



**CONSOB**  
COMMISSIONE NAZIONALE  
PER LE SOCIETÀ E LA BORSA

QUADERNI  
DI  
FINANZA

STUDI E RICERCHE

---

OPZIONI SUL MIB30:  
PROPRIETÀ FONDAMENTALI, *VOLATILITY*  
*TRADING* E EFFICIENZA DEL MERCATO

*L. CAVALLO, P. MAMMOLA, D. SABATINI*

---

N. 34 - GIUGNO 1999

I *Quaderni di Finanza* hanno lo scopo di promuovere la diffusione dell'informazione e della riflessione economica sui temi relativi ai mercati mobiliari ed alla loro regolamentazione.

Nella collana «Studi e Ricerche» vengono pubblicati i lavori di ricerca prodotti o promossi dalla Consob; nella collana «Documenti» trovano spazio gli interventi istituzionali e gli atti di convegni.

Comitato di Redazione: Marcello Bianchi, Carmine Di Noia, Alfredo Macchiati, Aldo Magnoni, Giovanni Siciliano.

La cura editoriale di questo numero è di Grazia Galli.

OPZIONI SUL MIB30: PROPRIETÀ FONDAMENTALI, *VOLATILITY TRADING*  
E EFFICIENZA DEL MERCATO<sup>(\*)</sup>

L. Cavallo<sup>(\*\*)</sup>, P. Mammola<sup>(\*\*\*)</sup>, D. Sabatini<sup>(\*\*\*\*)</sup>

SINTESI

L'obiettivo del lavoro è quello di verificare l'efficienza del mercato delle opzioni su indice Mib30 (MibO30), recentemente introdotto nel mercato italiano dei derivati (IDEM). Ai fini della presente analisi, il mercato è considerato efficiente se non presenta opportunità di realizzare profitti privi di rischio. Alcuni modelli standard della letteratura sulle opzioni, utilizzati nell'analisi empirica, sono stati opportunamente adattati o estesi per tenere conto di alcune peculiarità del mercato considerato.

In primo luogo sono stati applicati i noti test sulle *lower boundary* e *put-call parity conditions*. I modelli esistenti sono stati estesi per tenere conto non solo dello *spread* sulle opzioni e sul sottostante e delle commissioni di trading, ma anche dei costi dovuti alla vendita allo scoperto del sottostante e delle operazioni di prestito titoli relative. Questi test sembrano sostenere l'ipotesi di efficienza del mercato, considerato che non sono state riscontrate violazioni significative delle *lower boundary conditions*, e che le violazioni della *put-call parity* diventano non significative quando nell'analisi vengono considerati tutti i costi di transazione. Inoltre, in contrasto con precedenti studi effettuati su altri mercati, il numero delle deviazioni ottenute effettuando una strategia di *short-hedge* sul sottostante non è superiore a quello risultante da una strategia di *long-hedge*. Questo risultato rafforza l'ipotesi di efficienza del mercato, mostrando come i *market maker* abbiano già incorporato nello *spread* il maggiore costo di una vendita allo

---

(\*) Si ringraziano M. Bagella, E. Barone, D. Chance, A. Cybo Ottone, P. De Santis, C. Di Noia, F. Fornari, A. Mastroeni, W. Perraudin, C. Salini e un anonimo referee per gli utili suggerimenti e le indicazioni fornite. Qualunque errore o imprecisione è interamente attribuibile alla responsabilità degli autori. Le opinioni espresse da P. Mammola e D. Sabatini per le parti del presente lavoro a loro attribuibili sono personali e non rappresentano la posizione della Citibank o della Consob.

Ancorché il presente lavoro sia frutto dello sforzo congiunto degli autori, i capitoli 4 e 5 sono attribuibili a P. Mammola, i capitoli 1 e 3 a L. Cavallo (le parti attribuite a L. Cavallo sono estratte da un capitolo della sua tesi di dottorato, v. Cavallo 1998) e il capitolo 2 a D. Sabatini. I dati utilizzati sono stati estratti dalla base dati della Consob. I programmi relativi ai test effettuati sono stati realizzati in "Gauss" da L. Cavallo e sono disponibili su richiesta.

(\*\*) Università di Roma Tor Vergata, Dipartimento di Economia e Istituzioni; e-mail: cavallo@economia.UniRoma2.it.

(\*\*\*) Citibank N.A., Milano; e-mail: paolo.mammola@citicorp.com.

(\*\*\*\*) Consob, Divisione Mercati, Ufficio Funzionamento e Controllo Mercati Derivati; e-mail: d.sabatini@usa.com.

scoperto, o abbiano preferito utilizzare il *future* sull'indice per evitare i costi della vendita allo scoperto del paniere dei titoli che replica l'indice.

Nella seconda parte del lavoro l'efficienza del mercato viene esaminata simulando *ex post* una strategia di "*volatility trading*" sulle opzioni *call* su indice Mib30. Questa strategia consiste nel comprare l'opzione quando le aspettative prevedono un rialzo della volatilità del titolo sottostante e venderla nel caso opposto. Se il prezzo teorico di Black e Scholes calcolato in base alla volatilità stimata è diverso dal prezzo effettivo dell'opzione, esiste un segnale *ex ante* della possibilità di realizzare extra profitti, comprando l'opzione "sottovalutata" dal mercato e vendendo quella "sottovalutata". Tuttavia il *mispricing* può essere in parte spiegato dalla non validità di alcune delle assunzioni sottostanti il modello teorico utilizzato. La strategia dinamica simulata, sfrutta l'informazione iniziale data dal *mispricing* ma permette, grazie al riequilibrio giornaliero della posizione iniziale, di superare alcune limitazioni del modello di Black e Scholes e in particolare di tenere conto dei costi di transazione e delle effettive caratteristiche distributive del titolo sottostante l'opzione. Anche la strategia ipotizzata non permette di realizzare sistematicamente profitti privi di rischio, confermando l'ipotesi che il mercato sia efficiente.

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	<i>Pag.</i>	7
2.	LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL CONTRATTO E LA REGOLAMENTAZIONE DEL MERCATO.....	»	8
3.	ALCUNI TEST PER VERIFICARE L'EFFICIENZA DEL MERCATO.....	»	11
3.1	INTRODUZIONE.....	»	11
3.2	DATI.....	»	12
3.3	TEST DELLA <i>LOWER BOUNDARY CONDITION</i> .....	»	14
3.4	TEST DELLA <i>PUT-CALL PARITY</i> .....	»	19
4.	<i>VOLATILITY TRADING</i> E EFFICIENZA DEL MERCATO.....	»	27
4.1	INTRODUZIONE.....	»	27
4.2	VERIFICA DELLE OPPORTUNITÀ DI ARBITRAGGIO.....	»	30
4.3	RISULTATI.....	»	33
5.	CONCLUSIONI.....	»	35



## 1. INTRODUZIONE

Scopo del presente lavoro è quello di testare l'efficienza del mercato delle opzioni sull'indice di Borsa Mib30. Il contratto in questione (cosiddetto MibO30) è stato introdotto nel mercato italiano dei derivati (Idem) nel novembre del 1995.

L'efficienza dei mercati delle opzioni viene generalmente misurata facendo riferimento a un modello teorico di *pricing* delle opzioni, adatto a rappresentare le caratteristiche del mercato che si vuole analizzare. Uno dei modelli più noti e ancora oggi più utilizzati per valutare contratti di opzione di tipo europeo, come il MibO30, è quello di Black e Scholes (1972)<sup>(1)</sup>. Tuttavia la letteratura empirica sull'argomento sottolinea il fatto che ogni test sui prezzi delle opzioni che si basa su un modello teorico di riferimento in realtà analizza congiuntamente due ipotesi: a) che il modello sia valido; b) che i mercati siano efficienti. Infatti molte delle assunzioni implicite in questi modelli (assenza di frizioni, normalità dei rendimenti, costante varianza del sottostante) non sono in genere realistiche. In questo caso, eventuali deviazioni dei prezzi di mercato da quelli teorici potrebbero dipendere dalla non corretta specificazione del modello piuttosto che dall'inefficienza del mercato. Poiché non è generalmente possibile separare le due ipotesi, la letteratura affronta il problema assumendone una come valida. Nel nostro lavoro si è cercato di superare il problema dividendo l'analisi empirica in due parti. Nella prima parte i test condotti, ossia la verifica della *put-call parity* e della *lower boundary condition*, hanno il vantaggio di prescindere da uno specifico modello teorico di riferimento, e quindi da ipotesi distributive sul titolo sottostante l'opzione e dalla sua volatilità. Inoltre è relativamente agevole tenere conto per questi test di alcune frizioni del mercato come i costi di transazione, che sono quindi stati inclusi nella verifica empirica sia per la parte relativa alle commissioni fisse, che per la parte costituita dallo *spread bid/ask*. Il campione di dati infragiornalieri utilizzato comprende, infatti, oltre al prezzo dell'ultimo contratto stipulato nell'intervallo di tempo, anche le quotazioni *bid* e *Ask* proposte dai *market makers*. Nella seconda parte dell'analisi empirica, il modello di Black e Scholes viene utilizzato solo per evidenziare il *mispricing* che dà inizio alla strategia. L'*hedging* nel discreto, impostato secondo il criterio suggerito da Black e Scholes, viene effettuato facendo variare nel tempo i parametri della distribuzione dei rendimenti del sottostante e incorporando tutti i costi derivanti dall'assumere posizioni sul mercato dell'opzione e dell'indice sottostante. In questo modo è possibile superare le assunzioni più restrittive del modello.

Il lavoro contribuisce ad estendere la letteratura esistente sotto diversi profili.

In primo luogo, analizzando un mercato emergente e ancora inesplorato. Fondamentalmente, gli studi empirici sul mercato delle opzioni si concentrano sul Chicago Board

---

(1) *Per una sintetica e chiara illustrazione dei modelli di pricing utilizzabili per la valutazione delle opzioni su indice e dei problemi posti dalla circostanza che l'opzione sia scritta su indice "cash" o "future" e dal tipo di facoltà (europea o americana) si può far riferimento al testo di Hull (1993).*

of Trade e sul LIFFE, e in minor misura su altri mercati. Per quanto riguarda il mercato italiano, al momento della conclusione del presente lavoro e per quanto di nostra conoscenza, non esistono studi che riguardano il mercato delle opzioni su indice azionario o su azioni<sup>(2)</sup>.

In secondo luogo, le ricerche empiriche del presente lavoro sono state condotte utilizzando un set informativo di elevata qualità e difficile reperibilità, tale da garantire un livello di precisione e sincronia nelle rilevazioni difficilmente riscontrabile sui dati utilizzati in altri studi.

In terzo luogo, nei test che analizzano le proprietà fondamentali delle opzioni vengono incorporate alcune ipotesi non considerate in precedenti studi e che permettono di modificare in parte le conclusioni alle quali tali studi pervengono.

Infine, come si è detto, i test effettuati permettono di verificare l'efficienza del mercato delle opzioni superando i limiti dovuti all'utilizzo di un modello di *pricing* di riferimento.

La struttura del lavoro è la seguente. Nel paragrafo 2 sono esaminate le caratteristiche del contratto e spiegate le scelte regolamentari che sottostanno alle relative contrattazioni nell'ambito del mercato italiano dei derivati (*Idem*).

Nel paragrafo 4 è contenuta la prima analisi delle evidenze empiriche del mercato del MibO30 con riferimento a test di efficienza che prescindono da ipotesi distributive sui rendimenti dell'indice sottostante. I test si basano sulla verifica delle proprietà fondamentali delle opzioni, ovvero le condizioni di *lower boundary* e di *put-call parity*.

Nel paragrafo 5 viene implementata una strategia di trading in volatilità che, testando l'effettiva possibilità di realizzare extra rendimenti, permette di verificare l'efficienza del mercato delle opzioni MibO30 prescindendo da alcune delle assunzioni alla base del modello di Black & Scholes.

## 2. LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL CONTRATTO E LA REGOLAMENTAZIONE DEL MERCATO

L'*Idem*, il mercato italiano dei derivati, nasce alla fine del 1994 con l'intento di fornire alla borsa italiana un importante segmento di complemento al mercato azionario: quello dei prodotti derivati su azioni e su indici azionari.

Il 28 novembre 1994 la Consob ha autorizzato le negoziazioni del primo contratto *future* su indice azionario in Italia, denominato Fib30. Quale indice sottostante è stato scelto il Mib30,

---

(2) *Barone e Cuoco (1989, 1991) analizzano il mercato dei contratti a premio su azioni. Il mercato a premi è un mercato molto simile a quello delle opzioni; questo mercato ha convissuto con il mercato delle opzioni nel primo periodo della sua istituzione, per essere poi sostituito da quest'ultimo.*



che rappresenta i trenta titoli azionari a maggiore capitalizzazione e liquidità dell'intero listino azionario. Tale indice si è dimostrato un buon indicatore dell'andamento del mercato italiano: la sua correlazione con l'indice generale di mercato è del 99 per cento e le azioni in esso contenute rappresentano il 72 per cento della capitalizzazione totale di mercato e circa il 75 per cento dei volumi trattati.

Un anno dopo, il 15 novembre 1996, è stato affiancato al Fib30 un contratto di opzione sullo stesso indice, il MibO30 e, al fine di completare la gamma di strumenti offerti agli investitori, il 19 febbraio 1996 sono state inaugurate le negoziazioni di un contratto di opzione su singoli titoli, denominato Iso $\alpha$ .

In sede di definizione delle caratteristiche del contratto di opzione MibO30 da parte della Consob, particolare importanza è stata data alla corretta scelta dell'attività sottostante e delle modalità di esercizio dell'opzione stessa, al fine di disegnare un contratto che avesse caratteristiche ritenute idonee a soddisfare le esigenze dei potenziali utilizzatori e, per tale via, di assicurare il successo del contratto stesso.

Con riferimento alla scelta dell'attività sottostante, le alternative prospettate hanno riguardato, da un lato, l'opzione su indice di borsa e, dall'altro, l'opzione su *future* su indice di borsa (Fib30). La prima tipologia di opzione è stata preferita alla seconda in considerazione dell'utilizzo del contratto da parte di investitori istituzionali con finalità di *hedging*, cioè di immunizzazione di portafogli azionari da parte di fondi comuni di investimento, società assicurative, società industriali ed, in generale, di investitori non *retail*. Un contratto di opzione su un indice fortemente rappresentativo del listino azionario, quale l'indice Mib30, consente difatti agli investitori di operare strategie di copertura dei propri portafogli azionari con la massima efficacia e senza il rischio, che altrimenti un'opzione sul *future* comporterebbe, di un disallineamento del prezzo *future* rispetto a quello a pronti, il cosiddetto rischio base<sup>(3)</sup>.

