

SOTTOSTIMA DEI COSTI DEI PROGETTI DI OPERE PUBBLICHE: ERRORE CASUALE O INTENZIONALE?¹

di Bent Flyvbjerg, Mette Skamris Holm e Søren Buhl²

1. Introduzione

Esistono pochi studi comparati sui costi reali e i costi stimati per la realizzazione di infrastrutture di trasporto e quelli a disposizione riguardano generalmente casi singoli o un campione di progetti troppo limitato per consentire un'analisi statistica sistematica (Bruzelius *et al.*, 1998; Fouracre *et al.*, 1990; Hall, 1980; Nijkamp, Ubbels, 1999; Pickrell, 1990; Skamris, Flyvbjerg, 1997; Szyliowicz, Goetz, 1995; Walmsley, Pickett, 1992). Per quanto ci risulta, c'è un solo studio che, prendendo in esame 66 progetti di infrastrutture di trasporto, offre un campione rilevante e rappresenta un primo passo verso una valida analisi statistica (Merewitz, 1973a; 1973b)³.

1. Traduzione dall'inglese a cura di Maria Rosa Soderò.

2. Gli autori ringraziano Martin Wachs, Don Pickrell e tre esperti JAPA anonimi per i loro preziosi suggerimenti nel corso della prima stesura del lavoro. La ricerca è stata finanziata dal Danish Transport Council e dalla Aalborg University, Danimarca.

3. Lo studio di Merewitz (1973; 1973b) metteva a confronto l'eccedenza dei costi per i progetti di trasporto pubblico urbano veloce, con particolare riferimento al sistema del BART (*Bay Area Rapid Transit*) di San Francisco e l'eccedenza del *budget* nel caso di progetti relativi ad opere pubbliche di altro genere. L'obiettivo di Merewitz era dunque diverso dal nostro ed il suo campione di progetti per il trasporto pubblico piuttosto ridotto: solo 17 progetti relativi al trasporto pubblico veloce e 49 alla realizzazione di autostrade contro i nostri 58 progetti riguardanti le infrastrutture ferroviarie, 167 riferiti a quelle autostradali e 33 legati alla costruzione di ponti e gallerie. Nel nostro tentativo di riproporre l'analisi di Merewitz abbiamo potuto rilevare che il suo impiego dei dati, oltre ai risultati deducibili da un campione ridotto, ne forniva anche degli altri. In primo luogo, Merewitz non aveva corretto i suoi dati in base all'inflazione, cioè, usava i prezzi correnti invece di quelli fissi. Si sa che questo è fonte di un ulteriore errore, a causa dei tassi di inflazione e dei tempi di realizzazione, variabili da un progetto all'altro. In secondo luogo, nei test statistici, Merewitz aveva messo a confronto l'eccedenza media dei costi dei sottogruppi di progetti (es.: trasporto veloce) con la media totale di eccedenza di tutti i progetti, facendo dunque l'errore di confrontare i progetti con se stessi. I sottogruppi avrebbero dovuto essere confrontati direttamente con altri sottogruppi per stabilire se e quali fra quelli considerati presentavano delle differenze. In terzo luogo, i due resoconti di Merewitz (1973a; 1973b) sono contraddittori: nel primo (Merewitz, 1973a) la media totale dell'eccedenza dei costi si calcola sommando le

Pur avendo indubbiamente molti altri meriti, questi studi non hanno fornito risposte utili dal punto di vista statistico riguardo all'affidabilità dei costi stimati dagli operatori politici e dagli investitori prima di decidere se realizzare o meno una nuova infrastruttura di trasporto. Proprio a causa del numero limitato e variabile dei campioni utilizzati, gli studi esistenti arrivano a conclusioni opposte e, quindi, gli autori non concordano unanimemente sull'affidabilità dei costi stimati: Pickrell (1990), ad esempio, giudica inesatte le stime, poiché risultano generalmente molto inferiori ai costi reali, mentre Nijkamp ed Ubbels (1999) sostengono che esse sono sostanzialmente corrette.

Nel corso di questo studio verificheremo quale delle due posizioni sia più vicina alla realtà, cercando di dare delle risposte statisticamente valide alle seguenti domande: quanto è frequente e significativa la differenza tra costi reali e costi stimati nei progetti di infrastrutture di trasporto? In che misura incide? Si tratta di semplici errori di valutazione o si può individuare un modello statistico che suggerisca altre spiegazioni? In che modo condiziona le politiche e i processi decisionali relativi alla realizzazione delle infrastrutture di trasporto?

2. Quattro studi per capire il perché dell'erronea valutazione dei costi

Nell'intera letteratura accademica che si occupa del problema, abbiamo individuato quattro studi, ognuno dei quali costituisce un passo fondamentale per capire quali siano le ragioni della sottostima dei costi nel corso del processo decisionale per la realizzazione delle infrastrutture di trasporto.

Il primo passo fu fatto da Pickrell (1990) e da Fouracre, Allport e Thomson (1990), che, prendendo in esame un numero ridotto di progetti di trasporto urbano su rotaia, dimostrarono chiaramente che il problema della sottostima dei costi era reale e che poteva trattarsi di un errore intenzionale da parte dei promotori e degli esperti consultati (previsori) per il progetto; il secondo passo fu fatto da Wachs (1990), il quale stabilì – ancora una volta basandosi su un campione ridotto di progetti per il trasporto urbano su rotaia – che una delle cause prime della sottostima dei costi era proprio

medie di ogni sottogruppo: questo significa che non si tratta della media ponderata, cioè quella che comunemente si usa e che lo stesso Merewitz sembra usare nel secondo resoconto (Merewitz, 1973b). In quarto luogo, a causa dei dati scarsi, i valori p calcolati da Merewitz sono difficili da verificare; molto probabilmente, comunque, sono viziati e fuorvianti in quanto unilaterali. Da ultimo, Merewitz ricorre ad un'ipotesi dubbia sulla simmetria, che influisce sul test parametrico utilizzato più di quanto la non normalità condizioni il metodo parametrico. Nonostante questi difetti, l'approccio di Merewitz era innovativo per l'epoca e in linea di massima egli aveva capito come analizzare l'indicizzazione dei costi nei progetti relativi alle opere pubbliche. In ogni caso, il suo non si può definire uno studio basato su un campione ampio ed ha una validità statistica insufficiente.

l'errore volontario e cercò di valutare chi ne era responsabile, perché, quali erano le implicazioni etiche, ecc.

Questi due studi, purtroppo, basandosi su un numero limitato di casi, non sono significativi dal punto di vista statistico, in quanto il modello che individuano potrebbe essere determinato da caratteristiche casuali dei campioni ridotti presi in esame, un limite, questo, superato dal presente lavoro, che rappresenta un terzo ulteriore passo verso la comprensione del problema. Basandoci su un ampio campione di progetti per le infrastrutture di trasporto, arriviamo, primo, a dimostrare che il modello relativo alla sottostima dei costi, individuato da Pickrell e da altri, ha una rilevanza generale ed è significativo dal punto di vista statistico; secondo, arriviamo a proporre un modello che prende in esame diverse tipologie di progetto, diverse regioni geografiche e diversi periodi storici. Dimostriamo inoltre che il modello relativo alla sottostima dei costi basato su un campione allargato, da noi individuato, avvalora dal punto di vista statistico le conclusioni sull'errore intenzionale e la sottostima dei costi a cui era arrivato Wachs per il suo campione ridotto.

Il quarto ed ultimo passo verso la comprensione del problema consisterebbe nell'applicare ad un ampio campione di progetti per le infrastrutture di trasporto il procedimento seguito da Wachs per il suo piccolo campione di progetti di trasporto urbano su rotaia, stabilendo se si è davvero in presenza di un errore intenzionale sistematico, chi ne è responsabile, perché avviene, ecc. Questo si può fare avendo a disposizione un numero consistente di promotori e previsori, per un numero congruo di progetti, che rilascino direttamente, in un'intervista o in un sondaggio, una dichiarazione spiegando le ragioni per cui sottostimano i costi. Un punto-chiave, questo, che merita ulteriori approfondimenti nelle future ricerche.

Ebbene, con questo articolo, non abbiamo la pretesa di fornire la prova certa che l'errore intenzionale sia la causa prima da cui dipende la sottostima dei costi nei progetti per le infrastrutture di trasporto; tuttavia crediamo di aver fatto un ulteriore passo avanti nella ricerca per verificare se questa ipotesi risponde a verità, mettendo a punto la più ampia e attendibile serie di dati sulla sottostima dei costi dei progetti di infrastrutture di trasporto e realizzando il primo studio significativo dal punto di vista statistico sull'argomento e dimostrando che i nostri dati sostengono e danno rilevanza statistica a quelli sull'errore intenzionale forniti da altre ricerche basate su campioni più piccoli e non significativi.

Sempre allo scopo di approfondire il tema, sarebbe interessante studiare le differenze tra i progetti su base competitiva, approvati tramite votazione, e quelli finanziati mediante stanziamenti a budget prestabilito: si può ben immaginare che durante una campagna in vista di elezioni ci sia ovviamente un certo interesse a fare apparire un progetto migliore e, quindi, a sottostimarne i costi. Un caso rappresentativo è quello riportato da Kain

(1990) nel suo articolo su un progetto di trasporto su rotaia a Dallas. Ottono spesso più voti i progetti riguardanti il trasporto su rotaia, i ponti e le gallerie rispetto a quelli relativi alla rete stradale. Ad esempio, negli Stati Uniti, la maggior parte dei finanziamenti per le autostrade che vengono concessi agli stati sono a budget prestabilito (e non su base competitiva). È presumibile che ogni dipartimento di stato per i trasporti (DOT) abbia un budget annuo fisso per la realizzazione dei progetti e che i suoi dirigenti richiedano una valutazione dei costi piuttosto precisa prima di stanziare i fondi; in questo caso, pertanto, appare meno probabile che la sottostima dei costi sia eccessiva. Naturalmente vi sono delle eccezioni: a volte i funzionari del DOT cercano di convincere i legislatori statali ad aumentare il budget e in qualche caso, lo stato sottopone al voto la proposta di emissioni obbligatorie. Nel vecchio continente, sebbene vi siano delle differenze, la situazione è simile per molti versi e questo spiega come mai in Europa e negli USA i risultati siano analoghi, con una sottostima dei costi per il trasporto su strada generalmente minore rispetto a quella per il trasporto su rotaia, o quella relativa a ponti e gallerie. Inutile dire che anche questa considerazione richiederebbe un maggiore approfondimento.

