

Econometria: Modelli della realtà economica? Applicazione alla regolamentazione dei rischi

Patrick GAGLIARDINI
Università della Svizzera Italiana e Swiss Finance Institute

Giornata di studio sulla “Matematica finanziaria nell’insegnamento liceale”
20 ottobre 2010

1. INTRODUZIONE

1.1 COS'È L'ECONOMETRIA?

Analisi economica condotta tramite metodi **quantitativi** ed **empirici**

Ragnar A.K. Frisch (1895-1973) premio Nobel in economia 1969



"...each of these view points, that of statistics, economic theory, and mathematics, is a necessary, but not by itself a sufficient, condition for a real understanding of the quantitative relations in economic life. It is the unification of all three that is powerful. And it is this unification that constitutes econometrics."

R. Frisch (1933), Editoriale. *Econometrica*, 1.

1. INTRODUZIONE

1.1 Cos'è l'econometria?

LO SCOPO DELL'ECONOMETRIA

Sviluppare un metodo operativo per le **decisioni economiche** in un contesto di incertezza

L' output dell'analisi econometrica è utilizzato per decisioni in ambiti quali

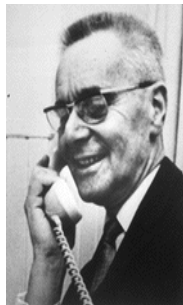
- Politica economica dei governi e degli enti pubblici
- Investimenti di individui e imprese
- Organizzazione e regolamentazione dei mercati da parte delle autorità di vigilanza

1. INTRODUZIONE

1.1 Cos'è l'econometria?

LO SCOPO DELL'ECONOMETRIA (cont.)

Le decisioni economiche si fondano sulla possibilità di misurare e prevedere delle quantità d'interesse



Jan Tinbergen (1903-1994)

Premio Nobel in economia 1969

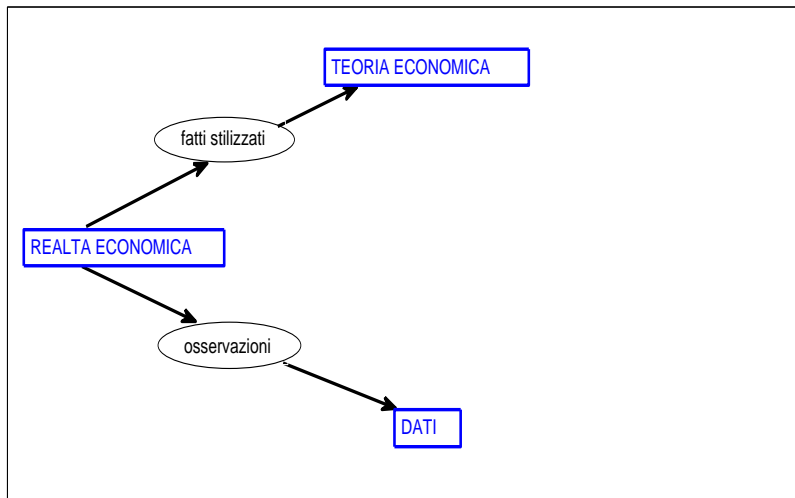
“La compréhension que la science économique apporte a été, cependant, surtout qualitative. Même avec des problèmes quantitatifs simples, elle doit indiquer plusieurs possibilités, sans être capable de dire la quelle de ces possibilités se réalisera.”

J. Tinbergen (1954)

Combinando la teoria economica con i dati, l'econometria fornisce degli **intervalli affidabili di valori** per le quantità di interesse

