els programes d'activitats de l'organització abans que siguin endegats, per determinar com poden ésser desenvolupats de la forma més eficient possible.

35. A. NORTON i F. WEDGEWOOD-OPPENHEIM: "The concept of Corporate Planning in English Local Government-Learning from its History". Local Government Studies, setembre-octubre, 1981, p. 58.

Per això, intenta descriure tan explícitament com sigui possible els objectius del programa o dels serveis que el configuren, ja que tot el sistema es basa en aquesta quantificació. Establerts els objectius, es procedeix a definir els diferents programes que permetran aconseguir-los.

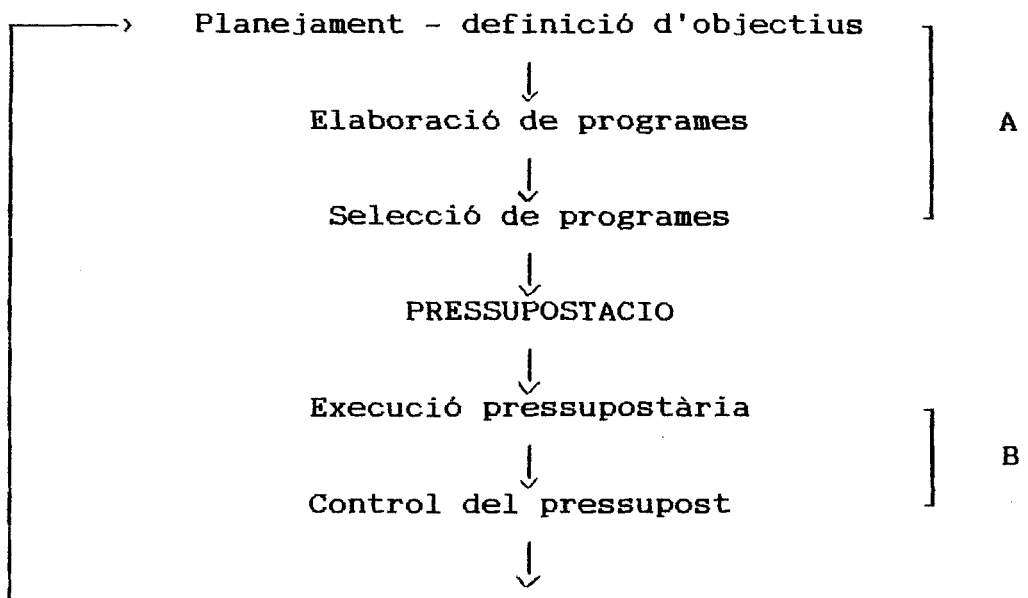
Es valoren a nivell de costos cadascun dels diferents programes alternatius i es determinen les relacions causa-efecte entre els objectius i recursos consumits per assolir-los. En aquest sentit, és una tècnica que relaciona beneficis previstos (outputs) amb costos previstos (inputs) i a la vegada constitueix una eina útil per analitzar els costos i per estudiar les possibilitats de contenció.

L'avaluació dels resultats de l'activitat (eficiència) es basa en la comparació costos-beneficis. S'analitzen els programes existents i els seus costos, tant directes com indirectes i, per tant, és indispensable en aquesta etapa el suport d'eines analítiques necessàries per a mesurar ambdues magnituds.

Malgrat que la durada dels programes pot ésser plurianual, els crèdits necessaris per finançar-los i la dotació de cada programa s'estructurarà per cicles anuals, tot respectant la naturalesa del pressupost de gestió habitual. El procés acaba amb l'execució i el control del pressupost, que caldrà desenvolupar en els termes exigits per la tècnica pressupostària comuna.

De forma esquemàtica podem definir el procés del PPBS de la manera següent³⁶:

36. S. HERRERO SUAZO y V. GUEROL BELLIDO, op. cit., pag. 71.



En aquest circuit l'etapa de pressupostació és bàsica car fa de lligam entre la fase de decisió (A) i la fase de gestió (B). El sistema no rutllarà si no es produeix aquest lligam que ha estat la principal deficiència en la seva implantació real.

El PPBS és una tècnica que poden emprar tant els gestors interns com els controladors externs per avaluar nous programes. Quan existeixi una limitació de recursos per subministrar un servei determinat -situació per altra banda habitual- es seleccionarà aquell programa que assoleixi millor els objectius previstos.

Però aquesta tècnica no solament és útil per a l'avaluació de nous programes o d'altres ja existents, sinó que també es pot emprar per establir prioritats entre diferents programes alternatius. Aquell programa que obtingui uns "beneficis" majors en relació als costos, serà el de

primera implantació.

De totes maneres, aquest procediment no ha esdevingut la solució a tots els problemes de planificació i de racionalització del sistema tradicional de pressupost de les administracions públiques, degut a les diferents fallades observades en la seva implementació pràctica.

La principal crítica imputable és que pressuposa una situació d'outputs mesurables. Moltes vegades, en determinades àrees d'actuació de les administracions públiques, els objectius són ambigus i s'esdevenen situacions de conflicte entre ells. Si a més a més hi afegim la falta de coneixement de la relació entre mitjans i efectes d'una activitat en concret i la sujecció als canvis ràpids de l'entorn o ambientals es multipliquen les dificultats per mesurar les dades dels outputs en termes monetaris o quantitativus. En aquesta situació hom opta per buscar alguns substitutius més simples, que no sempre són els més adequats.

En aquest sentit el PPBS és més útil per a operacions de planejament general de tipus macroeconòmic, puix que aquelles comporten grans decisions sobre l'assignació de recursos i tenen uns objectius més fàcilment mesurables, que no pas en la gestió pressupostària habitual. Els principals inconvenients pràctics que planteja l'adopció del PPBS són la quantitat de paperassa que genera, la dissociació entre el termini del programa i el període pressupostari (normalment anual) i la manca d'informació i de formació de gestors i polítics sobre els seus fonaments, fet que ha provocat reticències a l'hora de la seva utilització i posterior avaluació.

Les administracions públiques estan mancades d'un verita-

ble sistema de comptabilitat analítica que permeti fer un seguiment acurat de les realitzacions dels programes i estan subjectes a un pressupost normatiu classificat per categories econòmiques que és poc flexible i impedeix un control estricte dels objectius proposats anualment.

Cal dotar l'administració pública de mitjans i instruments administratius i comptables que se adequin a les exigències de la planificació financera moderna. En aquesta tasca és indispensable la col.laboració de tots els responsables polítics i tècnics, els quals s'hauran de formar en l'aplicació de noves tècniques pressupostàries. Això vol dir que l'adopció d'un determinat sistema d'elaboració dels pressupostos va més enllà d'un simple canvi en la seva presentació; demana una renovació de l'estructura administrativa de l'entitat.

Malgrat aquests defectes, cal reconèixer una important aportació del PPBS a la millora de la racionalitat en l'assignació dels recursos públics. Ha suprimit el caràcter "incrementalista" del pressupost tradicional i ha anul.lat la improvització en la presa de decisions, tot subordinant el pressupost a l'anàlisi dels objectius. A més a més, com que ofereix informació sobre costos i objectius, permet una gestió més eficient i un control dels resultats.

El PPBS ha estat objecte de diferents adaptacions o reelaboracions tals com el sistema francès RCB (Racionalització d'Eleccions Pressupostàries) i el sistema pressupostari suec (SEA, Sistema Administratiu Econòmic de l'Estat). Aquest adopta els conceptes bàsics del PPBS, a través d'un procés d'implantació que enfatitza els aspectes de gestió (comptabilitat de costos) i l'estimació dels efectes de la despesa (control d'eficàcia)³⁷.

A Espanya el pas del sistema pressupostari tradicional a un sistema de pressupost per programes ha travessat dues etapes clarament diferenciades. La primera referència a aquest tipus de pressupost aparèix en una ordre ministerial de l'1 d'abril de 1967³⁸ que contempla la possibilitat d'anar aplicant paulatinament a les despeses corrents l'assignació de crèdits pressupostaris en funció dels programes a desenvolupar.

Però la seva implantació no s'actualitza clarament fins a la LGP de 1977 on s'estableix la classificació per programes de totes les magnituds del pressupost³⁹. A partir de l'exercici de 1979 s'inicia la seva implantació en dos departaments ministerials i en l'exercici de 1982⁴⁰ es preveu la seva aplicació generalitzada.

En aquesta primera etapa, els pressupostos generals de

37. Per analitzar amb més detall les tècniques pressupostàries comentades, veure: R.L. BENEYTO JUAN, "Evolución de los sistemas presupuestarios en Europa". Hacienda Pública Española, nº 51, 1978, p. 165-188; G. RUNE BERGGREN, "Desarrollo y futuro de las técnicas presupuestarias en Suecia". Hacienda Pública Española, nº 58, 1979, p. 279-290; T. BLASCO SANCHEZ i J.L. CUEVA CALABIA, "Estado actual de la presupuestación por programas: el presupuesto a media plazo". Hacienda Pública Española, nº 102-103, 1986, p. 91-100.

38. O.M. d'1 d'abril de 1967 sobre nova estructura dels pressupostos de l'Estat (BOE 10 d'abril), apartat 2, norma 3.

39. Llei 11/1977 de 4 de gener general pressupostària, art. 53:

"1ª. Los estados de gastos de los Presupuestos Generales del Estado aplicarán las clasificaciones orgánica, funcional, por programas y económica.

.....

c) Cada departamento u Organismo Autónomo establecerá, de acuerdo con el Ministerio de Hacienda, un sistema de objetivos que sirva de marco a su gestión presupuestaria y, de conformidad con ellos, se clasificarán los créditos por programas".

l'Estat tenen en compte una doble vessant: una estructura tradicional, que manté la triple classificació dels crèdits (orgànica, econòmica i funcional) basada en el incrementalisme, i una estructura que defineix els objectius, les activitats i les dotacions de cada programa, a efectes exclusivament informatius i estadístics.

En la memòria dels pressupostos generals de l'Estat per a l'any 1983 s'assenyala la poca eficàcia del nou sistema, ja que "no supone otra cosa que la continuación de un proceso de escasa significación en lo que se refiere a los propósitos racionalizadores en este terreno" atés que "su elaboración no es otra cosa que un subproducto del presupuesto financiero" i "a su carácter no vinculante, ante lo cual cabria preguntarse por la utilidad del documento".

Les causes que van contribuir al poc èxit de la implementació del PPBS a Espanya en l'etapa 1978-1982 són les següents⁴¹:

40. Llei 74/1980 de 29 de desembre que aprova els pressupostos de l'Estat pel 1981. (BOE 30 de desembre), art. 31:

"Para el ejercicio de mil novecientos ochenta y dos, el Gobierno presentará el presupuesto por programas de los departamentos ministeriales, de sus Organismos Autónomos y de la Seguridad Social".

Per a l'evolució del pressupost per programes a Espanya, veure: J. BAREA, "Pasos para la implantación en España del Presupuesto por Programas". Hacienda Pública Española, nº 11, 1971, p. 319-328; C. ARGUELLO REGUERA i J. PALACIOS RODRIGO, "El Presupuesto por Programas en España". Hacienda Pública Española, nº 50, 1978, p. 279-289; A.M. CARREÑO RODRIGUEZ-MARIBONA i A. GONZALEZ FINAT, "El primer Presupuesto por Programas del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo". Hacienda Pública Española, nº 58, 1979, p. 129-152; S. HERRERO SUAZO i V. QUEROL BELLIDO, op. cit., p. 72 i ss.; L.R. BENYTO, "La elaboración del primer presupuesto por programas en el Ministerio de Hacienda". Presupuesto y Gasto Público, nº 9, 1981, p. 19-45.



1. La manca d'una veritable decisió política, efectiva i real per implantar el nou sistema, que va frenar el procés d'implantació del nou pressupost i les tasques de formació del personal.
2. La manca de reforma de l'organització que continuà essent la mateixa amb molt poques modificacions. L'única aportació en aquest sentit va ser la creació de les oficines presupuestaries en els diferents departaments ministerials.
3. La poca transformació del procés que continua mantenint un pressupost administratiu vinculant i adopta l'elaboració simultània de pressupostos per programes, amb caràcter addicional i implementació gradual. Es doncs, un període de dualitat en què ambdós sistemes estan deslligats de tota coordinació i en què la planificació i el pressupost discorren per camins paral·lels.

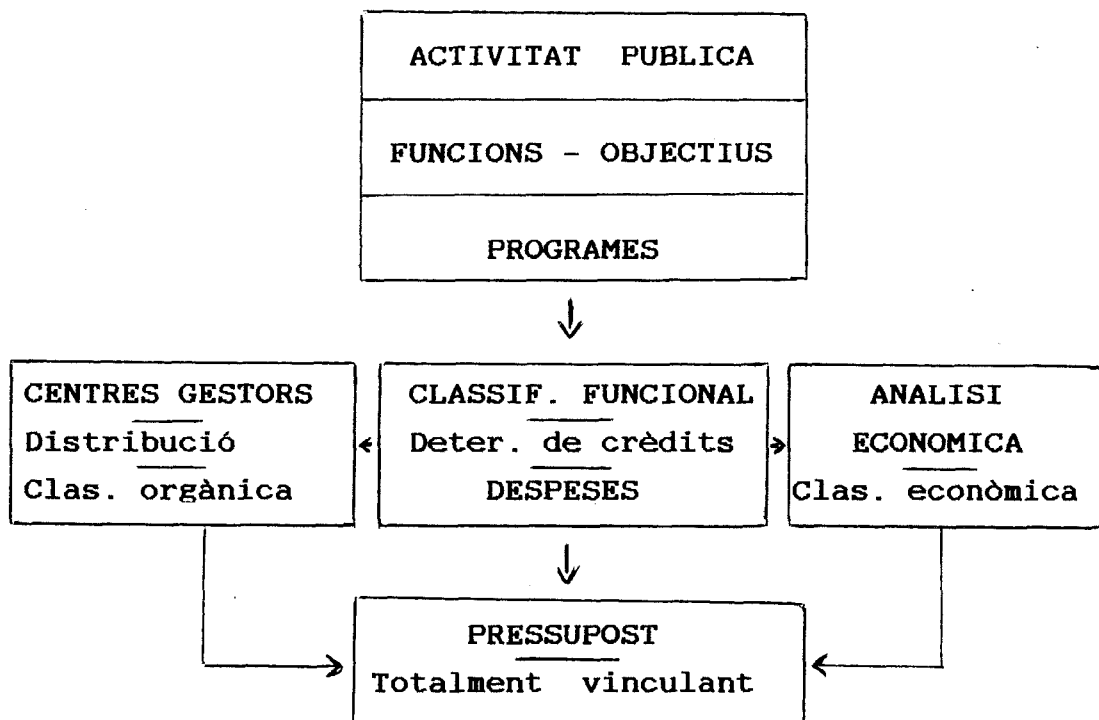
Amb la publicació de les normes d'elaboració dels pressupostos per a l'any 1984⁴², s'inicia una nova etapa en la seva confecció. S'estableix un pressupost únic amb una triple classificació combinada: orgànic-funcional, econòmic-funcional i econòmic-orgànica que, si bé en certa manera coincideix amb l'estructura anterior, mostra una clara diferència perquè introdueix la vinculació entre tres classificacions i dona prioritat a la funcional quant

41. Vid.: S. HERRERO SUAZO i V. QUEROL BELLIDO, op. cit., p. 76 i V. QUEROL BELLIDO, "Hacia un nuevo modelo presupuestario. Los Presupuestos Generales del Estado para 1984". Presupuesto y Gasto Público, nº 18, 1983, p. 133-150, i T. BLASCO SANCHEZ i J.L. CUEVA CALABIA, art. cit., p. 92.

