

## Aumento e diminuzione della volatilità dei tassi di interesse in dollari: evidenze tratte dalle swaption<sup>1</sup>

*La volatilità dei tassi di interesse implicita nei prezzi delle swaption è aumentata in tutte le principali aree economiche tra il 2001 e gli inizi del 2004. L'aumento è stato particolarmente pronunciato per i tassi statunitensi, e più evidente per i tassi a breve e le swaption con breve vita residua. Dalla primavera del 2004 le volatilità dei tassi in dollari sono scese ai valori riscontrati per l'euro e la loro struttura per scadenze si è appiattita. L'aumento e la diminuzione della volatilità implicita sono state le conseguenze di cambiamenti sia nelle aspettative sulla volatilità realizzata sia nel compenso per il rischio di volatilità.*

*Classificazione JEL: G120, G130, G140*

La volatilità dei tassi di interesse in dollari implicita nei prezzi delle swaption è aumentata notevolmente tra il 2001 e gli inizi del 2004. L'incremento è stato molto più accentuato rispetto a quello dei tassi in euro, e si è verificato soprattutto per i tassi a breve termine e per le scadenze minori, ossia nel caso delle swaption con vita residua inferiore o uguale a sei mesi. Tuttavia, sia il maggiore livello medio della volatilità, sia il suo picco relativo per i tassi a breve e per le scadenze minori sono diminuiti notevolmente dalla primavera del 2004. A fine marzo 2005 la struttura a termine della volatilità era sostanzialmente piatta e le volatilità implicite dei tassi statunitensi erano scese al disotto di quelle registrate per l'euro.

Questo studio si propone di verificare se l'aumento della volatilità implicita dei tassi di interesse statunitensi sia semplicemente stato la conseguenza di una maggior volatilità attesa, oppure anche il frutto di un più elevato premio per il rischio di variazioni inattese della volatilità. A tal fine le volatilità implicite sono confrontate con previsioni della volatilità realizzata derivanti da simulazioni generate con un modello GARCH. Si cerca inoltre di individuare le principali determinanti della discrepanza tra la volatilità implicita e la previsione di quella realizzata, che costituisce una misura del compenso richiesto per sopportare il rischio di variazioni inattese della volatilità.

---

<sup>1</sup> Le opinioni qui espresse sono quelle dell'autore e non riflettono necessariamente quelle della BRI (presso la quale è stato scritto l'articolo) o della BCE. L'autore desidera ringraziare Dimitrios Karampatos per l'aiuto nella ricerca e Claudio Borio, Frank Packer e Jakob Gyntelberg per gli utili approfondimenti.

Volendo anticipare i risultati principali, l'aumento e la successiva diminuzione del premio per il rischio di volatilità hanno contribuito in maniera significativa alle oscillazioni della volatilità implicita dei tassi di interesse USA. Il premio per il rischio di volatilità è stato generalmente maggiore negli Stati Uniti che nell'area dell'euro, soprattutto per i tassi swap a minore scadenza. Dopo aver raggiunto un massimo agli inizi del 2003, il premio è ridisceso a livelli grosso modo simili in entrambe le aree alla fine del marzo 2005. Tra le determinanti, il livello e la volatilità dei tassi di interesse hanno esercitato un considerevole effetto positivo. Un'inclinazione positiva delle curve dei rendimenti e un'inclinazione negativa delle strutture a termine della volatilità sono associate a un minor compenso per il rischio. Infine, le "sorprese" relative alle principali variabili macroeconomiche possono influenzare il premio per il rischio di volatilità, anche se l'incidenza di tali fattori è piuttosto variabile.

### Andamento recente della volatilità sui mercati delle swaption

I mercati delle swaption si prestano particolarmente all'analisi dell'andamento della volatilità implicita dei tassi di interesse<sup>2</sup>. Rispetto alle opzioni su titoli di Stato, le swaption sono disponibili per un maggior numero di tassi di interesse (tutti i tassi swap tra uno e dieci anni) e una gamma più ampia di scadenze (da un mese a dieci anni). Ciò consente la costruzione di una struttura a termine di volatilità implicite per qualsiasi tasso swap. Inoltre, a differenza delle opzioni su titoli di Stato o su eurodepositi, le swaption hanno una scadenza costante, il che semplifica le verifiche empiriche<sup>3</sup>.

Le volatilità implicite utilizzate in questo studio sono derivate dalle swaption *at-the-money* su tassi swap denominati in dollari USA e in euro. In particolare, si riferiscono ai tassi a uno, cinque e dieci anni e sono ricavate dalle swaption con vita residua pari a sei mesi, due anni e cinque anni. Per entrambe le valute il campione esaminato va dal 23 luglio 1997 al 30 marzo 2005.

Le volatilità implicite dei tassi di interesse sono piuttosto variabili nel tempo e spesso differiscono in maniera sostanziale da una valuta all'altra. Dal 1997 alla fine del 2000 la volatilità dei tassi swap in dollari e in euro è stata all'incirca simile, oscillando in genere tra il 10 e il 25%. Tuttavia, nel 2001 le volatilità implicite dei tassi in dollari hanno cominciato a crescere ben oltre quelle dei tassi in euro, e in maniera marcata soprattutto nel caso dei tassi a breve termine e delle opzioni con breve vita residua (grafico 1). Anche la

Aumento significativo delle volatilità implicite dal 2001, specie per i tassi USA