Per finire, vogliamo evidenziare che, per quanto il campione considerato in questo studio sia il più ampio del genere utilizzato finora, risulta ancora troppo ridotto per consentire ripetute suddivisioni ed è quindi insufficiente per un'analisi statistica comparata. Nei prossimi studi sull'argomento, pertanto, il campione dovrebbe essere ampliato per rappresentare meglio diverse tipologie di progetto e diverse localizzazioni geografiche. Per quanto riguarda le tipologie di progetto, sarebbero particolarmente utili dati su un maggior numero di progetti privati per consentire un raffronto statisticamente valido tra settore pubblico e privato; fino ad oggi non esiste nulla del genere e non si sa se i progetti privati abbiano un esito migliore o peggiore di quelli pubblici rispetto alla sottostima dei costi. Il campione dovrebbe includere dati relativi a un maggior numero di infrastrutture di collegamento fisse e progetti di trasporto su rotaia, permettendo di fare un raffronto migliore (cioè, statisticamente valido), e fino ad oggi impossibile, dei costi sottostimati per progetti più specifici, come ponti, gallerie, alta velocità ferroviaria, trasporto urbano su rotaia e ferrovia convenzionale. Per quel che riguarda la localizzazione geografica, risulterebbero molto utili dati su progetti realizzati fuori dall'Europa e dall'America settentrionale, relativi soprattutto a infrastrutture di collegamento e rete stradale; purtroppo anche nel caso europeo e nordamericano bisognerebbe ampliare la rosa dei progetti considerati per rendere possibile una migliore analisi comparata.

3. Valutazione dell'inesattezza dei costi

I metodi utilizzati nel presente studio sono descritti nell'Appendice. Tutti i costi menzionati si riferiscono ai costi di costruzione. Ci atteniamo al sistema internazionalmente convenuto e consideriamo l'inesattezza nella valutazione dei costi come «indicizzazione» (spesso anche definita «sforamento»), dato che si ottiene sottraendo dai costi reali i costi stimati in percentuale). I costi reali sono effettivi, vale a dire, sono i costi di costruzione calcolati alla fine dei lavori; i costi stimati sono quelli preventivati, o previsti, vale a dire, sono i costi di costruzione calcolati nel momento in cui si decide la realizzazione dei lavori. «In questa fase comune a qualunque tipologia di progetto, localizzazione e periodo storico, di solito era già disponibile una stima dei costi; in caso contrario, si ricorreva alla più approssimata stima disponibile, in genere una stima successiva che, per la nostra valutazione di inesattezza, rappresenta un *bias* dovuto ad un errore sistematico prudenziale» (v. Appendice). Tutti i costi vengono calcolati in prezzi fissi in euro, utilizzando gli appropriati indici di sconto in base al periodo storico, al settore e alla localizzazione geografica e gli adeguati tassi di cambio per la conversione delle valute.

I promotori e i previsori del progetto a volte contestano questo metodo di valutazione (Flyvbjerg *et al.*, in corso di stampa). Nel corso dell'intero processo si fanno varie stime dei costi: in fase di pianificazione, in fase decisionale, in fase di appalto, in fase di contrattazione e nelle successive rinegoziazioni. La stima dei costi viene aggiornata nelle successive fasi, restringendo il numero di variabili e orientandosi verso una maggiore cura dei dettagli di progettazione, una maggiore precisione quantitativa e una migliore informazione sui prezzi unitari. Ciò significa che la stima, col tempo, diventa sempre più esatta e che, dunque, in fase decisionale, è ben lontana da quella definitiva. È quindi logico che una stima fatta così precocemente possa essere molto imprecisa e che possa non essere idonea come base per valutare il costo da preventivare, o per lo meno, questa è l'obiezione mossa da chi non condivide l'utilizzo delle stime disponibili in fase decisionale (Simon, 1991). Noi, invece, approviamo questo metodo, perché, se il nostro interesse è rivolto alla fase decisionale e alla precisione delle informazioni disponibili in quel momento, quello che conta è *proprio* la stima dei costi in possesso di chi è chiamato a decidere. In caso contrario, sarebbe impossibile valutare se le decisioni prese si basino o meno su una corretta informazione. Le stime fatte dopo la fase decisionale sono, per definizione, irrilevanti per la decisione in sé. Qualunque siano le ragioni degli aumenti dei costi dopo che gli operatori hanno dato il via libera al progetto, e di qualunque portata essi siano, i legislatori e i cittadini – o gli investitori privati nel caso di progetti finanziati da privati – sono in grado di sapere che i budget sono imprecisi, altrimenti ne andrebbe della loro traspa-

renza e responsabilità. Osserviamo inoltre che, se l'imprecisione delle stime iniziali dipendesse solo dalla scarsa informazione e dalla conseguente difficoltà di prevedere eventi lontani nel tempo, come spesso affermano i promotori del progetto, in questo caso ci si aspetterebbe che le imprecisioni fossero casuali o quasi, mentre, invece, rappresentano un errore sistematico sorprendente e, come vedremo, di grande interesse.

L'altra obiezione mossa all'utilizzazione dei costi disponibili in fase decisionale come termine di paragone è che questa pratica potrebbe portare ad un errore classico: sommare le mele con le arance. I progetti cambiano dalla fase di pianificazione a quella di realizzazione. Quando, ad esempio, la configurazione del progetto originale della *Blue Line Light Rail* di Los Angeles è stata modificata, con un sostanziale aumento dei costi, prevedendo l'aggiunta di passaggi a livello, la riqualificazione delle strade adiacenti, il miglioramento dei marciapiedi, nuove recinzioni, ecc., in realtà il progetto non era più lo stesso, ma un progetto nuovo e più sicuro; mettendo a confronto i costi di quello vecchio, meno sicuro, e di quello nuovo si sarebbe potuti incorrere nell'errore di sommare le mele con le arance. Il problema, secondo alcune ricerche, è che i promotori, di prassi, ignorano, occultano o trascurano alcuni costi o rischi presenti nel progetto per far apparire basso il suo costo totale (Flyvbjerg *et al.*, in corso di stampa; Wachs, 1989; 1990). Facciamo un esempio: l'aspetto ambientale e la sicurezza potrebbero essere inizialmente ignorati, pur dovendoli prendere in considerazione in seguito, se il progetto va avanti, ma quest'ultima eventualità è più probabile proprio se quei problemi vengono inizialmente ignorati; allo stesso modo, è più facile che un progetto venga approvato se se ne ignora o sottovaluta il rischio geologico, anche se poi non c'è rischio che possa rivelarsi più insidioso e compromettente di questo, durante la fase di realizzazione. Viene comunemente definita «tattica del salame» la pratica di introdurre nel progetto elementi nuovi e rischi uno alla volta, in modo da far apparire i costi contenuti il più a lungo possibile. Se tale pratica è davvero così frequente e determinante nella sottostima dei costi, come indicano gli studi esistenti, in questo caso mettere a confronto i costi reali ed i costi preventivati in fase decisionale non induce l'errore di sommare le mele con le arance, ma è semplicemente un modo per appurare come mai quella che doveva essere una mela piccola ed economica sia diventata grossa e costosa.

Per finire, osserviamo che, se dovessimo dar retta a chi contesta l'utilizzo delle stime in fase decisionale come base per verificare l'indicizzazione dei costi, sarebbe impossibile fare un confronto dei costi significativo, perché non disporremmo di nessuno standard di riferimento comunemente accettato; ci preme sottolineare, inoltre, che questo metodo è lo standard internazionale per la valutazione dei costi stimati (Fouracre *et al.*, 1990; Leavitt *et al.*, 1993; National Audit Office, Department of Transport, 1992; Nijkamp, Ubbels, 1999; Pickrell, 1990; Walmsley, Pickett, 1992; World

Bank, 1994). Poiché esso permette di fare raffronti significativi e coerenti nell'ambito di uno stesso progetto o tra più progetti, anche di diversa tipologia e localizzazione geografica, lo utilizzeremo più avanti per valutare l'inesattezza dei costi stimati su un campione di 258 progetti di infrastrutture di trasporto per un importo totale di 90 miliardi di \$.

4. Inesattezza dei costi stimati

La fig.1 mostra un istogramma in cui è indicato in che modo è distribuita l'inesattezza dei costi stimati. Se il margine di errore nello stimare i costi fosse minimo, l'istogramma dovrebbe concentrarsi sullo zero; se il margine di errore nel sovrastimare o sottostimare i costi fosse di uguale portata e frequenza, l'istogramma si distribuirebbe simmetricamente intorno allo zero. Non è né l'uno né l'altro caso. Osserviamo, per quel che riguarda la distribuzione dell'inesattezza dei costi di costruzione stimati, quanto segue:

- i costi sono sottostimati in quasi 9 casi su 10. Se scegliamo un progetto a caso, la probabilità che i costi reali siano superiori a quelli stimati è dell'86%; la probabilità che siano inferiori o uguali è del 14%;
- i costi reali sono in media il 28% più alti rispetto a quelli preventivati ($sd=39$);
- contestiamo categoricamente la tesi secondo cui l'errore di sovrastima e quello di sottostima dei costi siano ugualmente frequenti ($p<0,001$; test bilaterale, utilizzando la distribuzione binomiale). I costi in preventivo vengono distorti e ciò è dovuto al fatto che si ricorre ad una loro sistematica sottostima;
- contestiamo altrettanto categoricamente la tesi secondo cui l'errore dovuto ad una sottostima dei costi sarebbe numericamente analogo a quello dovuto ad una loro sovrastima ($p<0,001$; test non parametrico di Mann-Whitney); i costi sottostimati non solo sono molto più frequenti di quelli sovrastimati o corretti, ma sono soggetti a un margine di errore maggiore rispetto a quelli sovrastimati.

Ne consegue che l'errore dovuto ad una sottostima dei costi è di gran lunga più frequente e più significativo di quello dovuto ad una loro sovrastima. Sottostimare i costi dei progetti per le infrastrutture di trasporto nella fase decisionale non è un'eccezione, ma la norma, a cui è imputabile la frequente ed effettiva indicizzazione dei costi.

