Università
Ca'Foscari
Venezia

**Corso di Laurea Magistrale in Economia e Finanza**

Tesi di Laurea

Ca' Foscari
Dorsoduro 3246
30123 Venezia

# IL CROSS HEDGING PER LE MATERIE PRIME: UN'APPLICAZIONE AL MERCATO DELLA PLASTICA

**Relatore**
Ch. Prof.ssa Antonella Basso

**Laureando**
Marco Veggian
Matricola 830689

**Anno Accademico**
**2013 / 2014**

# INDICE

**INDICE** ..... 1

**INTRODUZIONE** ..... 5

**1. INTRODUZIONE AL RISCHIO** ..... 7

**1.1 CHE COS'È IL RISCHIO?** ..... 7

**1.2 LE DIVERSE TIPOLOGIE DI RISCHIO** ..... 10

1.2.1 Rischio di prezzo ..... 10

1.2.2 Rischio di tasso di interesse ..... 10

1.2.3 Rischio di credito ..... 11

1.2.4 Rischio base ..... 11

1.2.5 Rischio di liquidità ..... 12

1.2.6 Rischio per l'utilizzo di strumenti derivati ..... 13

1.2.7 Rischio derivante dalla volatilità ..... 13

1.2.8 Rischio di correlazione ..... 14

1.2.9 Rischio politico e rischio sovrano ..... 14

1.2.10 Le aspettative di mercato ..... 15

**1.3 LA VOLATILITÀ** ..... 15

1.3.1 I modelli per lo studio della volatilità ..... 15

**2. IL RISCHIO BASE E IL CROSS HEDGING** ..... 21

**2.1 IL RISCHIO BASE** ..... 21

**2.2 STRATEGIE DI COPERTURA PER I MERCATI DELLE MATERIE PRIME** ..... 27

**2.3 IL FUNZIONAMENTO DEL CROSS HEDGING** ..... 31

**2.4 IMPLEMENTAZIONI DEL CROSS HEDGING** ..... 34

2.4.1 Massimizzazione della funzione di profitto ..... 35

2.4.2 La regressione lineare ..... 37

2.4.3 Sviluppi Recenti ..... 40

2.4.4 Una strategia operativa per la valutazione del cross hedging....44

# 3. ANALISI DEI MERCATI ENERGETICI INTERNAZIONALI ...47

**3.1 INTRODUZIONE STORICA ....47**

**3.2 I MERCATI ENERGETICI....49**

3.2.1 Il mercato del petrolio....53

3.2.2 Il mercato del gas naturale ....60

3.2.3 Il mercato del carbone....65

3.2.4 Il mercato dell'energia elettrica ....69

# 4. IL MERCATO DEL PETROLIO ....75

**4.1 I DRIVER DEL PREZZO DEL PETROLIO ....76**

4.1.1 I fattori macroeconomici....76

4.1.2 La catena di vendita ....82

4.1.3 I fattori geopolitici ....84

4.1.4 Analisi delle curve forward....84

**4.2 IL MERCATO DEL BRENT ....85**

4.2.1 Il petrolio fisico del Mare del Nord....86

4.2.2 Gli strumenti finanziari del mercato del Brent....88

**4.3 IL PROCESSO DI DETERMINAZIONE DEL PREZZO DEL PETROLIO DA PARTE DELLE VARIE AGENZIE ....95**

# 5. IL MERCATO DELLA PLASTICA....101

**5.1 LA PRODUZIONE DELLA PLASTICA ....101**

**5.2 LE APPLICAZIONI DELLA PLASTICA ....102**

**5.3 LA CATENA DI VENDITA DELLA PLASTICA....104**

**5.4 I DRIVER DEL PREZZO DELLA PLASTICA....105**

**5.5 I DERIVATI FINANZIARI SULLA PLASTICA....106**

**5.6 IL PREZZO DEI CONTRATTI....108**

**5.7 GLI STRUMENTI DI COPERTURA ....109**

**5.8 LO SVILUPPO DEI DERIVATI SUI POLIMERI....112**

**6. IL CROSS HEDGING TRA PLASTICA E BRENT ..... 117**

**6.1 LA RACCOLTA DEI DATI ..... 118**

**6.2 LA MODULAZIONE DEI DATI ..... 121**

**6.3 LA STRATEGIA ..... 126**

6.3.1 Calcolo dell'indice di correlazione ..... 126

6.3.2 Modulazione della volatilità ..... 128

6.3.3 Individuazione del prezzo obiettivo ..... 129

6.3.4 Back Test ..... 131

**6.4 CONCLUSIONI ..... 137**

**CONCLUSIONE ..... 139**

**APPENDICE A: Replica di un future che quota media-mese ..... 141**

**APPENDICE B: Stima dei prezzi forward sintetici del paraxilene ... 145**

**APPENDICE C: Esempio di back test ..... 147**

**BIBLIOGRAFIA ..... 149**

# INTRODUZIONE

Questo lavoro si pone l'obiettivo di analizzare un problema molto comune che colpisce le industrie a livello globale: la gestione del prezzo delle materie prime. Storicamente queste hanno sperimentato una volatilità sempre maggiore rispetto ad altre attività finanziarie come possono essere le azioni o le obbligazioni.

Il ramo della finanza per la gestione del rischio di prezzo delle materie prime ha sperimentato un rapido e costante sviluppo dalla metà degli anni '90 in poi, portando all'introduzione nei mercati finanziari di un sempre maggior numero di derivati. Ciò nonostante, l'esistenza di una grandissima varietà di materie prime rende impossibile la creazione di uno strumento finanziario per la gestione del rischio di prezzo di ogni singolo bene utilizzato a livello industriale.

