

\\ 301 \\

**Il problema della misurazione del rischio di credito:  
una rassegna critica di metodologie**

di

Gisella Facchinetti

Gennaio 2000

Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia  
Dipartimento di Economia Politica  
Via Berengario, 51  
41100 Modena (Italia)  
e-mail: [facchinetti@unimo.it](mailto:facchinetti@unimo.it)



# Il problema della misurazione del rischio di credito: Una rassegna critica di metodologie

## Introduzione

Da alcuni decenni, il problema della misurazione del rischio di credito, è oggetto d'analisi ed approfondimenti da parte degli studiosi e degli operatori bancari. Negli anni recenti vi è stato un incremento della concorrenza nell'attività d'intermediazione creditizia. Questo induce le banche ad assumere rischi più elevati da cui l'esigenza di poter usufruire di strumenti più raffinati a supporto delle decisioni.

Sono stati proposti e sviluppati diversi modelli econometrici per stimare la probabilità di insolvenza e di deterioramento del merito creditizio dei prenditori. Questi dovrebbero essere strumenti utili al management della banca nelle diverse fasi del processo decisionale. Esse comprendono lo *screening* ed il *monitoring* delle diverse posizioni creditizie. Tra i modelli proposti, i più comuni sono quelli di *scoring*.

### 1. La misurazione dei rischi di credito

Il rischio di credito nella gestione della banca è rappresentato dalla possibilità che un debitore non adempia, anche in parte, ai propri impegni (cosiddetto *default*). L'esigenza di misurare tali rischi si è accresciuta negli anni per vari motivi: sia perché la Banca Centrale le obbligherà a dotarsi di un sistema di *rating* interno; sia perché l'aumento della concorrenza tra le banche, nell'attività creditizia, le spinge ad assumere rischi più alti; sia perché la riduzione del grado di concentrazione degli impieghi verso le grandi imprese induce un conseguente aumento d'interesse verso le piccole e medie imprese (*small business*) e, quindi, un aumento del rischio (Sironi, Marsella, 1999).

La necessità di avere uno strumento idoneo alla misura del rischio di credito emerge in vari momenti: sia nella valutazione di un cliente da finanziare (fase di *screening*); sia nel controllo delle posizioni dei singoli creditori durante il periodo del fido (fase di *monitoring*).

Nella fase di *screening*, la misurazione del rischio di credito dovrebbe essere di supporto: nella decisione se finanziare o no l'impresa o il singolo cliente, con quale forma tecnica, per quale ammontare e con quali eventuali garanzie e condizioni di prezzo. In questa fase, è importante che il metodo utilizzato tenga conto delle politiche del credito relative sia alle scelte di sviluppo commerciale, sia al profilo "rischio rendimento" selezionate dalla dirigenza della banca. La stima del rischio di perdita serve anche, in caso di concessione del credito, a definire il *prezzo* del prestito. Nella fase di *monitoring*, la misurazione del rischio delle singole posizioni è utile nella

decisione di mantenere o cedere il credito e di mantenere invariato o modificare il suo prezzo.

L'analisi classica dei rischi di credito avviene con due diversi giudizi:

- oggettivi e soggettivi.

I giudizi oggettivi, per loro natura, producono un risultato univoco in base al quale può essere assunta la decisione. Essi tengono conto di dati di natura quantitativa (il grado d'indebitamento dell'impresa, l'entità e la variabilità degli utili e dei flussi di cassa attesi, e così via). Normalmente, anche le banche che si sono dotate di metodi quantitativi per la formulazione di tale giudizio si avvalgono, per la valutazione finale, del giudizio d'affidabilità che è formulato da un esperto (oppure da un organo collegiale), in conformità a considerazioni di carattere soggettivo fondate su elementi di natura qualitativa (l'andamento del rapporto con l'impresa, la reputazione dell'imprenditore, e così via). Il tipo di giudizio quantitativo è usato come supporto, ma la decisione finale spetta comunque all'uomo. Da un'indagine del 1994, su 45 banche "non minori" appartenenti al campione di Banca d'Italia al 31 dicembre 1992 (De Laurentis, 1994), risulta evidente lo scarso utilizzo dei sistemi di *scoring* applicati alla selezione delle imprese. In realtà, prevale l'esperienza personale del funzionario preposto. Essa porta generalmente ad una valutazione soggettiva destrutturata. La conseguenza di ciò è che al termine dell'istruttoria è normalmente formalizzato solamente un giudizio argomentato, sulla base del quale non è facile distinguere l'apporto al merito creditizio delle due componenti sopraccitate, né di conseguenza il grado di rischio complessivo assunto dalla banca affidando il credito all'impresa.

Un approccio alternativo alle valutazioni destrutturate consiste nella costruzione di un sistema di misurazione statistico-econometrico. I modelli di questo tipo, più utilizzati per la formulazione del giudizio di merito creditizio, sono quelli di *scoring*.

## 2. Modelli econometrici di *scoring*

I modelli di *scoring*, denominati anche di previsione delle insolvenze, si fondano su dati contabili e finanziari del singolo prenditore. Tra questi ricordiamo quelli che seguono un approccio d'analisi univariata. Successivamente Altman (1968) propose l'uso dell'analisi discriminante per la valutazione del rischio di *default*, che è un metodo analitico multivariato per l'analisi e la classificazione dei dati.

La sua applicazione richiede di disporre di un campione di aziende, rappresentativo dell'universo cui si intende applicare lo strumento, per le quali sia noto a priori lo status di azienda affidabile o meno. Normalmente il campione viene composto da due popolazioni di clienti che andranno a formare due gruppi: uno di aziende sane (affidabili) ed un secondo formato da aziende che sono già in posizione di incaglio e/sofferenza (non affidabili). Dei due gruppi si deve conoscere un insieme di  $n$  variabili  $x_{ij}$ ,  $j = 1...n$ , supposte correlate con il loro comportamento. L'obiettivo è ottenere una combinazione lineare delle variabili, che fornisce per ogni cliente un punteggio (*Z-score*)

$$Z_i = \sum_1^n a_j x_{ij} + a_0$$

e una soglia (*cut-off* dello *scoring*) in base alla quale classificare ogni soggetto inaffidabile e non affidabile. Stimati i coefficienti della combinazione lineare, si è in grado di classificare un nuovo soggetto di cui si conoscono le variabili in oggetto: egli sarà giudicato affidabile oppure no a seconda che il punteggio attribuitogli dalla combinazione lineare sia superiore o inferiore al *cut-off* determinato. La capacità delle

variabili e dei relativi coefficienti di discriminare le imprese sane da quelle non sane, deve essere valutata in funzione, innanzi tutto, della numerosità degli errori di classificazione. In astratto, il modello sarebbe pienamente soddisfacente se riuscisse a separare completamente le imprese affidabili dalle non affidabili, così come si può verificare a posteriori. In realtà questo non accade perché si commettono sempre errori nelle classificazioni e accade che clienti con punteggio basso, quindi da considerarsi non affidabili, siano in realtà affidabili e, viceversa, clienti con un punteggio alto siano già in sofferenza o almeno in sorveglianza.

Molte critiche sono state fatte a questo metodo sia dal punto di vista delle ipotesi statistiche che di quelle metodologiche (Eisemleis 1977).

Per superare gli svantaggi dell'analisi discriminante e per avere una migliore capacità predittiva sono stati studiati altri metodi di previsione, basati su modelli *logit* (Ohlson 1980) e *probit* (Zmijewski 1984) che, almeno in parte, hanno ovviato a difetti del modello di Altman.

## 2.1 Critiche la modello

- Essi si basano esclusivamente su dati storici.

Questi dati riguardano solamente casi d'affidamenti concessi e concessi un certo numero d'anni prima. Infatti, perché lo storico sia significativo, si devono analizzare posizioni iniziate e concluse. Non si tengono in alcun conto potenziali clienti cui non è stato concesso il credito ed eventualmente di quale iter abbia avuto la concessione in altro istituto. Nel corso del tempo, col modificarsi della congiuntura, l'importanza esplicativa delle variabili utilizzate si modifica e i dati storici perdono rilevanza ai fini previsionali.

- Limiti dovuti ad irrealistiche ipotesi statistiche ed al fatto che le tecniche utilizzate sono rivolte a minimizzare la probabilità di errore nella individuazione di imprese affidabili e non affidabili. Le conseguenze di un'errata classificazione sono molto diverse in relazione al tipo d'errore compiuto. E' certamente più costosa l'errata classificazione di un'azienda inaffidabile tra le affidabili, rispetto al caso inverso che prevede solo un mancato guadagno.
- La compattificazione degli input in pochi intervalli rigidi. Il numero d'intervalli in cui è diviso il range di variazione del singolo input è normalmente basso, per motivi ovvi d'agibilità di calcolo. Questo fatto fa sì che clienti con valori dello stesso input molto diversi sono considerati identici alla fine del punteggio attribuito. D'altronde, la rigidità delle classi fa sì che clienti con valori dello stesso input di poco differenti ma esattamente a cavallo del cambio di classe abbiano punteggi molto diversi.
- Lo scoring totale del singolo cliente è ottenuto come la somma dei singoli punteggi realizzati. La somma dei singoli punteggi ottenuti non solo tratta in modo identico clienti con dati di input completamente diversi, ma anche non diversifica l'importanza del dato di ingresso considerando tutti gli input allo stesso livello di rilevanza. Per questo ed altri motivi, la somma non è un buon aggregatore dei singoli risultati ottenuti.

- Completa mancanza di comunicazione col decisore. La scelta delle variabili iniziali e quella delle variabili più predittive avviene, non con motivazioni economiche e finanziarie proposte dal decisore, ma per motivi di rappresentatività statistica.

Il problema principale dei sistemi di misurazione statistico-oggettivi, disponibili attualmente, è il loro utilizzo pressoché esclusivo di dati di bilancio di pubblico accesso (Centrale Rischi, Centrale dei Bilanci). L'utilizzo di queste sole informazioni non apporta nuovi contenuti informativi per la selezione del prenditore rispetto a quelli già immagazzinati dal mercato, e il loro potenziale previsivo ne risulta ovviamente limitato. Una recente ricerca di TREND-SDA Bocconi (De Laurentis, 1999) dimostra, per esempio, come vi sia, per le quattro banche italiane partecipanti alla sopra citata ricerca, una percentuale rilevante (30%) di fallimenti che questi sistemi statistici non sono in grado di prevedere con un anticipo di due anni.

Per queste ragioni, queste sono prevalentemente metodologie di previsione delle insolvenze e quindi utilizzabili soprattutto nella fase di *monitoring* delle singole posizioni. Utili per individuare i debitori che dovrebbero diventare non affidabili, ma non per misurare il rischio creditizio delle diverse posizioni e tanto meno per stabilire il *prezzo* del prestito.

### 3. Modelli basati sulle reti neurali

I modelli di stima del rischio di credito basati sull'utilizzo delle reti neurali, invece di ricercare con procedimento deduttivo un modello che spieghi sul piano teorico le insolvenze, cercano di evidenziare delle relazioni stabili fra dati empirici (*input*) e rischio d'insolvenza (*output*).