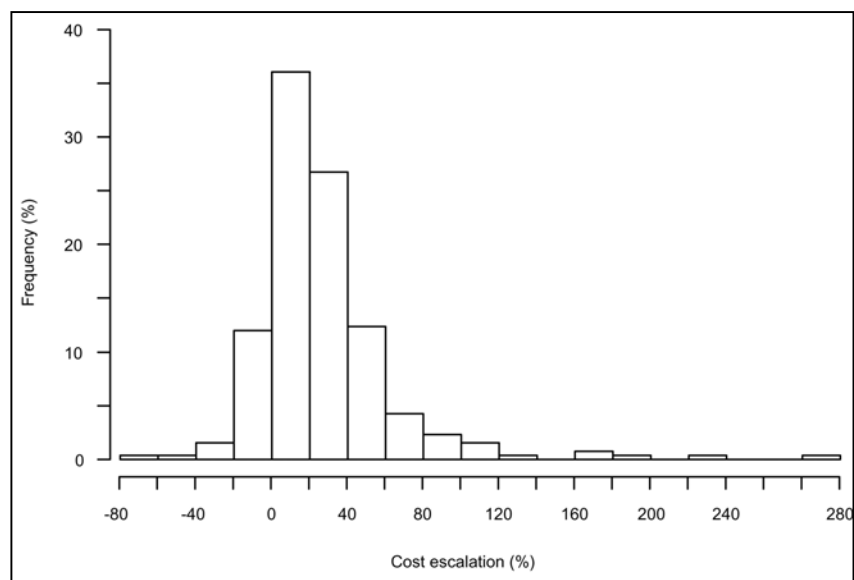


Fig. 1 – Inesattezza dei costi stimati per 258 progetti di infrastrutture di trasporto (costi fissi)

Tab 1 – Inesattezza dei costi stimati per i progetti di trasporto in base alla tipologia (costi fissi)

Tipologia di progetto	Numero di casi (N)	Media di indicizzazione dei costi (%)	Deviazione dallo standard	Livello di significanza (p)
Ferrovia	58	44,7	38,4	<0,001
Infrastrutture di collegamento	33	33,8	62,4	0,004
Strade	167	20,4	29,9	<0,001
Totale progetti	258	27,6	38,7	<0,001

5. Sottostima dei costi in base alla tipologia di progetto

In questa sezione, verificheremo se tipologie diverse di progetto si comportano in modo dissimile per quel che riguarda la sottostima dei costi. Nell'istogramma della fig. 2 si indica l'inesattezza dei costi stimati per ognuna delle seguenti tipologie di progetto: 1) trasporto su rotaia (urbano; alta velocità; ferrovia convenzionale e inter-city); 2) infrastrutture di collegamento (ponti e gallerie); 3) strade (autostrade e superstrade). La tab. 1 indica il margine di inesattezza atteso e lo scostamento dallo standard per ogni tipologia.

I dati statistici della tab. 1 indicano che lo scostamento sia dalla media che dallo standard è sensibilmente diverso. I progetti di trasporto su rotaia sono quelli che registrano la differenza maggiore tra costi stimati e costi reali con una media non inferiore al 44,7%; seguono le infrastrutture di collegamento con una media del 33,8% ed infine le strade con una media del 20,4%. È sufficiente un test F per contraddire in modo statisticamente significativo l'ipotesi nulla secondo cui la tipologia del progetto non incide sulla percentuale d'indicizzazione dei costi ($p < 0.001$), mentre, invece, ha una grande importanza. Le differenze sostanziali tra le varie tipologie indicano che considerarle in una stessa analisi statistica, come abbiamo fatto prima, non è assolutamente corretto, pertanto le considereremo separatamente l'una dall'altra. In base ai dati disponibili, concludiamo, quindi, che i promotori dei progetti di trasporto su rotaia sembrano particolarmente inclini a sottostimare i costi, seguiti dai promotori di infrastrutture di collegamento; i promotori di progetti per la costruzione di strade sembrano relativamente meno propensi a farlo, sebbene anche in questo caso i costi reali siano spesso superiori a quelli preventivati.

Da ulteriori suddivisioni del campione risulta che, quanto a sottostima dei costi, le ferrovie ad alta velocità sono al primo posto, seguite, nell'ordine, dal trasporto urbano su rotaia e dalla ferrovia convenzionale; analogamente, la sottostima dei costi sembra maggiore per le gallerie che per i ponti: questi risultati suggeriscono che la complessità della tecnologia e della geologia potrebbe incidere sul fenomeno. Anche se il campione è il più ampio del genere utilizzato finora, è ancora troppo ridotto per consentire ulteriori suddivisioni continuando a fornire risultati comunque significativi; è necessario, quindi, raccogliere nuovi dati su altri progetti. In base ai dati, risulta che vi sono realmente delle differenze sensibili nella sottostima dei costi a seconda che si tratti di progetti riguardanti trasporti su rotaia, infrastrutture di collegamento o strade. La differenza media tra costi reali e costi stimati nel caso dei trasporti su rotaia è molto più alta rispetto a quelli relativi alle strade, mentre le infrastrutture di collegamento si collocano in una posizione intermedia tra i primi e i secondi, senza rilevanza statistica. L'errore di valutazione medio per i progetti di trasporto su rotaia è più di due volte superiore rispetto a quello relativo alle strade e ne consegue che è più che doppia anche la media di indicizzazione dei costi. Per tutte e tre le tipologie, i dati suggeriscono agli operatori politici, agli investitori, alle banche, ai mass media e all'opinione pubblica di prendere le stime dei costi di costruzione *cum grano salis*, soprattutto nel caso del trasporto su rotaia e delle infrastrutture di collegamento.

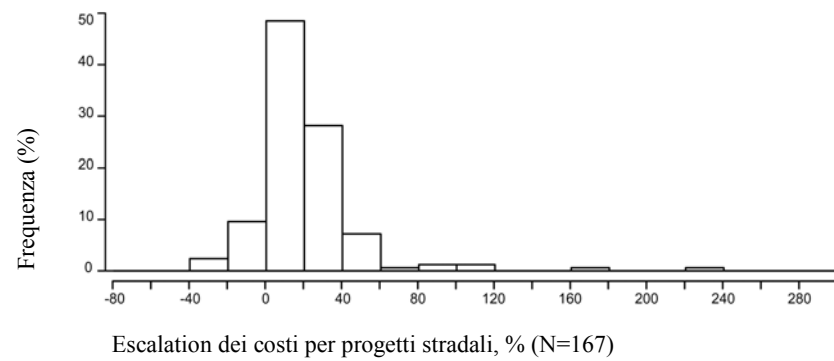
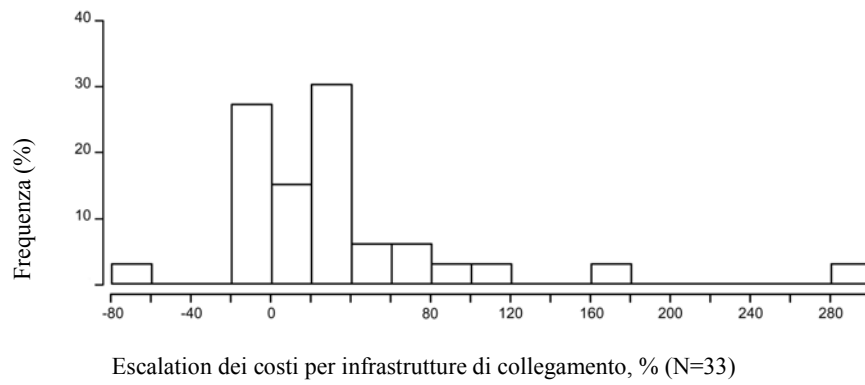
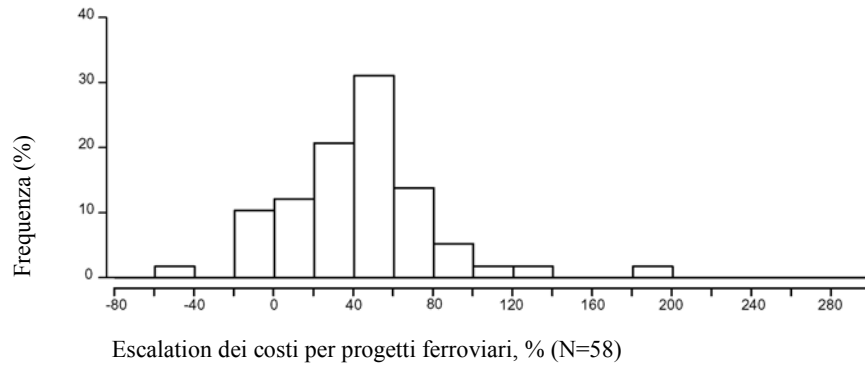


Fig. 2 – Inesattezza dei costi stimati per progetti di ferrovie, infrastrutture di collegamento e strade (costi fissi)

6. Sottostima dei costi in base alla localizzazione geografica

Dopo aver verificato se la sottostima dei costi differisce a seconda della tipologia di progetto considerato, verificheremo ora se essa varia anche a seconda della localizzazione in Europa, nel Nord-America ed in «Altre aree geografiche» (dieci paesi in via di sviluppo più il Giappone). La tab. 2 evidenzia la differenza registrata in queste aree tra i costi reali e quelli stimati per progetti relativi alla rete ferroviaria, stradale e alle infrastrutture di collegamento. Non risulta alcuna interazione statistica tra la localizzazione geografica e la tipologia di progetto. Consideriamo pertanto separatamente gli effetti di queste variabili sulla sottostima dei costi. Abbiamo notato che per tutti i progetti la differenza tra aree geografiche in termini di sottostima dei costi è molto significativa ($p < 0.001$) e, quindi, ne consegue che la localizzazione è importante per la sottostima dei costi.

Tab. 2. - Inesattezza dei costi stimati per i progetti di trasporto in base alla localizzazione geografica (costi fissi)

Tipologia progetto	Europa			America settentrionale			Altre aree geografiche		
	1. (N)	2. (%)	3.	1. (N)	2. (%)	3.	1. (N)	2. (%)	3.
Ferrovia	23	34,2	25,1	19	40,8	36,8	16	64,6	49,5
Infrastrutture di collegamento	15	43,4	52,0	18	25,7	70,5	0	-	-
Strade	143	22,4	24,9	24	8,4	49,4	0	-	-
Totale	181	25,7	28,7	61	23,6	54,2	16	64,6	49,5

Legenda:

1. Numero progetti
2. Media di indicizzazione costi
3. Deviazione dallo standard

Se consideriamo a parte l'Europa e il Nord-America (il che è inevitabile nel caso delle infrastrutture di collegamento e delle strade, non essendoci dati per altre aree geografiche) è possibile fare un raffronto utilizzando dei t-test (in particolare la versione Welch, visto che gli scostamenti dallo standard sono abbastanza diversi). Per i progetti di infrastrutture di collegamento, la differenza media tra costi reali e costi stimati è del 43,4% in Europa contro il 25,7% nell'America settentrionale, ma la differenza tra le due aree geografiche non è significativa ($p=0,414$). Considerato il numero limitato di casi presi in esame e il rilevante scostamento dallo standard per i progetti di infrastrutture di collegamento, dovremmo allargare il campione

includendo altri progetti di queste stesse aree per verificare se le differenze tra costi reali e costi stimati possano essere significative per più osservazioni. Per quanto riguarda le ferrovie, la differenza media è del 34,2% in Europa contro il 40,8 nel Nordamerica; per quanto riguarda le strade è rispettivamente del 22,4% e dell'8,4%. Anche in questo caso, le differenze tra aree geografiche non sono significative ($p=0,510$ e $p=0,184$ rispettivamente).

