

# Simulazione di un'analisi costi-efficacia per la provincia di Roma nel settore della riqualificazione energetica degli edifici

L'obiettivo dell'articolo è una prima valutazione dell'efficacia delle politiche di efficienza energetica attraverso la costruzione di un modello sociale, i cui attori sono considerati nella prospettiva dell'analisi costi-efficacia e costi-benefici. In particolare ci si sofferma sul ruolo della formazione e sulla sua influenza sulle dinamiche sociali rappresentate dal modello. L'analisi è basata sui risultati di un'indagine statistica qualitativa condotta su un piccolo campione di imprese nella provincia di Roma

DOI 10.12910/EAI2016-027

di **Francesca Cubeddu**, Università di Roma Tre e **Marco Rao**, ENEA

L'efficienza energetica (EE) rappresenta uno dei temi prioritari del *policy making* [1] per la sua capacità di fornire risposte al problema climatico [2] e per accrescere la sicurezza energetica. La maggior parte del lavoro da fare riguarda la riqualificazione energetica degli edifici, che rendono conto per circa un terzo dei consumi finali di energia mondiali [3].

Data questa premessa, l'analisi effettuata è stata mirata alla valutazione dell'efficacia di una particolare azione nel contesto delle politiche di EE nazionali, quella relativa alla detrazione statale del 65% [7], concessa sull'importo delle spese sostenute per la riqualificazione energetica degli edifici. Per raggiungere tale obiettivo si è proceduto con la costruzione di un modello sociale, in

questo caso semplificato scegliendo di considerare tre attori principali (*Famiglie, Imprese e Formatori*), che ha permesso di identificare i soggetti della politica su cui effettuare lo studio. Tale scelta è stata specificatamente mirata ad evidenziare il ruolo delle attività di formazione nel contesto analizzato. Il comportamento del modello è stato inquadrato nell'ottica dell'a-



analisi costi-efficacia (AC-E) e della analisi costi-benefici (A C-B) [4, 5, 6], dopo avere operato una serie di assunzioni, di seguito dettagliate, tese a specificare puntualmente il comportamento dei soggetti considerati. Tali analisi hanno consentito di focalizzare l'attenzione sui principali elementi delle politiche considerate, il costo e l'efficacia delle medesime, considerati rispettivamente come impatto economico totale dell'implementazione delle stesse e come quantità di interventi registrata in seguito alla loro attuazione. La scelta di considerare la quantità di interventi come rappresentativa dell'efficacia è motivata da una semplificazione dell'analisi passibile di

successivi sviluppi. L'elemento base per la valutazione dell'efficacia in termini energetici e ambientali è infatti basato sul livello di attività (numero di interventi e loro tipologia ed entità) per cui, in tale contesto, ci si è limitati al risultato primario da cui partire in seguito per successivi approfondimenti.

La scelta di effettuare anche una AC-B è stata motivata oltre che dalla prassi anche dalla volontà di evidenziare che, una accurata rappresentazione del comportamento dei soggetti coinvolti, permette di giungere a risultati positivi anche limitandosi alla valutazione dei soli aspetti economici. La AC-B è quindi considerata in questo senso come

un di cui della più generale ed appropriata AC-E, che in questo caso rafforza le conclusioni a cui conduce la seconda.

I dati sono stati forniti da una piccola indagine svolta presso alcune imprese del settore edile. Quanto premesso serve ad escludere ogni pretesa di significatività statistica dei risultati ottenuti, in quanto il reale obiettivo dell'analisi è piuttosto identificato nel proporre una possibile metodologia di valutazione utile al *decision making* sul tema. Particolare attenzione è stata altresì posta sul legame tra attività di formazione e livello di attività del settore, secondo le assunzioni qualificate nel paragrafo seguente.

L'analisi è stata realizzata mediante dati raccolti nella provincia di Roma, nel contesto di un progetto di ricerca dell'Università degli Studi di Roma Tre finalizzato a realizzare un'integrazione tra modelli sociali ed economici relativamente al tema dell'efficienza energetica.