42. O.M. de 17 de juny de 1983, sobre les normes per a l'elaboració dels pressupostos de l'Estat pel 1984 (BOE 23 de juny), III, 1.2.

a l'assignació de recursos.

Gràficament, el procés pressupostari queda definit de la forma següent⁴³:



Els elements fonamentals que diferencien aquesta etapa de l'anterior són:

1. El caràcter vinculant i general d'un pressupost únic que incorpora una estructura de programes de despesa en les actuacions de l'administració de l'Estat i en la dels organismes autònoms.
2. El reconeixement que és inviable mantenir un pressupost administratiu quan es pretén una racionalitat en l'assignació dels recursos.

43. Extret de V.QUEROL BELLIDO, op. cit., p. 142

3. El reconeixement que l'adopció d'un pressupost de la despesa per programes comporta "un proceso de reformas en la organización administrativa y en las técnicas de control, tanto interno como externo".
4. La integració de les previsions a mig termini a través de l'elaboració d'un pressupost plurianual.

Ens trobem, doncs, en una etapa de renovació del model pressupostari, que pretén aconseguir una assignació més eficaç dels recursos públics i que exigeix una informació més gran i més clara per a la presa de decisions. Conseqüentment, els instruments administratius -sistema comptable, mitjans informàtics, etc.- s'han d'actualitzar i adaptar a les noves necessitats, tasca en què està immersa l'administració pública espanyola i que encara no ha conclòs⁴⁴.

2.3.1.2. El pressupost base zero (PBZ, Zero Base Budgeting).

El pressupost base zero és una tècnica pressupostària que va nèixer als Estats Units, aplicada al camp de l'empresa

44. Vid.: F. MONTERO HITIA i J.Mª. SOBRINO MORENO, "Nueva forma de presentación y operativa presupuestaria". Hacienda Pública Española, nº 97, 1985, p.407-442; J.M. GALAN DEL FRESNO, "Contabilidad Analítica y Presupuesto por Programas: infraestructura de la información". Presupuesto y Gasto Público, nº 24, 1985, p. 45-50.

privada per P.A. Pyhrr⁴⁵ en la preparació dels pressupostos de l'any 1970 de la "Texas Instruments". Es va aplicar per primer cop al àmbit del sector públic a l'estat de Georgia, quan Jimmy Carter n'era governador, el qual n'extengué l'aplicació a tota l'administració americana quan fou President.

El PBZ requereix que cada segment del govern justifiqui les seves funcions, especifiqui clarament els seus objectius, projecti els costos associats a les seves activitats -fins i tot, al nivell zero-, i els justifiqui amb criteris d'eficàcia i de prioritats d'organització, la qual cosa implica especificar clarament els objectius proposats.

Per tant, el PBZ és una tècnica que estimula la revisió crítica de cadascun dels programes en curs, de forma similar al que fa el PBBS amb els nous programes, amb la intenció d'aconseguir una assignació de recursos més eficient. Així s'eviten les pràctiques pressupostàries tradicionals basades en l'incrementalisme, és a dir, en l'establiment de noves assignacions pressupostàries a partir de les despeses de períodes anteriors, corregides mitjançant els increments previstos. Amb aquesta pràctica es poden admetre fàcilment activitats aprovades en períodes anteriors però innecessàries en el moment present o, fins i tot, permetre que activitats ineficients continuïn de forma indefinida.

En el procés d'elaboració del PBZ es poden distingir les etapes següents:

45. Se'l considera el pare del pressupost base zero. Vid.: P.A. PYHRR, Presupuesto Base Cero. Método práctico para evaluar gastos. Ed. Limusa, S.A., México, 1980, segona reimpressió.

- 1ª. Definir els objectius dels diferents programes a desenvolupar.
- 2ª. Preparar els blocs de decisió. Un document identifica i descriu cada activitat específica, de manera que els responsables puguin avaluar-la i comparar-la amb les altres amb la finalitat d'establir les prioritats. El document inclourà informació referent als objectius, a les conseqüències de la seva desaprova-
ció, a l'anàlisi dels rendiments, costos i beneficis, i altres possibles alternatives d'acció⁴⁶.
- 3ª. Analitzar els blocs de decisió a través d'un procés de costos-beneficis o mitjançant una avaluació sub-
jectiva que facilitarà la seva classificació per ordre d'importància.
- 4ª. Ordenar els blocs de decisió, tenint en compte els criteris de prioritat adients.
- 5ª. Decisió.

Respecte al sistema pressupostari tradicional, el PBZ té l'avantatge de l'explicitació clara i detallada dels objectius i dels serveis o funcions. Això permet als responsables tenir un criteri bastant ampli i objectiu per a reassignar els recursos. Si totes les activitats se situen a zero, s'aconsegueix una actualització dels costos que permet suprimir les no justificades pels resultats, reduir o centralitzar les ja existents, o bé potenciar aquelles que no s'havien pogut realitzar per manca de mitjans o aquelles que han esdevingut prioritàries.

46. P.A. PYHRR, op. cit., p. 6 i ss.

La utilització de paquets de decisió permet una avaluació dels resultats de les activitats amb criteris d'eficiència i d'efectivitat dels costos, no solament a l'acabament del cicle pressupostari sinó també durant el mateix any que es desenvolupen.

Cal tenir en compte, però que el PBZ augmenta el temps i l'esforç requerit per al desenvolupament del pressupost i que, els blocs de decisió esdevenen sovint poc manejables degut al volum que assoleixen, de manera que no faciliten la presa de decisions, compliquen extraordinàriament els tràmits burocràtics i dilueixen els beneficis potencials⁴⁷.

Com assenyala P.A. Pyhrr, el PBZ i el PPBS són compatibles, car és possible fusionar-los en un procés coordinat que implica abandonar el concepte de pressupost del PPBS i adoptar el del PBZ. El PPBS és un instrument macroeconòmic per pendre decisions centralitzades sobre l'assignació dels recursos. El PBZ és l'instrument microeconòmic que transforma els objectius generals en un pla concret d'operacions avaluable una a una, amb la intenció d'assignar més eficientment els recursos.

En l'administració pública de l'estat espanyol l'experiència del PBZ és pràcticament nul·la, atès que la seva implantació requereix un pressupost per programes, que tot just es troba en una fase inicial.

47. Vid.: A. WILDAVSKY, Budgeting: A Comparative Theory of the Budgetary Process. Little, Brown and Co., Boston, 1975; E.O. HENKE, Introduction to Nonprofit Organization Accounting, Kent Publishing Co., Boston 1980; M.W. DIRSMITH, S.F. JABLONSKY i A.D. LUZI, "Planning and Control in the U.S. Federal Government: A critical Analysis of PPB, MBO and ZBB". Strategic Management Journal, vol. 1, 1980, p. 303-329

Per bé que el model del PBZ no s'ha adoptat de forma general, hi ha constància de la seva experimentació en l'elaboració de determinats pressupostos municipals.

2.3.1.3. La gestió per objectius (Management by Objectives, MBO).

Una tercera tècnica pressupostària emprada com a eina de control a gran escala als Estats Units és la direcció per objectius. Aquests són definits en termes de resultats o productes immediats, aconseguibles no a escala operativa (servei o divisió), sino organitzativa. En el cas de l'administració pública es tractaria d'objectius d'abast global dins l'àmbit intradepartamental⁴⁸.

és, doncs, una tècnica que vetlla sobretot per l'acompliment dels objectius proposats i, per tant, mesura l'activitat en termes quantitativs (cost-benefici) i els resultats en termes d'eficiència, d'eficàcia i d'economia.

La MBO és implementada amb èxit en aquells centres on els objectius poden ésser establerts clarament i classificats per ordre d'importància. En canvi, falla en centres on hi ha dificultat per traduir-los en termes mesurables, on hi ha dificultat en mesurar la seva consecució, on hi ha inconsistència entre el cicle pressupostari i els objectius a llarg termini i allí on hi ha canvis ràpids en les

48. E. ZAPICO GOÑI, "Reforma presupuestaria y definición de objetivos". Presupuesto y Gasto Público, nº 23, 1985, p. 141-164

condicions de l'entorn⁴⁹.

2.4. La mesura de l'eficiència de les activitat del sector públic.

El concepte de la mesura de l'eficàcia i de l'eficiència de les organitzacions del sector públic "is based on the view of organizations as production systems, transforming multiple inputs (resources) into multiple outputs (goods and services) through organization, management, and technology"⁵⁰. Hom espera que les institucions públiques portin a terme les seves activitats amb criteris d'eficàcia i d'eficiència tal com ho fan les empreses privades.

Malgrat la similitud en el comportament esperat d'ambdós sectors, els instruments emprats en l'anàlisi de la seva activitat no poden ser els mateixos si tenim en compte les diferències d'objectius i de característiques organitzatives, i l'absència d'un mercat i d'un preu de mercat per a la majoria dels serveis oferts pel sector públic. En definitiva, és la pròpia administració i no el mercat qui decideix què i quan s'ha de produir.

49. M.W. DIRSMITH, S.F. JABLONSKY i A.D. LUZI, art. cit. p. 309.

50. A.Y. LEWIN i R.C. MOREY, "Measuring the Relative Efficiency and Output Potential 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.

Les empreses privades, encara que els seus múltiples objectius no estiguin massa ben definits, posseeixen uns indicadors econòmics per valorar la seva activitat (beneficis, taxes de rendibilitat de les inversions, participació en el mercat, etc.). Les administracions públiques no disposen de cap tipus d'indicador objectiu que permeti avaluar el resultat de la seva gestió i el de la qualitat de les decisions preses.

Com assenyala E.O. Henke⁵¹, els gestors de les entitats públiques tendeixen a engrandir i a expandir les activitats de l'ens, sense fer massa esment dels programes proposats. La propensió a ampliar els serveis més enllà de les exigències socials reals respon a la necessitat de justificar els increments salarials i a una voluntat electoralista. Aquesta forma de procedir es pot mantenir de forma indefinida sempre i quan els polítics convencin l'electorat que els continui donant el seu suport. Per altra banda, tal com hem assenyalat en anteriors apartats, els ciutadans no disposen de prou mitjans objectius per valorar l'acció i la gestió de l'administració pública.

Una institució pública actuarà eficientment quan obtingui el màxim output (servei) dels seus recursos disponibles, o bé quan en minimitzi l'ús donat un nivell d'activitat o uns objectius operatius determinats. Per tant, la tècnica bàsica per mesurar l'eficiència d'una organització és relacionar els seus inputs (recursos) amb els seus outputs (serveis). Quan la valoració d'ambdós components es fa en unitats monetàries es parla d'eficiència econòmica, i quan es fa en unitats físiques parlarem d'eficiència tècnica.

Altrament, una entitat actua de manera eficaç, quan

51. E.O. HENKE, op. cit., p. 420.

aconsegueix els objectius proposats. Una actuació eficient no implica necessàriament eficàcia en l'acompliment dels objectius, i a la inversa. Es pot donar el cas que una institució del sector públic acompleixi els objectius fixats (actuació eficaç) però que no minimitzi els seus costos (actuació ineficient).

A més a més la mesura de l'activitat (eficiència) dels òrgans del sector públic ve mediatitzada per altres restriccions imposades per les limitacions pressupostàries. Els esforços per desenvolupar unes tècniques que millorin la planificació i la pressupostació tendeixen a mesurar aquesta eficiència, però, com assenyala Suárez Suárez⁵², el control d'eficiència no es pot basar només en els estats comptables de síntesi, malgrat que és el procediment més còmode i més ràpid, car necessàriament serà parcial, ja que només contemplarà l'aspecte financer de la gestió de l'entitat.

La primera dificultat per establir una mesura de l'eficiència és que la majoria de vegades els objectius de les institucions públiques són de caràcter no financer (p.e., "millora de la circulació de la ciutat"). Això implica que alguns dels inputs i sobretot els outputs siguin de difícil quantificació, a la vegada, que fa que s'hi barregin factors, generalment de tipus ambiental, que estan fora del control de l'organització.

Per cobrir aquesta manca de mesures objectives dels outputs, sovint s'han buscat paràmetres substitutius, que no són més que simples descriptors del servei ofert (p.e., les tones d'escombraries recollides, el nombre d'inspeccions sanitàries dutes a terme, el nombre d'alumnes per

52. A.S. SUAREZ SUAREZ, art. cit., p. 61.

curs, etc.).

