

# **Sobre la valoració econòmica de la vida humana**

Xavier Comas

## **Introducció**

Malgrat ésser un tema òbviament delicat que molts no dubtarien fins i tot a qualificar de repugnant\*, la qüestió de la valoració econòmica de la vida humana és d'una importància fonamental en la presa de moltes de les decisions tant dels particulars com del sector públic. Centrem-nos en el sector públic. La decisió de, per exemple, posar semàfors en un encreuament perillós, clarament implica una comparació entre el cost de la instal·lació, i el del nombre de vides humanes que aquesta pugui salvar. De la mateixa manera, la decisió de construir una determinada obra pública, diguem una nova línia de "metro", implica suposar que els "beneficis" que aquesta generarà seran suficients per compensar la possible pèrdua de vides de treballadors en accidents durant la seva construcció. Tant si ens agrada com si no, el tema de la valoració econòmica de la vida humana surt per tot arreu. Volguer amagar aquest fet, només pot portar a ineficiències en l'assignació pública de recursos (diguem, instal·lar els semàfors de forma aleatòria i no necessàriament en els encreuaments més peril·losos), o en donar un valor implícit igual a zero a la vida humana (diguem, no incloure entre els "costos" de les obres públiques els de les vides dels treballadors que puguin morir en la seva construcció). Per altra banda, reconèixer el fet que implícit en moltes de les decisions del sector públic hi ha una determinada valoració econòmica de la vida humana, ajudaria a clarificar el contingut d'alguns dels debats polítics actualment en curs, a la vegada que permetria d'iniciar un procés encaminat a donar alguna consistència a l'actuació del sector públic.

## **El mètode del capital humà**

La noció que la vida humana té un valor monetari, i que la pèrdua d'una vida implica un cost que es pot mesurar en diners, és molt antiga. A Anglaterra, per exemple, hom pot trobar lleis anteriors al regnat d'Alfred el Gran (849-901) manant que, quan una persona era assassinada, l'homicida havia de pagar a la família del difunt una quantitat de diners, o "war", equivalent al valor en què s'estimava la vida

del finat (1). No és d'estanyar, doncs, que els fundadors de l'Economia Política es sentissin ben aviat obligats a adreçar el problema de la valoració econòmica de la vida humana. Així, Sir William Petty, a la seva obra "Political Arithmetic", preocupat per les pèrdues sofertes com a conseqüència de "les plagues, de les guerres, i de l'emigració a terres estrangeres" (2), proposà un mètode per a valorar la vida "dels homes i les gents" que representa un clar precedent del que avui coneixem com a "mètode del capital humà". És a dir, el mètode que pretén determinar el valor d'una persona en base d'actualitzar el valor estimat del "producte net" (3) que aquesta persona generarà en el decurs de la seva vida. Un exemple ens ajudarà a entendre la lògica d'aquest mètode. Imaginem un individu de 50 anys, suposem que treballa i que el valor del seu "producte" (béns i serveis que produeix) s'estima en 2 milions de pessetes anuals.

Suposem ara que aquest individu gasta cada any com a mitjana 750.000,- pessetes en "consum personal" (4): aliments, vestit, mmetges, lleure, etc. Si la vida útil del nostre individu ón 15 anys (suposem que es jubilarà i deixarà de "produir" quan tingui 65 anys), i la seva vida esperada són 27 anys (suposem que la vida mitjana d'un individu de les característiques del nostre és de 77 anys), el flux del producte net que s'estima que generarà en el decurs del temps que li resta de vida és el següent:

	Anys 1-15	Anys 16-27
Producte Brut	2.000.000,00	-
Consum	750.000,00	-500.000,00
Producte Net	1.250.000,00	-500.000,00

A la vista d'aquest flux, el "mètode del capital humà" ens diria que la vida del nostre individu té un valor econòmic de 7.947.735 pessetes. És a dir:

$$\text{Valor Econòmic} = \sum_{i=1}^{i=15} \frac{1.250.000}{(1+r)^i} + \sum_{i=16}^{i=27} \frac{-500.000}{(1+r)^i}, \quad (1)$$

on "r" representa la "taxa social de descompte" que, a efectes del nostre problema, podem considerar com a donada. Per una  $r = 12\%$ , l'expressió (1) ens dona el valor mencionat de 7.947.735.

Malgrat ésser aquest el mètode de valoració que més s'utilitza a la pràctica, el "mètode del capital humà" és molt deficient des d'un punt de vista teòric. En primer lloc, perquè pressuposa que el valor d'una persona ve donat exclusivament pel valor dels *productes* que aquesta persona produeix o consumeix en el decurs de la seva vida. Això vol dir, per exemple, que una persona jubilada que ja no "produeix" però que encara "consumeix" té, segons aquest mètode, *un valor econòmic negatiu!!* En l'exemple anterior, si haguéssim calculat el valor de la vida del nostre individu en el moment de la seva jubilació, és a dir a l'any 15, hauriem obtingut un valor de -3.097.187 (5). Hom podria argumentar que, des del punt de vista de l'economista, no hi hauria cap inconvenient que el valor *econòmic* d'una persona fos negatiu: un valor negatiu no seria res més que un indicador que la persona en qüestió representa un llast -i no un "benefici"- per a l'activitat econòmica de la societat. El problema,

així no és que el valor sigui positiu o negatiu, el veritable problema rau en la forma en què el mètode del “capital humà” exclou de tota consideració valors que no es poden amidar en termes del mercat. Pensem per un moment per què els economistes necessiten calcular un “valor de la vida humana”? Una primera raó, ja l’hem vista: és per poder determinar el cost a realitzar de projectes d’inversió l’execució dels quals pugui costar vides humanes. Considerem un exemple. Suposem que, com a economistes, hem d’avaluar un projecte d’inversió governamental que consisteix en construir una torre gegant que permet fer arribar la televisió a àrees del país on altrament no hi arribaria. Com sabem, avaluar un projecte governamental vol dir determinar quins seran els “beneficis” i els “costos” que la *societat* obtindrà en la seva realització, i veure si els “beneficis nets” (diferència entre “beneficis” i “costos”) són suficients com per justificar l’execució del projecte. En el cas del nostre exemple, entre els principals “beneficis” hi hauríem d’incloure “l’entreteniment” que l’accés a les ones televisives proporcionaria a tot un sector de la població. Per altra banda, entre els “costos” hi hauríem d’incloure no solament el dels materials emprats en l’erecció de la torre, sinó també el de les vides humanes que el projecte pugui costar. Suposem, per exemple, que les estadístiques ens indiquen que un obrer mor en la construcció d’una de cada vint torres de televisió. Això vol dir que el cost esperat en termes de vides humanes en la realització del nostre projecte serà igual al producte de multiplicar la probabilitat de què un accident mortal ocorri (és a dir,  $1/20 = 0,05$ ) pel valor de la pèrdua que la societat sofriria si un treballador morís (és a dir, pel valor d’una vida humana (6). Ara bé, quina és la pèrdua que la societat sofreix quan un treballador mor?. Per una banda, ja ho hem vist, hi ha una pèrdua estrictament econòmica que ve donada per la destrucció de la capacitat productiva del treballador; però, per l’altra hi ha també un cost, potser més important, que s’ha de medir en termes del dolor i del sofriment que la pèrdua infligeix, no ja al treballador mateix, sinó als seus familiars i amics. Aquest cost humà, que el “mètode del capital humà” ignora completament, no pot ésser oblidat especialment en l’evaluació de projectes que, com el del nostre exemple, tenen per objectiu produir “entreteniment” o, en termes més generals, que incrementen el que els economistes anomenem “benestar social”.

El segon problema amb la utilització del mètode del capital humà és que aquest descansa en el supòsit que l’activitat econòmica es realitza en un mitjà d’una enorme rigidesa en el que, per exemple, els factors de producció no són substituïbles entre si. Això vol dir que, segons aquest mètode, la desaparició d’un treballador implicaria per la societat la pèrdua de la *totalitat* del producte net que aquest treballador hauria produït. No cal dir que, en la majoria dels casos, quan un treballador mor, altres el substitueixen a la seva feina, i la pèrdua del “producte net” que en resulta és pràcticament nula. El mètode del capital humà, per tant, tendeix a sobrevalorar l’impacte que la desaparició d’un treballador té sobre el producte social.