## Dati e metodologia

I dati qui raccolti afferiscono ad un'indagine di carattere qualitativo composta su un campione di 13 imprese e di 7 formatori. Ai predetti soggetti è stato somministrato un questionario riportante una serie di informazioni: tra le variabili di maggiore importanza per l'analisi, si ricorda, per le imprese, il tipo di tecnologia utilizzata, il numero di corsi di formazione seguiti nell'anno corrente, il numero di interventi realizzati nell'anno corrente, la valutazione sull'utilità dei corsi di formazione e la valutazione sulla facilità di gestione dei meccanismi incentivanti. Per i formatori, tra le principali variabili rilevate si hanno il numero di corsi erogati nell'anno corrente e, particolarmente importante per le assunzioni a seguire, il parere sulla redditività dell'investimento in corsi di formazione nel corso del tempo.

I dati raccolti sono stati impiegati per costruire un semplice schema causa-effetto utile a delineare una possibile metodologia di indagine. Le assunzioni di partenza sono le seguenti:

- le Famiglie agiscono in modo "razionale", ovvero decidono di investire in tecnologie per l'efficienza energetica (esse creano una Domanda di interventi) se la detrazione fiscale ottenuta sommata al risparmio energetico conseguito

sono superiori alle spese totali da supportare;

- i Formatori e le Imprese sono altresì soggetti razionali al pari delle Famiglie;
- l'attività di formazione esercita un influsso sulla disponibilità delle imprese a effettuare interventi di riqualificazione (essa cioè agisce sull'Offerta di interventi). Questo punto va qualificato: in quest'analisi semplificata, tutti i soggetti agiscono sulla scorta di calcoli razionali secondo la loro funzione obiettivo ma l'elemento di unione tra i tre è la effettiva convenienza economica dell'investimento, osservata secondo prospettive e logiche differenti. I Formatori sono posti come l'attore sociale utile a trasferire conoscenza alle Imprese: ora, mentre le Famiglie effettuano calcoli personali poggiati sull'economicità di uno o più particolari interventi e sul loro reddito, le Imprese sono chiamate ad effettuare una valutazione diversa e i soggetti deputati a fornire loro una panoramica esaustiva e dettagliata delle prospettive tecnico-economiche di tutte le tecnologie in campo, sono per l'appunto i Formatori.
- l'influenza dei Formatori sulle Imprese è stata stimata statisticamente per mezzo di due variabili: il "grado di convinzione" dei formatori in merito alla redditività potenziale dell'attività di formazione, considerato direttamente correlato alla loro capacità di persuasione sulle imprese in merito allo stimolarle a formarsi; il numero di imprese formate sul totale delle intervistate, come misura della ricettività delle Imprese su tale punto;
- si ipotizza che il livello di convinzione delle imprese ad investire sia tradotto in un segnale di prezzo. Praticamente, l'impresa incorpora

nella sua funzione obiettivo delle aspettative di variazione della domanda da parte delle famiglie praticando dei prezzi fluttuanti intorno alla media del mercato (se ad esempio può ragionevolmente presumere futuri aumenti di domanda, abbassa il prezzo per guadagnare quote di mercato);

- le assunzioni da 1 a 5 spiegano perché nell'analisi si consideri il ruolo della formazione nel livello di attività del settore. Il numero di interventi è ovviamente, come sempre, determinato dalla domanda dei medesimi, ma uno degli elementi chiave è certamente il prezzo delle tecnologie considerate. In pratica, la valutazione effettuata si è concentrata sul lato offerta, basandosi sull'assunzione di razionalità totale del sistema: una volta persuase che per il loro bacino medio di utenza un investimento in EE sia conveniente, si assume che le Imprese agiscano sul fattore prezzo per stimolare la domanda.
- nell'analisi non è considerata la prospettiva del decisore pubblico che amministra la detrazione fiscale, essendo opportuno rimandare ciò ad un contesto di valutazione macroeconomica quale scaturente da lavori basati su modelli di equilibrio economico generale computabile o su matrici di contabilità nazionale. Il lavoro presentato è focalizzato sulle dinamiche sociali dei soggetti coinvolti in termini di aspettative razionali nel contesto di una A C-E. La qualità statistica delle stime è circoscritta all'esperimento eminentemente qualitativo effettuato e, come tale, presenta una valenza puramente metodologica;
- un ruolo chiave nell'analisi è rivestito dal periodo di detrazione fiscale considerato, di notevole peso