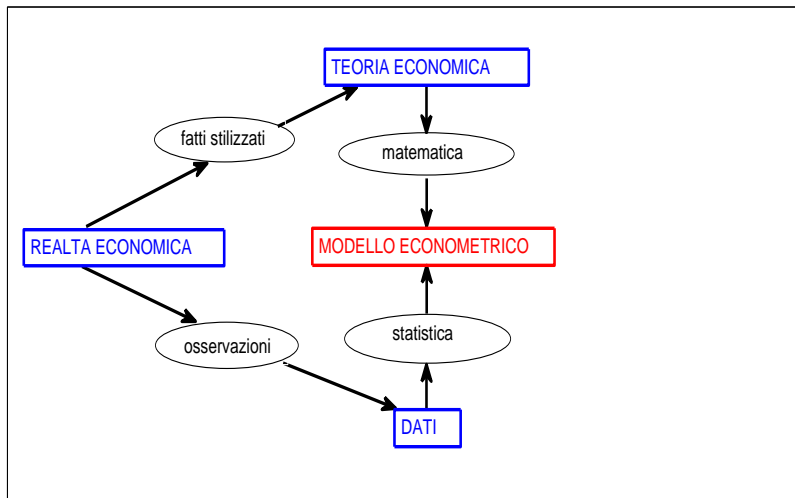
1. INTRODUZIONE

1.1 Cos'è l'econometria?



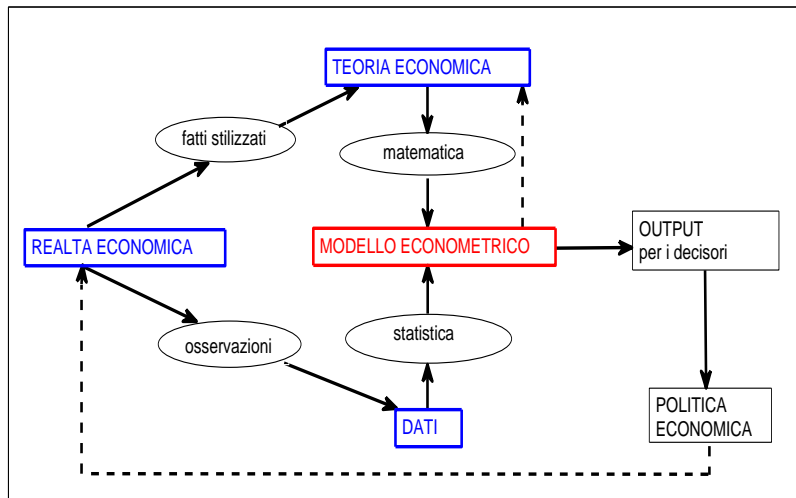
1. INTRODUZIONE

1.1 Cos'è l'econometria?



1. INTRODUZIONE

1.1 Cos'è l'econometria?



1. INTRODUZIONE

1.2 Un'applicazione dell'econometria

APPLICAZIONE ALLA REGOLAMENTAZIONE DEI RISCHI FINANZIARI

La regolamentazione è un insieme di principi e criteri con lo scopo di promuovere la **stabilità** del sistema finanziario

L'instabilità ha conseguenze negative sulla solvibilità degli istituti finanziari, i depositi dei clienti, il funzionamento del sistema dei pagamenti

La regolamentazione è giustificata da insufficienze del mercato legate all'asimmetria informativa dei clienti e alle esternalità negative dei fallimenti bancari

Regolamentazione decentralizzata: politiche messe in atto dalle banche sotto la supervisione di un'autorità di vigilanza nazionale ► **FINMA in Svizzera**

1. INTRODUZIONE

1.2 Un'applicazione dell'econometria

La recente crisi finanziaria ha messo in dubbio le attuali politiche di regolamentazione e suscitato la discussione di nuove proposte ...



Fonte: Le Monde, 8 luglio 2010.

1. INTRODUZIONE

1.2 Un'applicazione dell'econometria

APPLICAZIONE ALLA REGOLAMENTAZIONE DEI RISCHI FINANZIARI (cont.)

In Svizzera vi è attualmente un dibattito riguardo le due maggiori banche in merito alla loro

- capacità di assorbire grosse perdite
- **rilevanza sistemica**: "too big to fail", "too big to save"
 - ▶ Il valore degli attivi di UBS+CS è pari circa $5 \times$ PIL svizzero nel 2009

Kampf ums Kapital

20. Juni 2010, NZZ am Sonntag

Nationalbank und Grossbanken streiten um die Höhe der künftig möglichen Renditen

Die Nationalbank sagt, dass die Grossbanken auf gefährliche Weise unterkapitalisiert seien. UBS-Chef Oswald Grübel kontert: Der Zwang zu mehr Eigenkapital gefährde «Tausende von Arbeitsplätzen».

1. INTRODUZIONE

1.2 Un'applicazione dell'econometria

APPLICAZIONE ALLA REGOLAMENTAZIONE DEI RISCHI FINANZIARI (cont.)

Alcune delle domande rilevanti sono:

- Qual'è il livello necessario di riserve per una banca?
- Quanto grande è il “troppo grande” (*too big*)?