Il MibO30 è dunque un contratto di opzione *call* e *put* su indice azionario di tipo europeo. Lo schema contrattuale adottato non si discosta di molto da quello in uso sui mercati derivati internazionali. Il contratto è quotato in punti indice, ciascuno pari ad un valore nominale di 10.000 lire, con uno scostamento minimo dei prezzi dell'opzione di un punto indice. Lo scostamento tra gli strike price è invece pari a 500 punti indice e sono negoziati giornalmente almeno il prezzo di esercizio "*at-the-money*", due prezzi "*in-the-money*" e due "*out-of-the-*

---

(3) La base è definita come:

*base* = prezzo spot dell'asset su cui bisogna costruire la copertura - presso *future* del contratto usato.

Utilizzando le comuni notazioni e indicando con  $b_t$  il valore della base al tempo  $t$  otteniamo:  $b_t = S_t - F_t$ . Se un operatore intende vendere l'asset al tempo  $T > t$  e apre una posizione corta in futures al tempo  $t$ , realizzerà  $S_T$  dalla vendita dell'asset e dalla posizione in futures  $F_t - F_T$ . Il prezzo effettivo ottenuto dall'asset grazie alla copertura sarà:  $S_T + F_t - F_T = F_t + b_T$ .

L'incertezza relativa a  $b_T$  è il rischio di base. Nel caso di una copertura corta la posizione migliora se la base aumenta inaspettatamente e peggiora se la base si riduce. L'inverso avverrà nel caso di una copertura lunga.

*money*”, per un totale di cinque prezzi. Il prezzo di esercizio centrale è determinato giornalmente sulla base dell’ultimo valore (o *last price*) dell’indice Mib30, rilevato nella seduta precedente.

Sono quotate in ogni seduta le tre scadenze più vicine del ciclo trimestrale (marzo, giugno, settembre e dicembre) e le tre scadenze mensili più vicine, per un totale di cinque scadenze complessive (una trimestrale coincide sempre con una mensile). Il contratto è negoziato in ciascuna seduta dalle ore 9,25 alle ore 17,25. L’ultimo giorno di negoziazione è fissato al terzo venerdì del mese di scadenza, e ove questo fosse un giorno di borsa chiusa, il giorno precedente. L’orario di scadenza, ed il limite massimo per l’esercizio dell’opzione, è fissato alle ore 10,00 della stessa seduta.

Il prezzo di *settlement* è pari al valore dell’indice Mib30 calcolato sulla base dei prezzi di apertura dei trenta titoli azionari che lo compongono, rilevato alle ore 10,00 del giorno di scadenza. L’opzione prevede un *cash settlement* sulla base della differenza tra il prezzo di esercizio ed il prezzo di liquidazione così determinato. La convergenza del prezzo di *settlement* al prezzo di apertura sottostante e la liquidazione di un differenziale in denaro, caratteristiche peraltro già adottate per il contratto Fib30, consentono una più efficiente chiusura a scadenza delle posizioni di arbitraggio con il mercato *cash* e con il contratto *future*, con positivi effetti sulla liquidità del mercato stesso.

Il sistema dei margini dovuti alla Clearing House segue la tipologia *stock style*: il compratore dell’opzione versa il giorno successivo a quello di conclusione del contratto un margine pari all’intero importo del premio. Tale modalità è stata preferita rispetto a quella *future style*, secondo la quale il margine è pari ad una frazione del valore del premio così determinando un considerevole effetto leva, vista la tipologia di pubblico al quali l’opzione su indice si orienta: non solo soggetti ad elevata capitalizzazione ma anche intermediari ed investitori con un grado di patrimonializzazione inferiore. Il venditore, per contro, è tenuto al versamento di un margine iniziale commisurato al controvalore dell’opzione ed alla relativa posizione di rischio assunta, nonché ad un margine di variazione giornaliera.

Le negoziazioni sono organizzate in un’unica fase di contrattazione continua, nella quale la conclusione dei contratti avviene attraverso l’abbinamento, secondo un criterio di prezzo e di priorità temporale, delle proposte presenti sul *book* di negoziazione. Il mercato si caratterizza per una struttura di tipo misto tra un mercato *order driven* e *quote driven*: le quotazioni esposte dai *market makers* sono, infatti, in diretta competizione con gli ordini immessi dagli altri partecipanti al mercato, che agiscono in qualità di *broker* e *dealer*, senza alcuna priorità nella conclusione dei contratti.

Gli operatori *market maker* assumono l’obbligo di esporre, in via continuativa dalle ore 10,00 alle ore 17,00 di ciascuna seduta di negoziazione, quotazioni in acquisto e in vendita per almeno 10 contratti di opzione sui cinque prezzi di esercizio centrali sulla scadenza corrente e sulle due successive. Sono inoltre tenuti a rispettare un limite massimo del *bid-ask spread*, fissato come differenziale tra la quotazione in vendita e quella in acquisto, espresso in termini di punti percentuali di volatilità implicita ai prezzi quotati. Tale *spread* è differenziato sulla base delle scadenze quotate e del valore del coefficiente delta dell’opzione stessa, così che gli obblighi di

quotazione siano meno stringenti sulle scadenze più lontane e sulle opzioni con prezzo di esercizio più lontano da quello centrale.

La scelta di imporre obblighi di quotazione più stringenti rispetto a quelli previsti per il contratto Fib30, sul quale gli operatori *market maker* non hanno vincoli di *spread*, nasce dall'esigenza di fornire una maggiore liquidità indotta da una maggiore presenza dei *market makers* sul contratto di opzione. L'opzione, difatti, essendo caratterizzata da un'asimmetria del profilo rischio-rendimento del venditore, che assume un obbligo, rispetto a quello del compratore, che ha di converso una facoltà, è generalmente caratterizzata da una potenziale maggiore difficoltà di incontro tra domanda ed offerta.

### 3. ALCUNI TEST PER VERIFICARE L'EFFICIENZA DEL MERCATO

#### 3.1 INTRODUZIONE

In questa sezione abbiamo effettuato sul mercato delle opzioni sull'indice Mib30, alcuni test noti nella letteratura sulle opzioni, volti a verificare l'efficienza del mercato e l'assenza di possibilità di arbitraggio. I primi due test, quello sulla *lower boundary condition* e la *put-call parity*, prescindono come si è detto da ipotesi distributive sul sottostante e quindi dalla volatilità dello stesso. Vengono dunque meno le problematiche relative all'utilizzo di modelli basati sull'assunzione di normalità dei rendimenti del titolo sottostante l'opzione per rendimenti che presentano nella realtà una distribuzione non normale, e le problematiche relative alla stima della volatilità. Tuttavia permangono le problematiche relative:

- a) alla presenza di frizioni nel mercato, in particolare i costi di transazione;
- b) agli errori di misura dovuti alla non perfetta sincronizzazione tra il mercato delle opzioni e quello dei titoli sottostanti, o al problema che i prezzi *bid* e *ask* sono prezzi quotati e non è detto che corrispondano ai prezzi ai quali le negoziazioni sono state effettivamente concluse<sup>(4)</sup>;
- c) alla difficoltà di individuare i prezzi ai quali sarà possibile effettivamente implementare la strategia basata sui *mispricing* evidenziati.

Queste problematiche sono state affrontate e in parte superate nell'analisi che segue. Con riferimento al punto a), si precisa che le condizioni di *lower boundary* e di *put-call parity* vengono derivate simulando strategie di arbitraggio. Esse dovranno tenere quindi conto di tutti i costi di

---

(4) La letteratura suggerisce come le violazioni dalle proprietà fondamentali delle opzioni siano generalmente inferiori ai costi di transazione e possano essere attribuite più che all'effettiva inefficienza del mercato all'imperfetta sincronizzazione tra il mercato delle opzioni e quello del sottostante.

transazione derivanti dall'assumere posizioni sul mercato per implementare tali strategie. Le tradizionali condizioni saranno derivate nuovamente per includere tali costi di transazione. In particolare i test esistenti sono stati estesi per tenere conto di alcune frizioni trascurate dalla letteratura empirica sull'argomento, come i costi relativi alle operazioni di prestito titoli quando la strategia ipotizzata presuppone la vendita allo scoperto dell'indice, e di alcuni costi caratteristici delle opzioni su indice, determinati prevalentemente dalle operazioni di *cash settlement* e *basket trading*.

Per quanto riguarda il punto b), i problemi relativi alla mancanza di sincronia tra i dati sulle opzioni e sul sottostante sono minimizzati grazie alla disponibilità di una base dati di elevata qualità che fornisce ad intervalli di quindici minuti l'ultimo prezzo dell'indice e le ultime quotazioni *bid* e *ask* delle opzioni e del *future* su indice. Le opzioni considerate sono quelle *at-the-money*, ossia quelle il cui prezzo di esercizio è più vicino al prezzo di mercato del sottostante. Queste opzioni sono quelle per le quali il mercato è più liquido e questo assicura che nell'intervallo di 15 minuti i valori delle quotazioni siano aggiornati in maniera frequente, evitando che tra il prezzo rilevato per l'indice e quello delle quotazioni *bid* e *ask* sul *future* e sull'opzione intercorrano più di pochi secondi. Inoltre la liquidità del mercato determina una elevata probabilità che le quotazioni *bid* e *ask* dei *market makers* corrispondano ai prezzi cui sono state effettuate le effettive negoziazioni<sup>(5)</sup>. I prezzi *bid* e *ask* sull'indice, non considerati in studi precedenti, sono stati derivati da quelli *future* (sia pure con un errore di approssimazione) e inclusi nei test.

Il punto c) è superato nell'analisi del presente lavoro poiché le negoziazioni avvengono in continua. E' dunque ragionevole ipotizzare che la strategia possa essere implementata agli stessi prezzi che hanno permesso di identificare il *mispricing*.

### 3.2 DATI

Il campione analizzato per l'analisi che segue copre il periodo che va dal 29 luglio 1996 fino al 18 febbraio 1997. La trattazione dei contratti è continua, ma i dati sono stati rilevati ad intervalli regolari di 15 minuti dalle ore 10,00 alle ore 17,00. Per ogni intervallo si dispone del valore dell'indice Mib30, del *future* su indice (Fib30) e delle opzioni su indice *at-the-money*, *call* e *put*. Per ogni contratto *call* e *put* e per il Fib30 oltre al prezzo dell'ultimo contratto concluso nell'intervallo di tempo considerato si dispone dei prezzi *bid* e *ask*.

---

(5) Questa considerazione permette di superare le obiezioni sollevate da Phillips e Smith (1980) agli studi basati sui prezzi *bid* e *ask*. Gli autori osservano infatti che generalmente le contrattazioni avvengono all'interno dello spread; trascurare questa evidenza considerando le quotazioni *bid* e *ask* come gli effettivi prezzi di vendita e di acquisto determinerebbe effetti distorsivi nei risultati a favore dell'efficienza del mercato.

La disponibilità di prezzi infragiornalieri riduce i problemi emergenti dalla mancanza di sincronia dei prezzi relativi al titolo derivato e al suo sottostante, che possono provocare notevoli distorsioni nei risultati dei test empirici. Galai (1979) ha infatti evidenziato come molte delle violazioni dei test osservate utilizzando i prezzi di chiusura delle options scomparivano utilizzando prezzi infragiornalieri.

### 3.2.1 I TASSI DI INTERESSE

Nell'effettuare studi empirici sulle opzioni, è importante determinare quale tasso di interesse sia opportuno applicare. In genere la scelta ricade sui tassi dei titoli di stato a breve scadenza, dei *commercial papers* o delle eurovalute.

Alcuni studi (Brenner e Galai, 1986) hanno tentato di analizzare quale fosse tra le diverse scelte possibili, la più appropriata. I loro risultati mostrano che il *treasury bill rate*, adottato in genere dagli accademici più che dagli operatori, è probabilmente troppo basso.

Il tasso di riferimento da noi utilizzato è il *Rome interbank offered rate* (Ribor) pubblicato da Il Sole 24 Ore, che è lo stesso tasso utilizzato dalla Consob per controllare l'andamento giornaliero dei prezzi delle opzioni, e al quale i market maker faranno probabilmente riferimento nello stabilire le proprie quotazioni. Dai tassi Ribor sulle diverse scadenze mensili si è determinato, attraverso una procedura di interpolazione lineare, un *Relevant interest rate* (Rir) adeguato alla scadenza delle opzioni. I tassi Ribor riportati da Il Sole 24 Ore sono i tassi "lettera"; è possibile ricavare i tassi "denaro" (che chiameremo "rd") sottraendo a questi 1/8 (0,125 per cento).

### 3.2.2 PREZZI *BID* E *ASK* DELL'INDICE MIB

I test effettuati tengono conto dei costi di transazione derivanti dall'aprire posizioni in opzioni e nel sottostante. I dati a disposizione non includono tuttavia le quotazioni *bid* e *ask* per l'indice Mib30. Data la stretta relazione che lega i prezzi dell'indice a quelli dei contratti *future* su indice, si è utilizzato quale *proxy* lo *spread* (espresso in termini percentuali) rilevato sul mercato dei *future*, di cui sono invece noti i prezzi *bid* e *ask*. I prezzi *bid* e *ask* del Mib sono stati quindi ricavati applicando alle quotazioni dell'indice lo *spread* ottenuto dal mercato dei *future*. L'errore di imprecisione causato da tale approssimazione (gli *spread* sul Fib sono più contenuti rispetto a quelli del Mib) si ritiene preferibile rispetto all'ipotesi di trascurare completamente gli *spread* sull'indice, unica alternativa possibile considerata la difficoltà di ricavare i prezzi *bid* e *ask* dell'indice da quelli sui singoli titoli che lo compongono.

### 3.3 TEST DELLA *LOWER BOUNDARY CONDITION*

Nel 1973, Merton (Merton, 1973a) ricavò le condizioni di limite inferiore per i prezzi delle *call options* del CBOE rispetto al loro sottostante.

Queste condizioni, nonostante siano relativamente deboli<sup>(6)</sup>, hanno il vantaggio di poter essere verificate senza bisogno di stimare nessun parametro sulla distribuzione dei rendimenti del titolo o dell'opzione.

Galai (1978), ha derivato e sottoposto a verifica empirica i limiti inferiori per i prezzi delle *call options* americane, integrando l'analisi di Merton con l'ipotesi che le opzioni non siano protette per i dividendi, vale a dire non siano rettifiche dell'importo lordo del dividendo pagato durante la vita dell'opzione.

Bhattacharya (1983) ha modificato la *lower boundary condition* per la *call option*, includendo l'osservazione che il compratore della *call* dovrà pagare il prezzo *ask* dell'opzione, e il compratore del titolo dovrà pagare il prezzo *ask* di quest'ultimo.

Nel caso considerato nel presente lavoro, tenuto conto che non esistono dividendi in quanto non pagati nel periodo esaminato<sup>(7)</sup> e che l'opzione può essere esercitata solo alla scadenza, si è ritenuto opportuno utilizzare la *lower boundary condition* definita da Bhattacharya (1983), modificata ed estesa per includere i costi di transazione caratteristici del mercato preso in esame.