Una avaluació real de l'eficiència implica sempre equiparacions de diferent índole:

- a) Comparacions en el temps
- b) Comparacions d'institucions de la mateixa àrea geogràfica o del mateix segment de govern.
- c) Comparacions del nivell actual d'activitat amb nivells estàndard.
- d) Comparacions del nivell actual d'activitat amb el nivell projectat a l'inici de l'exercici.
- e) Comparacions amb entitats semblants del sector privat.
- f) Comparacions inter-govern.

Les comparacions en el temps, és a dir, l'avaluació de la mateixa activitat o programa en relació als resultats d'anys anteriors, permeten determinar l'evolució de l'eficiència de l'actuació, malgrat que no indiquen si s'ha assolit el nivell màxim. Aquest tipus de comparacions s'han de fer tenint present que les circumstàncies particulars que envolten el desenvolupament de l'activitat poden haver variat. Els costos poden haver canviat a causa de les modificacions dels preus, o bé la demanda social d'un determinat servei pot haver variat. Si tenim en compte aquestes circumstàncies, les comparacions temporals són un bon indicador del manteniment de l'eficiència de l'organització.

La comparació de la mesura de l'activitat amb nivells estàndard permet judicar, amb criteris objectius, si l'eficiència aconseguida és satisfactòria o no. La principal dificultat per a l'utilització d'aquest mètode és la manca d'estàndards significatius que es refereixin a activitats del sector públic.

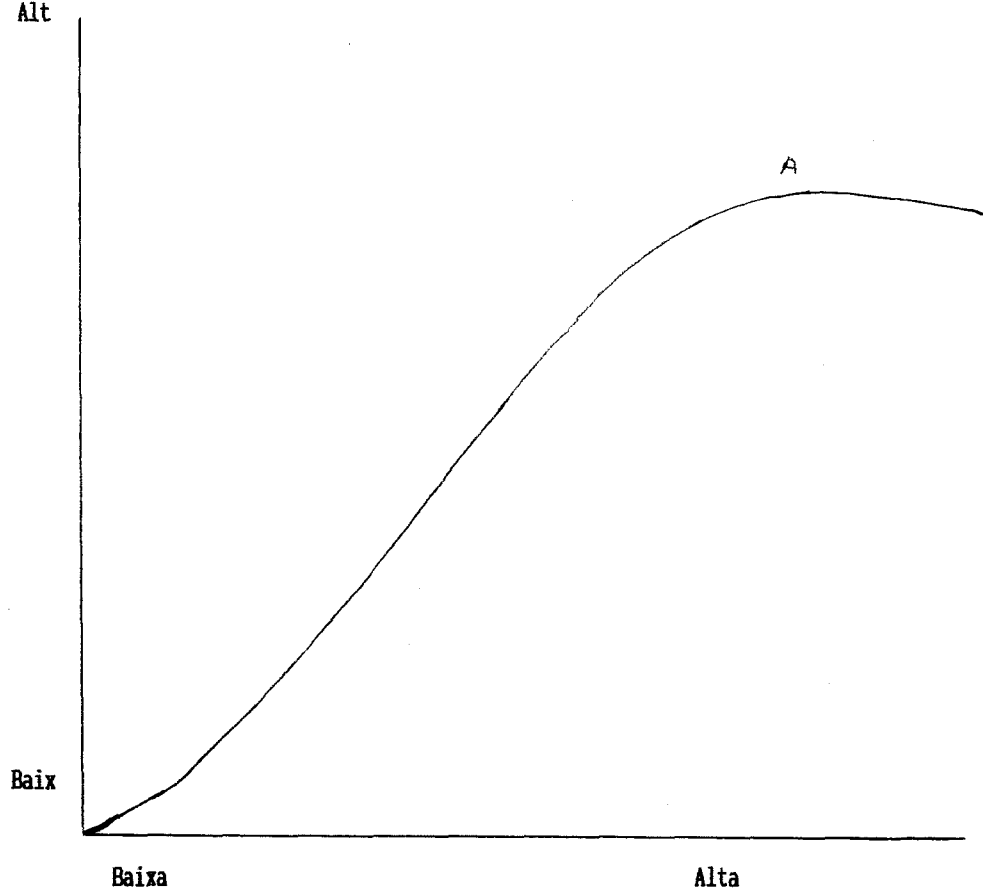
Les comparacions entre institucions semblants dins el mateix segment de govern, o bé inter-govern o bé amb activitats semblants del sector privat (conjunts de referència) és una pràctica força habitual que indica si l'entitat actua amb més o menys eficiència que les altres, però no denota si aconsegueix fer-la màxima ni si hi ha alguna entitat que assoleixi el nivell òptim. L'establiment de grups de referència per a l'avaluació del grau de consecució d'objectius i dels nivells d'activitat s'empra sovint quan els objectius de les organitzacions són ambigus o quan les relacions causa-efecte no poden ésser especificades amb precisió.

La forma d'avaluació de l'eficiència més emprada és la comparació entre el nivell aconseguit i el planejat. Aquesta valoració sovint es redueix a verificar si els costos de l'activitat són similars als projectats, per qüestions de restriccions pressupostàries i per manca d'altres tipus d'indicadors, indicarà el grau d'acompliment dels objectius previstos. L'anàlisi de les desviacions observades permetrà dissenyar més correctament les operacions futures, modificar accions concretes del programa o abandonar-lo definitivament i redistribuir els recursos cap altres programes més prioritaris.

Cal tenir en compte que l'avaluació de l'eficiència pot no ésser una magnitud constant en els diferents nivells d'execució del programa. La utilització de recursos molt limitats tindrà un impacte reduït (poca eficiència); l'augment dels recursos tindrà un impacte proporcionalment major (eficiència més elevada); i, finalment, un augment molt gran dels recursos només implicarà un petit guany en l'eficiència (reducció de l'eficiència)⁵³, gràfic 2.1.

53. O.L. DENISTON, I.M. ROSENSTOCK, W. WELCH i V.A. GETTING. "Evaluation of program efficiency". Public Health Reports, vol. 83, nº 7, juliol 1968, p. 608.

Output per Alt
unitat de
recursos.



Utilització dels recursos

El coneixement del punt d'inflexió a partir del qual l'augment de recursos només provoca una progressiva reducció de l'eficiència, és indispensable si volem evitar actuacions ineficients i potenciar altres activitats amb l'assignació dels recursos excedents.

Pot ser que en l'exercici d'una activitat s'hagi arribat al punt màxim (A) -la qual cosa implicaria no augmentar

els recursos dedicats a aquest programa- però que no s'hagin assolit els objectius proposats i desitjables socialment (ineficàcia). Els gestors de l'entitat hauran de decidir si preval l'eficiència o l'eficàcia en la gestió d'aquest programa.

Si es tracta d'activitats imprescindibles per satisfer les necessitats personals i col·lectives dels ciutadans, és probable que l'assoliment dels objectius previstos passi per davant de l'assignació racional dels recursos (en termes d'eficiència). Una revisió completa del programa, dels seus objectius, de les activitats i de l'impacte pot ajudar a trobar un terme d'equilibri entre les dues alternatives.

2.4.1. La mesura de l'output de les activitats del sector públic.

Com hem assenyalat, la mesura quantitativa de l'output és cabdal en l'avaluació de l'eficiència.

Quan es busca una magnitud que valori l'output produït per les entitats del sector públic, cal tenir en compte que la majoria de serveis que aquestes ofereixen no tenen un mercat ni, en conseqüència, un preu de mercat; per tant, s'haurà de mesurar en unitats físiques homogènies.

Per altra banda, la majoria d'institucions públiques posen a l'abast un gran nombre de serveis que es componen de

diferents activitats, moltes vegades difícils de relacionar amb els serveis bàsics. En conseqüència, la selecció d'una mesura apropiada de l'output requereix un examen previ de cada servei i de cada producte.

Hi ha dues formes de determinar l'output de les organitzacions que ofereixen múltiples serveis. La primera consisteix en identificar cadascuna de les activitats d'un servei i valorar-ne el seu producte. Es el cas de la neteja pública, que es subdivideix en diverses activitats: la recollida domiciliària d'escombraries, la neteja de carrers, la recollida d'altres materials (vidre, papers, mobles vells, etc.), l'eliminació d'escombraries, etc... L'aplicació d'aquest procediment implica que cadascun dels subserveis produeixi un output quantificable que el descrigui.

El segon mètode, aplicable sobretot a aquells serveis de més difícil valoració quantitativa, es limita a la identificació de l'output dominant, és a dir, aquell que pugui representar l'activitat global de la funció. Aquesta forma serà significativa quan els outputs dels subserveis siguin poc importants i se'n pugui prescindir. La dificultat per mesurar els outputs i/o per obtenir dades fa que s'adopti aquest criteri per estimar els resultats de funcions multi-serveis⁵⁴.

Altres dificultats que sorgueixen en la valoració de l'output de les activitats del govern són les derivades del cicle de producció i dels contractes de prestació de serveis. Normalment, els serveis oferts o les activitats desenvolupades tenen una durada anual; en canvi, la durada

54. Vid.: D.M. FISK, Measuring Productivity in State and Local Government. Butlletí 2166. U.S. Department of Labor. Bureau of Labor Statistics. Washington, 1983. p. 14.

de certes activitats sobrepassa aquest període. Per tal d'evitar inconsistències en la valoració, cal fer estimacions anuals de la proporció dels outputs produïts i dels inputs que són atribuïbles a cada exercici.

Per a la correcta valoració de l'output de les activitats contractades amb empreses privades, cal separar la part corresponent a l'entitat pública i la part que correspon a la privada. Aquesta separació esdevé necessària quan la mesura dels inputs (p.e.treball) només fa referència a l'activitat del govern. Aquesta dificultat també es resol si considerem l'import del contracte de prestació de serveis com un input més⁵⁵.

Solucionats aquests problemes, es podran seleccionar les mesures adequades de l'output. En el treball de D.M. Fisk s'assenyalen vuit criteris per fer la selecció, dels quals els quatre primers són essencials mentre que els quatre darrers són desitjables⁵⁶:

1. Els outputs han de reflectir el producte final (servei) de l'organització i han de ser representatius del treball ans que de les conseqüències del treball.
2. Els outputs han d'ésser mesurables en xifres cardinals absolutes.
3. Els outputs han d'ésser repetitius per tal de poder construir index d'outputs. El servei bàsic ha de ser

55. Per més ampliacions sobre el tema de la dificultat de valoració de l'output, vid.: J.A. MARK, "Measuring productivity in Government Federal, State and Local". Public Productivity Review, vol. 5, març 1981, p. 21-44.

56. Vid.: D.M. FISK, op. cit., p. 16 i ss.

repetitiu, malgrat puguin variar el seu nivell i la seva qualitat.

4. Les dades dels outputs han d'ésser fiables i comparables entre sí per poder presentar sèries temporals. En aquest cas, gairebé és més important la possibilitat d'establir comparacions que l'exactitud de les dades.
5. Per a la determinació dels outputs es aconsellable emprar dades ja existents i utilitzar els sistemes establerts d'obtenció de dades.
6. Les mesures dels outputs han d'ésser entenedores. Si es pretén que els índex calculats siguin emprats, acceptats i sustentats, cal que siguin de fàcil interpretació.
7. Els outputs haurien d'ésser mesures físiques, tant per a aquells serveis que no tenen un mercat ni un preu de mercat, com per a aquells altres que els posseeixen. Aquests darrers, tracten molt sovint amb preus subvencionats o establerts per decret.
8. Les unitats d'output haurien de reflectir les unitats de treball gastades en la seva producció.

Tenint en compte aquestes premises, estudiarem els principals models per a l'avaluació de l'eficiència de les activitats del sector públic, i la seva posterior adaptació a les desenvolupades per les administracions municipals.

3. ANALISIS DELS MODELS PER MESURAR L'EFICIENCIA DE LES UNITATS DE GESTIO SENSE FINALITAT DE LUCRE.

La mesura de l'eficiència de les unitats sense finalitat de lucre, entre les quals es poden comptar les administracions públiques, planteja el problema de la manca d'uns indicadors estàndard semblants als existents en l'àmbit de l'empresa. A aquest fet s'aparella el de la dificultat en la mesura de l'output d'aquestes organitzacions i d'una identificació clara dels inputs consumits en l'activitat.

Per aquestes raons la majoria de models desenvolupats per a l'avaluació de l'eficiència s'han constrenyit al voltant de les unitats de producció.

Però com les empreses, les unitats de gestió sense finalitat de lucre realitzen un procés de producció que no desemboca necessàriament en l'obtenció d'un producte industrial sinó en la prestació d'un servei.

Independenment dels objectius podem considerar les empreses com unes organitzacions amb autonomia financera que gestionen uns factors per a l'obtenció d'una sèrie de béns i serveis. Sota aquesta perspectiva d'unitats de gestió i de decisió podem assimilar el comportament de les administracions públiques al de les empreses. Ambdós tipus d'organitzacions han de complir els objectius amb el mínim cost, és a dir, se'ls demana que actuïn eficientment.

Si es solventen els problemes esmentats de medició de factors i de productes, l'avaluació de l'eficiència de les unitats sense finalitat de lucre pot efectuar-se mitjançant els models emprats per altres unitats de producció. Tot seguit analitzarem aquests models i les seves possibili-

litats d'adaptació a les administracions municipals.

3.1 Models de funció de producció frontera.

La mesura de l'eficiència de les unitats de producció ha estat íntimament lligada a l'estudi de funcions de producció frontera degut a la necessitat d'uns estàndard amb el quals mesurar l'eficiència. D'aquí que l'estudi de les funcions de producció frontera i de la mesura de l'eficiència tinguin el mateix origen en la literatura moderna: el treball de M.J. Farrell¹.

La característica fonamental d'aquesta classe de models és la mesura de l'eficiència de cada unitat en relació la frontera de producció eficient. D'aquesta manera i segons els supòsits establerts es poden obtenir o bé mesures d'ineficiència individuals per a cada unitat avaluada o bé una mesura del nivell mig d'ineficiència d'una indústria o d'un conjunt d'unitats de producció.

