

# Dinamiche di pricing di oro, petrolio e tasso di cambio Euro/Dollaro nelle logiche operative di portafoglio

Prof. MICHELE PATANÈ  
Dott. MATTIA TEDESCO – Dott. STEFANO ZEDDA

**ABSTRACT: (GOLD, OIL AND EURO/DOLLAR EXCHANGE RATE LINKAGES: EMPIRICAL EVIDENCE FOR PORTFOLIO ALLOCATION).** *Gold and oil have always had a central role within the international economy. Over the years, their prices have been influenced by different events, especially during the financial crisis, which caused an excess of volatility in the relative markets. This draw attention to many investors and, above all, speculators. The introduction of Euro, in 1999, added the Euro-Dollar exchange rate as a further variable to consider when operators invest on these commodities. The aim of this paper is to analyse the mutual relationship between gold and oil prices and the Euro-Dollar exchange rate in the time period 2004-2014. Possible links between these variables could support also companies focused on the mining and processing of these commodities, and, in this way, support their needs to hedge their positions. The study is carried out by means of a VAR (Vector Auto Regression) model. Results show some significant statistical links between the three variables, both considering high frequency data (i.e. daily data) and low frequency data (i.e. monthly data). Finally, the findings of the daily analysis suggest that oil prices can give significant info on the expected value of the exchange rate, supporting market operators' choices and their effective speculative strategies.*

Jel Classification: C32; E3 Q02

KEYWORDS: *Commodities; Euro/ Dollar Exchange Rate; VAR*

## 1. Introduzione

Oro e petrolio sono da sempre due elementi di riferimento per l'economia internazionale, la cui evoluzione ne ha influenzato in vario modo le quotazioni nel corso degli anni, rendendone il prezzo estremamente volatile. Se il ruolo fondamentale nel sistema economico ha suscitato un importante interesse per gli investitori, la volatilità è stato verosimilmente il fattore chiave che ha decretato il particolare interesse degli speculatori. L'introduzione dell'euro (1999) ha modificato in modo profondo il quadro europeo, ponendo la valuta continentale quale *player* centrale nel quadro del sistema economico internazionale, e, dal punto di vista dei mercati, aggiunto il tasso di cambio euro/dollaro come ulteriore variabile di riferimento, che gli operatori sui mercati mondiali di suddette *commodities*, devono necessariamente considerare per implementare strategie efficaci.

Obiettivo primario di questo studio è verificare l'esistenza di eventuali relazioni, di breve o lungo periodo, tra le quotazioni di oro, petrolio e del tasso di cambio euro/dollaro nell'intervallo temporale gennaio 2004-dicembre 2014. L'individuazione di forme e dell'intensità di eventuali relazioni è fondamentale per le strategie di investimento, in quanto consente di verificare quale variabile determina l'attesa di variazione delle altre, permettendo di anticipare le attese di variazione di alcune quotazioni, e conseguentemente la possibilità di effettuare profittevoli investimenti e/o operazioni speculative in *commodities* sulla base delle

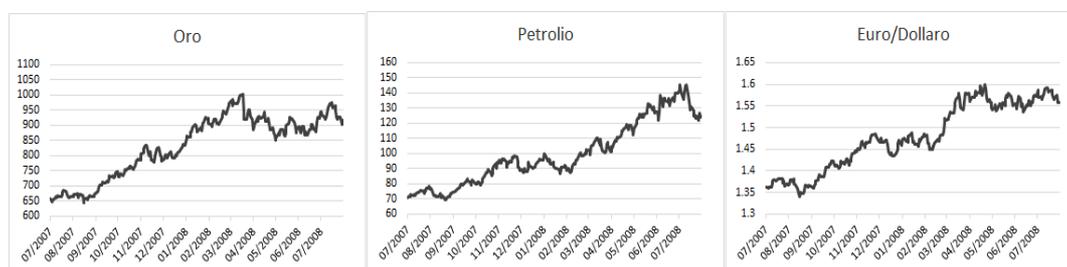
dinamiche in uno specifico arco temporale, del tasso di cambio euro/dollaro o, viceversa, assumere posizioni sulle valute, basate sulla dinamica delle quotazioni delle due *commodities*.

L'analisi dei grafici, tuttavia, può fornire indicazioni imprecise, dovute alla sovrapposizione di più cause che, per coincidenza temporale, spingono le diverse variabili nella stessa direzione.

Un esempio è dato dai grafici della Figura 1, che documentano una sostenuta e congiunta dinamica di crescita delle tre variabili considerate tra luglio 2007 e luglio 2008.

Nell'arco temporale di riferimento il prezzo dell'oro è aumentato del 41,22%; il petrolio ha registrato un incremento di prezzo pari all'80% e la quotazione del tasso di cambio euro/dollaro è aumentata del 14,87%.

**Figura 1: Quotazioni giornaliere di Oro, Petrolio ed Euro/Dollaro  
luglio 2007 – luglio 2008**



L'aumento indistinto delle quotazioni delle tre variabili è riconducibile alle turbolenze dei mercati finanziari conseguenti alla crisi dei mutui *subprime* <sup>(1)</sup> avvenuta nel 2007.

Questa circostanza ha ulteriormente indebolito il dollaro che, nel 2008, già quotava prezzi piuttosto bassi, intorno a 1,50 euro. Nel tentativo di assorbire l'enorme deficit dell'economia, la FED ha attuato, in quel periodo, una politica monetaria espansiva. In questo modo ha veicolato la valuta verso valori favorevoli alle esportazioni e ha favorito un conseguente apprezzamento dell'euro.

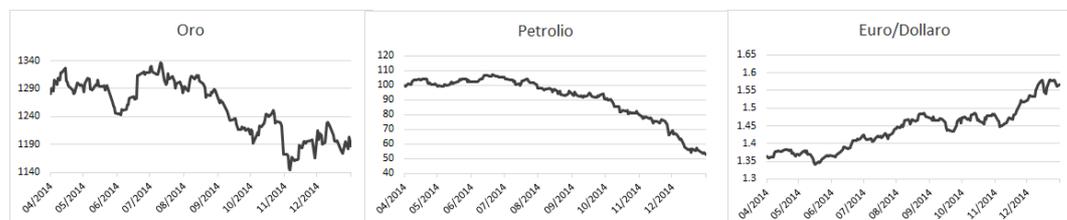
L'aumento del prezzo del petrolio è invece riconducibile a due principali fattori. Il primo si riferisce al deprezzamento del dollaro, che se da un lato ha indotto i paesi produttori a compensare i minori introiti derivanti dal deprezzamento della valuta di riferimento aumentando la produzione e quindi l'offerta, ha riscontrato livelli di domanda sostenuti. Il secondo fattore determinante è legato alla crisi delle borse mondiali. Il petrolio e le altre *commodities* sembravano rappresentare un possibile sbocco per l'investimento proveniente da fondi più o meno speculativi.

La debolezza della moneta statunitense ha indotto gli investitori ad assumere posizioni "lunghe" sull'oro, con conseguente aumento della sua quotazione. In altre parole in questo periodo la domanda di oro come rifugio è stata particolarmente vivace.