El tercer inconvenient del mètode del capital humà és que només adreça la metiat dels aspectes que un bon mètode de valoració de la vida humana hauria de contemplar. En efecte, com hem vist, el mètode del capital humà va ésser originàriament concebut per a ésser emprat en la determinació del cost que una societat sofreix com a conseqüència de posar en marxa projectes que poden produir la *pèrdua de vides humanes*. Afortunadament aquests no són els únics projectes que els economistes hem d’avaluar. Cada vegada amb més freqüència, ens trobem amb projectes que han estat concebuts precisament per a produir l’efecte contrari; és a dir, *reduir els riscos* de mort, inhabilitació, o malaltia que afecten als ciutadans, i augmentar així la seva “qualitat de vida”. Exemples d’aquests projectes són la majoria de les inversions per



la salut, la seguretat en el treball (o en carrers i carreteres), el control de la contaminació, etc. Davant d'aquests projectes, el problema de l'economista no és tant el d'haver de contraposar el valor d'una persona viva amb el valor d'una persona morta. El problema és el d'haver de comparar diferents "formes" o "qualitats" de vida: quin és el valor d'una vida normal comparat amb el valor d'una vida reduïda a una cadira de rodes?; quin és el valor d'una vida torturada per la por de morir de càncer comparat amb el valor d'una vida en què el fantasma del càncer ha estat eliminat? O dit d'altra manera, pel que fa a projectes encaminats a reduir riscos a la vida humana, la pregunta que l'economista s'ha de formular deixa de ser una de tipus purament quantitatiu: quan val una vida?, per passar a ser una de tipus més qualitatiu: quin és el valor d'una vida en unes condicions determinades, comparat amb el valor de la mateixa vida en unes altres condicions? Això vol dir que determinar els beneficis de projectes encaminats a reduir riscos a la vida humana, ens pot portar a haver de valorar millores de vegades tan etèries com pot ésser "una reducció en el nivell d'angoixa de la població", o d'altres coses semblants. És a dir, en molts casos, ens trobem que els principals "beneficis" d'aquests projectes són coses que el mètode del "capital humà" ni tan sols ho considera ja que, sovint, no es reflexen en canvis de "capacitat productiva" de la nació. Prenguem per exemple, el cas del càncer. Si volguéssim valorar els beneficis del projecte "lluita contra el càncer" utilitzant el mètode del "capital humà", ens trobariem en què: a) hauriem d'ometre de tota consideració els efectes psicològics tranquilitzants que l'existència mateixa de "la lluita" produeix; b) hauriem de contabilitzar els "beneficis" exclusivament en funció de la "capacitat productiva" de les víctimes potencials de la malaltia. Com que una gran majoria de persones que s'han de tractar per causa del càncer estan ja jubilades, o en edats pròximes a la de jubilació, el mètode del "capital humà", segurament, ens diria que els beneficis del projecte "lluita contra el càncer" són molt reduïts, o potser negatius, i que en tot cas no justifiquen la seva continuació. No cal dir que una recomanació d'aquest tipus no solament seria errònia des del punt de vista d'avaluació de projectes, sinó que també seria políticament impracticable.

### **El mètode de la disposició a pagar**

Com a resposta a les esmentades deficiències teòriques del mètode del capital humà, durant la dècada dels anys seixanta, diversos autors a França [Abraham i Thédié (1960), Drèze (1962)], als Estats Units [Pyatt i Rogers (1961), Mushkin (1962), Schelling (1968)], i a Anglaterra [Jones-Lee (1969), Mishan (1971)] van anar posant els fonaments d'un nou mètode de valoració: l'anomenat "mètode de la disposició a pagar". Aquest nou mètode constitueix un intent de plantejar el problema teòric de la valoració econòmica de la vida humana, utilitzant moltes de les tècniques analítiques desenvolupades per a la teoria utilitarista neoclàssica, i per a la moderna teoria de la despesa pública iniciada per Samuelson (1954). El "mètode de la disposició a pagar", per tant, malgrat representar un pas endavant important, incorpora moltes de les limitacions pròpies de l'escola de pensament que l'ha generat.

El principi filosòfic fonamental d'aquest nou mètode pot ésser condensat en la següent cita de Schelling:

"el valor d'un home hauria de ser considerat, al menys en part, independentment de si la persona que pot morir és o no part del procés productiu... aquest valor hauria de resultar d'una decisió col·lectiva referent a la despesa que la nació està disposada... a fer per salvar un dels seus membres" (7).



És a dir, el mètode de la “disposició a pagar” es fonamenta en quatre idees bàsiques:

- I. La d’assimilar el concepte “valor (econòmic) d’un home” amb el concepte “valor de *salvar* (o no) la vida d’un home”;
- II. La de considerar el valor econòmic d’una persona, al menys en part, *independentment del paper que aquesta persona pugui jugar en el procés productiu*;
- III. La d’entendre que aquest valor ha d’èsser el resultat d’una *decisió col·lectiva* de la nació;
- IV. La de postular –d’acord amb la Teoria de la Utilitat Marginal– que la *disposició* d’una nació *a pagar* per a la vida d’un individu reflecteix el valor econòmic que la nació dóna a la vida d’aquest individu (8).

Més endavant veurem quins són els supòsits sobre les “preferències” dels consumidors que es recolzen en les “idees” (II) i (III). El que ara m’interessa destacar, no obstant, és la importància de la “idea” (I), la qual ens ve a dir: el “valor econòmic de la vida humana” no és *el valor* de la vida humana; és només el que els economistes *defineixen* com a “valor *econòmic* de la vida humana”. I la significança de la “idea” (IV), la qual clarament situa el “mètode de la disposició a pagar” dintre de l’òrbita de la Teoria de la Utilitat Marginal.

Les primeres formulacions matemàtiques precises del mètode de la “disposició a pagar” van estar fortament influenciades per la “Teoria de la Utilitat Esperada” de Neumann i Morgenstern (9). Per tant, a efectes d’exposició, en el futur em referiré a elles com a la “versió utilitat esperada” del mètode de la disposició a pagar. El model de Cook i Graham (10) constitueix un bon exemple de la forma en què, segons aquesta versió, *els individus* valoren la seva pròpia vida (11).

#### A) El valor d’una vida humana; versió “Utilitat Esperada”

Comencem per suposar que la “utilitat” dels individus depèn de dos “estats del món”, A i B, i que aquesta “utilitat” pot ésser representada mitjançant una funció d’utilitat que posseeix les propietats següents:

$$U_A(W) = U(W, 1) \quad (2)$$

$$U_B(W) = U(W, 0), \quad (3)$$

on  $W$  representa una “mercaderia composta” que anomenarem “riquesa”,  $1$  representa l’estat del món “vida”, i  $0$  representa l’estat del món “mort”. A més a més, suposem que:

$$U_i'(W) < 0 < U_i''(W) \quad \text{per } i = A, B$$

A partir d’una funció d’utilitat amb aquestes característiques, Cook i Graham defineixen el valor que per a un individu té el *salvar* la seva pròpia vida *d’una mort segura*, com el valor,  $R(W^*)$ , que s’obté resolent l’expressió següent:

$$U_B(W^*) = U_A(W^* - R(W^*)), \quad (4)$$

sempre que  $R(W^*)$  existeixi o, en cas contrari, sigui igual a zero.

Observeu que  $R(W^*)$  no és altra cosa que la màxima quantitat de “riquesa” que un individu “racional” (12) *estaria disposat a sacrificar* per salvar la seva pròpia vida. En efecte, la banda esquerra de l’expressió (4) representa el “nivell d’utilitat” que un individu amb una riquesa  $W^*$  tindria si morís. A la banda dreta de l’expressió tenim el “nivell d’utilitat” que aquest mateix individu gaudiria si visqués, però amb una riquesa disminuïda en la quantitat  $R(W^*)$ . L’expressió (4), per tant, ens diu que un individu “racional” estaria disposat a sacrificar “riquesa” per salvar la seva pròpia vida, només fins el punt en què, la “utilitat” de viure a un nivell disminuït de riquesa igualés la “utilitat” de morir ric.

De manera semblant, Cook i Graham defineixen la pèrdua que un individu sofreix quan una causa sobtada, diguem un accident, arrabassa la seva vida, com una quantitat  $C(W^*)$  tal que:

$$U_A(W^* + C(W^*)) = U_B(W^*), \quad (5)$$

sempre que  $C(W^*)$  existeixi o, en cas contrari, sigui igual a infinit. Observeu que, l’expressió (5),  $C(W^*)$  no és altra cosa que la mínima quantitat de riquesa extra, que hauríem d’entregar a un individu per compensar-lo de la pèrdua de la seva vida.

Fins ara hem utilitzat el model de Cook i Graham per definir la “utilitat” de viure en dos *estats de certesa* alternatius: viure i morir. En el món real, no obstant, els individus no s’enfronten amb estats de certesa, sinó amb *estats de probabilitat*. Per tant, excepte en casos *molt* excepcionals, els projectes d’inversió que els economistes hem d’avaluar no produeixen “mort” o “sobrevivència” amb certesa. En general, tot el que un projecte pot induir és a un cert increment de la probabilitat de mort o de supervivència dels individus. Així, des del punt de vista de l’economista, tot el que ens interessa és determinar el “cost” (“benefici”) dels individus confrontant els canvis de les seves probabilitats de mort o supervivència. Conscients que aquest és el cas, Cook i Graham –així com tots els representants de la “Versió utilitat esperada”– consideren la “utilitat” de viure subjecte a una certa probabilitat, “p”, de morir (13) mitjançant una *funció d’utilitat esperada* de la forma:

$$E[U(W, p)] = (1 - p) U_A(W, 1) + p U_B(W, 0), \quad (6)$$

on  $U_A(W, 1)$  i  $U_B(W, 0)$  són les funcions d’utilitat corresponents als estats del món “vida” i “mort”, definides anteriorment [vegeu les expressions (2) i (3)].

Seguint una lògica equivalent a la utilitzada per definir l’expressió (4), ara podem utilitzar l’expressió (6) per definir la màxima quantitat que un individu “racional” estaria disposat a pagar per obtenir una certa disminució de la seva probabilitat de morir. En efecte, suposem un individu amb uns nivells inicials de “riquesa” i de “probabilitat de morir” iguals a  $W^*$  i  $p^*$ , respectivament. Suposem ara que aquest individu té una funció d’utilitat del tipus definit per l’expressió (6), anterior; i que mitjançant la posta en pràctica d’un determinat projecte d’inversió, –diguem la compra d’un “ronyó artificial”– aquest individu pot veure la seva probabilitat de morir *disminuïda* a un nivell més baix,  $p'$ . Si aquest individu fos “racional”, la teoria ens diria que la seva disposició a pagar per la posta en marxa del projecte, vindria donada per una quantitat  $R(W^*)$ , que resultaria de resoldre l’equació següent:

$$E[U(W^* - R(W^*), p')] = E[U(W^*, p*)]. \quad (7)$$

La banda dreta d’aquesta equació, ens indica el nivell “d’utilitat” que l’individu

gaudiria si el projecte *no* fos realitzat (situació en què conservaria la totalitat de la seva "riquesa" però, al mateix temps, mantindria una "probabilitat de morir",  $p^*$ , alta). A la banda esquerra de (7) tenim el nivell "d'utilitat" que l'individu gaudiria si veiés la seva "riquesa" inicial disminuïda per la quantitat  $R(W^*)$ , però al mateix temps la seva probabilitat de morir es veiés reduïda a un nivell  $p$ . És a dir, la quantitat  $R(W^*)$  seria un indicador del "benefici" que el nostre individu rebria del projecte (14).