cost_A	Costo dell'opzione A	$PNF\_A * NIE * CMF$
cost_B	Costo dell'opzione B	$PNF\_B * NIE * CMF$
cost_C	Costo dell'opzione C	$PNF\_C * NIE * CMF$
PA	Periodo detrazione opzione A	5
PB	Periodo detrazione opzione B	7.5
PC	Periodo detrazione opzione C	10
nifA	Numero imprese formate nella policy A	$PNF\_A * NIE$
nifB	Numero imprese formate nella policy B	$PNF\_B * NIE$
nifC	Numero imprese formate nella policy A	$PNF\_C * NIE$
GCFRA	Grado di convinzione dei formatori sulla redditività dell'attività di formazione A	0.35714
GCFRB	Grado di convinzione dei formatori sulla redditività dell'attività di formazione B	0.41429
GCFRC	Grado di convinzione dei formatori sulla redditività dell'attività di formazione C	0.22857
NIA	Nuovi interventi di riqualificazione nell'opzione A	$GCFRA * nifA$
NIB	Nuovi interventi di riqualificazione nell'opzione B	$GCFRB * nifB$
NIC	Nuovi interventi di riqualificazione nell'opzione C	$GCFRC * nifC$
CMF	Costo medio formazione	942
NIE	Numero di imprese del settore edile considerate	1278
PNF_A	Probabilità di nuova formazione nell'opzione A	$0.1 + GCFRA$
PNF_B	Probabilità di nuova formazione nell'opzione B	$0.2 + GCFRB$
PNF_C	Probabilità di nuova formazione nell'opzione C	$0.3 + GCFRC$

Tab. 1 parametri di input dell'analisi costo-efficacia (dati di costo espressi in euro)

sulle decisioni da parte delle famiglie di effettuare l'investimento. Sono stati all'uopo considerate tre opzioni per tale variabile: oltre ai 10 anni attualmente previsti, due ulteriori ipotesi di 5 e di 7,5 anni sono state impiegate nei calcoli.

- per poter operare i modelli di stima di cui al punto 4 su un numero significativo di osservazioni rispetto ai numeri disponibili, sono state generate 10.000 repliche bootstrap [8] dei parametri impiegati nella regressione<sup>1</sup> e di seguito costruiti e applicati i modelli. I risultati sono confluiti in una analisi costi-efficacia implementata per mezzo di un semplice modello di Markov [5].

I parametri impiegati nell'analisi sono illustrati nella Tabella 1.

Per ognuna delle tre opzioni (detrazioni fiscali di 5, 7,5 e 10 anni), si considera il numero totale di interventi effettuati ogni anno, in un orizzonte convenzionalmente fissato a 15 anni, relativamente a due opzioni: si verifica nuova formazione, oppure no.

Il costo totale dell'opzione di policy adottata è stato calcolato moltiplicando le nuove imprese formate (probabilità di nuova formazione \* popolazione imprese annua considerata) per il costo della medesima, considerando il costo medio registrato per la Regione Lazio (circa 1000 euro).

Il numero totale di imprese considerate come pertinenti al settore per la provincia di Roma è pari a 19.115. Questo numero rappresenta il potenziale numero di imprese attivabile, ma non coincide, evidentemente, con il numero di imprese effettivamente attive nell'anno in questione (si avrebbe altrimenti un intervento circa per singola impresa). Tale numero è quindi stato impiegato solo per stimare il potenziale bacino di imprese da formare ogni anno nel periodo considerato. Si è ipotizzato che ogni impresa possa fare formazione una sola volta nell'arco dei 15 anni considerati (ipotesi restrittiva e irrealistica adottata per misurare l'impatto della politica nella peg-

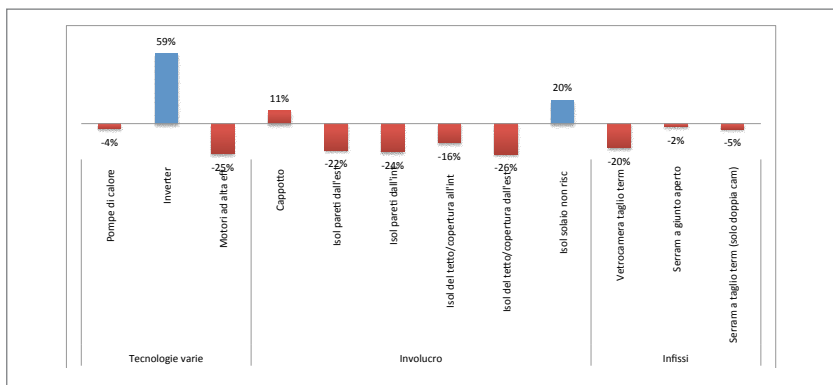


Fig. 1 Differenza percentuale tra i prezzi di diverse tecnologie di efficienza energetica per le imprese intervistate che hanno effettuato formazione rispetto al prezzo medio rilevato sul mercato per la provincia di Roma

