



Dipartimento di Economia e Finanza

Cattedra: Fixed Income, Credit and Commodities

GLI U.S EXCESS BOND RETURNS: PREVISIONE E
STRATEGIE DI INVESTIMENTO

RELATORE

Prof. Alberto Adolfo Cybo-Ottone

CANDIDATO

Gianluca Mosconi

Matr. 647371

CORRELATORE

Prof. Federico Calogero Nucera

ANNO ACCADEMICO

2013-2014

Ringraziamenti:

INTRODUZIONE	2
1. GLI <i>EXCESS BOND RETURNS</i>	5
1.1 INTRODUZIONE	5
1.2 GLI <i>EXCESS RETURNS</i> : ASPETTI TEORICI	8
1.3 LA <i>YIELD CURVE</i> E GLI EFFETTI DELLA <i>CONVEXITY BIAS</i>	13
1.4 LE MODALITÀ DI STIMA DEGLI <i>EXCESS RETURNS</i>	17
2. IL MODELLO DI <i>FORECASTING</i>	20
2.1 INTRODUZIONE	20
2.2 LA SCELTA DELLE VARIABILI ESPLICATIVE	23
2.3 L' <i>IN-SAMPLE REGRESSION</i>	29
2.4 L' <i>OUT-OF-SAMPLE REGRESSION</i>	36
2.5 L'ANALISI DEL MODELLO DI REGRESSIONE LINEARE	38
3. LE STRATEGIE D'INVESTIMENTO	56
3.1 INTRODUZIONE	56
3.2 LA COSTRUZIONE E L'IMPLEMENTAZIONE DELLE STRATEGIE D'INVESTIMENTO	58
3.3 <i>IN-SAMPLE APPLICATION</i>	61
3.4 <i>OUT-OF-SAMPLE APPLICATION</i>	64
3.5 IL <i>BACKTEST</i>	68
CONCLUSIONI	74
BIBLIOGRAFIA	76

Introduzione

La previsione delle fluttuazioni del mercato obbligazionario è estremamente difficoltosa e complessa. Tuttavia, numerose ricerche dimostrano che, mediante lo studio di variabili economico-finanziarie, tali fluttuazioni non sono completamente imprevedibili.

Ai fini del presente elaborato, oggetto d'indagine sarà l'*excess return* sui titoli di Stato statunitensi, con l'obiettivo di prevederne l'evoluzione nel breve periodo, nonché implementare, sulla base delle informazioni ricavate, le opportune strategie d'investimento. Il lavoro sarà pertanto articolato in tre aree tematiche:

1. Il primo capitolo relativo al concetto di *excess return* e alle sue principali determinanti;
2. Il secondo capitolo afferente il modello di *forecasting*, in cui sono condotte differenti tipologie di regressione, dentro e fuori al campione, con la finalità di verificare la capacità predittiva delle variabili esplicative individuate quali principali determinanti dell'*excess return*;
3. Il terzo capitolo concernente l'implementazione e il *backtest* delle strategie d'investimento, statiche e dinamiche, costruite sulla base degli *outputs* generati dal modello di *forecasting*.

Le obbligazioni governative sono caratterizzate da volatilità e altri rischi, normalmente, in relazione alla loro scadenza o *duration*. La *maturity* del *bond* è uno dei principali fattori in grado di influenzare la ricompensa richiesta dagli investitori per detenere un determinato titolo all'interno del loro portafoglio.

Allo scopo di determinare l'U.S. *excess bond return*, si procede ad un raffronto tra il rendimento generato, in un mese, da un titolo di Stato a 10 anni ed uno a 3 mesi.

In termini analitici:

$$RER_t(Y_{10}; Y_{3M}) = (Y_{10,t} - Y_{3M,t}) - D_{10} * (Y_{10,t} - Y_{10,t-1})$$

Dove:

- $RER_t(Y_{10}; Y_{3M})$ rappresenta l'*excess return*;
- $(Y_{10,t} - Y_{3M,t})$ rappresenta il *carry*;
- $- D_{10} * (Y_{10,t} - Y_{10,t-1})$ rappresenta il *capital gain/loss*.

Essendo il *carry* noto all'inizio del periodo, determinare l'*expected excess return* si concretizza sostanzialmente nel prevedere la variazione dei tassi su un breve orizzonte temporale, pari ad un mese.

Il modello di riferimento per stimare la predetta variazione dei tassi è contenuto nel lavoro dell'Ilmanen del 1994, che ai fini della quantificazione dei rendimenti in eccesso preferisce ricorrere a variabili finanziarie, definite *forward looking*, piuttosto che a variabili macro-economiche, le quali, oltre ad essere pubblicate con un "lag", sono espressive di eventi passati.

In linea con quanto effettuato dall'Ilmanen, ci si è avvalsi, quali variabili esplicative, del *Term Spread*, del *Real Yield*, del *Inverse Wealth* e del *Momentum*, tutte osservabili al tempo della previsione. Esse sono da inserire all'interno del modello di regressione lineare, allo scopo di sfruttare la loro capacità predittiva.

Dapprima, si è svolta un *In-Sample Regression* per il periodo 2000/2004, allo scopo di stimare i coefficienti delle variabili predette. Tali coefficienti rappresentano la base delle due *Out-of-Sample Regression* per il periodo 2005/2013, certamente più realistiche dal punto di vista applicativo e maggiormente in grado di offrire un supporto nella costruzione di strategie d'investimento dinamiche.

La significativa sensibilità dei mercati finanziari alla politica monetaria ha caratterizzato incisivamente il periodo oggetto d'analisi (2000-2013). I prezzi delle attività, e quindi dei relativi tassi di interesse, hanno subito, in misura marcata, i mutamenti di politica monetaria degli USA. Le politiche monetarie statunitensi, fortemente accomodanti, hanno favorito il mantenimento di bassi

livelli di tassi d'interesse e contenuto la volatilità, spingendo gli operatori economici ad assumere posizioni con profili di rischio più elevato.

Nel novembre del 2008 la *Federal Reserve* (FED), dopo che l'implementazione delle tradizionali politiche monetarie espansionistiche, per fronteggiare gli effetti della Grande crisi, si è dimostrata scarsamente efficace, ha annunciato l'attivazione di misure non convenzionali che si sono concretizzate nell'acquisto di titoli sui mercati secondari, il cosiddetto *Quantitative Easing* (QE). Difatti, fino al 2013, la FED era ancora ampiamente coinvolta nelle politiche di allentamento monetario. Agli inizi del citato anno, i rendimenti nominali a lungo termine permanevano a valori prossimi ai minimi storici, incoraggiando gli investitori ad intraprendere una incessante ricerca di rendimento.

Le politiche monetarie della FED hanno inciso in modo preponderante sulle dinamiche dei mercati finanziari ed, in special modo, sui mercati dei titoli a reddito fisso, dove la configurazione della curva dei rendimenti (*Yield Curve*) è stata particolarmente sensibile a qualsiasi minima notizia o variazione inaspettata della politica monetaria.

In conclusione, la finalità dell'elaborato è verificare, mediante il *backtest*, se le informazioni rivenienti dalla *Yield Curve* e dalle altre variabili predittive possano, o meno, essere impiegate per incrementare i profitti di lungo termine, nonché accertare se è possibile fornire un *tool kit* capace di valutare la profittabilità reale di ogni strategia, in modo tale che ciascun investitore possa optare per la scelta migliore.

1. Gli *Excess Bond Returns*

1.1 Introduzione

Le analisi concernenti il mercato finanziario, frequentemente, si fondano sull'individuazione e lo studio dei premi al rischio incorporati nei prezzi delle attività, espressivi del compenso richiesto dagli investitori per sopportare la rischiosità sottostante. Tali analisi si mostrano particolarmente articolate e complesse poiché sia i premi al rischio sia le loro determinanti fondamentali non sono direttamente osservabili. Invero, generalmente, essi sono desunti mediante un raffronto tra i prezzi di titoli differenti aventi caratteristiche di rischio lievemente difformi. Il presente capitolo si focalizza sull'investigazione del premio al rischio sui *bond* governativi¹.

Innanzitutto, occorre premettere, che un *bond* governativo è una forma di prestito che l'acquirente del titolo eroga nei confronti del governo centrale di uno Stato. Le obbligazioni governative, emesse e garantite dallo Stato, normalmente, sono considerate a bassissimo rischio d'insolvenza.

Al pari delle altre tipologie di obbligazioni, anche per i *bond* governativi il periodo richiesto dal titolo per giungere a scadenza si configura come un elemento essenziale ai fini della valutazione del rischio e del rendimento atteso dall'investitore. Di norma, si assume che *bond* aventi *maturity* maggiore sono più rischiosi di uno stesso titolo rimborsato in un arco temporale inferiore, poiché aumentano i fattori che possono incidere negativamente sulla capacità dell'emittente di fronteggiare gli impegni assunti. Il rischio addizionale in cui si incorre acquistando un *bond* con scadenza superiore è direttamente correlato al tasso d'interesse che l'emittente deve corrispondere sul titolo in questione. Ai fini del presente lavoro, il premio al rischio sui *bond* è identificato nel rendimento addizionale *ex ante* generato da un titolo di Stato a lungo termine, privo di rischio di *default*, rispetto ad un titolo di Stato a breve termine².

¹ Per praticità, nell'elaborato i termini *bond*, obbligazione e titolo saranno impiegati come sinonimi.

² La definizione di *Bond Risk Premium* ci è offerta dall'Ilmanen, testualmente: "The bond risk premium (BRP) or term premium is the expected return advantage of long-duration government

Il rendimento effettivo prodotto da una generica obbligazione, in un arco temporale di un anno, può essere determinato in relazione a due componenti fondamentali:

- il rendimento percepito durante la vita del titolo;
- il *capital gain/loss* scaturente dalle variazioni di rendimento³.

$$H_{10} = Y_{10} - DURATION_{10} * \Delta Y_{10}$$

Dove:

- H_{10} rappresenta l'*holding period return* di un *bond* a 10 anni detenuto per un anno;
- Y_{10} rappresenta il tasso di rendimento annuale di un *bond* a 10 anni;
- ΔY_{10} rappresenta la variazione del tasso di rendimento occorsa in quel determinato anno.

Si osservi che la *duration* è un indicatore, largamente utilizzato, per misurare il rischio obbligazionario. Esso raccoglie in un'unica sintetica cifra informazioni in merito al rendimento, alle cedole, alla scadenza finale e alle caratteristiche di rimborso di un obbligazione. Tale indicatore, espresso in anni, quantifica l'effetto delle variazioni dei tassi d'interesse sul prezzo del *bond*. Maggiore è la *duration*, più il titolo sarà sensibile alle variazioni dei tassi d'interesse.

Proseguendo con l'analisi, se dalla precedente equazione sottraiamo il rendimento di un investimento a breve termine (Y_1) e includiamo le aspettative concernenti le future variazioni dei tassi perveniamo ad una stima del rendimento addizionale di un'obbligazione rispetto al tasso privo di rischio per l'anno successivo⁴:

$$BRP_H = (Y_{10} - Y_1) - DURATION_{10} * E(\Delta Y_{10})$$

bonds over short-term bonds.”. Cfr. Imanen A., *Expected returns: An Investor's Guide to Harvesting Market Rewards*, London [etc.], John Wiley & Sons, 2011, p.153.

³ Cfr. Imanen A., *Expected returns: An Investor's Guide to Harvesting Market Rewards*, London [etc.], John Wiley & Sons, 2011, p.154.

⁴ Cfr. Imanen A., *Expected returns: An Investor's Guide to Harvesting Market Rewards*, London [etc.], John Wiley & Sons, 2011, p.154.

Dove:

- BRP_H rappresenta l'*excess return* atteso di un *bond* a lungo termine per l'anno successivo;
- Y_{10} rappresenta il tasso di rendimento annuale di un *bond* a 10 anni;
- Y_1 rappresenta il tasso di rendimento annuale di un *bond* a 1 anno;
- $E(\Delta Y_{10})$ rappresenta la variazione attesa del tasso di rendimento per il successivo anno.

Tale equazione consente di evidenziare le principali determinanti del premio al rischio sui *bond* e, quindi, le variabili in grado di incidere sul suo valore.

1.2 Gli *Excess Returns*: aspetti teorici

Le numerose teorie sul *Bond Risk Premium* hanno l'obiettivo d'individuare il sistema di determinanti del premio per il rischio dei Titoli di Stato. Nonostante gli approcci seguiti nei vari studi siano profondamente dissimili tra loro, il carattere poliedrico del *Bond Risk Premium* consente, ancora oggi, di fornire strumenti d'analisi solo in merito al suo probabile segno, alla sua forma nelle diverse scadenze e alla sua costanza nel tempo mentre la sua probabile "grandezza" rimane un fattore tutto da comprendere⁵.

Il presente paragrafo intende proporre una sintetica e rigorosa indagine sull'evoluzione delle principali teorie in tema di *Bond Risk Premium*. Distinguendo, ai fini dell'analisi, tra le teorie sulla classica struttura a termine, che definiscono il *Bond Risk Premium* in funzione dell'orizzonte temporale d'investimento e della tipologia d'investitori, e le moderne teorie sull'*asset pricing*, che invece lo stimano impiegando quali determinanti di riferimento l'ammontare di rischio e il suo prezzo. Nell'ambito della prima macro-categoria individuiamo tre "ipotesi":

1. La PEH (*Pure expectations hypothesis*) nega l'esistenza del premio per il rischio, argomentando che tutti i *bond* governativi, indipendentemente dalla loro *maturity*, hanno lo stesso rendimento atteso a breve termine, in quanto i prezzi di mercato dei titoli obbligazionari sono fissati dagli operatori neutrali al rischio, la cui attività elimina eventuali differenziali di rendimento atteso tra i vari titoli. È evidente che se così fosse, le eventuali differenze di rendimento tra le obbligazioni scaturiscono unicamente da aspettative sulle future variazioni dei tassi, in modo da compensare i guadagni o le perdite attese in conto capitale. Di conseguenza, tre sono i scenari possibili:
 - a. *Flat Yield Curve*: se il mercato non si aspetta alcuna variazione dei tassi, la curva *spot* di oggi è piatta perché nessun utile o perdita

⁵ Si veda, in merito alle difficoltà di analisi del BRP, Ilmanen A., *Expected returns: An Investor's Guide to Harvesting Market Rewards*, London [etc.], John Wiley & Sons, 2011, pp. 153-178.

attesa deve essere compensato da un differenziale di rendimento iniziale;

- b. *Upward/Downward sloping Yield Curve*: se il mercato si aspetta un rialzo in modo parallelo dei tassi, le obbligazioni a lungo termine subiranno perdite in conto capitale superiori rispetto ai titoli a breve termine. Un vantaggio di rendimento iniziale deve quindi compensare queste perdite attese. Analogamente, aspettative di ribasso dei tassi futuri rendono la curva *spot* di oggi invertita;
- c. *Concave/Convex Yield Curve*: se il mercato si aspetta che la curva si appiattisca in futuro, tutte le strategie “*barbells*”⁶ dovrebbero produrre dei guadagni in conto capitale. Pertanto, la curva *spot* di oggi sarà concava e un *carry* negativo iniziale compenserà questi guadagni previsti. Al contrario, aspettative future di una maggiore inclinazione della curva, la renderanno convessa, e le strategie “*barbell*” avranno rendimenti più elevati rispetto alle strategie “*bullet*”.

2. La *risk premium hypothesis* prevede che i titoli a lungo termine abbiano un premio per il rischio come ricompensa della maggiore volatilità dei loro rendimenti. Quest’ipotesi origina da uno studio sul comportamento degli investitori, soggetti, per natura, avversi al rischio. Il compenso richiesto per detenere titoli a lunga scadenza può dipendere sia dall’ammontare di rischio sia dal prezzo di quest’ultimo, i quali possono mutare nel tempo a causa di variabili fondamentali:

- a. il grado di rischio sistematico potrebbe cambiare al variare della percezione d’incertezza riguardo l’inflazione, l’attività reale e la politica monetaria;

⁶Dato un prefissato ammontare di denaro disponibile, la strategia *barbell* consiste nel suddividere il predetto ammontare complessivo in due quote identiche da investire rispettivamente a breve e lungo termine, mentre la strategia *bullet* prevede di investire l’ammontare totale ad una scadenza intermedia della *yield curve*. La strategia *barbell* beneficerà dei *flattens* della *yield curve* mentre la *bullet* beneficerà degli *steepens*. La strategia *barbell-bullet* si sostanzia invece nella vendita di un *bond* avente scadenza intermedia e nell’acquisto di due *bond*, uno a breve e uno a lungo termine; si tratta quindi di una strategia *cash-neutral* e *duration-neutral*. La *performance* dipenderà dunque dal *reshaping* della curva, dagli *shift* paralleli della curva e dagli *yield* iniziali.

- b. la compensazione può inoltre modificarsi con il ciclo economico dato che gli investitori potrebbero essere più avversi al rischio in periodi di recessione piuttosto che in periodi di “boom”.
3. La *Preferred habitat hypothesis* prevede che i rendimenti attesi possano aumentare o diminuire in relazione alla *duration*⁷. La gran parte dei fondi pensione e delle imprese assicurative considerano i titoli a lungo termine meno rischiosi di quelli a breve poiché hanno la stessa durata media delle loro passività. I citati operatori economici, che tradizionalmente prendono il nome di “investitori di lungo termine”, accetterebbero un minore rendimento per i titoli a lungo termine rispetto a quelli a breve. Nonostante le diverse preferenze tra gli investitori, il prezzo di mercato di tali titoli è unico. Il premio al rischio offerto dipenderà dall’orizzonte d’investimento del mercato e quindi dalla predominanza di investitori a lungo termine piuttosto che a breve.

Le moderne teorie di *Asset Pricing* collegano, invece, il premio al rischio all’ammontare e al prezzo di quest’ultimo piuttosto che all’orizzonte d’investimento e alla relativa importanza di diversi gruppi di investitori.

4. In molti *one-factor term structure models* il premio al rischio di un *bond* è proporzionale alla volatilità dei suoi rendimenti⁸; tuttavia questa tipologia di modelli non tiene conto della correlazione tra i rendimenti del *bond* e i rendimenti degli altri *assets* e delle altre variabili economiche.
5. Il CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) è un modello matematico formulato da William Sharpe nel 1964⁹. Il suo largo utilizzo è giustificato dalla facilità di applicazione e dall’abbondanza di dati e informazioni che consentono un’agevole stima dei suoi parametri fondamentali¹⁰. Il CAPM

⁷ La definizione di *Duration* ci è offerta dal Fabozzi, testualmente: “the most obvious way to measure a bond’s percentage price sensitivity to changes in interest rates is to change rates and calculate how its price will change”. Cfr. Fabozzi F.J., *Duration, convexity, and other bond risk measures*, Pennsylvania., Frank J. Fabozzi Associates, 1999, p.53

⁸ Ciascun bond è considerato singolarmente e la volatilità è l’unica misura rilevante di rischio.

⁹ Si veda, per la formulazione originaria del modello, William Sharpe, *Capital Asset Prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk*, in *Journal of Finance*, 19 (3), 1964, pp. 425-442.

¹⁰ Il *Capital Asset Pricing Model* è un modello che è stato oggetto di accese polemiche tra gli studiosi del settore. Per completezza, si suggerisce quindi di leggere circa le critiche mosse al CAPM: Fama E.F., French K.R., *The cross-section of expected stock returns*, in *Journal of Finance*, June 1992, pp. 427-465; Banz R., *The relationship between return and the market value*

si fonda sui risultati della teoria del portafoglio di H. M. Markowitz e J. Tobin¹¹ e stima il premio per il rischio nel modo seguente:

$$i_1 = \beta \times (r_m - i_f)$$

Dove:

- β (*beta-factor*) rappresenta il coefficiente di correlazione tra i movimenti del titolo e i movimenti del mercato;
- r_m rappresenta il rendimento medio del mercato azionario;
- i_f rappresenta il tasso *risk-free*;
- $(r_m - i_f)$ rappresenta il premio medio di mercato o *equity risk premium* (ERP)/*market risk premium* (MRP).

L'*equity risk premium* rappresenta il premio richiesto da un qualunque soggetto economico razionale per investire i propri capitali sul mercato azionario anziché in attività finanziarie di emittenti privi di rischio di credito. Esso può essere stimato ricorrendo a due diverse tecniche. La prima che si basa sull'analisi storica del differenziale tra i rendimenti del mercato azionario e i rendimenti dei titoli *risk-free* usati come *benchmark* e che consente di pervenire al premio per il rischio di mercato storico. La seconda, invece, che prevede l'estrapolazione del MRP tramite l'osservazione delle quotazioni correnti del mercato e che determina il cosiddetto premio implicito nei prezzi di mercato.