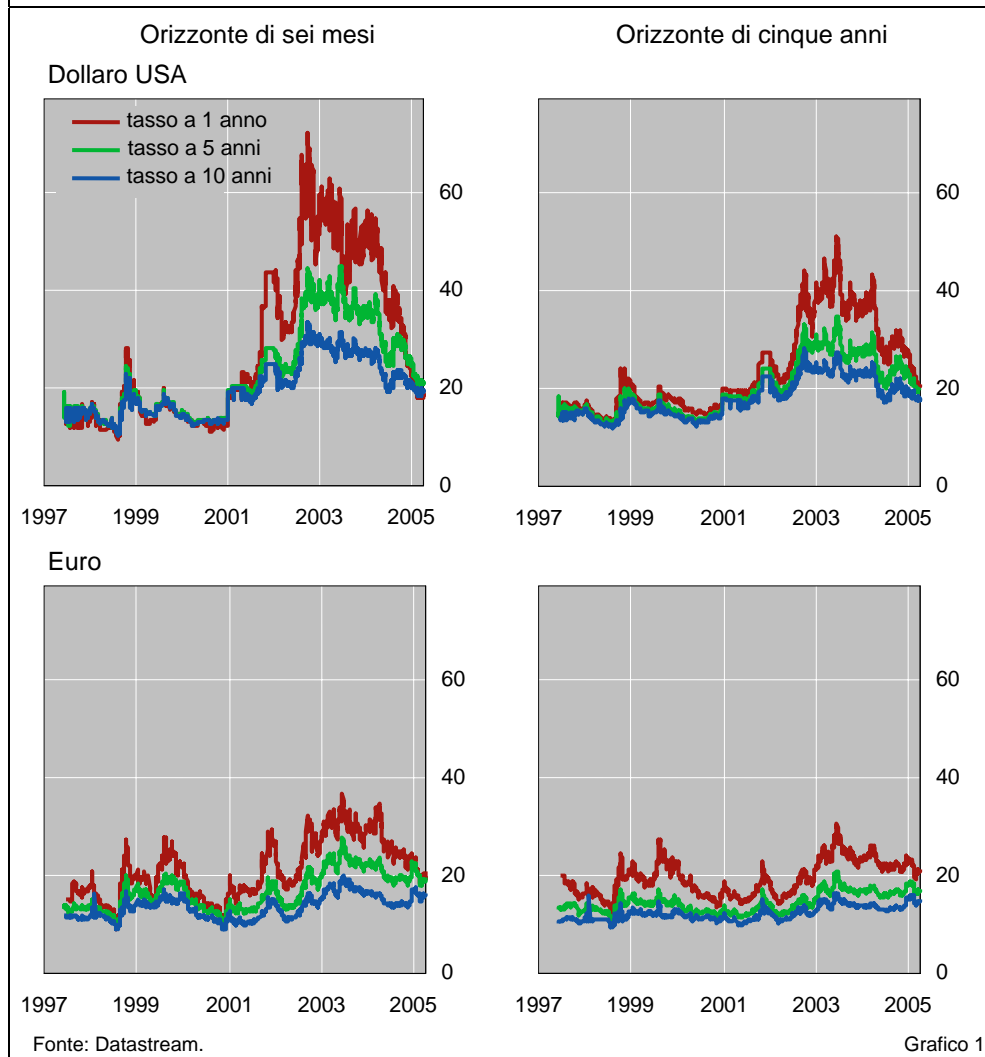
---

<sup>2</sup> Le swaption sono opzioni su tassi swap. Dal momento che un tasso swap è formato da una serie di pagamenti in periodi predeterminati e stocastici, essendo funzione dei tassi Libor futuri, le swaption equivalgono a opzioni sul portafoglio formato da questi tassi. Il prezzo delle swaption viene determinato, per convenzione, in base al modello di Black (1976), dove la volatilità del tasso swap futuro ha lo stesso ruolo di quella azionaria nel modello di Black e Scholes (1973).

<sup>3</sup> Ad esempio, ogni giorno viene quotata una nuova swaption a tre mesi su un tasso a 10 anni, mentre un'opzione a tre mesi di nuova emissione su un titolo a 10 anni ha una vita residua decrescente all'avvicinarsi della sua scadenza.

## Volatilità implicita dei tassi swap in dollari e in euro

annualizzata, in percentuale



volatilità implicita dei tassi swap in euro è aumentata maggiormente per i tassi e le swaption a più breve scadenza, ma in misura piuttosto lieve rispetto a quella statunitense. L'inclinazione della struttura a termine delle volatilità implicite, ossia la differenza tra volatilità desunta da opzioni a lungo e a breve termine, è di conseguenza divenuta sempre più negativa per gli swap sia in dollari che in euro.

Alcune tra le maggiori oscillazioni nei livelli della volatilità implicita appaiono sostanzialmente comuni ai tassi sul dollaro e sull'euro. È il caso, per esempio, del balzo registrato dalla volatilità in occasione della crisi del debito russo nel 1998 e del fallimento del fondo Long-Term Capital Management negli Stati Uniti, quando le volatilità implicite sono aumentate in misura pressoché uguale in corrispondenza di vari tassi di interesse e di opzioni di diversa scadenza. La durata di tale fase di crescita delle volatilità è stata approssimativamente uguale per entrambe le valute. Anche gli aumenti rilevati a fine 2000 e dopo gli attentati terroristici del settembre 2001 hanno interessato sia i tassi swap in dollari che quelli in euro, anche se quest'ultimo shock ha avuto un impatto più rilevante sulle volatilità statunitensi.

Alcune ampie oscillazioni nelle volatilità implicite sono comuni ai tassi sia in dollari sia in euro ...

I picchi di volatilità registrati dai tassi statunitensi dalla metà del 2002 fino agli inizi del 2004 non si sono invece generalmente accompagnati a oscillazioni notevoli della volatilità nell'area dell'euro. Ad esempio, tra gennaio 2002 e maggio 2004 le volatilità implicite sul tasso swap in dollari a un anno hanno raggiunto un massimo di circa il 70% sull'orizzonte temporale di sei mesi e del 50% sull'orizzonte di cinque anni. I corrispondenti massimi della volatilità implicita degli analoghi tassi swap in euro sono stati del 35 e 30% circa.

... mentre altre sono specifiche al dollaro

Probabilmente l'incertezza circa la politica monetaria statunitense in quel periodo – associata in particolare ai timori di un eventuale periodo di deflazione che caratterizzavano i mercati nel 2002-03 – è stata in parte responsabile di un aumento della volatilità attesa, contribuendo quindi a giustificare lo scarto tra le volatilità implicite negli Stati Uniti e nell'area dell'euro<sup>4</sup>. In effetti, all'epoca la volatilità implicita si collocava su livelli elevati, specie nel caso dei tassi swap a breve, i quali sono maggiormente influenzati dalla politica monetaria. A partire dalla prima stretta della Federal Reserve alla fine del giugno 2004 i mercati sono parsi più sicuri circa la futura evoluzione dei tassi di interesse. In questa fase di attenuazione delle incertezze sulla politica monetaria la volatilità implicita è andata diminuendo, man mano che i tassi sui *federal fund* statunitensi venivano innalzati sostanzialmente in linea con le aspettative di un inasprimento graduale (per ulteriori approfondimenti, cfr. BRI, 2005, Capitolo VI).