Secondo Bhattacharya, la condizione iniziale per un'opzione europea che non paghi dividendi è la seguente:

$$C_{ask} \geq \max \{ S_{ask} - K e^{-r(T-t)}, 0 \} \quad (1)$$

L'autore non fa riferimento nel suo articolo ad opzioni *put*, che sono invece presenti nella nostra analisi. La condizione di limite inferiore per le *put* è stata agevolmente ricavata sulla base della procedura utilizzata da Bhattacharya sulle opzioni *call*. In termini di prezzi *bid/ask* questa condizione può essere espressa da:

$$P_{ask} \geq \max \{ 0, K e^{-r(T-t)} - S_{bid} \}$$

---

(6) Per "deboli" si intende che posano su condizioni necessarie ma non sufficienti per affermare l'efficienza del mercato.

(7) Nella realtà, nel periodo sottoposto a test è stato pagato il solo dividendo relativo al titolo Mediobanca ord. nel mese di novembre 1996. Peraltro, l'importo del dividendo Mediobanca in punti indice è talmente basso che per semplicità nel testo di è fatto riferimento a una condizione di assenza di pagamento dei dividendi.

Bhattacharya sottopone a verifica la condizione (1) esaminando la validità della seguente ipotesi<sup>(8)</sup>

$$e_1 = S_{ask} - K e^{-r(T-t)} - C_{ask} - ct \leq 0 \quad (1')$$

dove  $ct$  è il costo di transazione che comprende le commissioni di *trading* e di esercizio dell'opzione. Tuttavia se il prezzo di mercato della *call* viola tale condizione, la strategia che permette di sfruttare la possibilità di realizzare extraprofiti consiste nell'acquistare la *call* sottovalutata dal mercato, vendere lo *stock*, e impiegare al *risk-free rate* una somma equivalente al valore attuale del prezzo di esercizio. La vendita dello *stock* viene realizzata al prezzo  $S_{bid}$ , mentre la condizione ricavata da Battacharya è funzione di  $S_{ask}$ .

Si è ritenuto dunque opportuno modificare la condizione espressa sopra, e ricavare le condizioni da sottoporre a verifica utilizzando i prezzi *bid* e *ask* di cui fa uso l'effettiva attuazione dell'arbitraggio.

Inoltre bisogna considerare che questo tipo di arbitraggio presuppone la disponibilità dei titoli in oggetto. Nel determinare le condizioni da sottoporre a verifica si è dunque considerata l'ipotesi realistica in cui non si disponga dei titoli sottostanti l'opzione e occorra entrarne temporaneamente in possesso.

Il nostro mercato borsistico consente di entrare in possesso dei titoli mediante operazioni di *prestito titoli*. Un contratto di prestito titoli è sostanzialmente un doppio prestito: il prestatore presta titoli al prestatario e il prestatario presta denaro al prestatore. Infatti, il prestatario è tenuto a versare al prestatore un prezzo pari al controvalore dei titoli acquisiti, aumentato di uno scarto che viene concordato dalle parti e che verrà restituito alla scadenza. Il prestatore è tenuto a pagare sulle somme depositate un tasso  $rp$ , o tasso di prestito titoli. Questo tasso sarà generalmente inferiore al tasso di mercato, considerato che anche la rinuncia temporanea alla disponibilità del titolo da parte del prestatore comporta un costo opportunità. Indicando questo costo con  $i$ <sup>(9)</sup> possiamo affermare che  $rp = r - i$ .

---

(8) *Le ipotesi da sottoporre a test, rappresentano semplicemente una trasformazione matematica delle condizioni sopra esposte, ma non hanno alcun significato in termini operativi. In particolare, la (1) può essere divisa in due condizioni, separando gli argomenti dell'operatore di massimo ("max"). Trascurando la banale condizione  $C_{ask} \geq 0$ , l'altra condizione è  $C_{ask} \geq S_{ask} - K e^{-r(T-t)}$ . Spostando tutti i termini a sinistra del segno di disuguaglianza, Battacharya ottiene da questa condizione l'ipotesi da sottoporre a verifica, ossia la (1').*

(9) *In realtà  $i$  non è osservabile; per alcuni titoli con il più ampio flottante  $i=0$ . In caso di riporto alla pari  $rp = 0$ , in caso di deposito  $rp < 0$ .*

La misura e il segno del profitto realizzato dipenderà dal prezzo dell'azione sottostante alla scadenza.

Se  $S > K$ , la *call* verrà esercitata e lo *stock* acquisito verrà restituito al prestatore, che a sua volta restituirà al prestatario il controvalore del titolo con gli interessi. Se si assume inoltre che il prezzo della *call* sia stato pagato mediante indebitamento, bisognerà aggiungere al premio della *call* il pagamento degli interessi.

In questo caso il profitto netto sarà dato da:

$$S_{bid}(t)e^{rp(T-t)} - C_{ask}e^{r(T-t)} - K - ct$$

Se alla scadenza  $S \leq K$ , la *call* non verrà esercitata, lo *stock* verrà acquistato al prezzo di mercato  $S(T)$  per chiudere la posizione, e il profitto sarà dato da:

$$S_{bid}(t)e^{rp(T-t)} - C_{ask}e^{r(T-t)} - S(T) - ct$$

In questo caso solo una parte dei profitti realizzabili alla scadenza dipende da un'effettiva inefficienza del mercato e costituisce dunque profitto da arbitraggio, mentre una parte è dovuta alle successive variazioni di prezzo del sottostante. Infatti, la strategia mediante la quale viene posta in essere l'operazione di arbitraggio consente di costruire un *put* sintetico che diviene *in-the-money* se  $S > K$ .

Il profitto *ex post* derivante dalla strategia ipotizzata sarà dunque, sinteticamente:

$$\pi = S_{bid}(t)e^{rp(T-t)} - C_{ask}e^{r(T-t)} - \min\{S(T), K\} - ct$$

La condizione *ex ante* che assicura non sia possibile realizzare profitti da arbitraggio sarà:

$$S_{bid}(t) - C_{ask} - Ke^{-rp(T-t)} < ct \tag{2}$$

Tale condizione si ottiene dall'equazione del profitto quando  $\min\{S(T), K\} = K$  (caso in cui la *call* viene esercitata), imponendo che il valore attuale del profitto sia minore di zero<sup>(10)</sup>. Il prezzo di esercizio viene attualizzato al tasso repo in base alla considerazione che i fondi necessari per esercitare la *call* alla scadenza saranno parte di quelli depositati per far fronte al prestito titoli,

---

(10) Se  $S > K$  nella (2) troveremmo  $S(T)$  al posto di  $K$ .



remunerati a un tasso più basso di quello del mercato (il tasso repo, appunto). Nei test empirici tuttavia viene utilizzato il *risk free rate denaro*, poiché il tasso di prestito titoli non è disponibile: il mercato del prestito titoli del Mib30 è un mercato OTC per il quale non sono disponibili le serie storiche dei dati<sup>(11)</sup>.

Nel caso da noi considerato, bisogna anche tenere presente che il sottostante non è un titolo ma un indice. Per effettuare strategie di arbitraggio, gli operatori dovranno utilizzare il mercato dei *future* sull'indice, il Fib30, o replicare sul mercato a pronti un portafoglio di titoli che sia il più possibile rappresentativo dell'indice. Noi abbiamo scelto questa seconda opzione, per quanto possa sembrare più costosa, considerando che in ogni caso quando la scadenza dell'opzione non coincide con quella del *future*, al costo di replicare l'indice si sostituirebbe nel caso di utilizzo del *future* il costo di assumere il cosiddetto "rischio di base". Poiché le opzioni da noi considerate hanno scadenza un mese, e il *future* sull'indice ha scadenza trimestrale, non sarebbe sempre possibile trattare un *future* con la stessa scadenza dell'opzione.

Tornando alla strategia ipotizzata, bisogna tenere presente che contrariamente a quanto avviene sul mercato dei singoli titoli, in cui alla scadenza chi esercita l'opzione *call* riceve il sottostante, nel caso di opzioni su indice generalmente (e questo è il caso italiano) l'arbitraggista non riceverà l'indice ma il *cash settlement*, ossia l'importo equivalente alla differenza  $[I(T)-K]$  dove  $I(T)$  è il prezzo di apertura dell'indice nel giorno di scadenza. L'arbitraggista per estinguere il riporto dovrà quindi acquistare sul mercato, sempre al prezzo di apertura, un paniere di titoli che replichi l'indice. Se  $I(T)$  è il costo di questo paniere, e  $cti(T)$  il costo delle commissioni sull'acquisto del paniere di titoli che compongono l'indice, il risultato di tali operazioni alla scadenza sarà dato da:  $[I(T)-K]-I(T)-cti(T) = -K-cti(T)$ . Come si può osservare, l'unica differenza tra l'ipotesi in cui sia prevista la consegna dei titoli al prezzo di esercizio  $K$  e il caso in cui la liquidazione avvenga per contanti è data dal costo della commissione da pagare per chiudere sul mercato la posizione in titoli.

Il profitto *ex post* e la condizione che *ex ante* deve essere rispettata perché non sia possibile realizzare questo profitto risultano analoghe a quelle relative al caso dei singoli titoli, con la sola differenza che il livello dei costi di transazione sarà maggiore:

$$\pi_c = I_{bid}(t)e^{r_p(T-t)} - C_{ask}e^{r(T-t)} - \min\{I(T), K\} - ct' \quad \text{dove } ct' > ct$$

Come nel caso della (2), e assumendo che  $\min\{I(T), K\} = K$ , si può derivare dall'equazione del profitto la condizione che deve essere rispettata al tempo  $t$  perché non vi siano possibilità di arbitraggio:

---

(11) La Consob ha istituito e regolamentato il mercato dei riporti a contante. Tuttavia la scarsa liquidità del mercato rende i dati a esso relativi non significativi.

$$I_{bid}(t) - C_{ask} - Ke^{-rp(T-t)} < ct' \quad (3)$$

Nel caso della *put*, se la condizione di *lower bound* non è rispettata, la strategia consiste nel comprare la *put* e il sottostante, prendendo in prestito il relativo controvalore al tasso di mercato.

La condizione di non arbitraggio è la seguente:

$$Ke^{-r(T-t)} - I_{ask}(t) - P_{ask} < ct' \quad (4)$$

Se questa condizione non è rispettata, alla scadenza si presentano due alternative: esercitare l'opzione se  $K > I(T)$ ; abbandonare l'opzione e vendere i titoli sul mercato nel caso opposto. Il profitto *ex post* può essere espresso come:

$$\pi p = \max \{ I(T), K \} - I_{ask}(t)e^{r(T-t)} - P_{ask}e^{r(T-t)}$$

Sono stati effettuati tre tipi di test sia per la *call* sia per la *put*. Il primo utilizza i prezzi dell'ultima contrattazione effettuata nell'intervallo di tempo considerato (15 minuti) e non considera i costi relativi allo *spread bid* e *ask*; il secondo applica i prezzi *bid* e *ask* relativi all'acquisto di due portafogli alternativi, come nell'ipotesi analizzata da Bhattacharya; il terzo applica *bid* e *ask* che andrebbero effettivamente pagati nell'effettuare una strategia volta a trarre vantaggio dell'eventuale *mispricing* e considera dunque anche lo *spread bid* e *ask* sul tasso di interesse (il terzo test consiste nella verifica delle espressioni 3 e 4 senza considerare i costi relativi alle commissioni).

Le ipotesi nulle di validità delle *lower boundary conditions* e assenza di possibilità di arbitraggio sottoposte a verifica sono le seguenti:

**CALL:**

$$\begin{aligned} \text{caso I} \quad \quad \quad \mathcal{E}_{c1} &= C - \{ I - Ke^{-r(T-t)} \} \geq 0 \\ \text{caso II} \quad \quad \quad \mathcal{E}_{c2} &= C_{ask} - \{ I_{ask} - Ke^{-r(T-t)} \} \geq 0 \\ \text{caso III}^{(12)} \quad \quad \mathcal{E}_{c3} &= C_{ask} - I_{bid} + Ke^{-rd(T-t)} \geq 0 \end{aligned}$$

---

(12) Si ricorda che per i test empirici, il tasso Ribor denaro, indicato con *rd*, viene utilizzato come proxy del tasso repo (*rp*).

**PUT:**

caso I  $\epsilon_{p1} = P - \{K e^{-r(T-t)} - I\} \geq 0$

caso II  $\epsilon_{p2} = P_{ask} - \{K e^{-r(T-t)} - I_{bid}\} \geq 0$

caso III  $\epsilon_{p3} = P_{ask} + I_{ask} - K e^{-r(T-t)} \geq 0$

I risultati sono a favore dell'ipotesi di efficienza dei mercati: analizzando il caso I, che non considera né i costi relativi alle commissioni né quelli relativi allo *spread* sui prezzi, sul totale di 3.642 osservazioni si osservano solamente tre casi di violazione della condizione di *lower bound* per la *call* e nessuna violazione per la *put*. Analizzando le condizioni II e III non si osservano violazioni neanche per le opzioni di tipo *call*. I risultati ottenuti permettono di rigettare l'ipotesi che la condizione di *lower bound* non sia verificata per le opzioni su indice Mib30, anche senza considerare i costi relativi alle commissioni.

### 3.4 TEST DELLA PUT-CALL PARITY

Se le opzioni *put* e *call* sono sottoscritte sullo stesso titolo, hanno lo stesso prezzo di esercizio e la stessa scadenza, esiste una relazione deterministica che lega i loro prezzi. Il modello di *put-call parity* è stato sviluppato da Stoll (1969) e successivamente esteso e modificato da Merton (1973b).

Questi modelli sono stati utilizzati empiricamente soprattutto sulle opzioni *over the counter* (Stoll (1969); Brenner e Galai (1986)). Alcuni di questi studi hanno sostenuto la validità di questa relazione, ma sono state evidenziate anche alcune inefficienze. Gould e Galai (1974) sostengono che il modello è valido solo se si includono ingenti costi di transazione, ma allo stesso tempo non riescono a giustificare concretamente la misura dei costi necessaria a sostenere l'ipotesi di efficienza del mercato. Considerando che esistono non trascurabili differenze tra mercati OTC e mercati regolamentati, Klemkosky e Resnick (1979) hanno condotto i test sulle opzioni trattate al CBOE. I risultati sono consistenti con la teoria della *put-call parity* e sostengono l'ipotesi di efficienza del mercato. Nisbet (1992) analizza la validità della condizione di *put-call parity* tenendo conto della presenza dei costi di transazione e in particolare delle commissioni di *trading*, e dimostra come la presenza di tali costi elimina le possibilità di arbitraggio suggerite dalle deviazioni riscontrate nella condizione di equilibrio.