Con questo modello si chiudono le teorie, secondo le quali, il premio al rischio dovrebbe essere funzione crescente lineare della *duration*.

of common stocks, in *Journal of Financial Economics*, March 1981, pp. 3-18; Reinganum M., *Misspecification on Capital Asset Pricing: Empirical anomalies based on earnings yields and market values*, in *Journal of Financial Economics*, March 1981, pp. 19-46 e Rosenberg B., Reid K., Lanstein R., *Persuasive evidence of market inefficiency*, in *Journal of Portfolio Management*, 1985, pp. 9-17. Invece, a sostenere la sua validità ricordiamo il seguente lavoro: Kothari S.P., Shanken Jay, Sloan Richard G., *Another look at the cross-section of expected stock returns*, in *Journal of Finance*, March 1995, pp. 185-224.

¹¹ Si veda Damodaran Aswath, (Edizione italiana a cura di Sandro Sandri), *Manuale di valutazione finanziaria*, Milano, McGraw Hill, 1996, Appendice 1, pp. 413-414.

Teorie più complesse permettono ai fattori di rischio e alle sue ricompense di variare nel tempo piuttosto che essere costanti e consentono di includere molteplici fattori che rispecchino i rischi economici fondamentali.

6. I modelli di equilibrio generale prevedono che gli *assets* che risentono in modo negativo dei periodi di crisi dovrebbero essere ricompensati con un premio per il rischio positivo; di converso, *assets* in grado di avere un buon rendimento anche in periodi avversi dovrebbero avere un minore premio per il rischio¹².

Molti operatori di mercato, tuttavia, ritengono che i differenziali di rendimento atteso tra i vari *bond* governativi riflettano principalmente le caratteristiche soggettive di ciascun titolo e non i fattori di rischio sui quali le teorie moderne si fondano. Infatti, le teorie in precedenza elencate ignorano fattori tecnici quali la liquidità, i vincoli istituzionali e gli squilibri tra domanda e offerta.

In sostanza, dall'analisi proposta emerge che se alcune teorie suggeriscono che i *bond* a lungo termine siano più rischiosi di quelli a breve termine e che pertanto gli investitori dovranno percepire un premio per sopportare codesto rischio, altre affermano che i rendimenti attesi siano piuttosto funzione lineare della *duration* ovvero della *returns volatility*. Si ritiene quindi che siano molteplici i fattori in grado di influenzare la pendenza della curva dei rendimenti attesi¹³.

¹² Tale teoria non è supportata da studi empirici; in molti casi come durante la Grande Depressione del 1930 i titoli a lungo termine si sono dimostrati essere una buona copertura e per questo potrebbero essere soggetti ad un minore premio al rischio. In contrasto, nel periodo post Seconda Guerra Mondiale e durante le recessioni inflazionistiche del 1973-75 e del 1980-82, i titoli a lungo termine sono risultati essere una pessima copertura e per questo dovrebbero essere ricompensati con un maggiore premio per il rischio.

¹³ Si osservi che la *slope* della curva potrebbe aumentare al crescere della volatilità, della correlazione *stock-bond*, del livello di avversione al rischio del mercato, della relativa presenza di *short-horizon investors* (*versus long-horizon investors*) e con la variazione della domanda-offerta di *bond* governativi.

1.3 La *Yield Curve* e gli effetti della *Convexity Bias*

La *Yield Curve* è uno strumento fondamentale per gli investimenti in titoli a reddito fisso (*fixed income*). Gli operatori economici impiegano tale curva, che traccia il rapporto tra rendimenti obbligazionari e scadenze, per prevedere i tassi d'interesse, quantificare il prezzo dei bond e creare strategie d'investimento. Nella pratica, la *Yield Curve* è una rappresentazione grafica del livello dei tassi d'interesse per le diverse scadenze di un'insieme di *bond* identici sotto ogni profilo salvo che nella durata residua. Essa inizia con tassi d'interesse a pronti e si prolunga nel tempo, generalmente sino a 30 anni. La *Yield Curve* permette di evidenziare le differenze di rendimento scaturenti dalle diverse scadenze. Il rapporto esistente tra rendimento e scadenza è comunemente noto con l'espressione "struttura per scadenza" o "struttura a termine". La tradizionale inclinazione della *Yield Curve* è positiva, vale a dire verso l'alto. Questa configurazione implica che i rendimenti dei *bond*, di norma, aumentano all'allungarsi della scadenza. È pacifico, che i principali fattori che condizionano l'inclinazione della *Yield Curve* siano le aspettative degli investitori circa i futuri tassi d'interesse e i premi al rischio che gli stessi richiedono per investire in bond a lungo termine. Essa, rispecchiando le previsioni degli investitori sull'andamento futuro dei tassi e dunque le loro aspettative sull'economia, costituisce inoltre un buon indicatore di tendenza dell'attività economica. In particolare, un'inclinazione molto positiva della *Yield Curve* spesso è rilevata in fase precedenti ad una ripresa economica, ciò in quanto si ritiene che i tassi d'interesse cresceranno significativamente nel prossimo futuro. È probabile, infatti, che qualora gli investitori ipotizzino una rapida crescita economica richiedano rendimenti elevati per titoli a lunga scadenza, in virtù dei rischi connessi all'aumento dell'inflazione e al rialzo dei tassi d'interesse. Dal canto suo, la FED se l'inflazione cresce innalzerà i tassi d'interesse per contenere l'inflazione. Diversamente, una *Yield Curve* piatta, normalmente, è espressiva di un rallentamento economico. Essa s'appiattisce nei casi in cui la FED alza i tassi d'interesse per limitare una rapida crescita economica. Tuttavia, una tale configurazione della *Yield Curve* è infrequente e, solitamente, indicativa di una

fase di transazione verso una positiva o negativa inclinazione della curva stessa. Infine, una *Yield Curve* invertita, vale a dire decrescente, annuncia una recessione. Se i rendimenti dei *bond* a breve termine sono superiori dei rendimenti dei *bond* a lungo termine è evidente che gli investitori s'attendono una contrazione dei tassi d'interesse in futuro, di norma, in presenza di fasi di rallentamento economico e di una riduzione dell'inflazione.

Tali considerazioni preliminari e introduttive scaturiscono dal fatto che il valore di molteplici *asset*, tra cui i Titoli di Stato, è strettamente connesso al livello dei tassi d'interesse. Al fine di indagare quanto oscillerà il prezzo di un determinato *bond* al variare dei tassi di rendimento, normalmente, si ricorre alla *duration*:

$$\frac{\Delta P}{P} * 100 = -D * \Delta y * 100$$

Dove:

- ΔP rappresenta la variazione di prezzo;
- D rappresenta la *duration*;
- Δy rappresenta la variazione dello *yield*.

Allo scopo di migliorare l'approssimazione della variazione del prezzo conseguibile mediante la *duration*, è stato introdotto il concetto di *convexity*, il quale permette di misurare quanto la *bond's price-yield curve* devia da una linea retta. Essa identifica la seconda derivata del prezzo rispetto allo *yield*, diviso il prezzo del *bond*, ed è calcolabile come segue:

$$Convexity = \frac{1}{P} * \frac{\partial^2 P}{\partial^2 y}$$

Tenendo conto anche della *convexity*, la variazione percentuale subita dal prezzo del *bond* sarà determinata ricorrendo alla seguente formula:

$$\frac{\Delta P}{P} * 100 = (-D * \Delta y * 100) + \left(\frac{1}{2} * convexity * (\Delta y)^2 * 100 \right)$$

In generale, la curva prezzo-rendimento dei *governative bonds* mostra valori positivi della *convexity*. La principale caratteristica dei titoli aventi *positive convexity* è che il prezzo aumenta in misura maggiore per un declino dello *yield* di quanto diminuisca per un analogo incremento (relazione non-proporzionale). È noto, infatti, che valori positivi della *convexity* possono unicamente migliorare la *performance* di un portafoglio di *bond*. Coerentemente con quanto argomentato, di norma, nella pratica, gli investitori sono soliti, dato un determinato livello di rendimenti attesi, accettare *yield* più contenuti a fronte di posizioni con maggiore *convexity*. La motivazione è legata alla non linearità della *price yield curve*. Gli operatori economici, infatti, nonostante non conoscano la direzione dei tassi, si aspetteranno, in ogni caso, guadagni superiori alle perdite.

Inoltre, valori positivi della *convexity* sono connessi alla volatilità dello *yield*. La *convexity* ha un impatto minimo sul prezzo del *bond* se lo *yield shift* è contenuto; al contrario, si registra un significativo impatto della *convexity* sul prezzo del *bond* se lo *yield shift* è notevole. Gli investitori, pur non potendo conoscere in anticipo l'ampiezza dello *shift*, hanno la facoltà di misurarlo mediante una *volatility forecast*. In particolare, se sono attesi alti valori della volatilità dello *yield* a breve termine, altrettanto elevato sarà il valore atteso della *convexity*.

Si osservi che i *bond* a lungo termine evidenziano una maggiore convessità rispetto a quelli a breve. Ciò in quanto la *convexity* non solo è funzione crescente della *duration* ma cresce ad una velocità maggiore all'aumentare della *duration*, o per utilizzare ad un'espressione anglosassone cresce "*at rising speed*". Siffatta peculiarità dei *bond* a lungo termine implica che tali titoli possano presentare tassi di rendimento inferiori a quelli a breve termine, determinando un'inversione o un "*humped*" della *Treasury Yield Curve*. Tale fenomeno è denominato *Convexity Bias* e non è altro che l'inverso del valore della *convexity*. L'effetto prodotto sulla *Yield Curve* è tale da renderla inclinata negativamente, in special modo "*at long duration*" poiché il valore positivo della *convexity* per i *bonds* a lungo termine è compensato da uno svantaggio in termini di *initial yield*. Tuttavia, la *convexity* non è l'unico fattore in grado di influenzare la pendenza della curva. Invero, tipicamente essa assume un'inclinazione positiva, probabilmente riflettendo un premio al rischio positivo, scaturente dai comportamenti degli investitori che

richiedono un rendimento maggiore per i *bond* a lunga scadenza, e risente, in particolare “*at the front end of the curve*”, solo in modo irrisorio del predetto fenomeno. Diversamente, “*at the long end of the curve*”, la *convexity bias* ha un impatto maggiore, sicuramente non in grado di invertire la curva, ma comunque di renderla “gobba”, o per usare un termine anglosassone *humped*¹⁴. Infine, un ulteriore fattore in grado di influenzare la convessità è la dispersione dei *cash flow*. In particolare, la *convexity* crescerà all’aumentare della dispersione dei flussi monetari. Fra tutti i titoli aventi medesima *duration*, i *zero-coupon bonds* hanno la *convexity* più bassa poiché caratterizzati da un unico flusso di cassa (*no cash flows dispersion*).

¹⁴ Si veda Ilmanen A., *Convexity Bias and the Yield Curve (Understanding the Yield Curve: Part 5)*, Salomon Brothers, September 1995, pp. 5-8.

1.4 Le modalità di stima degli *Excess Returns*

Gli (*expected*) *excess returns*, non essendo direttamente osservabili, devono essere stimati mediante il ricorso a *yield data* o *return data*:

- ***Yield data***: la forma della curva degli *yield* medi potrebbe costituire un utile strumento per stimare il premio al rischio medio. In particolare, si ricorre al *Term Spread*, definito come la differenza tra lo *yield* di un titolo a lungo termine e lo *yield* di un titolo a breve termine. Tale indicatore offre, infatti, significative informazioni riguardo il premio al rischio richiesto dagli investitori. Tuttavia, ha il limite di riflettere anche le attese sui futuri cambiamenti dei tassi. Il *Term Spread* medio si configura, quindi, come una buona approssimazione del premio per il rischio di lungo periodo esclusivamente nei casi in cui le attese sui futuri cambiamenti dei tassi risultano pari a zero. Questa condizione normalmente non viene soddisfatta nei campioni di breve durata ovvero qualora il mercato abbia attese persistenti di un rialzo dei tassi. In quest'ultimo caso, la curva dei tassi medi sovrastima il premio al rischio;
- ***Return data***: un approccio più diretto consiste nello studiare i rendimenti storici. Invero, le differenze tra i rendimenti medi storici sono spesso usate per la stima del premio al rischio atteso. Esso si fonda su un'assunzione implicita fondamentale ovvero sia come ogni rendimento realizzato può essere diviso in due parti, una attesa ed una inattesa, anche un *realized excess return* può essere articolato in un premio al rischio ed un *unexpected excess return*. Dato un rendimento mensile realizzato da un *asset* rischioso la parte inattesa è solita dominare; tuttavia, quando vengono prese in considerazione nel tempo più osservazioni, le varie parti inattese (positive e negative) tendono a compensarsi tra loro e quindi a livellarsi. Questo effetto fa sì che una media di lungo termine rifletta più la parte attesa dei rendimenti che quella inattesa¹⁵.

¹⁵ Sul punto si esprime Ilmanen: “The historical average of realized excess returns is a good measure of the long-run expected risk premium only if the unexpected parts exactly wash out. This is more likely to happen if the sample period is long and does not contain an excessively bearish or

Sono presenti, inoltre, procedimenti alternativi per la quantificazione *ex ante* degli *excess return*:

1. **Regression based estimates:** i premi al rischio determinati con questa metodologia risultano essere sovrastimati ed eccessivamente variabili. La stessa prassi professionale non sembra mostrare particolare fiducia in questo approccio, in ragione delle difficoltà afferenti la scelta del campione e dei regressori che implicano scarsa robustezza nei risultati conseguiti;
2. **Survey based estimates:** i sondaggi forniscono una misura in tempo reale delle attese sulle future variazioni dei tassi. Se essi vengono effettuati ai *financial market participants* possono essere assunti come “*model-free proxy*” delle attese del mercato. Il premio al rischio sarà dato dal tasso *future* al netto delle attese implicite nelle interviste;
3. **Excess Returns estratti da un term structure model:** l’approccio accademico comunemente utilizzato per separare le attese dal premio per il rischio si serve di un modello con struttura a termine capace di estrarre le aspettative sul tasso dalle sue dinamiche assunte e dalle restrizioni trasversali implicite nella *no-arbitrage condition*¹⁶. Il concetto di *no-arbitrage* si basa sull’assunto secondo cui i titoli con le stesse caratteristiche in termini di rischio (stesso *payoff* nei vari stati del mercato) dovrebbero avere il medesimo prezzo. Questa condizione implica che i rendimenti dei titoli, con diverse *maturity*, si muovano in modo sincronizzato l’uno rispetto all’altro, semplificando le dinamiche sottese alla formazione dell’intera curva dei rendimenti.
4. **Combinazione di modelli:** tale approccio mira a combinare tra loro i vari modelli sopra illustrati al fine di ovviare ai limiti pratici connessi alla loro implementazione. Ad esempio, i sondaggi sono un’ottima fonte d’informazione e possono essere incorporati nei vari modelli per ottenere una stima del premio al rischio depurata delle attese. Allo stesso tempo una combinazione di modelli favorisce anche i *survey based models*, i

bullish bias (yield trend)”. Cfr. Ilmanen A., *Does Duration Extention Enhance Long-Term Expected Return? (Understanding the Yield Curve, Part 3)*, Salomon Brothers, July 1995, p.5.

¹⁶ La condizione prevede che i *bond* siano valutati coerentemente tra loro.

quali “soffrono” dell’indisponibilità continua dei dati che per ovvie ragioni sono nettamente inferiori a quelli finanziari.

2. Il modello di *forecasting*

2.1 Introduzione

La formulazione di previsioni sulle fluttuazioni del mercato dei *bond* governativi è un esercizio particolarmente complesso e laborioso. L'analisi delle relazioni vigenti tra variabili macro-economiche e dinamica dei mercati è considerata una tematica estremamente interessante per gli investitori, i quali non possono prescindere da un'accurata indagine delle condizioni economiche, correnti e future, prima di effettuare le proprie scelte e/o strategie d'investimento.

L'analisi di seguito proposta mira a stimare gli *excess bond returns* sulla base del lavoro dell'Ilmanen (1994)¹⁷, che ai fini della quantificazione dei rendimenti in eccesso preferisce ricorrere a variabili finanziarie, definite *forward looking*, piuttosto *fundamental macroeconomic variables*, le quali, oltre ad essere pubblicate con un "lag", sono espressive di eventi passati.

Analiticamente l'equazione che descrive gli *excess returns* è la seguente:

$$RER_t(Y_{10}; Y_{3M}) = (Y_{10,t} - Y_{3M,t}) - D_{10} * (Y_{10,t} - Y_{10,t-1})$$

Dove:

- $RER_t(Y_{10}; Y_{3M})$ rappresenta l'*excess return*;
- $(Y_{10,t} - Y_{3M,t})$ rappresenta il *carry*;
- $- D_{10} * (Y_{10,t} - Y_{10,t-1})$ rappresenta il *capital gain/loss*.

Nel suo studio, l'Ilmanen, essendo il *carry* noto all'inizio del periodo, si pone come unico obiettivo la previsione della variazione dei tassi su un breve orizzonte temporale, pari ad un mese.

In particolare, ai fini della predetta previsione, si ricorrerà al modello di *forecasting*, elaborato dall' Ilmanen.

¹⁷ Si veda Ilmanen A., *Forecasting U.S. Bond Returns (Understanding the Yield Curve, Part 4)*, Salomon Brothers, August 1995, pp. 1-20.

L'applicazione pratica si concretizza in un processo articolato in tre fasi fondamentali:

1. l'analisi e la scelta del campione;
2. l'implementazione di un modello in grado di prevedere le variazioni future dei tassi sul mercato dei *bond*;
3. la verifica sulla bontà del modello costruito nella fase precedente.

Il primo passaggio si traduce sostanzialmente in un'operazione di reperimento di dati mediante il ricorso alla piattaforma *Bloomberg*. L'obiettivo è disporre delle informazioni sul rendimento annuale, riferito ad ogni mese, dei *bond* governativi Statunitensi, dal 31 Marzo 1989 al 28 Febbraio 2014. A tal fine, sono pertanto utilizzati gli indici *zero coupon bond* generici¹⁸ per le scadenze a 3 mesi, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 30 anni. Si ricorre inoltre all'indice dei prezzi al consumo¹⁹, al fine di ottenere un parametro esplicativo dell'inflazione, e all'indice *S&P500*²⁰, per averne uno rappresentativo dello "stato di salute" del mercato.

La scelta dell'arco temporale da analizzare è ricaduta nel periodo compreso tra il 2000 e il 2013. Lo scopo di tale scelta è possedere un numero elevato di osservazioni mensili (168), capace di attuire l'impatto di possibili *shocks*. Al contempo, si è ricorso ad un *set* di dati efficacemente in grado di rappresentare la situazione economica recente. In un secondo momento, sono state ipotizzate delle suddivisioni del campione, al fine di analizzare con un maggior dettaglio alcuni periodi storici particolari, *in primis* l'arco temporale afferente la Crisi cosiddetta dei mutui *sub-prime* del 2009.

Completata la fase selettiva pertinente alla scelta del campione, si è passati all'implementazione del modello di *forecast*. Il primo passo è consistito nella selezione delle variabili esplicative da inserire all'interno della regressione lineare allo scopo di sfruttare la loro capacità predittiva. In linea con quanto effettuato

¹⁸ I *ticker* di riferimento sono: US0003M Index, USGG1YR Index, USGG2YR Index, USGG3YR Index, USGG4YR Index, USGG5YR Index, USGG6YR Index, USGG7YR Index, USGG8YR Index, USGG9YR Index, USGG10YR Index, USGG15YR Index, USGG20YR Index, USGG30YR Index.

¹⁹ Il *ticker* di riferimento è CPI YOY Index.

²⁰ Il *ticker* di riferimento è SPX Index.

dall'Ilmanen, ci si è avvalsi del *Term Spread*, del *Real Yield*, dell' *Inverse Wealth* e del *Momentum*, tutte variabili osservabili al tempo della previsione.

Dapprima, si è svolta un *In-Sample Regression* per il periodo 2000/2004, allo scopo di stimare i coefficienti delle variabili predette. Tali coefficienti rappresentano la base delle due *Out-of-Sample Regression* per il periodo 2005/2013, certamente più realistiche dal punto di vista applicativo e maggiormente in grado di offrire un supporto nella costruzione di strategie d'investimento dinamiche, oggetto d'analisi nel successivo capitolo.

Infine, si è verificata l'effettiva bontà del modello e la sua capacità nello stimare le variazioni dei tassi o, quantomeno, la loro corretta evoluzione nel tempo.

2.2 La scelta delle variabili esplicative

Come mostrato in precedenza, una *Yield Curve* inclinata positivamente tende a precedere alti rendimenti in eccesso sui *bond*; al contrario, con una *Yield Curve* invertita si prospettano dei *negative excess returns*. Questa semplice constatazione implica che il premio al rischio non è costante. Uno strumento in grado di fornire preziose informazioni riguardo le variazioni nel tempo del premio al rischio è la *current shape* della *Yield Curve*. Tuttavia, ulteriori variabili possono migliorare le informazioni fornite dalla *Yield Curve* nella stima degli *excess returns*. La corretta previsione dei rendimenti in eccesso dei *bond* ha importanti implicazioni per quell'insieme di investitori che ne fanno la base per le loro strategie/tattiche di *asset allocation*²¹.