Seguint una lògica equivalent a la utilitzada per definir l'expressió (5), el lector hauria de ser capaç d'usar la "funció d'utilitat esperada", (6), per obtenir la mínima compensació requerida per induir a un individu amb uns nivells inicials de "riquesa",  $W^*$ , i de "probabilitat de morir",  $p^*$ , a *acceptar un increment* en la seva probabilitat de morir igual a  $(p) - (p^*)$ . La quantitat que així obtindria seria un indicador del "cost" que el nostre individu sofriria com a conseqüència d'un projecte que tingués com a efecte incrementar la seva probabilitat de morir d'un nivell inicial  $p^*$  fins a un nivell final més alt,  $p$ .

Malgrat la seva relativa sofisticació, la "versió utilitat esperada" del mètode de la disposició a pagar segueix essent molt insatisfactòria:

- I) En primer lloc, perquè defineix les preferències dels individus mitjançant la "Teoria de la Utilitat Esperada" (T.U.E.). Al fer-ho així, aquesta versió es fa solidària amb les nombroses limitacions que la T.U.E. incorpora. Una d'aquestes limitacions és la dubtosa validesa empírica d'alguns dels "axiomes" en què es basa (15). En particular, l'anomenat "axioma de l'aplicabilitat de la regla de la probabilitat" (16) elimina la possibilitat de que els individus experimentin angoixa, o tinguin preferències definides, sobre la forma o circumstàncies en què un esdeveniment probabilístic –diguem la pròpia mort– pugui ocórrer (17). Hom podria argüir que el "suspense" i l'angoixa jugan un paper relativament poc important quan un individu assumeix riscos que només impliquen un petit guany o pèrdua econòmica. No obstant, pel que fa a riscos que afecten la pròpia vida o salut, el supòsit de la no existència de "suspense" o angoixa resulta massa restrictiu, i és millor d'evitar-lo prescindint de la Teoria de la Utilitat Esperada (18).
- II) La segona raó per la que el "mètode de la disposició a pagar" –versió "utilitat esperada"– resulta insatisfactori és la de construir la seva anàlisi recolzant-se en dues funcions d'utilitat, les (2) i (3) *supra*, que estan definides sobre dos estats del món tan diferents com són "vida" i "mort". Construir una anàlisi a partir d'aquestes dues funcions equival a suposar:
  - a) que un individu que encara viu pot tenir un sistema de preferències definit sobre un estat del món "la mort" que no coneix;
  - b) que dos sistemes de preferències corresponents a dos estats del món tan completament separats com són "la vida" i "la mort" són d'alguna manera, comparables.

Hom podria defensar la legitimitat del primer d'aquests dos supòsits a base de recordar com molta gent especifica en el seu testament la forma en què volen ésser enterrats. Un testament, per tant, podria ser interpretat com una expressió de preferències formulada per una persona viva però que correspon a l'estat del món "mort". El que no pot ésser justificat de cap manera és el segon d'aquests dos supòsits. En efecte, com Nutter (1979) ens recorda:

"la concepció que existeix una expressió psicològica de valor única anomenada



‘utilitat’ la qual pot ésser maximitzada a través del consum, implica que tots els béns econòmics poden ésser substituïts entre si” (19).

Donat que “vida” i “mort” no poden ésser substituïts entre si –una persona morta no pot ésser substituïda per la mateixa persona viva– les funcions d’utilitat (2) i (3) no són comparables. Però, si aquestes dues funcions no són comparables, la funció d’utilitat (6), *supra*, que resulta de la seva combinació és il·legítima. Òbviament, si la funció (6) és il·legítima, també ho és tota l’anàlisi de la versió “utilitat esperada” del mètode de la disposició a pagar.

III) Per si les dues crítiques anteriors no fossin suficients, hom pot encara citar una tercera raó per blasmar la versió “utilitat esperada” del mètode de la disposició a pagar. Aquesta és la de centrar la seva atenció en la dicotomia “vida-mort” ignorant així el fet que, d’acord amb la recerca realitzada pels psicòlegs, el que preocupa als individus no és tant evitar la mort –que la saben inevitable– sinó evitar algunes formes específiques de morir. En efecte, repassant la literatura psicològica hom pot trobar amb àmplia evidència que la idea de la inevitabilitat de la mort és tan aclaparant que cap de nosaltres podria funcionar amb normalitat si l’haguéssim de confrontar constantment (20). En conseqüència, aquesta literatura ens indica que, els individus tendim a desenvolupar uns mecanismes de defensa que ens ajuden a acceptar la mort. A efectes de la nostra anàlisi, el més important d’aquests mecanismes consisteix en *desplaçar* l’objecte de la nostra aprensió conscient de “la mort” –que és inevitable– a formes específiques de “morir” –que donada la seva especificitat són evitables (21). El mecanisme és senzill: si desplaço l’objecte de la meua aprensió de, por de “morir” en general a, diguem, por de *morir ofegat* aleshores puc lluitar contra la meua por abstracte a “la mort” simplement mantenint-me allunyat de l’aigua. Finalment, la literatura psicològica també ens indica que els individus podem formular un sistema (ordinal) de preferències que està ben definit sobre les diferents formes de morir (22).

Per l’economista, que necessita valorar la vida humana per a poder evaluar projectes d’inversió, aquesta evidència aportada per la literatura psicològica té dues implicacions importants:

- I) Que els individus tendiran a discriminar entre els diferents projectes d’inversió, no solament en funció del nombre de vides humanes que aquests puguin segar (i/o salvar), sinó també en funció de les formes específiques de mort (o vida) que aquests tractin.
- II) Que donat que els individus no són indiferents entre les diferents formes de morir, els economistes haurem de valorar els projectes de manera diferent segons el tipus de morts que aquests puguin produir (o evitar).

O dit d’una altra manera, la funció d’utilitat, (6), emprada per la versió “utilitat esperada” del “mètode de la disposició a pagar” no permet distingir entre els diferents riscos que amenacen la vida (i/o salut) dels individus. En conseqüència aquesta funció ha d’ésser reemplaçada per una altra funció, més general, del tipus:

$$U = F(W, p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_r).$$

És a dir, la funció, (6) ha d’ésser reemplaçada per una altra funció d’utilitat tal que, en

comptes d'incloure una sola "p", inclogui tot un vector,  $\{p_1, p_2, \dots, p_j, \dots, p_r\}$ , representant tots els diferents tipus de riscos que amenacen la vida (i/o salut) humanes.

Tradicionalment, els economistes s'han mostrat gairebé unànims en criticar "els polítics" per no igualar els costos marginals dels diferents programes governamentals encaminats a reduir riscos a la vida humana (23). Malgrat no sempre haver-ho argumentat de forma clara, la lògica de la crítica es basa en el supòsit que una eficient assignació pública de recursos requereix que el "valor implícit de salvar una vida extra" sigui el mateix en tots els programes operats pel govern. Un resultat pràctic important que se segueix de reemplaçar la funció d'utilitat (6) per la (7) és poder provar que, malgrat el que els economistes han vingut dient, una eficient assignació dels recursos *no necessàriament* requereix l'esmentada igualtat en els costos marginals.

Resumint, la funció d'utilitat que la "versió utilitat esperada" dota els individus pot ésser criticada a tres nivells diferents:

- I) Per basar-se en la Teoria de la Utilitat Esperada, la qual pressuposa la no existència d'angoixa o "suspense" en els individus a l'hora de prendre decisions que impliquen arriscar la pròpia vida i/o salut;
- II) Per suposar que dues funcions d'utilitat definides en dos estats del món no comparables (i. e., "vida" i "mort") poden, no obstant, ésser combinades en una única expressió d'utilitat;
- III) Per ignorar que, d'acord amb el que ens diuen els psicòlegs, els individus tenen un sistema (ordinal) de preferències ben definit sobre les diferents formes de morir.

A continuació presentaré un model econòmic molt senzill, en el que els individus estaran dotats de funcions (ordinàries) (24) d'utilitat, les quals no solament obviaran les tres crítiques anteriors, sinó que també ens permetran de discutir amb un cert rigor la forma en què la versió més moderna del "mètode de la disposició a pagar" contempla el problema de l'evaluació econòmica de la vida humana.

#### *B) El valor d'una vida humana: versió utilitat ordinària*

Considerem una societat composta de  $N$  individus, les vides dels quals estan amenaçades per  $P$  factors diferents. Indiquem cada un d'aquests individus mitjançant un subíndex "i", tal que  $i = 1, 2, \dots, k, \dots, N$ , i indiquem cada un dels factors que amenacen les seves vides mitjançant un subíndex "j", tal que  $j = 1, 2, \dots, r, \dots, P$ . Suposem, a continuació, que el benestar del  $k^{\text{au}}$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ) individu depèn –durant un període de temps determinat (25)– de dos variables: del seu vector de consum (que anomenarem  $z_k$ , on  $z_k \in \mathbb{R}^M_+$ ) i d'una matriu  $N \times P$  de probabilitats (que anomenarem  $Y$ ) tal, que el seu element  $Y_{kr}$  representa la probabilitat (objectiva) que el  $k^{\text{au}}$  individu sobrevisqui (fins el final del període) el  $r^{\text{au}}$  factor que amenaça la seva vida. És a dir, suposem que el benestar (durant un període de temps determinat) dels individus no solament depèn del seu vector de consum, sinó també de la probabilitat que ells, o qualsevol altre membre de la societat, sobrevisquin les diferents causes de mort que els amancen. Això vol dir, per exemple, que el meu benestar no solament dependrà dels béns materials que jo pugui consumir, sinó també del meu estat de salut (i. e., probabilitat de morir) i de la salut (i. e., probabilitat de morir) de tots els meus familiars i amics.