L'incertezza riguardo alla politica monetaria può aver influito sulle volatilità del dollaro

## L'aumento delle volatilità implicite rispecchia semplicemente le aspettative?

Le volatilità implicite dovrebbero chiaramente riflettere le aspettative degli operatori economici sulle volatilità future durante il periodo di vita dell'opzione. Tuttavia, dato che la volatilità varia in maniera imprevedibile nel tempo, gli operatori possono richiedere un compenso per sopportare il rischio di volatilità, ossia un premio legato alla probabilità che la volatilità futura differisca dal suo livello atteso. Questa remunerazione (o premio) provoca un divario tra volatilità implicite e attese, che sarà più ampio nei periodi in cui le volatilità effettive si modificano rapidamente (ossia quando si presume che l'incertezza sulla volatilità futura sia massima)<sup>5</sup>.

Le volatilità implicite dovrebbero muoversi in linea con le aspettative ...

... anche se il compenso per il rischio di volatilità può creare un divario

---

<sup>4</sup> Tale scarto non sembra invece dovuto alle differenze nel livello dei tassi di interesse nelle due aree valutarie. Vero è che in un contesto di tassi di interesse calanti ci si potrebbe attendere un aumento della volatilità di tasso – espressa come deviazione standard dei tassi logaritmici di variazione dei rendimenti –, e che i tassi di interesse sono in effetti scesi più negli Stati Uniti che nell'area dell'euro nel 2002 e agli inizi del 2003. Tuttavia, i tassi di interesse nel segmento sia a breve che a lunga non erano così distanti da giustificare lo scarto di volatilità.

<sup>5</sup> Il premio per il rischio di volatilità, che nella rimanente parte dell'articolo sarà misurato dalla differenza tra la volatilità implicita e la volatilità realizzata prevista, simulata con un modello GARCH, è proporzionale al parametro di avversione relativa al rischio della funzione di utilità dell'agente rappresentativo. Bollersev et al. (2004), utilizzando dati sull'indice S&P 500 e sulle relative opzioni tra il gennaio 1990 e il maggio 2004, riscontrano che il coefficiente di proporzionalità è prossimo all'unità, per cui l'inverso del compenso per il rischio di volatilità è pari all'avversione relativa al rischio degli investitori (cfr. anche Bakshi e Kapadia, 2003).

Le volatilità attese sono rappresentate con un modello GARCH asimmetrico ...

L'incremento delle volatilità implicite tra il 2001 e il 2004 è semplicemente dovuto a un aumento dell'incertezza sull'evoluzione futura dei tassi di interesse o è riconducibile anche alla crescita del compenso richiesto dagli operatori per sopportare tale incertezza? Per rispondere a questa domanda, occorre innanzitutto specificare un modello per il comportamento della volatilità storica che possa generare previsioni della volatilità su varie scadenze. Tali previsioni saranno quindi utilizzate come approssimazioni delle aspettative degli operatori sulle volatilità realizzate future. Si ipotizza che la volatilità storica dei tassi di interesse sia ben rappresentata da un modello GARCH asimmetrico, che viene stimato per il logaritmo della variazione dei tassi swap a uno e a cinque anni su campioni di ampiezza crescente, tutti con inizio il 23 gennaio 1997<sup>6</sup>. Per ogni giorno compreso nel campione sono utilizzate le caratteristiche del modello stimato al fine di simulare le volatilità storiche dei due tassi di interesse (a uno e a cinque anni) sui due orizzonti di previsione (di sei e 24 mesi). Per ciascuno dei due orizzonti e per ogni tasso swap, le volatilità previste sono quindi confrontate con le volatilità implicite. Il premio per il rischio di volatilità è definito come differenza tra le volatilità implicite e la media delle volatilità previste.

... e gli intervalli di confidenza calcolati tramite simulazioni

In linea di principio le stime puntuali del compenso per il rischio di volatilità sarebbero sufficienti per la presente analisi. Tuttavia, le simulazioni effettuate consentono di calcolare anche la distribuzione di probabilità della volatilità attesa futura (cfr. riquadro a pag. 102), i cui percentili forniscono un intervallo di confidenza del 95% per le stime puntuali. I giorni in cui la volatilità implicita si trova al di fuori dell'intervallo di confidenza possono essere considerati indicativi di periodi in cui il premio per il rischio di volatilità è eccezionalmente elevato o contenuto. In tale maniera l'intervallo di confidenza viene utilizzato al fine di limitare il rischio di interpretare i cambiamenti nella capacità del modello GARCH di stimare le volatilità realizzate attese come cambiamenti nel premio al rischio.