Una *Yield Curve* inclinata positivamente potrebbe riflettere un alto premio al rischio richiesto dal mercato o le attese di un futuro aumento dei tassi; assumendo che il secondo termine sia pari a zero allora la pendenza della curva è un ottimo indicatore del premio al rischio.

La pendenza della curva è facilmente misurabile con il *Term Spread*, calcolato come la differenza tra il tasso di lungo termine e quello di breve termine, analiticamente:

$$TS_t = Y_{10,t} - Y_{3M,t}$$

Dove:

- TS_t rappresenta il *Term Spread* al tempo t ;
- $Y_{10,t}$ rappresenta il rendimento del titolo di Stato a 10 anni al tempo t ;
- $Y_{3M,t}$ rappresenta il rendimento del titolo di Stato a 3 mesi al tempo t .

²¹ Sul punto si esprime Ilmanen: "Strategies that adjust the portfolio duration dynamically using the signals from the predictor variables would have earned substantially higher long-run returns than did static strategies that do not actively adjust the portfolio duration." Cfr. Ilmanen A., *Forecasting U.S. Bond Returns (Understanding the Yield Curve, Part 4)*, Salomon Brothers, August 1995, p.1.

Solitamente, questo indicatore viene usato come *proxy* generale del premio al rischio anche se non si conoscono le effettive cause della presenza di differenziali di rendimento tra i vari *bond* governativi. Data la sua rilevanza, il *Term Spread* sarà impiegato quale prima variabile predittiva del modello.

Tale indicatore, tuttavia, essendo chiaramente influenzato dalle attese del mercato, rende le assunzioni effettuate in precedenza poco realistiche. Le attese, inoltre, non sono osservabili direttamente e, quindi, non è possibile sapere con certezza quanto realmente incideranno sul premio al rischio. Coerentemente con quanto argomentato, definita una *Yield Curve*, estremamente complesso risulta definire quale parte della curva riflette il premio al rischio richiesto e quale parte riflette le attese sulle future variazioni dei tassi.

Una soluzione, si rinviene nella combinazione di altre variabili predittive con il *Term Spread*. Ciò potrebbe filtrare questo *noise* e fornire un miglior segnale riguardo il premio al rischio futuro.

Numerose ricerche empiriche hanno mostrato che i rendimenti in eccesso attesi delle azioni e dei *bond* governativi a lungo termini variano rispetto al *business cycle*²². In particolare, essi si mostrano elevati alla fine delle recessioni e bassi alla fine dei periodi di espansione. Una spiegazione plausibile potrebbe risiedere nel fatto che se i rendimenti attesi riflettono premi al rischio razionali, questi dovrebbero variare nel tempo al pari dell'ammontare di rischio insito nei vari *assets* e del prezzo di tale rischio. Il premio al rischio atteso dovrebbe pertanto aumentare con l'aumentare del rischio.

Una variabile fondamentale risulta quindi essere il livello di avversione al rischio del mercato nel suo complesso.

Gli investitori sono soliti essere maggiormente avversi al rischio con il diminuire del benessere. Ciò genera, inoltre, una domanda di elevati premi al rischio per la detenzione di *assets* rischiosi in tali periodi. Contrariamente, l'aumentare del benessere rende gli investitori meno avversi al rischio e disponibili ad accettare un premio al rischio inferiore.

²² Si vedano Fama E.F., French K..R., *Business Conditions and Expected Returns on Stocks and Bonds*, in *Journal of Financial Economics*, Vol. 25, No. 1, 1989, pp. 23-49 e Keim B., Stambaugh F., *Predicting Returns in the Bond and Stock Markets*, in *Journal of Financial Economics*, Vol. 17, No. 2, 1986, pp. 357-390.

Seguendo tale ipotesi di avversione al rischio *wealth-dependent*, la scelta della seconda variabile predittiva è ricaduta sull'*Inverse Wealth*²³, l'inverso della recente prestazione del mercato azionario. Esso identifica la nostra *proxy* per il livello aggregato di avversione al rischio.

Per offrire una quanto più realistica rappresentazione dell'evoluzione del mercato azionario negli Stati Uniti, si è ricorso ai rendimenti dell'indice *Standard and Poor's 500*²⁴.

L'indice è stato calcolato, con cadenza mensile, mediante la seguente formula matematica:

$$IW_t(\lambda = 0,9) = \frac{(1 - \lambda)}{W_t} \sum_{i=1}^{36} W_{t-i} * \lambda^{i-1}$$

Dove:

- IW_t rappresenta l'*Inverse Wealth* al tempo t ;
- W_t rappresenta il livello corrente del mercato;
- W_{t-i} rappresenta il livello passato del mercato.

Tale indicatore non è altro che una media ponderata delle 36 quotazioni mensili passate dello *Standard and Poor's 500*, laddove le osservazioni più distanti hanno pesi via via inferiori.

Ipotizzando che il premio al rischio sia correlato con il benessere aggregato appare utile, ai fini dell'analisi, combinare le informazioni derivanti dalla pendenza della *Yield Curve (Term Spread)* con le informazioni prodotte dalla *performance* del mercato azionario (*Inverse Wealth*). Ad esempio, se un elevato *Term Spread* dovesse coincidere con una depressione del mercato azionario

²³ Si vedano Sharpe W.F., *Investor Wealth Measures and Expected Return*, in ICFA Continuing Education Series, Issue 1, 1990, pp. 29-37.

²⁴ Tale indice è stato realizzato da Standard & Poor's nel 1957 e segue l'andamento di un paniere azionario formato dalle 500 aziende statunitensi a maggiore capitalizzazione; fanno parte di questo basket le azioni di grandi aziende contrattate al New York Stock Exchange (Nyse), all'American Stock Exchange (Amex) e al Nasdaq. Il peso attribuito a ciascuna azienda è direttamente proporzionale al valore di mercato della stessa. Risulta essere il più usato per misurare l'andamento del mercato azionario USA ed è ormai riconosciuto come benchmark per le performance di portafoglio.

(*Inverse Wealth* elevato) si potrebbe dedurre che la pendenza della *Yield Curve* rifletta più un alto premio al rischio richiesto (causato da un'elevata avversione al rischio) piuttosto che le attese di un rialzo dei tassi (non è prevista una minaccia di inflazione o una restrizione della politica monetaria in tali circostanze)²⁵.

Tuttavia la relazione tra *stock market level* e il susseguente rendimento in eccesso può essere interpretata diversamente. Ad esempio, una recente scarsa *performance* del mercato azionario può indurre gli investitori a preferire il campo obbligazionario, sia perché percepito come meno rischioso sia perché la depressione dello *stock market* si potrebbe protrarre nel tempo.

In sintesi, la variazione nel tempo dei rendimenti attesi è in grado di riflettere fattori razionali (*time-varying risk* o *risk aversion level*) e/o fattori irrazionali (*market sentiment*).

Il fattore di rischio principale, a livello macroeconomico, per i Titoli di Stato è sicuramente l'inflazione o i cambiamenti nel livello generale dei prezzi.

Come terzo indicatore, infatti, è stato esaminato il tasso di rendimento reale dei Titoli di Stato a 10 anni. Questo è solitamente usato come *proxy* generale del premio al rischio al posto del *Term Spread* per le obbligazioni nominali.

Questa variabile fa in modo che il modello di previsione tenga conto del tasso d'inflazione.

Per il calcolo, è stata computata la seguente equazione:

$$RY_t = Y_{10,t} - CPI_t$$

Dove:

- RY_t rappresenta il valore dell'indice al tempo t ;
- $Y_{10,t}$ rappresenta il tasso di rendimento nominale di un titolo di Stato a 10 anni al tempo t ;

²⁵ Sul punto si esprime Ilmanen: "If a high term spread coincides with a depressed stock market, the curve steepness is less likely to reflect rising rate expectations (because monetary policy tightening and inflation threat are less likely in this environment) and more likely to reflect high required risk premia (because low stock prices may reflect high required returns on risky assets, or even cause them via wealth-dependent risk aversion)". Cfr. Ilmanen A., *Forecasting U.S. Bond Returns (Understanding the Yield Curve, Part 4)*, Salomon Brothers, August 1995, p.2.

- CPI_t rappresenta il più recente indice dei prezzi al consumo pubblicato rispetto al tempo t .

I *bond* governativi a lunga scadenza presentano una sensitività negativa all'inflazione più consistente.

In generale, gli investitori tentano di caricare il tasso d'interesse nominale al fine di ottenere il tasso d'interesse reale desiderato sui loro investimenti, in relazione alle loro aspettative riguardanti l'inflazione²⁶. Nel tasso nominale confluiscono quindi una componente "reale", che l'investitore si aspetta, e una ricompensa per l'inflazione media attesa durante la vita del *bond*. Il tasso reale atteso potrebbe inoltre includere un *inflation risk premium*. La spiegazione a questo premio è intuibile per gli *ex-post returns*: aspettative inflazionistiche in crescita incrementano il rendimento dei Titoli di Stato e riducono, di conseguenza, la loro quotazione di mercato. Da una prospettiva *ex-ante* la questione risulta essere più complessa. Il tasso di rendimento dei *bond* dipende anche dall'*inflation risk premium (IRP)* e quindi, aspettative di rialzo dell'inflazione incrementano l'IRP richiesto e, allo stesso tempo, danneggiano il prezzo corrente dei titoli.

L'*inflation risk premium* potrebbe quindi riflettere:

- Una ricompensa per l'incertezza in materia d'inflazione che varia a seconda del livello d'inflazione;
- La covarianza tra l'inflazione e l'utilità marginale (situazione economica difficile); una caratteristica fondamentale dei *bond* è infatti la capacità di essere *safe haven* durante gli *shock* negativi dell'economia.

In conclusione, i *bond* nominali a lungo termine soffrono gli aumenti dell'inflazione, beneficiano dai crolli di quest'ultima ed eccellono durante i periodi di deflazione.

²⁶ Si veda DeBondt W.F.M., Bange M.M., *Inflation Forecast Errors and Time Variation in Term Premia*, in *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 27, No. 4, December 1992, pp. 479-496.

L'ultimo indicatore predittivo è il *Momentum*, una variabile *dummy* che simula una regola di *trading*, basata su una semplice media mobile, al fine di sfruttare l'autocorrelazione positiva tra i rendimenti dei *bond*.

Quanto alla costruzione di tale variabile occorrono delle precisazioni. Per ridurre le transazioni quando i rendimenti oscillano all'interno di un *range* stretto e, al fine di evitare perdite "*whipsaw*" derivanti dall'acquistare a basso rendimento e vendere a rendimenti elevati, è stato definito un *trading range* neutrale all'interno del quale non si assume nessuna posizione.

Per quanto riguarda il segnale di *trading*, è stata usata una media mobile a 6 mesi dei rendimenti dello *Zero Coupon Bond* a 10 anni ed un *range* neutrale di 10 *basis points*.

La regola consiste nel prendere una posizione lunga (corta) nel mercato obbligazionario quando il rendimento dello *ZCB* a 10 anni, nel mese di riferimento, diminuisce (aumenta) più di 5 *basis point* rispetto alla media dei rendimenti riferiti ai sei mesi precedenti. Se nel mese di riferimento, il rendimento del *bond* a lungo termine rimane all'interno del *range* neutrale predefinito rispetto alla media dello stesso nei sei mesi precedenti, la strategia prevede una posizione neutrale.

La variabile *dummy* di riferimento assumerà quindi valori:

- 1 se la strategia prevede una posizione lunga;
- -1 se la strategia prevede una posizione corta;
- 0 se la strategia prevede una posizione neutrale.

L'obiettivo di quest'ultima variabile predittiva è, quindi, quello di catturare i *trend* persistenti nel mercato obbligazionario ed incorporarli nel modello di *forecast*.

L'analisi empirica verificherà, quindi, sia la bontà delle informazioni contenute nel *Term Spread*, sia se la sua combinazione con gli altri indicatori inclusi nel modello migliora ulteriormente la previsione dei futuri *excess returns*.

2.3 L'In-Sample Regression

Con la finalità di combinare le molteplici informazioni derivanti dalle quattro variabili scelte è stato implementato un modello di regressione lineare multipla, nel quale la variabile dipendente Y rappresenta i *realized excess returns* al tempo t e le variabili indipendenti X sono, rispettivamente, il *Term Spread*, l'*Inverse Wealth*, il *Real Yield* ed il *Momentum* del mese precedente ($t-1$).

Il modello di regressione multipla è la naturale generalizzazione di quello semplice, in quanto considera $p > 1$ variabili esplicative per la spiegazione della variabile dipendente.

Analiticamente, sia Y una variabile dipendente quantitativa univariata. Y è modellata come segue:

$$Y = f(X) + \varepsilon$$

Dove:

- $f(X)$ rappresenta la parte sistematica che è possibile prevedere mediante gli *inputs* X ;
- ε rappresenta il termine di disturbo (errore) che tiene conto di tutte le fonti di variazione diverse dagli *inputs* X .

Le assunzioni formulate, alla base del modello, sono:

- *Linearity*; la funzione di regressione è lineare negli *inputs*:

$$f(X) = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j X_j$$

- *Weak exogeneity*; X e ε sono indipendenti in media:

$$E(\varepsilon|X) = 0$$

- *Homoschedasticity*; la media dei residui è pari a zero e la varianza è costante:

$$E(\varepsilon^2|X) = Var(\varepsilon|X) = \sigma^2$$

In coerenza alle assunzioni illustrate, la funzione di regressione lineare è interpretata come il valore atteso condizionato di Y dato X:

$$f(X) = E(Y|X)$$

Questo identifica il predittore ottimale di Y *under square loss function*.

Per stimare i coefficienti del modello β_0, \dots, β_p e σ^2 si utilizza il metodo *OLS* (*Ordinary Least Square*), mediante il quale si perviene ad una stima dei β denotata da $\hat{\beta}$, quale *minimizers* della somma dei quadrati dei residui (*Residual Sum of Squares – RSS*):

$$RSS(\beta) = (y - X\beta)'(y - X\beta)$$

Si identifica una soluzione *closed form* a tale problema.

In particolare, computando le derivate parziali di $RSS(\beta)$ rispetto a ciascun β_j ed uguagliandole a zero si ottiene un sistema di $p+1$ equazioni lineari in $p+1$ incognite:

$$X'X\beta = X'y$$

Tale sistema può essere risolto rispetto al parametro β . La soluzione è unica, a condizione che le X non siano multicollineari²⁷.

²⁷ Con il termine multicollinearità ci si riferisce alla correlazione fra le variabili indipendenti di un modello di regressione lineare. Se due o più colonne della matrice dei regressori X sono linearmente dipendenti, non esiste l'inversa $(X'X)^{-1}$, per cui il vettore di stime *OLS* non può essere determinato. Questo ha due conseguenze di particolare rilievo nelle applicazioni: 1) La capacità previsiva di ogni singola variabile indipendente risulta essere ridotta in modo

In forma matriciale la soluzione è rappresentabile come segue:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'y$$

Conseguentemente, i valori fittati sono ricavati mediante la seguente equazione:

$$\hat{y} = X\hat{\beta} = X(X'X)^{-1} X'y$$

E i residui, come dinanzi mostrato:

$$e = y - \hat{y}$$

In conclusione, la stima della varianza σ^2 sarà data da:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_i e_i^2}{N - p - 1}$$

Dove:

- $N - p - 1$ rappresenta il numero di gradi di libertà della distribuzione;
- N rappresenta il numero di osservazioni presenti nel campione analizzato;
- p rappresenta il numero di variabili esplicative inserite nel modello;
- $\sqrt{\hat{\sigma}^2} = \hat{\sigma}$ rappresenta l'errore standard di β_j , che misura la dispersione media dello stimatore intorno al suo valore medio.

La prima regressione proposta è di tipo *In-Sample* ed è stata effettuata su un campione di 60 osservazioni, riferito all'orizzonte temporale compreso tra il 31 Gennaio 2000 e il 31 Dicembre 2004.

proporzionale alla forza della sua associazione con le altre variabili indipendenti; 2) Il *fitting* della regressione risulta elevato (si osservano elevati valori dell'indice R^2). Questo è un fenomeno notevolmente diffuso nel campo finanziario in quanto ci sono sempre relazioni tra i regressori che comportano un certo grado di dipendenza lineare.

Di seguito è riportato l'output della funzione *summary* del software R:

```
lm(formula = brp_u ~ tms_u + ry_u + iw_u + d_u)
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.071634 -0.013294  0.001436  0.019521  0.045325
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.035632   0.032423  -1.099   0.2766
tms_u        0.610816   0.278325   2.195   0.0324 *
ry_u         0.298770   0.440184   0.679   0.5001
iw_u         0.040973   0.032423   1.264   0.2117
d_u         -0.007588   0.004710  -1.611   0.1129
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.02682 on 55 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2486, Adjusted R-squared:  0.194
F-statistic: 4.549 on 4 and 55 DF, p-value: 0.003024
```

Le variabili più significative sono quelle contrassegnate da uno o più asterischi. Come si può osservare, l'unico regressore in grado di fornire informazioni rilevanti, in linea con i risultati ottenuti dall'Ilmanen, è la pendenza della *Yield Curve (Term Spread)*. Esso, infatti, risulta caratterizzato da un alto *t-value* ed un basso *p-value*.

Il *t-value* è dato dalla seguente equazione:

$$t - value_j = \frac{\hat{\beta}_j - \beta_j}{s.e. (\hat{\beta}_j)} \sim t_{N-p-1}$$

Dove:

- $j = 0,1,2,3,4$;
- $s.e. (\hat{\beta}_j)$ rappresenta l'errore standard di ciascuna variabile esplicativa;
- t_{N-p-1} rappresenta una distribuzione *t di Student* con $N - p - 1$ gradi di libertà;
- $H_0: \beta_j = 0$ rappresenta l'ipotesi nulla.

Il *p-value*, invece, è la funzione di probabilità collegata all'area $> |t - value|$ in una distribuzione *t di Student* con $N - p - 1$ gradi di libertà. Esso può essere interpretato come la probabilità di essere in errore rigettando l'ipotesi nulla ($\beta_j = 0$).

Chiaramente un alto livello del t -value è associato ad un basso livello del p -value ed è quindi possibile rigettare l'ipotesi nulla, con una buona probabilità di essere nel giusto.

Dalla tabella sopra riportata è possibile notare che il rigetto dell'ipotesi nulla per i vari indicatori proposti porta ad una probabilità di essere in errore pari al 3% (*Term Spread*), al 50% (*Real Yield*), al 21% (*Inverse Wealth*), al 11% (*Momentum*).

Il *Multiple R-Squared* (R^2), in questo caso pari 0,248, può essere definito come segue:

- $TSS = \sum_i (y_i - \bar{y})^2$ rappresenta il *Total Sum of Squares* (*TSS*), ovvero la varianza totale;
- $ESS = \sum_i (\hat{y}_i - \bar{y})^2$ rappresenta l'*Expected Sum of Squares* (*ESS*), ovvero la varianza attesa dal modello;
- $RSS = \sum_i e_i^2$ rappresenta il *Residual Sum of Squares* (*RSS*), ovvero la varianza non catturata dal modello.

Dove:

- y_i rappresenta i dati osservati;
- \bar{y} rappresenta la media dei dati osservati;
- \hat{y}_i rappresenta i dati stimati dal modello mediante la regressione.

Da questo è possibile notare che:

$$TSS = ESS + RSS$$

Al fine di verificare l'effettiva bontà del modello si deve, quindi, analizzare l' R^2 , calcolabile come segue:

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS} = 1 - \frac{RSS}{TSS}$$

Si osservi che l' R^2 può assumere unicamente valori che vanno da 0 a 1. Maggiore sarà il valore del predetto indice maggiore sarà la capacità del modello di catturare la varianza e, di conseguenza, la sua bontà. Tuttavia, aggiungendo nuove variabili, anche non significative, il valore dell' R^2 tende comunque ad aumentare o ad rimanere invariato.

L'*Adjusted R-Squared* (R_{adj}^2), nell'analisi pari a 0,194, tiene conto del numero di variabili inserite nella regressione, penalizzando così i modelli che includono regressori non significativi. È possibile calcolarlo mediante la formula seguente:

$$R_{adj}^2 = 1 - \frac{\frac{RSS}{n - p - 1}}{\frac{TSS}{(n - 1)}}$$

In sostanza, dividendo l' RSS per $n - p - 1$, all'aggiunta di una nuova variabile al modello, p aumenta di una unità e l' R_{adj}^2 potrebbe aumentare o diminuire a seconda di quanto si è ridotta la varianza non catturata dal modello.