Una risposta a queste domande richiede un'accurata **misurazione** dei rischi e un'attenta analisi della loro evoluzione!

L'econometria fornisce una prospettiva quantitativa ed empirica sul problema della regolamentazione

1. Introduzione ✓
2. Misurazione e regolamentazione dei rischi finanziari
3. Modelli dinamici per prevedere il rischio in portafogli di credito
4. Outlook e conclusioni

2. MISURAZIONE E REGOLAMENTAZIONE DEI RISCHI FINANZIARI

2. MISURAZIONE E REGOLAMENTAZIONE DEI RISCHI FINANZIARI

2.1 Principi della regolamentazione

DUE PRINCIPI DI BASE DELLA REGOLAMENTAZIONE:

1. Gli istituti finanziari devono soddisfare dei **requisiti di capitale** per coprire le perdite future
2. I requisiti di capitale sono calcolati sulla base di **misure del rischio** che quantificano le perdite massime possibili su un dato periodo di tempo e ad un certo livello di confidenza

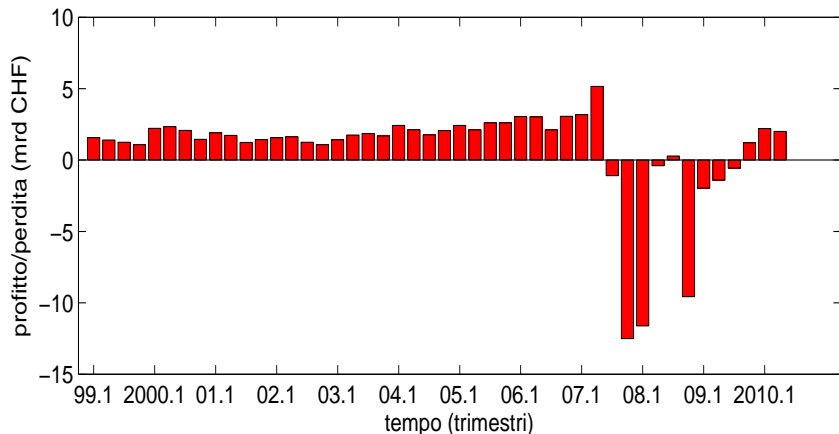
Ad esempio (semplificando):

$$\text{Requisiti di capitale} = 3 \times \text{Misura del rischio}$$

2. MISURAZIONE E REGOLAMENTAZIONE DEI RISCHI FINANZIARI

2.2 La distribuzione delle perdite e dei profitti (L&P) e il *Value-at-Risk* (VaR)

FIGURA 1: Serie storica dei profitti e delle perdite trimestrali della banca internazionale XYZ, 1999.1-2010.2¹



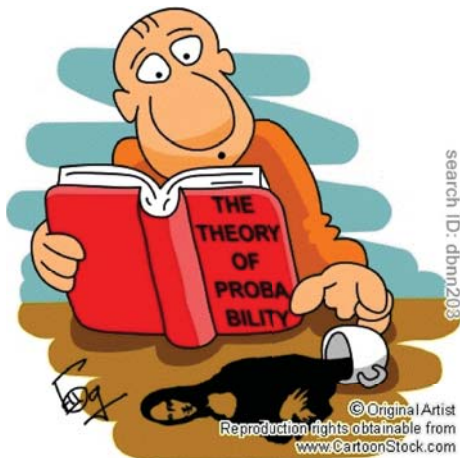
I profitti e le perdite seguono una **legge stocastica!**

¹Fonte: Rapporti trimestrali disponibili sul sito della banca.