<sup>(1)</sup> I *subprime* sono prestiti o mutui erogati a clienti definiti "ad alto rischio". Sono chiamati prestiti *subprime* perché, a causa delle loro caratteristiche e del maggiore rischio a cui sottopongono il creditore, sono definiti di qualità non primaria, ossia inferiore ai debiti primari (*prime*) che rappresentano dei prestiti erogati in favore di soggetti con una storia creditizia e delle garanzie sufficientemente affidabili.

Un secondo esempio, relativo sotto periodo aprile 2014-dicembre 2014, (grafici della Figura 2) documenta una diminuzione congiunta della dinamica delle due variabili associata ad un deprezzamento del dollaro.

**Figura 2: Quotazioni giornaliere di Oro, Petrolio ed Euro/Dollaro  
apr.2014-dic.2014**



Nel dettaglio, tra aprile 2014 e dicembre 2014, la quotazione dell'oro è scesa del 7,59%, quella del petrolio del 41,89% e la quotazione del tasso di cambio ha subito una contrazione del 7,53%. In realtà, i principali fattori riconducibili al decremento delle quotazioni dei tre beni sono piuttosto diverse. Per quanto riguarda l'oro, nel momento in cui la FED ha iniziato a tagliare il *Quantitative Easing* <sup>(2)</sup> la quotazione del metallo giallo ne ha risentito e si è progressivamente contratta. Per di più, la forte aspettativa di rialzo dei tassi <sup>(3)</sup> ha sconsigliato di mantenere posizioni lunghe in oro.

Per quanto riguarda il petrolio, l'eccesso di offerta da parte dei paesi arabi e degli Stati Uniti (shale oil <sup>(4)</sup>) e una debole domanda dei mercati asiatici, hanno indotto una notevole contrazione del prezzo al barile che è passato da 102 dollari di aprile 2014 ai 59 dollari di dicembre 2014.

Per quanto riguarda invece il tasso di cambio, la BCE ha istituito una politica di alleggerimento quantitativo ancora in atto <sup>(5)</sup>. I conseguenti tassi di interesse bassi o addirittura negativi hanno determinato una contrazione dell'euro da 1,35 dollari di luglio a 1,23 di dicembre.

Gli esempi sopra riportati indurrebbero a supporre una forte correlazione positiva tra le tre variabili. Tuttavia, la lettura dei grafici delle stesse variabili su un orizzonte temporale più lungo, (vedi Figura alla pagina seguente) smentisce, anche in termini grafici, la validità di questa ipotesi.

Risulta pertanto fondamentale un'analisi quantitativa svolta con metodologie appropriate per documentare in modo adeguato quali legami effettivamente siano presenti tra e variazioni delle tre variabili considerate

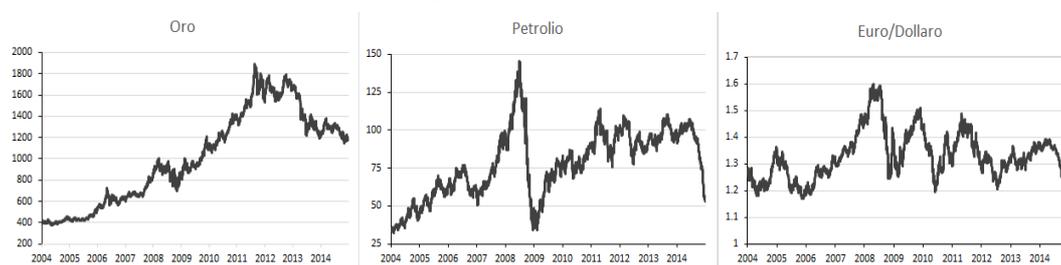
<sup>(2)</sup> Si tratta di una misura straordinaria che ha lo scopo di rilanciare l'economia di un determinato paese acquistando titoli di stato, in modo da far scendere il costo del debito degli stati e i tassi di interesse, rilanciando il mercato del credito e fermando la deflazione (ovvero il calo dei prezzi al consumo che si registra nel periodo corrente in diversi paesi del Vecchio Continente).

<sup>(3)</sup> Il 16 dicembre 2015, il governatore Janet Yellen annuncia che la Fed ha alzato i tassi dallo 0,25% allo 0,5%.

<sup>(4)</sup> Petrolio non convenzionale prodotto da frammenti di rocce di scisto bituminoso mediante i processi di pirolisi, idrogenazione o dissoluzione termica.

<sup>(5)</sup> Il 3 dicembre 2015 il presidente della BCE Mario Draghi, in seguito alla riunione del consiglio direttivo, ha esteso la scadenza del *Quantitative Easing* da Settembre 2016 a Marzo 2017.

**Figura 3: Quotazioni giornaliere di Oro, Petrolio ed Euro/Dollaro  
gen.2004-dic.2014**



Il lavoro è organizzato come segue. Il paragrafo 2 riporta l'analisi della letteratura di riferimento, i paragrafi 3 e 4 si concentrano sulla descrizione del modello econometrico utilizzato e sviluppano i successivi test empirici. Il paragrafo 5 riassume i risultati ed evidenzia le relative conclusioni.

## 2. Rassegna della letteratura

Il presente lavoro si innesta in un filone di studi che, attraverso l'analisi delle quotazioni di oro, petrolio e tasso di cambio euro/dollaro investiga le forme di relazione che legano, nel corso del tempo, la dinamica dei prezzi di queste variabili. Anche se alcuni studi hanno come obiettivo la verifica delle relazioni che la teoria economica propone in merito alle reciproche influenze tra prezzi delle principali produzioni di un Paese e tassi di cambio, tutti gli studi sviluppati su questi temi permettono di estrapolare informazioni potenzialmente utili per investitori e speculatori che operano nel mercato dei cambi (*Forex*) e in quello delle materie prime. Gli effetti attesi sulla base della teoria economica suggeriscono che, nel breve periodo, incrementi nei prezzi delle materie prime, riflettendosi nell'aumento dei proventi delle esportazioni, inducono un aumento dell'offerta di valuta estera nei mercati degli esportatori di materie prime, provocando, quindi, un apprezzamento della valuta domestica. Nel medio-lungo periodo, questo effetto potrebbe essere ulteriormente spinto dagli investimenti esteri, attratti dalle migliori prospettive di redditività degli investimenti legati al settore delle materie prime locali. Tuttavia, gli effetti dell'aumento del prezzo di un bene implica in generale sia effetti di reddito che di sostituzione, e quale dei due prevalga non è, in generale, facilmente prevedibile. Il lavoro di Anzuini, Cecioni e Neri (2016)<sup>(6)</sup> documenta che la “spiegazione” dei movimenti dei tassi di cambio è un problema complesso, e se da un lato le determinanti principali sono note, dall'altro la direzione e l'intensità di queste connessioni sono variabili nel tempo, che può permettere la ricostruzione *ex-post* di alcuni casi, ma crea importanti difficoltà in ottica di previsione. Sul mercato dell'oro in particolare, Panfili *et al.* (2015)<sup>(7)</sup> ricor-

<sup>(6)</sup> Anzuini, Cecioni e Neri (2016), “Determinants of the movements in the euro-dollar exchange rate during the sovereign debt crisis”.