Infine, la Statistica F è usata per testare la significatività complessiva del modello, ovvero che tutti i coefficienti della regressione siano pari a 0 (non significativi), ad eccezione dell'intercetta:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j = 0$$

Tale statistica è così definita:

$$F = \frac{\frac{R^2}{p}}{\frac{(1 - R^2)}{(N - p - 1)}} \sim F_{J, N-p-1}$$

Dove:

- $F_{J, N-p-1}$ rappresenta una distribuzione di Fisher con J (numero di variabili non significative, pari a 4 nell'analisi effettuata) e $N - p - 1$ gradi di libertà.

Considerato il *p-value* della *F-Statistic* molto basso (0.003024) è possibile accettare il modello proposto.

La regressione proposta divide l'*excess bond return* di ciascun mese in una parte stimata e una parte residuale. La parte fittata può essere vista come l'*expected excess bond return* mentre la parte residuale come l'*unexpected excess bond return*.

Avendo a disposizione il valore mensile dei vari indici previsti, è possibile computare una previsione dell'*excess return* del prossimo mese ricorrendo alla seguente equazione:

$$EER = -0,035 + 0,610 * Term Spread + 0,298 * Real Yield + 0,040 \\ * Inverse Wealth - 0,007 * Momentum$$

Sono pertanto combinati i valori correnti delle variabili predittive con i coefficienti stimati dalla regressione. Ad esempio, è possibile combinare il valore delle variabili di Gennaio 2000 con i coefficienti stimati dalla regressione e considerare, quindi, i valori predetti come rendimenti in eccesso attesi per Gennaio 2000. Si assume dunque che un investitore sia a conoscenza (oggi) del valore dei coefficienti della regressione che tiene conto di tutto il campione (Gennaio 2000 – Dicembre 2004). In realtà questi coefficienti possono essere stimati solo nel Dicembre 2004, usando tutto il set di dati a disposizione.

La regressione *In-Sample* aggiunge quindi un elemento di *hindsight*²⁸ all'analisi, il quale conduce, nella migliore delle ipotesi, ad un'eccessiva capacità di previsione degli *excess returns*, e nella peggiore, a risultati pretestuosi. Per tale motivazione, è frequente, che le previsioni derivanti da questa tipologia di regressioni vengono giudicate come irrealistiche o inaffidabili.

²⁸ Sul punto si esprime Ilmanen: "The use of in-sample forecasts adds an element of hindsight to the analysis". Cfr. Ilmanen A., *Forecasting U.S. Bond Returns (Understanding the Yield Curve, Part 4)*, Salomon Brothers, August 1995, p.7.

2.4 L'Out-of-Sample Regression

In generale, gli operatori del mercato dovrebbero temere l'impatto potenziale derivante dal *data snooping bias* sulla *performance* delle loro strategie. Molti investitori, infatti, sono alla continua ricerca di rendimenti regolari nell'ambito finanziario, non considerando che i risultati delle loro analisi nella maggior parte dei casi sono *period-specific*.

Al fine di isolare questo fenomeno distorsivo sono state condotte due analisi *Out-of-Sample*, nelle quali la previsione degli *excess returns* è stata effettuata, in ciascun mese, usando esclusivamente dati disponibili al momento della stima.

Seguendo l'approccio dell'Ilmanen, la prima regressione effettuata, prevede un'espansione continua del campione mese dopo mese da Gennaio 2005 a Dicembre 2013. Da un campione di 60 osservazioni mensili (Gennaio 2000-Dicembre 2004) per la stima dell'*excess return* di Gennaio 2005 si arriverà ad uno di 168 per la previsione di Dicembre 2013.

Questa espansione se, da un lato, porta dei benefici derivanti dal maggiore *set* di dati disponibili, dall'altro, tiene conto di osservazioni passate che potrebbero rappresentare scenari economici totalmente differenti da quelli attuali.

A tal fine, si è ritenuto opportuno effettuare una seconda regressione *Out-of-Sample* (che sarà chiamata *Rolling Out-of-Sample*), seppur non eseguita dall'Ilmanen, dove il campione di analisi è costituito perennemente da 60 osservazioni mensili (5 anni), vale a dire che per ogni nuova osservazione aggiunta si perde quella iniziale (*Rolling-Window*).

Mentre nella regressione *In-Sample* si aveva un unico coefficiente per ogni variabile esplicativa, nelle due regressioni *Out-of-Sample* si avrà un vettore dei coefficienti di 168 componenti per ciascuna delle variabili previsive. Ad esempio, l'*expected excess return* per Gennaio 2013 sarà dato da:

$$EER = -0,015 + 0,949 * 0,014 - 0,046 * 0,0006 + 0,020 * 0,922 - 0,001 * (-1)$$

Dove:

- -0,015; 0,949; -0,046; 0,020; -0,001 rappresentano rispettivamente i coefficienti stimati dal modello dell'intercetta, del *Term Spread*, del *Real Yield*, dell'*Inverse Wealth* e del *Momentum* per Gennaio 2013;
- 0,014; 0,0006; 0,922; -1 rappresentano rispettivamente i valori che assumono il *Term Spread*, il *Real Yield*, l'*Inverse Wealth* e il *Momentum* a Dicembre 2012.

Questa tipologia di regressioni è fondamentale per l'implementazione delle *dynamic trading strategies*, che saranno oggetto d'analisi nel successivo capitolo.

2.5 L'analisi del modello di regressione lineare

Con l'obiettivo di verificare l'effettiva capacità del modello nel prevedere gli *excess returns* futuri, sono state effettuate diverse analisi del modello di regressione lineare.

Dapprima, è stata computata la correlazione tra le variabili predittive inserite nel modello (al tempo t) e i rendimenti in eccesso (al tempo $t+1$) per l'analisi *In-Sample*.

Si osservi che due caratteri quantitativi presentano “concordanza” se la maggior parte degli scostamenti sono concordi; al contrario, sussiste “discordanza” se la maggior parte degli scostamenti sono discordi. Un indice in grado di misurare la concordanza o la discordanza tra due variabili è la covarianza.

Questa può essere definita come la media dei prodotti degli scostamenti delle variabili X e Y dalle rispettive medie:

$$\sigma_{XY} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}) * (x_i - \bar{x})$$

Se due caratteri sono statisticamente indipendenti la loro covarianza è pari zero. All'opposto, se la covarianza è nulla non è detto che i due caratteri siano del tutto indipendenti. Ciò scaturisce dal fatto che la covarianza si annulla se i prodotti degli scostamenti dalla media si compensano tra loro oppure se tra i due caratteri sussiste una relazione di dipendenza ma non di tipo lineare.

Un limite della covarianza è quello di dipendere dall'unità di misura delle osservazioni. Di norma, per ovviare a tale inconveniente si trasforma la covarianza in un indice relativo. Si noti che a tal proposito sarà necessario individuare il campo di variazione della covarianza. Questa può assumere valori all'interno del seguente intervallo:

$$-\sigma_X \sigma_Y \leq \sigma_{XY} \leq \sigma_X \sigma_Y$$

Dove σ_X e σ_Y identificano le deviazioni standard delle variabili X e Y.

Un indice più rappresentativo della dipendenza è quello proposto dagli studiosi Bravais e Pearson. Esso è denominato “coefficiente di correlazione lineare” ed è dato da:

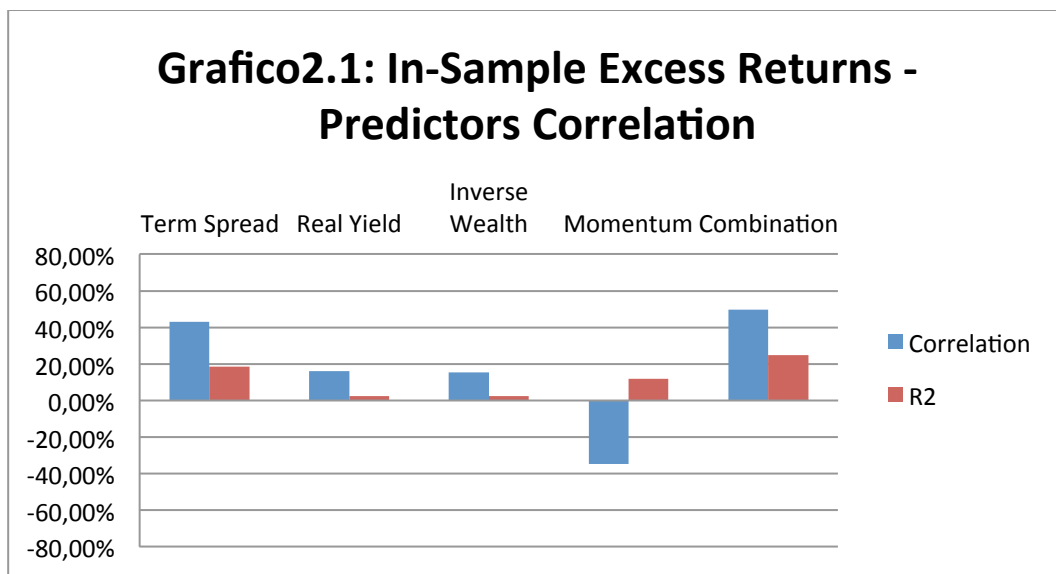
$$\rho_{XY} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Le proprietà del coefficiente di correlazione lineare sono:

- $-1 \leq \rho_{XY} \leq 1$;
- $\rho_{XY} = 1$ se tra la Y (nel caso in esame i rendimenti in eccesso al tempo t) e la X (il valore di ciascun variabile predittiva, considerata singolarmente, al tempo t-1) sussiste un perfetto legame lineare e i due caratteri sono concordi;
- $\rho_{XY} = -1$ se tra la Y (nel caso in esame i rendimenti in eccesso al tempo t) e la X (il valore di ciascun variabile predittiva, considerata singolarmente, al tempo t-1) sussiste un perfetto legame lineare e i due caratteri sono discordi;
- $\rho_{XY} = 0$ se la Y e la X sono indipendenti, o se la loro relazione non è lineare.

Il segno del coefficiente di correlazione corrisponde al segno della covarianza poiché al suo denominatore vi sono sempre quantità positive. Se ne deduce che se le due variabili variano nello stesso senso, sia la covarianza sia il coefficiente di correlazione saranno positivi e si dirà che gli *excess returns* e la variabile predittiva in esame sono correlati positivamente. Diversamente, se le variabili variano in senso opposto, sia la covarianza sia il coefficiente di correlazione saranno negativi si dirà che gli *excess returns* e la variabile predittiva in esame sono correlati negativamente.

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:



Correlation	Term Spread	Real Yield	Inverse Wealth	Momentum	Combination
Excess Return	42.94%	16.05%	15.28%	-34.59%	49.86%
R²	18.44%	2.57%	2.33%	11.97%	24.86%

La tradizionale ipotesi d'imprevedibilità del premio al rischio dovrebbe implicare che tutte le variabili proposte abbiano una correlazione prossima allo zero con i susseguenti *excess returns*.

Come si può notare dal Grafico 2.1, la variabile più correlata con i rendimenti in eccesso del mese successivo è il *Term Spread* (42,94%). Confermando quanto sostenuto in precedenza riguardo la sua forte relazione con il premio al rischio, anche in presenza di disturbi derivanti dalle attese sulle variazioni future dei tassi di rendimento.

Il tasso di rendimento depurato dai fenomeni inflazionistici (*Real Yield*) risulta essere la seconda variabile più correlata, con un valore dell'indice di correlazione pari al 16,05%, mostra l'incidenza dell'inflazione sul premio al rischio futuro.

La terza variabile più correlata positivamente è l'*Inverse Wealth* (15,28%). Anche questo risultato è in linea con quanto discusso in precedenza. Infatti, al diminuire del benessere complessivo, aumenta l'avversione al rischio degli investitori e, di

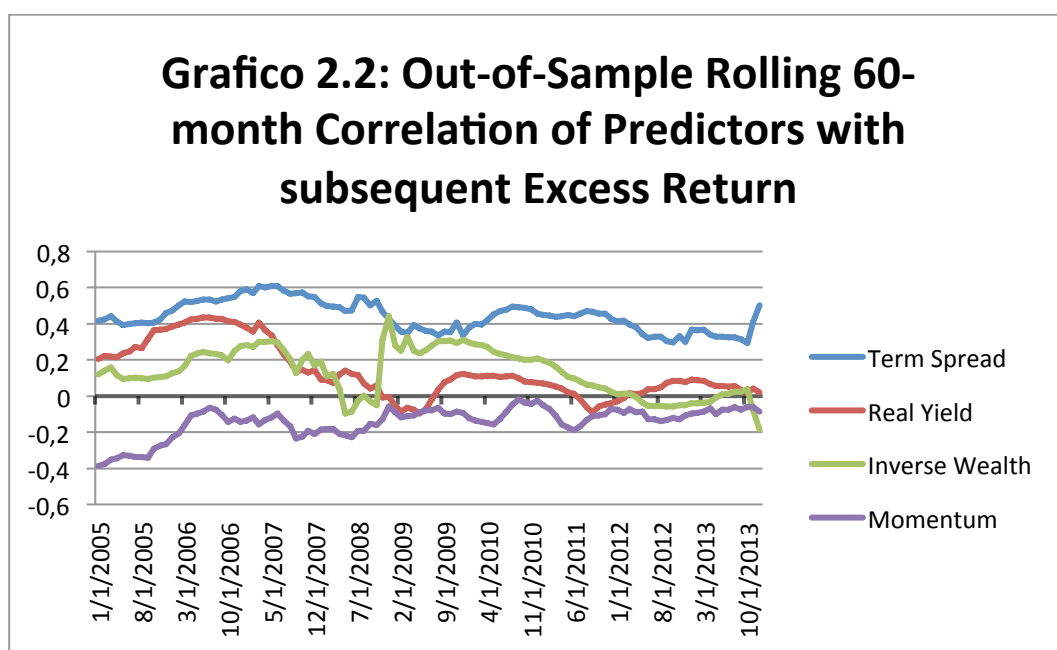
conseguenza, il premio al rischio da loro richiesto per detenere *bond* con una più lunga scadenza.

Infine, il *Momentum* risulta essere correlato negativamente (-34,59%) con l'*excess return* successivo, indicando che la media mobile dei sei rendimenti passati si muove in modo opposto con il futuro *realized excess return*.

Combinando le informazioni derivanti da queste quattro variabili predittive è possibile ottenere una stima più accurata dei futuri rendimenti in eccesso, catturando ben il 49,86% della varianza totale.

Nella tabella viene, inoltre, illustrato il valore dell' R^2 espressivo della capacità di ciascuna variabile, singolarmente considerata, di spiegare gli *excess returns* susseguenti.

Al fine di comprendere l'evoluzione nel tempo della correlazione dei vari predittori con il susseguente *excess return*, si riporta il grafico seguente:



Il Grafico 2.2 mostra che la *rolling 60-months correlation* tra i predittori e il susseguente *excess return* non è costante nel tempo (Gennaio 2005-Dicembre 2013). Tuttavia, a differenza delle altre variabili, il *Term Spread* evidenzia oscillazioni molto più contenute, delimitabili all'interno di un determinato *range* di valori (0,3 ; 0,6). Per quanto concerne il *Real Yield*, l'*Inverse Wealth* e il

Momentum, esse segnalano una buona capacità predittiva fino all'anno 2008-2009, in concomitanza della crisi economica. A seguito della stessa, si assiste ad una convergenza verso lo zero del valore della correlazione degli indicati predittori, espressiva della carente abilità delle variabili di prevedere il susseguente *excess return*.

L'indice di correlazione non è, tuttavia, l'unico strumento disponibile per analizzare se le variabili predittive definite sono, o meno, affidabili nel discriminare *good and bad times* per la detenzione di Titoli di Stato a lungo termine.

L'analisi successiva si sostanzia nell'esame dell'*average excess return* al variare del *Term Spread* e dell'*Inverse Wealth*.

		Analisi Univariata				Analisi Bivariata			
		Term Spread		Inverse Wealth		Term Spread >0	Term Spread >0	Term Spread <=0	Term Spread <=0
		>0	<=0	>=1	<1	Inverse Wealth>=1	Inverse Wealth<1	Inverse Wealth>=1	Inverse Wealth<1
2005/2013 (Tutto il campione)	Average Excess Return	1.89%	-0.21%	1.79%	1.28%	1.90%	1.88%	-0.37%	-0.21%
	No. of Months(%)	75.93%	24.07%	19.44%	80.56%	18.52%	57.41%	0.93%	23.15%
2005/2007 (Pre Crisi)	Average Excess Return	0.47%	-0.41%	0.00%	-0.12%	0.00%	0.47%	0.00%	-0.41%
	No. of Months(%)	33.33%	66.67%	0.00%	100.00%	0.00%	33.33%	0.00%	66.67%
2008/2010 (Crisi)	Average Excess Return	2.27%	2.21%	1.90%	2.72%	2.02%	2.58%	-0.37%	4.78%
	No. of Months(%)	94.44%	5.56%	55.56%	44.44%	52.78%	41.67%	2.78%	2.78%
2011/2013 (Post Crisi)	Average Excess Return	2.00%	0.00%	-0.30%	2.07%	-0.30%	2.07%	0.00%	0.00%
	No. of Months(%)	100.00%	0.00%	2.78%	97.22%	2.78%	97.22%	0.00%	0.00%

Nella tabella riportata si nota come nel periodo ricompreso tra il 2005 ed il 2013 (campione di riferimento per le regressioni *Out-of-Sample*) la media dei rendimenti in eccesso sia pari all'1,89% nei mesi preceduti da una *upward-sloping Yield Curve* (75,93% dei casi) e pari al -0,21% nei mesi preceduti da una *inverted Yield Curve* (24,07% dei casi).

Questa evidenza è coerente con l'ipotesi di *wealth-dependent risk aversion* discussa in precedenza. Periodi caratterizzati da una *Yield Curve* inclinata positivamente (*Term Spread* > 0) tendono a coincidere con situazioni economiche di depressione (*high risk aversion*) che implicano un maggiore premio al rischio preteso dagli investitori. Al contrario, periodi caratterizzati da una *Yield Curve*

piatta o inclinata negativamente (*Term Spread* ≤ 0) tendono a coincidere con situazioni economiche ottimali (*low risk aversion*) portando, quindi, gli investitori a richiedere un minor (talvolta anche negativo) premio al rischio.

Nello stesso periodo di riferimento si può osservare come l'*excess return* medio sia leggermente maggiore (1,79%) nei mesi preceduti da un *Inverse Wealth* elevato (il mercato azionario è depresso e gli investitori essendo più avversi al rischio richiedono un più alto premio per sopportare tale rischio) rispetto a quello verificato nei mesi preceduti da un *Inverse Wealth* < 1 (1,28%).

Combinando le informazioni provenienti dal *Term Spread* e dall'*Inverse Wealth* è possibile affinare lo studio sugli *average excess returns*.

Periodi caratterizzati da una *steepens yield curve* portano ad un rendimento medio in eccesso leggermente più elevato quando si è in presenza di un *depressed stock market* (1,90%) rispetto a quando si è in coincidenza di uno *strong stock market* (1,88%). Quest'ultimo scenario potrebbe rappresentare il caso in cui la pendenza della curva non riflette il premio al rischio richiesto dagli investitori bensì le loro attese sui futuri rialzi dei tassi.

Nei casi in cui il *Term Spread* è minore di zero (*inverted yield curve*) ed il mercato azionario è "in salute" (23,15% dei casi), il rendimento medio in eccesso risulta essere negativo (-0,21%). Questa evidenza è dovuta all'effetto combinato della *Yield Curve* e dello *stock market* nel ridurre notevolmente l'avversione al rischio degli investitori portandoli ad "accontentarsi" di un più basso premio al rischio.

In generale, quando sia il mercato azionario che quello obbligazionario sembrano essere "cheap" (*Term Spread* positivo e *Inverse Wealth* maggiore di 1), è plausibile che gli investitori abbiano delle attese di *high future returns* per gli *assets* più rischiosi. Viceversa, quando gli indicatori lasciano presagire un segnale "richness" (*Term Spread* negativo e *Inverse Wealth* minore di 1) gli investitori saranno si aspetteranno bassi rendimenti in eccesso futuri.

Lo studio in questione è proseguito con la suddivisione del campione in tre sottoperiodi, con il fine di individuare l'andamento degli indicatori nei vari scenari economici.