I risultati empirici degli studi citati, e di altri studi empirici relativi alla *put-call parity condition* (Evnine e Rudd (1985), Ball e Torous (1985), Bodurtha e Courtadon (1986)) arrivano alla concorde conclusione che quando i dati sono ben sincronizzati e vengono inclusi nell'analisi i costi di transazione, la condizione è rispettata. Di recente, Finucane (1991) ottiene risultati opposti sul mercato delle opzioni su indice S&P 100, nel quale rileva su dati infragiornalieri un

numero di violazioni pari al 49 per cento del campione osservato. Wagner, Ellis e Dubofsky (1996) tentano di esaminare le cause che portano alle deviazioni dalla condizione ipotizzata tra opzioni *put* e *call*, effettuando un'analisi di regressione secondo il modello Tobit utilizzando come variabile dipendente la percentuale delle deviazioni giornaliere. La maggior parte delle variabili utilizzate come regressori, come la volatilità infragiornaliera dell'indice, il tasso di interesse, i dividendi, la variazione percentuale giornaliera dell'indice e il volume delle opzioni, non sembrano avere un ruolo significativo dal punto di vista statistico nello spiegare le deviazioni dalla *put-call parity*. L'unica variabile che sembra influire in qualche modo sulle deviazioni è il tempo alla scadenza. Lo studio rileva infatti che quando il tempo alla scadenza aumenta le *call* tendono ad essere sopravvalutate rispetto alle *put*, e viceversa quando il tempo alla scadenza diminuisce.

In questo paragrafo, la relazione di *put-call parity* viene utilizzata per esaminare l'efficienza del mercato italiano delle opzioni su indice, e le teorie esistenti sono state estese per tenere conto dei costi dovuti alla necessità di replicare l'indice, e di vendere lo stesso allo scoperto nel caso in cui la *put-call parity condition* presupponga uno *short hedge*.

La relazione di *put-call parity*, applicata alle opzioni su indice e senza considerare il pagamento di dividendi, è la seguente:

$$C = P + I - Ke^{-r(T-t)} \quad (1)$$

Questa relazione esprime l'indifferenza nell'acquisto dei due portafogli alternativi rappresentati dalle due parti dell'equazione; utilizzando i prezzi *bid* e *ask* diventa:

$$C_{ask} + Ke^{-r(T-t)} = P_{ask} + I_{ask} \quad \text{quindi} \quad C_{ask} = P_{ask} + I_{ask} - Ke^{-r(T-t)} \quad (2)$$

Guardando ai nostri dati questa condizione risulta non essere mai verificata.

Per essere più precisi risulta che, facendo riferimento all'espressione (1), sui 3.642 casi analizzati, 1.798 evidenziano un prezzo della *call* superiore al membro di destra dell'equazione, 1.844 un prezzo inferiore.

Questo risultato non implica necessariamente la possibilità di realizzare profitti da arbitraggio. Può semplicemente evidenziare l'esistenza di un *corner equilibrium*: quando il costo della *call*, tenendo in considerazione i costi di transazione, è superiore al costo del portafoglio che replica esattamente la *call* (lato destro dell'equazione), l'operatore preferirà costruire e quindi comprare la *call* sintetica (lato destro dell'equazione) piuttosto che acquistare la *call* sul mercato al suo prezzo *ask* (lato sinistro), che risulta essere più costosa. Tuttavia per realizzare profitti da arbitraggio, l'operatore dovrà poi rivendere sul mercato l'opzione e realizzare la differenza. Vendendo l'opzione *call* sul mercato egli di fatto non realizzerà il prezzo *ask* della *call* (lato sinistro dell'equazione) ma il suo prezzo di vendita, o *bid*, che è più basso. Per questa ragione il fatto che il prezzo *ask* dell'opzione sul mercato sia superiore al prezzo di replicare l'acquisto della *call* con un portafoglio alternativo non indica necessariamente la possibilità di realizzare

profitti da arbitraggio, e può essere considerata una soluzione di equilibrio, che sposta semplicemente le decisioni di acquisto dall'opzione a un portafoglio alternativo che consente di ottenere lo stesso *payoff*.

Perché non esistano possibilità di arbitraggio, devono invece essere verificate le seguenti due condizioni, derivate da Klemkosky e Resnick (1979) ed estese da Nisbet (1992) per tenere conto degli *spread bid* e *ask* che andrebbero pagati nell'implementare le diverse strategie:

$$C_{bid} - P_{ask} - I_{ask} + K e^{-r(T-t)} \leq 0 \quad (3)$$

$$P_{bid} - C_{ask} + I_{bid} - K e^{-r(T-t)} \leq 0 \quad (4)$$

Noi abbiamo ripercorso la strategia di arbitraggio che riconduce alle condizioni (3) e (4) aggiungendo le frizioni aggiuntive relative al mercato italiano, in particolare considerando nella (4) le operazioni di prestito titoli che consentono di assumere una posizione corta sull'indice Mib.

La prima equazione rappresenta un *long hedge* sull'indice: se la condizione non è verificata la strategia consiste nell'acquistare l'indice pagando il suo *ask price*, acquistare la *put* e vendere la *call*. L'investimento iniziale di  $(C_{bid} - P_{ask} - I_{ask})$  può essere finanziato mediante indebitamento al tasso privo di rischio. Il profitto alla scadenza sarà dato da:

$$\pi_{long} = K + (C_{bid} - P_{ask} - I_{ask}) e^{r(T-t)}$$

Il termine K viene determinato dalla somma dei *payoff* alla scadenza.

Infatti se alla scadenza  $I(T) > K$ , verrà esercitata l'opzione *call* e l'arbitraggista dovrà pagare al compratore della *call* la somma  $I(T) - K$  (ricordiamo che la liquidazione delle opzioni su indice avviene per contanti) e dovrà vendere sul mercato l'“indice” sempre al prezzo di liquidazione  $I(T)$ . Quindi  $I(T) - (I(T) - K) = K$ . Se invece alla scadenza  $I(T) < K$  verrà esercitata la *put*, l'arbitraggista riceverà la somma  $K - I(T)$  e vendendo l'indice per chiudere la posizione si ritroverà sempre con K.

Nel caso di uno *short hedge*, se la condizione non è rispettata, la strategia profittevole consiste nel comprare la *call* e vendere la *put* e il *basket* dei titoli dell'indice allo scoperto prendendo contestualmente a prestito i titoli stessi, realizzando  $RL(t) = (-C_{ask} + P_{bid} + I_{bid})$ .  $RL(t)$  può essere maggiore o minore di  $I(T)$ , a seconda dei prezzi di acquisto della *call* e di vendita della *put*. Se  $RL(t)$  è superiore a  $I(T)$ , la differenza potrà essere investita al tasso Ribor denaro ( $rd$ ), mentre il ricavato della vendita allo scoperto dei titoli che rappresentano l'indice verrà versato in contropartita dei titoli presi in prestito fruttando il tasso repo  $rp$ . Alla scadenza si avrà

$$RL(T)(1) = (RL(t) - I_{bid}) e^{rd(T-t)} + I_{bid} e^{rp(T-t)} = (-C_{ask} + P_{bid}) e^{rd(T-t)} + I_{bid} e^{rp(T-t)}$$

Se invece  $RL(t) < I_{bid}$  l'operatore dovrà indebitarsi per la differenza di prezzo tra *call* e *put*, quindi:

$$RL(T)(2) = I_{bid} e^{rp(T-t)} - [I_{bid} - RL(t)] e^{r(T-t)} = I_{bid} e^{rp(T-t)} - (C_{ask} - P_{bid}) e^{r(T-t)}$$

Trascurando la differenza tra tasso denaro e tasso lettera,  $RL(T)(1) = RL(T)(2)$ , e il profitto alla scadenza sarà dato da:

$$\pi_{short} = RL(T) - K$$

che equivale a:

$$\pi_{short} = P_{bid} e^{r(T-t)} - C_{ask} e^{r(T-t)} + I_{bid} e^{rp(T-t)} - K$$

Infatti alla scadenza se  $I(T) > K$  viene esercitata la *call*, se  $I(T) < K$  viene esercitata la *put*; in entrambi i casi l'arbitraggista comprerà i titoli al prezzo di apertura del giorno di scadenza per estinguere l'operazione di prestito titoli, ricevendo a seguito dell'estinzione una somma pari a  $I_{bid} e^{rp(T-t)}$ , e subirà un costo netto pari a  $-K$ . La condizione di non arbitraggio può essere derivata imponendo che il valore attuale del profitto realizzabile sia minore o uguale a zero, cioè:

$$P_{bid} - C_{ask} + I_{bid} - K e^{-rp(T-t)} \leq 0 \quad (4')$$

La condizione (4'), ottenuta imponendo l'equivalenza tra tasso Ribor denaro e lettera, è equivalente a quella ricavata da Nisbet (1992), ad eccezione del fatto che nel nostro caso il valore  $K$  viene attualizzato al tasso repo in base alla considerazione che il costo dell'operazione verrà coperto con i fondi depositati nell'operazione di riporto. Nell'effettuare i test empirici si è utilizzato come *proxy* del tasso repo il tasso Ribor "denaro" (Ribor - 1/8).

L'analisi effettuata sui prezzi fatti è un'analisi *ex post*; tuttavia grazie alla velocità del sistema telematico di negoziazione, si può ragionevolmente supporre che le transazioni possano essere eseguite agli stessi prezzi che evidenziano l'esistenza di possibilità di arbitraggio.

Se si includono anche i costi di transazione diversi dallo *spread*, le condizioni iniziali diventano:

$$C_{bid} - P_{ask} - I_{ask} + Ke^{-r(T-t)} \leq Twc + Tbp + T^t bi + T^T sie^{-r(T-t)} + Tk \quad (5)$$

$$P_{bid} - C_{ask} - I_{bid} - Ke^{-rp(T-t)} \leq Twp + Tbc + T^t si + T^T bie^{-r(T-t)} - Tk \quad (6)$$

dove:  $Twc, Twp$  = costo di vendere rispettivamente la *call* o la *put*;  
 $Tbc, Tbp$  = costo di comprare rispettivamente la *call* o la *put*;  
 $Tbi, Tsi$  = costo di comprare/vendere l'indice. L'apice (t,T) indica il momento in cui tale costo viene sostenuto;  
 $Tk$  = commissioni di *clearing* dell'opzione.

I risultati ottenuti sono riassunti nella tabella che segue; nel caso I il *long* e lo *short hedge* sono effettuati senza tenere conto dei prezzi *bid* e *ask*, che vengono invece considerati nel caso II.

In sintesi le condizioni sottoposte a verifica sono le seguenti:

caso I

$$\text{long hedge } C - P - I + Ke^{-r(T-t)} \leq Tc$$

$$\text{short hedge } P - C + I - Ke^{-rp(T-t)} \leq Tc$$

caso II

$$\text{long hedge } C_{bid} - P_{ask} - I_{ask} + Ke^{-r(T-t)} \leq Tc$$

$$\text{short hedge } P_{bid} - C_{ask} + I_{bid} - Ke^{-rp(T-t)} \leq Tc$$

Sia per il caso I che per il caso II si sono distinte tre ipotesi: nella prima (no tc) si trascura la presenza dei costi di transazione ( $tc=0$ ); nella seconda e nella terza si applicano due diversi livelli di costi di transazione, in considerazione del fatto che gli arbitraggisti, o investitori di una certa dimensione e che operano con una certa frequenza godono di un trattamento migliore rispetto ai piccoli investitori occasionali. Sulla base delle commissioni medie applicate sul mercato, le commissioni applicate per le operazioni di acquisto\vendita opzioni sono rispettivamente 10.000 lire per l'“arbitraggista” ( $tc$  arbit.) e 15.000 lire per l'operatore occasionale ( $tc$  oper.), quelle di acquisto\vendita indice sono fissate in 5 e 10 punti indice

rispettivamente per i due operatori. “Z” è il valore della statistica usata per misurare la significatività del valore medio delle deviazioni<sup>(13)</sup>.

TAB. 1

VIOLAZIONI DELLA CONDIZIONE DI PUT-CALL PARITY

DEVIAZIONI		CASO I (senza b/a spread)			CASO II (con b/a spread)		
		NO TC <sup>(1)</sup>	TC ARBIT.	TC OPER.	NO TC	NO ARBIT.	NO OPER.
<i>LONG HEDGE</i>	NUMERO	1798	1078	546	589	213	82
	% DEL CAMPIONE	49	30	15	16	6	2
	VALORE MEDIO <sup>(2)</sup>	19,4	16,34	16,23	13,04	14,45	20,11
	Z	43,9	27,55	16,94	18,91	9,698	6,576
<i>SHORT HEDGE</i>	NUMERO	1780	1083	596	519	193	70
	% DEL CAMPIONE	49	30	16	14	5	2
	VALORE MEDIO <sup>(2)</sup>	20,65	18,34	18,33	13,62	15,67	23,71
	Z	43,7	29,95	20,8	16,03	8,387	5,567

<sup>(1)</sup> Solo per lo *short hedge* il tasso rd viene sostituito a r. <sup>(2)</sup> I valori medi sono espressi in punti indice.

Come si può osservare, per quanto l’entità delle deviazioni risulti comunque significativamente diversa da 0, l’inclusione dello spread *bid-ask* riduce notevolmente il numero delle possibilità di arbitraggio, che passa dal 49 per cento del campione al 16/14 per cento (rispettivamente nel caso di *long\short hedge*). Anche l’entità della deviazione si riduce, passando per il *long hedge* da 19,40 a 13,04 e per lo *short hedge* da 20,65 a 13,62 punti indice.

Le possibilità di realizzare extraprofitti in entrambi i casi si riducono in maniera significativa introducendo i costi relativi alle commissioni. Una volta inclusi nell’analisi tutti i costi di transazione, le possibilità di realizzare profitti da arbitraggio significativi diventano irrisorie; nel caso di un investitore occasionale risulta possibile realizzare extraprofitti effettuando *long* o *short hedge* solo nel 2 per cento dei casi. Questo risultato permette di sostenere l’ipotesi di efficienza del mercato.

(13) Secondo il Teorema del Limite Centrale, se il campione è sufficientemente ampio, 
$$z = \frac{D - \delta}{s_D / \sqrt{n}} \xrightarrow{d} N(0,1)$$
 dove D rappresenta il valore medio delle deviazioni,  $s_D$  la standard deviation, n il numero di osservazioni e  $\delta$  la media della popolazione. Nel nostro caso l’ipotesi soggetta a verifica e’:  $H_0: \delta=0$ , contro l’ipotesi alternativa  $H_1: \delta \neq 0$ , ossia si vuole verificare che il valore medio delle deviazioni riscontrate non sia significativamente diverso da 0.