In base a quanto detto, concludiamo che le differenze assai significative tra una localizzazione e l'altra, rilevate precedentemente, sono da imputare ai progetti della categoria "altre aree geografiche", in cui la differenza tra costi reali e costi stimati si attesta su un pesantissimo 64,6%.

7. Le stime dei previsori sono migliorate nel corso degli anni?

Nelle due sezioni precedenti, abbiamo visto che la sottostima dei costi varia a seconda della tipologia e della localizzazione del progetto; ora concludiamo l'analisi statistica considerando in che modo la sottostima è variata nel corso degli anni. Abbiamo cercato di verificare se i promotori e i previsori si siano dimostrati più o meno inclini a sottostimare i costi dei progetti di infrastrutture di trasporto. Se la sottostima non fosse intenzionale e dipendesse da mancanza di esperienza o dall'utilizzo di metodi di valutazione erronei, in questo caso essa dovrebbe, a priori, diminuire nel corso del tempo a mano a mano che vengono messi a punto dei metodi migliori e che aumenta l'esperienza grazie alla pianificazione e alla realizzazione di nuovi progetti di infrastrutture.

Il grafico della fig. 3, prendendo come parametro l'anno di delibera, mostra la differenza tra costi reali e costi stimati per i 111 progetti del campione di cui sono disponibili i dati. Il diagramma non sembra indicare che ci sia un collegamento tra anno considerato e sottostima dei costi e l'analisi statistica non fa che corroborare questa indicazione. Non si può scartare l'ipotesi nulla secondo cui l'anno di delibera non avrebbe alcun effetto sulla differenza tra costi reali e costi stimati ($p=0,22$, test F); se, d'altra parte, nel test si considera l'anno di realizzazione invece di quello di delibera (i dati disponibili riguardano 246 progetti) il risultato è analogo ($p=0,28$, test F).

La conclusione che se ne trae è che la sottostima non è diminuita nel corso degli anni, ma incide nella stessa maniera rispetto a 10, 30, 70 anni fa. I dati non spiegano se le tecniche e la capacità di stimare e preventivare i costi siano migliorate nel tempo; tuttavia sembra che, nell'ambito (importante e costoso) del processo decisionale pubblico e privato, si tenda a non mettere a frutto l'esperienza passata. Il fatto che la sottostima dei costi sia un fenomeno rilevante e diffuso a prescindere dal periodo storico, dalla localizzazione e dalla tipologia di progetto appare strano e induce a pensare

che sia il sintomo di una sorta di equilibrio convenuto: i forti incentivi e i deboli disincentivi a sottostimare possono aver insegnato ai promotori quel che c'era da imparare, vale a dire che la sottostima dei costi è proficua. Se così fosse, la sottostima dovrebbe essere intenzionale. Verificheremo più avanti questa ipotesi. Prima di farlo, mettiamo a confronto la sottostima dei costi dei progetti di trasporto con quella di altri progetti.

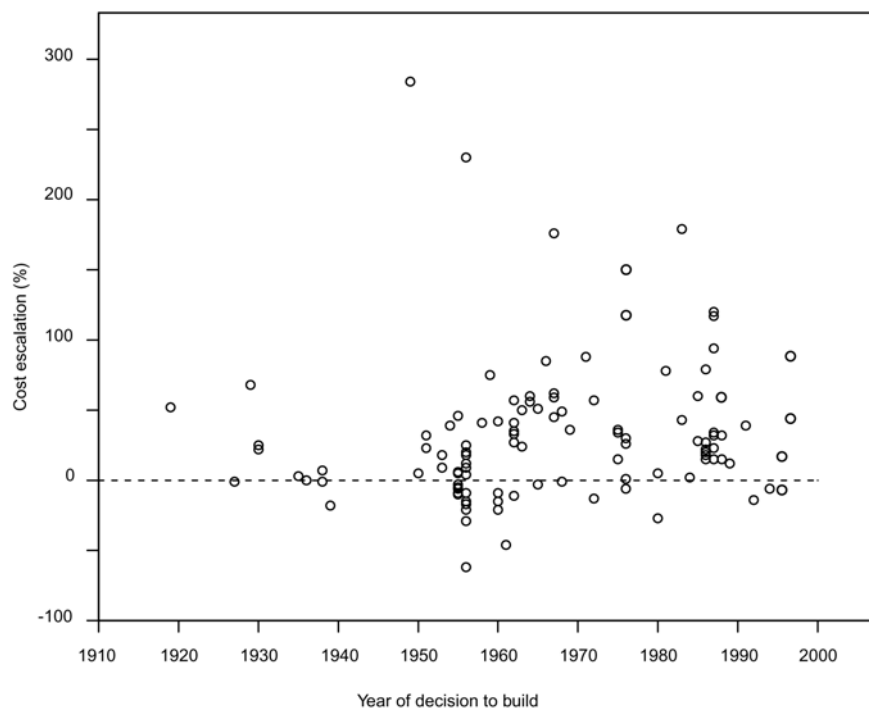


Fig. 3 – Inesattezza dei costi stimati per progetti di trasporto nel periodo 1910-1988 (costi fissi, 111 progetti)

8. Sottostima dei costi relativa ai progetti di altre infrastrutture

Oltre ai dati sui costi relativi ai progetti di infrastrutture di trasporto, abbiamo riesaminato i dati riguardanti centinaia di altri progetti, tra cui impianti per la produzione energetica, bacini (idroelettrici), reti di distribuzione idrica, impianti per l'estrazione di gas e petrolio, sistemi informatici, aerospaziali e di difesa (Arditi *et al.*, 1985; Blake *et al.*, 1976; Canaday, 1980; Department of Energy Study Group, 1975; Dlakwa, Culpin, 1990; Fraser, 1990; Hall, 1980; Healey, 1964; Henderson, 1977; Hufschmidt, Gerin,

1970; Merewitz, 1973b; Merrow, 1988; Morris, Hough, 1987; World Bank, 1994; n.d.). I dati indicano che i progetti di altro genere mostrano un'inclinazione analoga, se non superiore, alla sottostima dei costi.

Tra gli esempi più eloquenti, troviamo la *Sidney Opera House*, i cui costi reali sono risultati circa 15 volte superiori a quelli preventivati, e l'aereo supersonico *Concorde*, che ha visto moltiplicare per 12 i costi inizialmente previsti (Hall, n.d., p. 3). I dati indicano, inoltre, che la sottostima dei costi per altre tipologie di progetto non ha subito né aumenti né cali nel corso degli anni e che il fenomeno interessa sia i paesi industrializzati che quelli del terzo mondo. Quando il canale di Suez fu ultimato nel 1869, i costi di costruzione reali si rivelarono 20 volte maggiori di quelli stimati inizialmente e tre volte superiori rispetto alla stima fatta l'anno precedente all'inizio dei lavori; il canale di Panama, ultimato nel 1914, registrò un'indicizzazione dei costi che oscillava dal 70 al 200% (Summers, 1967, p. 48).

Per concludere, il fenomeno della sottostima e dell'indicizzazione dei costi sembra non essere una peculiarità dei soli progetti di trasporto, ma anche di progetti relativi ad altre opere infrastrutturali.

9. Le giustificazioni della sottostima dei costi: errore involontario o tendenzioso?

Le giustificazioni che si adducono per spiegare il fenomeno riguardano quattro aspetti diversi: tecnico, economico, psicologico e politico. In questa sezione esamineremo quali di essi rispecchino meglio i dati.

9.1. Giustificazioni tecniche

La maggior parte degli studi sull'argomento spiegano quelli che chiamano «errori di previsione» in termini tecnici, li giustificano, cioè, con l'utilizzo di tecniche imperfette, dati inadeguati, errori involontari, problemi inerenti la previsione in sé, mancanza di esperienza da parte degli operatori, ecc. (Ascher, 1978; Flyvbjerg *et al.*, in corso di stampa; Morris, Hough, 1987; Wachs, 1990) ed è obiettivamente difficile mettere in dubbio che questi fattori possano essere fonte di grande incertezza e determinare delle previsioni fuorvianti. Gli studi su campioni di piccole dimensioni, che sono la norma in questo particolare settore di ricerca, insistono sulle spiegazioni tecniche perché i campioni utilizzati, essendo sempre troppo ridotti, non consentono test basati su modelli statistici. Al contrario, i dati e i test presentati in precedenza, che fanno parte del primo studio di settore su un campione rilevante, ci portano ad escludere le ragioni tecniche per spiegare l'errore di previsione, per il semplice fatto che non trovano rispondenza nei dati.

In primo luogo, se le previsioni fuorvianti fossero davvero causate da inadeguatezza tecnica, semplici errori o problemi inerenti la previsione in sé, la distribuzione dell'errore di stima dei costi non dovrebbe essere così concentrata sullo 0. Difatti, come dimostra inequivocabilmente la statistica ($p < 0,001$), tale distribuzione ha una media diversa da zero. In secondo luogo, ci si aspetterebbe, col passare degli anni, una maggiore esattezza nel prevedere i costi, visto che, una volta individuato l'errore e la sua causa, si potrebbe ovviare mettendo a punto una raccolta dei dati, dei metodi di previsione, ecc. più efficaci. Nonostante le risorse impiegate per il loro miglioramento nell'arco di svariati decenni, i dati dimostrano che questo sforzo non ha avuto alcun effetto sull'esattezza delle previsioni. I fattori tecnici, dunque, non sembrano fornire una spiegazione dei dati. Quel che bisogna spiegare, in realtà, non sono i cosiddetti «errori» di previsione, l'«indicizzazione» dei costi o le cause da cui derivano, ma piuttosto il fatto che in 9 casi su 10 i costi vengano sottostimati.