<sup>(7)</sup> Panfili, Daini, Potente e Reale (2015), “L'oro come “safe haven asset”? Evidenze empiriche basate su un confronto fra diverse attività finanziarie”.

dano che “agiscono soggetti completamente diversi tra loro per finalità, orizzonti temporali e modalità operative. Per tale motivo, le relazioni di dipendenza tendono a una strutturale instabilità: un fattore di mercato può essere fondamentale, o ritenuto tale, in un dato periodo temporale, per poi essere rapidamente sostituito da un altro.”

Nell'ambito della letteratura, diversi studi hanno stabilito una relazione basata su dati a bassa frequenza, quindi riferita a relazioni più probabilmente strutturali, tra i prezzi all'esportazione delle materie prime e i tassi di cambio reali, a partire dai lavori di *Chen e Rogoff* (2003) e di *Cashin, Cespedes, e Sabay* (2004), tuttavia i risultati delle successive analisi condotte su questo tema non risultano univoci.

Gli studi di *Sujit e Kumar* (2011) <sup>(8)</sup> che analizzano le relazioni dinamiche tra prezzo dell'oro, del petrolio, del tasso di cambio <sup>(9)</sup> e dell'indice finanziario S&P 500 con l'utilizzo del modello VAR (Vettore Autoregressivo) e la tecnica di cointegrazione, evidenziano come il tasso di cambio risulti significativamente influenzato dalle quotazioni di oro e petrolio. Dall'evidenza di questo studio si potrebbe dedurre che oro e petrolio assumono un ruolo primario nella determinazione della quotazione del tasso di cambio.

Le analisi di *Subarna e Zadeh* (2015) <sup>(10)</sup>, riportano i risultati dello studio delle relazioni tra prezzo dell'oro, prezzo del petrolio, tasso di cambio (*US Dollar Index* <sup>(11)</sup>) e prezzo di un paniere di azioni misurato tramite il *Dow Jones Industrial Average* per un arco di venti anni, i cui risultati dimostrano che non tutte le variabili considerate sono correlate. Nello specifico, il prezzo delle azioni e il prezzo dell'oro appaiono sufficientemente correlati, mentre il tasso di cambio e il prezzo del petrolio, sono influenzati da altri fattori.

L'analisi della relazione tra il valore del dollaro e il prezzo dell'oro e petrolio basata su dati mensili relativi al periodo compreso tra gennaio 1970 e luglio 2008 (utilizzando il test di causalità di *Granger*), svolta da *Myeong e Dilts* (2011) <sup>(12)</sup> indica una relazione negativa tra il valore del dollaro e i prezzi delle due *commodities*, evidenziando come oro e petrolio possono essere considerati “beni rifugio” rispetto a variazioni negative della quotazione del dollaro.

*Ferraro, Rogoff e Rossi* (2015) <sup>(13)</sup> investigano le relazioni tra prezzo del petrolio e il tasso di cambio dollaro canadese/dollaro statunitense sia su dati a bassa frequenza (valori mensili) che a maggiore frequenza (dati giornalieri). Mentre i dati a bassa frequenza non evidenziano alcuna relazione stabile, i dati ad alta frequenza evidenziano una robusta relazione tra le due variabili.

In uno studio simile, basato su dati di un *panel* di paesi produttori e su diverse frequenze, relativo al periodo 2004-2015, *Kohlsheer, Avalos, e Schrimpf*, (2017) <sup>(14)</sup> rilevano che i prezzi delle materie prime predicono i movimenti dei tassi di interesse dei paesi esportatori delle stesse

<sup>(8)</sup> Cfr. K.S. Sujit, B. Rajesh Kumar (2011), “*Study on dynamic relationship among gold price, oil price, exchange rate and stock market returns*”.

<sup>(9)</sup> Inteso come media ponderata del valore del cambio del dollaro statunitense nei confronti di un sottoinsieme di valute che circolano al di fuori del paese di emissione.

<sup>(10)</sup> Cfr. Subarna K. Samanta, Ali H. M. Zadeh (2015), “*Co-Movements of Oil, Gold, the US Dollar and Stocks*”

<sup>(11)</sup> Si tratta di un indice (o misura) del valore del dollaro statunitense in relazione ad un paniere di valute straniere. Le sei valute sono: euro, yen giapponese, dollaro canadese, sterlina inglese, corona svedese e franco svizzero.

<sup>(12)</sup> Cfr. Myeong Hwan Kim, David A. Dilts (2011), “*The relationship of the value of the Dollar, and the Prices of Gold and Oil: A Tale of Asset Risk*”

<sup>(13)</sup> Cfr. Domenico Ferraro, Kenneth Rogoff, Barbara Rossi (2015), “*Can Oil Prices Forecast Exchange Rates?*”.

<sup>(14)</sup> Cfr. Kohlsheer, Avalos, e Schrimpf (2017), “*When the walk is not random: Commodity prices and exchange rates*”.

materie prime fino a due mesi prima. Essi forniscono un'ampia prova del fatto che vi è una connessione forte tra le variazioni del tasso di cambio e i prezzi delle materie prime, anche a frequenze relativamente alte. Per gli esportatori di materie prime, la variazione dei tassi di cambio non è casuale, ma è strettamente legata ai movimenti dei prezzi delle materie prime.

Zhang, Dufour e Galbraith (2016)<sup>(15)</sup> affrontano il tema delle relazioni tra i prezzi di una serie di *commodities* (oro, petrolio e rame) e le valute di alcuni paesi produttori (Canada, Australia e Cile), nel periodo 2000-2009, utilizzando dati giornalieri. I risultati evidenziano la consistenza di una relazione di breve periodo tra le variabili esaminate, mentre su orizzonti temporali più 1

Akram (2009)<sup>(16)</sup> in uno studio basato sulla metodologia *impulse-response* su modelli VAR strutturali, relativi al periodo 1990-2007, esamina gli effetti degli shock a diverse variabili nel tempo tenendo conto delle interazioni tra le variabili macroeconomiche finanziarie (inclusi gli effetti sui tassi di interesse) e reali e dei prezzi delle materie prime. I risultati evidenziano che un calo del valore del dollaro a causa di uno shock del tasso di cambio tende a causare prezzi delle materie prime più elevati, rappresentando comunque uno dei fattori determinanti delle fluttuazioni dei prezzi delle materie prime in tutti gli orizzonti temporali. Gli shock nell'attività economica mondiale sono considerati anche essi responsabili di un'ampia quota di fluttuazioni nel prezzo del petrolio e dei metalli.