Seguendo Stoll (1969), e Gould e Galai (1974) per evidenziare quali fattori sono responsabili delle deviazioni dalla *put-call parity* si sono analizzate le seguenti regressioni, rispettivamente per il *long* e per lo *short hedge*:

$$C_{bid} = \beta_0 + \beta_1 P_{ask} + \beta_2 [I_{ask} - K e^{-r(T-t)}] \quad (7)$$

$$P_{bid} = \beta_0 + \beta_1 C_{ask} + \beta_2 [I_{bid} - K e^{-rd(T-t)}] \quad (8)$$

che in termini relativi diventano:

$$C_{bid} / I_{ask} = \beta_0 + \beta_1 P_{ask} / I_{ask} + \beta_2 [1 - K / I_{ask} e^{-r(T-t)}] \quad (7')$$

$$P_{bid} / I_{bid} = \beta_0 + \beta_1 C_{ask} / I_{bid} + \beta_2 [1 - K / I_{bid} e^{-rd(T-t)}] \quad (8')$$

Ricordando che queste regressioni si basano sulle condizioni (3) e (4) ossia:

$$C_{bid} - P_{ask} - I_{ask} + K e^{-r(T-t)} \leq 0$$

$$P_{bid} - C_{ask} + I_{bid} - K e^{-rd(T-t)} \leq 0$$

quando la condizione è rispettata, i coefficienti  $\beta_1$  e  $\beta_2$  dovrebbero risultare non significativamente diversi da 1 e il valore della costante dovrebbe essere o non significativamente diverso da zero o significativamente negativo. Valori positivi della costante possono essere giustificati dalla presenza dei costi di transazione, e in tal caso la costante non dovrebbe discostarsi significativamente dalla somma dei costi dovuti alle commissioni. Il totale dei costi considerati nella nostra analisi, calcolato in punti indice è circa<sup>(14)</sup> 12 per l'arbitraggista e 23 per l'operatore occasionale. La variabile  $[1 - K / I_{ask} e^{-r(T-t)}]$ , è la differenza tra prezzo dell'indice e prezzo di esercizio attualizzato, ponderata per il prezzo dell'indice, e può essere considerata una misura

---

(14) Non si considera il fatto che il costo di commissione per la chiusura della posizione sull'indice deve essere attualizzato per rendere omogenei i valori delle commissioni da aggregare.

approssimata di quanto la *call* è *in-the-money* o *out-of-the-money*. Il coefficiente  $\beta_2$  può dare quindi un'indicazione di quanto la misura in cui la *call* è *in-the-money* o *out-of-the-money* influenzi la profittabilità dell'*hedge*.

Le stime relative al *long* e allo *short hedge* danno i seguenti risultati (sotto i coefficienti si riportano i valori delle *t* di Student, e per ogni equazione il valore dell' $R^2$ ):

$$C_{bid} = 13.045728 + 0.99962581 * P_{ask} + 1.0086801 * (I_{ask} - K e^{-r(T-t)})$$

(5.332)
(114.17)
(224.891)

$$R^2 = 988777$$

$$P_{bid} = 20.889396 + 0.97397275 * C_{ask} - 0.97971508 * (I_{bid} - K e^{-rd(T-t)})$$

(7.326)
(93.634)
(-126.918)

$$R^2 = 971268$$

I risultati della regressione non sembrano contraddire l'ipotesi di efficienza del mercato. I coefficienti  $\beta_1$  e  $\beta_2$  non sono significativamente diversi da 1 (nel caso del *long hedge* coincidono quasi con l'unità)<sup>(15)</sup> e il valore della costante può essere ragionevolmente spiegata dai costi di transazione, senza contraddire l'ipotesi di efficienza. Un valore della costante più elevato nel caso di *short hedge* evidenzia i maggiori costi di transazione relativi a tale tipo di *hedge*.

Dai risultati ottenuti possono essere tratte diverse osservazioni e conclusioni.

1) E' possibile accettare l'ipotesi che il mercato è efficiente e che le quotazioni *bid* e *ask* sono corrette. Si ricorda che studi precedenti effettuati su mercati di opzioni *su indice* (Evnine e Rudd (1985), Finucane (1991)) rigettano l'ipotesi di efficienza sulla base del test di *put-call parity*, attribuendo le violazioni osservate alla difficoltà di effettuare operazioni di arbitraggio su indice o alla mancanza di un contratto *future* adeguato. Nel nostro caso il rispetto delle condizioni sostiene l'ipotesi che sia agevole per i *trader* replicare l'indice (anche in considerazione del ridotto numero dei titoli che lo compongono) o operare sul *future*. Inoltre il risultato ottenuto si basa su alcune assunzioni relative ai costi di transazione trascurati nelle analisi citate e che forse avrebbero modificato le relative conclusioni.

2) A differenza dei risultati riportati da Klemkosky e Resnick (1980) e di M. Nisbet (1992), non si osserva una sostanziale differenza tra il numero di *short hedge* profittevoli rispetto ai *long hedge*.

Questo risultato può essere attribuito: *a)* all'inclusione di alcuni costi trascurati nelle analisi citate e che riguardano in particolare le operazioni di vendita allo scoperto del sottostante che caratterizzano la strategia di *short hedge*; *b)* al fatto che nel mercato italiano l'assenza di vincoli regolamentari come quelli presenti sul SEAQ di Londra, facilita le operazioni di vendita allo

---

(15) La restrizione sui coefficienti è stata sottoposta a verifica utilizzando il test di Wald.

scoperto, riducendo i rischi relativi. Inoltre come si è visto, le operazioni di prestito titoli (perlomeno sui 30 titoli più liquidi che compongono il Mib30) sono agevoli e comportano costi limitati.

3) I risultati ottenuti nel caso della *put-call parity* rappresentano anche un segnale dell'efficienza del mercato del prestito titoli (si sottolinea che si tratta solo di un segnale, considerato che non si basa su un test effettuato direttamente sul mercato del prestito titoli). Infatti l'evidenza che non esiste una differenza significativa nel numero e nell'entità delle deviazioni dalla *put-call parity* nel caso di *long* e *short hedge* sul sottostante ci permette di ritenere che il tasso Ribor "denaro", utilizzato per calcolare il costo dello *short hedge*, è una buona approssimazione del tasso effettivo del prestito titoli. L'efficienza del mercato del prestito titoli richiede appunto che il tasso pagato dal prestatore al prestatario sulle somme depositate a garanzia del prestito sia lo stesso tasso al quale il mercato remunera gli investimenti privi di rischio, ossia il tasso "denaro" (o prezzo *bid* del tasso di interesse). Risulta però verosimile anche un'altra alternativa: vale a dire che i *market maker* e i *dealer* in opzioni non effettuino l'*hedge* mediante la vendita allo scoperto dei titoli che compongono l'indice, ma utilizzino prevalentemente come succedaneo il contratto *future* su indice Mib30. Come si è detto questo contratto rappresenta uno strumento di *hedge* spesso migliore della compravendita dei titoli dell'indice. Infatti è più liquido, ha dei costi di transazione più bassi e consente di assumere una posizione "corta" sull'indice ad un tasso "repo" implicito teorico pari al *risk free rate*<sup>(16)</sup> e ad un tasso repo effettivo che dipende dalla differenza tra valore effettivo (prezzo *bid*) e valore teorico del Fib30. Ciò comporta per gli intermediari che utilizzano il Fib30 per coprire la propria posizione un rischio di variabilità del tasso repo che è esattamente misurato dal cosiddetto rischio "base" del Fib30.

#### 4. VOLATILITY TRADING E EFFICIENZA DEL MERCATO

##### 4.1 INTRODUZIONE

Nel presente paragrafo è stata simulata una strategia di *volatility trading*. Fare *trading* in volatilità consiste nel formulare le strategie di *trading* sulla base delle proprie aspettative sulla volatilità futura del titolo sottostante il contratto di opzione, piuttosto che sul suo prezzo di mercato. Considerato che il prezzo dell'opzione è correlato direttamente con il valore della

---

(16) Il tasso repo implicito a una vendita del contratto Fib30 è, infatti, uguale al *risk free rate* se il valore teorico del Fib30 è uguale al suo valore effettivo, vale a dire al prezzo medio ponderato in bid per il quantitativo di indici necessario ad effettuare l'*hedge*.

volatilità del sottostante, aspettarsi una volatilità futura superiore (inferiore) a quella registrata in quel momento sul mercato corrisponde a prevedere un rialzo (ribasso) nel prezzo delle opzioni: la strategia consisterà nell'acquistare (vendere) le opzioni.

Questa analisi è stata effettuata su un campione di dati diverso da quello utilizzato per i test esposti al paragrafo 2. Per questo campione non si dispone dei prezzi *bid* e *ask* ma solo dei prezzi delle transazioni effettuate. Tuttavia si dispone in questo caso dei prezzi delle opzioni sottoscritte su diversi valori del prezzo di esercizio, e quindi non solo quelle *at-the-money*. Questo permette di ottenere stime della volatilità implicite più precise, e di tenere conto della regolarità empirica nota come "effetto *smile*" (le volatilità stimate da prezzi delle opzioni con prezzo di esercizio lontano da quello *at-the-money* sono più elevate di quelle stimate dall'opzione *at-the-money*). Il periodo esaminato va dal 4 dicembre 1996 (e i dati sul Mib30 *last* relativi ai 20 giorni precedenti, per il calcolo delle volatilità storiche) al 21 aprile 1997. Per ogni giornata, il set di dati comprende i prezzi di tutti i contratti *options call* e *put* effettivamente conclusi, quotati in continua, e i valori dell'indice minuto per minuto. Da questo *database* sono stati selezionati ad uno stesso orario il prezzo dell'indice e i valori delle opzioni relativi a tre diversi valori del prezzo di esercizio (quello *at-the-money* e quelli *in-the-money* e *out-of-the-money* più vicini a quello centrale: la differenza tra i prezzi di esercizio è di 500 punti indice). Sette giorni prima della scadenza delle opzioni (5 giorni lavorativi), i prezzi delle opzioni con scadenza inferiore a 7 giorni sono stati eliminati dall'analisi, e sostituiti dai prezzi relativi alla scadenza successiva.

Utilizzando come previsione della volatilità al tempo  $t$  le volatilità storica ed implicita stimate al tempo  $t-1$ , si è identificata la presenza di eventuali *mispricing* (utilizzando come riferimento teorico il valore di Black e Scholes). La volatilità storica è stata stimata come media mobile a 20 giorni dei rendimenti storici dell'indice. In questo modo, essa viene aggiornata sulla base delle informazioni implicite a ciascun giorno di borsa aperta. Si è inoltre calcolata la volatilità implicita delle opzioni *at*, *in* e *out-of-the-money* ponderata per l'elasticità dei prezzi delle opzioni stesse a variazioni della volatilità, secondo il modello di Chiras e Manaster (1978). Una volta identificato il *mispricing*, si è simulata l'effettuazione di una strategia di "*delta hedging*", consistente nell'acquisto di un'opzione *call* quando questa risulti sottovalutata dal mercato, o nella vendita nel caso opposto, con contestuale apertura di una posizione in indice Mib30 tale da rendere la posizione complessivamente immune da variazioni (istantanee) dell'indice Mib30 stesso. Ciò, come noto, viene realizzato mediante la vendita, nel caso di acquisto di *call*, e nell'acquisto, nel caso di vendita di *call*, di "delta" indici Mib30<sup>(17)</sup>.

Le posizioni così costruite vengono mantenute fino alla scadenza delle opzioni *call*. Se entro la scadenza risulta profittevole aprire più di una posizione in opzioni, le posizioni di uguale segno si cumulano e quelle di segno opposto si compensano. Il rapporto di copertura (o "delta")

---

(17)  $\delta$  rappresenta il delta dell'opzione o hedge ratio, ossia la sensibilità del prezzo dell'opzione alle variazioni dell'attività sottostante:  $\frac{\delta C}{\delta I}$ .

del titolo sottostante viene ricalcolato giornalmente fino alla scadenza (non si considerano i giorni di borsa chiusa o i *week-end*). Nel giorno di scadenza la posizione in indici Mib30 viene azzerata mediante vendite (nel caso la posizione sia costituita da opzioni *call* acquistate) ovvero acquisti (nel caso di posizioni in opzioni *call* vendute) al prezzo di apertura dei titoli che compongono l'indice stesso<sup>(18)</sup>.

La ragione per la quale è stata impostata la simulazione di trading descritta è connessa alla necessità di testare l'efficienza del mercato Mib30, verificando la possibilità di realizzare extraprofiti, eliminando gli effetti sul tasso di rendimento della strategia derivanti dall'andamento dell'indice Mib30 nel periodo di simulazione.

La simulazione effettuata consente di superare alcune delle limitazioni già menzionate implicite al modello di Black & Scholes. Infatti:

- a) il modello di Black & Scholes viene utilizzato nella simulazione esclusivamente al fine di individuare le opzioni *call* sopravvalutate e sottovalutate. Esso, pertanto, è utilizzato quale mero strumento di segnalazione delle opportunità di arbitraggio. Inoltre, il valore "soglia" di scostamento tra prezzo effettivo e prezzo calcolato con il modello è stato volutamente fissato ad una misura elevata (15 per cento) al fine di trascurare deviazioni attribuibili all'inefficienza del modello;
- b) poiché l'opzione viene mantenuta sino a scadenza ed immunizzata per il rischio di "delta"<sup>(19)</sup>, i risultati della simulazione tengono conto di eventuali variazioni nel periodo della volatilità dei rendimenti dell'indice e dell'effettiva distribuzione dei rendimenti stessi.
- c) nell'effettuare la simulazione si è tenuto conto dei costi di transazione sia di negoziazione delle *call* sia di compravendita degli indici Mib30<sup>(20)</sup>.

Inoltre, la simulazione permette di confrontare le capacità previsive dei due stimatori della volatilità utilizzati.

---

(18) *La vendita o l'acquisto degli indici Mib30 sul mercato telematico azionario al prezzo di apertura e nel giorno di scadenza consente di eliminare il cosiddetto "rischio di divergenza" tra prezzo di liquidazione della call e prezzo di negoziazione degli indici. Infatti, il prezzo di liquidazione della call è convenzionalmente calcolato come pari al valore dell'indice Mib30 calcolato sui prezzi di apertura dei titoli che lo compongono.*

(19) *Ovviamente l'immunizzazione dal rischio di "delta", pur con gli accorgimenti spiegati nel testo di aggiustamento successivo del "delta" stesso, non rende la posizione completamente immune dal rischio di prezzo in relazione al cosiddetto rischio di "gamma". Ciò evidentemente influenza i risultati della strategia di trading. Per una analisi dei problemi relativi al rischio di gamma si veda il paragrafo relativo alle conclusioni.*

(20) *Per un'applicazione empirica al mercato delle opzioni su Mib30 di modelli di valutazione delle opzioni in presenza di costi di transazione si veda Cavallo (1999).*

## 4.2 VERIFICA DELLE OPPORTUNITÀ DI ARBITRAGGIO

Le stime della volatilità storica e implicita ponderata sono state utilizzate per evidenziare la presenza di opportunità di arbitraggio profittevoli per le opzioni *call*<sup>(21)</sup>.

La stima della volatilità calcolata al tempo  $t-1$  è utilizzata per calcolare il valore teorico del prezzo dell'opzione al tempo  $t$ , utilizzando il modello di Black e Scholes. La deviazione del prezzo teorico ( $VT_t$ ) dal prezzo di mercato ( $VE_t$ ) dell'opzione rappresenta il segnale della potenziale possibilità di realizzare profitti da arbitraggio, vendendo le opzioni che risultano sopravvalutate dal mercato ( $VE_t > VT_t$ ) e acquistando le opzioni sottovalutate ( $VE_t < VT_t$ ). Si assume che la strategia individuata dal *mispricing* dei prezzi al tempo  $t$  sia realizzata esattamente al tempo  $t$  e agli stessi prezzi (il test è *ex post*). L'ipotesi che il momento in cui il *mispricing* viene individuato coincida con quello in cui la strategia viene realizzata non si discosta troppo dalla realtà considerata la notevole rapidità di esecuzione degli ordini caratteristica del sistema telematico di negoziazione. E' ragionevole ritenere che gli effetti distorsivi sui risultati indotti da tale semplificazione siano trascurabili.