1. M.J. FARRELL, "The measurement of productive efficiency". Journal of the Royal Statistical Society, series A, vol. 120, part III, 1957, p. 253-281.

3.1.1. La funció de producció frontera

Donada una funció de producció

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (3.1)$$

\hat{y} serà el màxim output possible que es pot produir amb unes quantitats determinades d'un conjunt d'inputs (x_1, x_2, \dots, x_n) .

Totes aquelles observacions corresponents a l'output màxim de combinacions actuals d'inputs de diferents organitzacions (empreses o firmes) que pertanyen a la mateixa indústria (que tinguin idèntica funció de producció) definiran un límit de tot el conjunt d'observacions. Aquest límit, anomenat frontera de producció eficient, representa el nivell superior de l'output del conjunt possible d'observacions, de tal forma que cap observació es situarà per sobre la frontera².

Aquest concepte de frontera es aplicable tant a funcions de producció com a funcions de benefici i de cost. En aquest darrer cas es tractarà d'un nivell mínim de cost, mentre que en els dos primers casos representarà un nivell màxim de benefici o d'output.

Es poden definir dos tipus de frontera d'un conjunt d'observacions:

- a) Frontera absoluta, definida a partir de totes les firmes o empreses que obeeixen una determinada tecnologia.

2. Totes les observacions es situaran a la frontera de producció eficient o per sota d'ella.

b) Frontera de la millor pràctica, definida a partir d'una mostra de firmes que empren la mateixa tecnologia. Això comporta que si la mostra varia, també ho pot fer la frontera, ja que només ve definida per les firmes més eficients de la mostra, la qual cosa no vol dir que aquestes assoleixin la màxima eficiència o frontera absoluta.

Quan un procés de producció determinat aconsegueixi la màxima quantitat de producte amb la mínima quantitat de factors productius, podrem afirmar que el procés és tècnicament eficient. Les firmes que actuin amb eficiència tècnica es situaran a la frontera de producció. Contràriament, les firmes que actuin ineficientment es situaran per sota la funció de producció frontera, ja que no obtenen el màxim output dels inputs utilitzats o, altrament dit, fan un ús excessiu d'inputs.

Aquesta ineficiència es mesurarà per la distància de cada observació a la frontera, i per la ratio de l'output que s'obté actualment i l'output màxim que es podria aconseguir sense variar els inputs. La ratio inversa indica el percentatge que augmenta l'output, tot mantenint el consum actual d'inputs. La mesura de la ineficiència és una de les principals motivacions de l'estudi de les funcions frontera.

Amb els preus dels factors determinats, direm que les firmes tècnicament eficients que no minimitzen el seu cost actuen amb ineficiència assignativa. L'eficiència assignativa, que es defineix com l'eficiència econòmica de l'assignació òptima dels factors, és l'efecte de l'elecció d'una combinació d'inputs tècnicament eficients però equivocada si es tenen en compte els seus preus.

Finalment, hi pot haver un altre motiu d'actuació ineficient de les unitats productives. Ens referim a la ineficiència d'escala, és a dir, a la pèrdua d'ouput que resulta de produir a una escala d'operacions no òptima. El fet que una empresa no es situi en aquesta dimensió òptima no vol dir que no pugem ajustar la seva dimensió per produir l'output actual en les millors condicions.

Les fronteres de cost i de benefici són susceptibles de comparacions similars. Per les característiques del nostre treball ens limitarem a l'estudi dels models de fronteres de producció, deixant de banda els de funcions de benefici i de cost.

3.1.2. Models d'estimació de funcions de producció frontera.³

L'eficiència es pot mesurar a través de models frontera o d'altres no frontera. Entre els primers es poden distingir aquells que consideren la frontera com una funció paramètrica dels inputs i aquells que no la hi consideren. Les aproximacions paramètriques estableixen una forma particular de funció (Cobb-Douglas, CES, translog), mentre que els no paramètrics no imposen cap forma previament definida.

3. Per un interessant resum sobre models de funció de producció frontera, vid.: F.R. FORSUND, C.A. K. LOVELL i P. SCHMIDT, "A survey of frontier production functions and of their relationship to efficiency measurement". Journal of Econometrics, vol. 13, nº 1, maig 1980, p. 5-25; i P. SCHMIDT, "Frontier production functions", Econometric Review, vol. 4, nº 2, 1985-1986, p. 289-328.

3.1.2.1. Models no paramètrics

M.J. Farrell és el pioner en l'estudi de les funcions de producció frontera per a la mesura de l'eficiència productiva de les empreses. L'aproximació que fa permet descomposar l'eficiència en dos components: eficiència tècnica i eficiència assignativa.

Aquest procediment construeix una frontera eficient a partir de les dades observades d'inputs i d'outputs d'un conjunt o d'una mostra d'empreses. No estableix cap forma explícita de la funció de producció frontera, però exigeix que cap observació es situï per sota d'ella.

Construeix un entorn convex, subjecte a rendiments constants d'escala i a forta disponibilitat d'inputs, a través de tècniques de programació lineal, amb la qual cosa defineix una frontera de la millor pràctica com una tecnologia lineal a trossos.

Com assenyala el mateix Farrell⁴, el supòsit de convexitat és habitual en la teoria econòmica. Equival a suposar que si dos punts es poden aconseguir en la pràctica, també es pot arribar a un punt que en representi la mitjana ponderada. Admesos prèviament rendiments constants d'escala, l'objectiu s'ateny sempre que el procés representat pels dos punts pugui ser continuat sense cap interferència.

El supòsit de forta disponibilitat d'inputs estableix que l'output no decreix tot i que un o alguns inputs augmentin, sempre que els altres no variïn. Això implica que la pendent de la isoquanta no pot ser positiva enlloc. Si això no fos així, l'augment d'un input podria suposar una

4. Vid.: M.J. FARRELL, art. cit., p. 255 i ss.

reducció de l'output. Farrell estableix aquests dos supòsits per tal de poder representar gràficament tota la informació en una única isoquanta.

Precisament la imposició d'aquestes dues restriccions ha fet que molts economistes considerin obsoletes aquestes tècniques d'estimació de funcions frontera degut, sobretot, a la dificultat d'estendre-les a situacions amb rendiments d'escala no constants.

Com assenyalen Førsund i altres⁵ quan es refereixen a la metodologia de Farrell:

"While his measures are valid for the restrictive technologies he considered they do not generalize easily to technologies that are not linearly homogeneous, or to technologies in which strong input disposability and strict quasiconcavity are inappropriate".

De totes maneres hi ha força defensors dels models no paramètrics⁶, i treballs recents, entre els quals es compte un del propi Farrell, han desenvolupat tecnologies lineals a trossos que permeten rendiments variables a escala (creixents, constants i decreixents) i relaxen el supòsit de forta disponibilitat d'inputs⁷.

5. F.R. FØRSUND, C.A.K. LOVELL i P. SCHMIDT, art. cit., p. 7.

6. Vid.: S. GROSSKOPF, "The role of the reference technology in measuring productive efficiency". The Economic Journal, vol. 96, nº. 6, juny 1986, p. 501; i K. HILDENBRAND, "Short-run production functions based on microdata". Econometrica, vol. 49, nº 5, setembre 1981, p. 1124.

7. Vid.: R.D. BANKER, A. CHARNES i W.W. COOPER, "Some models for estimating technical and returns to scale inefficiencies". Research Report CCS 417, Center for Cybernetic Studies, Austin, Texas 1981; i R. FARE, S. GROSSKOPF i C.A.K. LOVELL, The measurement of efficiency of production. Kluwer-Nijhoff, Boston, 1985.

En el seu model J.M. Farrell considera una firma que empra dos inputs x_1 i x_2 per a la producció d'un sol output y , amb la tecnologia suara esmentada.

Podem expressar la funció com

$$y = f(x_1, x_2) \quad (3.2)$$

amb la condició imposada pels rendiments constants d'escala que $f(x_1/y, x_2/y) = 1$.

Aquests supòsits restrictius permeten resumir tota la tecnologia en una sola isoquanta anomenada "isoquanta unitària", la qual possibilita la mesura de l'eficiència productiva de cada observació en relació al conjunt estàndard de la isoquanta eficient.

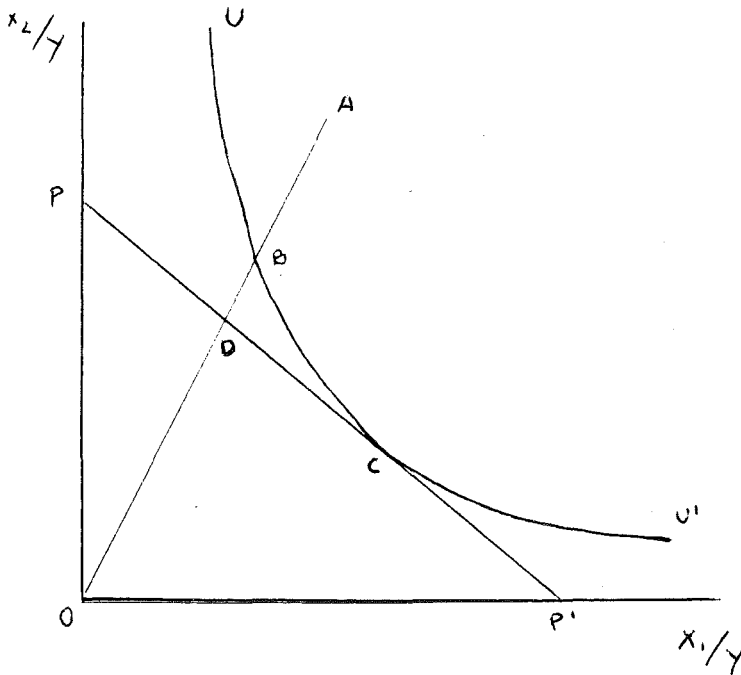


Fig. 3.1.

En la figura 3.1, UU' representa la isoquanta unitària que assenyala el límit inferior de tot el conjunt de combinacions dels dos inputs que permeten obtenir, si més no, un nivell d'output y . En conseqüència, les observacions situades al sudoest de la isoquanta són impossibles, mentre que les situades al nord-est són ineficients, ja que representen firmes que obtenen el mateix nivell d'output amb la mateixa combinació d'inputs, però en quantitats superiors.

La firma situada en el punt A és tècnicament ineficient atès que no es situa a la isoquanta unitària perquè fa un ús excessiu d'inputs en la producció del seu nivell d'output. El grau d'ineficiència tècnica d'A (ET) serà mesurat per la distància del punt a la frontera eficient: la ratio OB/OA . Aquest índex, que adopta valors entre zero i ú, és una mesura basada en l'input i ens indica la relació entre el nivell òptim d'inputs necessaris per a produir una unitat d'output, i les quantitats emprades en el moment present.

PP' té un pendent igual als preus relatius o ratio de preus dels inputs. El punt C reflecteix la combinació òptima de factors que minimitza el cost de la producció de l'output y .

La firma A tampoc minimitza el cost. Per calcular la seva ineficiència assignativa (EAS) la compararem amb el punt D, que presenta un cost idèntic al C el qual és eficient assignativament. La ratio OD/OB capta la ineficiència assignativa del punt B que, malgrat ser eficient tècnicament, no constitueix la millor combinació d'inputs donats els seus preus relatius.

L'eficiència agregada o global (EA) del punt A serà mesu-

rada per la ratio OD/OA que aglutina l'eficiència tècnica (ET) i l'assignativa (EAS) d'aquesta firma. Per tant,

$$EA = ET \cdot EAS$$

$$\frac{OD}{OA} = \frac{OB}{OA} \cdot \frac{OD}{OB}$$

Tal com podem observar, Farrell calcula totes les mesures a partir del raig que surt de l'origen i travessa el conjunt ineficient, de manera que manté les proporcions dels factors.

Així la isoquanta unitària s'obté d'un conjunt d'observacions que corresponen a les firmes d'una mostra. La frontera de producció és convexa a l'origen i no té pendent positiva enlloc. Aquesta forma, conferida pel supòsit de forta disponibilitat d'inputs, implica que la reducció d'un dels factors faci augmentar (o no decreixer) les quantitats utilitzades dels altres inputs per tal de mantenir els nivells actuals d'output.

A més a més, la frontera és definida per les unitats que actuen més eficientment, mentre que la resta es situa per sobre d'ella. Aquest model no presuposa cap forma explícita de la funció de producció, sinó que construeix el conjunt convex d'una mostra de combinacions input-output (sèrie d'hiperplans conectedats en l'espai de l'input), mitjançant tècniques de programació lineal.

Però aquest procediment té un inconvenient. La frontera es determina a partir les observacions que configuren una mostra i que, en conseqüència, la fan particularment sensible a les observacions extremes i als errors en la

mesura.

Com que la funció de producció frontera és una estimació lineal, més que no pas una forma coneguda, no hi ha cap camí per saber si la mesura de l'eficiència tècnica està subestimada o sobrestimada.

El mètode de Farrell ha estat la base d'un nombre important d'estudis i d'aplicacions concretes que l'han desenvolupat per tractar amb múltiples inputs i outputs. Hom l'ha adaptat a supòsits menys restrictius (rendiments variables d'escala) i a dades empíriques entre les quals podem destacar les aplicacions en l'àmbit del sector públic⁸.

Dels treballs que empen l'aproximació de Farrell en destaquen, entre d'altres, els de Farrell i Fieldhouse, els de Seitz, Todd, Dugger, Charnes i altres, Lewin i altres i Bessent i altres⁹.

8. Vid. entre altres: A. CHARNES, W.W. COOPER i E. RHODES, "Evaluating program and managerial efficiency: An application of data envelopment analysis to Program Follow Through". Management Science, vol. 27, nº 6, juny 1981, p. 668-697; A.Y. LEVIN, R.C. MOREY i T.J. COOK, "Evaluating the administrative efficiency of Courts". Omega. The International Journal of Management Science, vol. 10, nº 4, 1982, p. 401-411; R.FARE, S.GROSSKOPF i J. LOGAN, "The relative performance of publicly-owned and privately-owned electric utilities". Journal of Public Economics, vol. 26, 1985, p. 89-106.