giore condizione possibile). Di conseguenza, la popolazione annua di imprese su cui calcolare ogni anno nuova possibile formazione è risultata di 1278 unità.

La probabilità di nuova formazione nelle tre ipotesi di scenario di detrazione è stata stimata nel modo più semplice, correlandola ad incentivi a sussidio della formazione proporzionali alla lunghezza del periodo di detrazione (ciò assume implicitamente che la presenza di un breve periodo di detrazione fiscale sia appetibile per imprese e consumatori e non sia necessario “spingere” particolarmente l’aggiornamento per le imprese, in quanto esse consapevoli delle opportunità di mercato) e sommandoli al grado di fiducia dei formatori nella redditività dell’investimento (variabile GCFR\_ casi A,B,C).

Il numero di nuove imprese formate è stato stimato semplicemente moltiplicando la probabilità di nuova formazione per le imprese disponibili alla formazione nell’anno corrente.

Il numero totale di interventi realizzati, infine, da considerare aggiuntivo al normale corso degli eventi (prodotto quindi dall’attività di formazione) è stato posto pari al grado di convinzione dei formatori per il

numero di nuove imprese formate. Questa ipotesi è molto forte ma vuole tradurre con i dati disponibili l’assunto che la formazione produca una consapevolezza economica tale da spingere le imprese a guadagnare mercato abbassando i prezzi e stimolando quindi la domanda. In questo caso si assume che i nuovi interventi realizzati siano da addurre esclusivamente alle politiche di prezzo praticate dalle imprese, altra ipotesi da considerare approssimazione della realtà, ma che comunque dovrebbe conservare il senso

degli eventi prodotto dalle ipotesi di razionalità degli attori sociali formulate inizialmente.

Il numero di nuovi interventi è stato di seguito moltiplicato per il valore corrispondente al costo medio intervento<sup>2</sup> per permettere ulteriori valutazioni di tipo costi-benefici discusse di seguito.

## Risultati

L’assunzione di cui al punto 5, ovvero che le imprese formate siano consapevoli delle potenzialità reddituali degli interventi e traducano tale conoscenza sotto forma di una politica di prezzo tesa a conquistare quote di mercato, è stata misurata rilevando, per le imprese formate, il prezzo medio praticato per una serie di tecnologie in confronto a misure medie rilevate con un’indagine di mercato nelle varie province.

La Figura 1 indica un prezzo medio delle imprese formate sensibilmente più basso rispetto alla media provinciale, con l’eccezione di tre sole tecnologie. Si ricorda nuovamente che, non essendovi significatività statisti-

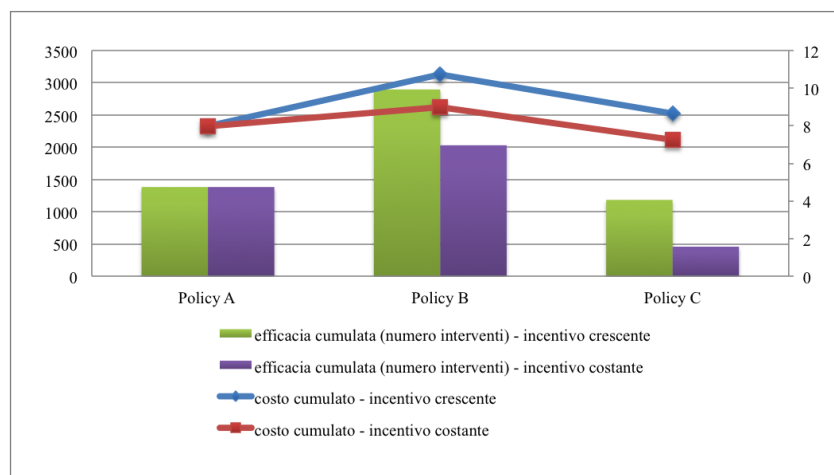


Fig. 2 Costi (milioni di euro) ed efficacia (numero di interventi in migliaia) per le policy di formazione considerate sotto due diverse ipotesi di incentivo in un orizzonte temporale di 15 anni



ca per i dati raccolti, questo risultato non indica una evidenza reale, ma si limita a delineare una metodologia da verificare con un'indagine campionaria vera e propria. I risultati dell'esperimento sono comunque in accordo con le aspettative formulabili in base al senso comune.