Ed è proprio dalla difficoltà nell'individuare lo strumento adatto per una determinata copertura che deriva la ricerca discussa nell'arco di questo lavoro. Quando il mercato non offre un derivato finanziario per la gestione del rischio di prezzo di quella specifica materia prima, è possibile cercare di analizzare se esiste la possibilità di creare una strategia di copertura attraverso alcuni derivati finanziari il cui sottostante non è identico alla materia prima verso cui l'azienda è esposta, ma i cui prezzi presentano una forte relazione. La strategia che si andrà così a studiare è definita cross hedging.

Come caso specifico è stata selezionata un'azienda italiana che produce bottiglie e contenitori alimentari, e per questo è fortemente esposta al rischio di prezzo della plastica. La plastica presenta delle oscillazioni di prezzo molto elevate che, in un mercato globalizzato come quello odierno, possono essere trasferite solo con molta difficoltà ai clienti finali.

Il problema principale è stato quello di trovare uno strumento finanziario il cui prezzo avesse una elevata correlazione con il prezzo della plastica, in modo da poter essere utilizzato ai fini della copertura. Per raggiungere questo scopo si è andati ad indagare la

possibilità di implementare una strategia di copertura per i polimeri plastici attraverso i future su una particolare tipologia di petrolio, il Brent.

La tesi si articola in 6 capitoli, suddivisi in due parti: i primi due capitoli trattano il tema del rischio a livello generale, per poi approfondire i temi del rischio base e del cross hedging; dal terzo al sesto capitolo si analizzano in sequenza i mercati energetici a livello globale, il mercato del petrolio, con una particolare attenzione al mercato del Brent, e il mercato della plastica; nel sesto ed ultimo capitolo si esamina infine la reale possibilità di attuare una strategia di cross hedging tra plastica e Brent.

In particolare, nel primo capitolo si introducono le varie tipologie di rischio che un investitore generalmente si trova ad affrontare, per poi focalizzarsi sul problema della volatilità dei prezzi all'interno dei mercati delle materie prime.

Nel secondo capitolo si entra nel merito del rischio base, la cui comprensione è di fondamentale importanza per lo studio di una strategia di cross hedging adeguata. Nel corso del capitolo si va inoltre ad analizzare il concetto di cross hedging, descrivendo cos'è e quali analisi sono necessarie per una strategia di copertura di questo tipo.

Nel terzo capitolo ci si pone come obiettivo l'introduzione generale ai mercati energetici, esaminando le caratteristiche principali di ogni singolo mercato per il petrolio, il gas naturale, il carbone e l'energia elettrica.

Nel quarto capitolo si studia in modo più approfondito il mercato del petrolio, con una particolare attenzione al mercato del Brent, ai vari strumenti finanziari che hanno questa tipologia di petrolio come sottostante ed ai meccanismi di fissazione del suo prezzo.

Nel quinto capitolo è introdotto il mercato della plastica, per capire quali polimeri ricoprono un'importanza elevata in questo mercato, in modo da contestualizzare l'attività dell'azienda.

Nel sesto capitolo, partendo dal lavoro di Masitwe (2001), si andrà ad analizzare una strategia di cross hedging tra due tipi di polimeri, il polietilene ad alta densità ed il paraxilene, e i future sul Brent, verificando se la copertura effettuata si rivela efficace o se introduce, al contrario, nuove dimensioni di rischio.

# CAPITOLO 1

# INTRODUZIONE AL RISCHIO

## 1.1 CHE COS'È IL RISCHIO?

Si può definire il rischio in diversi modi, ma in un'ottica finanziaria possiamo considerarlo come la possibilità di dover registrare delle perdite. Quando un individuo discute a riguardo del rischio dei propri investimenti, probabilmente sta pensando al fatto che un'obbligazione non stacchi più cedole, che il debitore fallisca non riuscendo a ripagare completamente il proprio debito, oppure che il prezzo delle azioni possa scendere.

Alcuni rischi possono essere identificati con metodi quantitativi, come quelli che saranno elencati in seguito. Un esempio pratico può essere rappresentato dall'acquisto di un biglietto della lotteria: le probabilità di vincita possono essere identificate con estrema precisione, ad esempio una su un milione, anche se l'ammontare della vincita non è conosciuto in anticipo. Nel caso in cui il biglietto della lotteria costasse 1 euro e si potessero vincere 1 milione di euro (già tassati), essendo sicuri che la vincita non andrebbe divisa, un individuo potrebbe assumere una posizione di indifferenza acquistando tutti i biglietti disponibili, cioè 1 milione, ed essendo sicuro di vincere 1 milione di dollari. Se un singolo individuo potesse acquistare insieme solo 999mila biglietti, il rischio di una perdita economica sarebbe di 1 su 1000, cioè dello 0,1%.

Altri rischi possono solo essere stimati. La probabilità di essere colpiti da un fulmine non può essere conosciuta con esattezza, ma può essere solo stimata andando a considerare dei parametri locali come il numero di precipitazioni, il numero di fulmini caduti, la densità della popolazione. Un esempio in campo finanziario può riguardare lo studio di due azioni, A e B.