Possiamo concordare con chi propone delle spiegazioni di tipo tecnico sul fatto che, ad esempio, è impossibile prevedere esattamente per ogni singolo progetto *quali* problemi geologici, ambientali o di sicurezza potranno insorgere, facendo lievitare i costi; tuttavia insistiamo nel dire che, grazie all'esperienza acquisita da altri progetti, è possibile prevedere il rischio *che* alcuni di tali problemi insorgano, compromettendo il progetto e incidendo sui costi; insistiamo inoltre sul fatto che tale rischio si può e si dovrebbe tenere da conto in fase di previsione dei costi, anche se generalmente ciò non avviene. Per dare credito alle ragioni tecniche, bisognerebbe prima spiegare perché le stime ignorino sistematicamente i rischi di costo relativi al periodo storico, alla localizzazione e alla tipologia del progetto.

9.2. Giustificazioni economiche

Le giustificazioni che inquadrano il problema della sottostima dei costi in una logica economica possono essere di due tipi: una spiega il fenomeno in termini di interesse personale, l'altra in termini di interesse pubblico. Nel primo caso, il fatto che un progetto vada avanti garantisce lavoro agli ingegneri e alle imprese edili, e profitti agli operatori. Se questi ultimi sono coinvolti nel processo di previsione o lo influenzano indirettamente, la cosa può condizionare i risultati nel senso che può aumentare le probabilità di realizzazione del progetto. Per questi operatori, la sottostima dei costi e la sovrastima degli utili sarebbe plausibile dal punto di vista economico, in quanto aumenterebbe la probabilità di ricavi e profitti. L'interesse economico personale è presente solo a livello comunale e statale, dove, tra l'altro, può davvero servire a spiegare la sottostima dei costi. Pickrell (1990; 1992) evidenzia che negli USA i più importanti progetti di investimento nel setto

re dei trasporti concorrono ogni anno all'assegnazione di sovvenzioni discrezionali che fanno parte di un *budget* federale limitato. Questo spinge i comuni a far apparire migliori i propri progetti, per evitare che i fondi vengano assegnati a qualcun altro.

Nel secondo caso, i promotori e i previsori possono ricorrere deliberatamente alla sottostima per incentivare i funzionari pubblici a tagliare i costi risparmiando il denaro pubblico. In questo caso, stime dei costi più alte indurrebbero gli imprenditori meno accorti a spendere una quota maggiore del denaro dei contribuenti. Ricerche sul campo hanno individuato promotori e previsori che dichiarano di sottostimare i costi a questo scopo, cioè per risparmiare il denaro pubblico (Wachs, 1990). L'argomentazione è stata ripresa dagli studiosi, ad esempio da Merewitz (1973b), il quale afferma esplicitamente che «mantenere i costi bassi è più importante che prevederli correttamente» (p. 280).

Entrambe le giustificazioni rendono conto della sistematica sottostima dei costi emersa dai nostri dati; entrambe la considerano un'operazione deliberata e plausibile dal punto di vista economico. Se consideriamo, ora, il mentire nel modo più classico, cioè come un qualcosa che è volto a ingannare gli altri (Bok, 1979, p. 14; Cliffe *et al.*, 2000, p. 3), vediamo che la definizione si attaglia perfettamente alla sottostima dei costi e ne deduciamo una delle ragioni fondamentali sia del mentire, in generale, che della sottostima dei costi, in particolare: mentire è proficuo, o per lo meno gli operatori economici lo credono. Non solo, se si mente per il bene pubblico (cioè per risparmiare il denaro dei contribuenti), in un'ottica politica ciò verrà ascritto a quella speciale categoria delle cosiddette «bugie a fin di bene», ossia giustificate dall'altruismo, proprio «le più pericolose», secondo Bok (1979, p. 175).

Nel caso della sottostima dei costi dei progetti di opere pubbliche, mentendo a fin di bene si trascura un fatto importante: l'argomentazione principale – cioè che si risparmiano i soldi dei contribuenti – viene seriamente invalidata e chiunque creda anche minimamente nell'analisi costi-benefici e nell'economia del benessere non può non contestarla. La sottostima dei costi di un dato progetto determina un rapporto costi-benefici falsamente alto che, a sua volta, implica due problemi: primo, è possibile che si dia avvio al progetto, malgrado la mancanza di fattibilità dal punto di vista economico; secondo, è possibile che si dia il via a questo progetto e non ad un altro, che avrebbe garantito profitti maggiori, perché non si conoscevano i costi reali di entrambi. In tutti e due i casi la conseguenza è un uso inadeguato delle risorse e quindi uno sperpero del denaro dei contribuenti: anche solo per ragioni di efficienza economica, si deve dunque rigettare l'argomentazione secondo cui la sottostima dei costi fa risparmiare soldi, quando invece è più probabile che comporti uno spreco per i contribuenti. Questo, però, non è l'unico motivo: l'argomentazione va confutata anche per ragioni etiche e

giuridiche. Nella maggior parte delle democrazie, il fatto che i promotori ed i previsori non informino in modo corretto i legislatori, gli amministratori, le banche, l'opinione pubblica ed i mass-media deliberatamente, non si dovrebbe considerare solo discutibile dal punto di vista etico, ma, in alcuni casi, anche dal punto di vista giuridico, ad esempio quando un dipendente pubblico non informa correttamente i membri del governo o questi ultimi non informano correttamente il parlamento. Esiste un «obbligo formale alla verità» che consiste proprio in questo ed è contemplato dalla maggior parte delle costituzioni democratiche. Tale obbligo sarebbe violato dalla deliberata sottostima dei costi, qualunque ne sia la ragione. Di conseguenza, anche se le giustificazioni economiche rispecchiano i dati e ci aiutano a capire aspetti importanti della sottostima dei costi, non possono essere addotte come giustificazione del fenomeno.

9.3. Giustificazioni psicologiche

Questo tipo di giustificazioni tentano di spiegare il *bias* nelle previsioni come una sorta di «*bias* psicologico» tipico dei promotori e previsori dei progetti. I politici vogliono magari passare alla storia, gli ingegneri vogliono costruire e i dirigenti locali preposti ai trasporti a volte aspirano a posizioni di potere; la spiegazione psicologica più comune è che la presenza di un certo «ottimismo» indurrebbe promotori e previsori a prospettare dei risultati eccessivamente positivi in fase di valutazione del progetto, quando cioè si pianifica e si decide se realizzarlo (Fouracre *et al.*, 1990, p. 10; Mackie, Preston, 1998; Walmsey, Pickett, 1992, p. 11; World Bank, 1984, p. 86). È logico che una stima ottimistica preveda dei costi più bassi, col risultato che quelli reali si rivelano più alti di quelli preventivati. Ora, la valutazione ottimistica dovrebbe spiegare, del tutto o in parte, il peculiare *bias* nelle stime dei costi emerso dai dati in nostro possesso; va da sé che tale ottimismo e la relativa sottostima dei costi, risultando ingannevoli per gli stessi promotori, non costituirebbero un errore intenzionale, ma piuttosto un errore involontario.

La giustificazione psicologica, però, presenta dei problemi: la valutazione ottimistica costituirebbe una spiegazione valida e credibile qualora le stime fossero fornite da promotori e previsori alla prima o seconda esperienza nel settore, senza alcuna dimestichezza coi problemi reali che la realizzazione delle infrastrutture comporta e senza l'ausilio delle conoscenze e delle capacità di colleghi più esperti: situazioni simili sono possibili e spiegherebbero dei casi singoli. Tuttavia, data la peculiare propensione della mente umana a fare tesoro dell'esperienza passata, sembra alquanto improbabile che l'intera categoria professionale dei promotori e dei previsori continui ad incorrere nello stesso errore sistematico per anni ed anni e an

cora più improbabile che non ne tragga mai alcun insegnamento. L'esperienza dovrebbe indurre, invece, ad essere cautamente o per nulla ottimisti nelle valutazioni e ciò garantirebbe nel tempo delle stime dei costi più esatte; purtroppo i dati dimostrano che ciò non avviene.

D'altra parte questo ottimismo doveva essere davvero smisurato se per più di 70 anni – il periodo considerato nel nostro studio – i previsori hanno continuato a manifestarlo senza rendersi conto che, sottostimando i costi, stavano ingannando se stessi e gli altri. Per quanto una simile spiegazione rispecchi i dati, non è credibile.

Come si è osservato in altra sede, rendendo pubbliche e giustificando delle stime troppo ottimistiche si possono trarre dei notevoli vantaggi e, di contro, le eventuali sanzioni previste sono minime (Davidson, Huot, 1989, p. 137; Flyvbjerg *et al.*, in corso di stampa): questo spiega la diffusione di stime troppo positive molto meglio della connaturata tendenza all'ottimismo manifestata da promotori e previsori. Un "ottimismo" fondato sulla prospettiva di un possibile vantaggio non è connaturato, ma calcolato; pertanto, sulla base dei dati, escludiamo che le valutazioni ottimistiche siano una delle cause prime della sottostima dei costi.

9.4. Giustificazioni politiche

Le giustificazioni politiche spiegano la sottostima dei costi in termini di interesse e di potere (Flyvbjerg, 1998), una chiave di lettura che, stranamente, pochi studi sull'argomento adottano (Wachs, 1990, p. 145). Il punto cruciale su cui vertono le giustificazioni politiche è capire se le stime siano distorte intenzionalmente per favorire l'interesse dei promotori a dare avvio al progetto. Si ripropone ancora una volta il problema del mentire, difficile da individuare senza conoscere le intenzioni degli attori in gioco. Se i promotori e i previsori hanno deliberatamente messo a punto delle stime distorte per un progetto, in modo che gli sia dato il via libera, difficilmente dichiareranno ai ricercatori di averlo fatto, per ragioni legali, economiche, morali, ecc. (Flyvbjerg, 1996; Wachs, 1989).

Quando nel 1987 Eurotunnel, la compagnia privata proprietaria del tunnel sotto la Manica, diventò pubblica in modo da raccogliere fondi per il progetto, agli investitori fu detto che la sua costruzione non presentava grossi problemi; per quanto riguardava l'indicizzazione dei costi, il prospetto informativo diceva: «Se è vero che un tunnel di questa portata comporta necessariamente dei rischi di costruzione, è anche vero che le tecniche adottate per la sua realizzazione sono ampiamente sperimentate. I dirigenti, dopo aver consultato la *Maître d'Oeuvre*, ritengono plausibile un

aumento del 10% sui costi di costruzione dovuto ad eventuali imprevisti»⁴ (*The Economist*, 1989, p. 37).