Una rete neurale artificiale è un modello computazionale ispirato alla biologia che consiste sia da unità elementari d'elaborazione (neuroni) e di loro connessioni per formare una rete, sia di algoritmi di addestramento. Il risultato dell'elaborazione da parte della rete, deriva dal comportamento collettivo d'unità di calcolo semplici (neuroni) interconnesse (rete) piuttosto che da quello delle singole unità.

I legami tra le singole unità non sono rigidi, ma possono cambiare nel corso del processo di apprendimento che deriva dall'interazione della rete neurale sia con l'esterno sia con i risultati da lei prodotti. La produzione dei risultati da parte della rete neurale deriva da un processo di apprendimento da parte del sistema (*training phase*) nel corso del quale, sulla base di un dato insieme di *input* e di *output* (*training set*), il sistema "impara" a identificare le risposte corrette, trovando regole e pesi che facciano seguire a dati *input* la risposta corretta (nel nostro caso la probabilità di insolvenza sulla base delle caratteristiche dell'impresa e dell'ambiente quali la sua struttura finanziaria, la sua localizzazione, la dimensione e il grado di efficienza operativa). Successivamente, quando il sistema ha imparato ad identificare con un grado di precisione, ritenuto accettabile, le risposte corrette, l'algoritmo determinato nella fase di apprendimento è applicato ai dati da esaminare (le imprese delle quali si vuole conoscere la probabilità d'insolvenza). Il periodo di apprendimento induce delle relazioni tra i neuroni, relazioni che poi sono applicate su nuovi dati per prevedere la loro probabilità di default.

La rete neurale è un algoritmo matematico che ha l'obiettivo di individuare la funzione (in genere non lineare) che lega le variabili indipendenti (*input*) con la variabile dipendente (*output*). L'algoritmo è creato dal nulla, ossia non si conosce a priori nessun legame tra le variabili indipendenti (come quelle aziendali e di mercato) e la variabile dipendente (probabilità di default).

Risulta evidente che è molto importante la scelta dei dati che la rete usa per l'apprendimento poiché la qualità dell'aderenza della funzione trovata alla realtà, dipende unicamente dai dati storici.

Il punto cruciale delle reti neurali è il processo d'apprendimento che si realizza con la continua modifica ed adattamento dei pesi che regolano l'output: la modifica avviene ogni volta che l'output non corrisponde alla realtà. La rete neurale è dunque un sistema complesso che si adatta continuamente per mantenere risposte coerenti con la realtà.

### 3.1 Critiche al modello (Altman e altri 1994)

- L'utilizzo di dati storici per l'apprendimento, con tutte le critiche effettuate sull'argomento sui modelli ottenuti con score card;
- lentezza di apprendimento;
- instabilità dei dati raggiunti;
- incapacità di adattamento a dati molto diversi dai dati usati per l'addestramento;
- illogicità sul piano economico di taluni risultati, il che rende difficile distinguere gli errori dalle risposte inattese.

Il principale limite è costituito dalla mancanza di trasparenza dell'algoritmo, che rende impossibile determinare l'importanza delle singole variabili di input, la relazione tra loro ed il risultato finale.

La rete neurale funziona esattamente come una *black box*.

Il vantaggio è invece costituito dal fatto che non s'impongono vincoli di linearità alla funzione che lega input ed output.

## 4 Commenti

Con riferimento alle fasi di *screening* e di *monitoring*, i modelli presentati offrono dei processi che suggeriscono automaticamente la decisione sul merito creditizio del prestatore.

All'interno del processo decisionale che essi offrono, non vi è nessun riferimento ad un giudizio oggettivo d'affidabilità dell'impresa da parte di un organo collegiale, giudizio che consente di considerare in modo critico le diverse informazioni a disposizione della banca, incluse quelle di carattere qualitativo, servono unicamente come un supporto alle decisioni che vengono comunque prese dall'uomo. D'altronde non è pensabile un sistema di valutazione che tenga conto solamente di dati soggettivi, come potrebbe essere l'intuito del banchiere. Sarebbe dunque auspicabile una modalità ottimale che contempera le due opposte esigenze cioè:

- un elevato grado di oggettività dell'analisi;
- la possibilità di formulare un giudizio di affidabilità non rigidamente dipendente dai dati quantitativi e che non sia inficiabile da giudizi soggettivi a volte troppo parziali.

Per evitare che il giudizio conclusivo sia fortemente condizionato dalla fase soggettiva, occorre innanzi tutto che le informazioni che possono concorrere alla decisione siano preventivamente individuate nelle procedure fidi ed in secondo luogo che i criteri con i quali esse influenzano la decisione siano predefiniti e formalizzati.

## 5 Un approccio diverso: la logica sfocata.

Lo sviluppo iniziale della teoria degli insiemi sfocati (*sfocato*), fu motivata dalla percezione che le tecniche tradizionali di analisi dei sistemi complessi non erano efficaci nel trattare problemi in cui le dipendenze tra le variabili sono troppo complicate o troppo mal definite per ammettere una caratterizzazione mediante equazioni differenziali o alle differenze. Tanto meno era pensabile che le leggi che li governano fossero lineari. Il mondo reale non è lineare, pretendere di studiarlo con modelli lineari ha prodotto forti distorsioni e modelli non aderenti alla realtà. Queste problematiche si presentano normalmente in biologia, economia, finanza ed automazione.

Un filo comune che lega questi problemi è la mancanza di nitidezza dei confini, la concomitante imprecisione, incertezza e parzialità della verità.

Il concetto d'insieme sfocato è il riflesso di questa realtà, un riflesso che serve come punto di partenza per uno sviluppo di teorie che hanno la capacità di modellare la dilagante imprecisione ed incertezza del mondo reale. Gli insiemi sfocati sono degli strumenti efficaci per modellare, in assenza di una completa informazione, sistemi complessi.

La maggior parte delle applicazioni della logica sfocata, o degli insiemi sfocati, riguardano il linguaggio, la teoria dell'automazione ed i sistemi esperti.

Negli anni 70, l'introduzione nella teoria dei concetti di variabili linguistiche, di regole IF-THEN, hanno aperto la porta a molte altre applicazioni più tipiche della teoria del controllo. Attualmente il controllo è il settore dominante delle applicazioni della logica sfocata.

Le classiche metodologie della teoria del controllo sviluppate prevalentemente per problemi ingegneristici sono abitualmente basati su modelli matematici degli oggetti da controllare. I modelli matematici sono costretti a semplificare ed a concettualizzare eventi presenti in natura e nelle attività umane per poter formulare vari tipi di equazioni che sono poi da risolvere.

Le questioni sono ora le seguenti:

- quanto i modelli matematici riflettono la realtà?
- che cosa si può fare nei casi troppo complicati in cui la costruzione di questi modelli è impossibile?

Entrambe le domande sono tipiche dei problemi relativi a sistemi che riguardano il business, la finanza ed i problemi manageriali che coinvolgono un grande numero di fattori interagenti come quelli di natura socio-economica.

Per rispondere alla prima domanda possiamo affermare che nei problemi di business e di finanza lo scopo della teoria del controllo dovrebbe essere quello di consigliare, suggerire, istruire, valutare prevedere. Per questi motivi un metodo che permetta di determinare una "buona" soluzione del problema vero in tutta la sua complessità dovrebbe essere preferibile ad un metodo che fornisca una soluzione "ottima" (nel senso della teoria del controllo ottimo) di un modello che non rappresenta la realtà nella sua completezza ma che ne è un semplificazione, una modellizzazione dovuta al fatto che non si riesce a fare di meglio.

Nella vita reale è difficile determinare che cosa si intenda per "ottimo".

Per rispondere alla seconda domanda possiamo affermare che i problemi di controllo affrontati usando la logica sfocata sono particolarmente adatti in problemi in cui vi siano condizioni di incertezza e di imprecisione e sono perfettamente in grado di affrontare problemi complessi fornendo buone soluzioni.

I recenti sviluppi nel campo dell'informatica hanno fatto del mondo del Business e della Finanza un grande polo di attrazione per metodologie che possono utilizzare la

forza di moderni sistemi informatici per processare enormi volumi di dati a grande velocità e con grande affidabilità.

Tra queste metodologie vi sono reti neurali, algoritmi genetici e logica sfocata. Queste metodologie formano il così detto “*soft computing*” e per la maggior parte dei casi sono tecniche complementari che generano sinergie piuttosto che competizione. Un esempio di sistemi ibridi sono le reti *neurosfocate*.

All'interno del *soft computing*, il principale contributo della logica sfocata è che essa fornisce una macchina che riesce a calcolare con le parole, una macchina in cui il ruolo maggiore è imperniato sul calcolo di regole sfocate (estensione delle regole classiche dei sistemi esperti) e sulle variabili linguistiche.

Dal punto di vista matematico sia i sistemi sfocati sia le reti neurali sono degli approssimatori di funzioni. Questo implica che, entrambi i metodi sono in grado di approssimare in modo non necessariamente lineare e con qualunque grado di accuratezza il legame tra tutte le variabili di input e quelle di output di un problema di controllo.

Si consideri un insieme classico (crisp)  $A$  contenuto in un universo  $X$ . Un insieme sfocato  $A$  è definito da un insieme di coppie ordinate ,

$$A = \{(x, \mu_A(x)) : x \in A, \mu_A(x) \in [0,1]\}$$

dove  $\mu_A(x)$  è chiamata funzione di appartenenza dell'insieme  $A$ .

L'**altezza** di un insieme sfocato  $A$  è il Massimo valore che la funzione di appartenenza realizza su  $A$ .

Un insieme sfocato è detto **normale** se la sua altezza è 1.

Se l'insieme sfocato non è normale, è possibile **normalizzarlo** cambiando  $\mu_A(x)$  con:

$$\tilde{\mu}_A(x) = \frac{\mu_A(x)}{\max_{x \in A} \mu_A(x)}$$

Il **dominio** di un insieme sfocato  $A$  è il dominio di  $\mu_A(x)$ .

Il **supporto** di un insieme sfocato  $A$  è un sottoinsieme di  $X$  in cui la funzione di appartenenza è positiva.

Un insieme sfocato  $A$  è detto **Convesso**, se  $\forall \lambda \in [0,1]$  e  $\forall x_1, x_2 \in A$

$$\mu_A[\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2] \geq \min\{\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)\}$$

Questa definizione coincide con quella di funzione di  $\mathbb{R}$  in  $\mathbb{R}$  quasi concava.