Le indicazioni prevalenti attestano legami tra prezzi delle principali *commodities* e tassi di cambio sul dollaro statunitense rilevanti sul breve periodo (giorni), ma non confermati su orizzonti temporali più lunghi (mesi). I risultati degli studi citati non sono tuttavia univoci. In particolare le differenze riscontrate sono riconducibili ai diversi intervalli temporali considerati, alla tipologia di modelli econometrici e al set di dati utilizzato, confermando le indicazioni del citato paper di Anzuini, Cecioni e Neri (2016) sulla maggiore rilevanza degli eventi specifici rispetto alle indicazioni generali provenienti dalla teoria economica.

Permane invece l'interesse relativo al possibile utilizzo di queste informazioni per l'implementazione di efficaci strategie speculative, che rende importante studiare le relazioni tra il *trend* dei prezzi delle *commodities* e il *trend* delle quotazioni del cambio euro/dollaro, ovvero con una variabile che è divenuta progressivamente sempre più significativa nell'ambito dell'economia mondiale.

Tuttavia, riguardo all'analisi del ruolo delle quotazioni del tasso di cambio euro/dollaro, e alle sue relazioni con la dinamica delle quotazioni di oro e petrolio, la letteratura recente non è stata adeguatamente sviluppata. I motivi di questa carenza possono essere ricondotti alla recente introduzione dell'euro, presente sui mercati solo nel 1999, ed alla ridotta incidenza su PIL dell'area euro della produzione di oro e petrolio, che non determinando un interesse rilevante in termini di possibile verifica delle indicazioni provenienti dalla teoria economica, ne ha ridotto l'interesse per i ricercatori dell'area.

L'obiettivo di questo studio è appunto di individuare l'eventuale sussistenza di legami tra le quotazioni (mensili e giornaliere) del petrolio WTI, dell'oro e del tasso di cambio euro/dollaro, analizzando in maniera approfondita i trend e le relazioni tra le tre variabili.

La letteratura precedente (cfr. Evans and Lyons, 2002, 2005) ha dimostrato che le fluttuazioni registrate su dati ad alta frequenza, in particolare per i tassi di cambio, sono le-

<sup>(15)</sup>Hui Jun Zhang, Jean-Marie Dufour, John W. Galbraith (2016), "Exchange rates and commodity prices: Measuring causality at multiple horizons".

<sup>(16)</sup>Q. Farooq Akram, (2009) "Commodity prices, interest rates and the dollar".

gate ai flussi di ordini di acquisto e vendita, mentre l'uso di dati a più bassa frequenza consente di "catturare" in miglior modo i trend di fondo delle variabili in esame.

Evidentemente, nell'ottica di un uso a fini speculativi, le informazioni sono entrambe importanti. La prima permette infatti di impostare adeguate strategie di breve periodo, basate sui risultati delle analisi dei dati a più alta frequenza, la seconda, basata sulle informazioni provenienti dai dati a bassa frequenza, permette invece di impostare strategie di più lungo periodo per la chiusura delle operazioni.

L'analisi empirica è stata sviluppata considerando le serie storiche delle tre variabili nell'intervallo temporale gennaio 2004-dicembre 2014.

### 3. Metodologia

Per sviluppare questo studio è stato utilizzato un *dataset* estratto dalla piattaforma di *Bloomberg*. Il *dataset* include, per l'arco temporale gennaio 2004 - dicembre 2014, le quotazioni giornaliere e mensili rilevate al termine delle negoziazioni di oro (dollari per oncia), petrolio WTI (dollari per barile) e tasso di cambio euro/dollaro (EUR/USD).

Per accertare la sussistenza di eventuali relazioni tra le quotazioni di oro, petrolio e tasso di cambio, l'analisi empirica è stata sviluppata utilizzando il vettore autoregressivo (VAR).

Da un punto di vista concettuale i modelli VAR sono modelli di serie storiche ad equazioni multiple di tipo dinamico in cui ogni variabile è posta in relazione con tutte le altre variabili ritardate di un certo numero di periodi. Essi permettono quindi di riassumere le relazioni dinamiche tra le variabili considerate tutte come endogene.

I modelli VAR sono modelli dove tutte le variabili correnti al tempo  $t$  sono poste in funzione delle variabili ritardate (di un certo numero di intervalli o *lag*) che, in quanto verificatesi, sono dette predeterminate. Non esiste quindi alcuna distinzione tra variabili endogene (o dipendenti) ed esogene (o indipendenti). I parametri dei modelli VAR (ossia i valori quantitativi che rappresentano le espressioni del legame dinamico tra le variabili presenti nel modello) sono opportunamente stimati con tecniche statistiche non dissimili a quelle utilizzate nella tecnica della regressione generale, con opportuni stimatori che presentano caratteristiche di consistenza e non distorsione.

La formalizzazione in modo compatto di un sistema VAR è la seguente:

$$Y_t = A \cdot Y_{t-1} + \dots + A^k \cdot Y_{t-k} + e_t$$

Oppure, in formato matriciale:

$$\begin{bmatrix} Y_t^1 \\ Y_t^2 \\ Y_t^3 \\ \vdots \\ Y_t^p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & \dots & A_{1p} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & \dots & A_{2p} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & \dots & A_{3p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{p1} & A_{p2} & A_{p3} & \dots & A_{pp} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1}^1 \\ Y_{t-1}^2 \\ Y_{t-1}^3 \\ \vdots \\ Y_{t-1}^p \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} A'_{11} & A'_{12} & A'_{13} & \dots & A'_{1p} \\ A'_{21} & A'_{22} & A'_{23} & \dots & A'_{2p} \\ A'_{31} & A'_{32} & A'_{33} & \dots & A'_{3p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A'_{p1} & A'_{p2} & A'_{p3} & \dots & A'_{pp} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-k}^1 \\ Y_{t-k}^2 \\ Y_{t-k}^3 \\ \vdots \\ Y_{t-k}^p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \\ e_{3t} \\ \vdots \\ e_{pt} \end{bmatrix}$$

dove  $p$  è il numero di variabili da considerare nel sistema,  $k$  è il numero di ritardi,  $Y_t, Y_{t-1}, \dots, Y_{t-k}$  sono vettori  $1 \times p$ ,  $A, \dots, A^k$  sono matrici  $p \times p$  dei coefficienti da stimare e  $[e_t]$  è un vettore  $1 \times p$  di innovazioni che possono essere correlate tra loro, ma contemporaneamente incorrelate con i propri valori ritardati e non correlate con tutte le variabili del lato destro.

L'applicazione di tutte le metodologie di analisi in ambito VAR richiede come condizione necessaria la stazionarietà della rappresentazione autoregressiva. La stazionarietà della serie temporale è necessaria per l'analisi regressiva in quanto la presenza di *trend* marcati tende a indicare una correlazione con qualunque altra variabile caratterizzata da trend, e di conseguenza, le informazioni utili sulle effettive connessioni tra le variabili sono difficili da individuare in riferimento a serie temporali non stazionarie.

Dal punto di vista tecnico, una serie temporale  $Y_t$  è detta essere stazionaria se la sua distribuzione di probabilità non cambia nel corso del tempo, cioè se la distribuzione congiunta di  $(Y_{s+1}, Y_{s+2}, Y_{s+7})$  non dipende da  $s$ , altrimenti la serie  $Y_t$  viene detta non stazionaria.