I periodi di riferimento sono:

- Pre-Crisi (2005-2007): periodo caratterizzato da segnali “*richness*”, con una *Yield Curve* molto spesso invertita ed un’*Inverse Wealth* < 1 nel 100% dei casi; la conseguenza è un basso livello di rendimenti in eccesso ($-0,41\%$; $+0,47\%$)²⁹;
- Crisi (2008-2010): in questo arco temporale il segnale è “*cheap*” poiché la *Yield Curve* è inclinata positivamente nel 94% dei casi ed anche il mercato azionario emette segni di depressione. Dal 2008 al 2010 si è assistito raramente (2,78% dei casi) ad una combinazione *Term Spread* ≤ 0 e *Inverse Wealth* < 1 tale da indicare la scarsa presenza di segnali “*richness*”. In termini di *excess returns* la risultante è stata un netto aumento nel loro livello ($-0,37\%$; $+4,78\%$);
- Post-Crisi (2011-2013): gli effetti della crisi hanno causato una elevata avversione al rischio e di conseguenza una *Yield Curve* costantemente inclinata positivamente (100% dei casi); di converso, l’andamento dell’*Inverse Wealth* (nel 97% dei casi < 1) sembra essere tornato ai livelli Pre-Crisi indicando una forte ripresa del mercato azionario. I rendimenti in eccesso si sono stabilizzati intorno ad un *range* leggermente positivo ($-0,30\%$; $+2,07\%$).

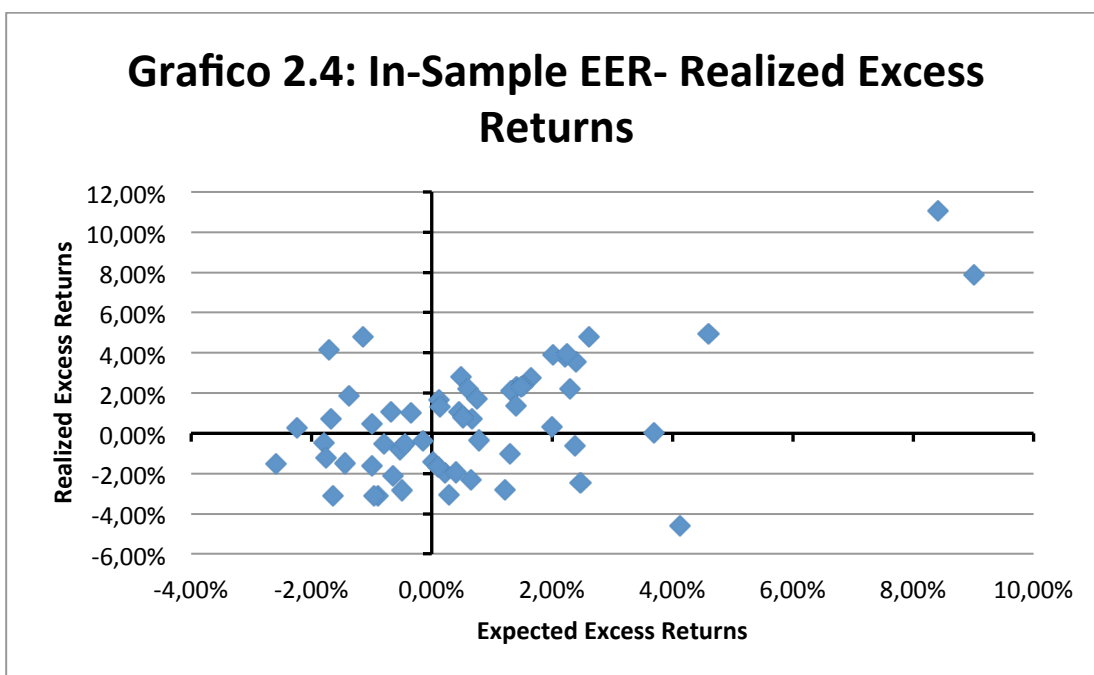
Conclusa l’analisi sulle variabili esplicative, si desidera confrontare l’andamento degli *expected returns*, stimati mediante il modello, con l’andamento dei *realized excess returns*.

Dapprima viene mostrato il confronto tra le due variabili nel periodo di riferimento della *In-Sample Regression*:

²⁹ Sono i valori estremi degli *average excess returns* nei vari scenari possibili ($TS > 0$ e $IW \geq 1$, $TS > 0$ e $IW < 1$, $TS \leq 0$ e $IW \geq 1$, $TS \leq 0$ e $IW < 1$).



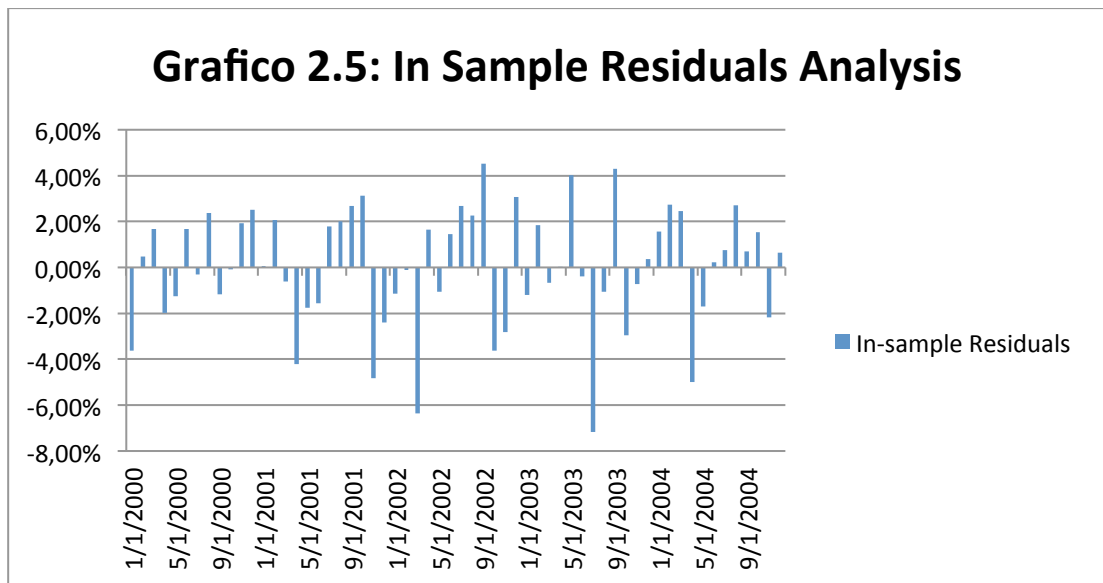
Il grafico 2.3 mostra che il modello prevede ragionevolmente le variazioni dei *realized excess returns*. Tuttavia, non sembra cogliere l'effettiva ampiezza di tali movimenti. Per approfondire questa evidenza nel Grafico 2.4 è mostrato uno *scatter plot* dove sull'asse delle ascisse sono posti gli *Expected Excess Returns* e sull'asse delle ordinate i *Realized Excess Returns*.



Senza nessuna capacità predittiva, ciascun quadrante dovrebbe contenere il 25% delle osservazioni. Al contrario, se le previsioni avessero segno corretto (i *realized excess returns* sono positivi quando gli *expected* sono positivi e sono negativi quando anche questi ultimi sono negativi) la maggior parte delle

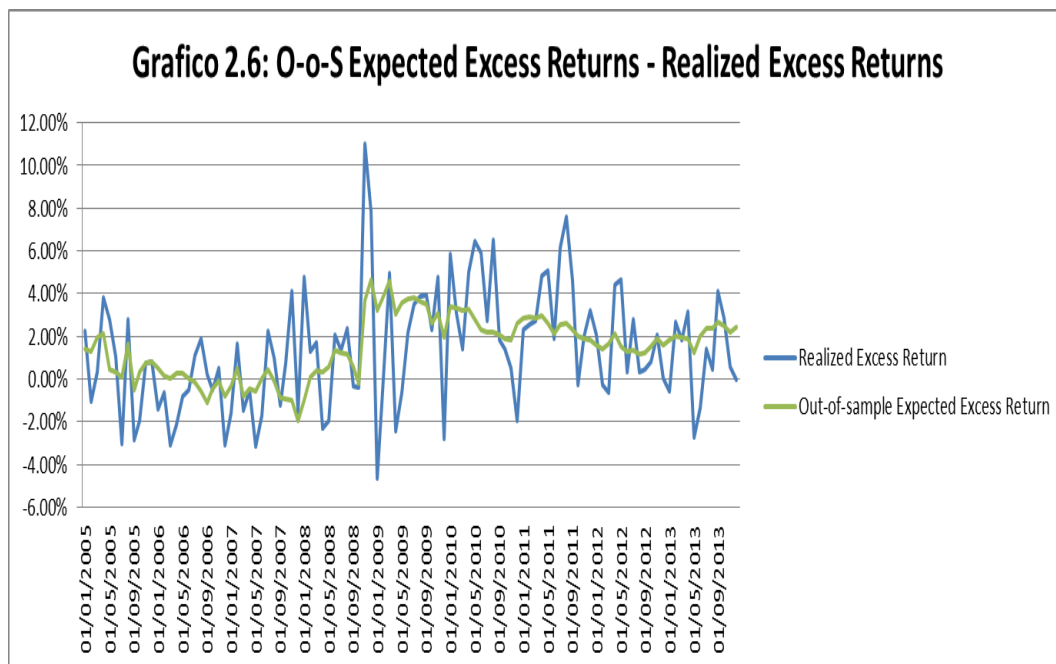
osservazioni dovrebbe “ricadere” nel primo o nel terzo quadrante. Il grafico mostra che il modello *In-Sample* offre una corretta previsione nel 71% (63%+8%) dei casi.

Per concludere l’analisi della versione *In-Sample* del modello vengono studiati i residui, calcolati come la differenza tra il *Realized* e l’*Expected Excess Return* in ciascun periodo:



A conferma dell’effettiva bontà del modello, i residui mostrano una media pari a zero e rispettano tutte le assunzioni effettuate in sede di specificazione del modello.

Come osservato in precedenza, la non funzionalità della regressione *In-Sample* fa sì che un investitore dinamico preferisca un’analisi approfondita dell’*Out-of-Sample*. Innanzitutto, viene analizzato il caso del campione in continua espansione dal Gennaio 2005 al Dicembre 2013.



Entrambe le serie storiche nel Grafico 2.6 mostrano forti relazioni con il *business cycle*. Bassi valori di rendimento nei primi anni di analisi (2005-2007), caratterizzati da stabilità e crescita, sono seguiti da vortiginosi incrementi durante gli ultimi mesi del 2008 caratterizzati da un crollo dell'indice S&P500 (*stock market crash*) e da forti variazioni dell'indice dei prezzi al consumo.

La relazione tra *expected* e *realized excess returns* non sembra essere così forte quando effettuata fuori dal campione, riflettendo il fatto che la maggior parte delle fluttuazioni di breve termine negli *excess bond returns* sono imprevedibili. Come verrà mostrato in seguito, anche se è possibile cogliere il corretto andamento dei rendimenti in eccesso, risulta molto arduo e difficoltoso individuare la magnitudine di tali variazioni

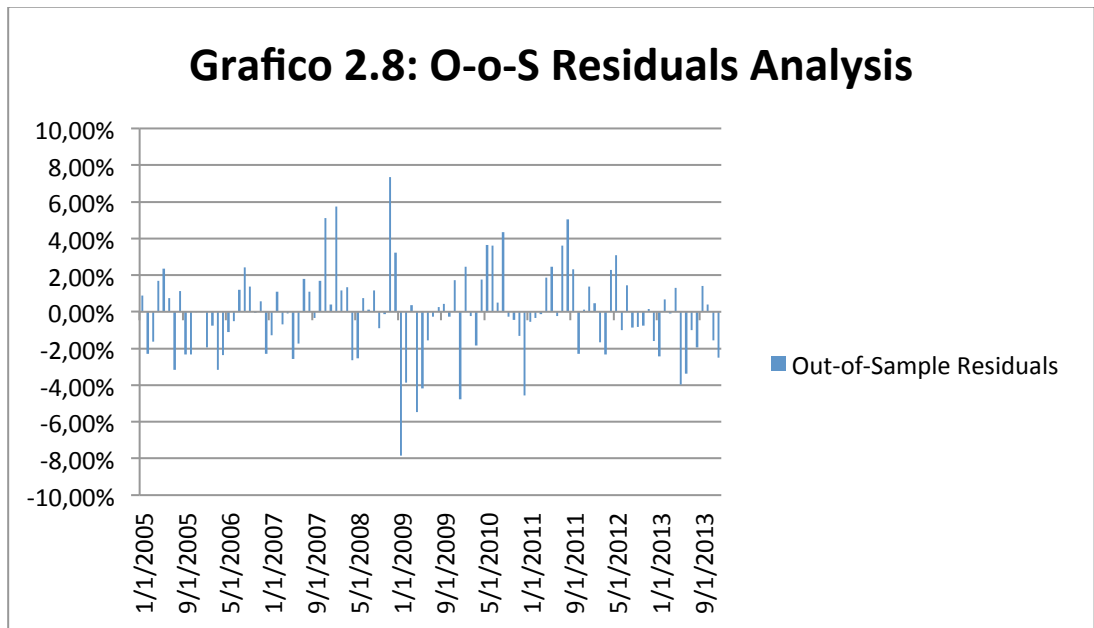
Grafico 2.7: Expansion Out-of-Sample: Expected versus Realized



Come si evince nel Grafico 2.7, il modello riesce nella maggior parte dei casi a prevedere il corretto segno degli *excess returns*. Il 69% delle osservazioni si trova, infatti, nel primo e nel terzo quadrante, mentre il restante 31% “ricade” nel secondo e quarto quadrante (errata previsione). Questo risultato di previsione, dal punto di vista di un investitore attivo, è sicuramente migliore rispetto ad una scommessa 50:50. Si osservi che ovviamente il predetto risultato di previsione non sarà del tutto infallibile.

Come ultima analisi della regressione *Out-of-Sample* si è proceduto con l’analisi dei residui. Seppur la media risulta essere prossima allo 0 (−0,11%), questi non sembrano essere distribuiti casualmente (come in un buon modello dovrebbe essere) ma piuttosto appaiono concentrarsi in periodi specifici, evidenziando un fenomeno di *volatility clustering*³⁰. Di seguito il grafico degli *Out-of-Sample residuals*:

³⁰ Si veda Roche B.B., Rockinger M., *Switching Regime Volatility: An Empirical Valuation*, in Dunis C. L., Laws J. and Naim P. (a cura di), *Applied quantitative methods for trading and investment*, Chichester, Wiley & Sons, 2003, p. 193: “Volatility clustering is a well know and well documented feature of financial market rates of returns. [...] This very successfull approach assumes that clustering changes over time in an autoregressive fashion”.



Com'è possibile notare dal Grafico 2.8, gli errori di previsione più ampi coincidono con i periodi di maggiore instabilità economica (fine 2007 e 2008-2009).

Una statistica largamente impiegata è il *Root Mean Square Error* (RMSE), anche chiamato *Root Mean Square Deviation*, che misura la differenza tra i valori attualmente osservati e i valori predetti dal modello. Queste differenze, singolarmente considerate, sono denominate residui e il RMSE consente di aggregarli in un'unica misura in grado di testare l'effettivo potere predittivo del modello. Esso è calcolabile come segue:

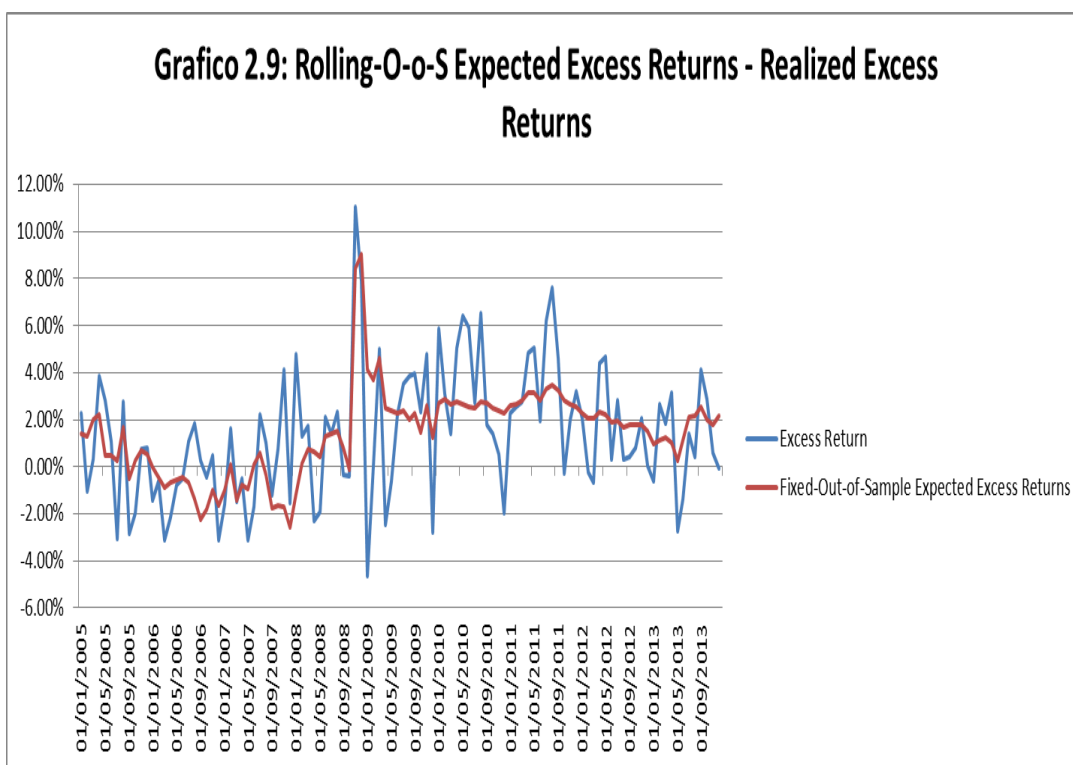
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{fit,i})^2}{n}}$$

Dove:

- $X_{obs,i}$ rappresenta il *realized excess return* dell'i-esimo mese;
- $X_{fit,i}$ rappresenta l'*expected excess return* per l'i-esimo mese;
- n rappresenta il numero di osservazioni.

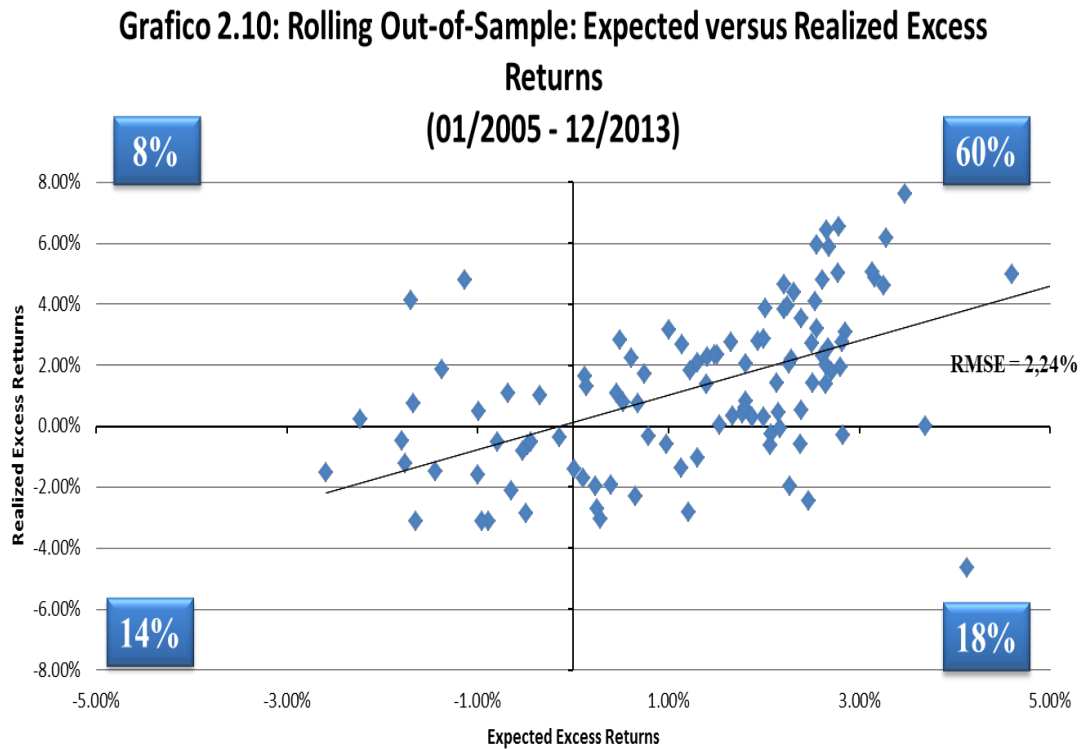
Il *Root Mean Square Error* indica quanto il modello sottostima/sovrastima in media i *realized excess returns*. Nell'*Expansion Out-of-Sample Model* tale indice assume un valore pari a 2,39%.

Nella seconda regressione proposta fuori dal campione, diversamente da quanto effettuato da Ilmanen nella sua analisi, il campione è rimasto invariato a 60 osservazioni mensili per ciascuna previsione poiché il set di dati, all'aggiunta dell'osservazione più recente, perde quella più antica. In tal modo si permette al modello di considerare esclusivamente gli scenari economici più recenti e, quindi, si presume maggiormente veritieri e rappresentativi dello stato attuale e di escludere le osservazioni espressive di epoche non più influenti.