Un **numero** sfocato è un insieme sfocato definito sull'universo  $\mathbb{R}$ , che è convesso e normalizzato

Nella letteratura è stata proposta una grande varietà di funzioni di appartenenza che definiscono insiemi sfocati. I tipi più comuni sono quelli lineari a tratti e quelli così detti “regolari”.. Tra quelli lineari a tratti detti “Standard Membership Function” ricordiamo quelli triangolari, trapezoidali, etc. Tra quelli “regolari”vi sono funzioni che hanno le seguenti proprietà:

- $\mu_A(x)$  è continua in  $x$
- $\frac{d(\mu_A(x))}{dx}$  è continua in  $x$

- $\frac{d^2 \mu_A(x)}{d^2 x}$  è continua in  $x$

Per quanto riguarda i problemi di conoscenza gli approcci seguiti dalle due metodologie sono diversi:

- In un sistema sfocato la conoscenza è immagazzinata dalle regole IF-THEN che vengono formalmente da esperti del settore. Questa conoscenza è il cuore del programma stesso.
- In una rete neurale la conoscenza è immagazzinata dai pesi di connessione. In particolare essi acquisiscono conoscenza dagli esempi (dati storici), che forniscono le basi per l'addestramento.

Entrambi i sistemi portano avanti lo scopo di operare con la conoscenza immagazzinata rispetto alla situazione corrente (input) così da ottenere l'azione richiesta (output).

- La risposta ad una nuova situazione è il punto centrale per entrambi gli approcci.

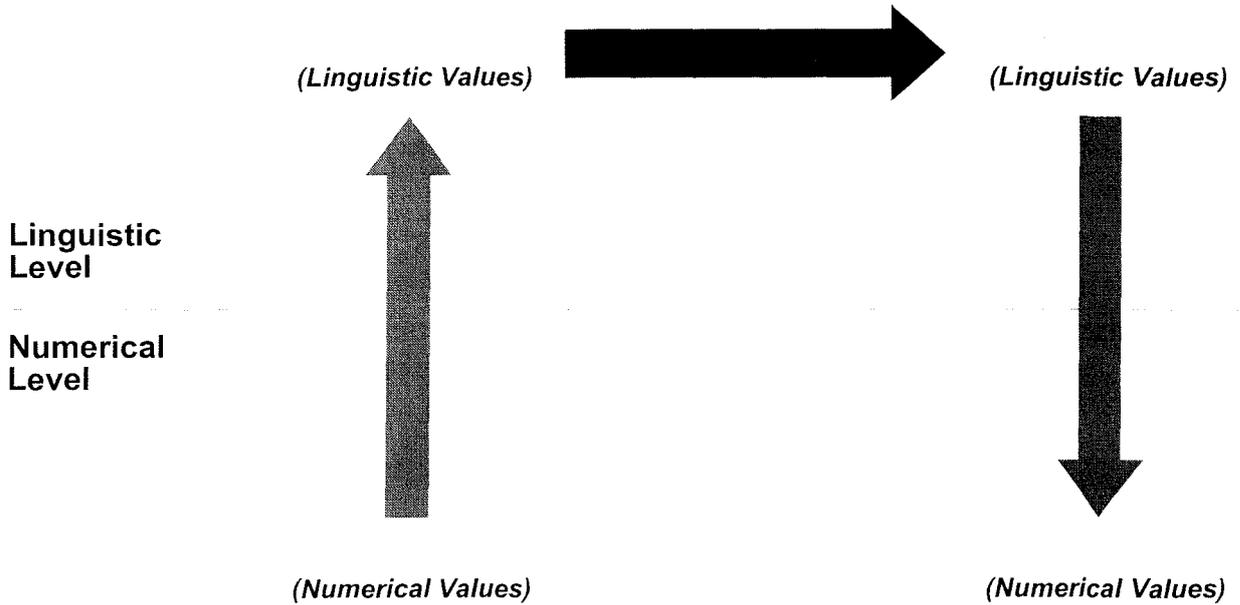
#### 4 Architettura di un sistema inferenziale di tipo sfocato

Un sistema inferenziale basato sulla logica sfocata (*sfocato*) applicato a problemi decisionali è una moderna evoluzione dei sistemi esperti che sono a loro volta un'evoluzione degli *score card* (*Z-score*). Essi offrono notevoli vantaggi che consistono nella possibilità di realizzare:

- sistemi più vicini al senso comune di quanto non permetta la logica classica;
- sistemi con funzionamento più dolce di quelli tradizionali, con minori tempi di risposta, minor dispendio di energie;
- sistemi di supporto alle decisioni con un numero di regole di gran lunga inferiore di quelli richiesti da un sistema esperto;
- sistemi meno costosi e più affidabili, poiché la realizzazione di un sistema sfocato richiede generalmente un minor tempo per lo sviluppo e può essere implementato su postazioni a basso costo.

Un sistema inferenziale di tipo sfocato è un processo caratterizzato da un certo numero d'insiemi sfocati nei domini delle singole variabili di input e di output, da operatori logici e da regole qualitative. Effettuare un'inferenza di tipo sfocato significa, una volta analizzate le categorie delle singole variabili di input, collegarle mediante blocchi di regole con le possibili categorie della variabile di output. Poi è necessario aggregare le risposte ottenute e quindi ritornare ad un valore non linguistico (se necessario) per ottenere l'output finale.

Vediamo uno schema del processo:



Per ciascuna variabile di input,  $x_i$  ( $i=1\dots m$ ) e di output  $y$ , (numerical values) dobbiamo fissare il rispettivo range di variabilità  $U_i$  and  $V$ .

$\forall i, (i=1\dots m)$ , se  $n_i$  è il numero degli attributi linguistici che si è stabilito di attribuire a ciascuna delle variabili  $x_i$  e se  $\hat{n} = \max_{i \in [1, m]} n_i$ , definiamo l'insieme

$$A^i = \{A_1^i, A_2^i, \dots, A_{j_i}^i, \dots, A_{n_i}^i\}$$

dove  $\forall j_i \in [1, n_i], \forall n_i \in [1, \hat{n}]$ , gli  $A_{j_i}^i$  sono numeri sfocati che descrivono gli attributi linguistici della variabile di input  $x_i$ .

Nello stesso modo definiamo l'insieme

$$B = \{B_1, B_2, \dots, B_k, \dots, B_r\}$$

dove  $\forall k \in [1, r]$ ,  $B_k$  sono numeri sfocati che descrivono gli attributi linguistici della variabile di output  $y$ .

Ad ogni elemento di  $A^i$  e  $B$  è associata una funzione di appartenenza

$$\mu_{A_{j_i}^i}(x) : U_i \rightarrow [0, 1] \quad \text{e} \quad \mu_{B_k} : V \rightarrow [0, 1]$$

Gli elementi di  $A^i$  e  $B$  sono sovrapposti nelle zone così dette "grigie" dove non è ben chiara una caratterizzazione dei singoli valori di input ed output. La maggior parte delle cose nel mondo reale non cade necessariamente in una ben precisa categoria od in un'altra. Gli esperti mediante un procedimento di astrazione forniscono l'informazione di dove vanno collocate queste zone "grigie" in cui la realtà non è né bianca né nera.

La scelta delle forme di  $A^i$  and  $B$  sono una traduzione matematica di ciò che gli esperti pensano dei singoli attributi linguistici. Questo passo è detto "fuzzificazione".

Il secondo passo è la costruzione dei blocchi di regole.

Definiamo l'insieme di  $L$  regole sfocate, dove  $L \leq \prod_{i=1}^m n_i$ , nel seguente modo

$$\forall j_i \in [1, n_i], \forall n_i \in [1, \hat{n}] \quad \forall k \in [1, r]$$

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_{j_1}^1) \otimes (x_2 \text{ is } A_{j_2}^2) \otimes \dots \otimes (x_m \text{ is } A_{j_m}^m) \quad (5)$$

$$\text{THEN } (y \text{ is } B_k), \quad (6)$$

La relazione (5) è detta “precondizione” e il simbolo  $\otimes$  rappresenta uno dei possibili operatori di aggregazione. Il più utilizzati nelle applicazioni concrete sono il MIN e il MAX o loro combinazioni convesse

$$\gamma MIN + (1 - \gamma) MAX \quad \text{con } \gamma \in [0,1]$$

Più in generale al posto del Min e Max, è possibile usare altre t-norme o t-conorme.

In particolare se definiamo con  $\mu_{A \cap B}$  una generale funzione di appartenenza dell’intersezione e con  $\mu_{A \cup B}$  una generale funzione di appartenenza dell’intersezione dell’unione, noi possiamo definire come funzione di appartenenza dell’insieme aggregato  $A \Theta B$

$$\mu_{A \Theta B} = \mu_{A \cap B}^{1-\gamma} * \mu_{A \cup B}^{\gamma} \quad \text{con } \gamma \in [0,1]$$

Questa non è, in generale, una t-norma o una t-conorma e in particolare, se usiamo il prodotto algebrico e la somma algebrica (detta anche probabilistica) come aggregatori della intersezione ed unione noi otteniamo l’operatore Gamma (Zimmermann 1996)

$$\mu = \left( \prod_1^n \mu_i \right)^{(1-\gamma)} * \left( 1 - \prod_1^n (1 - \mu_i) \right)^{\gamma} \quad (7)$$

Il parametro  $\gamma$  indica il grado di compensazione.

La relazione (6) è detta conclusione. L’aggregazione della precondizione e della conclusione. Può essere fatta in molti modi. I più utilizzati sono i metodi del MAX e del BSUM. La scelta dipende dal tipo d’applicazione. Il MAX ha il significato di scegliere come vincente, la regola, tra quelle attivate, che ha un livello di attivazione massimo. Nel caso del metodo del BSUM invece se un termine linguistico dell’output è attivato da più regole ma con diversi gradi di attivazione, si considera come grado di attivazione finale la somma dei diversi gradi di attivazione, fino ad un massimo di 1. In ogni caso, tutti i metodi producono un insieme sfocato la cui funzione di appartenenza  $\mu_{agg}(y)$  è quella ottenuta dal grado di attivazione del metodo scelto. Il risultato del sistema è un insieme sfocato da cui, se necessario, si può ritornare ad un valore numerico. Questo passo è detto “defuzzificazione”. Questa operazione produce una risposta numerica  $\bar{y}$  che adeguatamente rappresenta la funzione di appartenenza  $\mu_{agg}(y)$ . Non c’è un unico modo per ottenere questo risultato. Per scegliere il metodo da usare è necessario capire il significato che si vuol dare al risultato della defuzzificazione. In alcuni casi ha più significato scegliere un valore intermedio che tenga conto di tutto il risultato sfocato dell’output (“*best compromise*”) e in altri casi ha più senso scegliere il valore tipico del termine linguistico dell’output che ha maggior valore d’attivazione (“*most plausible result*”). Sono due metodi che, per loro natura, forniscono risultati con caratteristiche molto differenti. L’uno propone una mediazione tra i vari risultati, l’altro premia il più forte. Uno dei metodi del primo tipo è il Centro di Gravità (COG) che produce l’ascissa del baricentro del risultato sfocato dell’output

$$\bar{y} = \frac{\int_v y \mu_{agg}(y) dy}{\int_v \mu_{agg}(y) dy}$$

Uno dei metodi che realizzano la seconda scelta è “Mean of Maximum” (MoM) che sceglie il valore tipico del termine linguistico dell’output che ha maggior valore di

attivazione. Per valore tipico intendiamo l'ascissa del punto di massimo (se unico) di  $\mu_{agg}(y)$ . Se il massimo non è unico, si possono considerare varie opzioni, tutte legate alla maggiore aderenza di ciò che l'output rappresenta, come la media dei punti di massimo, o quello con ascissa più grande o più piccola.