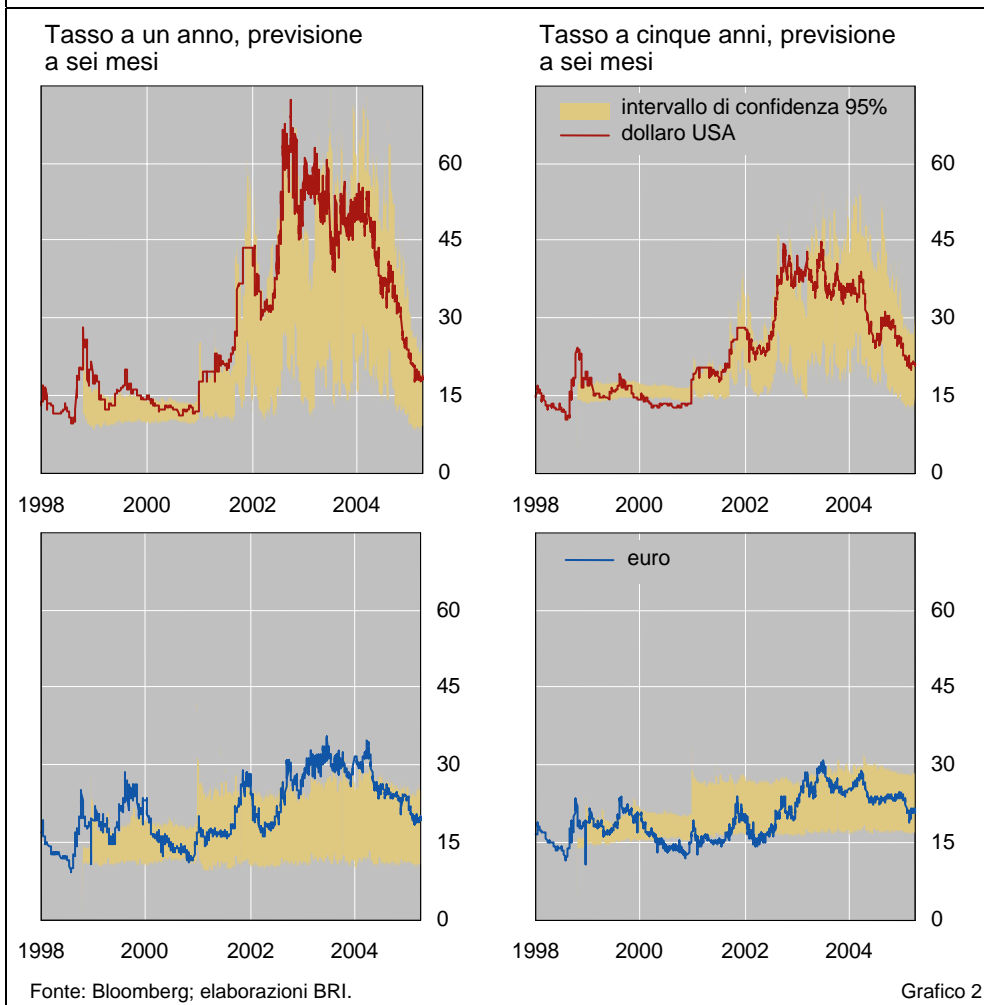
Le volatilità implicite USA si sono mosse al di sopra dell'intervallo di confidenza nel 2002 e 2003 ...

Specialmente nel 2002 e nel 2003 le volatilità implicite si sono situate spesso e in maniera persistente al di fuori dell'intervallo di confidenza per le previsioni della volatilità realizzata (grafico 2). Episodi di questo tipo sono stati piuttosto comuni nel caso dei tassi in dollari a uno e a cinque anni, sia per le previsioni a sei mesi che a 24 mesi (i riquadri superiori del grafico 2 forniscono le evidenze per le previsioni a sei mesi). I risultati differiscono nel caso dei tassi in euro, per i quali le volatilità implicite si muovono per un lungo periodo sopra il limite superiore dell'intervallo di confidenza unicamente per i tassi swap a breve, mentre per i tassi a lungo termine si situano talvolta al di sotto del limite inferiore (grafico 2, riquadri in basso).

---

<sup>6</sup> Si utilizza uno schema GARCH per la stima e la previsione della volatilità dei tassi di interesse poiché, come è ben noto, questa tipologia di modelli risulta ottimale anche in presenza di specificazioni errate di vario tipo. A riguardo, cfr. Nelson e Foster (1995) e, più di recente, Fornari e Mele (2005). Nel presente studio non vengono ipotizzate discontinuità (*jump*). L'intensità e le dimensioni medie tipicamente stimate per le discontinuità non modificherebbero tuttavia la sostanza dei risultati cui si perviene. La metodologia di simulazione adottata è riconducibile a quella di Rosenberg ed Engle (2002), ed è stata utilizzata, in modo diverso, da Tarashev et al. (2003).

**Volatilità implicite e intervallo di confidenza per la volatilità realizzata attesa dei tassi swap denominati in dollari e in euro annualizzata, in percentuale**



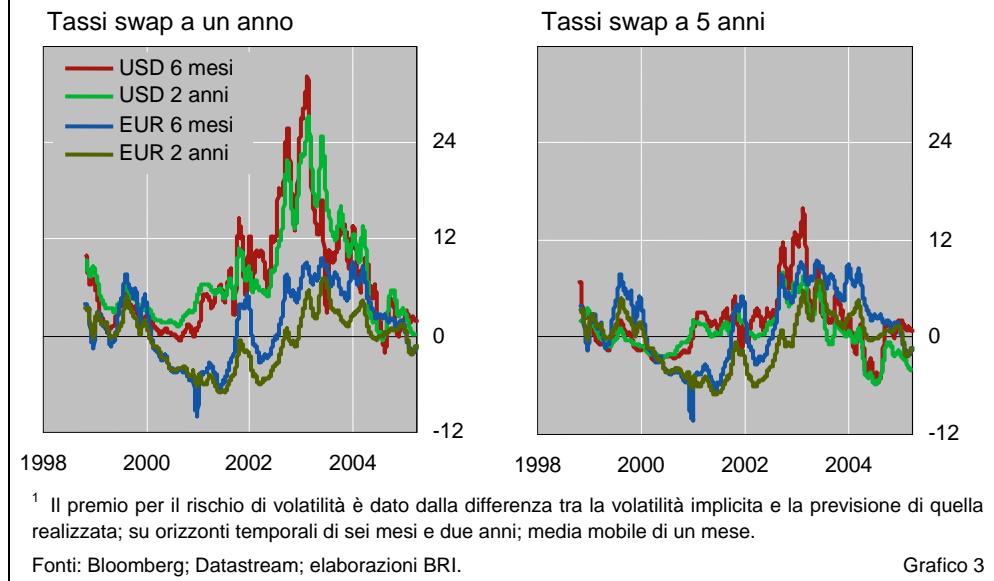
Il premio per la volatilità dei tassi in dollari calcolato dal modello si è mosso significativamente nel tempo ed è stato eccezionalmente elevato per i tassi swap a un anno sull'orizzonte previsionale di sei mesi tra la fine del 2001 e gli inizi del 2004 (grafico 3). Per il tasso swap in euro a un anno, invece, l'incremento del compenso per la volatilità nel 2003 è stato molto meno rilevante di quello per l'analogo tasso in dollari. Per il tasso a cinque anni in euro, in particolare, il premio è rimasto piuttosto basso, e volatilità implicite inferiori a quelle previste hanno costituito la regola piuttosto che l'eccezione.