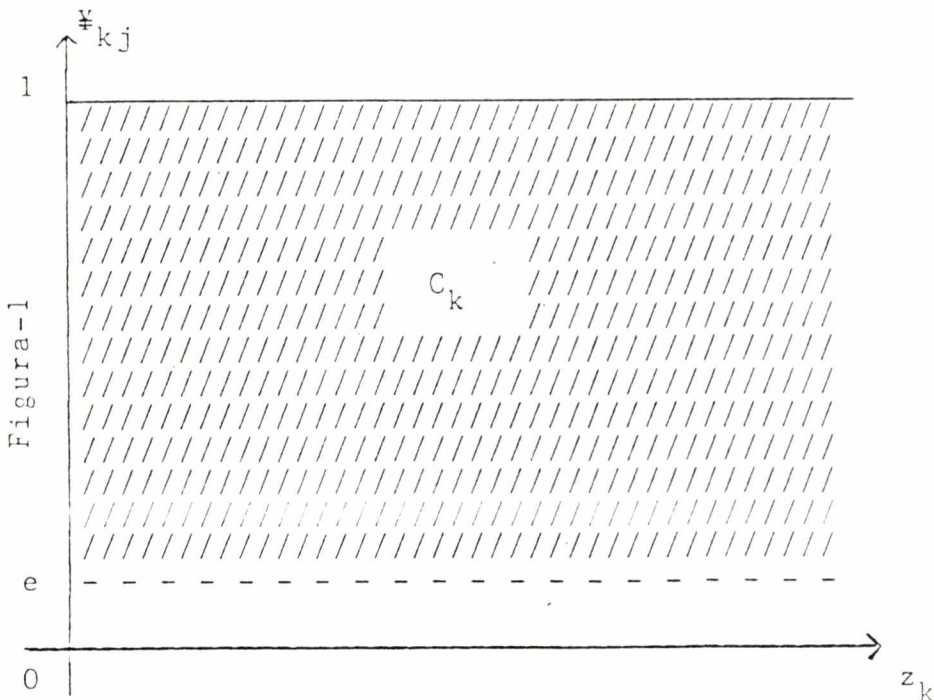
A fi d'excloure del "conjunt de consum" dels individus, totes aquelles alternatives

que corresponen a estats del món en els que ells estan morts (és a dir, tots aquells punts que corresponen a una *pròpia* probabilitat de sobreviure igual a zero), definim el domini dels elements de la matriu  $Y$  de la següent manera (26):

$$Y_{ij} \in [0,1] \quad \text{sempre que } \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, k-1, k+1, \dots, N \\ j = 1, 2, \dots, P \end{matrix}$$

$$Y_{kj} \in [0,1] \quad \text{sempre que } \begin{matrix} k = 1, 2, \dots, N \\ j = 1, 2, \dots, P \end{matrix}$$

Mitjançant una representació gràfica en dues dimensions, el “conjunt de consum” del  $k^{\text{au}}$   $k = 1, 2, \dots, N$  individu (que anomenarem  $C_k$ ) pot, per tant, ésser representat com ens indica la Figura-1. A la Figura, “e” és un número positiu que pot ésser tan petit com es vulgui. Donada la forma en què hem definit la matriu  $Y$ , si l’eix vertical de la figura-1 fos una representació de  $Y_{ij}$  on  $i = k$ , aleshores podríem simplement fer  $e = 0$ .



Suposem, a continuació, que les preferències dels individus sobre els punts en els seus “conjunts de consum” són: *completes, reflexives, transitives, i contínues* (27). Com sabem (28), aquests quatre supòsits ens garanteixen que les preferències *poden ésser representades mitjançant una funció real*,

$V: \mathbb{R}^M + \times [0,1]^{(N-1) \times P} \times (0,1]^P \rightarrow \mathbb{R}$ , de la forma:

$$U_k = V_k(z_k, Y) \quad k = 1, 2, \dots, N, \quad (8)$$

on  $U_k$  representa el nivell “d'utilitat” del  $k^{\text{au}}$  individu.



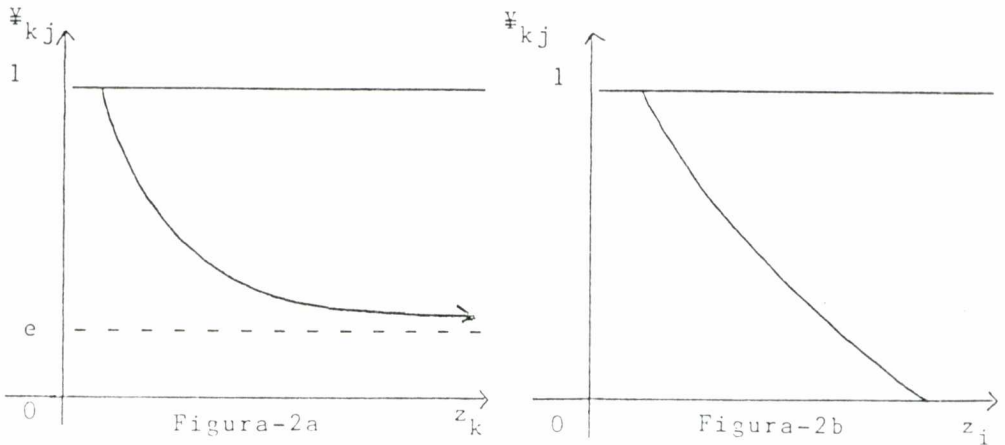
Suposem, a més a més, que les funcions d'utilitat (8) són tals que: a) *tenen primera i segona derivada, i ambdues derivades són contínues*; b) *són quasi-còncaves*; i c) *són estrictament no decreixents en tots els seus arguments, i creixents en al menys un d'aquests arguments*.

En particular, aquests supòsits sobre les funcions d'utilitat dels consumidors ens garanteixen:

- I) Que les corbes d'indiferència entre "consum" i els diferents tipus de riscos (i. e., probabilitats de supervivència) no tindran una pendent positiva —el que ens assegura que els nostres individus tindran una certa "aversió al risc";
- II) Que les corbes d'indiferència entre "consum" i els diferents tipus de riscos seran convexes —el que ens assegura que l'aversió al risc dels nostres individus creixerà amb el nivell del risc que els amenaci;
- III) Que les corbes d'indiferència entre dos tipus de riscos qualssevol (i. e., tipus de "probabilitats de supervivència") seran també convexes —el que ens assegura que els nostres individus procuraran diversificar els seus riscos (29).

És a dir, els supòsits que introduïm sobre les funcions d'utilitat no solament ens assegurin que aquestes funcions satisfaran un conjunt de propietats matemàtiques desitjables, sinó que també ens assegurin que els nostres individus exhibiran unes actituds prou raonables envers els riscos.

La Figura-2 conté dues representacions gràfiques de corbes d'indiferència indicant la "relació marginal de substitució entre "consum" i "risc".



La Figura-2a presenta una corba d'indiferència d'un individu,  $k$ , indicant relació marginal de substitució entre "consum" i el  $j^{\text{au}}$  risc a la *seva pròpia vida*. La Figura-2b, per altra banda, presenta una corba d'indiferència corresponent a un segon individu,  $i$ , indicant la relació marginal de substitució d'aquest segon individu entre "consum" i el  $j^{\text{au}}$  risc a la *vida del primer individu*.

Per altra banda, per simplicitat, suposarem que només hi ha un "productor", el qual està dotat d'una funció de producció,

$$f(z) = 0, \quad \text{def } N \quad \text{on } z = \sum_{k=1}^N z_k,$$

que és contínua, quasi-còncava, i que té segona derivada.

Suposem, finalment, que els individus realitzen els seus plans de consum i producció amb antelació, i que al començament de cada període, les característiques personals dels individus: estat de salut, edat, talent, etc., són donades.

En aquest marc teòric, cada individu,  $i = 1, 2, \dots, N$ , haurà de decidir al començament del període quin és el vector de consum ( $z_i$ ) que prefereix. Aquesta decisió l'haurà de fer pensant no solament en el "plaer" que esperi obtenir directament del seu vector de consum, sinó també en funció de l'impacte que aquest consum pugui tenir sobre el seu vector de probabilitats de sobreviure (que anomenarem  $\mathbf{Y}_i$ ). O dit d'altra manera, suposem que els riscos que amenacen les vides dels nostres individus són una funció de —entre altres coses— el seu propi consum (30). Per tant, d'acord amb el que ens diu la teoria de l'elecció, cada individu  $i = 1, 2, \dots, N$  haurà de resoldre el problema següent: escollir un vector de consum  $z_i^{\text{def}} = \{z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{iM}\}$ , tal que:

$$\begin{aligned} \text{Max. } & V_i(z_i, \{ \mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2, \dots, \mathbf{Y}_{i-1}, \mathbf{Y}_i(z_i), \mathbf{Y}_{i+1}, \dots, \mathbf{Y}_N \}) \\ \text{s. a.: } & q \cdot z_i = q \cdot z_i^0 \quad i = 1, 2, \dots, N \end{aligned}$$

on  $q \in \mathbb{R}_+^M$  és el vector de preus relatius de mercat, on  $z_i^0$  és la "dotació inicial de recursos" del  $i^{\text{au}}$  individu, i on  $\mathbf{Y}_i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) és el vector de probabilitats de supervivència del  $i^{\text{au}}$  individu.