#### 4. Costruzione di un sistema inferenziale sfocato per il merito creditizio

Nel caso di un problema decisionale sul merito creditizio di un prenditore, un sistema inferenziale sfocato (SIS), oltre a superare i numerosi difetti degli approcci statistici ed econometrici, offre la possibilità di creare uno strumento capace di fondere insieme le due esigenze che emergono dall'esperienza degli addetti al credito dei vari istituti già prima evidenziata:

- tiene conto in modo rigoroso ed asettico degli elementi soggettivi rilevanti per la valutazione
- tiene conto degli elementi oggettivi che provengono da dati economici e finanziari del richiedente.

L'idea fondamentale ed innovativa che quest'approccio utilizza, nella costruzione di uno scoring per l'erogazione del credito, è quella di basarsi sull'utilizzo d'esperti del settore creditizio dell'Istituto di Credito cui è rivolto.

Il processo quindi non è standardizzato ed uguale per ogni Istituto di Credito ma è personalizzato. La motivazione di questa scelta è che la realtà economica di un paese (come Italia, Germania, Svizzera ecc.) è troppo diversificata, per pensare di fornire un prodotto unico uguale per tutti gli istituti di credito.

- L'inizio del progetto è dunque legato all'individuazione di un Istituto di Credito che sia interessato e disponibile a fornire un pool di esperti della concessione del credito pronti a collaborare con persone esperte di SIS per la formulazione di tutto quanto è necessario alla messa a punto di uno strumento che offra in modo efficiente una risposta veloce e precisa circa la concessione o no del credito ad un cliente.

Il prodotto finale come già anticipato terrà conto d'aspetti oggettivi e soggettivi del prenditore.

- Per gli aspetti oggettivi è necessario chiedere agli esperti quali sono gli input che essi ritengono utili al fine della valutazione oggettiva (bilancio, analisi settoriale, garanzie ecc.). Formare per ognuno dei filoni principali già evidenziati, un albero decisionale.
- Aggiungere un nuovo filone d'indagine che riguarda i dati soggettivi (capacità imprenditoriale, esperienze precedenti del prenditore ecc.) che normalmente gli addetti valutano come dati importanti al fine della concessione del credito.

Fatto questo primo passo si costruisce un albero decisionale completo che tenga conto dei due aspetti che formano un giudizio finale. Si possono ottenere sistemi con un numero molto levati di input (45,50,60ecc.), perché nessuna variabile è considerata a priori, più importante di altre, saranno i passi successivi a deciderne la rilevanza assoluta e relativa.

- Secondo passo è la formazione dei blocchi di regole che traducono le priorità e lo schema di giudizio degli esperti.

Questo è un passo di gran rilievo di tutto il sistema. In questa fase s'immette tutta la conoscenza e l'esperienza degli esperti che devono riprodurre mentalmente qual è lo schema mentale che hanno sempre seguito nell'esaminare una pratica di affidamento di credito.

- Terzo passo è la taratura delle regole che è effettuata facendo produrre dagli esperti un numero di casi non reali e quindi non provenienti dallo storico. Questo significa che gli esperti inventano casi di clienti che hanno determinati dati di input e sulla base della loro esperienza forniscono il risultato di output richiesto. Questi clienti sono analizzati dal programma. Si confrontano i risultati ottenuti sperimentalmente e quelli del programma ed eventuali discrepanze servono per gli ultimi aggiustamenti.

Il programma è ora pronto per il controllo d'efficacia finale.

- Quarto punto è la risposta a dati storici, di situazioni iniziate e completate e quindi di cui si abbia sia input sia output, con la conseguente verifica di efficacia del metodo approntato, in termini di diminuzione di sofferenze da parte dell'Istituto di Credito.

L'approccio proposto, tipico dei sistemi esperti e della loro evoluzione sfocata, propone un procedimento diametralmente opposto a quello tradizionale (statistico econometrico), attualmente in uso anche negli istituti di credito più evoluti tecnologicamente.

### **Pregi**

- Non fa uso di dati storici per la taratura del sistema.
- Non utilizza intervalli di suddivisione del range di variabilità degli input, ma associa ad ogni valore di input un valore diverso di punteggio (associa dunque un continuum di valori).
- Nel processo d'aggregazione non utilizza somme o medie ma aggregatori più raffinati.
- Il modello che approssima, con la precisione voluta, non è necessariamente lineare.
- Codifica in modo preciso ed esplicito l'importanza di ogni singola variabile di ingresso rispetto alle altre (non è una black box). Anzi i blocchi di regole introdotti sono sempre, dall'organo che dirige l'Istituto di Credito, visibili e modificabili ogniqualvolta si ritenga utile farlo.
- Le variabili soggettive, decise dalla Direzione Generale e dal pool d'esperti, incorporano in modo univoco e non interpretabile, le politiche decisionali degli organi dirigenziali e non sono più lasciate alla discrezionalità del direttore di filiale o di chi è autorizzato al credito.
- L'esecuzione del calcolo complessivo è veloce, non ambiguo e perfettamente comprensibile dall'utilizzatore finale.
- Il programma fornisce, alla fine dell'elaborazione, una schermata finale che raduna i dati immessi e mostra il punteggio finale, positivo o negativo che sia, ottenuto dal richiedente.
- La stessa schermata fornisce anche, a differenza d'altri tipi di score card, i punteggi dei filoni principali che hanno formato la decisione finale (ad esempio: analisi settoriale, bilancio, garanzie, dati qualitativi, ecc). Questo risultato parziale permette di evidenziare quali e come i filoni principali hanno contribuito al risultato finale.

- Se questo dovesse essere negativo si può vedere immediatamente quali sono i dati che hanno contribuito al giudizio e quindi contattare il futuro cliente spiegandone le motivazioni. In questo caso sarà possibile chiedere se possibile di fornire all'Istituto di Credito altre informazioni utili a modificare il filone o i filoni che hanno prodotto la negatività del giudizio. Se questo avviene basta modificare i dati di input interessati ed ottenere in tempo reale una nuova risposta. Questo offre il vantaggio, in un momento di gran concorrenza fra gli istituti di credito, di non perdere un futuro cliente che si rivolgerà ad altro Istituto, facendo perdere possibili guadagni.
- La standardizzazione del servizio fidi, equipaggiato con questo sistema, permette al direttore di meglio utilizzare il personale, non tenendolo in sede a fare operazioni che il programma può elaborare in tempo reale, ma cercando contatti con l'esterno, visitando nuovi potenziali clienti o mantenendo rapporti con quelli acquisiti.
- Facilità di interfacciarsi con i sistemi operativi dell'Istituto di credito per immagazzinare notizie e dati dei clienti in modo diretto.

### 5.1 Critiche al modello

- Il sistema di valutazione non è fornibile senza un forte intervento degli esperti della banca stessa. Questo sicuramente crea difficoltà nella diffusione del tipo d'approccio. Normalmente le banche non amano mettere a disposizione il proprio personale per usi diversi da quelli per i quali sono in servizio, ma preferiscono un prodotto "chiavi in mano" di cui non conoscono le tecniche utilizzate, né vogliono capirle.
- Difficoltà di avere un dialogo costruttivo con gli esperti. Molto spesso essi procedono nella valutazione di un cliente in modo più epidermico e non riescono a riprodurre in modo formale i passi seguiti.
- La novità dell'approccio crea diffidenza e paura nell'essere degli innovatori. Si preferisce utilizzare strumenti non efficienti, ma lungamente collaudati.
- Il sistema è differente, per sua stessa natura, banca per banca. Il processo non è standardizzabile, quindi necessita di uno studio "ad hoc" che ne rende non banale l'elaborazione. I metodi classici utilizzano strumenti standard che, una volta messi a punto, possono essere sempre riutilizzati, riducendone (almeno dovrebbero) i costi.

### Bibliografia

Altman, E.I.(1968). "*Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy*" The Journal of Finance 23,589-609.

Altman, E.I.-Avery, R-Eisemberg, R-Stinkey, J. (1981). "*Application of Classification Techniques in Business, Banking and Finance*". Contemporary Studies in Economic and Financial Analysis, Vol.3, Greenwich, JAI Press.

Altman, E.I. (1984). "*The success of business failure prediction models: An International Survey*". Journal of Banking and Finance 8,2, 171-198.

Altman, E.I.-Marco, G:- Varetto, F. (1994). "*Corporate distress diagnosis: Comparison*

- using discriminant analysis and neural network (the italian experience)". Journal of Banking and Finance 18,505-529.
- Appetiti, S. (1984). "Identifying unsound firms in Italy: An attempt to use trend variables" Journal of Banking and Finance 8,2, 269-279.
- Collongues, Y. (1977). "Ratios financiers et prevision des faillites des petit et moyennes enterprises". Revue Banque 365, 963-970.
- Dimitras, A.I.-Zanakis, S.H.-Zopounidis, C (1996). "A survey of business failure with emphasis on prediction methods and industrial application". European Journal of Operational Research 90, 487-513.
- Eisemberg, R.A. (1977). "Pitfalls in the application of discriminant analysis in business and economics". The Journal of Finance 32, 875-900.
- Facchinetti G.-Mastroleo G. (1999) "Un confronto tra uno score card ed un approccio fuzzy per la concessione del credito personale" Materiali di Discussione del Dip. Di Economia Politica. Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia. n. 286.
- Facchinetti G.-Bordoni S.-Mastroleo G.: (2000) "Bank Creditworthiness using Fuzzy Systems: A Comparison with Classical Analysis Approach ". Accettato sul volume "Risk Management in Economics and Engineering" nella serie "Soft Computing" Fedrizzi M. e Kacprzyk J. Editors. Springer Verlag Press.
- Facchinetti G.-Mastroleo G.: (2000) "A Comparison between a Score Card and a Fuzzy Approach for Granting Personal Credit". Presentato ed accettato al Third Spanish-Italian Meeting on Financial Mathematics. Bilbao 27-30 Aprile 2000.
- Falpo, P. (1991). "Credit scoring by enlarged discriminant analysis". Omega 19, 4, 269-291.
- Gilbert, L.R.- Menon, K. – Schwartz, K.B.(1990). "Predicting bankruptcy for forms in financial distress". Journal of Business Finance and Accounting. 17, 1, 161-171.
- Grablowsky, B.J. - Talley, W.K. "Probit and discriminant factors for classifying credit applicants: A comparison": Journal of Economics and Business. 33, 254-261.
- Gupta, Y.P. – Rao, R.P.- Bagghi, P.K. (1990). "Linear goal programming as an alternative to multivariate discriminant analysis: A note". Journal of Business Finance and Accounting. 17,4, 593-598.
- Jones, F.L. (1987). "Current techniques in bankruptcy prediction". Journal of Accounting Literature 6, 131-164.
- Keasey, K.- Watson, R. (1991). "Financial distress prediction models: A review of their

*usefulness*". *British Journal of Management* 2, 89-102.