Si ponga l'ipotesi che un investitore debba decidere quale dei due titoli aggiungere al proprio portafoglio e che l'orizzonte d'investimento sia di medio periodo (3-12 mesi). In questo caso è opportuno studiare il comportamento che i due titoli hanno avuto nell'ultimo anno. Si supponga che il rendimento sia il medesimo, 12% annuo, ma che la deviazione standard dei rendimenti ci indichi che il titolo B è, in senso assoluto, meno rischioso del titolo A poiché la sua deviazione standard è stata minore nel periodo di riferimento: una conclusione affrettata può portare a pensare che il titolo B sia migliore del titolo A. Questi soli due parametri, però, non sono sufficienti per decidere quale titolo aggiungere al portafoglio. L'analisi dovrà continuare esaminando attentamente se, acquistando il titolo A o il titolo B, il rischio dell'intero portafoglio diminuisce o aumenta (Markowitz, 1952). Per un singolo titolo, inoltre, si può prendere come indice di rischio il *downside risk*, simile alla deviazione standard, ma che si concentra solo sulla parte negativa della volatilità dell'investimento. Il valore di riferimento non è la media dei rendimenti, ma il rendimento minimo accettabile rappresentato da un titolo privo di rischio, e quindi il *downside risk* sarà tanto maggiore quanto maggiore sarà lo scostamento verso il basso dal rendimento minimo accettabile. Un'altra misura legata al rischio finanziario per un portafoglio è rappresentata dal VAR (Value At Risk), che rappresenta la massima perdita nella quale un portafoglio potrebbe incorrere in un determinato orizzonte temporale con un certo livello di probabilità.

Il calcolo degli indicatori di rischio appena descritti avviene utilizzando dati passati per prevedere il futuro, e di conseguenza le conclusioni che si traggono sono solo stime di ciò che potrebbe succedere.

Esiste un serio pericolo che non può essere sottovalutato quando si esaminano rendimenti e deviazioni standard: i rendimenti futuri non possono essere conosciuti in anticipo e possono solo essere stimati. L'investitore prudente deve prestare molta attenzione a questo fatto e non ragionare come se i rendimenti futuri replicassero in modo fedele i rendimenti ottenuti nel passato. Chi gestisce il rischio, quindi, non deve soffermarsi ad una semplice analisi quantitativa, ma deve ampliarla con una analisi di tipo qualitativo.

Ogni attività è esposta al rischio di mercato e può quindi vedere il proprio valore decrescere a seguito di cambiamenti di numerose variabili. In molti casi il rischio di

mercato è di facile individuazione: un barile di petrolio vede il proprio prezzo fluttuare il base ai volumi di domanda e offerta presenti sul mercato. Queste due variabili sono solitamente influenzate da fattori politici, sociali e climatici. La domanda di petrolio può subire brusche variazioni, ad esempio, a seconda del clima del Paese importatore, poiché un inverno più mite può portare ad un calo della domanda, come, al contrario, temperature più fredde in autunno e primavera possono innalzare i consumi spingendo verso l'alto la domanda. L'offerta di petrolio solitamente varia a seguito di fattori politici e sociali nei Paesi esportatori, come possono essere interventi governativi volti a limitare l'estrazione di greggio oppure guerre civili.

Per investimenti come le obbligazioni societarie il prezzo può variare a seguito del cambiamento nei tassi di interesse, del deterioramento della qualità del credito della società, del cambiamento della valutazione da parte delle agenzie di rating.

Lo studio presentato nell'ultimo capitolo della tesi concentra la propria attenzione sulla valutazione di una strategia statica di cross hedging tra i polimeri, molecole di base per la produzione della plastica, e i future sul petrolio. Il rischio per una società che elabora i polimeri per produrre bottiglie e film di rivestimento per contenitori alimentari è formato dal rischio di prezzo della materia prima. Da prassi aziendale i listini di vendita non possono essere aggiornati in ogni momento, ma solitamente il prezzo del prodotto che si andrà a vendere è individuato con un certo anticipo rispetto all'inizio dell'anno fiscale e può subire variazioni una o due volte all'anno. È proprio nell'arco temporale che intercorre tra la fissazione dei listini e una possibile variazione sfavorevole del prezzo di acquisto della materia prima che l'azienda è esposta al rischio di prezzo, poiché non può immediatamente trasferire al cliente finale i maggiori costi sopportati in modo da mantenere inalterato il margine unitario sulle vendite. Nel caso in cui l'azienda abbia l'opportunità di trasferire sul cliente finale i maggiori costi, si deve considerare la possibilità che le altre aziende operanti nello stesso mercato si siano coperte da una variazione sfavorevole dei prezzi: in questo caso la prima azienda, se decide di aumentare i prezzi, manterrà inalterato il proprio margine di vendita sul singolo prodotto, ma presumibilmente vedrà i propri volumi diminuire a causa di prezzi che possono risultare fuori mercato.

## 1.2 LE DIVERSE TIPOLOGIE DI RISCHIO

Vediamo ora quali sono i rischi che un piccolo investitore affronta abitualmente. Le dieci categorie di rischio sono state suddivise in due gruppi: le prime 3 descrivono i rischi comuni a tutti gli investitori; nel secondo gruppo si descrivono dei rischi comuni solo per alcuni investitori aggressivi, o con competenze elevate nell'utilizzo di strumenti derivati.

### 1.2.1 Rischio di prezzo

Un investitore che acquista un'azione è alla ricerca di un rendimento positivo dato dalla somma dei guadagni derivanti dallo stacco dei dividendi e dalla crescita del valore dell'azione (*capital gain*). Il prezzo che un investitore decide di pagare può essere basato su un metodo quantitativo come un modello della crescita dei ricavi o dei dividendi, oppure solamente basato su intuizioni d'investimento o su fattori derivanti dall'analisi tecnica. Con un modello quantitativo come può essere il modello *Discounted Cash Flow* (DCF), si ricava il valore dell'azione attualizzando ad un tasso definito le previsioni di crescita dei ricavi, ma se le previsioni sull'andamento dei ricavi futuri non si realizzano, il prezzo dell'azione può scendere portando ad una perdita per l'investitore.