La Figura 2 mostra il risultato dell'analisi costo-efficacia effettuata utilizzando i dati della Tabella 1.

Le tre policy considerate producono, rispettivamente, un totale di 1.383, 2.897 e 1.183 nuovi interventi nell'arco dei 15 anni considerati. È interessante valutare anche i dati della semplice analisi costi-benefici (che non tiene conto degli elementi di efficacia quali risparmio energetico e riduzione della CO<sub>2</sub>).

Il dato di costo medio dell'intervento per la provincia di Roma fornito da DUEE è pari a 8357 euro. Convertendo il numero di interventi in valore economico e sottraendo da tale valore generato nell'economia il costo delle politiche di formazione sostenute nelle tre ipotesi, si ottiene il risultato di Figura 3.

Come prevedibile, il bilanciamento tra incentivo crescente in funzione della lunghezza del periodo e grado di fiducia sulla redditività dell'investimento permettono alla policy caratterizzata dal più lungo periodo di detrazione di migliorare la sua performance, laddove la presenza di un incentivo costante la renderebbe negativa. La prima policy ottiene il medesimo risultato in quanto l'incentivo costante è posto per definizione pari allo stesso valore attribuito nel caso di analisi con incentivo crescente.

La valutazione di redditività va da intendersi come più ampia di quella legata al payback-time, che risulterebbe proporzionale alla lunghezza

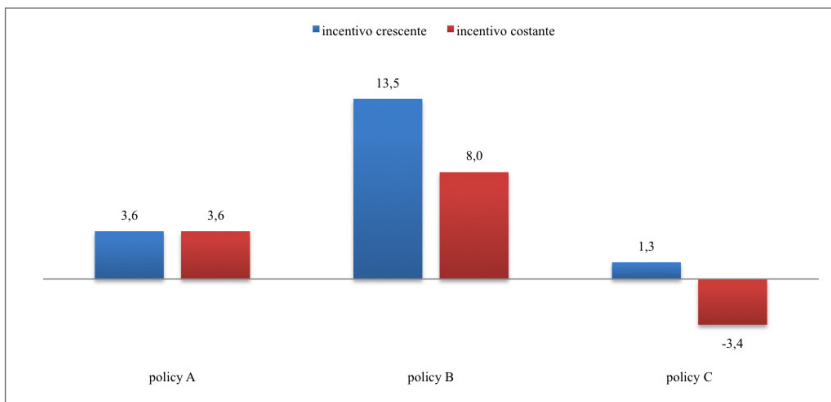


Fig. 3 Differenza tra il valore degli interventi effettuati e il costo delle policy di formazione (milioni di euro) secondo due diverse ipotesi di incentivo in un orizzonte temporale di 15 anni

del periodo di detrazione. In effetti, essa non può che essere personalizzata al particolare caso esaminato, per cui una stima sintetica della medesima dovrebbe essere fondata su un maggior dettaglio derivante da indagini campionarie adeguate. Nell'analisi la possibile interazione tra decisione pubblica di finanziare la formazione e aspettative di redditività dalla medesima sono disaccoppiate, per cui le probabilità di operare nuova formazione e, in ultima analisi, di operare nuovi interventi scaturisce dalla somma delle aspettative generate dalla valutazione sulla lunghezza del periodo di detrazione fiscale più quelle proprie del convincimento sull'efficacia delle attività formanti.