Come si evince dal Grafico 2.9, mediante questa nuova regressione fuori dal campione, si riescono a prevedere alcune fluttuazioni aggiuntive, rispetto alla precedente, di ampia grandezza come quelle a ridosso dei terremoti finanziari (2008-2009). Tuttavia, da Gennaio 2010 a Dicembre 2013 il modello sembra essere troppo “accomodante” e dunque non in grado di catturare le fluttuazioni di breve termine degli *excess returns*.

Un dato molto positivo viene evidenziato nel Grafico 2.10, il quale mostra la migliore capacità della regressione sul campione “mobile” di cogliere l’effettiva direzione dei rendimenti in eccesso:

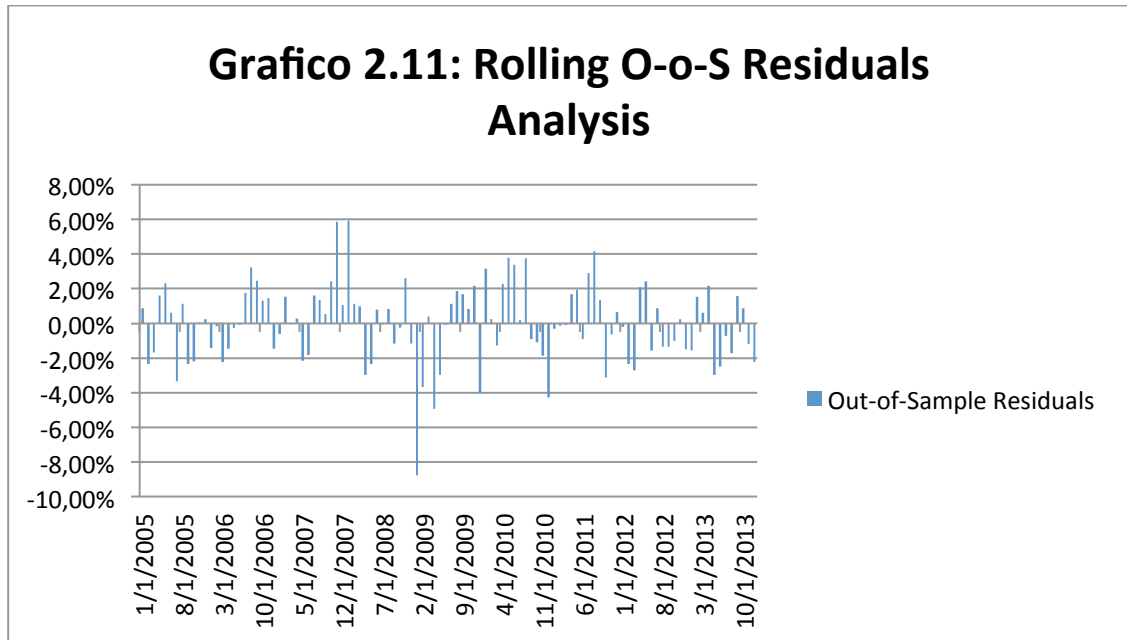


In questo caso, il modello di regressione lineare è in grado di prevedere il segno dei *Realized Excess Returns* il 74% delle volte. Le osservazioni, infatti, si trovano nel primo quadrante per il 60% (entrambi positivi) e nel terzo quadrante per il 14% (entrambi negativi). Dal punto di vista di un investitore che pratica delle strategie di *trading* attivo, la scelta del modello da utilizzare ricadrà molto probabilmente su quest’ultimo, avendo osservato un margine di errore notevolmente inferiore (26%) rispetto alle alternative proposte in precedenza. Infine, anche dallo studio dei residui della *Rolling Out-of-Sample Regression* emergono delle miglierie rispetto alla *Out-of-Sample Regression* con campione in espansione.

La media dei residui è ancora più vicina allo zero ($-0,01\%$) e questi, nonostante la permanenza di qualche fenomeno di *clustering*, sembrano distribuirsi in modo

casuale. Non sembra emergere autocorrelazione tra i vari residui e le ipotesi di omoschedasticità possono ritenersi rispettate.

Di seguito viene riportato il grafico con l'andamento dei residui nel tempo:



Escluse sporadiche osservazioni, la maggior parte dei residui rientra nella banda (-3% ; 3%), evidenziando l'effettiva bontà del modello proposto nel prevedere, quantomeno, il corretto segno dei futuri *excess returns*.

Quanto al *Root Mean Square Error*, nel *Rolling Out-of Sample Model*, esso assume un valore di $2,24\%$, espressivo della, seppur contenuta, miglior capacità predittiva di tale modello rispetto alla variante *Expansion*.

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva riguardante la capacità del modello di prevedere il corretto segno dei rendimenti in eccesso con ciascuna delle tre regressioni proposte:

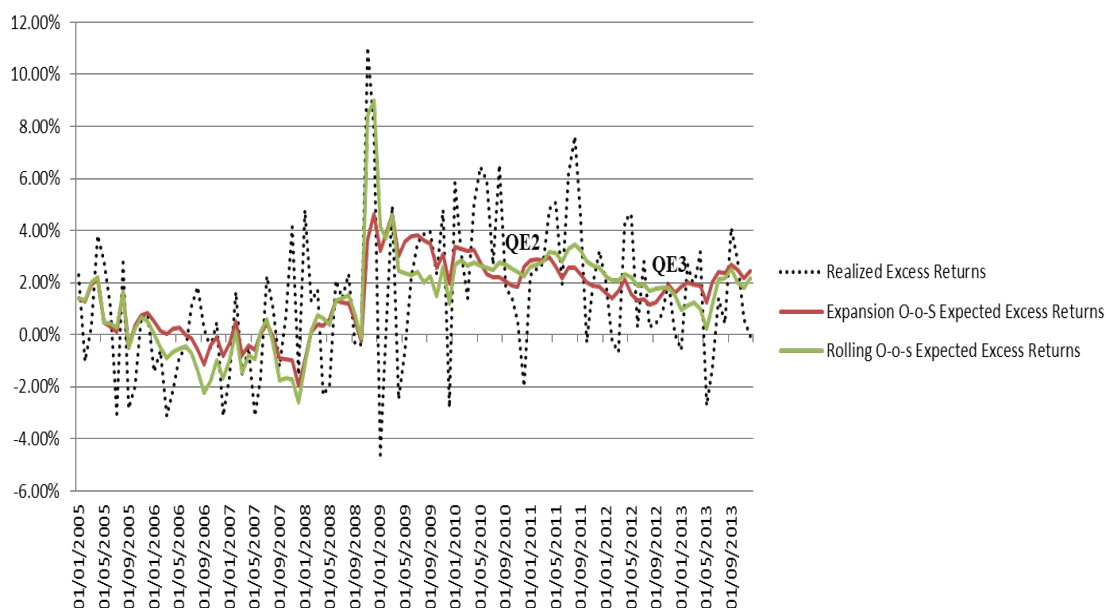
	USA			
	Observation Upper-Right Quadrant	Observation Upper-Left Quadrant	Observation Lower-Left Quadrant	Observation Lower-Right Quadrant
In	63.33%	8.33%	8.33%	20.00%
Expansion-Out	60.19%	7.41%	9.26%	23.15%
Rolling-Out	60.19%	7.41%	13.89%	18.52%

Riassumendo, sono state proposte tre diverse tipologie di regressione:

- *In-Sample*: il periodo di riferimento va da Gennaio 2000 a Dicembre 2004; il modello offre discreti risultati, riuscendo a spiegare buona parte della varianza delle osservazioni, tuttavia tale tipologia è irrealistica, o meglio non applicabile a fini della costruzione di strategie d'investimento in quanto si presume la conoscenza di avvenimenti non ancora realizzatisi al momento della stima;
- *Expansion Out-of-Sample*: il periodo di riferimento va da Gennaio 2005 a Dicembre 2013; il modello riesce discretamente a cogliere l'andamento generale delle fluttuazioni degli *excess returns*, tralasciando però la loro effettiva magnitudine a causa dell'ancoraggio ad osservazioni riflettenti scenari economici passati;
- *Rolling Out-of-Sample*: il periodo di riferimento va da Gennaio 2005 a Dicembre 2013; mediante il costante aggiornamento del campione si è ottenuto un modello in grado di essere più preciso nell'individuazione del corretto segno degli *excess returns* e allo stesso tempo in grado di ridurre il *gap* dell'ampiezza tra i rendimenti in eccesso realizzati e quelli stimati in condizioni di instabilità economica.

Ai fini del raffronto tra i risultati conseguiti mediante le due regressioni *Out-of-Sample* proposte e i *realized excess returns*, si riporta il grafico seguente:

**Grafico 2.12: Out-of-Sample: Expected versus Realized Excess Returns
(01/2005 – 12/2013)**



Dal Grafico 2.12 si evince una buona capacità del modello di cogliere le fluttuazioni degli *excess return* nel periodo ricompreso tra Gennaio 2005 e Settembre 2007. Negli anni successivi, significativi, invece, risultano gli scostamenti tra gli *estimated excess return* e i *realized excess return*. Le motivazioni sono da attribuirsi allo scoppio della crisi economico-finanziaria (2007-2008) e alle politiche monetarie poste in essere dalla FED, al fine di tranquillizzare i mercati e rilanciare l'economia. Invero, a seguito della crisi, la FED ha avviato classiche politiche monetarie espansive tese all'abbassamento dei tassi d'interesse, rivelatesi, tuttavia, scarsamente efficaci. Per tale ragione, a novembre del 2008, la stessa ha promosso misure non convenzionali che si sono concretizzate nell'acquisto di titoli sui mercati secondari, il cosiddetto *Quantitative Easing* (QE). Tali acquisti sono stati finalizzati ad aumentare i prezzi dei titoli e a diminuirne i rendimenti. Le misure realizzate dalla FED hanno permesso di incrementare la liquidità e di migliorare il funzionamento dei mercati, programma previsto dalla FED per l'attuazione del *Quantitative Easing* è riconducibile a quattro fasi fondamentali:

1. Il QE1, annunciato nel Novembre 2008, ha determinato una contrazione dei rendimenti dei *Treasuries bond* decennali pari a 47 *basis points*, un dato che rappresenta il calo più significativo dal 1987 ad oggi;
2. Il QE2, annunciato a Novembre 2010, ha implicato un ribilanciamento del portafoglio della FED. In particolare, l'operazione è consistita nella vendita di titoli a breve termine e nell'acquisto di titoli a lungo termine, con lo scopo di ridurre i tassi d'interesse di quest'ultimi rispetto a quelli a breve;
3. Il QE3, annunciato a Settembre 2012 e in qualche misura già scontato dagli operatori di mercato, si è tradotto in un incremento di 13 *basis points* dei rendimenti dei titoli a 10 anni,
4. Il *Tapering*, annunciato a fine 2013, rappresenta il processo di diminuzione dell'acquisto dei titoli (*Exit Strategy* del *Quantitative Easing*), effettuato a seguito del miglioramento dei principali indicatori economici.

Si osservi che, a fine settembre 2013, la FED ha deciso di posticipare la riduzione prevista del proprio programma d'acquisto (*tapering*), assicurando il proseguimento di una politica monetaria accomodante; annuncio accolto con significativo stupore dai mercati.

Il grafico sopra-riportato mostra che gli effetti del *Quantitative Easing* 1, configurandosi come una misura nuova ed inaspettata per i mercati, sono maggiormente significativi rispetto a quelli connessi alle successive operazioni di "allentamento monetario", evidenziando una superiore difficoltà del modello di prevedere gli *excess returns*. Diversamente, il QE2 e il QE3, poiché attesi dal mercato, non hanno beneficiato dell'effetto sorpresa che ha caratterizzato il *Quantitative Easing* 1. Le aspettative degli operatori economici circa una nuova immissione di liquidità da parte della FED hanno determinato una riduzione dei rendimenti dei titoli di Stato decennali precedentemente all'annuncio dell'operazione. In altre parole, il QE2 e il QE3 erano già stati scontati dal mercato, prima del loro annuncio.

3. Le strategie d'investimento

3.1 Introduzione

L'obiettivo del presente capitolo è verificare se gli investitori possono considerare affidabilmente le variabili predittive, *Term Spread*, *Inverse Wealth*, *Real Yield* e *Momentum*, selezionate nella precedente sezione dell'elaborato, per la definizione delle loro strategie d'investimento.

La questione chiave, per i gestori di portafoglio, consiste nello stabilire se le strategie d'investimento, costruite alla base del modello proposto in precedenza, generino, o meno, significativi profitti economici.

A tal fine, saranno puntualmente descritte la costruzione e l'implementazione di differenti tipologie di strategie ed analizzate le relative performance storiche, sia in termini di *average returns* sia in termini di *Sharpe Ratio*³¹. In particolare, si procederà ad un raffronto tra le *performance* di strategie statiche, che si caratterizzano per una composizione del portafoglio costante, indipendentemente dalle condizioni economiche, e le *performance* di strategie dinamiche, nelle quali invece si assiste ad un continuo ribilanciamento del portafoglio in base ai valori dell'*expected excess return* forniti dal modello.

La finalità è mostrare se le informazioni rivenienti dalla *Yield Curve* e dalle altre variabili predittive possano, o meno, essere utilizzate per incrementare i profitti di lungo termine, nonché verificare se è possibile fornire un *tool kit* in grado di valutare la profittabilità reale di ogni strategia, in modo tale che ciascun investitore sia in grado di optare per la scelta migliore.

Dapprima, le strategie saranno applicate sulla regressione *In-Sample* (Gennaio 2000 – Dicembre 2004) ed in seguito alle due regressioni *Out-of-Sample* (Gennaio 2005 – Dicembre 2013).

Allo scopo di rappresentare l'andamento delle strategie nel *Pre* e nel *Post* Crisi è stata effettuata un'ulteriore suddivisione per le regressioni *Out-of-Sample*.

³¹ L'indice di Sharpe è dato dal rapporto tra rendimento e volatilità di un attività.

In particolare, il campione è stato suddiviso in tre sotto-periodi:

1. 2005-2007;
2. 2008-2010;
3. 2011-2013.

Infine, ai fini del *backtest*, sarà analizzato l'evoluzione del valore di tre ipotetici fondi chiusi, ciascuno dei quali operante in un arco temporale diverso, rispettivamente nel *Pre-Crises*, *During Crises* e *Post-Crises*.

3.2 La costruzione e l'implementazione delle strategie d'investimento

Al fine di implementare le quattro diverse tipologie di strategie d'investimento proposte dall'Ilmanen, sono stati combinati *cash (3-months Libor)* e un indice sui *Zero Coupon Bond* a 10 anni, nell'arco temporale che va dal Gennaio 2000 al Dicembre 2013.

Le strategie proposte possono essere divise in due macro-categorie:

- Statiche: è costruito un portafoglio costante ed indipendente dalle condizioni economiche e dal valore delle variabili predittive;
- Dinamiche: è costruito un portafoglio, di mese in mese, sulla base delle aspettative fornite dal modello di regressione lineare.

Le strategie statiche, a loro volta, sono articolate in:

- *Always-Bond*: tale strategia consiste nel detenere ogni mese, *regardless economic conditions*, il *Bond* a lungo termine;
- *Bond-Cash Combination*: tale strategia consiste nel comporre il portafoglio ogni mese, *regardless economic conditions*, con il 50% di *cash (3-months Libor)* e il restante 50% con il *Bond* a lungo termine.

Le strategie dinamiche, basate sul valore atteso del futuro *excess return*, invece sono riconducibili a:

- *1/0 Strategy*: tale strategia consiste nel detenere il *Bond* a lungo termine nei mesi in cui il modello prevede ci sia un *excess return* positivo e detenere *cash* (e di conseguenza nessun *Bond* a lungo termine) nei mesi in cui il modello prevede un *excess return* negativo; questa strategia, seppur dinamica, ignora le informazioni riguardanti la grandezza dell'*expected excess return*;

- *Scaled Strategy*: tale strategia consiste nel detenere ogni mese tanti più *Bond* a lungo termine quanto più è grande l'*expected excess return*; se quest'ultimo è negativo è anche ammesso lo *short-sell* (vendita allo scoperto). In particolare, gli investitori dovrebbero comprare (o vendere allo scoperto) il *bond* a lungo termine in proporzione con il rendimento in eccesso stimato dal modello.

Di seguito viene riportato uno schema grafico che mostra le soglie definite per l'applicazione della *Scaled Strategy*:

		Livello delle soglie		
		Aggressive Investor	Moderate Investor	Conservative Investor
Expected	High Negative	-1	0	2
	Low negative	0	0	2.5
Excess Return	Average	2	1	3
	Low positive	3	2	3.5
	High Positive	5	3	4

La tabella mostra come le varie tipologie di investitori (aggressivi, moderati e conservatori) possano implementare la *Scaled Strategy*, modificando dinamicamente la *duration* del loro portafoglio in base alle condizioni economiche e al valore atteso dei rendimenti in eccesso. Il *range* della *duration* dipenderà quindi dal livello di avversione al rischio di ciascun investitore e dalla confidenza che verrà riposta nelle strategie.

Ad esempio, nell'ottica di un investitore aggressivo:

- Se il modello prevede un *excess return high negative* ($EER \leq -1\%$) sarà effettuata una vendita allo scoperto di una unità del *Bond* a 10 anni ed i proventi saranno investiti in *cash* (*3-months Libor*);
- Se il modello prevede un *excess return negative* ($-1\% \leq EER \leq 0\%$) sarà detenuto esclusivamente *cash* e non saranno effettuate operazioni sul *Bond* a 10 anni; in questo caso è ovvio che il portafoglio non avrà rendimenti in eccesso per definizione (sarebbe come detenere *cash* finanziato da *cash*);

- Se il modello prevede un *excess return in average* ($0\% \leq EER \leq 1\%$) saranno acquistati due *Bond* a 10 anni finanziandosi al *3-months Libor rate*;
- Se il modello prevede un *excess return low positive* ($1\% \leq EER \leq 2\%$) saranno acquistati tre *Bond* a 10 anni finanziandosi al *3-months Libor rate*;
- Se il modello prevede un *excess return high positive* ($EER \geq 2\%$) saranno acquistati cinque *Bond* a 10 anni finanziandosi al *3-months Libor rate*.

La *Scaled Strategy* dunque, diversamente dalla *1/0 Strategy*, tiene conto nella sua costruzione dell'effettiva ampiezza dell'*excess return* stimato per ciascun mese.

L'assunto fondamentale alla base dell'applicazione di tutte le strategie è che gli investitori siano degli *arbitrage traders*, vale a dire soggetti che detengono esclusivamente posizioni *self-financed*. Il rendimento riportato per ciascuna strategia potrà quindi essere interpretato come il rendimento totale della loro posizione *zero-net-investment*, ipotizzando che questi possono finanziare le loro posizioni usando il *3-months Libor rate*.

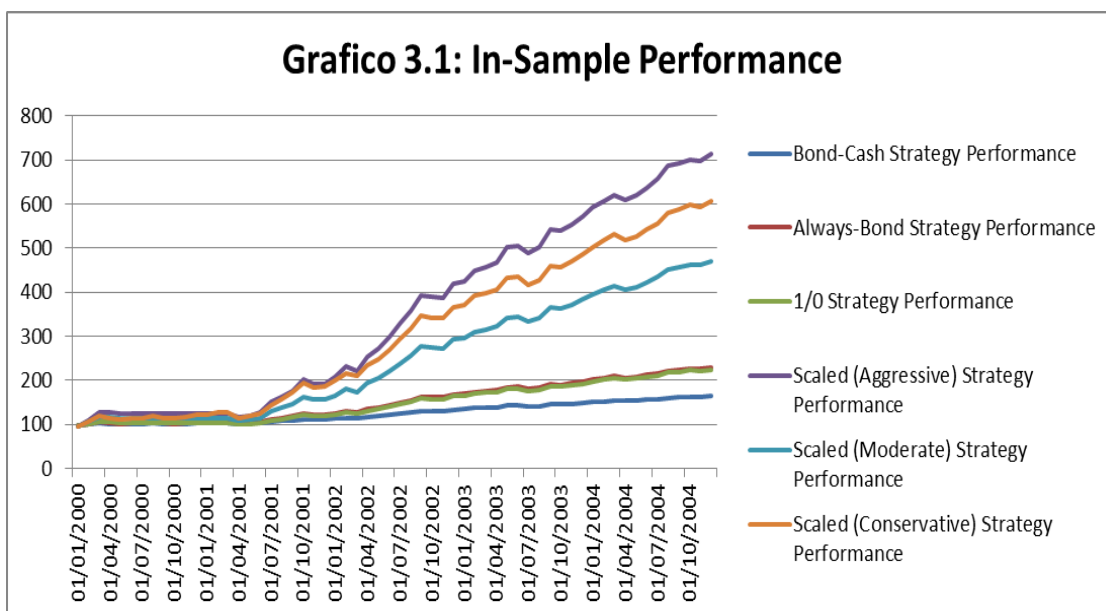
Al contrario, per gli investitori che dispongono di risorse proprie, il rendimento totale di ogni strategia sarà approssimativamente eguale al rendimento in eccesso prodotto dalla loro applicazione più il rendimento del *3-months Libor rate*.