Nonostante si sia rilevata una notevole correlazione nei premi di volatilità tra aree geografiche e orizzonti previsionali, il comovimento è stato più elevato *all'interno* di una stessa area piuttosto che *tra le due aree*. Per entrambi i tassi swap in dollari (a uno e a cinque anni) sui vari orizzonti previsionali la correlazione media è stata pari a 0,9, mentre per i tassi in euro si è attestata a 0,6. La correlazione tra area dell'euro e Stati Uniti, invece, è stata notevolmente inferiore, pari a 0,3 in media per entrambi i tassi swap sui vari orizzonti previsionali.

... conformemente con l'elevato premio al rischio, soprattutto sugli orizzonti brevi

## Premio per il rischio di volatilità dei tassi swap in euro e in dollari<sup>1</sup>

annualizzato, in percentuale



### Cosa determina il premio per il rischio di volatilità?

Il premio per la volatilità dovrebbe dipendere dal livello dei tassi di interesse e della volatilità implicita ...

Cosa provoca la variazione nel tempo del compenso per il rischio di volatilità? In base alla teoria finanziaria classica, tale variazione dovrebbe essere collegata alle variabili che influenzano il *payoff* dello strumento derivato. Nel caso in esame ci si dovrebbe quindi attendere che le componenti principali del premio siano il livello e la volatilità dei tassi di interesse a breve termine.

Nella verifica effettuata vengono prese in esame anche la pendenza della struttura a termine dei rendimenti, quella della struttura a termine della volatilità, nonché le “sorprese” riguardo alla diffusione di nuovi dati macroeconomici. L’inclinazione della curva dei rendimenti è un indicatore molto diffuso degli sviluppi del ciclo economico, e il compenso per il rischio di volatilità potrebbe essere appunto influenzato dalle percezioni circa la fase congiunturale. L’inclinazione della struttura a termine della volatilità, dal canto suo, fornisce informazioni circa l’orizzonte temporale sul quale è concentrata l’incertezza sui tassi di interesse. Per quanto riguarda le “sorprese” circa le variabili macroeconomiche, le volatilità implicite e attese possono cambiare significativamente in prossimità della pubblicazione di dati economici, poiché gli operatori inglobano l’entità e il segno della sorpresa nella distribuzione futura dei tassi di interesse, approssimando il processo in base al quale le autorità monetarie reagiranno a tali sorprese<sup>7</sup>.

... nonché dalle sorprese macroeconomiche

<sup>7</sup> Le stime degli effetti delle sorprese sia sui tassi di interesse sia sulle volatilità implicite del tasso di interesse sono riportate da Fornari (2004). Per ulteriori approfondimenti sull’impatto dei dati economici inattesi, cfr. Fleming e Remolona (1999). Altre variabili inizialmente prese in esame, come il *credit spread* (ossia la differenza di rendimento tra titoli con rating elevato e titolo con rating scadente) e lo *swap spread* (la differenza tra il tasso swap e il rendimento dei titoli pubblici), non presentavano significatività statistica.

## Modellizzazione della volatilità storica e genesi delle previsioni di volatilità

Si ipotizza che la volatilità storica dei tassi di interesse possa essere ben rappresentata dal seguente modello GARCH(1,1) asimmetrico (cfr. Engle e Ng, 1993):

$$r_t = \mu + \phi \cdot r_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t \mid I_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \cdot \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \cdot \sigma_{t-1}^2 + \gamma \cdot \max(0, -\varepsilon_{t-1})^2$$

in cui  $r_t$  indica il logaritmo della variazione giornaliera di un tasso swap e  $\sigma_t^2$  la sua varianza condizionale giornaliera;  $I_{t-1}$  è l'insieme delle informazioni, in questo caso la serie storica dei tassi di interesse.

In una prima fase, il modello sopra riportato viene stimato per i tassi swap a uno e a cinque anni degli Stati Uniti e dell'area dell'euro. Per riprodurre il più fedelmente possibile le aspettative degli operatori economici all'epoca  $t$ , la stima è stata effettuata su campioni di ampiezza crescente, il più breve dei quali inizia il 23 gennaio 1997 e termina il 15 ottobre 1998 (450 osservazioni giornaliere). In tale maniera le previsioni della volatilità si basano unicamente sulle informazioni disponibili nel momento in cui le previsioni erano state formulate. Per ogni giorno vengono determinati i parametri del modello GARCH,  $\theta_t = (\mu, \phi, \omega, \alpha, \beta, \gamma)$ , le serie storiche degli errori di previsione ( $\varepsilon_t$ ) e le volatilità storiche ( $\sigma_t$ ).

In una seconda fase, questi dati vengono utilizzati per ottenere, per ogni giorno successivo al 15 ottobre 1998, le previsioni della volatilità storica su vari orizzonti temporali. Per ciascun giorno sono generate 2 000 evoluzioni future del tasso di interesse e della sua volatilità per ognuno dei due tassi di interesse (a uno e a cinque anni) e per i due orizzonti di previsione (sei e 24 mesi). Per ciascuno di questi orizzonti temporali si calcola la volatilità attesa effettuando una media prima sulle varie scadenze<sup>①</sup> e in seguito sulle 2 000 simulazioni. Questo dato è quindi confrontato, per ogni giorno incluso nel campione, con la volatilità implicita per lo stesso tasso swap e per lo stesso orizzonte temporale. È importante effettuare la media delle volatilità realizzate lungo le varie scadenze delle opzioni, perché la volatilità implicita è una volatilità media attesa da un investitore neutrale al rischio durante la vita dell'opzione<sup>②</sup>.

La struttura dello schema di simulazione è abbastanza simile al modello asimmetrico GARCH(1,1) descritto in precedenza. La sola differenza è dovuta all'ipotesi effettuata sulla distribuzione degli errori standardizzati ( $\varepsilon_t/\sigma_t = z_t$ ). L'ipotesi implicita nel modello GARCH che tali errori  $z_t$  siano indipendenti e distribuiti in base a una normale è respinta a causa della presenza di asimmetria positiva e di curtosi maggiore di tre. Per riprodurre queste caratteristiche si impiegano direttamente le  $z_t$  stimate nella simulazione. Per ogni giorno si seleziona casualmente un elemento di  $z_t$  e quindi si simulano le due equazioni seguenti, fino a un orizzonte temporale di due anni:

$$\sigma_{t+1}^2 = \omega + \alpha \cdot (\sigma_t \cdot z_t)^2 + \beta \cdot \sigma_t^2 + \gamma \cdot \max(0, -(\sigma_t \cdot z_t))^2$$

$$r_{t+1} = \mu + \phi \cdot r_t + \sigma_{t+1} \cdot z_t$$

Dato che in ogni giorno si hanno 2 000 osservazioni per la volatilità realizzata attesa di ogni tasso di interesse su due orizzonti previsionali, è possibile ricavare la distribuzione di tali volatilità attese. Da questa si calcolano i due indici di dispersione per le previsioni di volatilità, la deviazione standard e i percentili 2,5 e 97,5, che entrambi permettono di costruire un intervallo di confidenza per la volatilità attesa<sup>③</sup>.