In riferimento ai dati utilizzati in questo studio, il test di *Dickey-Fuller* per la verifica della stazionarietà evidenziano che oro, petrolio e tasso di cambio euro/dollaro non sono stazionari nell'intervallo di tempo considerato. Pertanto, l'analisi è stata realizzata sulla base delle differenze prime, trasformazione che eliminando il trend mantiene le informazioni precedenti ma spesso, come in questo caso, rende le serie stazionarie.

Ulteriore passaggio necessario per procedere alla stima del VAR è la scelta del ritardo ottimale ( $p$ ). Scegliere l'ordine  $p$  di un'autoregressione richiede di bilanciare il beneficio dell'includere più ritardi con il costo della maggiore incertezza della stima. Se  $p$  è troppo basso si potrebbero omettere informazioni potenzialmente utili. Viceversa, se  $p$  è troppo alto, si potrebbe riscontrare una sovrastima.

Nella seguente Tabella 1, relativa ai dati mensili, è presente un asterisco nei valori più bassi di ognuno dei 5 indici (LR, FPE, AIC, HQIC, SBIC). Poiché la maggior parte dei valori contrassegnati da asterisco coincide con il lag 1 (prima colonna), il ritardo ottimale risulta essere pari a 1. Similmente, nella Tabella 2 relativa ai dati giornalieri, il ritardo ottimale risulta relativo al lag 2.

**Tabella 1: Selezione del ritardo ottimale sulle quotazioni di Oro, Petrolio e Tasso di cambio euro/dollaro, dati mensili**

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-658.135				85.6099	12.9634	12.9947*	13.0406*
1	-644.538	27.194*	9	0.001	78.2397*	12.8733*	12.9983	13.1821
2	-641.087	6.9021	9	0.647	87.2789	12.9821	13.2009	13.5225
3	-635.277	11.619	9	0.236	93.0292	13.0446	13.3573	13.8167
4	-631.979	6.5957	9	0.679	104.272	13.1565	13.5629	14.1601

Nota: la tabella riporta i valori di alcuni indici di riferimento per la scelta del ritardo ottimale per le stime. Valori inferiori degli indici sono preferibili, ed evidenziati con un asterisco.

Fonte: elaborazioni degli autori su dati Bloomberg.

**Tabella 2: Selezione del ritardo ottimale sulle quotazioni di Oro, Petrolio e Tasso di cambio euro/dollaro, dati giornalieri**

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-1108.06				0.021805	4.68803	4.69839*	4.71436*
1	-102.69	10.735	9	0.294	0.022142	4.70335	4.74479	4.8087
2	-1089.86	25.676*	9	0.002	0.21787*	4.68716*	4.75967	4.87152

3	-1082.22	15.283	9	0.083	0.021912	4.69289	4.79647	4.95626
4	-1075.42	13.591	9	0.138	0.022117	4.7022	4.83685	5.04457

Nota: cfr *supra*, nota alla tabella 1.

Fonte: elaborazioni degli autori su dati Bloomberg.

## 4. Risultati Empirici

### 4.1. Dati mensili

Come è possibile osservare dalla Tabella 3, i risultati ottenuti dall'analisi empirica sui dati a bassa frequenza evidenziano una debole relazione tra le quotazioni del tasso di cambio euro/dollaro e quelle del petrolio. In particolare dinamica del petrolio al tempo  $t-1$  (me- se precedente), risulta avere un ruolo significativo, ad un livello del 10%, per l'andamento del tasso di cambio euro/dollaro, mediante una relazione diretta.

**Tabella 3: Stima del VAR sulle quotazioni di Oro, Petrolio e Tasso di cambio euro/dollaro, dati mensili gen.2004-dic.2014**

	Coef.	Std. Err.	z	P> z
<b><math>\Delta</math> _Oro</b>				
$\Delta$ _Oro t-1	0.1162511	0.0921111	1.26	0.207
$\Delta$ _Petrolio t-1	0.2640494	0.6922552	0.38	0.703
$\Delta$ _EUR/USD t-1	39.96504	146.1948	0.27	0.785
_costante	4.116153	3.998092	1.03	0.301
<b><math>\Delta</math> _Petrolio</b>				
$\Delta$ _Oro t-1	-0.011622	0.0127144	-0.91	0.361
$\Delta$ _Petrolio t-1	0.3724225	0.0955545	3.90	0.000
$\Delta$ _EUR/USD t-1	26.02258	20.1798	1.29	0.197
costante	-0.0337552	0.5518713	-0.06	0.951
<b><math>\Delta</math> _EUR/USD</b>				
$\Delta$ _Oro t-1	-0.0000425	0.0000639	-0.67	0.506
$\Delta$ _Petrolio t-1	0.0008917	0.00048	1.86	0.063
$\Delta$ _EUR/USD t-1	0.2080736	0.1013602	2.05	0.040
costante	-0.0010629	0.002772	-0.38	0.701

Nota: i valori più importanti di questa tabella riguardano la significatività delle variabili. In questo caso, tutti i *p-value* (nella tabella corrispondono alla colonna "P>|z|"), eccezion fatta per gli effetti della variazione del prezzo del petrolio sul tasso di cambio, risultano non significativi, ovvero i relativi *p-value* sono maggiori di 0,05).

Fonte: elaborazioni degli autori su dati Bloomberg.

I vettori autoregressivi possono tuttavia non essere del tutto adeguati per un'interpretazione corretta dei risultati. Nei modelli VAR il test di causalità di *Granger* occupa un ruolo molto importante. Si tratta di una causalità in senso temporale, basata sull'assioma della unidirezionalità del tempo: se si verifica l'evento  $x$ , prima di un altro evento  $y$ , è probabile che l'evento  $x$  abbia determinato  $y$  ( $x$  è anticipatore o predittore di  $y$ ).

Il test per la verifica della causalità di *Granger* è basato su  $H_0: x$  non causa  $y$  (ovvero: l'informazione della storia passata di  $x$  non migliora la previsione di  $y$ ). In pratica si effettua un test-F sui coefficienti dei regressori simultaneamente ( $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = 0$ ).

In questo caso, non solo per la debolezza delle relazioni, ma anche perché, avendo utilizzato nel modello VAR esclusivamente il primo ritardo temporale di ciascuna variabile, il test di causalità di *Granger* avrebbe riportato gli stessi risultati ottenuti in precedenza, il test non è stato effettuato.

Di conseguenza, l'analisi sulle relazioni tra le variabili è stato analizzato attraverso le c.d. funzioni di risposta agli impulsi (IRF, *Impulse Response Functions*). Queste consentono di osservare, per uno specifico intervallo temporale, gli effetti che uno *shock* su una variabile, pari a una deviazione standard, produce sull'altra variabile.