Una forma alternativa d'escriure el problema anterior és: escollir un vector  $z_i$  tal que:

$$\begin{aligned} \text{Max. } & u_i(z_i, \mathbf{Y}_i) \quad i = 1, 2, \dots, N, \\ \text{s. a.: } & q \cdot z_i = q \cdot z_i^0 \end{aligned}$$

on  $\mathbf{Y}_i$  és, per definició, una matriu  $(N-1) \times P$  que s'obté d'eliminar la  $i^{\text{ava}}$  fila de la matriu  $\mathbf{Y}$ .

Resolent aquest problema, el  $i^{\text{au}}$  individu obté el seu vector de demanda:

$$z_i = z_i(p, \mathbf{Y}_i, z_i^0) \quad i = 1, 2, \dots, N.$$

on  $z_i = z_i(q, \mathbf{Y}_i, z_i^0)$  és un vector de dimensió  $M$ .

Per altra banda, el problema del productor és:

$$\begin{aligned} \text{Max. } & q \cdot z. \\ \text{s.a.: } & f(z) = 0 \end{aligned}$$

Resolent aquest problema, el productor obté el seu vector de funcions d'oferta i de demanda:

$$z = z(q),$$

on  $z(q)$  és un vector de dimensió  $M$ .

Suposem que existeix un vector de *preus d'equilibri* (que denotarem  $q^*$ ) tal que satisfà la Llei de Walras (31), és a dir:

$$z(q^*) = \sum_{i=1}^N z_i(q^*, \Upsilon, zO_i).$$

Suposem que  $U^*_i$  és un índex del nivell "d'utilitat" del qual gaudeix el  $i^{\text{au}}$  individu ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) en el punt d'equilibri, i que  $\Upsilon^*$  és la matriu de probabilitats de sobreviure que els individus esperen confrontar una vegada els seus plans de consum i de producció s'hagin realitzat. En aquest context, la "funció de despesa" (32) del  $i^{\text{au}}$  individu, evaluada en el punt d'equilibri, pot ésser formulada com,

$$g_i(q^*, U^*_i, \Upsilon^*) \quad i = 1, 2, \dots, N,$$

on  $g_i: \mathbb{R}^{M+1+N \times P} \rightarrow \mathbb{R}$ .

A efectes comparatius, considerem ara el mateix problema anterior, però suposant que el, diguem,  $N^{\text{au}}$  individu ha desaparegut. Donat que aquest individu era un consumidor i potser també un "factor de producció" en una economia amb un número *finit* d'agents, la seva absència pot afectar l'equilibri original. Suposem que, després de la seva desaparició, l'economia ateny un nou equilibri, en el que " $q$ " és el nou vector de preus d'equilibri, i en el que " $U_i$ " és un índex del nou nivell "d'utilitat" de que gaudeix el  $i^{\text{au}}$  ( $i = 1, 2, \dots, N-1$ ) individu. Comparant les situacions d'equilibri existents abans i després de la desaparició del  $N^{\text{au}}$  individu, ens podem preguntar: quin és l'efecte d'aquest *canvi en el vector de preus relatius* sobre el benestar dels  $N-1$  individus que sobreviuen? Mishan (1971) recomana de medir les pèrdues que la societat sofreix quan un dels seus membres mort mitjançant la *suma* de les "variacions compensadores" que serien necessàries si haguéssim de retornar els individus desapareguts al nivell d'utilitat que gaudien abans de que la mort ocorregués (33). Per tant, seguint Mishan, podem contestar la pregunta anterior dient que l'efecte que el canvi en el sistema de preus relatius tindrà sobre el benestar social pot ésser expressat de la manera següent:

$$\sum_{i=1}^{N-1} [g_i(q^*, U^*_i, \Upsilon^*) - g_i(q, U_i, \Upsilon^*)] \quad (9)$$

Aquesta expressió ens indica també el valor "com a factor de producció" (durant el període de temps considerat) de la persona desapareguda. Si la nostra economia fos tal que:

- Els "efectes substitució" dels consumidors fossin iguals a zero.
- La substitució entre els diferents factors de producció no fos possible.
- Tinguéssim economies constants d'escala,



aleshores, el valor “com a factor de producció” (durant el període de temps considerat) de la persona desapareguda coincidiria amb el valor del producte social net perdut durant el període, com a conseqüència de la desaparició d'aquesta persona. O dit d'altra manera, si acceptem els tres supòsits, (a)–, anteriors, *el valor de l'expressió (9) coincidirà amb el valor que obtindriem si empréssim el “mètode del capital humà” per a obtenir el valor (durant el període de temps considerat) de la persona desapareguda.* No obstant, donat el caràcter excessivament restrictiu i poc realista dels tres supòsits anteriors, a la pràctica, el valor de l'expressió (9) estarà molt per sota del valor que obtindriem emprant el “mètode del capital humà”.

Ara bé, la persona desapareguda era quelcom més que un simple “factor de producció”; com hem vist, el seu *vector de probabilitats de supervivència* era també un “paràmetre” no solament en la seva pròpia funció d'utilitat, sinó també en les funcions d'utilitat de molts dels altres individus. Per tant, si la seva mort és causada per, diguem, la *r*ava causa de mort (on  $r = 1, 2, \dots, P$ ), el seu vector de probabilitats de supervivència passarà d'ésser:

$\mathbf{Y}^*_{N\text{def}} = \{ \mathbf{Y}^*_{N, 1}, \mathbf{Y}^*_{N, 2}, \dots, \mathbf{Y}^*_{N, r-1}, \mathbf{Y}^*_{N, r}, \mathbf{Y}^*_{N, r+1}, \dots, \mathbf{Y}^*_{N, P} \}$   
a ser igual a:

$\mathbf{Y}'_{N\text{def}} = \{ \mathbf{Y}'_{N, 1}, \mathbf{Y}'_{N, 2}, \dots, \mathbf{Y}'_{N, r-1}, 0, \mathbf{Y}'_{N, r+1}, \dots, \mathbf{Y}'_{N, P} \}$ .

En conseqüència la mort del  $N^{\text{au}}$  individu provoca també un canvi *adicional* en el benestar social que, mitjançant la suma de les “variacions compensadores”, pot ésser expressat de la manera següent:

$$\sum_{i=1}^N [g_i(q^*, U^*_{i, \mathbf{Y}^*}) - g_i(q^*, U^*_{i, \mathbf{Y}'})], \quad (10)$$

on  $\mathbf{Y}^*_{\text{def}} = \{ \mathbf{Y}^*_1, \mathbf{Y}^*_2, \dots, \mathbf{Y}^*_{N-1}, \mathbf{Y}^*_N \}$ . Utilitzant la terminologia de Schelling, podem dir que l'expressió (10) ens indica el valor “com a bé de consum” (34) (durant el període considerat) de la persona desapareguda.

Obviament, el valor de l'expressió (10) variarà depenent de la causa que hagi produït la mort: és a dir, dependrà del  $\mathbf{Y}^*_{,r}$  que passi a ésser igual a zero. Aquest resultat és consistent amb la manera en què la gent percep la vinguda de la mort. Efectivament:

- Una persona que refusi qualsevol compensació per acceptar morir de càncer, pot no obstant estar disposada a morir per salvar a una altra persona atrapada en un incendi.
- Una família musulmana de creences estrictes que sofriria en gran manera si un dels seus membres morís d'una borratxera pot, no obstant, sentir-se gratificada si aquest mateix membre mor en una guerra santa contra els infidels.

En aquests dos exemples, el valor de l'expressió (10) variaria segons la forma en què es produís la mort.

Finalment, incorporant els canvis en el benestar social continguts a les expressions (9) i (10) anteriors, podem escriure:

$$[g_N(q^*, U^*, Y^*) - g_N(q', U^*, Y')] + \sum_{i=1}^{N-1} [g_i(q^*, U^*, Y^*) - g_i(q', U^*, Y')], \quad (11)$$

que ens indica el valor de la pèrdua total soferta (durant el període) per la societat com a conseqüència de la *rava* forma de mort del  $N^{au}$  individu. És a dir, ens indica *el valor econòmic de la vida del  $N^{au}$  individu*. Òbviament, el valor de l'expressió (11) variarà no solament segons qui sigui la persona que mori, sinó també segons el període de temps en què la mort ocorri, i segons *la causa de la mort*.

Desgraciadament, quan una persona mor, les pèrdues generades per la seva desaparició sovint s'extenen sobre més d'un període. Quan aquest és el cas, el model *estàtic* (és a dir, model d'un sol període) que acabem de veure no serveix per evaluar les pèrdues que puguin repercutir sobre els períodes futurs. Una forma de solucionar aquest problema fóra la de desenvolupar un model dinàmic (35). No obstant, una solució alternativa és, simplement, la de prendre el model estàtic anterior com si fos un model "d'economies temporals" (36) en el que les preferències dels individus estiguessin definides no solament sobre les diferents maneres de morir, sinó també sobre el període del temps en què la mort ocorre. Hom tendeix a preferir aquesta segona alternativa degut a la complexitat dels problemes demogràfics i d'informació associats amb l'ús de models dinàmics (37).