<sup>①</sup> Ad esempio, in ogni giorno compreso nel campione la volatilità storica attesa a sei mesi è la media sulle (2 000) simulazioni della volatilità media simulata nei sei mesi successivi a quello stesso giorno. <sup>②</sup> Quindi, confrontando la volatilità implicita al tempo  $t$  con la volatilità storica al tempo  $t$  (e non con la volatilità storica media tra  $t+1$  e  $t+\tau$ , in cui  $\tau$  indica la scadenza della swaption), si determina un premio al rischio che si fonda sull'ipotesi che la volatilità sia un *random walk*. Tale ipotesi è stata respinta da molte applicazioni della metodologia GARCH. <sup>③</sup> La volatilità della volatilità, ossia l'incertezza sulle volatilità future, è la variabile che dovrebbe spingere gli operatori economici a modificare il prezzo delle swaption rispetto a quanto farebbero basandosi solamente sulla volatilità prevista. Le swaption sono valutate in base al modello di Black (1976), dove i *trader* inseriscono la volatilità attesa in una formula di valutazione simile a quella di Black e Scholes (1973). Tuttavia, in considerazione del fatto che la volatilità si modifica nel tempo, i *trader* nutriranno maggiori incertezze riguardo a tale volatilità quando la volatilità della volatilità è molto elevata e quindi aumenteranno il prezzo della swaption rispetto alla previsione centrale della volatilità quando l'intervallo di confidenza è più ampio.



Le volatilità implicite tendono a diminuire dopo le sorprese, indipendentemente dal loro segno, poiché l'incertezza svanisce una volta pubblicati i dati economici (Ederington e Lee, 1993, 1996). D'altra parte in questi casi la volatilità realizzata, che è un elemento fondamentale nella determinazione del premio per il rischio di volatilità, tenderà sistematicamente ad aumentare. Ciò indica che in seguito a sorprese macroeconomiche ci si potrebbe attendere una diminuzione del premio al rischio. In questo studio le sorprese vengono altresì suddivise fra positive e negative, poiché si è rilevato che il loro effetto sui tassi di interesse e sulle volatilità varia in base al segno.

Per fare luce sulle componenti del compenso per il rischio si effettua una regressione del premio, misurato come differenza tra la volatilità implicita e la previsione di quella realizzata (per le scadenze e le vite residue riportate nel grafico 3), su: il livello del tasso a tre mesi e una misura della volatilità implicita del tasso di interesse; la pendenza della curva dei rendimenti; la pendenza della struttura a termine della volatilità; un insieme di sorprese economiche<sup>8</sup>.

I risultati, illustrati nella tabella 1, indicano che il premio richiesto per il rischio di volatilità dei tassi in dollari è dipeso principalmente dal livello del tasso a tre mesi e da quello della volatilità implicita a breve termine. Anche l'inclinazione della struttura a termine dei rendimenti sembra essere una componente importante del premio al rischio, nonostante i risultati siano più variabili. Il suo coefficiente è negativo in due dei tre casi significativi, a indicare che un'inclinazione positiva tende a produrre un compenso minore per il rischio di volatilità. Dato che una pendenza positiva della curva dei rendimenti è indicativa sia di tassi a termine crescenti (i quali richiederebbero un premio più elevato per il rischio di volatilità), sia di un ciclo economico in espansione (in base al quale ci si dovrebbe al contrario attendere un premio più basso), il secondo effetto sembra aver avuto un peso maggiore durante il periodo considerato. La pendenza della struttura a termine della volatilità ha inoltre avuto un effetto negativo sul premio per il rischio di volatilità. Quando le volatilità attese a breve termine sono maggiori di quelle a lungo – situazione tipica nel campione analizzato – il premio al rischio tende ad aumentare.

Su 32 sorprese riguardanti le variabili macroeconomiche americane (16 variabili suddivise secondo il segno), solo tre appaiono influenzare il

I livelli dei tassi di interesse e della volatilità risultano essere determinanti significative ...

---

<sup>8</sup> In tutti i test di regressione si è impiegata la volatilità implicita del tasso a un anno su un orizzonte temporale di tre mesi. Tutte le sorprese sono definite come differenza tra il valore annunciato dell'indicatore e la corrispondente previsione prevalente nel mercato, e sono standardizzate per consentire il confronto tra diversi tipi di notizie. Il numero complessivo di indicatori è 35 (16 si riferiscono agli Stati Uniti, cinque all'area dell'euro, sette all'Italia, due alla Germania e cinque alla Francia). Per l'economia USA si tratta di: indice dei prezzi al consumo (IPC), richieste di sussidi di disoccupazione, occupazione nei settori non agricoli, ordini di beni durevoli, prodotto interno lordo, costruzione di nuove abitazioni, indice dei responsabili degli acquisti di Chicago, indice degli indicatori anticipatori, indice dei prezzi alla produzione (IPP), vendite al dettaglio, ordini dell'industria, grado di utilizzazione della capacità produttiva, indice della produzione industriale, saldo della bilancia commerciale, produttività. Per l'area dell'euro: IPC, fiducia dei consumatori, fiducia delle imprese, indice della produzione industriale, IPP. Per la Germania: vendite al dettaglio, indice Ifo. Per la Francia: fiducia dei consumatori, spesa per consumi, IPC, indice della produzione industriale, IPP. Per l'Italia: IPC preliminare, indice della produzione industriale, IPP, indice dei salari orari, vendite al dettaglio, fiducia delle imprese, fiducia dei consumatori.