3.3 In-Sample Application

Con la finalità di analizzare la *performance* delle strategie proposte, sono stati calcolati diversi indici in grado di evidenziare la sua effettiva bontà.

In primis, si è voluto applicare le diverse strategie al campione afferente l'arco temporale ricompreso tra Gennaio 2000 a Dicembre 2004, sfruttando gli *inputs* proposti dalla regressione *In-Sample*³².

Di seguito viene riportato il Grafico raffigurante la *performance* di ciascuna delle sei strategie:



Come si evince dal Grafico 3.1, le due strategie statiche (in blu ed in rosso) offrono, nel periodo selezionato, rendimenti lievemente positivi. Tuttavia, come argomentato in precedenza, ciò scaturisce unicamente dalle condizioni economiche favorevoli per tutto l'arco temporale di riferimento, in virtù di una *Yield Curve* inclinata positivamente e di un *Inverse Wealth* > 1 , espressivo di una

³² Come detto in precedenza, tale applicazione non è realistica poiché si ipotizza che un investitore in procinto di effettuare un'operazione a Gennaio 2000 abbia già delle informazioni riguardanti tutto il campione; tuttavia si effettua tale analisi con il fine di individuare la strategia in grado di offrire il miglior profilo in termini di rischio/rendimento.

situazione d'instabilità nel mercato azionario e di conseguenza di una maggiore avversione al rischio degli investitori, e dunque non dal modello analizzato.

La *1/0 Strategy* (in verde), a causa della previsione del modello, talvolta erronea, di un *excess return* positivo, eguaglia la *performance* dell'*Always Bond Strategy*. Ciò accade poiché l'*input* che viene dato è quello di acquistare in ciascun mese un unico *Bond* a 10 anni (la stessa operazione effettuata dalla strategia statica).

Le tre strategie *Scaled* offrono la *performance* migliore in termine di *average excess return*, ovviamente, grazie alla capacità del modello di prevedere le fluttuazioni all'interno del campione. Maggiore è l'esposizione, maggiore sarà il rendimento prodotto dalle strategie e quindi la versione *Aggressive* (in viola) sarà più performante della *Conservative* (in arancione), che a sua volta renderà più della *Moderate* (in azzurro).

Un'analisi più approfondita è mostrata nella seguente tabella:

USA In-Sample Performance						
	Bond / Cash Strategy	Always Bond Strategy	1/0 Strategy	Aggressive Scaled Strategy	Moderate Scaled Strategy	Conservative Scaled Strategy
Average Excess Return	1.15%	2.31%	2.21%	10.86%	6.55%	9.05%
Max Excess Return	1.96%	3.91%	3.91%	19.55%	11.73%	15.64%
Min Excess Return	0.07%	0.15%	-0.38%	-1.03%	-0.65%	0.05%
Volatility	0.0145	0.0290	0.0278	0.1258	0.0765	0.11
Sharpe Ratio	0.80	0.80	0.80	0.86	0.86	0.83

La tabella mostra, per ogni strategia, il rendimento in eccesso medio annuale. Tale serie storica inizia da Dicembre 2000 (*performance* di tutto il 2000) e termina a Dicembre 2004 (*performance* di tutto il 2004). In ogni mese tra queste due date estreme viene quindi indicato il rendimento medio di ciascuna strategia applicata per 12 mesi consecutivi. Si è preferito prendere in considerazione il rendimento annuo rispetto ad un rendimento mensile, giornaliero, etc., poiché meglio

rappresentante le dinamiche d'investimento di un singolo investitore, nonché al fine di tentare di aggirare fenomeni di *data snooping bias*.

Dalla Tabella si può notare come i valori della strategia *Always-Bond* siano esattamente il doppio di quelli della *Bond-Cash* (*Average, Min, Max Excess Return e Volatility*), ovviamente, lo *Sharpe Ratio* non può non assumere lo stesso valore per queste due strategie (0,80).

La strategia *1/0* ha un rendimento medio in eccesso leggermente inferiore alla *Always-Bond* a causa di alcune imperfezioni del modello nel prevede l'*excess return*.

Le strategie *Scaled*, ed in particolare la versione *Aggressive*, offrono dei valori estremi sia in termini di rendimento (10,86% annuo) sia in termini di volatilità (0,1258). Tale constatazione è in linea con il grado di avversione al rischio (all'aumentare della disponibilità ad esporsi nell'investimento aumenterà sia il rendimento prodotto sia la volatilità di tali rendimenti).

Tuttavia, anche in termini di *Sharpe Ratio*, le strategie che risultano offrire il miglior profilo rischio/rendimento sono la *Scaled Aggressive* e la *Scaled Moderate* (entrambe con un *SR* di 0,86). Quest'ultima offre un rendimento medio annuale (6,55%) inferiore alle altre *Scaled* ed allo stesso tempo, essendo caratterizzata da un scarso livello di leva, è la migliore in termini di volatilità (0,0765), generando rendimenti piuttosto costanti nel tempo.

3.4 Out-of-Sample Application

Proseguendo con lo studio delle strategie, se n'è voluto analizzare l'applicazione fuori dal campione mediante le previsioni fornite dal modello *Out-of-Sample* sia in versione *Expansion* che *Rolling*.

L'abilità predittiva e la performance delle strategie è risultata essere costante nell'arco temporale analizzato; tuttavia per meglio comprendere la bontà del modello in diversi scenari economici si è proceduto con una suddivisione del campione in tre sotto-periodi (*Pre, During e Post Crises*).

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva dei principali indici dello studio effettuato nella variante *Expansion*:

Expansion Out-of-Sample Performance																		
	Bond-Cash Strategy			Always-Bond Strategy			1/0 Strategy			Aggressive Strategy			Moderate Strategy			Conservative Strategy		
	Pre-Crisis	Crisis	Post-Crisis	Pre-Crisis	Crisis	Post-Crisis	Pre-Crisis	Crisis	Post-Crisis	Pre-Crisis	Crisis	Post-Crisis	Pre-Crisis	Crisis	Post-Crisis	Pre-Crisis	Crisis	Post-Crisis
Average Excess Return	-0.21%	1.24%	0.92%	-0.42%	2.47%	1.85%	-0.16%	2.47%	1.85%	-0.09%	12.40%	7.70%	0.02%	7.46%	4.77%	-1.05%	9.91%	7.00%
Max Excess Return	0.24%	1.89%	1.78%	0.47%	3.77%	3.56%	0.71%	3.77%	3.56%	2.74%	19.32%	16.95%	1.71%	11.55%	10.26%	2.04%	15.20%	14.03%
Min Excess Return	-0.51%	0.63%	0.34%	-1.01%	1.26%	0.67%	-0.78%	1.26%	0.67%	-1.53%	6.79%	2.47%	-0.75%	4.03%	1.57%	-2.81%	5.17%	2.47%
Volatility	0.009	0.017	0.010	0.018	0.035	0.020	0.013	0.035	0.020	0.030	0.167	0.090	0.017	0.101	0.055	0.052	0.137	0.078
Sharpe Ratio	-0.234	0.712	0.902	-0.234	0.712	0.902	-0.126	0.712	0.902	-0.031	0.742	0.857	0.012	0.742	0.870	-0.203	0.724	0.895

La tabella mostra, per ogni strategia, il rendimento in eccesso medio annuale, il massimo, il minimo, la volatilità e lo *Sharpe Ratio*. Tale serie storica inizia da Dicembre 2005 (*performance* di tutto il 2005) e termina a Dicembre 2013 (*performance* di tutto il 2013). In ogni mese tra queste due date estreme viene quindi indicato il rendimento medio di ciascuna strategia applicata per 12 mesi consecutivi.

Dall'analisi dei sotto-periodi è evidente come tutte le strategie non abbiano prodotto profitti, salvo la *Moderate Scaled Strategy*, nel periodo precedente la

Crisi (2005-2007); ciò è dovuto alla presenza di una *Yield Curve* invertita che porta gli investitori ad accettare un basso premio al rischio per la detenzione di Titoli di Stato a lungo termine piuttosto che a breve. Tale periodo è, infatti, caratterizzato da una crescita costante, con aumenti nell'inflazione (il *Consumer Price Index* raggiunge, in alcuni mesi, valori superiori al 4%) e benessere generale del mercato azionario (si può notare come l'*Inverse Wealth* assuma valori costantemente inferiori ad uno e sia ai minimi storici nell'analisi condotta).

Durante la Crisi, gli *Average Excess Returns* subiscono un netto rialzo mostrando solo in sporadici casi rendimenti negativi; i valori della volatilità sono ai massimi storici nel campione analizzato.

La strategia migliore, in termini di rendimento medio annuale, è l'*Aggressive Scaled* (12,40%) mentre, considerando anche la volatilità, la migliore risulta essere la *Moderate Scaled* (con uno *Sharpe Ratio* pari a 0,742).

Si osservi che la *1/0 Strategy* conduce a risultati sostanzialmente analoghi a quelli conseguiti mediante la *Always-Bond*, sia in termini di rendimento medio in eccesso che di volatilità, poiché nell'arco temporale considerato l'*estimated excess return* risulta essere sempre positivo, suggerendo alla strategia dinamica di procedere, in ogni periodo, all'acquisto del *Bond* a lungo termine.

Infine, il *Post Crises* identifica lo scenario economico ideale per l'applicazione delle strategie proposte; il *3-Month Libor Rate* assume valori sempre inferiori al *10-Year Zero Coupon Bond Rate* (*Term Spread* > 0), il *Real Yield* è spesso negativo e l'*Inverse Wealth* assume costantemente valori inferiori ad uno.

Le strategie più performanti, in termini di *Sharpe Ratio*, inaspettatamente risultano essere quelle statiche. Inoltre, si nota che la *1/0* eguaglia nuovamente la *Always Bond*, sia in termini di *Average Excess Returns* che di *Sharpe Ratio*. Infine, tra le *Scaled*, in questo caso, la miglior strategia è la *Conservative*.

Come accennato in precedenza, tramite il modello di regressione lineare che tiene conto di tutte le osservazioni a disposizione da Gennaio 2005 in poi (*Expansion Out-of-Sample Regression*) si riesce ad ottenere una discreta stima delle fluttuazioni dei tassi nel breve periodo e di conseguenza, tramite l'implementazione delle strategie proposte, dei discreti rendimenti. Tuttavia è dimostrato che, mediante il modello di regressione lineare con un campione fisso

di 60 osservazioni mensili passate (*Rolling Out-of-Sample Regression*) si riescono ad affinare le previsioni e quindi si ottiene un profilo di rischio-rendimento migliore dall'applicazione delle strategie. Questo è dovuto al fatto che, ogni qualvolta l'investitore si trovi ad effettuare una previsione per il futuro prossimo, ha a disposizione un set di dati aggiornato dove le osservazioni più antiche vengono rimpiazzate da quelle più recenti.

A tal proposito si mostra la tabella per la variante *Rolling*, rappresentante il rendimento in eccesso medio annuale, il massimo, il minimo, la volatilità e lo *Sharpe Ratio* di ciascuna strategia nei tre sotto-periodi, al fine di operare un confronto tra i risultati relativi alle due versioni *Out-of-Sample*:

Rolling Out-of-Sample Performance																		
	Bond-Cash Strategy			Always-Bond Strategy			1/0 Strategy			Aggressive Strategy			Moderate Strategy			Conservative Strategy		
	Pre-Crisis	Crisis	Post-Crisis	Pre-Crisis	Crisis	Post-Crisis	Pre-Crisis	Crisis	Post-Crisis	Pre-Crisis	Crisis	Post-Crisis	Pre-Crisis	Crisis	Post-Crisis	Pre-Crisis	Crisis	Post-Crisis
Average Excess Return	-0.21%	1.24%	0.92%	-0.42%	2.47%	1.85%	0.13%	2.47%	1.85%	0.58%	12.23%	8.52%	0.31%	7.38%	5.23%	-0.86%	9.86%	7.23%
Max Excess Return	0.24%	1.89%	1.78%	0.47%	3.77%	3.56%	0.71%	3.77%	3.56%	2.74%	18.93%	17.81%	1.71%	11.35%	10.69%	2.04%	15.10%	14.25%
Min Excess Return	-0.51%	0.63%	0.34%	-1.01%	1.26%	0.67%	-0.18%	1.26%	0.67%	-0.49%	6.40%	2.53%	-0.16%	3.83%	1.74%	-2.51%	5.08%	2.55%
Volatility	0.009	0.017	0.010	0.018	0.035	0.020	0.010	0.035	0.020	0.028	0.168	0.091	0.014	0.101	0.055	0.049	0.137	0.078
Sharpe Ratio	-0.234	0.712	0.902	-0.234	0.712	0.902	0.125	0.712	0.902	0.208	0.730	0.937	0.217	0.733	0.954	-0.177	0.721	0.923

I valori relativi alle strategie statiche (*Bond-Cash* e *Always-Bond Strategy*) risultano perfettamente identici a quelli registrati nella versione *Expansion*, non essendo influenzati dalla scelta del modello. Per tale ragione l'analisi si focalizzerà esclusivamente sulle strategie dinamiche.

Le strategie dinamiche nella variante *Rolling* presentano il profilo rischio-rendimento migliore sia rispetto alle strategie statiche sia rispetto alle strategie dinamiche della versione *Expansion*. A sua volta, tra le strategie dinamiche nella variante *Rolling*, la *Moderate Scaled Strategy* offre il profilo migliore poiché,

seppure il rendimento medio annuo in eccesso è più contenuto rispetto a quello conseguibile con le altre *Scaled Strategies*, esso si configura come meno volatile nel tempo, permettendo di registrare uno *Sharpe Ratio* superiore.

3.5 Il *Backtest*

L'analisi proposta mira ad illustrare la concreta applicabilità delle strategie, descritte nei precedenti paragrafi, nel mondo reale. In particolare, si è ipotizzata l'attività di un fondo d'investimento chiuso, in tre differenti scenari economici, *Pre-Crisis*, *During Crisis* e *Post-Crisis*.

A tal proposito sono stati creati diversi portafogli autofinanziati, nonché implementate le seguenti strategie di *trading*: *Bond-Cash*, *Always-Bond*, *1/0* e *Scaled*.

L'ottica adottata è quella di un fondo che sulla base delle previsioni degli *excess returns* stimati dal modello per il periodo successivo, in ciascun mese, ridefinisce una specifica composizione di portafoglio.

Si ipotizza la totale assenza di costi di transazione.

Inoltre, si osservi che mentre l'applicazione delle strategie statiche non prevede alcuno studio di base (poiché indipendenti dalle condizioni del mercato), i portafogli dinamici sono ri-bilanciati, ogni mese, in funzione alle previsioni sugli *excess returns* futuri effettuate mediante il modello prescelto.

Ad esempio:

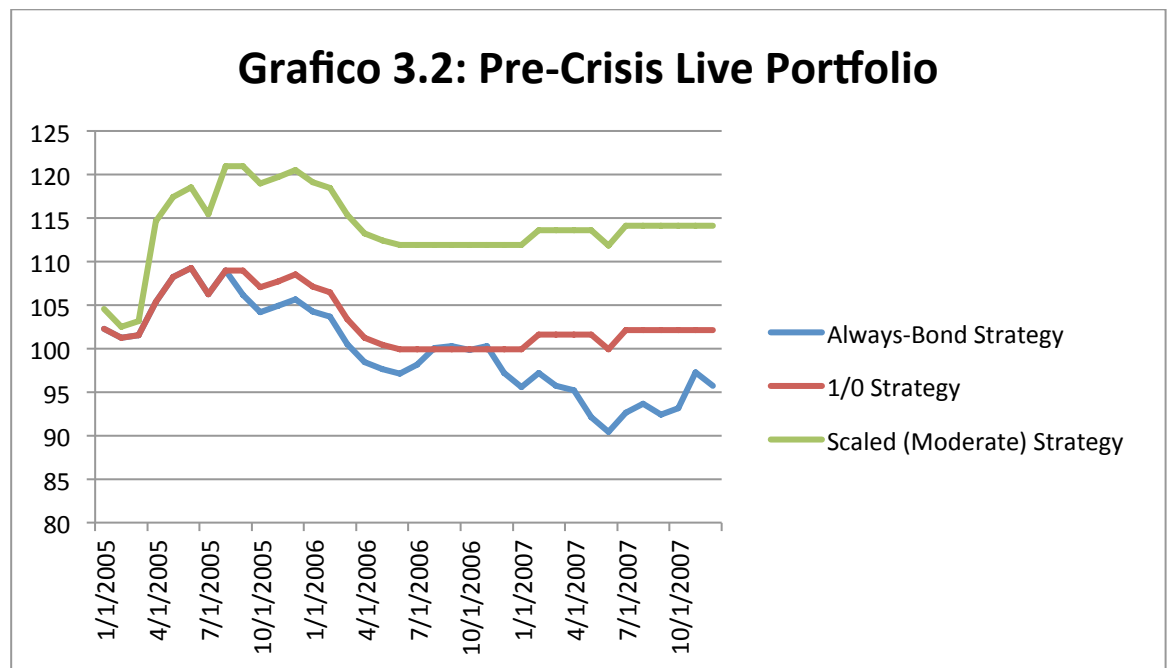
- per il portafoglio basato sulla *1/0 Strategy*, in Gennaio 2013, occorrerà detenere *cash* se l'*excess return* previsto a Dicembre 2012 per Gennaio 2013 è pari a 0 o negativo; al contrario, se questo è positivo l'operazione del fondo consisterà nell'acquistare una unità del *Bond* a 10 anni;
- per il portafoglio basato sulle *Scaled Strategies*, in Gennaio 2013, occorrerà andare lunghi (se l'*expected excess return* è positivo) o andare corti (se l'*expected excess return* è negativo) sul *Bond* a 10 anni di una quantità proporzionale alla grandezza del *excess return* atteso a Dicembre 2012 per il mese successivo.

In linea con lo studio dell'Ilmanen, è eseguita un'accurata indagine della *performance* delle strategie *Always Bond*, *1/0*, *Moderate Scaled*, nella variante

Expansion Out-of-Sample, relativamente ai periodi: *Pre-Crisis*, *During Crisis* e *Post-Crisis*.

Il modo più efficace per analizzare la stabilità della relazione predittiva è rappresentare la ricchezza cumulata di una strategia d'investimento che sfrutta la predetta relazione predittiva.

Nell'arco temporale ricompreso tra il Gennaio 2005 e il Dicembre 2007 (*Pre-Crisis*), l'andamento delle strategie è apprezzabile mediante il grafico seguente:

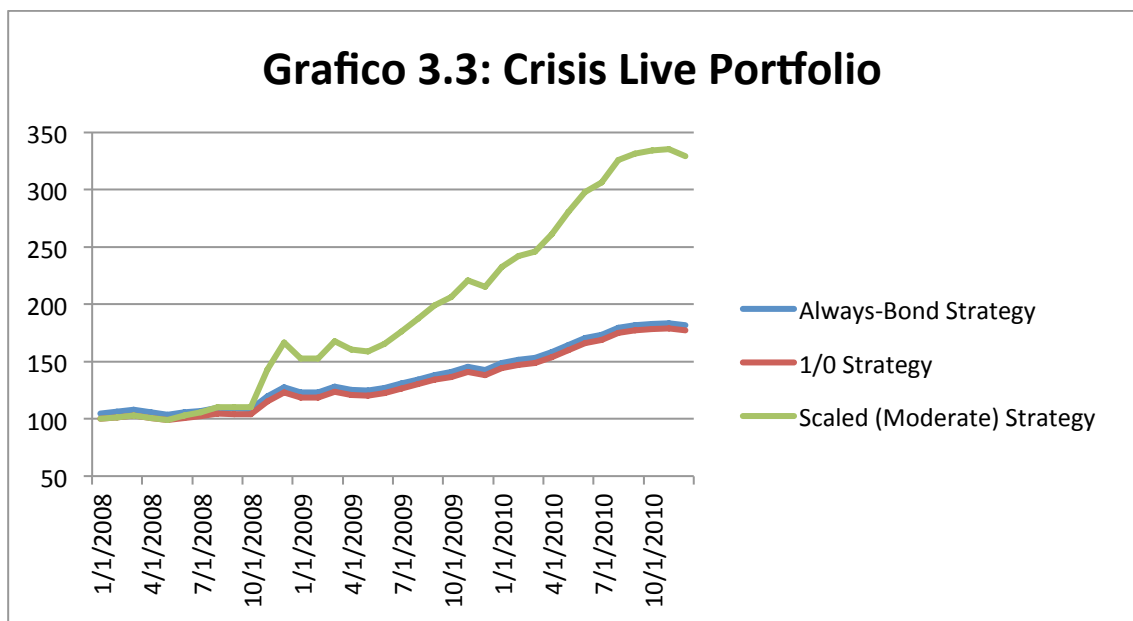


Le principali evidenze riscontrate sono essenzialmente tre:

- il miglior portafoglio, in termini di *Cumulative Value*, è il *Moderate Scaled*. Tuttavia, si rammenta che tale strategia comporta una maggiore frequenza di *trading* rispetto alle altre e che pertanto ai rendimenti riportati devono essere sottratti i costi di transazione (non considerati nella presente analisi);
- il portafoglio *Always-Bond* non è performante. La ragione non è da attribuirsi al modello poiché si tratta di una strategia statica ma al fatto che il periodo di riferimento si caratterizza per un *inverted Yield Curve* e “*rising rates*” dei titoli di Stato a lungo termine;

- l'andamento della *1/0 Strategy*, rispetto alla *Always-Bond*, è indicativo della buona capacità predittiva del modello poiché, in generale, riesce ad evitare d'incorrere in perdite grazie alla corretta previsione di *excess returns* negativi (in questi casi si detiene *cash* piuttosto che andare lunghi sullo *ZCB*).