9. Vid. referències d'aquets treballs a la bibliografia.

3.1.2.2. Models paramètrics deterministes.

D'acord amb el suggeriment de Farrell¹⁰ de construir un entorn paramètric convex de les dades observades, Aigner i Chu¹¹ van especificar una funció de producció frontera típicament neoclàssica (Cobb-Douglas) que satisfà les condicions de forta disponibilitat d'inputs, de derivació i d'estricta monotonicitat. L'únic requeriment és que les observacions es situïn a o per sota de la frontera eficient.

Les fronteres de producció són modelades amb una pertorbació aleatòria que representa la producció per sota del nivell òptim i que denota la ineficiència tècnica. Segons la naturalesa de la distribució de la pertorbació, la frontera serà determinista, determinista estadística o estocàstica.

La frontera paramètrica determinista empra una pertorbació aleatòria de distribució no especificada, amb l'única condició que sigui no negativa (l'output mai és negatiu). Aquest tipus de frontera té l'inconvenient de no poder discriminar si la ineficiència és deguda al procés productiu o és motivada per causes fora del control de l'empresa (p.e. errors de mesura). A més a més, com que construeix la frontera d'un subconjunt de dades observades, també, és extremadament sensible a les observacions extremes i als errors en les observacions.

10. M.J. FARRELL i M. FIELDHOUSE, "Estimating efficient production under increasing returns to scale". Journal of the Royal Statistical Society, series A, vol. 125, part II, 1962, p. 252-267.

11. D.J. AIGNER i S.F. CHU, "On estimating the industry production function". American Economic Review, vol. 58, nº 4, setembre 1968, p. 826-839.

El seu gran avantatge respecte a les altres fronteres paramètriques és la capacitat de disposar d'una mesura d'ineficiència tècnica per a cada observació.

Aigner i Chu¹² foren els primers d'especificar un conjunt de producció convex paramètric de les ratios input-output, el límit del qual és representat per una funció prèviament seleccionada (p.e. Cobb-Douglas).

La formulació d'aquesta funció per a l'empresa i pot ser:

$$y_i = f(x_i, \beta) \quad (3.3)$$

on \hat{y}_i és l'output màxim que es pot obtenir d'un vector d'inputs x_i (no estocàstic) i β és un vector de paràmetres desconeguts que s'han de determinar.

De forma general es pot escriure

$$\ln y = \ln f(x) - u \quad u \geq 0 \quad (3.4)$$

on u és una pertorbació que recull factors aliens al control de les firmes i que no han estat considerats explícitament. És indicatiu de l'eficiència tècnica.

Aquests paràmetres han de ser determinats de manera que totes les observacions de la mostra es situïn a o per sota de la funció de producció frontera, i de forma que la distància entre les observacions i el límit fronterer es minimitzi.

Aigner i Chu proposen dos camins per determinar aquests

12. D.J. AIGNER i S.F. CHU, art. cit.

paràmetres: utilitzar tècniques de programació lineal o usar tècniques de programació quadràtica.

El primer sistema no implica cap supòsit sobre la distribució dels paràmetres i minimitza la suma dels valors absoluts dels residus, a condició que cadascun d'ells sigui no negatiu.

Així serà:

$$\min \sum_{i=1}^N |y_i - f(x_i, \beta)| \quad (3.5)$$

subjecta a

$$y_i \leq f(x_i, \beta) \quad i = 1, \dots, N$$

on y_i és l'output actual i $f(x_i, \beta)$ l'output màxim.

Aquest serà un problema de programació lineal sempre i quan la relació entre les variables sigui lineal en els seus logaritmes. Si no ho és, el problema serà de programació quadràtica i, per resoldre'l, caldrà minimitzar la suma dels residuals al quadrat, subjecta a la mateixa restricció. Formalment,

$$\min \sum_{i=1}^N [y_i - f(x_i, \beta)]^2 \quad (3.6)$$

subjecta a

$$y_i \leq f(x_i, \beta) \quad i = 1, \dots, N$$

La mesura de l'eficiència de cada observació pot ser calculada directament a partir del vector de residus, ja que el model presuposa que qualsevol variació és atribuïble a la ineficiència tècnica de la firma i per això, cal que els residus siguin d'un signe. Així doncs, la definirem com la proporció entre l'output actual i el màxim factible tècnicament.

En un gràfic, la mesura d'aquesta ineficiència correspon a la distància horitzontal que existeix entre el punt definit per l'observació i la frontera (ineficiència de l'input).

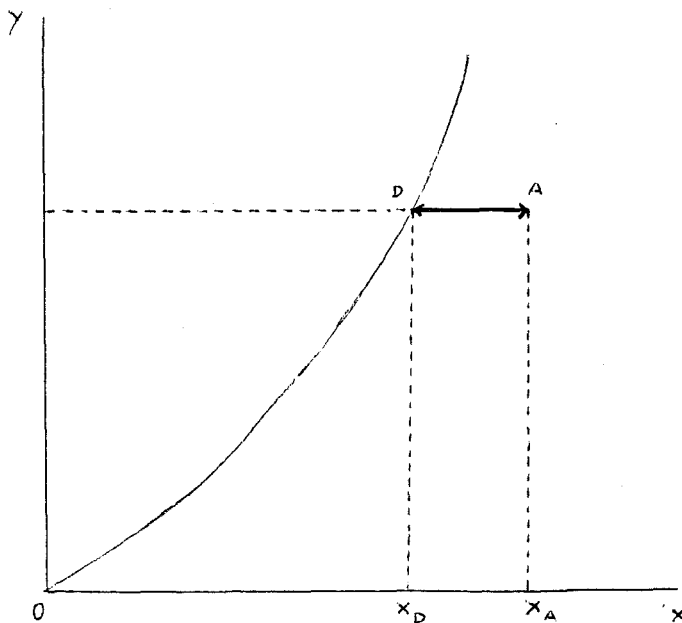


Fig. 3.2.

A la frontera descrita es situarien aquelles observacions eficients en un 100% o les més eficients, car el model considera l'output màxim obtingut per una combinació donada d'inputs com el màxim possible, atès l'estat actual de coneixement tècnic.

Si cap observació de la mostra no fos tècnicament eficient en relació al total de firmes que empren la mateixa tecnologia (frontera absoluta), la frontera determinista no representaria la veritable funció de producció. Per això aquest tipus de frontera s'anomena "frontera de la millor pràctica".

El model té l'avantatge de caracteritzar fronteres d'una forma matemàtica simple i el d'acomodar rendiments d'escala no constants. De totes maneres presenta alguns inconvenients. L'aproximació paramètrica imposa una estructura a la frontera de producció que, en molts casos, no és desitjable ni justificable; la frontera és establerta a partir d'un subconjunt de dades observades i, per tant, és molt sensible a les observacions extremes; les estimacions calculades dels paràmetres no tenen propietats estadístiques perquè no es fa cap supòsit sobre la seva distribució.

3.1.2.3 Models paramètrics estadístics i probabilístics.

La necessitat de disminuir l'extrema sensibilitat de la frontera a les observacions extremes, i la de solucionar la seva distorsió a causa dels efectes externs, han conduït al desenvolupament de les funcions de producció frontera "probabilístiques"¹³.

13. Vid. C.P. TIMMER, "Using a Probabilistic Frontier Production Function to Measure Technical efficiency". Journal of Political Economy, vol. 79, nº 4, juliol-agost 1971, p. 776-794; i R. DIGGER, "An application of bounded nonparametric estimating functions to the analysis of bank cost and production functions". Ph.D. Dissertation. University of North Carolina Chapel Hill, N.C., 1974.

Aquests models paramètrics deterministes estadístics, també anomenats probabilístics, especifiquen la forma de la distribució de la pertorbació (gamma, exponencial, normal truncada, etc). Puix que les mesures de l'eficiència són transformacions dels paràmetres estimats (valor esperat de la distribució), no es pot obtenir una mesura individual per a cada observació, sinó només respecte al total de la mostra.

Afriat, Richmond, Timmer, Schmidt i Greene, entre d'altres, han desenvolupat estudis d'estimacions de fronteres deterministes estadístiques¹⁴.

Aquestes fronteres són estimades mitjançant les mateixes tècniques de programació matemàtica que les deterministes, amb la diferència que alguna proporció especificada d'observacions pot estar per sobre de la frontera. La selecció d'aquest conjunt d'observacions es realitza de forma totalment arbitrària sense cap justificació econòmica ni estadística.

L'estimació de la frontera és simplement una traducció del model anterior

$$\text{Pr} [f(x_1, \hat{\beta}) \geq y_1] \geq P \quad (3.7)$$

on P és una probabilitat mínima especificada de forma externa (p. e. 95%), la selecció de la qual no és arbitrària, sinó que s'obté de la reducció gradual a partir del 100% fins a estabilitzar els paràmetres estimats.

Un cop determinada la funció frontera eficient, la ineficiència relativa de cada observació pot ser mesurada a

14. Vid. referències d'aquests treballs a la bibliografia.

partir de la diferència existent entre el percentatge de l'output i la frontera de producció. L'índex d'eficiència (ineficiència) per a una observació i seria

$$E_i = (\hat{Y}_i - Y_i) / \hat{Y}_i \quad (3.8)$$

on \hat{Y}_i representa el nivell d'output màxim i Y_i el produït actualment.

Un problema que planteja aquesta forma d'estimació és la reconciliació entre la possibilitat d'observacions per sobre de la frontera i el concepte de frontera com el màxim output possible. Això sovint s'ha resolt tot atribuint aquesta divergència a l'error en la mesura de les observacions extremes, però seria preferible poder introduir aquests errors i d'altres no observables (efectes externs) d'una manera menys arbitrària.

Per donar una base estadística a l'error de mesura i als efectes externs no mesurables, Schmidt¹⁵ va afegir de forma explícita una pertorbació a (3.3)

$$Y_i = f(x_i, \beta) + u \quad i = 1, \dots, N \quad (3.9)$$

amb la restricció que u sigui menor o igual que zero i tingui una distribució especificada.

Si suposem una distribució concreta per al terme de pertorbació, el problema es pot resoldre per tècniques de

15. P. SCHMIDT, "On the statistical estimation of parametric frontier production functions". The Review of Economics and Statistics, vol. LVIII, nº 2, maig 1976, p. 238-239 i del mateix autor i en la mateixa revista, "On the statistical estimation of parametric frontier production functions: Rejoinder", vol. LX, nº 3, agost 1978, p.481-482.

màxima versemblança. El procediment lineal i el de programació quadràtica d'Aigner i Chu es poden adaptar a la màxima versemblança quan u té una distribució exponencial i seminormal, respectivament.

Afriat¹⁶ determina per a u una distribució de probabilitats beta, amb la qual cosa el model pot estimar-se per tècniques de màxima versemblança. Richmond i Greene¹⁷ li atribueixen una distribució gamma. En ambdós casos no es fa cap restricció sobre els residus. Donat que com a mesura de l'eficiència tècnica s'empra el valor esperat de la distribució del terme d'error, no es possible obtenir una mesura independent per a cada observació. La mesura de l'eficiència només pot ésser definida sobre el total de la mostra.

L'elecció d'una distribució en particular per a u és important, ja que l'estimació de la màxima versemblança en dependrà. Desafortunadament no hi ha bons arguments "a priori" per atribuir-li una distribució concreta. De totes maneres és preocupant el fet que el supòsit de distribució de l'eficiència tècnica depengui de la conveniència estadística, car distribucions diferents poden conduir a resultats diferents¹⁸.

16. S.N. AFRIAT, "Efficiency estimation of production functions". International Economic Review, vol. 13, nº 3, octubre 1972, p. 568-598.

17. J. RICHMOND, "Estimating the efficiency of production". International Economic Review, vol. 15, nº 2, juny 1974, p. 515-521; i, W.H. GREENE, "Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions". Journal of Econometrics, vol. 13, nº 1, maig 1980, p. 27-56.

18. Vid. F.R. FORSUND, C.A.K. LOVELL i P. SCHMIDT, art. cit., p. 11.

3.1.2.4. Models estocàstics.

En els models d'estimació de frontera estocàstica es suposa que els esdeveniments externs i altres possibles factors fora del control de la firma o de les empreses tenen efectes potencialment il·limitats. Per això s'especifica en l'estructura dels errors una variació de l'eficiència i una variació aleatòria pura. La frontera de producció eficient expressa l'output màxim respecte a un conjunt d'inputs com una distribució típicament normal, la qual cosa constitueix el gran desavantatge d'aquest tipus de fronteres, ja que no és possible disposar d'una mesura de l'eficiència tècnica per a cada observació.

Segons aquests tipus de models la pertorbació es compon de dues parts:

- a) Un component que capta els efectes de la ineficiència relativa de les observacions respecte a la frontera eficient, com les fronteres deterministes i estadístiques.
- b) Un component que capta els efectes dels errors en la mesura de les observacions, els efectes externs aleatoris fora del control de les firmes i altres inferències estadístiques.

Definida així la funció frontera, el model suposa que, donats uns vectors d'inputs, existeix un nivell màxim possible d'output, més aleatori que no pas exacte, i que existeixen uns inputs que tenen un efecte màxim possible, i d'altres que tenen efectes potencialment il·limitats.

El model de frontera estocàstica pot escriure's com¹⁹

$$y_i = f(x_i, \beta) + \mu_i \quad (3.10)$$

per $\mu_i = v_i + u_i \quad i = 1, \dots, N$

on $[f(x_i, \beta) + v_i]$ és la funció de producció frontera i les $\{v\} \geq 0$ són suposades que estan distribuïdes idènticament i independent i tenen una distribució simètrica (p.e. normal $N(0, \sigma^2_v)$). Les $\{v\}$ capten els efectes exògens a l'empresa com són els esdeveniments externs no favorables, els errors en la mesura de les observacions, etc.