Lin, T.Y. –Wildberger, A. Eds. (1995). "*Soft Computing: Rough Sets, Fuzzy logic, Neural Networks, Uncertainty Management, Knowledge Discovery*". San Diego, C.A. Simulation Council Inc.

Messier, W.F. – Hansen, J.V. (1988). "*Including rules for expert systems development: An example using default and bankruptcy data*". *Management Sciences* 34, 12, 1403-1415.

Scott, J. (1981). "*The probability of bankruptcy. A comparison of empirical predictions and theoretical models*". *Journal of Banking and Finance*. 5, 317-344.

Stefanovski, J. – Vanderpooten, D. (1994). "*A general two stage approach to inducing rules from examples*". In Ziarko W. (ed). *Rough Sets, Fuzzy sets, and Knowledge Discovery*. London, Springer Verlag, 315-325.

Tennyson, B.N.-Ingram, R.W.- Dugan, M.T. (1990). "*Assessing the information content of narrative disclosure in explaining bankruptcy*". *Journal of Business and Finance and Accounting* 17, 3, 391-410.

G.Bojadziev, M.Bojadziev (1997). *Fuzzy Logic for Business, Finance and Management*, (World Scientific Publishing co, Singapore), 1997.

G .Klirj., T. Folger (1998). *Fuzzy sets, uncertainty and information*, (New Jersey, Prentice Hall), 1998.

C. von Altrock (1997). *Fuzzy Logic and neurofuzzy applications in business and finance*. (Prentice Hall), 1997

Zimmermann H. J., Zysno P. (1980) *Latent Connectives in Human Decision Making, Fuzzy Sets and Systems*, 4, 37-51.

Zimmermann H. J. (1996) *Fuzzy Sets Theory and its Applications*, 3rd revised edition, Kluver Academic Publisher, Boston and Dordrecht.



1. Maria Cristina Marcuzzo [1985] "Yoan Violet Robinson (1903-1983)", pp. 134
2. Sergio Lugaresi [1986] "Le imposte nelle teorie del sovrappiù", pp. 26
3. Massimo D'Angelillo e Leonardo Paggi [1986] "PCI e socialdemocrazie europee. Quale riformismo?", pp. 158
4. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1986] "Un suggerimento hobsoniano su terziario ed occupazione. il caso degli Stati Uniti 1960/1983", pp. 52
5. Paolo Bosi e Paolo Silvestri [1986] "La distribuzione per aree disciplinari dei fondi destinati ai Dipartimenti, Istituti e Centri dell'Università di Modena: una proposta di riforma", pp. 25
6. Marco Lippi [1986] "Aggregations and Dynamic in One-Equation Econometric Models", pp. 64
7. Paolo Silvestri [1986] "Le tasse scolastiche e universitarie nella Legge Finanziaria 1986", pp. 41
8. Mario Forni [1986] "Storie familiari e storie di proprietà. Itinerari sociali nell'agricoltura italiana del dopoguerra", pp. 165
9. Sergio Paba [1986] "Gruppi strategici e concentrazione nell'industria europea degli elettrodomestici bianchi", pp. 56
10. Nerio Naldi [1986] "L'efficienza marginale del capitale nel breve periodo", pp. 54
11. Fernando Vianello [1986] "Labour Theory of Value", pp. 31
12. Piero Ganugi [1986] "Risparmio forzato e politica monetaria negli economisti italiani tra le due guerre", pp. 40
13. Maria Cristina Marcuzzo e Annalisa Rosselli [1986] "The Theory of the Gold Standard and Ricardo's Standard Comodity", pp. 30
14. Giovanni Solinas [1986] "Mercati del lavoro locali e carriere di lavoro giovanili", pp. 66
15. Giovanni Bonifati [1986] "Saggio dell'interesse e domanda effettiva. Osservazioni sul cap. 17 della General Theory", pp. 42
16. Marina Murat [1986] "Betwin old and new classical macroeconomics: notes on Lejonhufvud's notion of full information equilibrium", pp. 20
17. Sebastiano Brusco e Giovanni Solinas [1986] "Mobilità occupazionale e disoccupazione in Emilia Romagna", pp. 48
18. Mario Forni [1986] "Aggregazione ed esogeneità", pp. 13
19. Sergio Lugaresi [1987] "Redistribuzione del reddito, consumi e occupazione", pp. 17
20. Fiorenzo Sperotto [1987] "L'immagine neopopulista di mercato debole nel primo dibattito sovietico sulla pianificazione", pp. 34
21. M. Cecilia Guerra [1987] "Benefici tributari nel regime misto per i dividendi proposto dalla commissione Sarcinelli: una nota critica", pp. 9
22. Leonardo Paggi [1987] "Contemporary Europe and Modern America: Theories of Modernity in Comparative Perspective", pp. 38
23. Fernando Vianello [1987] "A Critique of Professor Goodwin's 'Critique of Sraffa'", pp. 12
24. Fernando Vianello [1987] "Effective Demand and the Rate of Profits. Some Thoughts on Marx, Kalecki and Sraffa", pp. 41
25. Anna Maria Sala [1987] "Banche e territorio. Approccio ad un tema geografico-economico", pp. 40
26. Enzo Mingione e Giovanni Mottura [1987] "Fattori di trasformazione e nuovi profili sociali nell'agricoltura italiana: qualche elemento di discussione", pp. 36
27. Giovanna Procacci [1988] "The State and Social Control in Italy During the First World War", pp. 18
28. Massimo Matteuzzi e Annamaria Simonazzi [1988] "Il debito pubblico", pp. 62
29. Maria Cristina Marcuzzo (a cura di) [1988] "Richard F. Kahn. A discipline of Keynes", pp. 118
30. Paolo Bosi [1988] "MICROMOD. Un modello dell'economia italiana per la didattica della politica fiscale", pp. 34
31. Paolo Bosi [1988] "Indicatori della politica fiscale. Una rassegna e un confronto con l'aiuto di MICROMOD", pp. 25
32. Giovanna Procacci [1988] "Protesta popolare e agitazioni operaie in Italia 1915-1918", pp. 45
33. Margherita Russo [1988] "Distretto Industriale e servizi. Uno studio dei trasporti nella produzione e nella vendita delle piastrelle", pp. 157
34. Margherita Russo [1988] "The effect of technical change on skill requirements: an empirical analysis", pp. 28
35. Carlo Grillenzoni [1988] "Identification, estimations of multivariate transfer functions", pp. 33
36. Nerio Naldi [1988] "Keynes' concept of capital", pp. 40
37. Andrea Ginzburg [1988] "locomotiva Italia?", pp. 30
38. Giovanni Mottura [1988] "La 'persistenza' secolare. Appunti su agricoltura contadina ed agricoltura familiare nelle società industriali", pp. 40
39. Giovanni Mottura [1988] "L'anticamera dell'esodo i contadini italiani della 'restaurazione contrattuale' fascista alla riforma fondiaria", pp. 40
40. Leonardo Paggi [1988] "Americanismo e riformismo. La socialdemocrazia europea nell'economia mondiale aperta", pp. 120
41. Annamaria Simonazzi [1988] "Fenomeni di isteresi nella spiegazione degli alti tassi di interesse reale", pp. 44
42. Antonietta Bassetti [1989] "Analisi dell'andamento e della casualità della borsa valori", pp. 12
43. Giovanna Procacci [1989] "State coercion and worker solidarity in Italy (1915-1918): the moral and political content of social unrest", pp. 41
44. Carlo Alberto Magni [1989] "Reputazione e credibilità di una minaccia in un gioco bargaining", pp. 56
45. Giovanni Mottura [1989] "Agricoltura familiare e sistema agroalimentare in Italia", pp. 84
46. Mario Forni [1989] "Trend, Cycle and 'Fortuitous cancellation': a Note on a Paper by Nelson and Plosser", pp. 4
47. Paolo Bosi, Roberto Golinelli, Anna Stagni [1989] "Le origini del debito pubblico e il costo della stabilizzazione", pp. 26
48. Roberto Golinelli [1989] "Note sulla struttura e sull'impiego dei modelli macroeconomici", pp. 21
49. Marco Lippi [1989] "A Shorte Note on Cointegration and Aggregation", pp. 11
50. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1989] "The Linkage between Tertiary and Industrial Sector in the Italian Economy: 1951-1988. From an External Dependence to an International One", pp. 40
51. Gabriele Pastrello [1989] "Francois quesnay: dal Tableau Zig-zag al Tableau Formule: una ricostruzione", pp. 48
52. Paolo Silvestri [1989] "Il bilancio dello stato", pp. 34
53. Tim Mason [1990] "Tre seminari di storia sociale contemporanea", pp. 26
54. Michele Lalla [1990] "The Aggregate Escape Rate Analysed through the Queueing Model", pp. 23
55. Paolo Silvestri [1990] "Sull'autonomia finanziaria dell'università", pp. 11
56. Paola Bertolini, Enrico Giovannetti [1990] "Uno studio di 'filiera' nell'agroindustria. Il caso del Parmigiano Reggiano", pp. 164