Dal punto di vista tecnico, la condizione che permette di utilizzare tali funzioni è che i residui delle stime siano incorrelati. Come risulta dai test statistici riportati nella sottostante Tabella 4, i residui di petrolio e tasso di cambio non sono *white noise*, viceversa i residui dell'oro risultano essere *white noise*. Per petrolio e tasso di cambio si rifiuta l'ipotesi nulla (ovvero che i loro residui siano *white noise*). Diversamente, per l'oro, si accetta l'ipotesi nulla in quanto il *p-value* è maggiore di 0,05. Non è possibile quindi studiare l'effetto della funzione di impulso – risposta per le tre *commodities*.

**Tabella 4: Test white noise sulle quotazioni di Oro, Petrolio e Tasso di cambio euro/dollaro, dati mensili**

	Portmanteau (Q) statistic	Prob > chi2 (40)
<b>Oro</b>	47.1159	0.2043
<b>Petrolio</b>	67.8550	0.0039
<b>EUR/USD</b>	93.5555	0.0000

Nota: similmente a quanto indicato nella tabella precedente, i valori più importanti di questa tabella riguardano la significatività delle variabili, riportata nella colonna più a destra, che riporta la probabilità che il coefficiente stimato sia uguale a zero. Valori superiori a 0.05 indicano variabili *white noise*, adatte alle stime *Impulse Response*.

Fonte: elaborazioni degli autori su dati Bloomberg.

#### 4.2. Dati giornalieri

Come è possibile osservare dalla Tabella 5<sup>(17)</sup>, i risultati ottenuti dall'analisi empirica evidenziano alcune relazioni di lungo periodo tra le variabili esaminate.

<sup>(17)</sup> Osservando la suddetta tabella, è possibile osservare come i *p-value* (nella tabella corrispondono alla colonna "P>|z|") inferiori a 0.05 (0.01) consentono di rifiutare l'ipotesi nulla con un livello di significatività pari al 5% (1%).

**Tabella 5: Stima del VAR sulle quotazioni di Oro, Petrolio e Tasso di cambio euro/dollaro, dati giornalieri gen.2004-dic.2014**

	Coef.	Std. Err.	z	P>  z
<b><math>\Delta</math>_Oro</b>				
$\Delta$ _Oro t-1	0.0005361	0.0288984	0.02	0.985
$\Delta$ _Oro t-2	0.0353941	0.0288035	1.23	0.219
$\Delta$ _Petrolio t-1	0.3654271	0.2264416	1.61	0.107
$\Delta$ Petrolio t-2	-0.4051922	0.2153496	-1.88	0.060
$\Delta$ EUR/USD t-1	-87.36052	48.3633	-1.81	0.071
$\Delta$ EUR/USD t-2	-8.450506	47.97282	-0.18	0.860
_costante	0.1703217	0.3435947	0.50	0.620
<b><math>\Delta</math>_Petrolio</b>				
$\Delta$ _Oro t-1	-0.0003147	0.0034184	-0.09	0.927
$\Delta$ _Oro t-2	0.0133602	0.0034072	3.92	0.000
$\Delta$ _Petrolio t-1	-0.0214938	0.0267858	-0.80	0.422
$\Delta$ _Petrolio t-2	0.0263361	0.0254738	-1.03	0.301
$\Delta$ _EUR/USD t-1	-1.141769	5.720905	-0.20	0.842
$\Delta$ _EUR/USD t-2	-0.7798057	5.674715	-0.14	0.891
costante	0.0427803	0.0406439	1.05	0.293
<b><math>\Delta</math>_EUR/USD</b>				
$\Delta$ _Oro t-1	0.0000201	0.0000177	1.14	0.256
$\Delta$ _Oro t-2	0.0000395	0.0000177	2.23	0.026
$\Delta$ _Petrolio t-1	0.000306	0.000139	2.20	0.028
$\Delta$ _Petrolio t-2	0.0000949	0.0001322	0.72	0.473
$\Delta$ _EUR/USD t-1	-0.0106689	0.0296957	-0.36	0.719
$\Delta$ _EUR/USD t-2	-0.0247591	0.0294559	-0.84	0.401
costante	0.0001002	0.000211	0.48	0.635

Nota: la tabella riporta i valori delle stime, il cui valore più importante, anche qui, riguarda la significatività dei coefficienti stimati. I *p-value* (nella tabella corrispondono alla colonna “P> |z|”) inferiori a 0.05 (0.01) consentono di rifiutare l’ipotesi nulla con un livello di significatività pari al 5% (1%).

Fonte: elaborazioni degli autori su dati Bloomberg.

Per quanto riguarda la dinamica dell’oro, risultano significative, ad un livello del 10%, le variazioni del petrolio al tempo t-1 e t-2, rispettivamente mediante una relazione diretta ed inversa, e quella del tasso di cambio al tempo t-1. Per quanto riguarda la dinamica del petrolio, i risultati dell’analisi evidenziano una relazione diretta tra la variazione dell’oro al tempo t-2 e l’andamento del petrolio, con un livello di significatività inferiore all’1%. Per quanto

riguarda la dinamica del tasso di cambio è possibile osservare la relazione diretta che lega la variazione dell'oro, al tempo t-2, e quella del petrolio, al tempo t-1, all'andamento del tasso di cambio Euro/Dollaro, con un livello di significatività del 5%.

Dai risultati del test di *Granger* per la verifica della causalità, riportati nella Tabella 6, emerge che:

In relazione all'equazione esplicativa dell'andamento dell'oro, risulta significativo il *p-value* ( $\text{prob}>\chi^2$ ) relativo alle variazioni del petrolio con un livello di significatività del 5%;

In relazione all'equazione esplicativa dell'andamento del petrolio, risulta significativo il *p-value* ( $\text{prob}>\chi^2$ ) relativo alle variazioni dell'oro con un livello di significatività prossimo inferiore all'1%;

In relazione all'equazione esplicativa dell'andamento del tasso di cambio Euro/Dollaro, risultano significativi il *p-value* ( $\text{prob}>\chi^2$ ) relativi alle variazioni dell'oro e quello relativo a tutte le variabili considerate, rispettivamente con un livello di significatività del 5% e dell'1%.

Il test di Granger conferma, quindi, quello che già si era visto con la stima del VAR, ovvero la presenza di un legame significativo tra le tre variabili.

**Tabella 6: Test di causalità di Granger sulle quotazioni di Oro, Petrolio e Tasso di cambio euro/dollaro dati giornalieri gen.2004-dic.2014**

Equazione	Variabile Esclusa	chi2	df	prob>chi2
$\Delta$ Oro	$\Delta$ Petrolio	6.5857	2	0.037
$\Delta$ Oro	$\Delta$ EUR/USD	3.3154	2	0.191
$\Delta$ Oro	ALL	9.4601	4	0.051
$\Delta$ Petrolio	$\Delta$ Oro	15.394	2	0.000
$\Delta$ Petrolio	$\Delta$ EUR/USD	0.06038	2	0.970
$\Delta$ Petrolio	ALL	16.233	4	0.003
$\Delta$ EUR/USD	$\Delta$ Petrolio	6.2113	2	0.045
$\Delta$ EUR/USD	$\Delta$ Oro	5.1681	2	0.075
$\Delta$ EUR/USD	ALL	13.292	4	0.010

Nota: la tabella riporta i valori delle stime, il cui valore più importante, come nelle tabelle precedenti, riguarda la significatività dei coefficienti stimati. I *p-value* (nella tabella corrispondono alla colonna "P>|z|") inferiori a 0.05 (0.01) consentono di rifiutare l'ipotesi nulla con un livello di significatività pari al 5% (1%).