### 1.2.2 Rischio di tasso di interesse

Il valore della maggior parte degli investimenti a reddito fisso è negativamente correlato con il valore dei tassi di interesse. Quando i tassi aumentano, il prezzo delle obbligazioni diminuisce, fino a quando il tasso di rendimento offerto non risulta interessante per gli investitori. Questo minor valore dell'obbligazione, che poco interessa a chi la detiene fino a scadenza, si trasforma in una perdita per gli investitori che vorranno venderla anticipatamente. Quando si tratta di obbligazioni, una caratteristica importante per l'investitore è la scadenza del titolo, poiché una scadenza più lunga porta ad una maggiore sensibilità del titolo alle variazioni dei tassi di interesse.

Per calcolare la sensibilità di un'obbligazione alle variazioni di prezzo si utilizza l'unità di misura chiamata *duration*, espressa in anni. La duration finanziaria misura il tempo che il portatore di un titolo deve attendere, in media, prima di ricevere capitale e interessi. Un'obbligazione con scadenza tra cinque anni e senza cedole ha una duration di cinque anni. Un'obbligazione con scadenza cinque anni che stacca cedole ha una duration inferiore a cinque anni, perché alcuni pagamenti sono incassati prima della scadenza (per approfondimenti si veda ad esempio Hull, 2012).

### 1.2.3 Rischio di credito

Chi investe in titoli a reddito fisso è esposto al rischio che l'emittente dell'obbligazione non sia più in grado di ripagare gli interessi durante la vita del titolo o il valore finale dell'obbligazione alla scadenza del titolo. Questo rischio può essere quantificato, attraverso il calcolo della L*oss Given Default* (LGD), definita in linea teorica come la percentuale di credito che, in caso d'insolvenza, non è possibile recuperare, ed è espressa come la differenza tra il valore del credito al momento del default e il valore del credito recuperato, al netto dei costi legali e amministrativi sostenuti per il recupero e del costo finanziario legato al tempo intercorso tra il verificarsi dello stato di default e il recupero effettivo (Hull, 2012). A seconda della tipologia di obbligazione di cui si è in possesso, le perdite legate ad un fallimento della controparte possono essere più o meno accentuate (per approfondimenti Bychuk et al, 2011).

Per un investitore aggressivo, con competenze maggiori dal punto di vista dei derivati ed altri strumenti finanziari, si possono presentare altre tipologie di rischio, come:

### 1.2.4 Rischio base

Quando un investitore si trova nella situazione di dover coprire un'esposizione su un'attività attraverso uno strumento finanziario il cui sottostante non è lo stesso rispetto a quello verso cui si è esposti, esiste il rischio che i prezzi dei due strumenti non si muovano in modo sincrono, facendo sì che il profilo di rischio dei due strumenti non si compensi a vicenda. All'interno di una strategia di gestione del rischio, quando si copre un proprio portafoglio con strumenti non identici a quelli contenuti all'interno del

portafoglio, non si ha la sicurezza di eliminare il rischio della propria esposizione, anzi, nel caso in cui i prezzi abbiano un comportamento completamente opposto, ci si espone ad un rischio ancora maggiore. Questi due fenomeni appena descritti sono da associare alla presenza del rischio base, tema che verrà approfondito nel prossimo capitolo.

### 1.2.5 Rischio di liquidità

Il rischio di liquidità è definito come il rischio che un titolo non possa essere venduto ad un prezzo equo con bassi costi di transazione e in breve tempo. In un mercato liquido il differenziale tra i prezzi a cui il broker acquista l'azione (prezzo denaro) o vende l'azione (prezzo lettera) è molto basso e tutti gli investitori possono, in qualsiasi momento, acquistare o vendere il proprio titolo sopportando costi di transazione trascurabili.

La mancanza di liquidità provoca dei movimenti molto accentuati nei mercati e in questi casi anche un volume esiguo di scambi può avere degli impatti molto importanti sul prezzo del titolo. La differenza tra prezzo denaro e prezzo lettera è un buon indicatore della liquidità di un titolo: un differenziale molto elevato indica una certa difficoltà per il broker di rivendere il titolo in tempi brevi e quindi il prezzo denaro sarà molto più basso del prezzo lettera. Un mercato illiquido, quindi, è un mercato caratterizzato da un basso numero di contrattazioni e da elevati differenziali tra il prezzo denaro e il prezzo lettera.

Quanto maggiore è l'illiquidità di un titolo, tanto più gli investitori richiedono un premio per il rischio di liquidità in aggiunta al rendimento del titolo. Questo assunto spiega perché il grado di liquidità relativa di un titolo è un fattore che influenza il tasso di rendimento del titolo stesso, ove gli investimenti con elevate caratteristiche di liquidità sono remunerati con tassi di interesse più bassi, a parità di tutte le altre condizioni.

Un premio per il rischio di liquidità è previsto inoltre per gli investimenti in titoli a lungo termine, a causa della maggiore sensibilità dei loro prezzi alle oscillazioni nei tassi d'interesse rispetto ai titoli a breve termine. In tal senso si sviluppa la teoria del premio per la liquidità, che si basa sull'idea che gli investitori sono disposti ad investire in titoli a lungo termine soltanto se su di essi è offerto un premio, come compenso per l'incertezza del valore futuro di un titolo, tanto maggiore quanto più lontana è la

scadenza. Infatti, in un contesto di incertezza, gli investitori preferiranno investire in titoli a breve termine, convertibili in denaro con basso rischio di perdita in conto capitale, ovvero di un calo del prezzo del titolo al di sotto del suo prezzo di acquisto. Pertanto, affinché gli investitori siano incentivati ad acquistare titoli a lungo termine esponendosi maggiormente al rischio di una perdita in conto capitale deve essere offerto loro un premio per la liquidità (www.borsaitaliana.it).