57. Paolo Bosi, Roberto Golinelli, Anna Stagni [1990] "Effetti macroeconomici, settoriali e distributivi dell'armonizzazione dell'IVA", pp. 24
58. Michele Lalla [1990] "Modelling Employment Spells from Emilia Labour Force Data", pp. 18
59. Andrea Ginzburg [1990] "Politica Nazionale e commercio internazionale", pp. 22
60. Andrea Giommi [1990] "La probabilità individuale di risposta nel trattamento dei dati mancanti", pp. 13
61. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1990] "The service sector in planned economies. Past experiences and future prospectives", pp. 32
62. Giovanni Solinas [1990] "Competenze, grandi industrie e distretti industriali. Il caso Magneti Marelli", pp. 23
63. Andrea Ginzburg [1990] "Debito pubblico, teorie monetarie e tradizione civica nell'Inghilterra del Settecento", pp. 30
64. Mario Forni [1990] "Incertezza, informazione e mercati assicurativi: una rassegna", pp. 37
65. Mario Forni [1990] "Misspecification in Dynamic Models", pp. 19
66. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1990] "Service Sector Growth in CPE's: An Unsolved Dilemma", pp. 28
67. Paola Bertolini [1990] "La situazione agro-alimentare nei paesi ad economia avanzata", pp. 20
68. Paola Bertolini [1990] "Sistema agro-alimentare in Emilia Romagna ed occupazione", pp. 65
69. Enrico Giovannetti [1990] "Efficienza ed innovazione: il modello "fondi e flussi" applicato ad una filiera agro-industriale", pp. 38
70. Margherita Russo [1990] "Cambiamento tecnico e distretto industriale: una verifica empirica", pp. 115
71. Margherita Russo [1990] "Distretti industriali in teoria e in pratica: una raccolta di saggi", pp. 119
72. Paolo Silvestri [1990] "La Legge Finanziaria. Voce dell'enciclopedia Europea Garzanti", pp. 8
73. Rita Paltrinieri [1990] "La popolazione italiana, problemi di oggi e di domani", pp. 57
74. Enrico Giovannetti [1990] "Illusioni ottiche negli andamenti delle Grandezze distributive: la scala mobile e l'appiattimento delle retribuzioni in una ricerca", pp. 120
75. Enrico Giovannetti [1990] "Crisi e mercato del lavoro in un distretto industriale: il bacino delle ceramiche. Sez. I", pp. 150
76. Enrico Giovannetti [1990] "Crisi e mercato del lavoro in un distretto industriale: il bacino delle ceramiche. Sez. II", pp. 145
78. Antonietta Bassetti e Costanza Torricelli [1990] "Una riqualificazione dell'approccio bargaining alla selezioni di portafoglio", pp. 4
77. Antonietta Bassetti e Costanza Torricelli [1990] "Il portafoglio ottimo come soluzione di un gioco bargaining", pp. 15
79. Mario Forni [1990] "Una nota sull'errore di aggregazione", pp. 6
80. Francesca Bergamini [1991] "Alcune considerazioni sulle soluzioni di un gioco bargaining", pp. 21
81. Michele Grillo e Michele Polo [1991] "Political Exchange and the allocation of surplus: a Model of Two-party competition", pp. 34
82. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1991] "The 1990 Polish Recession: a Case of Truncated Multiplier Process", pp. 26
83. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1991] "Polish firms: Pricate Vices Publicis Virtues", pp. 20
84. Sebastiano Brusco e Sergio Paba [1991] "Connessioni, competenze e capacità concorrenziale nell'industria della Sardegna", pp. 25
85. Claudio Grimaldi, Rony Hamaui, Nicola Rossi [1991] "Non Marketable assets and households' Portfolio Choice: a Case of Study of Italy", pp. 38
86. Giulio Righi, Massimo Baldini, Alessandra Brambilla [1991] "Le misure degli effetti redistributivi delle imposte indirette: confronto tra modelli alternativi", pp. 47
87. Roberto Fanfani, Luca Lanini [1991] "Innovazione e servizi nello sviluppo della meccanizzazione agricola in Italia", pp. 35
88. Antonella Caumi e Roberto Golinelli [1992] "Stima e applicazioni di un sistema di domanda Almost Ideal per l'economia italiana", pp. 34
89. Maria Cristina Marcuzzo [1992] "La relazione salari-occupazione tra rigidità reali e rigidità nominali", pp. 30
90. Mario Biagioli [1992] "Employee financial participation in enterprise results in Italy", pp. 50
91. Mario Biagioli [1992] "Wage structure, relative prices and international competitiveness", pp. 50
92. Paolo Silvestri e Giovanni Solinas [1993] "Abbandoni, esiti e carriera scolastica. Uno studio sugli studenti iscritti alla Facoltà di Economia e Commercio dell'Università di Modena nell'anno accademico 1990/1991", pp. 30
93. Gian Paolo Caselli e Luca Martinelli [1993] "Italian GPN growth 1890-1992: a unit root or segmented trend representation?", pp. 30
94. Angela Politi [1993] "La rivoluzione fraintesa. I partigiani emiliani tra liberazione e guerra fredda, 1945-1955", pp. 55
95. Alberto Rinaldi [1993] "Lo sviluppo dell'industria metalmeccanica in provincia di Modena: 1945-1990", pp. 70
96. Paolo Emilio Mistrulli [1993] "Debito pubblico, intermediari finanziari e tassi d'interesse: il caso italiano", pp. 30
97. Barbara Pistoiesi [1993] "Modelling disaggregate and aggregate labour demand equations. Cointegration analysis of a labour demand function for the Main Sectors of the Italian Economy: 1950-1990", pp. 45
98. Giovanni Bonifati [1993] "Progresso tecnico e accumulazione di conoscenza nella teoria neoclassica della crescita endogena. Una analisi critica del modello di Romer", pp. 50
99. Marcello D'Amato e Barbara Pistoiesi [1994] "The relationship(s) among Wages, Prices, Unemployment and Productivity in Italy", pp. 30
100. Mario Forni [1994] "Consumption Volatility and Income Persistence in the Permanent Income Model", pp. 30
101. Barbara Pistoiesi [1994] "Using a VECM to characterise the relative importance of permanent and transitory components", pp. 28
102. Gian Paolo Caselli and Gabriele Pastrello [1994] "Polish recovery form the slump to an old dilemma", pp. 20
103. Sergio Paba [1994] "Imprese visibili, accesso al mercato e organizzazione della produzione", pp. 20
104. Giovanni Bonifati [1994] "Progresso tecnico, investimenti e capacità produttiva", pp. 30
105. Giuseppe Marotta [1994] "Credit view and trade credit: evidence from Italy", pp. 20
106. Margherita Russo [1994] "Unit of investigation for local economic development policies", pp. 25
107. Luigi Brighi [1995] "Monotonicity and the demand theory of the weak axioms", pp. 20
108. Mario Forni e Lucrezia Reichlin [1995] "Modelling the impact of technological change across sectors and over time in manufacturing", pp. 25
109. Marcello D'Amato and Barbara Pistoiesi [1995] "Modelling wage growth dynamics in Italy: 1960-1990", pp. 38
110. Massimo Baldini [1995] "INDIMOD. Un modello di microsimulazione per lo studio delle imposte indirette", pp. 37

111. Paolo Bosi [1995] "Regionalismo fiscale e autonomia tributaria: l'emersione di un modello di consenso", pp. 38
112. Massimo Baldini [1995] "Aggregation Factors and Aggregation Bias in Consumer Demand", pp. 33
113. Costanza Torricelli [1995] "The information in the term structure of interest rates. Can stochastic models help in resolving the puzzle?" pp. 25
114. Margherita Russo [1995] "Industrial complex, pôle de développement, distretto industriale. Alcune questioni sulle unità di indagine nell'analisi dello sviluppo." pp. 45
115. Angelika Moryson [1995] "50 Jahre Deutschland, 1945 - 1995" pp. 21
116. Paolo Bosi [1995] "Un punto di vista macroeconomico sulle caratteristiche di lungo periodo del nuovo sistema pensionistico italiano." pp. 32
117. Gian Paolo Caselli e Salvatore Curatolo [1995] "Esistono relazioni stabili fra dimensione ed efficienza delle istituzioni e crescita produttiva? Un esercizio nello spirito di D.C. North." pp. 11
118. Mario Forni e Marco Lippi [1995] "Permanent income, heterogeneity and the error correction mechanism." pp. 21
119. Barbara Pistoresi [1995] "Co-movements and convergence in international output. A Dynamic Principal Components Analysis" pp. 14
120. Mario Forni e Lucrezia Reichlin [1995] "Dynamic common factors in large cross-section" pp. 17
121. Giuseppe Marotta [1995] "Il credito commerciale in Italia: una nota su alcuni aspetti strutturali e sulle implicazioni di politica monetaria" pp. 20
122. Giovanni Bonifati [1995] "Progresso tecnico, concorrenza e decisioni di investimento: una analisi delle determinanti di lungo periodo degli investimenti" pp. 25
123. Giovanni Bonifati [1995] "Cambiamento tecnico e crescita endogena: una valutazione critica delle ipotesi del modello di Romer" pp. 21
124. Barbara Pistoresi e Marcello D'Amato [1995] "La riservatezza del banchiere centrale è un bene o un male? Effetti dell'informazione incompleta sul benessere in un modello di politica monetaria." pp. 32
125. Barbara Pistoresi [1995] "Radici unitarie e persistenza: l'analisi univariata delle fluttuazioni economiche." pp. 33
126. Barbara Pistoresi e Marcello D'Amato [1995] "Co-movements in European real outputs" pp. 20
127. Antonio Ribba [1996] "Ciclo economico, modello lineare-stocastico, forma dello spettro delle variabili macroeconomiche" pp. 31
128. Carlo Alberto Magni [1996] "Repeatable and una tantum real options a dynamic programming approach" pp. 23
129. Carlo Alberto Magni [1996] "Opzioni reali d'investimento e interazione competitiva: programmazione dinamica stocastica in optimal stopping" pp. 26
130. Carlo Alberto Magni [1996] "Vaghezza e logica fuzzy nella valutazione di un'opzione reale" pp. 20
131. Giuseppe Marotta [1996] "Does trade credit redistribution thwart monetary policy? Evidence from Italy" pp. 20
132. Mauro Dell'Amico e Marco Trubian [1996] "Almost-optimal solution of large weighted equicut problems" pp. 30
133. Carlo Alberto Magni [1996] "Un esempio di investimento industriale con interazione competitiva e avversione al rischio" pp. 20
134. Margherita Russo, Peter Börkey, Emilio Cubel, François Lévêque, Francisco Mas [1996] "Local sustainability and competitiveness: the case of the ceramic tile industry" pp. 66
135. Margherita Russo [1996] "Camionetto tecnico e relazioni tra imprese" pp. 190
136. David Avra Lane, Irene Poli, Michele Lalla, Alberto Roverato [1996] "Lezioni di probabilità e inferenza statistica" pp. 288
137. David Avra Lane, Irene Poli, Michele Lalla, Alberto Roverato [1996] "Lezioni di probabilità e inferenza statistica - Esercizi svolti -" pp. 302
138. Barbara Pistoresi [1996] "Is an Aggregate Error Correction Model Representative of Disaggregate Behaviours? An example" pp. 24
139. Luisa Malaguti e Costanza Torricelli [1996] "Monetary policy and the term structure of interest rates", pp. 30
140. Mauro Dell'Amico, Martine Labbé, Francesco Maffioli [1996] "Exact solution of the SONET Ring Loading Problem", pp. 20
141. Mauro Dell'Amico, R.J.M. Vaessens [1996] "Flow and open shop scheduling on two machines with transportation times and machine-independent processing times in NP-hard, pp. 10
142. M. Dell'Amico, F. Maffioli, A. Sciomechen [1996] "A Lagrangean Heuristic for the Pirze Collecting Travelling Salesman Problem", pp. 14
143. Massimo Baldini [1996] "Inequality Decomposition by Income Source in Italy - 1987 - 1993", pp. 20
144. Graziella Bertocchi [1996] "Trade, Wages, and the Persistence of Underdevelopment" pp. 20
145. Graziella Bertocchi and Fabio Canova [1996] "Did Colonization matter for Growth? An Empirical Exploration into the Historical Causes of Africa's Underdevelopment" pp. 32
146. Paola Bertolini [1996] "La modernization de l'agriculture italienne et le cas de l'Emilie Romagne" pp. 20
147. Enrico Giovannetti [1996] "Organisation industrielle et développement local: le cas de l'agroindustrie in Emilie Romagne" pp. 18
148. Maria Elena Bontempi e Roberto Golinelli [1996] "Le determinanti del leverage delle imprese: una applicazione empirica ai settori industriali dell'economia italiana" pp. 31
149. Paola Bertolini [1996] "L'agriculture et la politique agricole italienne face aux recents scenarios", pp. 20
150. Enrico Giovannetti [1996] "Il grado di utilizzo della capacità produttiva come misura dei costi di transazione: una rilettura di "Nature of the Firm" di R. Coase", pp. 75
151. Enrico Giovannetti [1996] "Il I° ciclo del Diploma Universitario Economia e Amministrazione delle Imprese", pp. 25
152. Paola Bertolini, Enrico Giovannetti, Giulia Santacaterina [1996] "Il Settore del Verde Pubblico. Analisi della domanda e valutazione economica dei benefici", pp. 35
153. Giovanni Solinas [1996] "Sistemi produttivi del Centro-Nord e del Mezzogiorno. L'industria delle calzature", pp. 55
154. Tindara Addabbo [1996] "Married Women's Labour Supply in Italy in a Regional Perspective", pp. 85
155. Paolo Silvestri, Giuseppe Catalano, Cristina Bevilacqua [1996] "Le tasse universitarie e gli interventi per il diritto allo studio: la prima fase di applicazione di una nuova normativa" pp. 159
156. Sebastiano Brusco, Paolo Bertossi, Margherita Russo [1996] "L'industria dei rifiuti urbani in Italia", pp. 25
157. Paolo Silvestri, Giuseppe Catalano [1996] "Le risorse del sistema universitario italiano: finanziamento e governo" pp. 400
158. Carlo Alberto Magni [1996] "Un semplice modello di opzione di differimento e di vendita in ambito discreto", pp. 10
159. Tito Pietra, Paolo Siconolfi [1996] "Fully Revealing Equilibria in Sequential Economies with Asset Markets" pp. 17
160. Tito Pietra, Paolo Siconolfi [1996] "Extrinsic Uncertainty and the Informational Role of Prices" pp. 42
161. Paolo Bertella Farnetti [1996] "Il negro e il rosso. Un precedente non esplorato dell'integrazione afroamericana negli Stati Uniti" pp. 26
162. David Lane [1996] "Is what is good for each best for all? Learning from others in the information contagion model" pp. 18