Fonte: elaborazioni degli autori su dati Bloomberg.

Anche per i dati giornalieri, una volta esaminata la relazione di causa-effetto tra le variabili, sono state analizzate le funzioni di risposta agli impulsi.

Come risulta dall'analisi empirica nella tabella 7, alla pagina seguente, i residui di oro, petrolio e tasso di cambio sono *white noise*, poiché superiori a 0,05, ed è quindi possibile studiare l'effetto della funzione di impulso – risposta.

**Tabella 7: Test white noise sulle quotazioni di Oro, Petrolio e Tasso di cambio euro/dollaro, dati giornalieri**

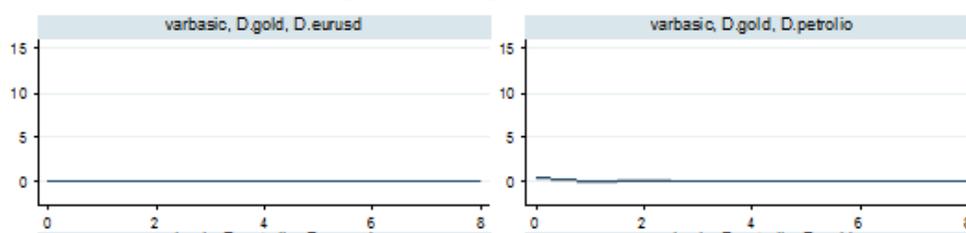
	Portmanteau (Q) statistic	Prob > chi2 (40)
<b>Oro</b>	34.5941	0.7117
<b>Petrolio</b>	53.1062	0.0803
<b>EUR/USD</b>	31.4806	0.8300

Nota: anche in questo caso, i valori più importanti di questa tabella riguardano la significatività delle variabili, riportata nella colonna più a destra, che riporta la probabilità che il coefficiente stimato sia uguale a zero. Valori superiori a 0.05 indicano variabili white noise, adatte alle stime *Impulse Response*.

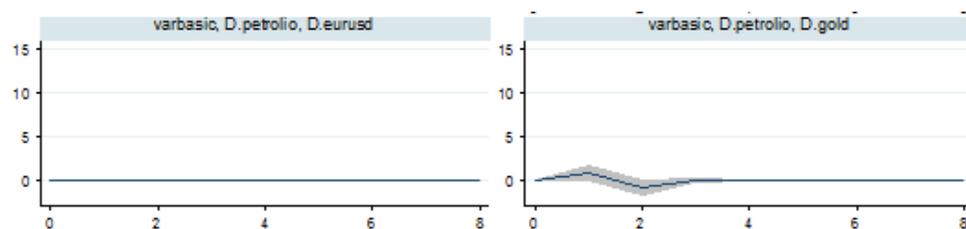
Fonte: elaborazioni degli autori su dati Bloomberg.

Le seguenti Figure 4, 5 e 6, relative alle funzioni di impulso-risposta tra le tre *commodities* mostrano risultati di scarso rilievo.

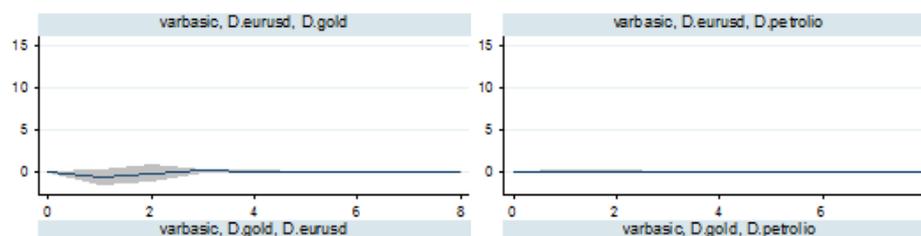
**Figura 4: Funzione impulso-risposta Oro vs Petrolio e Euro/Dollaro dati giornalieri gen.2004-dic.2014**



**Figura 5: Funzione impulso-risposta Petrolio vs Oro e Euro/Dollaro dati giornalieri gen.2004-dic.2014**



**Figura 6: Funzione impulso-risposta Euro/Dollaro vs Oro e Petrolio dati giornalieri gen.2004-dic.2014**



Il prezzo di ciascuna delle variabili esaminate non sembra reagire in modo significativo ad un impulso (variazione) dei prezzi delle altre variabili in esame. In definitiva, le linee della funzione di impulso-risposta risultano essere quasi completamente piatte.

## 5. Conclusioni

Lo studio della dinamica delle relazioni tra le quotazioni di oro, petrolio e tasso di cambio Euro/Dollaro nell'intervallo temporale gennaio 2004-dicembre 2014, fornisce alcune informazioni importanti.

Le analisi basate sulle stime VAR (Vettore Autoregressivo), coerentemente con quanto ottenuto da *Ferraro et al. (2015)* per le relazioni tra dinamiche dei prezzi delle principali *commodities* e dei tassi di cambio sul dollaro statunitense, evidenziano alcune relazioni significative tra le tre variabili considerate sui dati ad alta frequenza (dati giornalieri), confermate dal successivo test di causalità di Granger. In particolare, come riassunto nella successiva Tabella 8, sono emerse delle relazioni tra l'andamento del prezzo del petrolio e quello dell'oro – e viceversa – e l'andamento del tasso di cambio euro/dollaro in relazione al prezzo dell'oro.

Per quanto riguarda, invece, le dinamiche di lungo periodo esaminate mediante l'uso di dati a bassa frequenza (dati mensili), è emersa la significatività della sola relazione tra il prezzo del petrolio e il tasso di cambio euro/dollaro. La diversità delle evidenze emerse tra l'analisi effettuata con dati ad alta frequenza e l'analisi effettuata con dati a bassa frequenza può essere attribuita, come suggerito da *Ferraro et al. (2015)*, alla breve durata degli shock di prezzo delle *commodities*, che tendono a riassorbirsi velocemente, e che quindi non sono evidenzianti su più lunghi periodi. Al contrario, quanto emerso per la dinamica del tasso di cambio – sia su base giornaliera che mensile – mette in risalto la pressoché costante significatività del prezzo del petrolio per l'andamento del tasso di cambio euro/dollaro.

L'analisi delle funzioni di impulso-risposta, ha evidenziato, per ognuna delle variabili esaminate (oro, petrolio e tasso di cambio), l'assenza di relazione tra queste ultime e un eventuale shock delle altre due.