## Conclusioni e sviluppi

Sulla base dei dati disponibili, dall'esperimento qualitativo condotto e dai dati statistici Istat ed ENEA, una prima sommaria analisi sul ruolo operato dalla formazione sull'attività di riqualificazione evidenzia che un investimento nella medesima quale quello ipotizzato (sotto forma di copertura % dei costi di formazione<sup>3</sup>) risulta essere profittevole nei termi-

ni del numero di interventi generato. Tale risultato può facilmente trasformarsi in valore economico generato, risparmio energetico (e relativo ulteriore valore economico conseguito) e impatto ambientale (CO<sub>2</sub> evitata) operando una serie di assunzioni relative alla composizione degli interventi e ad alcuni parametri caratteristici, quali ad esempio il costo delle tecnologie adottate per tipologia e determinati parametri comportamentali relativi all'utilizzo della dotazione energetica domestica (o aziendale).

Il semplice modello impiegato nell'analisi è suscettibile di numerose e qualificanti integrazioni. L'analisi può essere diversificata ove i parametri di input siano geo localizzati, per provincia e regione, ad esempio. I calcoli potrebbero essere articolati per tipologia di tecnologia, con conseguente riverbero sui risultati di tipo energetico, economico e ambientale. Un'indagine a maggiore significatività statistica, rispetto all'esperimento qualitativo condotto, potrebbe fornire un'immagine più realistica e precisa del legame tra attività di formazione e dinamismo delle imprese sul mercato; i dati di tale indagine andrebbero incrociati

con analoghe rilevazioni da condurre presso i consumatori domestici (ad esempio per verificare che le scelte delle famiglie siano effettivamente “razionali” come postulato in questa sede).  
La possibilità di calibrare l’imple-

mentazione delle politiche di EE agendo sulla leva della formazione appare di interesse per il pubblico decisore e maggiori sforzi dovrebbero auspicabilmente essere rivolti sia alla raccolta sistematica di dati mediante indagini, sia all’utilizzo

dei dati medesimi in modelli adatti a rappresentare in modo efficace il comportamento degli attori sociali coinvolti.

*Per saperne di più:  
francesca89cubeddu@gmail.com*

<sup>1</sup> Tenendo conto del carattere fortemente qualitativo dell'esperienza di indagine, si è ipotizzato che i risultati rilevati fossero il valore medio di una distribuzione continua uniforme definita tra un minimo e un massimo pari al 20% del valore rilevato, assunto come valore medio.

<sup>2</sup> I dati di costo della provincia di Roma sono stati cortesemente forniti dall'arch. Mario Nocera dell'Agenzia dell'Efficienza Energetica ENEA, per estrazione dalla base dati del 65% che, a livello regionale, alimenta la pubblicazione del Rapporto Annuale sull'Efficienza Energetica.

<sup>3</sup> La forma dell'incentivo può essere variabile, potendosi ipotizzare di credito fiscale o erogazione di contributi.

## BIBLIOGRAFIA

1. IEA (2014), *Energy Efficiency – Essentials for Policy Making*, IEA, Paris, [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA\\_EnergyEfficiencyIndicators\\_EssentialsforPolicyMaking.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA_EnergyEfficiencyIndicators_EssentialsforPolicyMaking.pdf)
2. IEA (2014), *Energy, Climate Change and Environment*, 2014 insights IEA, Paris, <https://www.iea.org/Textbase/npsum/EECC2014sum.pdf>
3. IEA (2015), *Transition to Sustainable Buildings - Strategies and Opportunities to 2050* [https://www.iea.org/media/training/presentations/etw2014/publications/Sustainable\\_Buildings\\_2013.pdf](https://www.iea.org/media/training/presentations/etw2014/publications/Sustainable_Buildings_2013.pdf)
4. G. Pennisi, P.L. Scandizzo (2013), *Valutare l'incertezza L'analisi costi-benefici nel XXI secolo*, Giappichelli, Torino
5. A. Briggs (1998), *An Introduction to Markov Modeling for Economic Evaluation*, *Pharmacoconomics*, 397-409. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10178664>
6. K. Frick, *Cost Benefit and Cost-Effectiveness Analysis* - Johns Hopkins University, 2007 [http://ocw.jhsph.edu/courses/hsre/pdfs/hsre\\_lect13\\_frick.pdf](http://ocw.jhsph.edu/courses/hsre/pdfs/hsre_lect13_frick.pdf)
7. [www.agenziaefficienzaenergetica.it](http://www.agenziaefficienzaenergetica.it)
8. B. Efron, & R. Tibshirani (1993), *An Introduction to the Bootstrap*. Boca Raton, Chapman & Hall/CRC