2. MISURAZIONE E REGOLAMENTAZIONE DEI RISCHI FINANZIARI

2.2 La distribuzione delle perdite e dei profitti (L&P) e il *Value-at-Risk* (VaR)

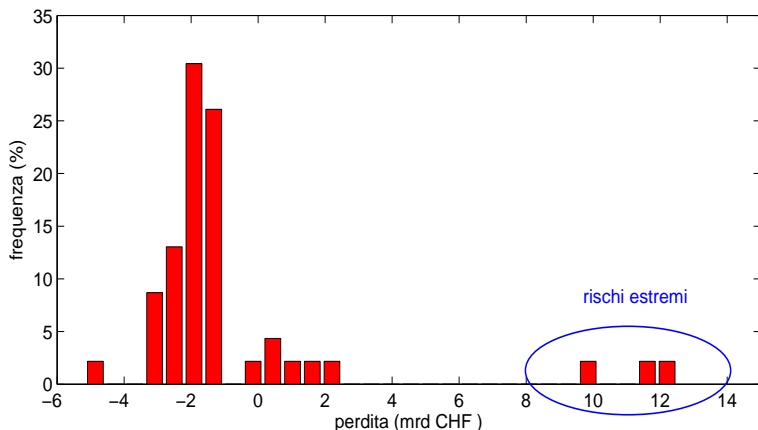
Non è possibile prevedere deterministicamente i futuri profitti (perdite) ma possiamo **quantificare l'incertezza** attraverso la distribuzione di probabilità!



2. MISURAZIONE E REGOLAMENTAZIONE DEI RISCHI FINANZIARI

2.2 La distribuzione delle perdite e dei profitti (L&P) e il *Value-at-Risk* (VaR)

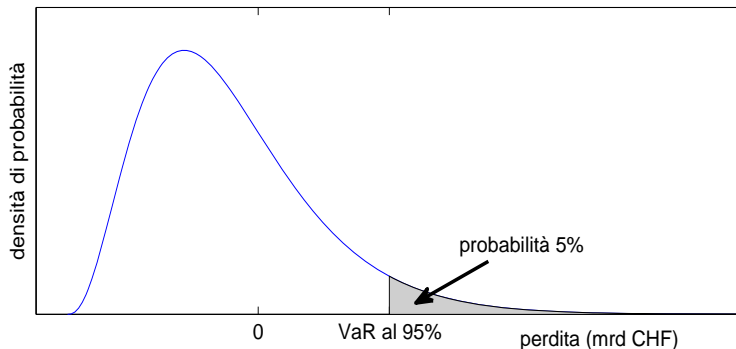
FIGURA 2: Istogramma delle perdite e dei profitti (*Loss and Profit*, L&P) trimestrali globali della banca internazionale XYZ, 1999.1-2010.2



2. MISURAZIONE E REGOLAMENTAZIONE DEI RISCHI FINANZIARI

2.2 La distribuzione delle perdite e dei profitti (L&P) e il *Value-at-Risk* (VaR)

FIGURA 3: La distribuzione di L&P trimestrale e il *Value-at-Risk* (VaR) a 3 mesi al livello di confidenza del 95%



Il **VaR a 3 mesi al livello di confidenza del 95%** è la perdita massima in un periodo di tre mesi nel 95% dei casi

Definizione analoga per il VaR ad altri orizzonti e livelli di confidenza:
VaR a 10 giorni al 99% (VaR per la regolamentazione)

2. MISURAZIONE E REGOLAMENTAZIONE DEI RISCHI FINANZIARI

2.3 La distribuzione di L&P e il VaR per classi di attivi

Per stimare un VaR disponendo di un numero sufficiente di osservazioni è necessario distinguere le differenti classi di attivi presenti nel bilancio

ATTIVI DELLA BANCA XYZ:

Trading book: Azioni, obbligazioni dello stato e di imprese, derivati, ...
(dati giornalieri e ad alta frequenza disponibili)

Lending book: Prestiti ad imprese, crediti al consumo, prestiti ipotecari, ...
(dati proprietari)

► Necessità di **modelli statistici per le distribuzioni di L&P** delle differenti classi di attivi!

2. MISURAZIONE E REGOLAMENTAZIONE DEI RISCHI FINANZIARI

2.3 La distribuzione di L&P e il VaR per classi di attivi

Per stimare un VaR disponendo di un numero sufficiente di osservazioni è necessario distinguere le differenti classi di attivi presenti nel bilancio

ATTIVI DELLA BANCA XYZ:

Trading book: Azioni, obbligazioni dello stato e di imprese, derivati, ...
(dati giornalieri e ad alta frequenza disponibili)

- ▶ VaR a 10 giorni al 99% di confidenza per il portafoglio azionario: min 55 mio e max 115 mio CHF nel 2009

Lending book: Prestiti ad imprese, crediti al consumo, prestiti ipotecari, ...
(dati proprietari)

- ▶ Necessità di **modelli statistici per le distribuzioni di L&P** delle differenti classi di attivi!