Per altra banda, si en comptes de voler mesurar el *cost* de perdre una vida volguéssim determinar el "*benefici*" de, diguem, reduir el  $r^{au}$  risc d'un valor inicial igual a  $Y^*_{r \text{ def}} = \{Y^*_{1r}, Y^*_{2r}, \dots, Y^*_{Nr}\}$  a un valor final igual a  $Y''_{r \text{ def}} = \{Y''_{1r}, Y''_{2r}, \dots, Y''_{Nr}\}$ , hauríem de calcular el següent:

$$\sum_{i=1}^N [g_i(q^*, U^*_{ip}, Y^*) - [g_i(q^*, U^*_{ip}, Y'')], \quad (12)$$

on  $Y''$  és una matriu idèntica a la matriu  $Y^*$  excepte en què la seva *rava* fila és igual a  $Y''_{r \text{ def}}$ . Observeu que implícit a l'expressió (12) hi ha dos supòsits: a) que la reducció en el nivell del  $r^{au}$  risc no té cap efecte sobre el vector de preus relatius, i b) que la reducció en el risc és *generalitzada*, però que beneficia en diferent manera els diferents individus. Ara el lector hauria de ser capaç de modificar aquests supòsits, i reescriure l'expressió (12) de forma consistent amb els nous supòsits.

### C) El cost de perdre una vida humana: problemes d'estimació

Abans d'assejar l'estimació empírica del cost econòmic implícit en la pèrdua d'una vida humana convé de recordar dos fets importants: el primer, que el valor "com a factor de producció" de la majoria dels individus és tan petit –l'impacte que la seva hipotètica mort tindria sobre el sistema de preus relatius seria tan reduït –que a efectes pràctics pot ésser considerat negligible. El segon –excepte en casos molt excepcionals–, que la mort d'un individu només constitueix una pèrdua emocional important per a un grup molt reduït de familiars i amics. En la majoria dels casos, per

tant, quan haguem d'estimar el cost social de la pèrdua d'una vida humana, ens bastarà estimar les pèrdues sofertes per un grup de gent molt reduït.

Tenint aquests dos fets presents, el problema d'estimar el valor econòmic de la major part dels individus es reduirà a determinar la quantia de les "variacions compensadores" que foren necessàries per a retornar al nivell de benestar que el difunt i els seus familiars i amics gaudien abans que la mort ocorregués.

Com hem vist anteriorment, una vegada acceptem un conjunt de supòsits prou raonables sobre les preferències individuals, ens és possible de representar la relació marginal de substitució dels individus entre "consum" i el seu (o el de qualsevol altra persona) "vector de probabilitats de sobrevivència" mitjançant unes superfícies d'indiferència del tipus de les dibuixades a la Figura-2 *supra*.

Denotem el valor que el  $i^{\text{au}}$  individu ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) dona a un increment marginal en el  $j^{\text{au}}$  risc ( $j = 1, 2, \dots, P$ ) a la vida del  $k^{\text{au}}$  individu ( $k = 1, 2, \dots, N$ ) mitjançant l'expressió:

$$f_{kj(i)} \tag{13}$$

És a dir, l'expressió (13) ens indica la "relació marginal de substitució" del  $i^{\text{au}}$  individu entre el  $j^{\text{au}}$  risc a la vida del  $k^{\text{au}}$  individu i el seu propi consum ( $z_i$ ). Per definició, sabem que la corba de *demanda compensada* del  $i^{\text{au}}$  individu per el bé  $Y_{kj}$  (és a dir, el bé "probabilitat de que el  $k^{\text{au}}$  individu sobrevisqui el  $j^{\text{au}}$  risc a la seva vida") ve donada pel conjunt de punts de tangència que s'obtenen de desplaçar una recta pressupostària al llarg d'una determinada corba d'indiferència (és a dir, d'anar donant valors a la relació marginal de substitució  $f_{kj(i)}$ ). Aquesta correspondència entre corba de "demanda compensada" i relació marginal de substitució està representada a la Figura-3 (38). Observeu que, a la figura, tots els punts de la corba de demanda compensada corresponen a un mateix "nivell d'utilitat". Òbviament, quan  $k \neq j$ , el valor d'"e" a la figura podrà ésser considerat igual a zero.

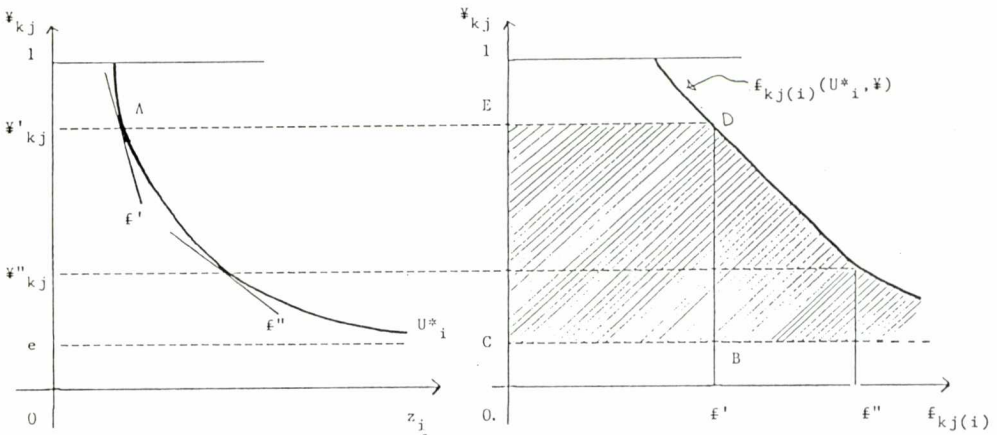


Figura 3

Finalment, suposem que un individu,  $k$ , dotat d'un vector de probabilitats de sobrevivència  $Y_k^*$  def =  $\{Y_{k1}^*, Y_{k2}^*, \dots, Y_{kj}^*, \dots, Y_{kp}^*\}$ , mor de sobte a causa de la  $j^{\text{ava}}$  forma de mort. O dit d'altra manera, suposem que, tot d'una, la seva probabilitat de sobreviure el  $j^{\text{au}}$  risc es veu reduïda a zero. La pèrdua que un individu  $i$  ( $i =$



$1, 2, \dots, k-1, k, k+1, \dots, N\}$  amb un nivell original d'utilitat  $U_i^*$  sofreix com a conseqüència d'aquesta mort pot ésser expressada mitjançant l'àrea ombrejada sota la corba de demanda compensada que apareix a la Figura-3 (és a dir, l'àrea compresa entre  $(Y_{kj}^* \text{ i } Y_{kj} = 0)$ ). No obstant, com hem discutit anteriorment, quan  $k = i$ , aquesta corba de demada no està definida en el punt  $Y_{kj} = 0$ . En aquests casos, ens caldrà aproximar el valor de l'àrea sota la corba de demanda compensada mitjançant el càlcul de l'integral:

$$\lim_{e \rightarrow 0} \int_e^{Y_{kj}^*} f_{kj(k)}(U_k^*, Y) \cdot dY_{kj},$$

on  $f_{kj(k)}(U_k^*, Y)$  és la inversa (39) de la funció de demanda compensada pel bé  $Y_{kj}$  corresponent al  $i^{\text{au}}$  individu ( $i = 1, 2, \dots, k-1, k, k+1, \dots, N$ ). Com sabem es podria donar el cas que aquest límit no existís com un número finit. En aquest cas la "variació compensadora" no existiria, i el valor de l'individu seria igual a infinit (40).

Per altra banda, la *pèrdua total* soferta per la societat durant el període com a conseqüència de la  $j^{\text{ava}}$  forma de la mort experimentada pel  $k^{\text{au}}$  individu, ens ve donada per

$$\sum_{i \neq k} \int_0^{Y_{kj}^*} f_{kj(i)}(U_i^*, Y) \cdot dY_{kj} + \lim_{e \rightarrow 0} \int_e^{Y_{kj}^*} f_{kj(k)}(U_k^*, Y) \cdot dY_{kj}.$$

A la pràctica, no obstant, sovint ens trobarem que no disposem d'informació sobre el valor de les pendents a tots els punts de les corbes d'indiferència [és a dir, informació sobre el valor de les funcions  $f_{kj(i)}(\dots)$ ]. De fet, el més probable és que, en la majoria dels casos, només podrem recollir informació corresponent a la pendent d'un punt de cada corba d'indiferència (el punt corresponent al nivell dels riscos que *correntment* amenacen els individus). Com ara veurem, en aquests casos encara ens serà possible de calcular un *valor mínim* de les variacions compensadores necessàries per poder calcular el valor d'una vida humana.

Suposem que volem estimar una corba d'indiferència —diguem la que apareix dibuixada a la banda esquerra de la Figura 3— però ens trobem que solament disposem de la informació que correspon a un dels seus punts, diguem el punt A. Òbviament, amb una informació tan escassa no podrem estimar la totalitat de la corba de demanda que apareix a la banda dreta de la Figura. No obstant, recordant la *convexitat* de les funcions d'indiferència, podem deduir que la variació compensadora definida per l'àrea sota la corba de demanda serà, *com a mínim*, igual a l'àrea EDBC de la Figura-3. Aquest *valor mínim* s'aproximarà més al *valor real* quan la corba d'indiferència sigui molt plana, o, quan la quantitat de diners que un individu demani com a compensació per acceptar exposar-se (o exposar una altra persona) a successius (iguals) increments en un determinat tipus de risc sigui constant (o creixi molt lentament). Òbviament, si la corba d'indiferència fos una línia recta, el valor mínim i el real coincidirien.