Questi dati su costi e rischi furono comunicati da circa duecento banche agli investitori, compreso un consistente numero di piccoli investitori. Come osservava *The Economist* (1989), in realtà tutti coloro che si convinsero ad acquistare partecipazioni di Eurotunnel, credendo che i costi stimati fossero comprensivi degli imprevisti, furono, di fatto, ingannati. La stima dei costi indicata nel prospetto informativo rappresentava una previsione ottimistica e l'informazione tendenziosa consisteva nel fare in modo che gli investitori dessero credito all'ipotesi quanto mai remota – e già smentita da tutti i più grossi progetti già realizzati – che tutto si sarebbe svolto secondo quanto pianificato, senza ritardi, senza variazioni degli indicatori di *performance* ambientali e di sicurezza, senza nessun problema di *management* o di tipo contrattuale, nessun problema tecnologico o geologico, niente conflitti di rilievo, niente promesse politiche non mantenute: insomma, un'ipotesi che prospettava una situazione ideale. Il rischio reale di indicizzazione dei costi era nettamente superiore a quello comunicato ai possibili investitori: la prova sta nel fatto che, una volta terminati i lavori, i costi reali del progetto raddoppiarono rispetto a quelli previsti.

Flyvbjerg, Bruzelius e Rothengatter (in corso di stampa) documentano che l'informazione tendenziosa del tipo «Tutto-Andrà-Secondo-Quanto-Previsto» («Everything-Goes-According-to-Plan»), rilevata per il tunnel sotto la Manica, è talmente comune e diffusa che in un suo rapporto su infrastrutture e sviluppo, la Banca Mondiale (1994, pp. II, 22) ha pensato di coniare un termine *ad hoc*, «il principio EGAP», per indicarla. La stima dei costi basata su tale principio sostanzialmente non mette in conto il rischio di indicizzazione dei costi dovuto a ritardi, incidenti, variazioni di progetto, ecc., cosa che, secondo la Banca Mondiale, costituisce un grosso problema in fase di valutazione e sviluppo del progetto.

Tuttavia, una cosa è rilevare che in alcuni casi particolari gli investitori pubblici e privati sono stati ingannati; ben altro è fare in modo che i responsabili ne parlino, ammettendo che si è trattato di un errore intenzionale, di un raggirò *tout court*. Per quanto ci risulta, esiste un solo studio in cui si è riusciti a chiamare in causa i responsabili della sottostima dei costi (Wachs, 1986; 1989; 1990). Wachs, intervistati funzionari pubblici, consulenti e pianificatori responsabili di alcuni progetti per il trasporto negli USA, constatò che le stime dei costi e del *patronage* fuorvianti non erano giustificabili a livello tecnico, ma si potevano spiegare meglio come pure e semplici informazioni tendenziose. Di volta in volta, i pianificatori, gli in

4. La Maître d'Oeuvre era un ente preposto al monitoraggio della pianificazione e realizzazione del progetto per il tunnel sotto la Manica. Istituito nel 1985, ha rappresentato la proprietà fino al 1988, anno in cui il suo ruolo è stato modificato, a favore di una posizione imparziale (Major Project Association, 1994, pp. 151-153).

gegneri e gli economisti affermarono di aver manipolato le previsioni per arrivare a delle cifre, magari non giustificabili in termini tecnici, ma accettabili per i loro superiori, in modo che i progetti fossero avviati (Wachs, 1990, p. 144). Un pianificatore, in particolare, ammise di aver ritoccato più volte le cifre relative ad un certo progetto, i dati dei costi al ribasso e quelli del *patronage* al rialzo, per assecondare un rappresentante politico locale, il quale voleva massimizzare le possibilità che il progetto in questione fosse avviato. Il lavoro di Wachs è particolarmente acuto per essere uno studio sulle previsioni; tuttavia, ancora una volta, si tratta di una ricerca basata su un campione ridotto e lo stesso Wachs avverte che la maggior parte delle sue prove è circostanziale (Wachs, 1986, p. 28), dunque non consente di arrivare a delle conclusioni generali valide per tutti i progetti. In ogni caso, partendo dal modello basato sulla non rappresentatività e non veridicità del campione nei suoi casi studio, Wachs avanza l'ipotesi che l'abuso da lui messo in luce sia «pressoché universale» e che non riguardi solo la pianificazione dei trasporti, ma anche altri settori dell'economia per i quali le previsioni assumono generalmente un ruolo importante nel dibattito politico (Wachs, 1990, p. 146; 1986, p. 28).

I nostri dati confermano le sue affermazioni: il modello di costi ipersottostimati non è riscontrabile solo nel piccolo campione di progetti considerato da Wachs, ma è rilevante dal punto di vista statistico e prende in esame la maggior parte dei progetti di infrastrutture di trasporto. Solo su un punto Wachs (1986) sembra arrivare a delle conclusioni un po' azzardate: «sembra che i costi previsti siano sempre *più bassi* di quelli reali» (p. 24), (il corsivo è originale). «Sempre» (100%), come dimostrano i nostri dati, può adattarsi al campione ridotto considerato da Wachs; tuttavia, se il campione viene ampliato di un 20-30% o più, l'affermazione è vera "solo" nell'86% dei casi. A parte questa lieve discrepanza – 14 punti percentuali –, il modello individuato da Wachs è valido a livello generale e la sua visione della sottostima dei costi, errore tendenzioso volto a facilitare l'avvio dei progetti, concorda perfettamente coi nostri dati. Tra tutte le giustificazioni relative alle variazioni di costi nei progetti di infrastrutture di trasporto, optiamo quindi per quella politica e per quella economica. Nelle lotte per il potere, il ricorso all'inganno e all'errore intenzionale per dare avvio ai progetti e prospettare profitti ottimali spiega perché i costi per le infrastrutture di trasporto siano sistematicamente molto sottostimati.

10. Un riepilogo e conclusioni

I principali risultati dello studio, riportati di seguito, sono tutti molto significativi e tendenzialmente prudenziali:

- in 9 casi su 10 i costi dei progetti delle infrastrutture di trasporto sono sottostimati;
- per i progetti ferroviari, i costi reali sono mediamente il 45% più alti rispetto a quelli stimati ($sd=38$);
- per le infrastrutture di collegamento (gallerie e ponti), i costi reali sono mediamente il 34% maggiori di quelli stimati ($sd=62$);
- per i progetti di infrastrutture stradali, i costi reali sono mediamente il 20% superiori a quelli stimati ($sd=30$);
- per tutte le tipologie di progetto, i costi reali superano mediamente del 28% quelli stimati ($sd=39$);
- poiché la sottostima dei costi è diffusa in 20 paesi nei 5 continenti, sembra essere un fenomeno globale;
- la sottostima dei costi sembra frequente nei paesi in via di sviluppo più che nell'America settentrionale ed in Europa (dati relativi ai soli progetti ferroviari);
- la sottostima dei costi non è diminuita nell'arco degli ultimi 70 anni, quindi, a quanto pare, l'esperienza non è servita a determinare delle stime più esatte;
- la sottostima dei costi non sembra attribuibile ad un errore casuale, ma piuttosto ad una manipolazione strategica, ovvero all'inganno;
- i progetti di infrastrutture di trasporto non sembrano soggetti alla sottostima dei costi più di altre tipologie di progetti a grande scala.

Ne deduciamo che le stime dei costi delle infrastrutture di trasporto, utilizzate nei dibattiti pubblici, sui mezzi di comunicazione e in fase decisionale, sono pesantemente e sistematicamente contraddette. Altrettanto si può dire delle analisi costi-benefici, in cui si utilizzano le stime dei costi per valutare la fattibilità ed il *ranking* di rilevanza dei progetti. Il travisamento dei costi porta facilmente all'errata assegnazione delle scarse risorse disponibili, cosa che, a sua volta, determina delle perdite tra i finanziatori e gli utenti delle infrastrutture, che siano contribuenti o investitori privati.

Chiariamo subito che queste conclusioni non vogliono essere un attacco alla spesa pubblica (contrapposta a quella privata) destinata alle infrastrutture, visto che i dati sono insufficienti per stabilire se i progetti privati garantiscano *performance* migliori o peggiori di quelli pubblici rispetto alla sottostima dei costi; tanto meno vogliono essere una critica al fatto che si finanzino infrastrutture di trasporto invece di altri progetti, visto che anche questi ultimi sembrano soggetti al fenomeno della sottostima dei costi. Le conclusioni di questo caso studio approfondito vogliono solo rilevare che il significativo ricorso alla sottostima dei costi, come pratica diffusa in fase di sviluppo e di realizzazione di un progetto, costituisce un effettivo ostacolo ad un'adeguata assegnazione delle scarse risorse destinate ad importanti infrastrutture.

Tutto ciò fornisce delle indicazioni precise per il settore delle politiche pubbliche, per forza di cose costosissimo: i legislatori, gli amministratori, le banche, i rappresentanti dei media e l'opinione pubblica, che reputano oneste le cifre proposte, non dovrebbero in realtà fidarsi delle stime dei costi indicate dai promotori e dai previsori dei progetti per le infrastrutture. Lo studio dà inoltre un'altra indicazione: la necessità di effettuare controlli e verifiche di bilancio – introducendo delle sanzioni finanziarie, professionali ed anche legali per errori di valutazione rilevanti e prevedibili – per garantire delle stime meno fuorvianti. In altra sede, si è iniziato a mettere a punto questo sistema di controlli e verifiche, evidenziando quattro fondamentali strumenti da adottare: primo, una maggiore trasparenza; secondo, l'uso di indicatori di *performance*; terzo, la formulazione chiara di un sistema normativo da rispettare in fase di sviluppo e di realizzazione del progetto; quarto, il coinvolgimento di capitale a rischio privato, anche nei progetti pubblici (Bruzelius *et al.*, 1998; Flyvbjerg *et al.*, in corso di stampa).