3. MODELLI DINAMICI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.1 Rischio di credito

Consideriamo un portafoglio di prestiti concessi ad imprese in un dato settore industriale e in un certo paese con maturità 5 anni

Lo scopo della nostra analisi è misurare il rischio del portafoglio e seguire la sua evoluzione nel tempo

Le perdite a maturità sono dovute all'incapacità dei debitori di rimborsare i prestiti: **rischio di credito**

3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.2 Rating e migrazione dei rating

RATING: riflette la capacità dell'impresa a far fronte pienamente ai suoi debiti secondo gli accordi contrattuali

Rating pubblici sono assegnati da banche centrali e agenzie di rating quali Standard & Poor's (S&P), Moody's e Fitch

Il sistema di rating adottato da S&P si basa su 8 classi:

AAA, AA, A, BBB, BB, B, C, D

dove AAA denota la migliore qualità di credito, C la peggiore e D l'insolvenza (*default*)

Le banche possono sviluppare dei **sistemi di rating interni**: approccio *Internal Ratings-Based (IRB)* di Basilea II

▶ prestiti a PMI, prestiti ipotecari, etc

3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.2 Rating e migrazione dei rating

TABELLA 1: Serie storica del rating S&P di General Motors, 1996-2009

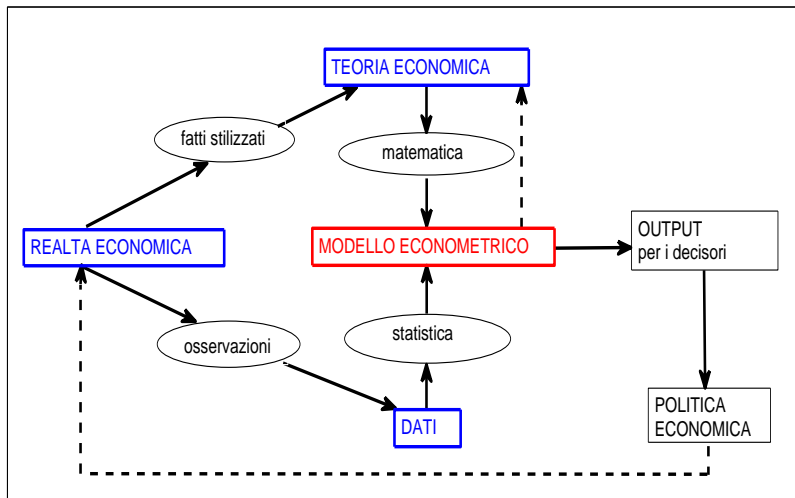
| | | | | | |
|------|------|---|------|------|---|
| 1996 | A- | | 2003 | BBB | |
| 1997 | A- | | 2004 | BBB- | ▼ |
| 1998 | A | ▲ | 2005 | B | ▼ |
| 1999 | A | | 2006 | B | |
| 2000 | A | | 2007 | CCC+ | ▼ |
| 2001 | BBB+ | ▼ | 2008 | CC | ▼ |
| 2002 | BBB | ▼ | 2009 | D | ▼ |

Un rating viene modificato nel corso del tempo a seconda dei cambiamenti riscontrati nella meritorietà del credito: **migrazione dei rating**

► Per quantificare il rischio di perdite nel portafoglio si necessita di un modello per prevedere le migrazioni dei rating, in particolare le transizioni verso lo stato di insolvenza

3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.3 Dati, teorie e modelli econometrici



3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.3 Dati, teorie e modelli econometrici

L' **OUTPUT** dell'analisi è una stima della distribuzione di L&P del portafoglio e del VaR associato (così come di altre misure del rischio più avanzate...)

A cosa corrispondono i dati, le teorie economiche e i modelli econometrici in questa applicazione?