### 1.2.6 Rischio per l'utilizzo di strumenti derivati

L'utilizzo improprio dei derivati può portare a perdite ingenti. I derivati possono essere utilizzati come strumenti di copertura, ad esempio per proteggersi contro un movimento indesiderato del prezzo di un titolo oppure dei tassi d'interesse. Possono essere utilizzati anche a fini speculativi, e in questo caso si andrà ad avere un guadagno o una perdita solo considerando la differenza di prezzo del derivato tra il momento dell'acquisto e il momento il cui il derivato verrà venduto. Il rischio, in questo caso, deriva soprattutto dall'effetto leva, che consente di avere guadagni per importi superiori alla somma inizialmente investita, ma espone l'investitore anche alla possibilità di perdite ingenti.

Un utilizzo adeguato dei derivati può portare a considerevoli vantaggi in termini soprattutto di riduzione delle perdite o aumento dei ricavi. Possono essere utilizzati per coprirsi da un'eccessiva volatilità del mercato e da fluttuazioni impreviste nei tassi d'interesse e nel prezzo delle attività presenti in portafoglio. In un contesto aziendale i derivati possono essere utilizzati per bloccare il margine sul singolo prodotto venduto, coprendosi da movimenti sfavorevoli nei prezzi di acquisto delle materie prime o nei prezzi di vendita dei prodotti finiti.

### 1.2.7 Rischio derivante dalla volatilità

Si riscontra soprattutto nei portafogli gestiti attraverso l'acquisto/vendita di opzioni. I modelli più conosciuti per prezzare le opzioni si basano sul valore della volatilità storica del titolo, che non necessariamente si ripeterà nel periodo in cui l'investitore deterrà l'opzione. Un aumento della volatilità del titolo sottostante l'opzione, dopo il suo acquisto/vendita, implica una maggiore probabilità che l'opzione vada out-of-the-money, cioè che l'opzione possa prevedere una perdita per l'investitore.

Una volatilità elevata può avere come conseguenza una scarsa liquidità generale sui mercati e un aumento consistente dei costi di transazione.

Nell'ultimo paragrafo di questo capitolo saranno presentati due modelli per la stima della volatilità utilizzati prevalentemente per lo studio dei mercati delle materie prime.

### 1.2.8 Rischio di correlazione

Nella teoria moderna di gestione del portafoglio derivante dagli studi di Harry Markowitz (1952), si dimostra che il beneficio maggiore per gli investitori si ha nella diversificazione. Investendo in titoli poco correlati, si ottimizza il rendimento dell'intero portafoglio minimizzando il rischio non sistematico, cioè quello che non può essere "controllato" dall'investitore (una discussione più dettagliata della teoria moderna del portafoglio può essere trovata, tra gli altri, in Elton, Gruber, Brown e Goetzmann, 2006).

### 1.2.9 Rischio politico e rischio sovrano

Il rischio politico è conosciuto anche come "rischio paese", e si riferisce ai pericoli che potrebbe fronteggiare un investitore non derivanti direttamente dai fondamentali[1] del titolo acquistato, ma derivanti da qualche evento che riguarda il paese in cui la società quotata ha sede. Eventi sfavorevoli quali l'instabilità politica, le guerre civili, i cambiamenti sociali all'interno del paese possono provocare perdite per gli investitori.

Il rischio sovrano si riferisce a perdite economiche dovute a cambiamenti nell'ordinamento che possono portare a conseguenze sfavorevoli sul cambio della moneta del Paese in questione, oppure dovute alla parziale o totale cancellazione del debito sovrano. Esempi recenti di ripudiazione del debito si sono avuti in Russia nel 1998 oppure, in modo parziale, in Grecia nel 2012, quando tutti i creditori dovettero aderire ad un taglio nel valore dei titoli in loro possesso del 70%; una crisi del debito,

[1] Qui si fa riferimento alle variabili societarie che influenzano l'andamento di un titolo quotato in borsa. Il valore del titolo risente dell'andamento recente dell'impresa, delle aspettative di crescita future dell'impresa e delle aspettative di crescita future del settore in cui l'impresa opera.

che portò all'inconvertibilità della moneta nazionale per evitare una ulteriore svalutazione, è stata quella dell'Argentina nel 2002.

### 1.2.10 Le aspettative di mercato

L'ultimo rischio, che non può non essere almeno menzionato, è il rischio legato alle aspettative sui mercati che influenzano le decisioni degli investitori. Un eccessivo ottimismo o, al contrario, un eccessivo pessimismo, possono tradursi in rischi eccessivi, quando l'avidità o la paura guidano gli investitori, che non utilizzano più i modelli quantitativi e qualitativi ma cecamente seguono il "sentiment" di mercato senza effettuare valutazioni più accurate.

## 1.3 LA VOLATILITÀ

In un contesto di elevata volatilità, come quello dei mercati delle materie prime, è di importanza fondamentale avere un metodo di studio che permetta una sua giusta valutazione, poiché cambiamenti persistenti nel livello della stessa, possono esporre le imprese a rischi molto elevati.

In questo paragrafo sarà presentato il modello GARCH di base e due sue varianti. Questi modelli sono i più studiati in letteratura e i più utilizzati per modellare la volatilità poiché ne interpretano le variazioni tenendo memoria della volatilità passata e degli shock di prezzo che avvengono nei mercati.