La ineficiència tècnica relativa de l'empresa (resultat de les desviacions produïdes pels factors sota el control de la firma), és determinada pel terme d'error u_i , a condició que es distribueixi independentment de v_i i sigui negatiu. El supòsit d'una distribució negativa d' u_i assegura que totes les observacions de la mostra es situaran a o per sota de la frontera estocàstica eficient.

La principal feblesa del model rau que no permet descomposar els residus individuals en els seus dos components, perquè les mesures d'eficiència, paràmetres estimats com són, només permeten calcular estimacions mitjanes.

Aigner, Lovell i Schmidt, i Meeusen i van den Broeck²⁰ defineixen la pertorbació com la suma de variables normals i variables aleatòries seminormals (negatives), sense

19. D. AIGNER, C.A.K. LOVELL i P.J. SCHMIDT, "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models". Journal of Econometrics, vol. 6, nº 1, juliol 1977, p. 21-37.

20. Vid. D.J. AIGNER, C.A.K. LOVELL i P.J. SCHMIDT, art. cit., i W. MEEUSEN i J. VAN DEN BROECK, "Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error". International Economic Review, vol. 18, nº 2, juny 1977, p. 435-444.

concloure que aquesta especificació de les distribucions permeti millors resultats que els altres models estocàstics. Stevenson²¹ ha demostrat que aquestes distribucions poden admetre distribucions gamma i normals truncades, respectivament. El model pot estimar-se per tècniques de màxima versemblança o per mínims quadrats ordinaris corregits²².

Els models de frontera estocàstica han estat aplicats a una gran varietat de dades, però cal destacar com a treballs de contingut més teòric els de Aigner i altres, Meeusen i van den Broeck i Stevenson. En els seus treballs, Schmidt i Lovell²³ empren una funció de producció frontera estocàstica i apliquen les condicions de cost mínim per tal d'identificar les eficiències tècniques i les eficiències assignatives.

3.1.2.5. Diferències entre els models d'estimació de funcions de producció frontera.

Les principals diferències que es poden establir entre els diversos models d'estimació de funcions de producció frontera són les següents:

21. R.E. STEVENSON, "Likelihood functions for generalized stochastic frontier estimation". Journal of Econometrics, vol. 13, nº 1, maig 1980, p. 57-66.

22. Vid. J. RICHMOND, art. cit.

23. Vid. referències de tots aquests treballs a la bibliografia.

- a) Forma específica de la funció de producció.

Mentre la isoquanta de Farrell és una sèrie connectada d'hiperplans convexos a l'origen en l'espai input, les funcions de producció frontera són superfícies de producció paramètriques en l'espai input-output.

- b) Supòsit d'homogeneïtat linial.

L'adopció d'una forma específica de la funció elimina la necessitat del supòsit d'homogeneïtat lineal (rendiments constants d'escala), i subministra informació sobre la frontera de la millor pràctica.

- c) Adopció d'una representació estocàstica global de la producció.

Els models frontera estocàstics presuposen estructures específiques per als elements de pertorbació que afecten la variació de l'output, estimen conjuntament els paràmetres d'eficiència i de producció i proporcionen la possibilitat d'examinar les hipòtesis estadístiques que els afecten.

- d) Propietats estadístiques de les fronteres.

Les fronteres estocàstiques superen les no paramètriques en el sentit que informen de les seves propietats estadístiques.

- e) Mesura de l'eficiència.

Les fronteres paramètriques estadístiques i estocàstiques utilitzen paràmetres estimats per mesurar l'eficiència conjunta i, en canvi, no permeten generalment mesurar l'eficiència de cada unitat de producció. La resta de fronteres deterministes (paramètriques i no paramètriques) permeten calcular la ineficiència de cada observació.

f) Pertorbacions aleatòries.

Els models paramètrics són els únics que inclouen pertorbacions aleatòries en la funció de producció. El model paramètric determinista englova les variacions aleatòries dins de la mesura de la ineficiència tècnica, mentre que el model estocàstic contempla un component específic per reflectir aquestes variacions. La ineficiència tècnica endògena d'una firma és mesurada per un terme d'error al qual s'afegeix una variable aleatòria.

Quadre 3.1.

MODELS D'ESTIMACIO DE FRONTERES DE PRODUCCIO I MESURES D'EFICIENCIA

MODEL	FORMULACIO	METODE RESOLUCIO	DISTRIBUCIO RESIDUS	MESURA EFICIENCIA	AUTORS
Determinista	$y_i = f(x_i, \beta)$ $\beta \geq 0$	P. linial P. quadràtica	No especificada	Individual per a cada observació	Aigner i Chu
Estadístic	$y_i = f(x_i, \beta)$ Pr [f (x _i , β)] ≥ $y_i \geq P$	P. linial P. quadràtica	No especificada	Individual per a cada observació	Timmer
	$y_i = f(x_i, \beta) + u$ $u \leq 0$	Màxima versemblança COLS	Exponencial Seminormal Beta Gamma	Valor esperat terme d'error Eficiència mitjana de la mostra	Schmidt Afriat Richmond Greene
Estocàstic	$y_i = f(x_i, \beta) + \mu$ $\mu_i = v_i + u$ {v _i } 0 N(0, σ ² _v) $u_i \leq 0$ independent de v _i	Màxima versemblança COLS	{v} simètrica u exponencial o seminormal u normal trun- cada o gamma	Eficiència mitja- na de la mostra	Aigner i al. Meeusen i al. Stevenson

3.2. Models que no empren una funció de producció frontera.

Hi ha diferents models o mètodes d'estimació de l'eficiència de les unitats de producció sense l'ús explícit d'una funció de producció frontera. Aquests models són:

- a) Els índex de productivitat parcial -fonamentalment del factor treball. Aquesta aproximació ignora la presència d'altres factors endògens i exògens que afecten la productivitat mitjana i marginal.
- b) La productivitat total dels factors o índex globals d'eficiència que consisteixen en una mitjana ponderada d'inputs en relació a l'output. Les ponderacions dels inputs poden ser o bé els seus preus relatius o bé la seva proporció relativa de factor.
- c) Aproximacions econòmriques que empren una funció de producció, de benefici o de cost i que permeten descomposar l'eficiència en dos grans components, eficiència tècnica i assignativa.

3.2.1. Els índex de productivitat parcial.

Les mesures de productivitat de les diferents organitzacions privades o públiques poden ser de tres tipus²⁴:

24. Vid. D.M. FISK, Measuring productivity ..., op. cit., p. 1.

- 1) Les mesures que apunten a qüestions operatives, les quals tenen a veure amb el funcionament intern o eficiència organitzativa i tracten els requeriments de recursos d'una tecnologia fixada o d'un conjunt de condicions.
- 2) Un segon tipus de mesures de productivitat són les que relacionen l'output final de l'organització amb els recursos emprats per produir-lo. Aquests indicadors són els més utilitzats per a l'avaluació de la productivitat de les empreses i expressen l'eficiència tècnica.
- 3) El tercer conjunt de mesures és l'adreçat a valorar l'impacte de les actuacions d'un programa concret en la societat. Examinen si l'ús dels recursos disponibles per aconseguir els objectius proposats és l'òptim i reben el nom d'indicadors de l'eficàcia o de l'eficiència econòmica.

D'aquestes tres mesures de productivitat, la més utilitzada és la de l'eficiència tècnica. Però, els canvis en la ratio output / hora treballada estan afectats per canvis en la combinació d'inputs i per canvis en l'eficiència productiva. Per aquest motiu les variacions en aquests index de productivitat parcial no poden interpretar-se únicament com variacions de l'eficiència d'un recurs concret, sinó com canvis en l'utilització de tots els recursos per unitat d'output.

Aquesta és la principal limitació que presenten els index de productivitat parcial per a l'avaluació de l'eficiència productiva de les firmes.

3.2.2. La productivitat global dels factors.

L'índex de productivitat total dels factors es basa en una funció de producció que compleix les condicions necessàries d'equilibri del productor (totes les taxes marginals de substitució entre parells d'inputs i d'outputs són iguals a les corresponents ratios de preus). Amb aquestes premisses, un canvi en la funció de producció (canvi tècnic) pot identificar-se amb un canvi en el factor de productivitat total. Els canvis tant en el producte com en els inputs reals que no vagin acompanyats de canvis en el factor de productivitat total s'entendran com moviments a través de la funció de producció.

La taxa de variació del factor de productivitat total es defineix com la diferència entre la taxa de variació de l'output real i la taxa de variació de l'input total²⁵.

$$\frac{\dot{P}}{P} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{X}}{X} \quad (3.11)$$

Les taxes de variació dels outputs i dels inputs reals \dot{Y} / Y i \dot{X} / X , respectivament, són les mitjanes ponderades de les taxes de creixement de cada output i cada input individual. L'element de ponderació és la proporció relativa de cada producte o factor en el valor total de l'output i de l'input.

25. Vid. D.W. JORGENSON i Z. GRILICHES, "The Explanation of Productivity Change". The Review of Economic Studies, vol. 34, 1967, p. 250; i R.M. SOLOW, "Technical change and the aggregate production function". The Review of Economics and Statistics, vol. 39, nº 3, agost 1957, p. 312-320.

Així,

$$w_i = \frac{q_i Y_i}{\sum q_i Y_i} \quad v_j = \frac{p_j X_j}{\sum p_j X_j} \quad (3.12)$$

$$i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n$$

on q_i és el preu del l'output i , i p_j el preu de l'input j . En conseqüència, $w_i \geq 0$ per tot i , i $v_j \geq 0$ per tot j , a la vegada que $\sum w_i = \sum v_j = 1$.

Si fem les substitucions adequades, la taxa de variació de l'índex de la quantitat de l'output total serà:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \sum w_i \frac{\dot{Y}_i}{Y_i} \quad (3.13)$$

De forma semblant, l'índex de la quantitat total de l'input tindrà una taxa de variació definida per:

$$\frac{\dot{X}}{X} = \sum v_j \frac{\dot{X}_j}{X_j} \quad (3.14)$$

Com que hem considerat la condició de que tots els factors es paguen a la seva productivitat marginal, els índex de preus de l'output i de l'input totals tindran unes taxes de canvi expressades com

$$\frac{\dot{q}}{q} = \sum w_i \frac{\dot{q}_i}{q_i} \quad \text{i} \quad \frac{\dot{p}_j}{p_j} = \sum v_j \frac{\dot{p}_j}{p_j} \quad (3.15)$$

Finalment, el factor de productivitat total es desglossa:

$$\frac{\dot{P}}{P} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{X}}{X} = \sum w_i \frac{\dot{Y}_i}{Y_i} - \sum v_j \frac{\dot{X}_j}{X_j} \quad (3.16)$$

o, alternativament

$$\frac{\dot{P}}{P} = \frac{\dot{p}}{p} - \frac{\dot{q}}{q} = \sum v_i \frac{\dot{p}_i}{p_i} - \sum w_j \frac{\dot{q}_j}{q_j} \quad (3.17)$$

Un canvi en la productivitat total dels factors es pot calcular o bé mitjançant l'índex de quantitat d'output i d'input total (3.16) o bé a partir dels corresponents índex de preus (3.17). La taxa de variació del producte real pot excedir o no assolir la taxa de canvi de l'input real. De forma semblant, la taxa de variació del preu de l'input pot ser superior o inferior a la taxa de canvi del preu del producte real.

Aquesta mesura de la variació de la productivitat total pot ser, a llarg termini, indicativa de l'eficiència d'un conjunt homogeni d'unitats de producció.

3.2.3. Models econòmètrics.

El primer model economètric de mesura de l'eficiència es deu a J. Lau i P.A. Yotopoulos²⁶. El mètode que desenvolupen parteix de la funció de producció de les firmes i permet identificar separatament l'eficiència tècnica i l'eficiència de preus, la qual és una combinació de l'eficiència assignativa i d'escala.

Suposem dues firmes o dos grups d'empreses (p.e. grans i petites) que tenen les següents funcions de producció

$$V_i = A_i F(X_i, Z_i) \quad i = 1,2 \quad (3.18)$$

V és l'output, X el vector d'inputs variables emprats en la producció, Z un vector d'inputs fixes, F la funció de producció i A un paràmetre d'eficiència tècnica.

El terme $A_i > 0$ és l'índex d'eficiència tècnica i quan $A_1 = A_2$, les dues firmes són idènticament eficients.

Les condicions de primer grau per a la maximització del benefici o condicions marginals són

$$\delta A_i F(X_i, Z_i) / \delta X_{i,j} = \lambda_{j,i} c_{j,i} \quad i = 1,2 \quad (3.19)$$

El terme $\lambda_{j,i} \geq 0$ indica l'eficiència de preu, és a dir, la capacitat d'una unitat de producció d'igualar la productivitat marginal d'un input al seu preu normalitzat

26. L.J. LAU i P.A. YOTOPOULOS, "A Test for Relative Efficiency and Application to Indian agriculture". The American Economic Review, vol. LXI, nº 1, març 1971, p. 94-109; i dels mateixos autors, "A Test for Relative Economic Efficiency: Some Further Results". The American Economic Review, vol. LXIII, nº 1, març 1973, p. 214-233.

(c_{1j} és el preu de l'input j dividit pel preu de l'output produït per l'empresa, $c_{1j} = w_j / p_1$).

Una firma actua amb eficiència de preu si $\lambda_1 = 1$ que és la condició de maximització del benefici per aquesta firma. Les dues observacions, -1,2-, seran igualment eficients si $\lambda_1 = \lambda_2$.

En cas que les dues observacions obtinguin la mateixa eficiència tècnica i igual eficiència de preu, afirmarem que ambdues empreses tenen la mateixa eficiència econòmica relativa.

L'elecció d'una forma específica de la funció de producció constitueix una dificultat per a l'adaptació del model. Hom ha d'escollir una forma funcional que permeti la derivació de la funció de benefici associada la qual cosa restringeix l'elecció a la funció Cobb-Douglas com van fer L.J. Lau i P.A. Yotopoulos.

El segon mètode, proposat per Y. Toda²⁷ elimina la restricció de treballar amb una sola expressió i és susceptible de ser implementat en una gran varietat de formes de la funció.