La tabella che segue riporta il numero dei *mispricing* per diversi valori di soglia della deviazione percentuale del prezzo effettivo dal prezzo teorico ( $|d| = |(VT-VE)/VE| > 10\%, 15\%, 20\%, 25\%, 30\%, 40\%$ ).

Come si può osservare, nel caso di opzioni *at-the-money* il numero dei *mispricing* evidenziati è molto basso; il numero più elevato di opportunità di arbitraggio viene rilevato in caso di opzioni *out-of-the-money*.

E' inoltre molto contenuto il numero dei casi in cui la misura del *mispricing* supera il 15 per cento.

La strategia di *hedging* viene realizzata quando la deviazione percentuale dal prezzo teorico è superiore al 15 per cento, ossia quando  $|d| > 0,15$ .

Ogni *hedge* viene effettuato su 10 contratti, e consiste nell'assumere una posizione lunga in dieci opzioni e corta in 10 $\delta$  "indici" Mib30 (o meglio, panieri rappresentativi dei 30 titoli contenuti nell'indice) quando l'opzione risulta sottovalutata dal mercato ( $d > 0,15$ ), o una posizione corta in dieci contratti di opzione e lunga in 10 $\delta$  dell'attività sottostante quando l'opzione risulti sopravvalutata ( $d < -0,15$ ). Nel mercato italiano delle *options* su Mib30 vendere l'indice allo scoperto è sufficientemente agevole, come si è potuto vedere con riferimento ai test sulla *put-call parity*, e il cospicuo movimento dei titoli che costituiscono l'indice Mib30 in prossimità della scadenza dei contratti derivati sull'indice evidenzia l'effettivo utilizzo delle operazioni di "*basket trading*" da parte degli operatori.

---

(21) In questa analisi è stato analizzato il mercato delle call option. Per una analisi del mercato del put option si veda Cavallo (1998).

TAB. 2

NUMERO DI MISPRICING PER DIVERSI VALORI DI SOGLIA

d	>0,10	>0,15	>0,20	>0,25	>0,30	>0,40	TOTALE OSSERVAZIONI
<b>ATM</b>							
DICEMBRE	0	0	0	0	0	0	8
GENNAIO	0	0	0	0	0	0	12
FEBBRAIO	3	1	1	1	1	0	24
MARZO	2	0	0	0	0	1	20
APRILE	2	1	1	1	1	1	17
<i>TOTALE</i>	7	2	2	2	2	1	83
<b>OTM</b>							
DICEMBRE	4	3	2	1	0	0	8
GENNAIO	2	2	1	0	0	0	12
FEBBRAIO	6	5	2	1	1	0	24
MARZO	3	2	0	0	0	0	20
APRILE	5	1	1	1	1	1	17
<i>TOTALE</i>	20	13	6	3	2	1	83
<b>ITM</b>							
DICEMBRE	1	1	1	0	0	0	8
GENNAIO	1	1	0	0	0	0	12
FEBBRAIO	8	6	3	2	1	1	24
MARZO	1	0	0	0	0	0	20
APRILE	1	1	1	1	0	0	17
<i>TOTALE</i>	12	9	5	3	1	1	83

Il delta dell'opzione acquistata/venduta è quindi ricalcolato giornalmente, e la proporzione dell'indice a copertura dell'opzione viene aggiornata di conseguenza<sup>(22)</sup>. Le posizioni vengono poi chiuse alla scadenza, al prezzo di settlement del contratto stabilito, in base a delibera della Consob, pari al valore dell'indice Mib30 calcolato sui prezzi di apertura dei titoli che lo compongono. Come è noto, le posizioni su indice di borsa vengono chiuse adottando la procedura del *cash settlement*: se l'opzione chiude *in-the-money* la cassa liquida direttamente le differenze al compratore dell'opzione, addebitandole al venditore. L'operatore con il meccanismo del "delta

(22) La variazione giornaliera del delta, moltiplicata per i dieci contratti, viene arrotondata all'intero più vicino per determinare la quantità del sottostante da acquistare/vendere.

*hedging*” è coperto da movimenti avversi del mercato<sup>(23)</sup>. L’acquisto dell’opzione nel caso in cui questa sia sottovalutata, e dell’indice nel caso opposto, si ipotizza venga finanziata indebitandosi al tasso privo di rischio (Ribor), e comporti dunque il pagamento degli interessi. La vendita allo scoperto dell’opzione o dell’indice, comporta un costo dato dalla differenza tra il tasso Ribor e il tasso al quale i ricavi della vendita possono essere investiti. Si è visto come nelle operazioni di prestito titoli, la vendita allo scoperto viene coperta depositando il ricavato fino alla restituzione dei titoli in oggetto. Sulle somme depositate il prestatario riceve un interesse che è generalmente inferiore a quello monetario. Come *proxy* di questo tasso si è utilizzato il tasso applicato dalla cassa sul deposito dei margini, pari al Ribor -0,8 per cento<sup>(24)</sup>.

Oltre al costo dovuto al pagamento degli interessi bisogna considerare il costo delle commissioni sull’indice e sulle opzioni.

Le commissioni sull’opzione vanno dalle 8 alle 15 mila lire per contratto (circa), a seconda se si tratti di trader di una certa dimensione o di investitori individuali. Quelle sull’indice variano dai 5 ai 10 punti indice. Supponendo che le strategie simulate vengano poste in essere da arbitraggisti di professione, le tariffe sono state stimate in 10.000 lire per i contratti di opzione e 5 punti indice per il *basket trading*.

Quando l’opzione chiude *in-the-money*, il delta è uguale ad uno. Il compratore della *call* avrà dunque venduto 10 unità dell’indice sottostante (1\*10 contratti di opzione), e alla scadenza dovrà restituirli al prestatore. Poiché dalla liquidazione dell’opzione non riceverà titoli ma la liquidazione delle differenze, dovrà reperire titoli sul mercato acquistandoli al prezzo di liquidazione. L’unica differenza rispetto al caso in cui la liquidazione prevede l’effettiva consegna dei titoli, è che l’operatore dovrà pagare le commissioni relative all’acquisto dei titoli, ossia le commissioni per la chiusura della posizione sull’indice. Simmetricamente, il venditore della *call* dovrà chiudere la posizione in titoli vendendoli sul mercato al prezzo di liquidazione.

Se l’operatore assume nello stesso mese di scadenza più posizioni in opzioni di segno opposto, i movimenti in titoli di segno opposto vengono compensati<sup>(25)</sup>

(23) Alla scadenza è sempre possibile smontare l’*hedge* al prezzo di apertura del Mib30.

(24) In alternativa si sarebbe potuto utilizzare il tasso Ribor denaro (=Ribor lettera -1/8 (=0,125)).

(25) Chiariamo con un esempio: supponiamo che al tempo  $t$  vengano acquistati 10 contratti di opzione al prezzo  $C_0$ , che il delta dell’opzione sia 0,4, e che si vendano a copertura della posizione 4 unità dell’indice (0,4\*10 contratti). Al tempo  $t_1$  si vendono invece 10 contratti al prezzo  $C_1$  e delta 0,3, e si acquistano 3 unità dell’indice. In  $t_2$  sia il delta dell’opzione 0 che quello dell’opzione 1 scendono a 0,2. Per adeguare la quantità di titoli a copertura dell’opzione 0 l’operatore dovrebbe acquistare 2 unità dell’indice, e dovrebbe vendere 1 unità dell’indice a copertura dell’opzione 1. Il delta dell’opzione 1 subisce una variazione negativa pari a 0,2 ( $\Delta_0 - \Delta_2$ ): l’operatore deve quindi rientrare in possesso di 2 delle 4 unità dell’indice vendute all’apertura della posizione. Il delta dell’opzione 1 subisce una variazione negativa pari a 0,1 ( $\Delta_1 - \Delta_2$ ): l’operatore dovrà in questo caso vendere 1 delle tre unità dell’indice acquistate per (segue...)



### 4.3 RISULTATI

Le simulazioni delle strategie di arbitraggio sono state condotte utilizzando come stima della volatilità sia quella storica che quella implicita ponderata. La tabella che segue riporta il numero delle opzioni sulle quali è stato impostato l'*hedge*, distinguendo tra call sottovalutate, per le quali la strategia consiste in uno *short hedge* (posizione lunga nell'opzione e corta nel sottostante), e call sopravvalutate (*long hedge*).

TAB. 3

NUMERO DELLE POSIZIONI LUNGHE (*SHORT*)<sup>(1)</sup> E CORTE (*LONG*) IN OPZIONI

	CALL OUT				CALL AT				CALL IN			
	VOL. STORICA		VOL. IMPLICITA		VOL. STORICA		VOL. IMPLICITA		VOL. STORICA		VOL. IMPLICITA	
	LONG	SHORT	LONG	SHORT	LONG	SHORT	LONG	SHORT	LONG	SHORT	LONG	SHORT
DICEMBRE	5		2	1	3					1		1
GENNAIO	6		1	1	1							1
FEBBRAIO		8	3	2		4		1	2	6	2	4
MARZO	14		2		7				1			
APRILE	5			1	2			1				1

<sup>(1)</sup> I termini "*short*" e "*long*" si riferiscono alla posizione aperta sul sottostante a copertura della posizione (di segno opposto) aperta sull'opzione.

I risultati complessivi della strategia, ottenuti utilizzando la volatilità storica e le volatilità implicite ponderate, sono riportati sinteticamente nella Tabella 4.

(25) (...segue)

adeguare la quantità di titoli in suo possesso al nuovo valore del delta. Le due operazioni si compensano e l'operatore acquisterà 1 unità dell'indice, pagando le commissioni solo su questa operazione.

TAB. 4

RISULTATI COMPLESSIVI DELLA STRATEGIA DI *VOLATILITY TRADING*  
(ESPRESSI IN PUNTI INDICE)

	CALL OUT		CALL AT		CALL IN	
	VOL. STORICA	VOL. IMPLICITA	VOL. STORICA	VOL. IMPLICITA	VOL. STORICA	VOL. IMPLICITA
DICEMBRE	-7368,7	0	-4383,5	-1489,26	3837,8	3528,8
GENNAIO	642,2	0	-15155	-5175,3	0	266,3
FEBBRAIO	-7872	-2773,9	-13274	3094,8	12964	14081
MARZO	-7586	0	-8293	-426,4	-1158,5	0
APRILE	1167,9	-750,7	4503	-1298,3	0	-1199,4
<i>TOTALE</i>	-21017	-3524,6	-36603	-5294,46	15643,3	16676,7

Anche se per il ridotto numero di osservazioni disponibili non è possibile trarre conclusioni univoche o sostenute dall'analisi statistica, l'osservazione dei risultati permette di trarre alcune indicazioni intuitive a sostegno dell'efficienza del mercato.

I risultati sono molto variabili, a seconda del periodo esaminato o del tipo di opzione. In ogni caso la presenza di numerosi risultati con segno negativo permette di ritenere che non sia possibile realizzare sistematicamente dei profitti dalla strategia ipotizzata. L'unico caso in cui entrambe le stime della volatilità sembrano evidenziare con efficacia l'esistenza di *mispricing* nei prezzi è quello delle opzioni *in-the-money*; la strategia di arbitraggio riesce a realizzare profitti positivi e molto simili nei due casi. Nel caso di opzioni *at* e *out-of-the-money* invece, i risultati complessivi derivanti dallo sfruttare il *mispricing* dei prezzi rivelato da entrambe le stime della volatilità sono negativi (anche se si può osservare come l'entità degli stessi risultati nettamente superiore quando la stima della volatilità applicata è quella storica, segnale che sostiene la superiorità della volatilità implicita nello stimare la volatilità futura dei prezzi esaminata nel paragrafo precedente).

E' noto che il delta costituisce solo un'approssimazione della variazione del prezzo dell'opzione rispetto a variazioni del titolo sottostante, poiché rappresenta la pendenza della retta tangente alla curva che costituisce la vera relazione tra prezzo *call* e sottostante. L'errore di approssimazione è tanto maggiore quanto più il valore del titolo sottostante è maggiore dello strike (*call in-the-money*) e cresce al crescere della *convexity* della curva, data dal gamma

dell'opzione<sup>(26)</sup> (che è maggiore nel caso di opzioni *at-the-money*). L'errore nel delta *hedging* nel caso di *call in-the-money* in questo caso ha giocato a favore, permettendo di ottenere profitti positivi; con altrettanta probabilità questo errore avrebbe potuto portare a forti perdite, nel caso di movimenti avversi dell'indice. Questa conclusione è rafforzata dall'evidenza che i profitti sono concentrati in febbraio, mese in cui l'indice ha registrato un forte rialzo. Nello stesso mese l'evidenza empirica mostra infatti forti perdite per le opzioni *put* (v. Cavallo, 1998), che se la copertura non è perfetta risentono negativamente del rialzo del titolo sottostante.

## 5. CONCLUSIONI

I test effettuati sul contratto MibO30 mostrano che il mercato è complessivamente efficiente. In particolare:

1) i risultati *ex ante* dei test di violazione della *lower boundary condition* sono chiaramente a favore dell'ipotesi di efficienza del mercato del MibO30. Infatti, su un totale di 3.642 osservazioni si osservano solo 3 casi di violazione della condizione di *lower bound* per le *call* e nessuna violazione per le *put*;

2) il test della *put-call parity*, una volta considerati i costi per la strategia arbitraggio derivanti dal *bid/ask spread*<sup>(27)</sup> e i costi di transazione, supporta l'ipotesi di efficienza del mercato. Infatti, la possibilità di extraprofitto è stata riscontrata solo nel 2 per cento dei casi per gli operatori retail, e, rispettivamente, nel 5 per cento e nel 6 per cento dei casi per gli operatori istituzionali che effettuino *short* o *long hedge*. La presenza di casi di *short hedge* profittevoli in numero molto simile ai casi di *long hedge* supporta implicitamente e a una prima analisi l'ipotesi di efficienza

---

(26) Il gamma dell'opzione è dato da:  $\frac{\delta^2 \pi}{\delta S^2}$ , dove  $\pi$  è il valore del portafoglio e  $S$  il valore del titolo sottostante.