Regressione del premio per il rischio di volatilità dei rendimenti swap in dollari sulle sue componenti				
	Tasso swap a un anno		Tasso swap a cinque anni	
	Orizzonte di sei mesi	Orizzonte di due anni	Orizzonte di sei mesi	Orizzonte di due anni
Tasso a tre mesi	0,108 (9,1)	0,092 (9,5)	0,041 (5,9)	0,078 (17,9)
Volatilità implicita	0,025 (11,8)	0,047 (26,0)	0,025 (16,5)	0,025 (21,5)
Pendenza	0,036 (2,4)	-0,042 (-3,5)	-0,032 (-3,5)	
Pendenza volatilità	0,016 (5,8)	0,041 (17,4)	0,025 (12,6)	0,020 (13,0)
Indagine ISM (+)	0,068 (2,6)	0,067 (2,5)	0,046 (2,1)	0,041 (2,7)
Richieste di sussidi di disoccupazione (+)			0,033 (2,6)	0,014 (1,8)
Grado di utilizzo della capacità produttiva (+)				0,064 (1,6)
Costruzione di nuove abitazioni (-)	-0,132 (-3,4)	-0,082 (-2,0)	-0,064 (-2,2)	
Politica monetaria		0,092 (2,0)		0,048 (2,6)

Nota: il tasso swap costituisce la variabile dipendente della regressione, l'orizzonte la vita residua della swaption. Ad esempio, la combinazione di tasso swap a un anno e orizzonte di sei mesi rappresenta la differenza tra la volatilità implicita del tasso swap a un anno calcolata su una swaption con vita residua pari a sei mesi e la corrispondente varianza effettiva attesa. Le cifre tra parentesi sono i coefficienti della t di Student. "Tasso a tre mesi" è il tasso a tre mesi sull'eurodollaro; "Volatilità implicita" è la volatilità implicita del tasso swap a un anno attesa su un orizzonte temporale di tre mesi; "Pendenza" si riferisce alla pendenza della curva dei rendimenti (tasso a 10 anni meno tasso a tre mesi); "Pendenza volatilità" è meno la pendenza della struttura a termine della volatilità (volatilità del tasso a un anno meno volatilità del tasso a 10 anni, calcolate su swaption con vita residua pari a tre mesi); "Indagine ISM" è l'indagine presso i responsabili degli acquisti; "Politica monetaria" si riferisce alle date dei discorsi tenuti dai rappresentanti della Federal Reserve durante la fase di timore di un'eventuale deflazione. I simboli (+) o (-) in corrispondenza di una sorpresa indicano che solo i valori positivi o negativi di tale dato sono stati usati come regressori. La regressione è effettuata su dati giornalieri dal 1° gennaio 1999 all'8 aprile 2005.

Tabella 1

premio al rischio nei giorni in cui il dato è positivo: l'Indagine ISM presso i responsabili degli acquisti, le richieste di sussidi di disoccupazione e il grado di utilizzo della capacità produttiva. Le sorprese positive tendono a far aumentare il premio. L'unica sorpresa negativa che influisce sistematicamente sul compenso per il rischio di volatilità è la costruzione di nuove abitazioni. Un dato inferiore alle aspettative per questa variabile è associato a un aumento del premio.

Al contrario delle sorprese, gli eventi di politica monetaria – riunioni del FOMC o discorsi tenuti dai rappresentanti della Federal Reserve durante il periodo caratterizzato dai timori di deflazione – hanno avuto un effetto non facilmente interpretabile sul premio per il rischio di volatilità: la variabile è risultata significativa solo a intermittenza e il livello del coefficiente di

... diversamente dagli eventi di politica monetaria

regressione indicava un impatto economico molto limitato<sup>9</sup>. Questi risultati fanno ritenere che il grado di incertezza riguardo alla politica monetaria possa aver influenzato in ugual misura le volatilità implicite e le aspettative sulle volatilità realizzate future.

Effettuando una regressione simile sui tassi swap nell'area dell'euro, si riscontra che il coefficiente del tasso Euribor a tre mesi è negativo, ossia che tassi di interesse più elevati hanno in genere portato a una riduzione del premio per il rischio di volatilità (tabella 2). Ciò sembrerebbe riconducibile soprattutto al periodo successivo al 2000, quando il tasso Euribor si è mosso in

Regressione del premio per il rischio di volatilità dei rendimenti swap in euro sulle sue componenti				
	Tasso swap a un anno		Tasso swap a cinque anni	
	Orizzonte di sei mesi	Orizzonte di due anni	Orizzonte di sei mesi	Orizzonte di due anni
Tasso a tre mesi	-1,06 (-2,8)	-2,98 (-10,2)	-2,32 (-14,6)	-1,76 (-6,1)
Volatilità implicita	0,61 (5,5)	0,89 (11,8)	0,35 (9,0)	0,70 (10,3)
Pendenza	-3,95 (-7,1)	-3,79 (-7,9)	-2,57 (-14,2)	-5,83 (-15,6)
Pendenza volatilità	0,32 (2,2)	0,68 (6,9)	0,25 (4,8)	0,76 (7,9)
Italia: vendite al dettaglio (-)	-0,85 (-2,0)	1,08 (1,8)		0,90 (1,9)
Germania: indagine Ifo (+)	2,22 (1,9)	1,08 (2,1)		0,98 (2,9)
Italia: IPP (+)		-2,10 (-3,8)		-1,76 (-6,1)
Area dell'euro: IPC (-)		-3,35 (-2,9)		0,70 (10,3)
Area dell'euro: IPP (-)	-2,83 (-3,4)	-1,45 (-2,7)		-5,83 (-15,6)
Italia: IPP (-)		-2,98 (-10,2)		0,76 (7,9)
Area dell'euro: indicatore del clima di fiducia (+)		0,89 (11,8)		0,90 (1,9)

Nota: il tasso swap costituisce la variabile dipendente della regressione, l'orizzonte la vita residua della swaption. Ad esempio, la combinazione di tasso swap a un anno e orizzonte di sei mesi rappresenta la differenza tra la volatilità implicita del tasso swap a un anno calcolata su una swaption con vita residua pari a sei mesi e la corrispondente varianza effettiva attesa. Le cifre tra parentesi sono i coefficienti della t di Student. "Tasso a tre mesi" è il tasso a tre mesi sull'euro; "Volatilità implicita" è la volatilità implicita del tasso swap a un anno attesa su un orizzonte temporale di tre mesi; "Pendenza" è la pendenza della curva dei rendimenti (tasso a 10 anni meno tasso a tre mesi); "Pendenza volatilità" è meno la pendenza della struttura a termine della volatilità (volatilità del tasso a un anno meno volatilità del tasso a 10 anni, calcolate su swaption con vita residua pari a tre mesi); "IPC" è l'indice dei prezzi al consumo; "IPP" è l'indice dei prezzi alla produzione. I simboli (+) o (-) in corrispondenza di una sorpresa indicano che solo i valori positivi o negativi di tale dato sono stati usati come regressori. La regressione è effettuata su dati giornalieri dal 1° gennaio 1999 all'8 aprile 2005.