Postula la funció de cost mig de Leontief i suposa rendiments constants d'escala, així

$$c(y, w) / y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} w^{1/2_i} w^{1/2_j} \quad \alpha_{ij} = \alpha_{ji} \quad (3.20)$$

27. Y. TODA, "Estimation of a cost function when the cost is not minimum: The case of soviet manufacturing industries, 1958-1971". The Review of Economics and Statistics, vol. 58, nº 3, agost 1976, p. 259-268.

amb equacions de demanda input-output associades que minimitzen el cost

$$x_i (y, w) / y = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} (w_j / w_i)^{1/2} \quad i = 1, \dots, n \quad (3.21)$$

Permet observar ratios input-output del tipus

$$x_i / y = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} [\theta (w_j / w_i)]^{1/2} \quad i = 1, \dots, n \quad (3.22)$$

on $\theta > 0$ mesura l'eficiència assignativa.

Aquest mètode estima els paràmetres de la funció de cost α_{ij} i els paràmetres d'ineficiència assignativa θ_{ij} indicatius de les direccions, de la magnitud i del cost de l'ineficiència assignativa.

El seu gran avantatge és la possibilitat d'adaptat-lo a una forma de funció flexible i la principal dificultat rau en que els paràmetres θ_{ij} no són específics per firmes.

4. FORMULACIO I DESENVOLUPAMENT D'UN METODE PER AVALUAR L'EFICIENCIA DE LES UNITATS SENSE FINALITAT DE LUCRE.

4.1. Extensions i desenvolupament del mètode de Farrell per a la mesura de l'eficiència de les unitats de producció.

De tots els models exposats per a la mesura de l'eficiència de les unitats de producció, el mètode de Farrel és el que requereix menys especificacions sobre la tecnologia subjacent.

Malgrat les fortes restriccions que inicialment imposa, hom ha demostrat la possibilitat d'adaptar-lo a tecnologies menys restrictives.

El fet de no precisar d'una forma explícita de la funció de producció i de construir la frontera eficient a partir de les dades observades d'inputs i outputs de diferents unitats de producció són algunes de les característiques que el fan particularment útil per a l'avaluació de les activitats del sector públic.

R. Färe i C.A.K. Lovell iniciaren el desenvolupament i extensió del model de Farrell que és, també, el punt de partida del model DEA de A. Charnes, W.W. Cooper i E. Rhodes¹.

1. Vid. R. FÄRE i C.A.K. LOVELL, "Measuring the Technical Efficiency of Production". Journal of Economic Theory, vol. 19, nº 1, octubre 1978, p. 150-162; R. FÄRE, S. GROSSKOPF i C.A.K. LOVELL, op. cit.; A. CHARNES, W.W. COOPER i E. RHODES, "Measuring the efficiency of decision making units". European Journal of Operational Research, vol. 2, nº 6, novembre 1978, p. 429-444.

4.1.1. Notacions i definicions.

Pel desenvolupament dels mètodes basats en el model de Farrell partirem dels supòsits i definicions de R.W. Shephard² que descriuen les operacions d'una organització productiva mitjançant un conjunt de punts que conformen el conjunt factible de producció.

Una tecnologia de producció consisteix de diferents mitjans alternatius, de les seves combinacions i de l'utilització de materials i serveis per a la producció de béns i serveis.

Suposem una tecnologia de producció que transforma un vector d'inputs $x \in R^n_+$ en un vector d'outputs $y \in R^m_+$, i (y, x) designa un vector factible, és a dir, dins l'organització estudiada es possible obtenir les quantitats d'output y_1, \dots, y_m de les quantitats x_1, \dots, x_n d'inputs. Així el conjunt factible de producció pot expressar-se com

$$T = \{(x, y) \mid y \in R^m_+, y \geq 0 \text{ que es pot aconseguir de } x \in R^n_+, x \geq 0\} \quad (4.1)$$

Dessignem $L(y)$ com el conjunt d'inputs d'una tecnologia. $L(y)$ serà el conjunt de tots els vectors d'inputs x que produeixen, com a mínim, un output y positiu, $y \in (0, +\infty)$.

Obviament, no tots els vectors d'inputs x que pertanyen a $L(y)$ són tècnicament eficients car només ho són aquells que representen una menor utilització d'inputs per l'ob-

2. R.W. SHEPHARD, Theory of cost and production functions. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, 1970.

tenció del nivell d'output y .

El vector d'inputs eficient és

$$E(y) = \{ x \mid x \in L(y), x' \leq x \implies x' \notin L(y) \} \quad (4.2)$$

En cas de múltiples outputs, l'expressió del subconjunt de vectors eficients serà:

$$E_L(y) = \{ x \mid x \in L(y), x' \notin L(y) \text{ si } x' \leq x \} \quad y \in Y \quad (4.3)$$

on Y indica el vector no negatiu d'outputs de la tecnologia $Y = \{ y \mid y \geq 0 \} = R_{m+}$.

Una família de conjunts d'inputs $L(y)$, $y \in (0, +\infty)$ defineix una tecnologia de producció que satisfà les propietats següents:

P.1) $L(0) = R_{m+}$, $0 \notin L(y)$ per $y > 0$.

Implica que tots els factors poden ésser no productius car un vector d'input no negatiu ofereix, al menys, un output zero, i que no es poden aconseguir outputs positius de vectors d'inputs nuls.

P.2) Si $x \in L(y)$ i $\delta \geq 1$, llavors $\delta x \in L(y)$

Indica feble disponibilitat d'inputs. L'output no es redueix quan tots els inputs són augmentats proporcionalment.

P.2.S) Hi ha una altra interpretació pel que fa a la disponibilitat d'inputs, l'anomenada forta disponibilitat definida per

Si $x \in L(y)$ i $x' \geq x$, llavors $x' \in L(y)$

Si algun input o subconjunt d'inputs augmenta i els altres no varien, l'output no decreix. Els efectes sobre l'output dels augments dels inputs són coneguts. Així la tecnologia es vista com un pla racional, controlable. Si s'imposa aquesta restricció no hi ha congestió.

P.3) $L(y)$ és un conjunt tencat per tot $y \in R_+$.

Aquesta propietat només té significat matemàtic i s'imposa per definir la isoquanta de producció d'un nivell d'output determinat, com un subconjunt d'inputs $L(y)$. Això garanteix l'existència d'uns mínims que representaran els punts eficients.

P.4) $L(\theta y) \subset L(y)$ per tot $\theta \geq 1$

Es un supòsit de feble monotonicitat:

Si $L(\theta y) = \theta L(y)$, $\theta > 0 \implies \theta y = y$ (rendiments constants d'escala).

Si $L(\theta y) \subseteq \theta L(y)$, $\theta \geq 1 \implies \theta y \geq y$ (rendiments no creixents d'escala).

Hi ha un altra versió més forta:

Si $x \in L(y)$, $y' \geq y$ llavors $x \in L(y')$ o bé $L(y') \subset L(y)$ per $y' \geq y$.

Si l'output o subconjunt d'outputs augmenta i es deixen els altres outputs i els inputs constants estem dins una nova correspondència òptima.

Si entenem la mesura de l'eficiència com la distància entre el punt definit per l'unitat avaluada i la frontera de producció eficient, ens és útil emprar el concepte de

R.W. Shephard de funció de distància d'un punt al límit eficient dels conjunts d'inputs. Aquesta funció de distància permet donar una representació funcional de les isoquantes.

$$\psi(y, x) = \frac{1}{\lambda(y, x)} \quad (4.4)$$

on $\lambda(y, x) = \min \{ \lambda \mid \lambda x \in L(y), \lambda \geq 0 \}$ que podem escriure com

$$\lambda(y, x) = [\min \lambda \mid \lambda x \in L(y), \lambda \geq 0]^{-1} \quad (4.5)$$

i pren el valor de 1 quan (y, x) és eficient.

R.W. Shephard ha demostrat que $L(y) = \{ x \mid \psi(y, x) \geq 1 \}$ per $y \in R_+$ i que $ISOQ L(y) = \{ x \mid \psi(y, x) = 1 \}$ per $y \geq 0$. Un vector és ineficient en el sentit de Farrell si per a la producció de l'output y , $\lambda(y, x) > 1$ i és eficient si $\lambda(y, x) = 1$.

El conjunt de condicions que compleix la funció de distància s'adequa a les característiques assenyalades per a la tecnologia de referència³.

Segons les propietats P.1 a P.4, el subconjunt eficient d'inputs pot escriure's com

$$\begin{aligned} L_{\in}(y) &= \{ x \mid x \in L(y), x' \leq x \Rightarrow x' \notin L(y) \} \text{ per } y > 0 \\ L_{\in}(0) &= 0, \text{ doncs } x' \leq x \text{ significa } x' \leq x \text{ però } x' \neq x \end{aligned} \quad (4.6)$$

3. Vid. R.W. SHEPHARD, ob. cit., capítol 3 i ps. 206 i ss.

Cal notar que el conjunt

$$L_=(y) = \{x \mid \psi(x,y) = 1\} \quad (4.7)$$

descriu el límit dels inputs $x = (x_1, \dots, x_n)$ factibles de produir un output $y \in R_+$, la qual cosa permet distingir el subconjunt eficient com aquell que

$$L_=(y) = \{x \mid \psi(x,y) = 1 \text{ amb } x' \leq x \implies x' \notin L(y) \text{ menys } x' = x\} \quad (4.8)$$

Això permet diferenciar els punts que es troben en el subconjunt eficient $x = (x_1, \dots, x_n) \in L_\epsilon(y) \subseteq L(y)$ i els punts que es troben en el límit.

4.1.2. Extensió a diferents tecnologies de referència.

La formulació matemàtica pel càlcul de la mesura de l'eficiència es basa en tècniques de programació lineal que defineixen una tecnologia lineal a trossos a partir de les dades observades d'inputs i outputs d'un conjunt d'unitats de producció⁴.

Si Y i X són els vectors de quantitats observades d'outputs i d'inputs, respectivament, construirem la tecnologia de referència a partir de les seves combinacions convexes. Per això, utilitzarem un vector de paràme-

4. Característiques essencials dels models no paramètrics.

tres z que indica les "ponderacions" de cada unitat de producció i serveix per construir el con més petit que envolta les dades de la mostra⁵.

Com demostra S.N. Afriat⁶, en el cas d'un output escalar, es poden imposar diferents restriccions als paràmetres les quals defineixen sengles tecnologies.

Primer analitzem el cas d'una tecnologia caracteritzada per rendiments constants d'escala i forta disponibilitat d'inputs i outputs, que es correspon amb la dissenyada per Farrell per a la mesura de l'eficiència productiva de les firmes.

L'objectiu és definir el conjunt d'inputs i d'outputs que compleix les condicions establertes i determinar el subconjunt eficient basat en les dades observades.

Acceptats aquests supòsits, només cal restringir els paràmetres a ser estrictament positius i el conjunt d'inputs pot definir-se com

$$L(y) = \{ x \mid x \in L(y), zX \leq x, zY \geq y, z \in R_{r,+} \} \quad (4.9)$$

D'aquest conjunt de referència només seran eficients aquelles firmes que es situïn a la frontera de producció

5. Un conjunt convex és un conjunt G de punts que:

$$\left. \begin{array}{l} x \in G \\ \lambda \geq 0 \end{array} \right\} \lambda x \in G$$

Vid. J.M. VEGARA, Programación matemática y cálculo económico. Teoría y aplicaciones. Ed. Vicens-Vives, Barcelona, 1975, p. 321 i ss.

6. S.N. AFRIAT, art. cit.

eficient o isoquanta unitària que podem expressar com:

$$\text{ISOQ } L(y) = \{ x \mid x \in L(y), \lambda x \notin L(y) \text{ per } \lambda < 1, y > 0 \}$$

(4.10)

La programació lineal definirà mitjançant un raig que parteix de l'origen de coordenades el con convex més petit que engloba totes les observacions de la mostra.

Com estableixen R. Färe i S. Grosskopf⁷ el càlcul de la mesura de l'eficiència de les unitats es resol amb el problema següent:

$$\begin{array}{ll} \min & \lambda \\ \text{subjecta a} & \\ & zY \geq y \\ & zX \leq \lambda x \\ & z \in R^n_+ \end{array} \quad (4.11)$$

on Y i X són les matrius dels outputs i dels inputs observats i z és el vector de paràmetres que serveix per indicar les seves combinacions convexes i construir el con més petit que engloba les dades de la mostra.

El paràmetre λ indica la proporció dels inputs actuals que ha d'emprar la unitat avaluada per ser eficient.

En la figura 4.1 hem representat quatre punts que corresponen a les observacions de sengles unitats de producció (A, B, C i D). La tecnologia de referència establerta per les restriccions del problema 4.11 és delimitada pel raig OH i l'eix de les ics. Totes les observacions del conjunt

7. R. FARE i S. GROSSKOPF, "A Nonparametric Cost Approach to Scale Efficiency". The Scandinavian Journal of Economics, vol. 87, nº 4, 1985, p. 594-604.

factible de producció es situaran dins aquesta àrea i, les observacions eficients ho faran a la frontera de producció (recta OH).

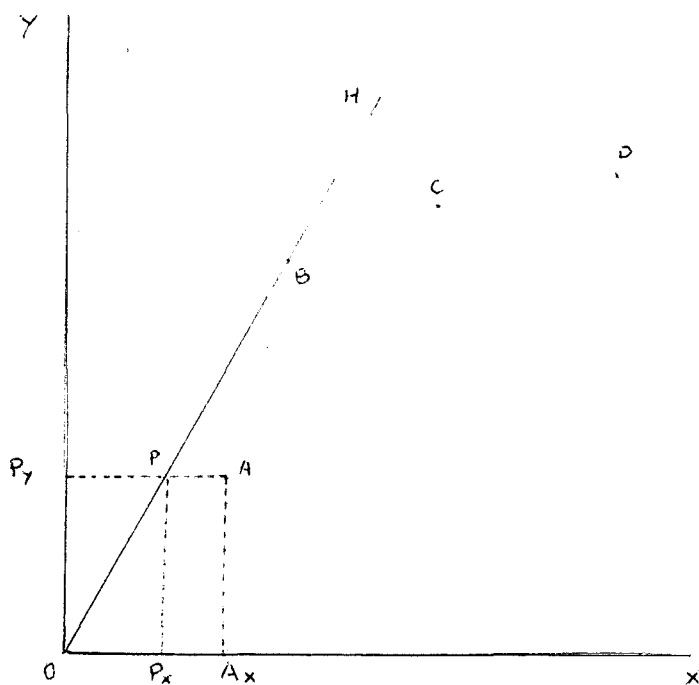


Fig.. 4.1.