### 1.3.1 I modelli per lo studio della volatilità

Fin dallo sviluppo dei modelli ARCH e GARCH da parte di Engel (1982) e Bollerslev (1986), gran parte della letteratura li ha utilizzati per lo studio della volatilità dei prezzi nel mercato delle materie prime. Negli anni '90 e 2000 sono stati condotti numerosi studi in cui i modelli GARCH univariati erano utilizzati per esaminare la volatilità nei mercati energetici: tra i principali ricordiamo i documenti di Morana (2001) e Lin (2001). In tempi più recenti si è passati allo studio di modelli GARCH multivariati, proposti per la prima volta da Bollerslev nel 1988. Sono stati prevalentemente utilizzati

per misurare le relazioni che esistono tra l'andamento della volatilità di diverse materie prime scambiate nei mercati energetici[2].

- Modelli GARCH

Nonostante lo sviluppo negli ultimi anni di modelli GARCH non parametrici (Buhlmann e McNeill, 2002), oppure con componenti multivariate (Engle e Sokalska (2012)), il semplice modello GARCH (1,1) rimane il più utilizzato poiché, nonostante la non normalità degli errori, converge verso la stima di (quasi) massima verosimiglianza, riuscendo ad avere una buona performance[3].

Il modello GARCH(1,1) di base specifica la varianza condizionale al tempo in funzione di due fattori, ed è individuato dalla seguente formula:

$$h_t^2 = c_0 + \beta_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_2 h_{t-1}^2$$

I due fattori che entrano nell'equazione di un modello GARCH sono: $h_{t-1}^2$ cioè la previsione della varianza effettuata nel periodo precedente; $\varepsilon_{t-1}^2$ cioè l'errore di previsione del periodo precedente, che indica quanto si è appreso di nuovo circa l'evoluzione della variabile in esame.

Nell'equazione compaiono anche una costante ($c_0$) e due coefficienti di variazione: $\beta_1$, il termine ARCH, che identifica la velocità con cui la volatilità si adegua ai nuovi shock di mercato; $\beta_2$, il termine GARCH, che identifica la persistenza della volatilità passata nella stima della volatilità presente. Il modello GARCH può essere utilizzato anche se gli errori non sono distribuiti secondo una variabile casuale normale, poiché assume una distribuzione degli errori GED[4] (Generalized Error Distribution), ammettendo che possano avere una distribuzione sia platicurtica che leptocurtica, adattandosi meglio ai prezzi delle materie prime energetiche rispetto ad una distribuzione normale.

La formulazione con la quale sono descritti i modelli GARCH assume implicitamente un'importante restrizione: poiché il termine che identifica l'errore nella stima del prezzo

[2] Per approfondimenti si rimanda a Wang (2012) e Manera, Nicolini, Vignati (2012).
[3] Per approfondimenti si veda Andersen and Bollerslev (1998).
[4] Famiglia di distribuzioni che comprende anche la normale, ma che al variare di uno dei parametri può approssimare in modo migliore l'esistenza di un eccesso di valori estremi nella distribuzione dei rendimenti (Gottardo, 2006).

per il periodo appena passato è elevato al quadrato ($\varepsilon_{t-1}^2$), la volatilità risponde in modo simmetrico a shock imprevedibili di prezzo, sia che questi siano positivi sia che questi siano negativi. Al contrario, le evidenze empiriche dimostrano una risposta asimmetrica a shock negativi rispetto a quelli positivi, poiché la volatilità implicita generalmente aumenta per i primi, mentre può mantenersi addirittura invariata per i secondi. Questo fenomeno, definito come *leverage effect*, può essere spiegato facendo ricorso agli effetti connessi con la struttura finanziaria delle società che emettono azioni. La logica di base di questa teoria è la seguente: se il prezzo azionario diminuisce, anche il valore di mercato del patrimonio diminuisce, e si modifica la struttura finanziaria dell'impresa che vede la leva debito/patrimonio aumentare, facendo aumentare anche il rischio connesso con l'impresa stessa. Al contrario, quando il prezzo aumenta, il rischio finanziario della società diminuisce, e con esso anche la variabilità dei rendimenti attesi per gli azionisti (Resti e Sironi, 2008)[5].

Questa asimmetria della risposta della volatilità può essere modellizzata con due variazioni rispetto al modello GARCH(1,1) di base appena descritto:

- utilizzando il modello Glosten-Jagannathan-Runkle GARCH(1,1), più comunemente conosciuto come GJR-GARCH[6].
- utilizzando il modello Exponential GARCH(1,1), più comunemente conosciuto come EGARCH(1,1) (Nelson, 1990).

Queste due specificazioni, pur presentandosi con una leggera differenza nella formulazione, conducono alla medesima conclusione: a seguito di movimenti ribassisti di mercato la volatilità aumenta maggiormente rispetto a movimenti verso l'alto del prezzo.

[5] RESTI A., SIRONI A. (2008), *Rischio e valore nelle banche*, seconda edizione, Egea, pag. 226.
[6] Per approfondimenti si veda Glosten, Jagannathan, Runkle (1993).