## Referències

- Abraham, C. i J. Thedié (1960) "Le prix d'une vie humaine dans les decisions économiques", *Revue Française de Recherche Opérationnelle*: 16, 157-167.
- Arrow, K. J. i F. H. Hahn (1971) *General Competitive Analysis*, Holden-Day, San Francisco.
- Arthur, W. B. (1981) "The Economics of Risks to Life", *American Economic Review*: 71, 54-64.
- Becker, E. (1973) *The Denial of Death*, Macmillan Publishing Co., New York.
- Bergstrom, T. C. (1982) "When Is a Man's Life Worth More Than His Human Capital?" *The Value of Life and Safety*, M. W. Jones-Lee (Ed.) North-Holland, Amsterdam.
- Blomquist, G. (1979) "Value of Life Saving: Implications of Consumption Activity", *Journal of Political Economy*: 87, 540-558.
- Broome, J. (1978) "Trying to Value a Life", *Journal of Public Economics*: 9, 91-100.
- Buchanan, J. M. i R. L. Faith (1979) "Trying Again to Value a Life", *Journal of Public Economics*: 12, 245-248.
- Comas, X. (1983) *The Allocation of Scarce Resources to Life-Saving Programs*, Ph. D. Dissertation, The Johns Hopkins University, Baltimore.
- Conley, B. C. (1976) "The Value of Human Life in the Demand for Safety", *American Economic Review*: 66, 45-55.
- Cook, P. J. i D. A. Graham (1975) "The Demand for Insurance and Protection: The Case of the Irreplaceable Commodity", Draft Report, Duke University, North Carolina.
- Dardis, R. (1980) "The Value of Life: New Evidence from the Marketplace", *American Economic Review*: 70, 1077-1082.
- Diggory, J. C. i D. Rothman (1961) "Values Destroyed by Death", *Journal of Abnormal and Social Psychology*: 63, 205-210.
- Drèze, J. (1962) "L'utilité Sociale d'une Vie Humaine" *Revue Française de Recherche Opérationnelle*: 22, 93-128.
- Dublin, L. I. i A. J. Lotka (1930) *The Money Value of a Man*, The Ronald Press Company, New York.
- Fulton, R. L. (1965) *Death and Identity*, John Wiley and Sons, New York.
- Ghosh, D. D. Lees, i W. Seal (1975) "Optimal Motorway Speed and Some Valuations of Time and Life" *Manchester School of Econ. and Soc. Stud.*: 43, 134-143.
- Goldman, S. M. i H. Uzawa (1964) "A Note on Separability in Demand Analysis", *Econometrica*: 32, 387-398.
- Gorman, W. M. (1976) "Tricks with Utility Functions" a M. Artis i R. Nobay (Editors) *Essays in Economic Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Hey, J. D. (1979) *Uncertainty in Economics*, New York University Pres, New York.
- Jone-Lee, M (1969) "Valuation of Reduction in Probability of Death by Road Accident", *Journal of Transport Economics and Policy*: 3, 37-47.
- Jones-Lee, M. (1976) *The Value of Life*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Layard, P. R. G. i A. A. Walters (1978) *Microeconomic Theory*, McGraw Hill, Maidenhead.

- Linnerooth, J. (1979) "The Value of Human Life: A Review of the Models", *Economic Inquiry*: 17, 52-74.
- Luce, R. D. and H. Raiffa (1975) *Games and Decisions*, John Wiley and Sons, New York.
- Malinvaud, E. (1952) "Note on von Neumann-Morgenstern's Strong Independence Axiom", *Econometrica*: 20, 679.
- Malinvaud, E. (1971) *Leçons de Théorie Microéconomique* (2a. Ed.), Dunot, Paris.
- Masserman, J. H. (1955) *The Practice of Dynamic Psychiatry*, W. B. Saunders Co. Philadelphia.
- McDonald, R. T. i J. D. Carroll (1981) "Appropriate Death: College Students Preferences vs. Actuarial Projections", *Journal of Clinical Psychology*: 37, 28-31.
- McKenzie, L. (1955) "Competitive Equilibrium with Dependent Consumer Preferences", a National Bureau of Standards and Department of the Air Force, *The Second Symposium in Linear Programming*, Washington, D. C.
- Mishan, E. J. (1971) "Evaluation of Life and Limb: A Theoretical Approach", *Journal of Political Economy*: 79, 687-705.
- Mishan, E. J. (1976) *Cost Benefit Analysis*, Praeger Publishers, New York.
- Mushkin, S. J. (1962) "Health as an Investment", *Journal of Political Economy*: 70, S129. [Reproduit a M. H. Cooper i A. J. Culyer (1973) *Health Economics*, Penguin Books, London].
- Nash, C., D. Pearce, i J. Stanley (1975) "The Evaluation of Cost Benefit Analysis Criteria", *Scottish Journal of Political Economy*: 22, 121-134.
- Neumann, J. von, i O. Morgenstern (1953) *Theory of Games and Economic Behavior* (Tercera Edició), Princeton University Press, Princeton.
- Nutter, G. W. (1979) "On Economism", *Journal of Law and Economics*: 22, 263-268.
- Petty, Sir William (1960) *Political Arithmetick or a Discourse Concerning the Extent of Lands, People, Buildings, etc.* London.
- Pyatt, E. E. i P. P. Rogers (1961) "On Estimating Benefit-Cost Ratios for Water Supply Investments" (document presentat al Annual Meeting, *American Society of Civil Engineers*, Phoenix, Arizona).
- Rader, T (1963) "The Existence of a Utility Function to Represent Preferences", *Review of Economic Studies*: 30, 229-232.
- Samuelson, P. A. (1952) "Probability, Utility, and the Independence Axiom", *Econometrica*: 20, 670-678.
- Samuelson, P. A. (1954) "The Pure Theory of Public Expenditure", *Review of Economic Studies*.
- Schelling, T. C. (1968) "The Life You Save May Be Your Own" a "Problems of Public Expenditures Analysis", S. A. Chase (Editor), The Brookings Institution, Washington, D. C.
- Shneidman, E. S. (1972) "Can a Young Person Write his own Obituary?" *Life-Threatening Behavior*: 2, 262-267.
- Simpson, M. A. (1975) "The Do-It Yourself Death Certificate in Evoking and Estimating Student Attitudes Toward Death", *Journal of Medical Education*: 50, 475-478.
- Thaler, R. i S. Rosen (1975) "The Value of Saving a Life: Evidence from the Labor Market" a *Household Production and Consumption*, N. E. Terleckyj (Editor) National Bureau of Economic Research, Washington, D. C.
- Varian, H. R. (1978) *Microeconomic Analysis*, W. W. Norton and Co., New York.
- Zilboorg, G. (1943) "Fear of Death", *Psychoanalytical Quarterly*: 12, 465-475.



## Notes

\* Vegeu, per exemple, *The Economist*, 274 (1980): 92.

(1) Vegeu, per exemple, Dublin i Lotka (1930), p. 8.

(2) Sir William Petty (1690), p. 32.

(3) Per "producte net" entenem el valor dels béns i serveis produïts per la persona, menys el valor dels béns i serveis que consumeix, ambdós expressats amb preus constants de mercat.

(4) Per definició, el "consum personal" d'un individu, no inclou les despeses que aquest individu realitza per mantenir altres membres de la seva família. Des del punt de vista de l'individu, aquestes despeses no són "consum", sinó transferències a altres persones.

(5) Aquest valor s'obté suposant una taxa de descompte,  $r$ , del 12%, i resolent el següent problema:

$$i = 27 \frac{-500.000}{\sum_{i=1} (1+r)^i}$$

(6) Si diversos obrers treballessin a la construcció de la torre, i si tots ells estiguessin igualment exposats al risc, el "valor de la vida humana" que hauriem de considerar seria la mitjana dels valors de les vides de tots els treballadors emprats en el projecte.

(7) T. C. Schelling (1968), p. 128.

(8) És a dir, el valor de "salvar la vida d'un individu" ve donat per la relació marginal de substitució entre "dinners" i "fer que l'individu romangui viu".

(9) Vegeu, J. von Neumann i O. Morgenstern (1947).

(10) P. J. Cook i D. A. Graham (1975). Per a un resum de la seva anàlisi, vegeu: J. Linnerooth (1979), pp. 68-71.

(11) Més endavant veurem com *la societat* valora la vida dels individus.

(12) Diguem, "un home econòmic".

(13) És a dir, probabilitat de morir, diguem, en el plaç d'un any.

(14) Observeu que  $R(W^*)$  és determinat *abans* de la posta en marxa del projecte, i que el seu valor és independent de si el nostre individu ha de pagar a no el cost del projecte. Òbviament, si el projecte és realitzat, i la part del seu cost que el nostre individu ha de pagar és una quantitat "Q"; *ex-post* el seu nivell "d'utilitat" serà:

$$E[U(W^* - Q, p^*)]$$

No cal dir que el projecte serà beneficiós (o indiferent) pel nostre individu, només si "Q" és menor (o igual) que  $R(W^*)$ .

(15) Altres "limitacions" d'utilitzar la Teoria de la Utilitat Esperada per a representar preferències entre alternatives que impliquen acceptar riscos a la vida són: a) la inexistència d'informació sobre les preferències dels individus que aquesta teoria requereix i, b) la inexactitud de les prediccions sobre el comportament humà que la teoria realitza. [Vegeu, X. Comas (1983), especialment pp. 20-21].

(16) Vegeu: J. D. Hey (1979), p. 28. Aquest axioma correspon a l'Axioma (3.C:b) de Neumann-Morgenstern (1953), p. 26.