Appendice

La prima fase di questo lavoro è consistita nell'individuare un campione di progetti di infrastrutture molto più ampio di quelli generalmente considerati in questo ambito di ricerca, così ampio da consentire delle analisi statistiche dei costi. È sorto subito un primo problema, costituito dalla relativa difficoltà di procurarsi i dati sui costi reali dei progetti di trasporto, innanzi tutto perché raccogliergli richiede moltissimo tempo. Per quanto riguarda i progetti del settore pubblico, le procedure contabili e di finanziamento in genere non forniscono informazioni adeguate sulle molteplici e complesse variazioni che i costi totali subiscono nel tempo. Per i progetti a grande scala, tra il momento della delibera, l'inizio dei lavori, la loro ultimazione e la messa in funzione della struttura può intercorrere un lasso di tempo considerevole, dai 5 ai 10 o più anni fiscali. Ricostruire i costi reali totali di un progetto pubblico, quindi, richiede di solito un lungo e laborioso lavoro di archivio ed una complessa analisi dei conti. Per quanto riguarda i progetti privati, i finanziamenti e gli studi contabili potrebbero fornire delle informazioni utili sui costi reali totali, ma si tratta spesso di dati tenuti riservati per evitare che vi abbia accesso la concorrenza e, di conseguenza, purtroppo anche gli studiosi. Sia per i progetti pubblici che per quelli privati, poi, è possibile che i dati sui costi reali non siano resi pubblici dai committenti perché spesso rivelano l'avvenuta indicizzazione dei costi, considerata di solito imbarazzante per i promotori e per la stessa committenza. In conclusione, raccogliere dei dati attendibili sui costi reali anche di un solo progetto di trasporto richiede spesso moltissimo tempo o risulta praticamente impossibile.

Questo stato di cose spiega perché in questo settore di ricerca esistano prevalentemente studi su campioni ridotti. Tuttavia, malgrado i problemi suddetti, dopo 4 anni di rilevamento e perfezionamento dei dati siamo stati in grado di individuare un campione di 258 progetti di infrastrutture di trasporto corredati dei rispettivi costi di costruzione, quelli reali e quelli stimati in fase di delibera. Il portafoglio progetti ammonta a circa 90 miliardi \$ (prezzi del 1995); le tipologie considerate sono

ponti, gallerie, autostrade, superstrade, ferrovia ad alta velocità e trasporto convenzionale interurbano su rotaia; i progetti sono localizzati in 20 paesi distribuiti sui 5 continenti, paesi industrializzati o in via di sviluppo; sono stati ultimati tra il 1927 ed il 1998 (i progetti più vecchi sono stati inclusi nel campione per verificare se i costi stimati siano più esatti oggi rispetto a un tempo); i costi di costruzione oscillano da 1,5 milioni a 8,5 miliardi \$ (prezzi del 1995); i progetti a piccola scala riguardano generalmente tratti di strade che fanno parte di piani viari più ampi, mentre quelli a grande scala si riferiscono a strutture ferroviarie, gallerie e ponti. Per quanto ci risulta, si tratta del più ampio campione di progetti con relativa variazione dei costi, finora considerato.

Nell'analisi statistica, i dati dovrebbero costituire il campione di una più ampia popolazione che da esso dovrebbe essere adeguatamente rappresentata; questa esigenza è pienamente soddisfatta dall'individuazione del campione col metodo casuale: la randomizzazione permette con un alto margine di probabilità che i fattori non controllabili siano uniformemente distribuiti. In un campione, inoltre, la rappresentazione dei sottogruppi dovrebbe corrispondere alla loro frequenza ed importanza rispetto alla popolazione. Negli studi sulle questioni umane, per i quali spesso non si possono condurre esperimenti di laboratorio controllati, è frequente che non si producano condizioni ideali di questo tipo; lo stesso vale per il presente studio, che richiede quindi un approccio diverso al campionamento e all'analisi statistica.

Abbiamo selezionato i progetti per il campione in base alla disponibilità dei dati, includendo tutti quelli per i quali è stato possibile raccogliere dati sull'evoluzione dei costi di costruzione.

Questi ultimi sono calcolati in prezzi fissi e la loro variazione è data dalla differenza tra costi reali e costi stimati in percentuale. I costi reali sono effettivi, vale a dire, sono i costi di costruzione calcolati alla fine dei lavori; i costi stimati sono quelli preventivati, o previsti, vale a dire, sono i costi di costruzione calcolati nel momento in cui si decide la realizzazione dei lavori. In questa fase comune a qualunque tipologia di progetto, di localizzazione e di periodo storico, di solito era già disponibile una stima dei costi; in caso contrario, si ricorreva alla più approssimata stima disponibile, in genere una stima successiva che, per la nostra valutazione di inesattezza, rappresenta un *bias* dovuto a un errore sistematico prudenziale. I dati sui costi provenivano da fonti molteplici, compresi resoconti annuali sui progetti, questionari, interviste ed altri studi.

Erano disponibili dati su 343 progetti; per 85 di essi, la qualità dei dati era insufficiente e sono stati scartati. Ad esempio, in alcuni casi non siamo riusciti ad appurare con chiarezza alcuni aspetti: cosa era incluso nei costi, se i dati forniti erano calcolati in prezzi fissi o correnti; che livello dei prezzi (anno) era stato utilizzato per stimare e ribassare i costi. Più specificamente, degli 85 progetti in questione, 27 sono stati scartati perché non si riusciva a stabilire se i dati sui costi erano validi ed attendibili; 12 perché erano stati ultimati prima del 1915 e mancavano indici attendibili sul ribasso dei costi da comparare con quelli attuali; per finire, ne abbiamo esclusi altri 46, perché risultava che la variazione dei costi ad essi relativa era stata calcolata prima dell'ultimazione dei lavori e della messa in funzione delle strutture; pertanto, mancavano informazioni sui costi definitivi reali di questi progetti e quelli utilizzati per calcolare la variazione potevano essere diversi. Oltre agli

85 progetti suddetti, ne abbiamo esclusi alcuni altri per evitare il rischio di calcolarli due volte: questo è accaduto di solito con quei progetti mutuati da altri studi, che chiaramente o presumibilmente apparivano in più di una ricerca. In conclusione, abbiamo inserito nel campione tutti i progetti i cui dati abbiamo ritenuto validi e attendibili: questo vale sia per quelli rilevati da noi personalmente, sia per quelli rilevati da altri ricercatori (Fouracre *et al.*, 1990; Hall, 1980; Leavitt *et al.*, 1993; Lewis, 1986; Merewitz, 1973a; National Audit Office, Department of Transport, 1985, 1992; National Audit Office, Department of Transport, Scottish Development Department and Welsh Office, 1988; Pickrell, 1990; Riksrevisionsverket, 1994; Vejdirektoratet, 1995; Walmsley, Pickett, 1992). Riportando tutti i prezzi al livello del 1995, è stato possibile riuscire a comparare i dati sui costi; per farlo abbiamo utilizzato gli appositi indici geografici, settoriali e storici e gli appositi tassi di conversione tra valute diverse.

Ci siamo concentrati su grossi progetti europei, i quali presentavano una tale carenza di dati da non consentire studi comparati. Ad esempio, tra i progetti con costi di costruzione reali superiori ai 500 milioni di euro (prezzi del 1995; 1 euro=1,29 \$ nel 1995) eravamo riusciti a individuarne, nelle altre ricerche, solo due europei per i quali fossero disponibili sia i costi reali che quelli stimati; passando ai progetti con costo inferiore ai 100 milioni di euro, eravamo riusciti ad individuarne 8. La mancanza di dati sui costi attendibili per i progetti europei ci è apparsa subito un problema enorme, visto che la Commissione Europea aveva appena varato una politica per l'istituzione della rete di trasporto trans-europea (TTEN), che avrebbe riguardato la realizzazione di un grande numero di progetti di trasporto prioritari attraverso l'Europa ad un costo iniziale di 220 miliardi di euro (Commissione Europea, 1993, p. 75). Ne abbiamo dedotto che la politica della Commissione si basava su una scarsa conoscenza dei costi e ci siamo augurati di contribuire a sanare questo stato di cose grazie al nostro rilevamento di dati, che ha effettivamente dato ottimi frutti.

Abbiamo raccolto dati fondamentali su 37 progetti danesi, francesi, tedeschi, svedesi e inglesi, riuscendo così ad aumentare di molto il numero di grossi progetti europei con dati attendibili sui costi sia reali che stimati e a realizzare per la prima volta uno studio comparato a cui siano applicabili metodi statistici.

Come per tutti i campioni, è necessario chiedersi se rappresentino adeguatamente la popolazione di riferimento, nel nostro caso, quindi, se i progetti inclusi siano rappresentativi dell'intera categoria "infrastrutture di trasporto". Essendo la disponibilità dei dati il criterio utilizzato per il campionamento, bisogna chiedersi se i progetti di cui sono disponibili i dati siano effettivamente rappresentativi. Ci sono ben quattro ragioni per cui probabilmente non lo sono: prima di tutto, si può supporre che i progetti ben gestiti a livello di disponibilità dei dati possano essere ben gestiti anche da altri punti di vista, risultando superiori alla *performance* media (quindi, non rappresentativi). In secondo luogo, si è ipotizzato che proprio l'esistenza di dati che consentano una valutazione della *performance* può contribuire a migliorare la *performance* stessa, se quei dati vengono utilizzati a livello gestionale per monitorare i progetti. In terzo luogo, si può supporre che i gestori di progetti con *performance* piuttosto negative rispetto all'indicizzazione dei costi abbiano tutto l'interesse a non mettere a disposizione i dati sui costi, determinando una sottorappresentazione di tali progetti nel campione; e al contrario, che i gestori di progetti con *performance* dei costi positive possano avere tutto l'interesse a ren

dere pubblici i dati, determinando una sovra-rappresentazione di tali progetti nel campione. In quarto ed ultimo luogo, anche nel caso in cui i dati fossero disponibili, i gestori potrebbero aver scelto di fornire quelli che fanno apparire i loro progetti sotto una luce migliore. Spesso bisogna scegliere tra vari costi stimati e vari costi reali per un dato progetto di un dato periodo. Se i ricercatori raccolgono i dati mediante questionari, come spesso accade, i gestori potrebbero avere la tentazione di scegliere la combinazione di costi stimati e costi reali che si rivela più conveniente per loro e più favorevole per i progetti.

I dati disponibili non consentono un'esatta valutazione empirica dell'entità del problema della non rappresentatività del campione; tuttavia, i pochi dati esistenti in grado di far luce sul problema avvalorano la tesi secondo cui i dati sarebbero distorti. Confrontando i dati della *Swedish Auditor General* su un sottocampione di progetti stradali, che sembravano non presentare problemi di rappresentatività, con i dati di tutti i progetti stradali del nostro campione, abbiamo rilevato che nel sottocampione svedese l'indicizzazione dei costi era molto superiore a quella rilevata per la totalità dei progetti (Holm, 1999, pp. 11-15). Per le ragioni indicate in precedenza, deduciamo che il campione è molto probabilmente distorto e la distorsione è prudenziale. In altre parole, la differenza tra costi reali e costi stimati rilevata dal campione è probabilmente inferiore alla differenza esistente nella popolazione "progetti", un aspetto, questo, da non perdere di vista quando si interpretano i risultati dell'analisi statistica del campione. Il campione non è affatto perfetto, ma è comunque il migliore possibile dato l'attuale stato dell'arte in questo campo di ricerca.