- Modello GJR-GARCH e modello EGARCH

Nel modello GJR la varianza è espressa nel seguente modo:

$$h_t^2 = c_0 + (\beta_1 + \gamma I_{t-1})\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_2 h_{t-1}^2$$

con

$$I_{t-1} = \begin{cases} 0 \; se \; r_{t-1} \geq \mu \\ 1 \; se \; r_{t-1} < \mu \end{cases}$$

dove:

- il coefficiente $\beta_2$ non varia rispetto al modello GARCH(1,1) e cattura l'effetto della persistenza della volatilità.
- $r_{t-1}$ è il rendimento del titolo nel periodo precedente rispetto al momento in cui si stima il valore della volatilità. A differenza del modello GARCH di base, è stato introdotto il termine $I_{t-1}$, coefficiente di asimmetria GJR, che può assumere valore sia positivo sia negativo, modellizzando la varianza nel seguente modo:
    - se il rendimento nel periodo precedente (t-1) è positivo il termine $I_{t-1}$ assume valore uguale a 0 e quindi il parametro che descrive la risposta della volatilità a shock di prezzo ($\beta_1$) rimane invariato rispetto ad un modello GARCH;
    - se il rendimento del periodo precedente è negativo il termine $I_{t-1}$ assume valore uguale a 1 e quindi il parametro che descrive la risposta della volatilità a shock di prezzo ($\beta_1 + \gamma$) è maggiore di quello che si sarebbe ottenuto con un modello GARCH di base, andando così a riflettere il concetto di asimmetria presentato in precedenza.

Il modello EGARCH non considera la varianza ma il suo logaritmo, consentendo di non imporre alcun vincolo ai parametri, poiché la trasformazione esponenziale garantisce la non negatività della varianza.

La formulazione è la seguente:

$$\log h_t^2 = c_0 + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + \beta_1 \frac{|\varepsilon_{t-1}|}{h_{t-1}} + \beta_2 \log h_{t-1}^2$$

che può essere riscritta nel seguente modo:

$$\log h_t^2 = \begin{cases} c_0 + \beta_2 \log h_{t-1}^2 + (\beta_1 + \gamma) \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} & se\ \varepsilon_{t-1} > 0 \\ c_0 + \beta_2 \log h_{t-1}^2 + (\beta_1 - \gamma) \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} & se\ \varepsilon_{t-1} < 0 \end{cases}$$

dove:

- Il coefficiente $\beta_2$ non varia rispetto al modello GARCH(1,1) e al modello GJR-GARCH(1,1), e cattura l'effetto di persistenza della volatilità.
- il coefficiente $\beta_1$ consente di tener conto della possibilità di una reazione asimmetrica proporzionale alle nuove informazioni sul prezzo senza tener conto del segno delle stesse;
- il coefficiente $\gamma$ identifica la presenza di un effetto asimmetrico. Il segno atteso di $\gamma$ sarà negativo, in quanto ci si aspetta un effetto amplificatore in caso di rendimento negativo nel periodo precedente ($\varepsilon_{t-1}$) e un impatto ridotto in caso di shock positivo di prezzo.

I modelli EGARCH, quindi, permettono una maggiore fluttuazione del valore del parametro che rispecchia la risposta della volatilità a shock di prezzo nei mercati, poiché qui il coefficiente può assumere valori sia maggiori che minori rispetto al coefficiente identificato con un modello GARCH(1,1).

- Modelli GARCH multivariati

Proposti per la prima volta da Bollerslev nel 1988, i modelli GARCH multivariati (MGARCH) sono utilizzati sempre più frequentemente negli studi economici relativi all'energia. Associati con un vettore autoregressivo (VAR) o con un *vector correction*

*model* (VECM) per l'esplicitazione dell'equazione principale, permettono lo studio dinamico di varianza e covarianza all'interno delle serie storiche.

Come vedremo nel prossimo capitolo, i modelli MGARCH sono spesso utilizzati per lo studio della volatilità delle serie storiche riguardanti i prodotti energetici. Se proposti insieme ad un modello VECM, possono risultare utili per modellizzare in contemporanea la volatilità di due serie storiche. In questo modo è possibile calcolare se c'è trasmissione di volatilità tra diverse materie prime. Questo effetto può essere comune nei mercati energetici, soprattutto se si prendono come riferimento tre prodotti come petrolio, gas naturale ed energia elettrica che possono essere sostituibili tra loro. Petrolio e gas naturale possono essere utilizzati per la produzione di energia elettrica, essendo complementari per la sua produzione.

In numerosi studi, tra cui uno di recente redazione di Efimova e Serlentis (2014), si afferma che i modelli GARCH univariati e multivariati producono stime simili, anche se i modelli univariati producono previsioni più accurate. La scelta ottima del modello da utilizzare dipende dal tipo di studio che si vuole intraprendere e dalla qualità dei dati in possesso.

Il principale vantaggio che si ha nell'utilizzo dei modelli MGARCH è la possibilità di studiare le relazioni che intercorrono tra le volatilità delle serie storiche prese in esame, soprattutto nel campo dei mercati energetici dove, come detto prima, gran parte dei prodotti sono tra loro correlati.

# CAPITOLO 2

# IL RISCHIO BASE E IL CROSS HEDGING

In questo capitolo verrà descritto il rischio base e come, attraverso l'utilizzo di strumenti derivati, è possibile gestirlo. Si entrerà poi nel merito delle diverse strategie di copertura, diversificandole tra strategie statiche e strategie dinamiche, individuando quali strumenti derivati sono più adatti per implementare le prime rispetto alle seconde. Come ultima parte si analizzerà il concetto di cross hedging e saranno presentati alcuni modelli che andranno ad approfondire lo studio del rapporto di copertura a varianza minima.