(27) Peraltro, i costi impliciti al bid ask spread sono quelli relativi alla migliore coppia di proposte denaro/lettera presenti sul mercato al momento in cui il test è stato condotto. Dette coppie denaro lettera possono essere associate ovviamente a quantità diverse: tuttavia, visto che la struttura del mercato è fortemente dominata dall'attività dei market makers, i quali (come spiegato al paragrafo 3) sono tenuti a quotare un minimo di 10 contratti, il migliore bid/ask, è generalmente associato ad una quantità di 10 contratti (la quotazione del miglior market maker) o di 1 contratto (quotazione proveniente da investitori retail). Pertanto, la strategia di arbitraggio derivante dalla violazione della put-call parity è normalmente realizzabile per quantità variabili tra 1 e 10 contratti.

del mercato del prestito sui titoli del Mib30<sup>(28)</sup>. Infatti, i risultati ottenuti sono dissimili da quelli ottenuti da Klemkosky e Resnick (1980) e da Nisbet (1992) sul mercato delle opzioni su S&P 500 e sul mercato delle opzioni su Footsie 100; questi studi mostravano una prevalenza di *short hedge* rispetto ai *long hedge* spiegata dalla circostanza che i maggiori costi associati all'effettuazione di *short hedge*, che implicano la vendita allo scoperto dei titoli dell'indice e la contestuale effettuazione di un contratto di prestito titoli, vanificano *ex post* l'apparente possibilità di effettuare profitti dalle violazioni della *put-call parity* sfruttabili mediante *short hedge*. Ciò determina la possibilità per i *market maker* di effettuare quotazioni apparentemente in violazione della *put-call parity*, ma nella realtà (cioè tenendo conto dei costi del prestito titoli) efficienti.

I risultati relativi al MibO30 sembrerebbero, invece, mostrare una sostanziale efficienza del mercato del prestito titoli per i titoli del Mib30, tale da rendere sostanzialmente equivalenti il numero di *long* e *short hedge* profittevoli. *Nella realtà si ritiene più verosimile un'altra alternativa: che i market maker ed i dealer in opzioni non effettuino l'hedge mediante la vendita allo scoperto dei titoli che compongono l'indice, ma utilizzino prevalentemente un succedaneo: contratto future su indice Mib30.*

Per gli intermediari che devono effettuare uno *short hedge* esiste un *trade-off* tra la vendita allo scoperto dei titoli dell'indice con contestuale effettuazione di un contratto di prestito titoli e la vendita di più contratti Fib30. La vendita allo scoperto è associata a maggiori costi di transazione ed il costo di una minore liquidità, ma consente di predeterminare il costo (implicito) del tasso repo; il Fib30, a fronte di una migliore liquidità ed a minori costi di transazione implica invece l'assunzione del rischio sul tasso repo<sup>(29)</sup>. Peraltro, va sottolineato che l'assunzione del rischio "base" ricade principalmente sugli operatori market maker i quali, come detto precedentemente, si impegnano a quotare continuamente cinque strike per 3 scadenze di opzioni *call* e *put*.

Anche l'analisi mediante regressione dei fattori responsabili delle deviazioni dalla *put* e *call parity* per il *long* e *short hedge* non sembrano contraddire l'ipotesi di efficienza del mercato. Inoltre, il valore della costante della regressione, che misura l'entità della deviazione non è significativamente diversa dal costo stimato delle commissioni. E' interessante notare come il valore della costante sia uguale a 12 punti indice per il *long hedge* ed a 20 punti indice per lo *short hedge*. Ora poiché l'unica differenza nei costi di transazione nel caso di *long* e di *short hedge* è data dall'eventuale costo aggiuntivo rappresentato dal differenziale tra tasso (attivo) applicato sul contratto di prestito titoli ed il *risk free rate*, il diverso valore della costante è

---

(28) *L'efficienza del mercato del prestito titoli non necessariamente potrebbe essere estesa a tutti i titoli del Mib30, ma ai soli titoli (più liquidi) che maggiormente spiegano la correlazione con l'indice Mib30.*

(29) *Nella realtà ciò non è vero per la copertura di opzioni MibO30 mediante la vendita di contratti Fib30 con scadenze coincidenti con quella delle opzioni, a condizione che dette opzioni (e il relativo hedge) vengano mantenute sino a scadenza. Infatti, come noto, un'opzione europea su indice è del tutto equivalente ad un'opzione europea su future per le scadenze coincidenti con quelle del future.*

indicativo dell'esistenza di un costo implicito (associato al contratto repo) pari a 8 punti. Implicitamente questa differenza è anche una misura del grado in cui gli intermediari utilizzano direttamente i titoli sottostanti all'indice (quindi concludono un contratto di prestito titoli) per coprire delle posizioni corte sull'indice stesso, piuttosto che il contratto Fib30 che<sup>(30)</sup> consente di prendere sinteticamente a prestito i titoli del Mib30 impiegandoli ad un tasso pari al *risk free rate*;

3) si è effettuato infine un test di efficienza basato sulla simulazione di una strategia di *volatility trading*. La strategia è stata implementata quando si è riscontrata una differenza tra prezzo teorico e prezzo effettivo superiore a +/-15 per cento al fine di verificare l'effettiva possibilità di ottenere extrarendimenti dal *mispricing*. L'esistenza di un numero statisticamente significativo di deviazioni tra prezzi teorici e prezzi effettivi non implica necessariamente un'inefficienza del mercato; infatti, le deviazioni dai prezzi teorici possono dipendere sia da una distribuzione dei rendimenti dell'indice diversa da quella implicita al modello (che come noto assume una distribuzione normale dei rendimenti e una volatilità costante), sia dalla presenza di costi di transazione o di vincoli all'operatività (ad esempio divieto di vendita allo scoperto dei titoli dell'indice, etc.). La strategia di *trading* permette di verificare tale ipotesi. L'implementazione di tale strategia richiede una stima che sia il più possibile accurata della volatilità dei rendimenti dell'indice. A tal fine sono state calcolate due misure della volatilità: una volatilità storica ed una implicita.

Il calcolo dei valori teorici ottenuti utilizzando il modello di Black & Scholes e la comparazione con i prezzi effettivi ha mostrato un numero di *mispricing* molto basso per le opzioni *at-the-money* e *in-the-money* ed un numero statisticamente significativo di *mispricing* per le opzioni *out-of-the-money*. Questa osservazione tuttavia non implica necessariamente un'inefficienza del mercato MibO30 ma potrebbe semplicemente essere attribuibile ad un'inadeguatezza del modello utilizzato rispetto all'effettiva distribuzione dei rendimenti dell'indice.

La simulazione di *trading* condotta, superando alcune limitazioni del modello quali l'assenza di costi di transazione e l'assunzione di costanza della volatilità, ha cercato di verificare l'effettiva possibilità di ottenere rendimenti senza rischio sfruttando l'informazione data dalla presenza di *mispricing* nei prezzi delle opzioni. A questo scopo, si è simulata una strategia di acquisto/vendita di *call* che presentassero una differenza rispetto al valore teorico superiore a +/-15 per cento. Contestualmente all'operazione di compravendita sulle *call* si è simulata un'operazione di copertura del rischio di prezzo mediante compravendita di "Δ" indici Mib30. Ciò al fine di eliminare, nel calcolo dell'effettiva profittabilità della strategia di *trading*, le

---

(30) Ovviamente questa affermazione è vera solo nel caso in cui il contratto Fib30 sia correttamente apprezzato sul suo valore teorico.

distorsioni derivanti dall'andamento dell'indice nel periodo di scadenza dell'opzione dell'indice Mib30<sup>(31)</sup>.

I risultati supportano, da un lato, l'ipotesi di efficienza del mercato MibO30, dall'altro sono coerenti con la letteratura più recente ed autorevole che afferma che la volatilità implicita costituisce un migliore stimatore della effettiva presenza (assenza) di *mispricing* (per quanto occorre sottolineare che tale intuizione è derivata da un test non diretto a confrontare il potere previsivo delle diverse misure di volatilità. Per la verifica diretta di tale ipotesi si veda Cavallo, 1998).

Per le opzioni *out* e *at-the-money* le stime effettuate mostrano l'impossibilità di ottenere profitti sulla base dell'individuazione di potenziali *mispricing*. Le operazioni di compravendita di opzioni e degli indici sottostanti determinano, infatti, *ex post* delle perdite complessivamente superiori nel caso di utilizzo della volatilità storica rispetto al caso di utilizzo della volatilità implicita. Per le opzioni *in-the-money*, viceversa, la simulazione di arbitraggio ha determinato la realizzazione di profitti sia utilizzando la volatilità implicita sia utilizzando la volatilità storica<sup>(32)</sup>. Tuttavia l'evidenza relativa alle opzioni *in-the-money* non sembra essere sufficiente ad inficiare la validità dell'ipotesi di efficienza del mercato MibO30. Infatti, le opzioni *in-the-money* nella simulazione di arbitraggio condotta determinano il massimo errore di *hedging*; pertanto esse subiscono una maggiore distorsione derivante dall'andamento nel periodo dell'indice Mib30. A ciò si aggiunga che, nonostante il metodo di calcolo del valore teorico delle opzioni riduca notevolmente, come detto, il rischio di asincronicità tra il momento di rilevazione del valore dell'indice e del prezzo della call, detto rischio è, tuttavia, massimo per le opzioni *in-the-money*. Infatti, le *call in-the-money* sono le meno liquide con scambi effettivi e relativi prezzi che avvengono in maniera discontinua. Per queste opzioni, pertanto, è possibile che il lasso di tempo intercorrente tra il momento di rilevazione dell'indice<sup>(33)</sup> e quello del prezzo dell'opzione sia sufficientemente ampio da determinare un errore nel calcolo del valore teorico. Inoltre, la gran parte dei profitti è stata realizzata nel mese di febbraio (14140 punti su 16780 nel caso di utilizzo della volatilità implicita, 13030 punti su 15680 nel caso di utilizzo della volatilità storica), su sole 4 opzioni, delle quali in un caso lo scostamento tra valore teorico e valore effettivo era pari a più del 50 per cento utilizzando la volatilità storica. E' pertanto probabile che l'asincronia tra

---

(31) *Ovviamente la costruzione di un portafoglio "delta neutrale", ribilanciato giornalmente, non elimina del tutto le distorsioni relative all'andamento dell'indice Mib30 nel periodo, a causa del rischio di "gamma". Si veda a tale proposito quanto detto successivamente a proposito della simulazione di trading sulle opzioni call in-the-money.*

(32) *Anche per le opzioni in-the-money la volatilità implicita ha dimostrato un maggiore potere di identificare mispricing che permettono di realizzare profitti, considerato che i profitti realizzati utilizzando tale stima di volatilità sono superiori a quelli realizzati utilizzando la volatilità storica.*

(33) *Convenzionalmente individuato nelle ore 11:00 di ciascun giorno di borsa nel periodo di analisi.*

rilevazione del valore dell'indice e prezzo della *call* abbia sensibilmente influito nell'individuazione della strategia di arbitraggio.

Il complesso dei due effetti (errore di *hedging* e rischio di asincronicità) sembrano in definitiva rendere meno significativo per le opzioni *in-the-money* il test basato sulla strategia di *trading*. I risultati, pertanto, non sono tali da inficiare la conclusione di efficienza del mercato.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Bagella M. e Becchetti L. (1996), "Volatilità dei titoli industriali e volatilità dei titoli finanziari: alcuni fatti stilizzati", Consob, *Working Paper*.
- Ball C. e Torous W.N. (1985), "On Jumps in Common Stock Prices and Their Impact on Call Option pricing", *Journal of Finance*, 40, 155-73.
- Barone E. e Cuoco D. (1989), "Il mercato dei contratti a premio in Italia", in *Rendiconti del Comitato per gli studi e la programmazione economica*, vol. XXVII, ed. Alceo.
- Barone E. e Cuoco D. (1991), "Implied volatilities and arbitrage opportunities in the italian options market", *Working Paper*.
- Bates D.S. (1995), "Testing option pricing models", preparato per il volume 14 dell'*Handbook of Statistics: Statistical Methods in Finance*.
- Bhattacharya M. (1983), "Transactions data tests of efficiency of the Chicago Board Options Exchange", *Journal of Financial Economics*, 12 (2), 161-85.
- Black F. e Scholes M. (1971), "The pricing of options and corporate liabilities", *Journal of Political Economy*, 81, 637-59.
- Black F. e Scholes M. (1972), "The valuation of Option Contracts and a test of market efficiency", *Journal of Finance*, 27 (2), 399-417.
- Black F. (1975), "Fact and Fantasy in the use of Options", *Financial Analysts Journal*, 31, 36-72.
- Bodurtha J.N. Jr e Courtadon G.R. (1986), "Tests of an American Option Pricing Model on the Foreign Currency Option Market", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 22, 153-67.
- Botterslev T. (1986), "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, 31, 307-27.
- Boyle P.P. e Emanuel D. (1980), "Discretely Adjusted Option Hedges", *The Journal of Financial Economics*, 8, 259-82.
- Boyle P.P. e Vorst T. (1992), "Option Replication in Discrete Time with Transaction Costs", *The Journal of Finance*, vol. XLVII (1).
- Brenner M. e Galai D. (1986), "Implied Interest rates", *Journal of Business*, 59, 493-507.
- Canina L. e Figlewski S. (1993), "The information Content of Implied Volatility", *The Review of Financial Studies*, vol. 6, 3, 659-81.
- Cavallo L. (1998), "Efficienza del mercato e modelli di pricing delle opzioni. Presupposti teorici e analisi empirica", tesi di dottorato in *Economia delle Istituzioni e dei Mercati Monetari e Finanziari*, Università di Roma Tor Vergata.
- Cavallo L. (1999), "Optimal option replication with transaction costs-an empirical evaluation of several rehedging strategies", *Quaderno CEIS*, n. 106.
- Chiras D.P. e Manaster S. (1978), "The information content of option prices and a test of market efficiency", *Journal of Financial Economics*, 6, 213-34.
- Cox J. e Ross S. (1975), "The Pricing of Options for Jump Processes", *Working Paper*, n. 2-75, Rodney L. White Center for Financial Research, University of Pennsylvania.
- Cox J., Ross S. e Rubinstein M. (1979), "Option Pricing: a simplified approach", *Journal of Financial Economics*, vol. 7, October 1979, 229-64.
- Corrado C. J. e Su T. (1996), "Skewness and Kurtosis in S&P 500 Index Returns Implied by Option Prices", *The Journal of Financial Research*, vol. XIX, n. 2, 175-92.
- Davis M.H.A. e Norman A. (1990), "Portfolio selection with transaction costs", *Mathematics of Operations Research*, 15 (4).
- Day T.E. e Lewis C.M. (1992), "Stock Market volatility and the information content of stock index options", *Journal of Econometrics*, 52, 267-87.
- Dumas B. e Luciano E. (1991), "An Exact Solution to a Dynamic Portfolio Choice Problem under Transaction Costs", *The Journal of Finance*, vol. XLVI (2).
- Dupire B. (1994) "Pricing with a Smile", *Risk*, 7, 18-20.