(17) Vegeu, per exemple, Samuelson (1952), pp. 677-688; Malinvaud (1952); Luce i Raiffa (1957), p. 26; o Hey (1979), p. 30. Val també la pena de recordar que Neumann i Morgenstern eren conscients que la seva anàlisi només tenia sentit en situacions que no hi hagués "suspense" —és a dir, situacions en què el benestar dels individus no depengués de "l'acció mateixa de participar en un aconeximent probabilístic". Per exemple, Neumann i Morgenstern es pregunten: "No és possible que en alguns casos [ens trobem que] el benestar dels individus es vegi afectat (ja sigui positivament o negativament) per l'acció mateixa de participar en un aconeximent probabilístic, *possibilitat que l'ús de l'esperança matemàtica oblitava*? Com poden els nostres axiomes vorejar aquesta possibilitat? Segons la nostra manera de veure, els nostres postulats no pretenen evitar el problema. ...Nosaltres hem *definit* la utilitat numèrica com aquella cosa per la que el càlcul de l'esperança matemàtica és legítim. Donat que els nostres axiomes garanteixen l'existència de les condicions necessàries, nocions com és ara la de "la utilitat derivada de l'acció mateixa de participar en un aconeximent probabilístic" no poden ésser formulades sense contradir el sentit de la nostra anàlisi: (*op. cit.*, p. 28). I referint-se a l'Axioma (3.C:b) escriuen: "Aquest axioma expressa la regla de combinació d'alternatives múltiples, i és possible que una utilitat derivada de l'acció mateixa de participar en un aconeximent probabilístic només pugui existir si aquesta senzilla regla de combinació és eliminada". (p. 632) [el subratllat i la traducció són meus].

(18) Vegeu P. A. Samuelson, *op. cit.*, especialment pp. 671 i 677 ss.; vegeu també T. C. Schelling (1968), pp. 150-152.

(19) G. W. Nutter, *op. cit.*, p. 265. [la traducció és meua].

(20) Vegeu, per exemple, Becker (1973), especialment els capítols 2, 4 i 7; Masserman (1955), especialment el capítol 27; i Zilboorg (1943), especialment les pp. 465-467.

(21) Vegeu, per exemple, Masserman, *op. cit.*, pp. 467ss.

(22) Vegeu, per exemple, Fulton (1965), p. 81; Diggory i Rothman (1961), p. 153. McDonald i Carroll (1981); Shneidman (1972); i Simpson (1975).

(23) Les excepcions a aquesta unanimitat són pràcticament inexistents. Una d'important, no obstant, és Drèze, que en el seu article de l'any 1962 va escriure:

"A la question de savoir combien [un individu doit] dépenser pour sauver sa vie... Le montant de la dépense pourra varier non seulement avec l'intensité mais aussi avec la nature du risque..."  
[*op. cit.*, p. 95].

(24) Una funció *ordinària* d'utilitat no és més que una representació de preferències sobre un conjunt d'alternatives no necessàriament certes; per tant, si les alternatives són definides adequadament, no hi ha cap raó perquè una *funció d'utilitat ordinària* no pugui reemplaçar la *funció d'utilitat esperada* en la representació de les preferències d'un individu sobre alternatives que impliquen acceptar riscos sobre la seva pròpia vida (o la vida d'altres persones). [Per a una discussió més detallada, vegeu: X. Comas (1983), pp. 16-21].

(25) Diguem, un any.

(26) Observeu que d'aquesta manera obviem la crítica (II) discutida a la pàgina 18 *supra*.

(27) Per a una discussió del significat d'aquests supòsits, vegeu: X. Comas (1983), pp. 12ss.

(28) Vegeu T. Rader (1963), Th-1, p. 230.

(29) Per a una discussió més detallada del significat d'aquests supòsits, vegeu: X. Comas (1983), pp. 43-45.

(30) Formalment, suposem que cada individu  $i = 1, 2, \dots, N$ , té un vector de probabilitats de supervivència ( $\Upsilon_i$ ) que és funció, entre altres coses, del seu vector de consum ( $z_i$ ): és a dir:

$$\Upsilon_i = \Upsilon(z_i, \dots) \quad i = 1, 2, \dots, N,$$

on  $\Upsilon_i(z_i, \dots)$  és una funció vectorial de dimensió  $P$ .

Aquest supòsit és consistent amb: Drèze (1962), Thaler i Rosen (1975), Ghosh *et al.* (1975), Conley (1976), Blomquist (1979), Dardis (1980), i molts d'altres.

(31) Per a una demostració rigurosa de l'existència d'equilibri en una economia amb "externalitats" de consum, vegeu: McKenzie (1955), o Arrow i Hahn (1971), pp. 132-136.

(32) Aquesta "funció de despesa" és equivalent a la "cost function with fixed goods" que apareix a Gorman (1976), p. 214.

(33) Malgrat ésser la forma més generalment acceptada, la *suma* de les "variacions compensadores" no és l'única manera de medir l'impacte que la mort d'un individu té sobre el benestar social. Per exemple, Drèze (1962, p. 101) proposa una forma *més general* quan escriu: "l'utilité sociales est une *somme pondérée* des utilités individuelles". Broome (1978, p. 97), per altre banda, utilitza una funció de benestar social de la forma:

$$W = \sum_j U_j$$

que clarament discrepa de la que proposa Mishan. Utilitzar la suma de les "variacions compensadores" que proposa Mishan, no obstant, té l'avantatge de ser l'única forma de medir l'impacte d'una acció sobre el benestar social, que és consistent amb la "funció de benestar social" que hi ha implícita en una economia de mercat competitiu. [sobre la funció de benestar implícita en una economia de mercat competitiu, vegeu, per exemple: Varian (1978), pp. 152-155].

Per a una crítica a l'ús de la suma de les variacions compensadores, encara que no específicament adreçada al problema de la valoració econòmica de la vida humana, vegeu: C. Nash *et al.* (1975).

(34) Schelling (1968, p. 132) escriu: "a la nostra societat, la mort és un esdeveniment – i la prevenció de la mort *un bé de consum* – que afecta de manera inexorable el benestar de les persones pròximes al difunt". (el subratllat i la traducció són meus).

(35) Si bé la majoria dels models que utilitzen el "mètode de la disposició a pagar" són estàtics, alguns autors han intentat desenvolupar models dinàmics. Vegeu, per exemple, Jones-Lee (1976), Conley (1976), Arthur (1981), o Bergstrom (1982).

(36) Vegeu, per exemple, Malinvaud (1971, pp. 196-232) o Varian (1978, pp. 175-176).

(37) Arthur (1981), per exemple, soluciona alguns d'aquests problemes a base de suposar que la

població és estable (és a dir, que les taxes de fertilitat i mortalitat segons edats, així com la seva composició segons edats, són constants), i que la taxa de creixement de la població coincideix amb la taxa de creixement de l'economia.

(38) Per a una explicació més detallada de la relació entre la corba de demanda compensada i la relació marginal de substitució, vegeu, per exemple: Layard i Walters (1978), pp. 129-130.

(39) Es la inversa ja que ens expressa el "preu  $f_{k(i)}$ " com una funció de la "utilitat"  $U^*$  i de la "quantitat demandada"  $\Upsilon$ .

Per altra banda, integrem sobre la inversa de la funció de demanda compensada pel fet que: com hem vist [cf l'expressió (10) supra], quan el  $j^{au}$  individu mor la  $j^{ava}$  forma de mort, i la seva desaparició no té cap efecte sobre el sistema de preus relatius, la "variació compensadora" que fóra necessària per a retornar el  $i^{au}$  individu ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) al nivell de benestar que hauria gaudit si la mort no s'hagués produït, ens ve donada per:

$$g_i^*(U_i^*, \Upsilon^*) - g_i(q^*, U_i^*, \Upsilon^*) \tag{I}$$

En aquesta expressió,  $Y$  és una matriu idèntica a la matriu  $Y^*$ , excepte quan el valor zero substitueix  $Y_{kj}^*$ .

Donat que, per definició,  $q^*$  és una constant, podem reescriure (I) com,

$$g_i(U_i^*, \Upsilon^*) - g_i(U_i^*, \Upsilon) \tag{II}$$

Com sabem, quan les "funcions de despesa"  $g(q, U, Y)$  són diferenciables amb respecte a  $Y$ , el valor de (II) pot ésser aproximat mitjançant l'expressió:

$$\lim_{e \rightarrow 0} \int_e^{Y_{kj}^*} \frac{g_i(U_i^*, \Upsilon)}{\Upsilon_{kj}} \cdot d\Upsilon_{kj}$$

on  $e = 0$  quan  $k \neq i$ .

Però recordant Gorman (1976, p. 215),

$$\frac{\delta g_i(U_i^*, \Upsilon)}{\delta \Upsilon_{kj}} = f_{k(i)}(U_i^*, \Upsilon),$$

on  $f_{k(i)}(U_i^*, \Upsilon)$  és el "preu ombra" que el  $i^{au}$  individu estaria disposat a pagar per evitar una disminució (molt petita) en el valor de  $\Upsilon_{kj}$ , expressat com una funció de  $U_i^*$  i de  $\Upsilon_{kj}^*$ .

(40) Mishan (1971, p. 693), preocupat davant d'aquesta possibilitat, va escriure: "no ens sorprendria de descobrir que, excepte en circumstàncies excepcionals, no hi ha cap quantitat de diners que pugui compensar un home per la pèrdua de la seva vida". El que portà J. Brome (1978, p. 92) a observar: "Si aquest fos el cas, aleshores ens trobariem que el valor d'una vida humana, destruïda en un projecte d'inversió, seria infinit. ... Però si una mort representa un cost infinit, una anàlisi "Cost-Benefici" ens recomenaria de rebutjar tots aquells projectes en els quals una persona pugués morir. ... Aquesta recomenació, no obstant, fóra equivocada. ... Per tant ens trobem amb una paradoxa: la forma teòricament correcta de valorar la mort ens porta a una conclusió que és òbviament incorrecte". Buchanan i Faith (1979, p. 246) van contestar Brome denegant l'existència d'una paradoxa dient que el món real està ple de gent que voluntàriament accepta de treballar en projectes arriscats; això segons ells ens indica que, o bé la seva vida no val infinit, o bé que la compensació que obtenen del seu treball val també infinit.