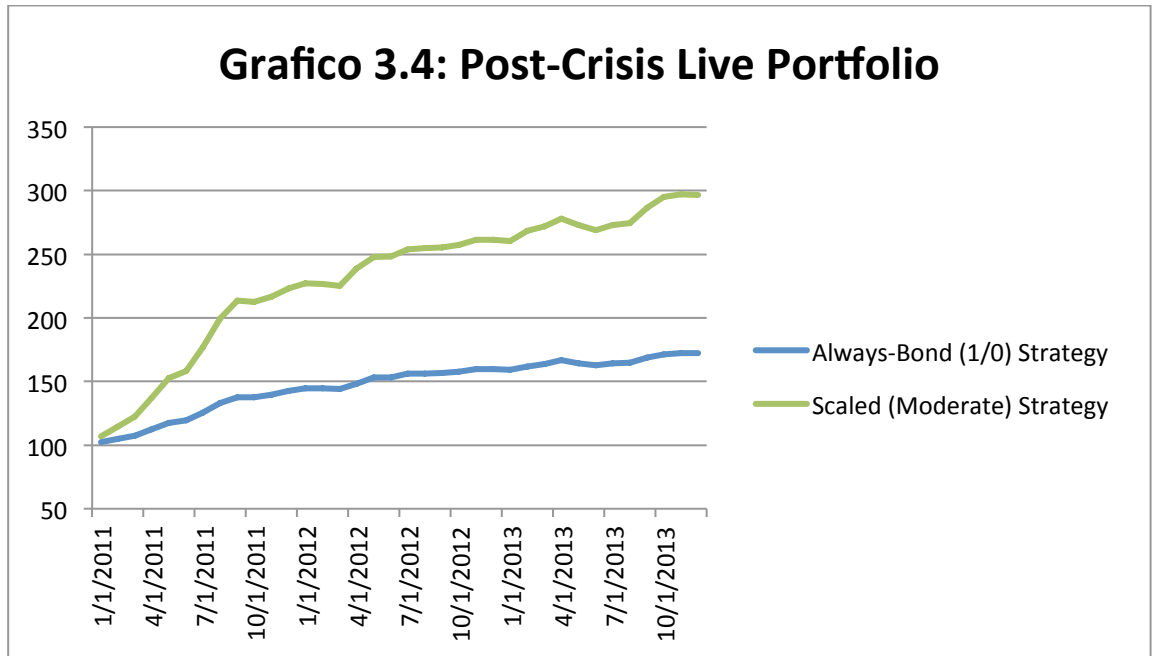
Nell'arco temporale ricompreso tra il Gennaio 2008 e il Dicembre 2010 (*During Crisis*), il grafico rappresentante l'evoluzione delle strategie è il seguente:



Dal Grafico 3.3 si evincono le considerazioni di seguito riportate:

- la strategia maggiormente performante è nuovamente la *Moderate Scaled*, che mostra una significativa crescita della ricchezza cumulata attribuibile alla capacità del modello di carpire correttamente alcune delle turbolenze dei mercati finanziari (variazioni inattese dell'inflazione e forti oscillazioni nei tassi a breve e lungo termine);
- la *1/0 Strategy* non risulta in grado di sfruttare la capacità predittiva del modello, facendo registrare una *performance* peggiore anche della *Always-Bond*.

Nell'arco temporale ricompreso tra il Gennaio 2011 e il Dicembre 2013 (*Post-Crisis*), l'andamento delle strategie è raffigurato nel grafico che segue:

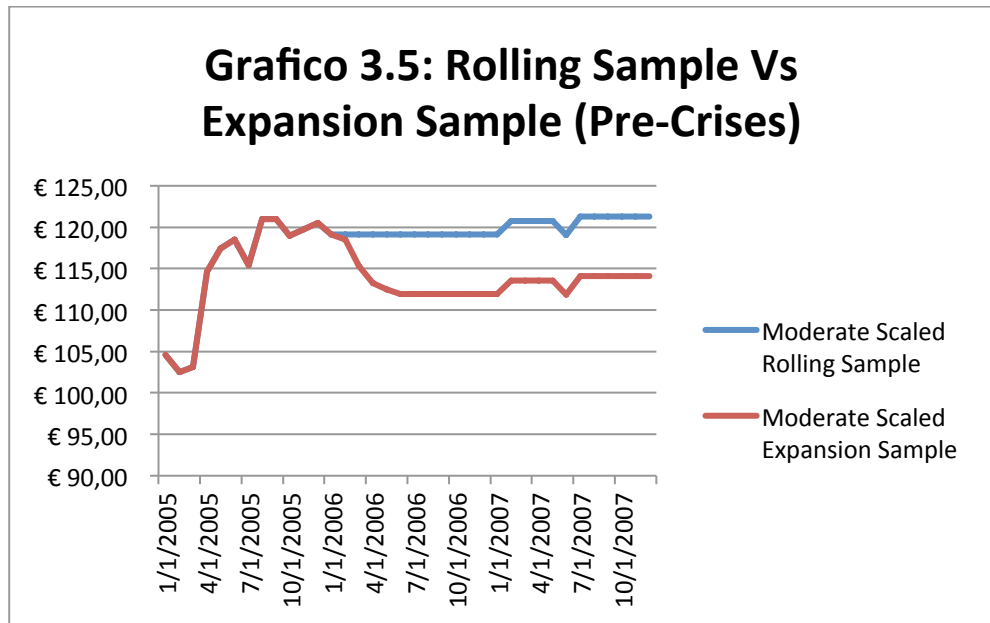


Le principali osservazioni inerenti al grafico 3.4 sono le seguenti:

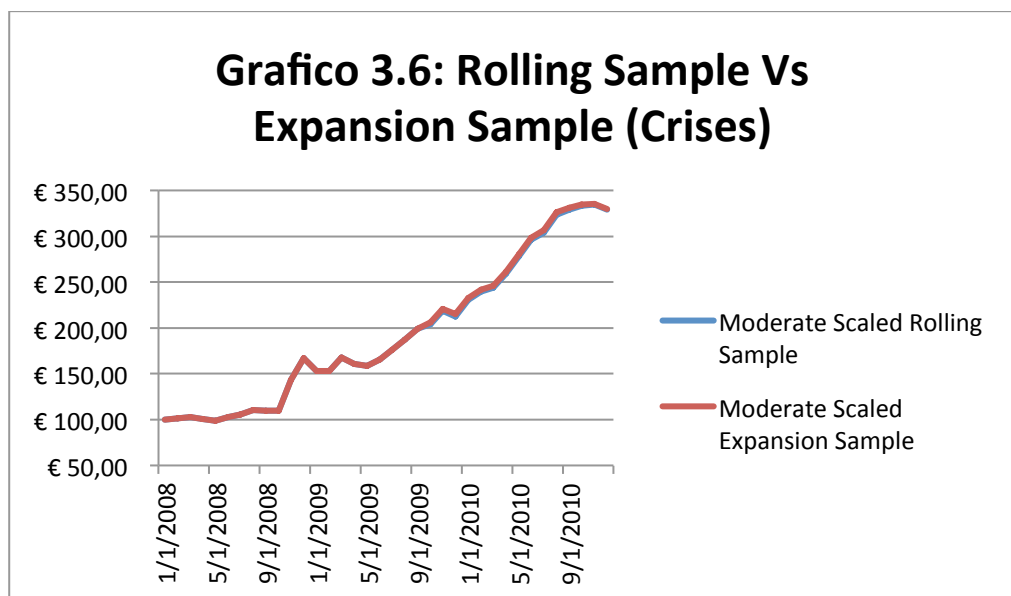
- la *Moderate Scaled Strategy* si riconferma quella in grado di conseguire la migliore *performance* in termini di rischio-rendimento, mostrando una crescita della ricchezza cumulata, all'incirca, costante nel tempo;
- la *Always-Bond Strategy* e la *1/0 Strategy* pervengono a risultati congruenti, in quanto il modello costruito fornendo costantemente un *expected excess return* positivo (incorrendo in errore 7 volte su 36), suggerisce alla strategia *1/0* di acquistare sempre lo *ZCB*.

Infine, è operato un raffronto tra la variante *Rolling* e la variante *Expansion*, unicamente per la migliore strategia individuata, vale a dire la *Moderate Scaled*, in ciascuno dei sotto-periodo definiti ai fini dell'indagine:

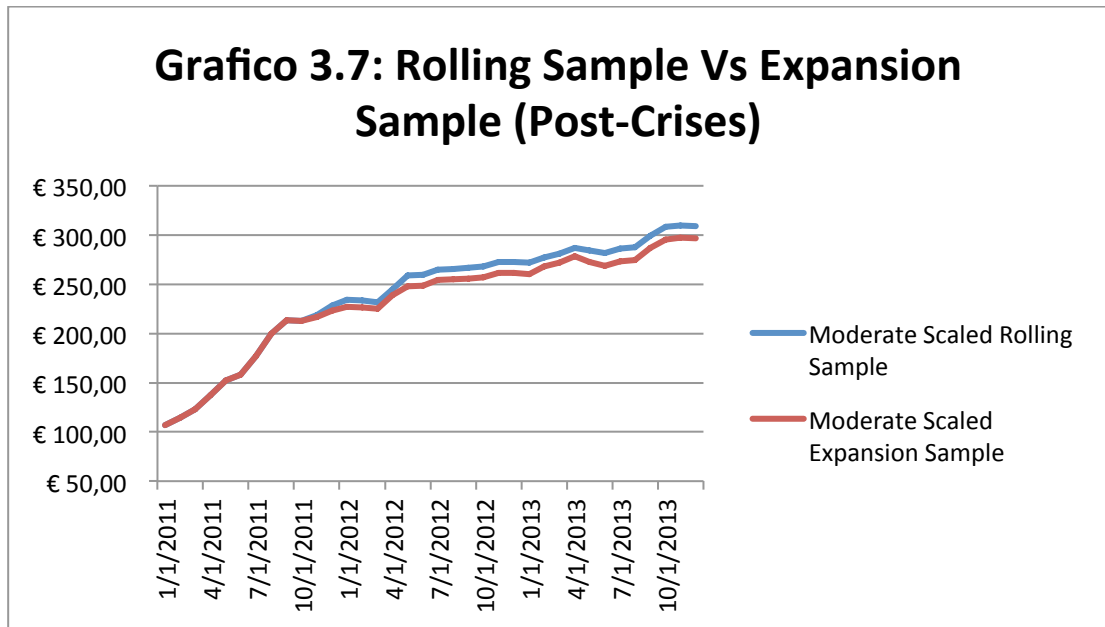
- *Pre-Crisis*



- *During Crisis*



- *Post-Crisis*



È evidente dai grafici sopra-riportati che nel periodo afferente la crisi economico-finanziaria i risultati della *Moderate Scaled Strategy* conseguiti con entrambi i modelli sono sostanzialmente analoghi. Diversamente, negli anni antecedenti e immediatamente successivi alla crisi, il ricorso alla variante *Rolling Out-of-Sample* genera dei benefici in termini di *aggregate wealth*.

Conclusioni

Il presente elaborato consente di dimostrare, in linea con lo studio dell'Ilmanen (1994), che la variazione dei tassi nel breve periodo non è completamente imprevedibile. Al fine di determinare tali variazioni, replicando il modello costruito da Ilmanen, si è ricorsi a quattro variabili finanziarie, osservabili al momento della previsione:

1. Il *Term Spread*;
2. L'*Inverse Wealth*;
3. Il *Real Bond Yield*;
4. Il *Momentum*.

Nuovamente in coerenza con i risultati dell'Ilmanen, il *Term Spread* e l'*Inverse Wealth* rappresentano le due variabili maggiormente significative nella previsione del susseguente *excess return*. Infatti, dall'analisi condotta è emerso che la media dei rendimenti in eccesso sia pari all'1,89% nei mesi preceduti da una *upward-sloping Yield Curve* (75,93% dei casi) e pari al -0,21% nei mesi preceduti da una *inverted Yield Curve* (24,07% dei casi).

Questa evidenza è coerente con l'ipotesi di *wealth-dependent risk aversion*. Periodi caratterizzati da una *Yield Curve* inclinata positivamente (*Term Spread* > 0) tendono a coincidere con situazioni economiche di depressione (*high risk aversion*) che implicano un maggiore premio al rischio preteso dagli investitori.

Al contrario, periodi caratterizzati da una *Yield Curve* piatta o inclinata negativamente (*Term Spread* ≤ 0) tendono a coincidere con situazioni economiche ottimali (*low risk aversion*) portando, quindi, gli investitori a richiedere un minor (talvolta anche negativo) premio al rischio.

Nell'elaborato si è mostrato come combinare le informazioni rivenienti dalle quattro predette variabili finanziarie allo scopo di prevedere la variazione dei tassi nel breve termine e, di conseguenza, fornire un unico *trading signal* da sfruttare nell'implementazione di strategie di investimento.

Oggetto di studio sono le strategie proposte dall'Ilmanen che si sostanziano in:

- Statiche: non caratterizzate da una gestione attiva del portafoglio in base al segnale proposto dal modello;
- Dinamiche: caratterizzate da un ribilanciamento mensile del portafoglio tra *cash* e *bond* a lungo termine basato sul segno e sulla grandezza dell'*expected excess return*.

Con lo scopo di misurare la *performance* delle indicate strategie è stato effettuato un *backtest* delle stesse applicate fuori dal campione.

Si osservi che nello studio proposto essa è stata analizzata in termini di *cumulative wealth* ed il campione è stato suddiviso in tre sotto-periodi (*Pre*, *During* e *Post Crisis*) al fine di minimizzare il *data snooping bias*.

L'applicazione fuori dal campione, è sembrata profittevole in gran parte dell'arco temporale analizzato (2005-2013), offrendo un Indice di *Sharpe* per le strategie dinamiche in linea con quello proposto da Ilmanen.

In conclusione, dai risultati del *backtest*, sembrerebbe che gli investitori possono migliorare le *performance* sfruttando l'abilità di previsione delle quattro variabili predittive proposte dall'Ilmanen (*Term Spread*, *Real Yield*, *Inverse Wealth* e *Momentum*). Tuttavia, occorre ricordare che le serie storiche finanziarie, ed in particolare quelle concernenti i *bond* governativi, risentono di alcuni fenomeni di "*period context*" e "*data snooping bias*" e che nell'analisi proposta è stata ipotizzata la completa assenza di costi di transazione (contenuti per la *1/0* e le *Static Strategies* ma potenzialmente elevati per le *Scaled Strategies*). È pertanto opportuno adottare la giusta cautela nell'implementazione di strategie di *trading*, specie quelle caratterizzate da un alto grado di leva finanziaria come le *Scaled*.

Bibliografia

Anderson K., *Using Fixed Income in Hedge Funds*, in *Financial Analyst Journal*, June 2006.

Banz R., *The relationship between return and the market value of common stocks*, in *Journal of Financial Economics*, March 1981.

Blinder A.S., *Quantitative Easing: Entrance and Exit Strategies*, CEPS Working Paper No. 204, Princeton University, March 2010.

Bisignano J.R., *A Study of Efficiency and Volatility in Government Securities Markets*, Bank for International Settlements, June 1987.

Brett W.F., Neely C.J., *Four Stories of Quantitative Easing*, Federal Reserve Bank of St. Louis REVIEW, January/February 2013.

Campbell J.Y., *Some Lessons from the Yield Curve*, National Bureau of Economic Research Working Paper #5031, 1995.

Campbell J.Y., Ammer J., *What Moves Stock and Bond Market?*, in *Journal of Finance*, 48 (1), 1993.

Chen N., *Financial Market Opportunities and the Macroeconomy*, in *Journal of Finance*, Vol. 46, No. 2, 1991.

Chen Q., Filardo A., He D., Zhu F., *International spillovers of central bank balance sheet policies*, BIS Paper No 66, 2012.

Cochrane J.H., Piazzesi M., *Bond Risk Premia*, in *American Economic Review*, 95 (1), 2005.

Dalquist M., Hasseltoft H., *International Bond Risk Premia*, in *Journal of International Economics*, 90 (1), 2013.

Damodaran Aswath, (Edizione italiana a cura di Sandro Sandri), *Manuale di valutazione finanziaria*, Milano, McGraw Hill, 1996.

DeBondt W.F.M., Bange M.M., *Inflation Forecast Errors and Time Variation in Term Premia*, in *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 27, No. 4, December 1992.

Fabozzi F.J., *Duration, convexity, and other bond risk measures*, Pennsylvania., Frank J. Fabozzi Associates, 1999.

Fama E.F., Bliss R.R., *The information in Long-Maturity Forward Rates*, in *American Economic Review*, 77 (4), 1987.

Fama E.F., French K.R., *Business Conditions and Expected Returns on Stocks and Bonds*, in *Journal of Financial Economics*, Vol. 25, No. 1, 1989.

Fama E.F., French K.R., *The cross-section of expected stock returns*, in *Journal of Finance*, June 1992.

Froot K.A., *New Hope for the Expectations Hypothesis of the Term Structure of Interest Rates*, in *Journal of Finance*, Vol. 44, No. 2, 1989.

Ilmanen A., *Convexity Bias and the Yield Curve (Understanding the Yield Curve: Part 5)*, Salomon Brothers, September 1995.

Ilmanen A., *Does Duration Extension Enhance Long-Term Expected Return? (Understanding the Yield Curve, Part 3)*, Salomon Brothers, July 1995.

Ilmanen A., *Expected returns: An Investor's Guide to Harvesting Market Rewards*, London [etc.], John Wiley & Sons, 2011.

Ilmanen A., *Forecasting U.S. Bond Returns (Understanding the Yield Curve, Part 4)*, Salomon Brothers, August 1995.

Ilmanen A., *When Do Bond Markets Reward Investors for Interest Rate Risk*, in *Journal of Portfolio Management*, Vol. 22, No. 2, 1996.

Ilmanen A., *Time-Varying Expected Returns in International Bond Markets*, Doctoral dissertation, Graduate School of Business, University of Chicago, 1994.

Ilmanen A., *Time-Varying Expected Returns in International Bond Markets*, in *The Journal of Finance*, Vol. 50, No. 2, 1996.

Jones I.E., *Can a Simplified Approach to Bond Portfolio Management Increase Return and Reduce Risk?*, in *Journal of Portfolio Management*, Vol. 18, No. 2, 1992.

Keim B., Stambaugh F., *Predicting Returns in the Bond and Stock Markets*, in *Journal of Financial Economics*, Vol. 17, No. 2, 1986.

Kothari S.P., Shanken Jay, Sloan Richard G., *Another look at the cross-section of expected stock returns*, in *Journal of Finance*, March 1995.

Mankiw N.G., *The Term Structure of Interest Rates Revisited*, in *Brookings Papers on Economic Activity* 1, 1995.

Marcus A.J., *An Equilibrium Theory of Excess Volatility and Mean Reversion in Stock Market Price*, National Bureau of Economic Research Working Paper #3106, 1989.

Reinganum M., *Misspecification on Capital Asset Pricing: Empirical anomalies based on earnings yields and market values*, in *Journal of Financial Economics*, March 1981.

Roche B.B., Rockinger M., *Switching Regime Volatility: An Empirical Valuation*, in Dunis C. L., Laws J. and Naim P. (a cura di), *Applied quantitative methods for trading and investment*, Chichester, Wiley & Sons, 2003.

Rosenberg B., Reid K., Lanstein R., *Persuasive evidence of market inefficiency*, in *Journal of Portfolio Management*, 1985.

Sharpe W.F., *Investor Wealth Measures and Expected Return*, in ICFA Continuing Education Series, Issue 1, 1990.

Sharpe W.F., *Capital Asset Prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk*, in *Journal of Finance*, 19 (3), 1964

Tyson D., *Estimation of the Term Premium*, in *Fixed-Income Investment: Recent Research*, edited by Thomas S.Y. Ho, 1995.