- Evnine J. and Rudd A. (1985), "Index Options: The Early Evidence", *The Journal of Finance*, vol. XL (3).
- Fama E. (1965), "The Behavior of Stock Market Prices", *Journal of Business*, 38, 34-105.
- Figlewski S. (1977), "Forecasting Volatility", *Financial Markets, Institutions & Instruments*, vol. 6, n. 1, New York University Salomon Center, Blackwell Publishers, USA.
- Finucane T.J. (1991), "Put-Call Parity and Expected Returns", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 26, n. 4.
- French K.R. (1980), "Stock Returns and the Week-End Effect", *Journal of Financial Economics*, 8, 55-69.
- French K.R. (1984), "The weekend Effect on the Distribution of Stock Prices: Implications for Option Pricing", *Journal of Financial Economics*, 13, 547-59.
- French K. e Roll R. (1986), "Stock Return Variances: The arrival of Information and the Reaction of Traders", *Journal of Financial Economics*, 17, 5-26.
- Galai D. (1977), "Tests of Market Efficiency of the Chicago Board Options Exchange", *Journal of Business*, 50 (2), 167-97.
- Galai D. (1978), "Empirical Tests of Boundary Conditions for CBOE Options", *Journal of Financial Economics*, 6, 187-211.
- Galai D. (1979), "A Convexity Test for Traded Options"; *Quarterly Review of Economics and Business*, 19, 83-90.
- Gould J.P. e Galai D. (1974), "Transactions Costs and the Relationship between Put and Call Prices", *The Journal of Financial Economics*, (1), 105-29.
- Guo D. (1996), "The Predictive Power of Implied Stochastic Variance from Currency Options", *The Journal of Futures Markets*, vol. 16, n. 8.
- Harvey C.R. e Whaley R.E. (1991), "Market volatility prediction and the efficiency of the S&P100 index option market", *Journal of Financial Economics*, 31, 43-73.
- Hodges S.D. e Neuberger A. (1989), "Optimal replication of contingent claims under transaction costs", *The Review of Futures Markets*, 8, 222-39.
- Hull J. (1993), "Options, Futures, and other Derivative Securities", Prentice-Hall International Inc., II edition.
- Klemkosky R.C. e Resnick B.G. (1979), "Put-Call Parity and Market Efficiency", *The Journal of Finance*, vol. XXXIV, (5).
- Jarrow R. e Rudd E. (1982), "Approximate Option Valuation for Arbitrary Stochastic Processes", *Journal of Financial Economics*, 10, 347-69.
- Latané H. e Rendleman R. Jr. (1976), "Standard deviation of stock price ratios implied in option prices", *Journal of Finance*, 31, 369-81.
- Leland H.E. (1985), "Option Pricing and Replication with Transaction Coasts", *The Journal of Finance*, vol. XL, (5).
- MacBeth J.D. e Merville J. (1979), "An Empirical Examination of the Black-Scholes call Option Pricing Model", *Journal of Finance* 34, 1173-86.
- Merton R.C. (1973a), "Theory of rational option pricing", *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4, 141-83.
- Merton R.C. (1973b), "The relationship Between Put and Call Prices: Comment", *Journal of Finance*, 28, 183-84.
- Merton R.C. (1976), "Option Pricing When Underlying Stock Returns are Discontinuous", *Journal of Financial Economics*, 3, 125-44.
- Ncube M. e Satchell S. (1995), "A bias -adjusted Black and Scholes option pricing model", *Applied Financial Economics*, 5, 51-60.
- Nisbet M. (1992), "Put-call parity theory and an empirical test of the efficiency of the London Traded Options Market", *Journal of Banking and Finance*, 16, 381-403.
- Noh J., Engle R.F. e Kane A. (1993), "A test of efficiency for the S&P Index Option Market using variance forecast", *NBER Working Paper*, no. 4520.

- Phillips S.M. e Smith C.W. (1980), "Trading costs for listed options", *Journal of Financial Economics*, 8, 179-201.
- Rubinstein M. (1985), "Non parametric Tests of alternative Option Pricing Models Using All Reported Trades and Quotes", *Journal of Finance*, 49, 771-818.
- Stoll H.R. (1969), "The relationship between put and call option prices", *Journal of Finance*, vol. XXIV, (5).
- Taylor S.J. e Xu X. (1994a), "The magnitude of Implied volatility Smiles: Theory and Empirical Evidence for Exchange Rates", *Review of Futures Markets*, 13, 355-80.
- Taylor S.J. e Xu X. (1994b), "Implied Volatility Shapes when Price and Volatility Shocks are Correlated", *Working Paper*, University of Lancaster.
- Tan H.J. e Dickinson J.P. (1993), "A test of the efficiency of the European Options Exchange", *Applied Financial Economics*, 3, 175-81.
- Trippi R. (1977), "A test of Option Market Efficiency Using a Random Walk Valuation Model", *Journal of Economics and Business*, 29, 93-98.
- Wagner D., Ellis D.M. e Dubofsky D.A. (1996), "The factors behind Put-Call Parity Violations of S&P100 Index Options", *The Financial Review*, vol. 31, n. 3.
- Wiggins J.B. (1987), "Option Values Under Stochastic Volatility", *Journal of Financial Economics*, 19, 351-72.
- Xu X. e Taylor S.J. (1995), "Conditional Volatility and the Informational Efficiency of the PHLX Currency Options Market", *Journal of Banking and Finance*, 19 (5), 803-21.

ELENCO DEI QUADERNI DI FINANZA CONSOB

- N. 1 *Insider trading e obblighi di divulgazione delle informazioni sui mercati finanziari*, di S. Barsella (giugno 1990)
- N. 2 *Interdipendenza e integrazione delle principali borse internazionali: Milano e gli altri negli anni '80*, di S. Barsella, L. Filippa, P.L. Parcu (febbraio 1991)
- N. 3 *Legge 2 gennaio 1991, n. 1 «Disciplina dell'attività dell'intermediazione mobiliare e disposizioni sull'organizzazione dei mercati mobiliari» (Raccolta completa degli atti parlamentari)*, a cura di M. Veronesi (marzo 1991)
- N. 4 *Realtà e prospettive del mercato ristretto*, di G. D'Agostino, L. Filippa, P.L. Parcu (settembre 1991)
- N. 5 *Il sistema della revisione e certificazione dei bilanci. Attualità e ipotesi di modifica* (agosto 1992)
- N. 6 *Rapporto sulla tassazione dei capital gains*, di M. Bianchi, S. Boffano, L. Filippa, M.C. Guerra (novembre 1992)
- N. 7 *La fusione di società con azioni quotate in borsa. Aspetti giuridici*, di G.G. Moglia, R. Ristuccia (giugno 1993)
- N. 8 *Esperienze in materia di offerte pubbliche di acquisto*, Atti del convegno sull'Opa, Senato della Repubblica (maggio 1994)
- N. 9 *Privatizzazioni, mercato azionario e governo dell'impresa* (aprile 1995)
- N. 10 *Privatizzazioni e riforma del diritto societario*, Atti del convegno, Senato della Repubblica (agosto 1995)

NUOVA SERIE

- N. 11 *Documenti* Interventi del Presidente della Consob E. Berlanda: *Ruolo delle banche nella prospettiva di recepimento della direttiva comunitaria in materia di servizi di investimento*, Milano 18 settembre 1995; *La disciplina delle offerte pubbliche di acquisto*, Villa d'Este di Cernobbio 14 ottobre 1995; *La Consob e i gruppi di società*, Venezia 18 novembre 1995 (Dicembre 1995)
- N. 12 *Studi e Ricerche* *Pubblico e privato nella disciplina dei mercati mobiliari. Proposte di revisione del sistema italiano*, di M. D'Alberti (Dicembre 1995)
- N. 13 *Studi e Ricerche* *Tra regolamentazione e sviluppo: fini e modalità dell'intervento pubblico nel mercato azionario*, di S. Fabrizio e C. Scarpa (Gennaio 1996)
- N. 14 *Documenti* Interventi del Commissario della Consob A. Zurzolo: *Il ruolo del Garante del mercato dei capitali*, Roma 1 dicembre 1995; *Il ruolo della certificazione ed i mercati finanziari e mobiliari*, Milano 16 gennaio 1996; *Collegio sindacale e internal auditors*, Milano 19 aprile 1996 (Maggio 1996)
- N. 15 *Studi e Ricerche* *Assetti proprietari e struttura del settore: un'analisi delle Sim e delle fiduciarie*, di M. Bianchi, S. Fabrizio e G. Siciliano (Maggio 1996)
- N. 16 *Documenti* *L'armonizzazione delle regole contabili nella prospettiva dei mercati finanziari europei*, Atti del convegno, Università Bocconi (Agosto 1996)

- N. 17 *Documenti* Interventi del Commissario della Consob A. Zurzolo: *Corporate Governance*, Stresa 6 giugno 1996; *Collegio sindacale e società di revisione: evoluzioni e prospettive*, Torino 13 settembre 1996; *Società mercato e diritti degli azionisti: uno statuto per l'efficienza del mercato finanziario*, Milano 17 settembre 1996 (Ottobre 1996)
- N. 18 *Documenti* Interventi del Presidente della Consob E. Berlanda: *Le vicende del Gruppo Olivetti*, Camera dei Deputati, Roma 9 ottobre 1996; *Globalizzazione dei mercati e quotazione in borsa*, Villa d'Este di Cernobbio 17 ottobre 1996; *Note su una proposta di riforma del governo societario in Italia*, Pavia 18 ottobre 1996; *Le vicende del Banco di Napoli*, Senato della Repubblica, Roma 5 novembre 1996 (Novembre 1996)
- N. 19 *Studi e Ricerche* *Gestione di patrimoni e tutela degli investitori*, di E. Pagnoni e L. Piatti (Gennaio 1997)
- N. 20 *Documenti* *Il mercato degli strumenti derivati over-the-counter in Italia*, di G. Lusignani, P. Mammola e D. Sabatini (Agosto 1997)
- N. 21 *Documenti* *Il risparmio gestito in Italia - Caratteristiche generali e problemi di regolamentazione*, Intervento del Commissario della Consob M. Onado (Agosto 1997)
- N. 22 *Studi e Ricerche* *Ricerche sull'industria dei servizi mobiliari in Italia*, Atti del convegno, Università Statale di Milano (Volume I, Ottobre 1997)
- Ricerche sull'industria dei servizi mobiliari in Italia*, Atti del convegno, Università Statale di Milano (Volume II, Novembre 1997)
- N. 23 *Documenti* *La regolamentazione dei mercati finanziari: problemi attuali e prospettive future*, Atti del convegno, Senato della Repubblica, Roma 6 dicembre 1996 (Dicembre 1997)
- N. 24 *Studi e Ricerche* *Studi in materia di Opa*, di R. Di Salvo, A. Macchiati, G. Siciliano e S. Providenti (Gennaio 1998)
- N. 25 *Studi e Ricerche* *Volatilità dei titoli industriali e volatilità dei titoli finanziari: alcuni fatti stilizzati*, di M. Bagella e L. Becchetti (Gennaio 1998)
- N. 26 *Documenti* *Indagine conoscitiva sull'evoluzione del mercato mobiliare italiano*, audizione del Presidente della Consob T. Padoa-Schioppa presso la Commissione Finanze della Camera dei Deputati (Febbraio 1998)
- N. 27 *Studi e Ricerche* *Regulating Exchanges and Alternative Trading Systems: A Law and Economics Perspective*, di J.R. Macey e M. O'Hara (Maggio 1998)
- N. 28 *Documenti* *Lavori preparatori per il Testo unico della Finanza - Servizi e strumenti di impiego del risparmio* (Giugno 1998)
- N. 29 *Documenti* *Lavori preparatori per il Testo unico della finanza - Diritto societario* (Agosto 1998)
- N. 30 *Studi e Ricerche* *Regolamentazione e mercato finanziario: analisi e prospettive di riforma per il sistema italiano*, di C. Di Noia e L. Piatti (Settembre 1998)

- N. 31 *Documenti* *La globalizzazione dei mercati e l'armonizzazione delle regole contabili*, Atti del convegno, Palazzo Mezzanotte, Milano 19 febbraio 1997 (Ottobre 1997)
- N. 32 *Documenti* *Seminario internazionale in materia di Opa*, Atti del convegno, Palazzo Giustiniani, Roma 29 maggio 1998 (Marzo 1999)
- N. 33 *Studi e Ricerche* *The Stock-Exchange Industry: Network Effects, Implicit Mergers, and Corporate Governance*, di C. Di Noia (Marzo 1999)
- N. 34 *Studi e Ricerche* *Opzioni sul Mib30: proprietà fondamentali, volatility trading e efficienza del mercato*, di L. Cavallo, P. Mammola e D. Sabatini (Giugno 1999)



## **LE PUBBLICAZIONI CONSOB**

- **RELAZIONE ANNUALE**  
*Illustra l'attività svolta annualmente dall'Istituto e dà conto delle questioni in corso, degli indirizzi e delle linee programmatiche definite dalla Commissione nelle varie materie di competenza istituzionale.*
- **BOLLETTINO MENSILE**  
*Riporta i provvedimenti e le comunicazioni interpretative della Consob nonché altre notizie di pubblica utilità sull'attività istituzionale.*
- **NEWSLETTER SETTIMANALE «CONSOB INFORMA»**  
*Contiene informazioni, complementari a quelle del Bollettino, sull'attività dell'Istituto e sul mercato mobiliare.*
- **RACCOLTA NORMATIVA**  
*Riporta i testi integrati e coordinati delle leggi, dei regolamenti e delle disposizioni di carattere generale della Consob che disciplinano il mercato mobiliare.*
- **QUADERNI DI FINANZA**  
*Raccogliono contributi scientifici di approfondimento su materie rilevanti nell'ambito delle competenze istituzionali.*
- **CONSOBTEL**  
Dal 1° aprile 1996 è attiva la banca dati telematica CONSOBTEL, che contiene tutte le pubblicazioni della Consob ed altre informazioni di pubblica utilità. CONSOBTEL è accessibile mediante il sistema di banche dati ISPOLITEL-GURITEL, distribuito dall'*Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato*. Costo abbonamento (1° gennaio-31 dicembre 1998): Lit 250.000+Iva (due ore di franchigia; Lit 2.000/min. +Iva per tempi di connessione superiori).

Tutte le pubblicazioni Consob sono naturalmente disponibili anche in formato cartaceo. I canoni annuali di abbonamento ed i prezzi dei singoli fascicoli (ove previsti) sono i seguenti:

- RELAZIONE ANNUALE: Lit 40.000, estero: Lit 55.000.
- BOLLETTINO (abbonamento 12 numeri mensili + le varie *Edizioni Speciali*): Lit 300.000, estero: Lit 350.000; singoli numeri: Lit 30.000, estero: Lit 35.000.
- NEWSLETTER SETTIMANALE «CONSOB INFORMA» (abbonamento 50 numeri settimanali): via Postel: Lit 80.000, estero: Lit 120.000; via fax: Lit 160.000, estero: Lit 230.000.
- RACCOLTA NORMATIVA: Lit 130.000.
- QUADERNI DI FINANZA (abbonamento 6 numeri): Lit 120.000, estero: Lit 156.000; singoli numeri: Lit 24.000, estero: Lit 30.000.

Gli abbonamenti si sottoscrivono facendo pervenire l'importo esatto con assegno bancario sbarrato intestato a Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - Piazza Verdi, 10 - 00198 ROMA, oppure con versamento sul c/c p. n. 387001 sempre intestato a Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - Piazza Verdi, 10 - 00198 ROMA.

*Ulteriori informazioni su condizioni e modalità di abbonamento:*

**ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO**



167-864035 • 06-8508.2221 • 06-8508.2149