Nell'analisi statistica la variazione percentuale dei costi del campione si considera normalmente distribuita, a meno che non si sia stabilito diversamente. I grafici dei residui, qui omessi, indicano che la distribuzione normale potrebbe non essere completamente soddisfatta. Le distribuzioni diventano in qualche modo asimmetriche con le code superiori più grandi. In ogni caso, poiché le trasformazioni (logaritmiche) non intervengono in modo significativo, vengono escluse, per maggiore semplicità, a meno che non si sia stabilito diversamente.

Le suddivisioni del campione realizzate come parte delle analisi presentano propri problemi metodologici; perciò la rappresentazione delle osservazioni per le diverse combinazioni dei sottogruppi è, per i dati considerati, abbastanza asimmetrica. L'analisi si potrebbe considerevolmente migliorare se la rappresentazione fosse più regolare. Ci sono casi di confusione parziale o totale; vale a dire, se la combinazione di due o più effetti è significativa, a volte è difficile stabilire se l'una, l'altra o entrambe causano la differenza. Per quanto riguarda le interazioni, spesso non tutte le combinazioni sono rappresentate, o tutte le rappresentazioni possono essere abbastanza scarse. Naturalmente, nelle nostre interpretazioni dei dati abbiamo tenuto conto di questi limiti. Se si potessero rilevare dati migliori, si potrebbe giungere a conclusioni più precise.

I modelli statistici utilizzati sono modelli lineari normali (cioè, analisi della varianza e analisi di regressione con gli adeguati test F e t). I test sulle ipotesi che riguardano i valori medi è noto che sono robusti in relazione a quanto si discostano dalla normalità. Sono stati utilizzati anche i test chi quadro per verificare l'ipotesi di indipendenza dei dati del campione. Per ogni test, è stato riportato il valore p, che indica l'eccezionalità, se si assume, come presupposto, l'identità dei gruppi. Tradizionalmente, un valore p inferiore a 0,01 è considerato molto significativo, inferiore a

0,05 significativo, mentre un valore p maggiore indica che lo scostamento potrebbe essere casuale.

Riferimenti bibliografici

- D. Arditi, G.T. Akan, S. Gurdamar (1985), «Cost overruns in public projects», *International Journal of Project Management*, vol. 3(4), pp. 218-225.
- W. Ascher (1978), *Forecasting: An appraisal for policy-makers and planners*, J. Hopkins U.P., Baltimore.
- C. Blake, D. Cox, W. Fraize (1976), *Analysis of projected vs. actual costs for nuclear and coal-fired power plants*, report prepared for the United States Energy Research and Development Administration, McLean, VA, Mitre Corporation.
- S. Bok (1979), *Lying: moral choice in public and private life*, Vintage, New York.
- N. Bruzelius, F. Flyvbjerg, W. Rothengatter (1998), «Big decisions, big risks: Improving accountability in mega projects», *International Review of Administrative Sciences*, vol. 64(3), pp. 423-440.
- H.T. Canaday (1980), *Construction cost overruns in electric utilities: Some trends and implications* (Occasional Paper, n. 3), The National Regulatory Research Institute, The Ohio State University, Columbus.
- L. Cliffe, M. Ramsey, D. Bartlett (2000), *The politics of lying: Implications for democracy*, Macmillan, London.
- Commission of the European Union (1993), *Growth, competitiveness, employment: The challenges and ways forward into the 21st Century* (White Paper), Commission of the European Union, Brussels.
- F.P. Davidson, J-C. Huot (1989), «Management trends for major projects», *Project Appraisal*, vol. 4(3), pp. 133-142.
- Department of Energy Study Group (1975), *North Sea Costs Escalation Study* (Energy Paper n. 8), Department of Energy, London.
- M.M. Dlakwa, M.F. Culpin (1990), «Reasons for overrun in public sector construction projects in Nigeria», *International Journal of Project Management*, vol. 8(4), pp. 237-240.
- B. Flyvbjerg (1996), «The dark side of planning: Rationality and *Realrationalität*», in S. Mandelbaum, L. Mazza, R. Burchell (eds.), *Explorations in Planning Theory*, Center for Urban Policy Research Press, New Brunswick, pp. 383-394.
- B. Flyvbjerg (1998), *Rationality and power: Democracy in practice*, Chicago U.P., Chicago.
- B. Flyvbjerg, N. Bruzelius, W. Rothengatter (in corso di pubb.), *Megaprojects and risk: An anatomy of ambition*, Cambridge U.P., Cambridge, U.K.
- P.R. Fouracre, R.J. Allport, J.M. Thomson (1990), *The performance and impact of rail mass transit in developing countries* (TRRL Research Report 278), Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, U.K.
- R.M. Fraser, (1990), «Compensation for extra preliminary and general (P & G) costs arising from delays, variations and disruptions: The palmiet pumped storage scheme», *Tunneling and Underground Space Technology*, vol. 5(3), pp. 205-216.
- P. Hall (1980), *Great planning disasters*, Penguin Books, Harmondsworth, U.K.

- P. Hall (n.d.), *Great planning disasters revisited* (unpublished manuscript), Bartlett School, University College, London.
- J.M. Healey (1964), «Errors in project cost estimates», *Indian Economic Journal*, vol. 12(1), pp. 44-52.
- P.D. Henderson (1977), «Two British errors: Their probable size and some possible lessons», *Oxford Economic Papers*, vol. 29(2), pp. 159-205.
- M.K.S. Holm (1999), *Inaccuracy of traffic forecasts and cost estimates in Swedish road and rail projects* (unpublished manuscript), Department of Development and Planning, Aalborg University, Aalborg.
- M.M. Hufschmidt, J. Gerin (1970), «Systematic errors in cost estimates for public investment projects», in J. Margolis (ed.), *The Analysis of Public Output*, pp. 267-315, Columbia U.P., New York.
- J.F. Kain (1990), «Deception in Dallas: Strategic misrepresentation in rail transit promotion and evaluation», *Journal of the American Planning Association*, vol. 56(2), pp. 184-196.
- D. Leavitt, S. Ennis, P. McGovern (1993), *The cost escalation of rail projects: Using previous experience to re-evaluate the calspeed estimates* (Working Paper No. 567), Institute of Urban and Regional Development, University of California, Berkeley.
- H. Lewis (1986), *The metro report: The impact of metro and public transport integration in Tyne and Wear*, Tyne and Wear Passenger Transport Executive, Newcastle, U.K.
- P. Mackie, J. Preston (1998), «Twenty-one sources of error and bias in transport project appraisal», *Transport Policy*, vol. 5(1), pp. 1-7.
- Major Projects Association (1994), *Beyond 2000: A source book for major projects*, Major Projects Association Oxford, U.K.
- L. Merewitz (1973a), *How do urban rapid transit projects compare in cost estimate experience?* (Reprint n. 104), Institute of Urban and Regional Development, University of California Berkeley.
- L. Merewitz, (1973b), «Cost overruns in public works», in W. Niskanen, A.C. Hansen, R.H. Havemann, R. Turvey, R. Zeckhauser (eds.), *Benefit cost and policy analysis*, Aldine, Chicago, pp. 277-295.
- E.W. Merrow (1988), *Understanding the outcomes of megaprojects: a quantitative analysis of very large civilian projects*, RAND Corporation, Santa Monica.
- P.W.G. Morris, G.H. Hough (1987), *The anatomy of major projects: a study of the reality of project management*, John Wiley and Sons, New York.
- National Audit Office, Department of Transport (1985), *Expenditure on motorways and trunk roads*, National Audit Office, London.
- National Audit Office, Department of Transport (1992), *Contracting for roads*, National Audit Office, London.
- National Audit Office, Department of Transport, Scottish Development Department, Welsh Office (1988), *Road planning*, Her Majesty's Stationary Office, London.
- P. Nijkamp, B. Ubbels (1999), «How reliable are estimates of infrastructure costs? A comparative analysis», *International Journal of Transport Economics*, vol. 26(1), pp. 23-53.
- D.H. Pickrell (1990), *Urban rail transit projects: Forecast versus actual ridership and cost*, U.S. Department of Transportation, Washington, DC.

- D.H. Pickrell (1992), «A desire named streetcar: Fantasy and fact in rail transit planning», *Journal of the American Planning Association*, vol. 58(2), pp. 158-176.
- Riksrevisionsverket (1994), *Infrastrukturinvesteringar: En kostnadsjämförelse mellan plan och utfall i 15 större projekt inom Vägverket och Banverket*, Author, Stockholm.
- J. Simon (1991), «Let's make forecast and actual comparisons fair», *TR News*, n. 156, pp. 6-9.
- M.K. Skamris, B. Flyvbjerg (1997), «Inaccuracy of Traffic forecasts and cost estimates on large transport projects», *Transport Policy*, vol. 4(3), pp. 141-146.
- R. Summers (1967), «Cost estimates as predictors of actual costs: A statistical study of military developments», in T. Marschak, T.K. Glennan, R. Summers (eds.), *Strategy for R&D: Studies in the Microeconomics of Development*, Springer-Verlag, Berlin, pp. 140-189.
- J.S. Szyliowicz, A.R. Goetz (1995), «Getting realistic about megaproject planning: The case of the new Denver international airport», *Policy Sciences*, vol. 28(4), pp. 347-367.
- «Under water, over budget» (1989), *The Economist*, 7 Oct., pp. 37-38.
- Vejdirektoratet (1995), *Notat om anlægsregnskaber*, The Danish Road Directorate, Copenhagen.
- M. Wachs (1986), «Technique vs. advocacy in forecasting: A study of rail rapid transit», *Urban Resources*, vol. 4(1), pp. 23-30.
- M. Wachs (1989), «When planners lie with numbers», *Journal of the American Planning Association*, vol. 55(4), pp. 476-479.
- M. Wachs (1990), «Ethics and advocacy in forecasting for public policy», *Business and Professional Ethics Journal*, vol. 9(1-2), pp. 141-157.
- D.A. Walmsley, M.W. Pickett (1992), *The cost and patronage of rapid transit systems compared with forecasts* (Research Report 352), Transport Research Laboratory, Crowthorne, U.K.
- World Bank (1994), *World development report 1994: Infrastructure for development*, Oxford U.P., Oxford, U.K.
- World Bank (n.d.), *Economic analysis of projects: Towards a results-oriented approach to evaluation* (ECON Report), Author, Washington DC.