Tabella 2

<sup>9</sup> Per un elenco completo degli eventi e delle relative date, cfr. Bernanke et al. (2004).

un intervallo molto più stretto rispetto al tasso sull'eurodollaro, in un contesto di crescente remunerazione per il rischio di volatilità nell'area dell'euro. Le rimanenti variabili finanziarie (volatilità implicita, pendenza della curva dei rendimenti e pendenza della struttura a termine della volatilità) hanno segno uguale a quello rilevato nelle regressioni effettuate per i tassi in dollari; l'inclinazione della curva dei rendimenti mostra anzi un andamento più uniforme e marcato. A differenza di quanto rilevato per le variazioni giornaliere dei tassi di interesse, la remunerazione per il rischio di volatilità dei rendimenti in euro non sembra essere influenzata maggiormente da notizie specifiche agli Stati Uniti piuttosto che all'Europa (Ehrmann et al., 2005). Le variabili macroeconomiche significative comprendono infatti sorprese relative sia ai singoli paesi, sia all'intera area dell'euro.

## Conclusioni

La volatilità dei tassi di interesse implicita nei prezzi delle swaption è aumentata dal 2001 fino agli inizi del 2004 in tutte le principali aree economiche, ma in modo particolarmente accentuato per i tassi in dollari a breve e per le swaption con breve scadenza. In questo studio si è verificato se l'aumento nella volatilità implicita sia stato in linea con la volatilità attesa o se sia stato invece il frutto di un significativo incremento del premio richiesto a fronte del rischio di volatilità. I risultati indicano che in quel periodo le volatilità sul dollaro incorporavano una considerevole remunerazione per il rischio, che in seguito si è notevolmente ridotta.

Il premio per il rischio di volatilità è collegato principalmente al livello dei tassi di interesse e alla volatilità. Anche altre variabili, come la pendenza della struttura a termine dei rendimenti – che anticipa gli sviluppi del ciclo economico – e la pendenza della struttura a termine della volatilità – indicativa dell'orizzonte temporale sul quale la volatilità è maggiormente elevata – incidono sul premio al rischio. Le sorprese macroeconomiche positive, inoltre, tendono a innalzare il compenso per il rischio. A differenza dell'aumento delle volatilità implicite, tuttavia, quello del premio al rischio non sembra essere stato fortemente influenzato da episodi di incertezza circa la politica monetaria.

Il compenso stimato per il rischio di volatilità dipende naturalmente dal modello adottato per elaborare le previsioni. I modelli utilizzati nel presente saggio non prendono in considerazione la presenza di discontinuità nell'andamento dei tassi di interesse, né ipotesi più sofisticate sulla distribuzione degli errori di previsione. Uno spunto per ricerche future potrebbe consistere nell'analizzare attraverso modelli più generali il grado di robustezza dei risultati qui ottenuti.

## Riferimenti bibliografici

Bakshi, G.S. e N. Kapadia (2003): "Delta-hedged gains and the negative market volatility risk premium", *Review of Financial Studies*, 16, 527-566.

Banca dei Regolamenti Internazionali (2005): *75<sup>a</sup> Relazione annuale*.

- Bernanke, B.S., V.R. Reinhart e B.P. Sack (2004): "Monetary policy alternatives at the zero bound: an empirical assessment", *Finance and Economics Discussion Series*, Federal Reserve Board, 2004-48.
- Black, F. (1976): "The pricing of commodity contracts", *Journal of Financial Economics*, 3, 167-179.
- Black, F. e M.S. Scholes (1973): "The pricing of options and corporate liabilities", *Journal of Political Economy*, 31, 637-654.
- Bollerslev, T., M. Gibson e H. Zhou (2004): "Dynamic estimation of volatility risk premia and investor risk aversion from option-implied and realized volatilities", *Finance and Economics Discussion Series*, Federal Reserve Board, 2004-56.
- Ederington, L.H. e J.H. Lee (1993): "How markets process information: news releases and volatility", *Journal of Finance*, 48, 1161-1191.
- (1996): "The creation and resolution of market uncertainty: the impact of information releases on implied volatility", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 31, 513-539.
- Ehrmann, M., M. Fratzscher e R. Rigobon (2005): "Stocks, bonds, money markets and exchange rates: measuring international financial transmission", *NBER Working Paper Series*, n. 11166, marzo.
- Engle, R.F. e V.K. Ng (1993): "Measuring and testing the impact of news on volatility", *Journal of Finance*, 48, 1749-1778.
- Fleming, M.J. ed E.M. Remolona (1999): "What moves bond prices?", *The Journal of Portfolio Management*, estate, 28-38.
- Fornari, F. (2004): "Annunci macroeconomici e volatilità implicite nei mercati delle swaption", *Rassegna trimestrale BRI*, settembre.
- Fornari, F. e A. Mele (2005): "Approximating volatility diffusions with CEV-ARCH models", *Journal of Economic Dynamics and Control*, di prossima pubblicazione.
- Nelson, D. e D. Foster (1995): "Filtering and forecasting with misspecified ARCH models II: making the right forecast with the wrong model", *Journal of Econometrics*, 67, 303-335.
- Rosenberg, J. e R.F. Engle (2002): "Empirical pricing kernels", *Journal of Financial Economics*, 64, 341-372.
- Tarashev, N., K. Tsatsaronis e D. Karampatos (2003): "Propensione al rischio: l'insegnamento tratto dalle opzioni", *Rassegna trimestrale BRI*, giugno.