163. Antonio Ribba [1996] "A note on the equivalence of long-run and short-run identifying restrictions in cointegrated systems" pp. 10
164. Antonio Ribba [1996] "Scomposizioni permanenti-transitorie in sistemi cointegrati con una applicazione a dati italiani" pp. 23
165. Mario Forni, Sergio Paba [1996] "Economic Growth, Social Cohesion and Crime" pp. 20
166. Mario Forni, Lucrezia Reichlin [1996] "Let's get real: a factor analytical approach to disaggregated business cycle dynamics" pp. 25
167. Marcello D'Amato e Barbara Pistoresi [1996] "So many Italies: Statistical Evidence on Regional Cohesion" pp. 31
168. Elena Bonfiglioli, Paolo Bosi, Stefano Toso [1996] "L'equità del contributo straordinario per l'Europa" pp. 20
169. Graziella Bertocchi, Michael Spagat [1996] "Il ruolo dei licei e delle scuole tecnico-professionali tra progresso tecnologico, conflitto sociale e sviluppo economico" pp. 37
170. Gianna Boero, Costanza Torricelli [1997] "The Expectations Hypothesis of the Term Structure of Interest Rates: Evidence for Germany" pp. 15
171. Mario Forni, Lucrezia Reichlin [1997] "National Policies and Local Economies: Europe and the US" pp. 22
172. Carlo Alberto Magni [1997] "La trappola del Roe e la tridimensionalità del Van in un approccio sistemico", pp. 16
173. Mauro Dell'Amico [1997] "A Linear Time Algorithm for Scheduling Outforests with Communication Delays on Two or Three Processor" pp. 18
174. Paolo Bosi [1997] "Aumentare l'età pensionabile fa diminuire la spesa pensionistica? Ancora sulle caratteristiche di lungo periodo della riforma Dini" pp. 13
175. Paolo Bosi e Massimo Matteuzzi [1997] "Nuovi strumenti per l'assistenza sociale" pp. 31
176. Mauro Dell'Amico, Francesco Maffioli e Marco Trubian [1997] "New bounds for optimum traffic assignment in satellite communication" pp. 21
177. Carlo Alberto Magni [1997] "Paradossi, inverosimiglianze e contraddizioni del Van: operazioni certe" pp. 9
178. Barbara Pistoresi e Marcello D'Amato [1997] "Persistence of relative unemployment rates across italian regions" pp. 25
179. Margherita Russo, Franco Cavedoni e Riccardo Pianesani [1997] "Le spese ambientali dei Comuni in provincia di Modena, 1993-1995" pp. 23
180. Gabriele Pastrello [1997] "Time and Equilibrium, Two Elusive Guests in the Keynes-Hawtrey-Robertson Debate in the Thirties" pp. 25
181. Luisa Malaguti e Costanza Torricelli [1997] "The Interaction Between Monetary Policy and the Expectation Hypothesis of the Term Structure of Interest rates in a N-Period Rational Expectation Model" pp. 27
182. Mauro Dell'Amico [1997] "On the Continuous Relaxation of Packing Problems - Technical Note" pp. 8
183. Stefano Bordini [1997] "Prova di Idoneità di Informatica Dispensa Esercizi Excel 5" pp. 49
184. Francesca Bergamini e Stefano Bordini [1997] "Una verifica empirica di un nuovo metodo di selezione ottima di portafoglio" pp. 22
185. Gian Paolo Caselli e Maurizio Battini [1997] "Following the tracks of atkinson and micklewright the changing distribution of income and earnings in poland from 1989 to 1995" pp. 21
186. Mauro Dell'Amico e Francesco Maffioli [1997] "Combining Linear and Non-Linear Objectives in Spanning Tree Problems" pp. 21
187. Gianni Ricci e Vanessa Debbia [1997] "Una soluzione evolutiva in un gioco differenziale di lotta di classe" pp. 14
188. Fabio Canova e Eva Ortega [1997] "Testing Calibrated General Equilibrium Model" pp. 34
189. Fabio Canova [1997] "Does Detrending Matter for the Determination of the Reference Cycle and the Selection of Turning Points?" pp. 35
190. Fabio Canova e Gianni De Nicolò [1997] "The Equity Premium and the Risk Free Rate: A Cross Country, Cross Maturity Examination" pp. 41
191. Fabio Canova e Angel J. Ubide [1997] "International Business Cycles, Financial Market and Household Production" pp. 32
192. Fabio Canova e Gianni De Nicolò [1997] "Stock Returns, Term Structure, Inflation and Real Activity: An International Perspective" pp. 33
193. Fabio Canova e Morten Ravn [1997] "The Macroeconomic Effects of German Unification: Real Adjustments and the Welfare State" pp. 34
194. Fabio Canova [1997] "Detrending and Business Cycle Facts" pp. 40
195. Fabio Canova e Morten O. Ravn [1997] "Crossing the Rio Grande: Migrations, Business Cycle and the Welfare State" pp. 37
196. Fabio Canova e Jane Marnann [1997] "Sources and Propagation of International Output Cycles: Common Shocks or Transmission?" pp. 41
197. Fabio Canova e Albert Marcet [1997] "The Poor Stay Poor: Non-Convergence Across Countries and Regions" pp. 44
198. Carlo Alberto Magni [1997] "Un Criterio Strutturalista per la Valutazione di Investimenti" pp. 17
199. Stefano Bordini [1997] "Elaborazione Automatica dei Dati" pp. 60
200. Paolo Bertella Farnetti [1997] "The United States and the Origins of European Integration" pp. 19
201. Paolo Bosi [1997] "Sul Controllo Dinamico di un Sistema Pensionistico a Ripartizione di Tipo Contributivo" pp. 17
202. Paola Bertolini [1997] "European Union Agricultural Policy: Problems and Perspectives" pp. 18
203. Stefano Bordini [1997] "Supporti Informatici per la Ricerca delle soluzioni di Problemi Decisionali" pp. 30
204. Carlo Alberto Magni [1997] "Paradossi, Inverosimiglianze e Contraddizioni del Van: Operazioni Aleatorie" pp. 10
205. Carlo Alberto Magni [1997] "Tir, Roe e Van: Distorsioni linguistiche e Cognitive nella Valutazione degli Investimenti" pp. 17
206. Gisella Facchinetti, Roberto Ghiselli Ricci e Silvia Muzzioli [1997] "New Methods For Ranking Triangular Fuzzy Numbers: An Investment Choice" pp. 9
207. Mauro Dell'Amico e Silvano Martello [1997] "Reduction of the Three-Partition Problem" pp. 16
208. Carlo Alberto Magni [1997] "IRR, ROE and NPV: a Systemic Approach" pp. 20
209. Mauro Dell'Amico, Andrea Lodi e Francesco Maffioli [1997] "Solution of the cumulative assignment problem with a well-structured tabu search method" pp. 25
210. Carlo Alberto Magni [1997] "La definizione di investimento e criterio del Tir ovvero: la realtà inventata" pp. 16
211. Carlo Alberto Magni [1997] "Critica alla definizione classica di investimento: un approccio sistemico" pp. 17
212. Alberto Roverato [1997] "Asymptotic prior to posterior analysis for graphical gaussian models" pp. 8
213. Tindara Addabbo [1997] "Povertà nel 1995 analisi statica e dinamica sui redditi familiari" pp. 64
214. Gian Paolo Caselli e Franca Manghi [1997] "La transizione da piano a mercato e il modello di Ising" pp. 15
215. Tindara Addabbo [1998] "Lavoro non pagato e reddito esteso: un'applicazione alle famiglie italiane in cui entrambi i coniugi sono lavoratori dipendenti" pp. 54