I **DATI** includono

- Dati proprietari e interni: serie storiche di rating **individuali**
- Dati pubblici: matrici di transizione dei rating (dati **aggregati**)

3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.3 Dati, teorie e modelli econometrici

TABELLA 2: Matrice delle probabilità di transizione dei rating aziendali S&P, imprese USA di media e grande dimensione, anno 2009

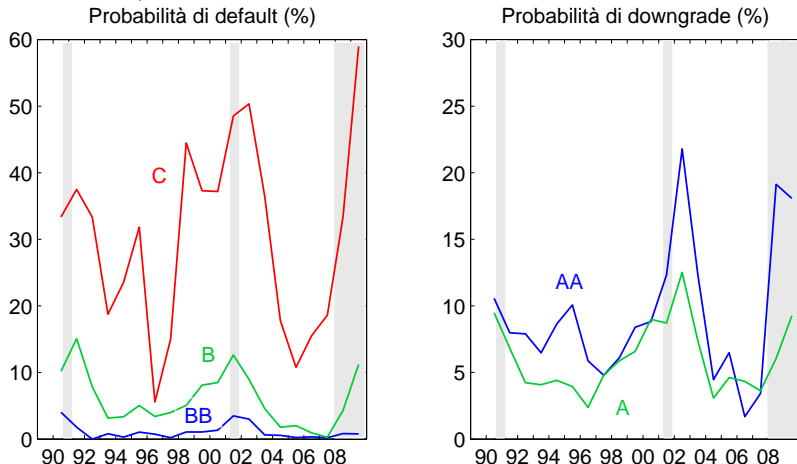
| | | 2009 | | | | | | | |
|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | AAA | AA | A | BBB | BB | B | C | D |
| 2008 | AAA | 91.02 | 8.98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | AA | 0 | 81.92 | 17.16 | 0.69 | 0.23 | 0 | 0 | 0 |
| | A | 0 | 0.38 | 90.36 | 8.26 | 0.46 | 0.31 | 0 | 0.22 |
| | BBB | 0 | 0 | 2.15 | 89.83 | 6.37 | 0.86 | 0.21 | 0.57 |
| | BB | 0 | 0 | 0 | 3.48 | 82.13 | 12.93 | 0.68 | 0.79 |
| | B | 0 | 0 | 0.18 | 0 | 2.53 | 76.75 | 9.32 | 11.22 |
| | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.70 | 33.33 | 58.97 |
| | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |

Le transizioni di rating in un anno consistono principalmente in passaggi di una classe soltanto (*up-* e *down-grade*), eccetto nelle categorie più rischiose

3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.3 Dati, teorie e modelli econometrici

FIGURA 5: Serie storica delle probabilità annue S&P di *default* e di *downgrade*, 1990-2009. I periodi in grigio corrispondono alle recessioni negli USA (Fonte: NBER).



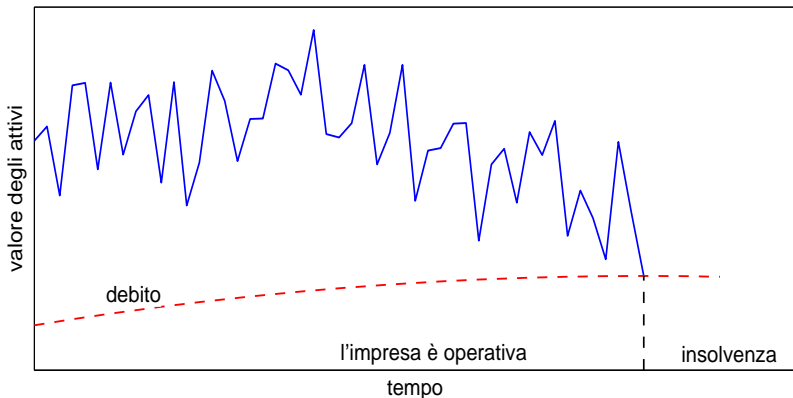
I rischi di migrazione dei rating e di insolvenza sono legati al **ciclo economico**

3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.3 Dati, teorie e modelli econometrici

TEORIA ECONOMICA: Il **modello del valore dell'impresa** di Merton per l'insolvenza:

L'evento di *default* si verifica al momento in cui il valore degli attivi (stocastico) si va a trovare al di sotto del debito (predeterminato)



IL MODELLO ECONOMETRICO

Le **variabili dipendenti** sono i rating di n imprese debitrice nel portafoglio

$$Y_{i,t} = \text{rating dell'impresa } i \text{ al tempo } t$$
$$i = 1, 2, \dots, n, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