L'eficiència de l'observació A és mesurada per la ratio OP / OA que equival al valor de λ de la formulació (4.11) i indica la reducció necessària en els inputs perquè aquesta observació sigui eficient.

Amb el relaxament del supòsit de rendiments constants d'escala definim una nova tecnologia de referència que satisfarà rendiments d'escala no creixents i forta disponibilitat d'inputs i outputs. L'única diferència amb la tecnologia anterior rau en el fet de restringir la suma dels paràmetres z a valors inferior a 1. El conjunt d'inputs de producció vindrà determinat per

$$L(y) = \{ x \mid x \in L(y), zX \leq x, zY \geq y, \sum_{i=1}^k z_i \leq 1, z \in \mathbb{R}_+^k \} \quad (4.12)$$

En el cas d'un output escalar, la restricció $\sum z_i \leq 1$ imposa concavitat a la funció de producció⁸. En termes de programació lineal, les restriccions radials dels punts observats que parteixen de l'origen dels eixos de coordenades i les seves combinacions convexes assenyalaran els límits del conjunt factible de producció. Aquesta restricció elimina la possibilitat de rendiments creixents d'escala.

Gràficament

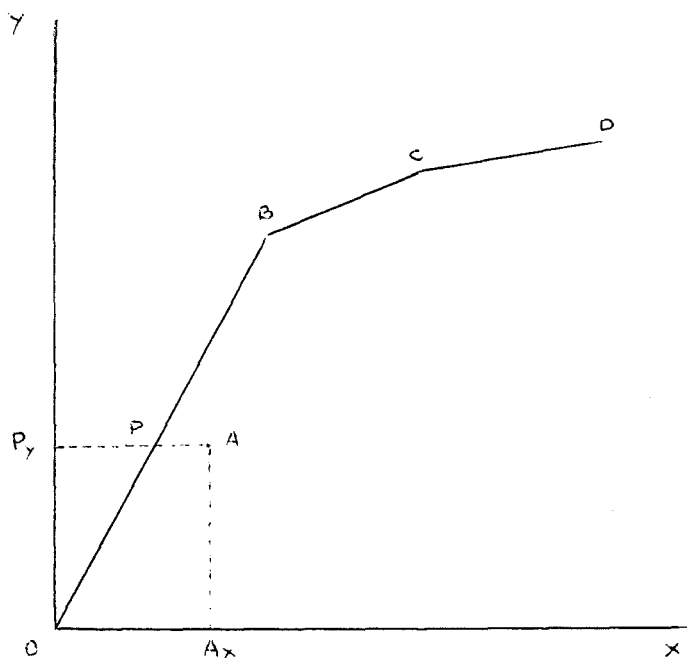


Fig. 4.2.

8. Vid. S.N. AFRIAT, art. cit.

Ara la tecnologia de referència està limitada pels punts OBCD i l'eix de les ics (vegeu figura 4.2). El punt A continua definint una unitat ineficient, però els punts B i C han esdevingut eficients car es situen a la línia fronterera.

De forma matemàtica, la mesura de l'eficiència tècnica d'una observació es calcularà a partir del següent problema de programació lineal

$$\begin{aligned}
 & \min \lambda \\
 \text{subjecta a} & \\
 & zY \geq y \\
 & zX \leq \lambda x \\
 & \sum_{i=1}^n z_i \leq 1 \\
 & z \in R_+^n
 \end{aligned} \tag{4.13}$$

La condició que la suma dels paràmetres z sigui igual a 1 obliga a la funció de producció a ser quasi-concava, la qual cosa permet rendiments d'escala variables i conforma la tecnologia menys restrictiva de totes les estudiades.

El conjunt d'inputs que compleixen aquestes condicions pot escriure's com

$$L(y) = \{x \mid x \in L(y), zX \leq x, zY \geq y, \sum_{i=1}^n z_i = 1, z \in R_+^n\} \tag{4.14}$$

L'única diferència amb el problema anterior es troba en la restricció dels paràmetres z que ha canviat per ser

estrictament igual a 1. Aquesta restricció obliga al problema de programació lineal a construir un politop tencat⁹.

La mesura de l'eficiència de les unitats sota aquesta tecnologia es pot obtenir de la solució de

$$\begin{aligned}
 & \min \lambda \\
 \text{subjecta a} & \\
 & zY \geq y \\
 & zX \leq \lambda x \\
 & \dots \\
 & \sum_{i=1}^n z_i = 1 \\
 & z \in \mathbb{R}_+^n
 \end{aligned} \tag{4.15}$$

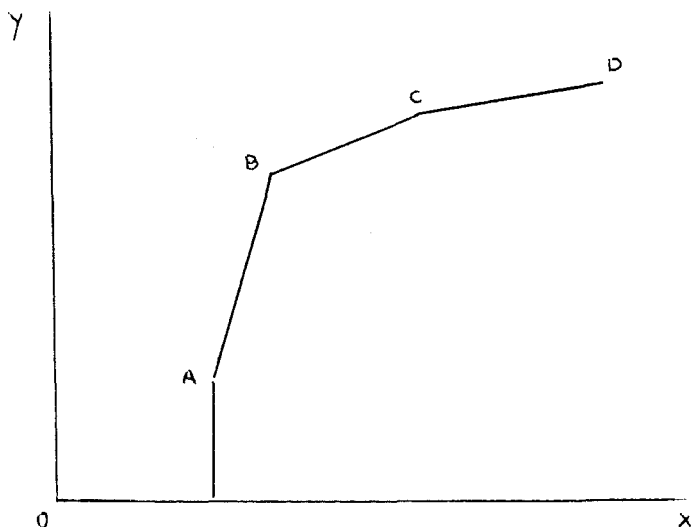


Fig. 4.3.

9. S'anomena politop tota intersecció d'un nombre finit de semiespais tencats. Un semiespai tencat constitueix un conjunt convex, el qual compleix

$$\left. \begin{aligned}
 & x_1, x_2, \dots, x_p \in C \\
 & a_1, a_2, \dots, a_p \geq 0 \\
 & \sum_{i=1}^p a_i = 1
 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \sum_{i=1}^p a_i x_i \in C$$

Vid. J.H. VEGARA, ob. cit., p. 322.

La introducció de rendiments creixents d'escala fa variar la forma de la funció de producció frontera i facilita que el punt A defineixi una observació situada a aquesta línia eficient.

Finalment estudiem una tecnologia que satisfà feble disponibilitat d'inputs i rendiments constants d'escala. Amb aquestes condicions, el conjunt d'inputs serà definit per

$$L(y) = \{x \mid x \in L(y), zX = \delta x, zY \geq y, z \in R^m_+, \delta \in [0,1]\} \quad (4.16)$$

Amb aquests supòsits, les restriccions sobre els paràmetres z i sobre l'output són idèntiques a les imposades per Farrell. Només canvia la restricció sobre els inputs que ara inclou un paràmetre δ de variació de factors i la condició d'estricta igualtat.

La mesura de l'eficiència es calcularà del problema següent

$$\begin{aligned} & \min \lambda \\ & \text{subjecta a} \\ & zY \geq y \\ & zX = \lambda \delta x \\ & 0 \leq \delta \leq 1 \\ & z \in R^m_+ \end{aligned} \quad (4.17)$$

El conjunt factible de producció serà el delimitat per les observacions A, B i C, situades a la frontera de producció eficient i les seves extensions radials (vegeu figura 4.4).

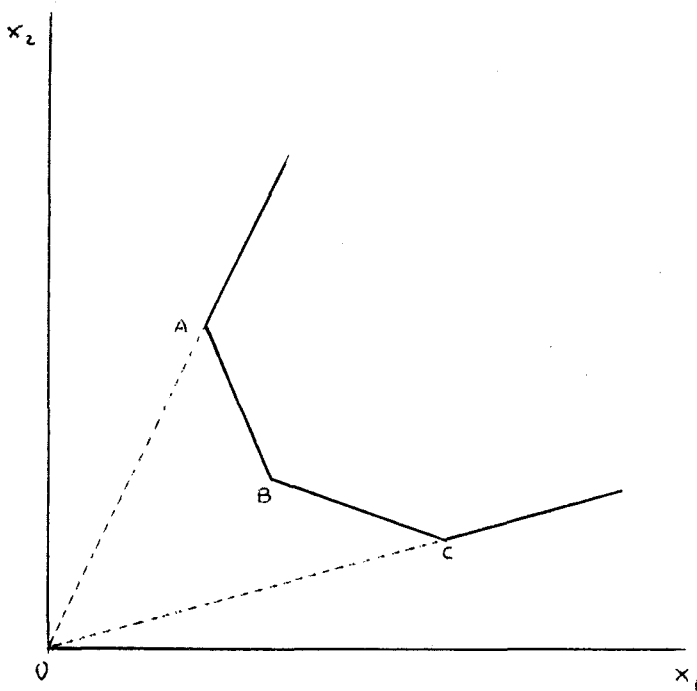


Fig. 4.4.

Il·lustrem amb un exemple les diferents tecnologies de referència que es presenten quan variem les restriccions sobre el vector de paràmetres d'intensitat.

Suposem tres observacions diferents corresponents a sen- gles unitats de producció (A, B i C) que obtenen un sol output (Y) amb un únic input (X).

$$z = \begin{bmatrix} z_A \\ z_B \\ z_C \end{bmatrix} \quad Y = [y_A, y_B, y_C] \quad X = [x_A, x_B, x_C]$$

La forta disponibilitat d'inputs i d' outputs demana que en totes les tecnologies es compleixi que $Yz \geq y$ i que $Xz \leq x$.

Els valors de X, Y i z són:

$$X = [2, 3, 5] \quad Y = [1, 2, 2,5] \quad z = [1, 0, 0]^T$$

on es compleix que $\sum_{i=1}^3 z_i = 1$.

Les restriccions sobre l'output i sobre l'input estableixen que cap observació pot produir un output superior al de l'observació A amb una quantitat inferior d'input. Així

$$y_A \geq y \quad x_A \leq x \implies y \leq 1 \quad x \geq 2$$

Aquestes condicions limiten els inputs a ser superiors a $x_A = 2$, car qualsevol punt més a l'esquerra significaria que $x_F < x_A$ i no compliria el supòsit que $x \geq x_A$ del conjunt factible.

Si $z = (0, 1, 0)^T$, llavors $y \leq 2$ i $x \geq 3$ que descriu el punt B de la figura 4.5. Si fem $z = (0, 0, 1)^T$ ens situarem a $y \leq 3$ i $x \geq 5$, és a dir, en el punt C.

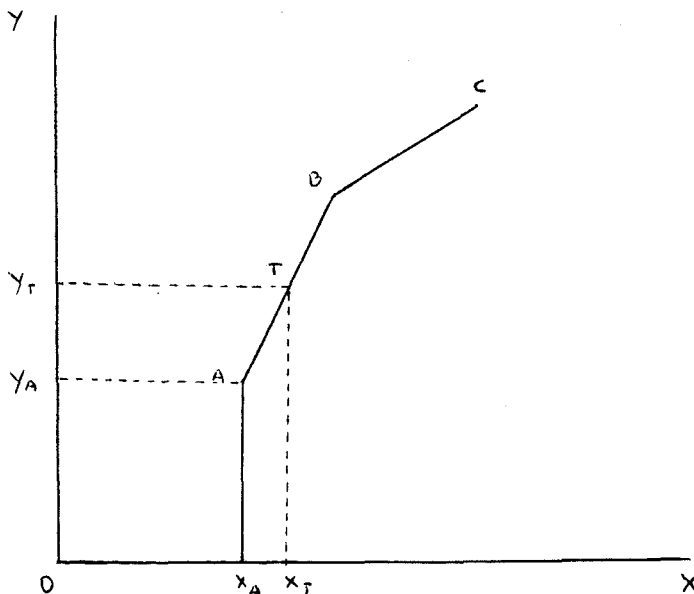


Fig. 4.5.

Podria existir un punt T, definit $z = (0,5, 0,5, 0)^T$ que

compleix que $\sum_{i=1}^3 z_i = 1$, amb uns valors de l'output i de

l'input de

$$\begin{array}{ll} 0,5 \cdot 1 + 0,5 \cdot 2 \geq y & 0,5 \cdot 2 + 0,5 \cdot 3 \leq x \\ & 1,5 \geq y & 2,5 \leq x \end{array}$$

que el situarien entre els punts A i B, els quals constitueixen el seu conjunt de referència.

Si fem $z = (0,3, 0,4, 0,2)^T$ obtindrem un nou punt amb els valors següents

$$\begin{array}{ll} 0,3 \cdot 1 + 0,4 \cdot 2 + 0,2 \cdot 2,5 = 1,6 \geq y & \\ 0,3 \cdot 2 + 0,4 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 = 2,8 \leq x & \end{array}$$

el qual també es situarà entre A i B.

El punt $x_F = 4$, $y_F = 2,5$ no pertany al conjunt factible de producció car dona uns valors de z per a les tres observacions (A, B, C) de

$$z_A = -1/3 \quad z_B = 1 \quad z_C = 1/3$$

els quals no compleixen la condició que $z \in R^3_+$, malgrat sumar 1.

En una tecnologia amb rendiments no creixents d'escala,

$$\sum_{i=1}^n z_i \leq 1 \quad i \quad z \in R^n_+$$

Gràficament això vindria representat per una línia que