216. Tindara Addabbo [1998] "Probabilità di occupazione e aspettative individuali" pp 36
217. Lara Magnani [1998] "Transazioni, contratti e organizzazioni: una chiave di lettura della teoria economica dell'organizzazione" pp 39
218. Michele Lalla, Rosella Molinari e Maria Grazia Modena [1998] "La progressione delle carriere: i percorsi in cardiologia" pp 46
219. Lara Magnani [1998] "L'organizzazione delle transazioni di subfornitura nel distretto industriale" pp 40
220. Antonio Ribba [1998] "Recursive VAR orderings and identification of permanent and transitory shocks" pp 12
221. Antonio Ribba [1998] "Granger-causality and exogeneity in cointegrated Var models" pp 5
222. Luigi Brighi e Marcello D'Amato [1998] "Optimal Procurement in Multiproduct Monopoly" pp 25
223. Paolo Bosi, Maria Cecilia Guerra e Paolo Silvestri [1998] "La spesa sociale nel comune Modena" Rapporto intermedio pp 37
224. Mario Forni e Marco Lippi [1998] "On the Microfoundations of Dynamic Macroeconomics" pp 22
225. Roberto Ghiselli Ricci [1998] "Nuove Proposte di Ordinamento di Numeri Fuzzy. Una Applicazione ad un Problema di Finanziamento" pp 7
226. Tommaso Minerva [1998] "Internet Domande e Risposte" pp 183
227. Tommaso Minerva [1998] "Elementi di Statistica Computazione Parte Prima: Il Sistema Operativo Unix ed il Linguaggio C" pp 57
228. Tommaso Minerva and Irene Poli [1998] "A Genetic Algorithms Selection Method for Predictive Neural Nets and Linear Models" pp. 60
229. Tommaso Minerva and Irene Poli [1998] "Building an ARMA Model by using a Genetic Algorithm" pp. 60
230. Mauro Dell'Amico e Paolo Toth [1998] "Algorithms and Codes for Dense Assignment Problems: the State of the Art" pp 35
231. Ennio Cavazzuti e Nicoletta Pacchiarotti [1998] "How to play an hotelling game in a square town" pp 12
232. Alberto Roverato e Irene Poli [1998] "Un algoritmo genetico per la selezione di modelli grafici" pp 11
233. Marcello D'Amato e Barbara Pistoresi [1998] "Delegation of Monetary Policy to a Central Banker with Private Information" pp 15
234. Graziella Bertocchi e Michael Spagat [1998] "The Evolution of Modern Educational Systems: Technical vs. General Education, Distributional Conflict, and Growth" pp 31
235. André Dumas [1998] "Le systeme monetaire Europeen" pp 24
236. Gianna Boero, Gianluca Di Lorenzo e Costanza Torricelli [1998] "The influence of short rate predictability and monetary policy on tests of the expectations hypothesis: some comparative evidence" pp 30
237. Carlo Alberto Magni [1998] "A systemic rule for investment decisions: generalizations of the traditional DCF criteria and new conceptions" pp 30
238. Marcello D'Amato e Barbara Pistoresi [1998] "Interest Rate Spreads Between Italy and Germany: 1995-1997" pp 16
239. Paola Bertolini e Alberto Bertacchini [1998] "Il distretto di lavorazioni carni suine in provincia di Modena" pp 29
240. Costanza Torricelli e Gianluca Di Lorenzo [1998] "Una nota sui fondamenti matematico-finanziari della teoria delle aspettative della struttura della scadenza" pp 15
241. Christophe Croux, Mario Forni e Lucrezia Reichlin [1998] "A Measure of Comovement for Economic Indicators: Theory and Empirics" pp 23
242. Carlo Alberto Magni [1998] "Note sparse sul dilemma del prigioniero (e non solo) pp 13.
243. Gian Paolo Caselli [1998] The future of mass consumption society in the former planned economies: a macro approach pp 21
244. Mario Forni, Marc Hallin, Marco Lippi e Lucrezia Reichlin [1998] "The generalized dynamic factor model: identification and estimation" pp 35.
245. Carlo Alberto Magni [1998] "Pictures, language and research: the case of finance and financial mathematics" pp 35
246. Luigi Brighi [1998] "Demand and generalized monotonicity" pp 21.
247. Mario Forni e Lucrezia Reichlin [1998] "Risk and potential insurance in Europe" pp 20.
248. Tommaso Minerva, Sandra Paterlini e Irene Poli [1998] "A Genetic Algorithm for predictive Neural Network Design (GANND). A Financial Application" pp 12
249. Gian Paolo Caselli Maurizio Battini [1998] "The Changing Distribution of Earnings in Poland from 1989 to 1996" pp. 9
250. Mario Forni, Sergio Paba [1998] "Industrial Districts, Social Environment and Local Growth" Evidence from Italy pp. 27
251. Lara Magnani [1998] "Un'analisi del distretto industriale fondata sulla moderna teoria economica dell'organizzazione" pp 46
252. Mario Forni, Lucrezia Reichlin [1998] "Federal Policies and Local Economies: Europe and the US" pp. 24
253. Luigi Brighi [1998] "A Case of Optimal Regulation with Multidimensional Private Information" pp 20.
254. Barbara Pistoresi, Stefania Luppi [1998] "Gli investimenti diretti esteri nell'America Latina e nel Sud Est Asiatico: 1982-1995" pp 27
255. Paola Mengoli, Margherita Russo [1998] "Technical and Vocational Education and Training in Italy: Structure and Changes at National and Regional Level" pp 25.
256. Tindara Addabbo [1998] "On-the-Job Search a Microeconomic Analysis on Italian Data" pp. 29
257. Lorenzo Bertucelli [1999] "Il paternalismo industriale: una discussione storiografica" pp.21.
258. Mario Forni e Marco Lippi [1999] "The generalized dynamic factor model: representation theory" pp. 25.
259. Andrea Ginzburg e Annamaria Simonazzi [1999] "Foreign debt cycles and the "Gibson Paradox": an interpretative hypothesis" pp 38
260. Paolo Bosi [1999] "La riforma della spesa per assistenza dalla Commissione Onofri ad oggi: una valutazione in corso d'opera" pp. 56.
261. Marcello D'Amato e Barbara Pistoresi [1999] "Go and soothe the row. Delegation of monetary policy under private information" pp. 23.
262. Michele Lalla [1999] "Sampling, Maintenance, and Weighting Schemes for Longitudinal Surveys: a Case Study of the Textile and Clothing Industry" pp. 27.
263. Federzoli Chiara e Torricelli Costanza [1999] "Una rassegna sui metodi di stima del Value at Risk (Var)".
264. Paolo Bosi, Maria Cecilia Guerra e Paolo Silvestri [1999] "La spesa sociale di Modena La valutazione della condizione economica" pp 74.
265. Graziella Bertocchi e Michael Spagat [1999] "The Politics Co-optation" pp 14.
266. Giovanni Bonifati [1999] "The Capacity to Generate Investment. An analysis of the long-term determinants of investment" pp.22.
267. Tindara Addabbo e Antonella Caiumi [1999] "Extended Income and Inequality by Gender in Italy" pp. 40.
268. Antonella Caiumi e Federico Perali [1999] "Children and Intrahousehold Distribution of Resources: An Estimate of the Sharing Rule of Italian Households" pp.24
269. Vincenzo Atella, Antonella Caiumi e Federico Perali [1999] "Una scala di equivalenza non vale l'altra" pp.23

- 270 Tito Pietra e Paolo Siconolfi [1999] "Volume of Trade and Revelation of Information" pp. 33.
- 271 Antonella Picchio [1999] "La questione del lavoro non pagato nella produzione di servizi nel nucleo domestico (Household)" pp.58
- 272 Margherita Russo [1999] "Complementary Innovations and Generative Relationships in a Small Business Production System: the Case of Kervit" pp.27
- 273 André Dumas [1999] "L'Economie de la drouge" pp. 12.
- 274 André Dumas [1999] "L'Euro à l'heure actuelle" pp. 12.
- 275 Michele Lalla Gisella Facchinetti [1999] "La valutazione dell'attività didattica: un confronto tra scale di misura e insiemi sfocati" pp.32.
- 276 Mario Biagioli [1999] "Formazione e valorizzazione del capitale umano. un'indagine sui paesi dell'Unione Europea" pp.21.
- 277 Mario Biagioli [1999] "Disoccupazione, formazione del capitale umano e determinazione dei salari individuali: un'indagine su microdati nei paesi dell'Unione Europea" pp.15.
- 278 Gian Paolo Caselli Giulia Bruni [1999] Il settore petrolifero russo, il petrolio del Mar Caspio e gli interessi geopolitici nell'area" pp. 28.
- 279 Luca Gambetti [1999] "The Real Effect of Monetary Policy: a New Var Identification Procedure" pp.22.
- 280 Marcello D'Amato Barbara Pistoresi [1999] "Assessing Potential Targets for Labour Market Reforms in Italy" pp. 8.
- 281 Gian Paolo Caselli Giulia Bruni e Francesco Pattarin [1999] "Gaddy and Ickes Model of Russian Barter Economy: Some Criticisms and Considerations" pp.10
- 282 Silvia Muzzioli Costanza Torricelli [1999] "A Model for Pricing an Option with a Fuzzy Payoff" pp. 13
- 283 Antonella Caiumi Federico Perali [1999] "Povertà e Welfare in Italia in Relazione alla Scelta della Scala di Equivalenza" pp.25.
- 284 Marcello Galli Tommaso Minerva [1999] "Algoritmi Genetici per l'Evoluzione di Modelli Lineari *Metodologia ad Applicazioni*" pp.36.
- 285 Mario Fomi Sergio Paba [1999] "Knowledge Spillovers and the Growth of Local Industries" pp. 20
- 286 Gisella Facchinetti Giovanni Mastroleo [1999] "Un confronto tra uno score card ed un approccio fuzzy per la concessione del credito personale" pp.27
- 287 Gisella Facchinetti Giovanni Mastroleo e Sergio Paba [1999] "A Statistical and Fuzzy Algorithm for the Identification of Industrial Districts" pp.6.
- 288 Tommaso Minerva [1999] "Didattica e Informatica. *Una indagine Statistica relativa alla Provincia di Modena sul rapporto tra Insegnanti e Nuove Tecnologie*" pp. 46.
- 289 Andrea Ginzburg [1999] "Sraffa e l'analisi sociale: alcune note metodologiche" pp. 37
- 290 Consolato Pellegrino Carla Fiori [1999] "Piani Formalmente Euclidi" pp. 11.
- 291 Nicolina A. Malara, Maria Teresa Brandoli e Carla Fiori [1999] "Comportamenti di Studenti in Ingresso all'Università di Fronte allo Studio di Disequazioni" pp. 15.
- 292 Consolato Pellegrino Maria Teresa Brandoli [1999] "Il Principio D'Induzione Euristica-Mente Parlando" pp. 11.
- 293 Paolo Bertella Fametti [1999] "Winston Churchill e l'unità europea" pp. 25.
- 294 Tindara Addabbo Massimo Baldini [1999] "Safety net and poverty dynamics in Italy in the early nineties" pp. 23.
- 295 Margherita Russo [2000] "Innovation Dynamics and Industrial Dynamics in a Local Production System. Changes in the Agents/Artifacts Space in Tile Decoration: from Silk Screen to Laser Engraved Silicon Cylinder" pp.45.
- 296 Gianluca Masci e Margherita Russo [2000] "L'attività brevettale nel distretto ceramico, 1971-1998" pp.40.
- 297 Paola Mengoli e Margherita Russo [2000] "Competenze, innovazione e sviluppo locale" pp.31.
- 298 Gian Paolo Caselli e Tommaso Minerva [2000] "The Transito Process in Russia and China and the Ising Model" pp.30
- 299 Gisella Facchinetti, Giovanni Mastroleo e Sergio Paba [2000] "A Fuzzy Approach to the Empirical Identification of Industrial Districts" pp.7
- 300 Tommaso Minerva Irene Poli e Sebastiano Brusco [2000] "A Cellular Automaton as a Model to Study the Dynamics of an Industrial District" pp.30.