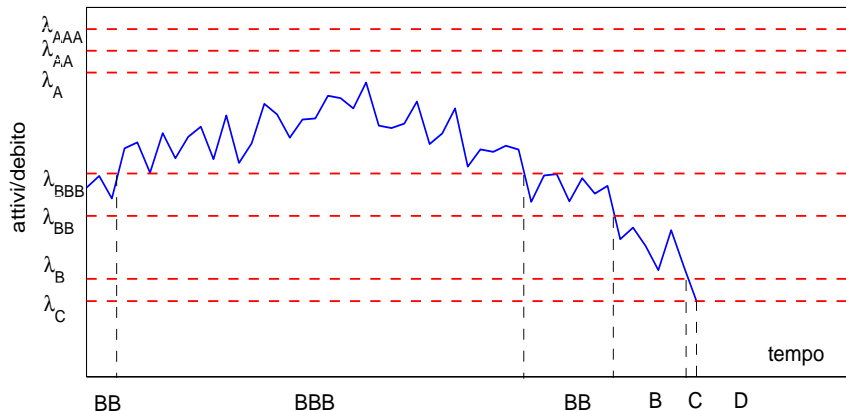
Un modello dinamico per **dati longitudinali (panel)** di variabili qualitative che possono assumere 8 valori alternativi $1 = AAA, 2 = AA, \dots, 8 = D$

3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.3 Dati, teorie e modelli econometrici

IL MODELLO ECONOMETRICO (cont.)

Le transizioni tra diversi livelli qualitativi di rischio sono dovute alla dinamica dei rapporti attivi/debito delle imprese che oltrepassano delle barriere



I rapporti attivi/debito delle imprese sono considerati **latenti** (non osservabili)

3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.3 Dati, teorie e modelli econometrici

IL MODELLO ECONOMETRICO (cont.)

La dinamica del logaritmo del rapporto attivi/debito $Y_{i,t}^*$ viene scomposta in **rischio sistematico** e **rischio idiosincratco**

$$Y_{i,t}^* = \alpha + \beta F_t + \sigma \varepsilon_{i,t}$$

dove

- il fattore sistematico F_t è comune a tutte le imprese ► correlazione di migrazione
- lo *shock* idiosincratco $\varepsilon_{i,t} \sim IIN(0, 1)$ è specifico all'impresa i
- α, β, σ sono parametri sconosciuti che dipendono dal rating passato $Y_{i,t-1}$

Il fattore sistematico F_t è **latente** e modellato come un processo persistente

$$F_t = \mu + \rho F_{t-1} + u_t, \quad u_t \sim IIN(0, \eta^2)$$

dove μ, ρ, η sono parametri sconosciuti

3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.4 Stima e validazione del modello

Teorema (Gagliardini, Gouriéroux, 2010): Quando $n, T \rightarrow \infty, T/n \rightarrow 0$, la log verosimiglianza standardizzata del modello

$$\mathcal{L}_{nT}(\beta, \theta) = \frac{1}{nT} \log \int p(\underline{Y}_T | \underline{F}_T; \beta) p(\underline{F}_T; \theta) d\underline{F}_T$$

ammette un'espansione stocastica:

$$\mathcal{L}_{nT}(\beta, \theta) = \mathcal{L}_{nT}^*(\beta) + \frac{1}{n} \mathcal{L}_{1,nT}(\beta, \theta) + \frac{1}{n^2} \mathcal{L}_{2,nT}(\beta, \theta) + o_p(1/n^2)$$

i cui termini sono noti in forma chiusa.

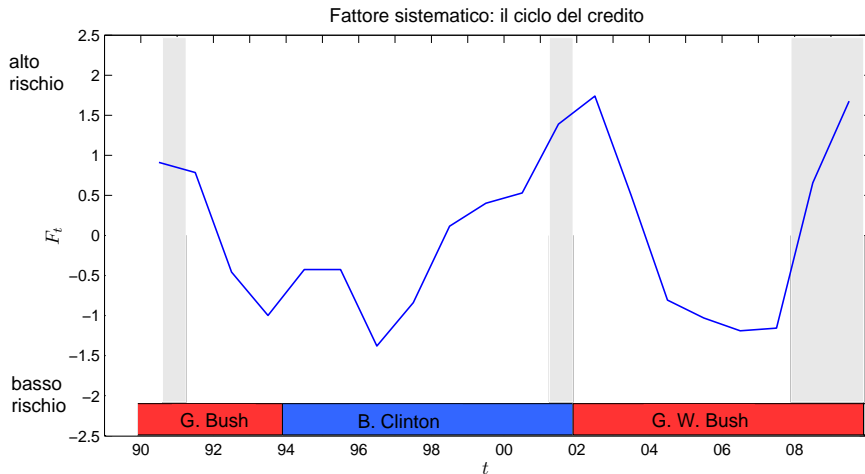
L'espansione di $\mathcal{L}(\beta, \theta)$ può essere utilizzata per derivare degli stimatori asintoticamente efficienti:

$$(\hat{\beta}_{nT}, \hat{\theta}_{nT}) = \arg \max_{\beta, \theta} \mathcal{L}_{nT}^*(\beta) + \frac{1}{n} \mathcal{L}_{1,nT}(\beta, \theta)$$

3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.4 Stima e validazione del modello

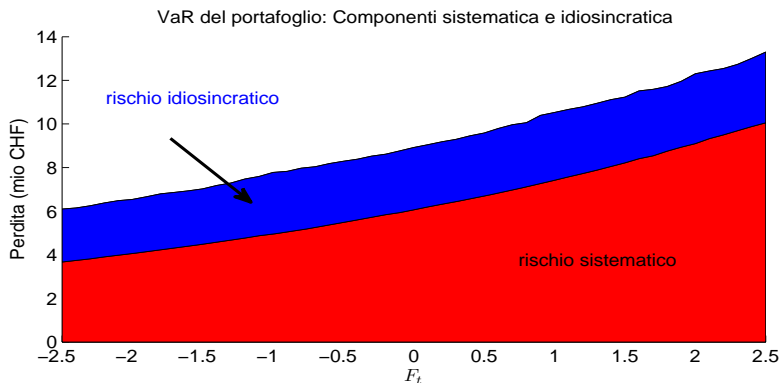
FIGURA 6: Serie storica dei valori filtrati del fattore sistematico F_t ottenuti a partire dalle matrici di transizione S&P 1990-2009 (Fonte: Gagliardini, Gouriéroux 2010). I periodi in grigio sono le recessioni negli USA (Fonte: NBER).



3. MODELLI PER LA PREVISIONE DEL RISCHIO IN PORTAFOGLI DI CREDITO

3.5 Output del modello: VaR del portafoglio e sensitività al fattore sistematico

FIGURA 7: VaR a 1 anno al livello di confidenza 99.9% in funzione del valore corrente del fattore comune. Portafoglio di $n = 1000$ prestiti ad imprese USA, nominale 1 mio CHF ciascuno, 4% AAA, 13% AA, 10% A, 33% BBB, 38% BB, 2% B, perdita in caso di insolvenza 45% (Fonte: Gagliardini, Gouriéroux 2010).



Il VaR è calcolato con tecniche di **aggiustamento di granularità**

4. OUTLOOK E CONCLUSIONI

OUTLOOK E CONCLUSIONI

PROSSIMI SVILUPPI?

1. Dal rischio a livello della singola banca al rischio sistemico

Una delle principali critiche alla regolamentazione attuale è il focus sul rischio di ciascun singolo istituto e non sul **rischio del sistema**

I requisiti di capitale di una data banca dovrebbero dipendere dal rischio della banca stessa ma anche da quello del sistema (compresa la dipendenza tra questi due rischi)

Requisiti di capitale della banca $i = f$ (rischio della banca i , rischio del sistema)

OUTLOOK E CONCLUSIONI

2. Rischio di stima e rischio di modello

I requisiti di capitale dovrebbero tener conto di

- **Incertezza sulle stime dei parametri del modello**

Limiti intrinseci che derivano da data set corti, osservazioni rare su eventi estremi, instabilità temporali, etc

- **Incertezza sul modello** stesso!

“... the model builder hopes to construct a model that contains the structure that approximates reality to a degree sufficient for the practical purposes of the investigation.” T. Koopman (1945)

François-Marie Arouet (Voltaire), 1694-1778



“Le doute n’est pas une condition agréable, mais la certitude est absurde”. Voltaire (1767)

OUTLOOK E CONCLUSIONI

ECONOMETRIA: MODELLI DELLA REALTÀ ECONOMICA?

Assolutamente **Sì!**

L'econometria fornisce degli output empiricamente affidabili e verificabili su cui basare le decisioni

È necessario prendere opportunamente in conto i limiti intrinseci dell'analisi econometrica derivanti dalla finitezza dei dati a disposizione