Con riferimento ai dati a bassa frequenza è possibile osservare che il tasso di cambio euro/dollaro non ci consente di orientare le scelte di portafoglio, ossia di assumere posizioni in *commodities* (sia *long* che *short*). Diversamente, la dinamica del petrolio fornisce informazioni importanti sulle variazioni attese del tasso di cambio, e di conseguenza una attenta osservazione della prima può indirizzare le specifiche posizioni da assumere sul cambio euro/dollaro. Inoltre, come accennato precedentemente, le analisi documentano che la rela-

zione tra la dinamica del prezzo dell'oro e quella del tasso di cambio è significativa solo sul breve periodo (dati ad alta frequenza).

**Tabella 8: Confronto tra le stime VAR su dati giornalieri e mensili delle quotazioni di Oro, Petrolio e Tasso di cambio euro/dollaro**

	Dati giornalieri			Dati mensili		
	$\Delta_{\text{Oro}}$	$\Delta_{\text{Petrolio}}$	$\Delta_{\text{EUR/USD}}$	$\Delta_{\text{Oro}}$	$\Delta_{\text{Petrolio}}$	$\Delta_{\text{EUR/USD}}$
$\Delta_{\text{Oro}} t-1$						
$\Delta_{\text{Oro}} t-2$		***	**			
$\Delta_{\text{Petrolio}} t-1$			**			*
$\Delta_{\text{Petrolio}} t-2$	*					
$\Delta_{\text{EUR/USD}} t-1$	*					**
$\Delta_{\text{EUR/USD}} t-2$						

Nota: la tabella riporta la significatività dei coefficienti stimati. \* corrisponde ad un livello di significatività del 10%, \*\* ad un livello del 5% e \*\*\* ad un livello di significatività dell'1%.

In termini economico-aziendali l'eventuale supporto che l'analisi sviluppata può fornire alla gestione di impresa è confinata alla sfera reddituale; si precisa tuttavia che le aziende che possono trarne significativo beneficio non sono quelle che operano direttamente sulle *commodities* esaminate (oro e petrolio) -soprattutto attraverso politiche di stoccaggio delle medesime -, ma prevalentemente le imprese finanziarie. I margini che insorgono in seguito alle dinamiche della volatilità di breve periodo lasciano, infatti, spazi di manovra esclusivamente agli intermediari che hanno possibilità di negoziare gli strumenti rappresentativi delle *commodities* in oggetto. Conseguentemente strategie di investimento basate sulle relazioni evidenziate per poter essere implementate efficacemente, devono essere orientate in chiave prevalentemente speculativa, ovvero su orizzonti temporali brevi, al massimo di alcuni giorni. Appare quindi evidenti che questi sono gli ambiti operativi tipici delle aziende di tipo finanziario.

MICHELE PATANÈ

*Professore Associato di Mercati Finanziari  
e di Derivati sui tassi di interesse*

School of Economics and Management (SEM)  
Università di Siena

MATTIA TEDESCO

*Dottore Magistrale in Economia  
e gestione degli intermediari finanziari*

School of Economics and Management (SEM)  
Università di Siena

STEFANO ZEDDA

*Ricercatore di Metodi Matematici  
per le Decisioni Economiche*

Dipartimento di Scienze Economiche ed Aziendali  
Università di Cagliari

## Bibliografia

- AKRAM, Q.F. (2009), *Commodity prices, interest rates and the dollar*, Energy Economics, 31 (6), pp. 838-851
- ANZUINI A., CECIONI M. and NERI S. (2016), *Determinants of the movements in the euro-dollar exchange rate during the sovereign debt crisis*, Questioni di Economia e Finanza n. 305, Banca d'Italia.
- BASHER S. A., HAUG A., SADORSKY P. (2011), *Oil prices, exchange rates and emerging stock market*,  
 BLANCHARD O., AMIGHINI A., GIAVAZZI F. (2011 Munich Personal RePEc Archive. Paper N°30140.), *Macroeconomia Una prospettiva europea*, Il mulino, Bologna.
- CASHIN, P., L. F. CESPEDES, AND R. SAHAY (2004), *Commodity Currencies and the Real Exchange Rate*, Journal of Development Economics 75 (1) pp. 239–68.
- CHEN, Y., and K. ROGOFF (2003), *Commodity Currencies*, Journal of International Economics 60 (1) pp. 133–60.
- EVANS, M.D., LYONS, R., 2002. Order flow and exchange rate dynamics. J. Polit. Econ. 110 (1), pp. 170-180.
- EVANS, M.D., LYONS, R., 2005. Meese-Rogoff Redux: micro-based exchange rate forecasting. Am. Econ. Rev. Pap. Proc. 95, pp. 405-414.
- FERRARO D., ROGOFF K., ROSSI B. (2015), *Can Oil Prices Forecast Exchange Rates?*, *Journal of International Money and Finance*, 54, 116-141.
- KOHLSCHEEN, AVALOS, F., SCHRIMPF, A., (2017), *When the walk is not random: Commodity prices and exchange rates*, International Journal of Central Banking, Volume 13, Issue 2, pp. 121-158
- KRUGMAN R. P., OBSTFELD M, MELITZ M. J. (2012), *Economia Internazionale 2*, Pearson, Torino.
- MACDONALD, R., and L. RICCI (2004) *Estimation of the Equilibrium Real Exchange Rate for South Africa*, South African Journal of Economics 72 (2) pp. 282–304.
- MYEONG HWAN K., DILTS D. A. (2011), *The Relationship of the value of the Dollar, and the Prices of Gold and Oil: A Tale of Asset Risk*, Economics Bulletin, Volume 31, Issue 2.
- PAPADIA F., SANTINI C. (2012), *La Banca Centrale Europea*, Il mulino, Bologna.
- PANFILI F., DAINI F., POTENTE F. E REALE G. (2015), L'oro come "safe haven asset"? Evidenze empiriche basate su un confronto fra diverse attività finanziarie, Questioni di Economia e Finanza n. 277, Banca d'Italia.
- PERSSON K. G. (2011), *Storia economica d'Europa*, Apogeo, Milano.
- PRESBITERO A.F. (2010), *Il sistema monetario internazionale e il mercato dei cambi: una breve introduzione*, dispense.
- RANCI P. (2011), *Economia dell'energia*, Il mulino, Bologna.
- STOCK J. H., WATSON M. W. (2012), *Introduzione all'econometria*, Pearson, Milano.
- SUBARNA K. S., ZADEH ALI H. M. (2015), *Co - movements of Oil, Gold, the US Dollar and Stocks*, Modern Economy, 3, pp. 111 – 117.
- SUJIT K. S., RAJESH KUMAR B. (2011), *Study on dynamic relationship among gold price, oil price, exchange rate and stock market returns*, International Journal of Applied Business and Economic Research, Vol. 9, No.2.
- VITALI G. (2010), *La politica monetaria nell'unione europea*, Istituto di ricerca sull'impresa e lo sviluppo, dispense.
- ZHANG H.J., DUFOUR J., GALBRAITH J.W., (2016). *Exchange rates and commodity prices: Measuring causality at multiple horizons* Journal of Empirical Finance, 36, pp. 100-120.