## 2.1 IL RISCHIO BASE

Il rischio base in finanza è associato al concetto di una strategia di copertura imperfetta, e si origina per la presenza di diversi fattori, come: la differenza di prezzo tra la materia prima che si vuole coprire e lo strumento finanziario utilizzato per la copertura; la differenza tra la data di scadenza dello strumento finanziario e la data in cui si opererà sul mercato a pronti; la diversa località di consegna tra la materia prima sottostante allo strumento finanziario e la materia prima verso cui si è esposti.

Il rischio base riassume in un unico termine tutti questi tre rischi che si possono presentare simultaneamente, ora descritti in modo specifico facendo riferimento ai mercati energetici:

- *Rischio di diversa qualità del prodotto (quality basis risk)*: nasce quando la copertura può essere attuata solo con uno strumento finanziario avente come sottostante una materia prima dalle caratteristiche qualitativamente diverse

rispetto a quella che si ha in programma di coprire. L'esempio più comune è rappresentato dalle compagnie aeree che coprono i propri acquisti di cherosene attraverso i future su petrolio, gasolio o olio combustibile. Nonostante ci si esponga a questo tipo di rischio, le compagnie aeree affermano che questo tipo di copertura porta vantaggi considerevoli rispetto alla non copertura assoluta.

- *Rischio di calendario (calendar basis risk)*: nasce quando lo strumento finanziario non ha la stessa scadenza della propria esposizione. Questo accade soprattutto per le materie prime, dove i future hanno prezzi molti erratici durante il mese di consegna e per questo solitamente si è portati ad utilizzare contratti con scadenza più lontana nel tempo rispetto alla scadenza della propria esposizione sul mercato a pronti, in modo da poter liquidare il future senza incorrere in fluttuazioni del prezzo imprevedibili.
- *Rischio di diversa località di consegna (location basis risk)*: deriva dal fatto che la materia prima sulla quale è scritto il future non ha la stessa località di consegna della materia prima verso cui si è esposti. Se prendiamo in considerazione un produttore di gas americano che opera sul mercato a pronti in Colorado, esso può coprirsi attraverso i contratti future sul gas quotati sul NYMEX, ma questi hanno come sottostante il gas distribuito attraverso il gasdotto Henry Hub, in Louisiana. Sarà esposto, quindi, al rischio che i due prezzi non si muovano in modo sincrono.

Quando si va a definire un'operazione di copertura, la base è così definita (Hull, 2012):

$$base = prezzo\ a\ pronti\ da\ coprire - prezzo\ future\ utilizzato\ per\ copertura$$

Se l'attività da proteggere coincide con quella sottostante il future, la base dovrebbe essere nulla alla scadenza del future e molto contenuta in prossimità della scadenza.

La base varia durante il periodo di copertura al variare del prezzo della materia prima scambiata sul mercato a pronti e della materia prima sottostante il future. Se il prezzo a pronti aumenta più del prezzo future, la base aumenta e si parla di rafforzamento della base; quando il prezzo future aumenta più del prezzo a pronti la base diminuisce e si parla di indebolimento della base.

La base per definizione è calcolata come: $b = S - F$.

Nel caso in cui la copertura sia messa in atto da un'azienda che al tempo $t_1$ sa che al tempo $t_2$ dovrà acquistare una certa quantità di materia prima (copertura lunga), il prezzo di acquisto in $t_2$ sarà $S_2$ e la perdita su future sarà calcolata come $F_1 - F_2$. Il prezzo effettivamente pagato in $t_2$ sarà:

$$S_2 + F_1 - F_2 = F_1 + b_2$$

dove l'unica incognita dell'equazione è il termine $b_2$ cioè il valore della base al tempo $t_2$. Questo è il cosiddetto rischio base. In questa equazione i termini utilizzati sono: $S_2$, prezzo a pronti al tempo $t_2$; $F_1$ e $F_2$, prezzi del future rispettivamente al tempo $t_1$ e $t_2$.

Il valore della posizione finale rimane invariato anche nel caso di una copertura corta, cioè quando l'azienda al tempo $t_1$ sa che al tempo $t_2$ dovrà vendere una certa quantità di materia prima. La posizione su future assunta al tempo $t_1$ sarà una posizione corta. In questo caso il prezzo dell'attività venduta in $t_2$ sarà $S_2$ e il profitto risultante dalla posizione su future sarà pari a $F_1 - F_2$. Il prezzo effettivamente incassato sarà:

$$S_2 + F_1 - F_2 = F_1 + b_2$$

Anche in questo secondo caso l'unica incognita dell'equazione è il termine $b_2$, cioè il valore della base al tempo $t_2$.

Nel caso di una copertura lunga, se la base si rafforza in modo inatteso la posizione dell'azienda che si copre peggiora, mentre se si indebolisce in modo inatteso la posizione dell'azienda migliora. Nel caso di copertura corta, se la base si rafforza in modo inatteso la posizione dell'azienda che si copre migliora, mentre se si indebolisce in modo inatteso la posizione dell'azienda peggiora.

Se l'attività da proteggere è diversa da quella del sottostante lo strumento di copertura, come nel caso in cui si implementi una strategia di cross hedging, il rischio base aumenta. In questo caso entra in gioco una seconda componente del rischio base, ed è la differenza di prezzo tra l'attività da coprire e l'attività sottostante allo strumento finanziario, che si va a sommare alla possibile differenza tra il prezzo dell'attività da coprire e il prezzo dello strumento utilizzato per la copertura. Definiamo con $S_2^*$ il prezzo al tempo $t_2$ dell'attività sottostante il future.

Nel caso di copertura lunga il prezzo da pagare per l'attività sarà: $S_2 + F_1 - F_2$, che in questo caso può essere riscritto nel modo seguente:

$$F_1 + (S_2^* - F_2) + (S_2 - S_2^*)$$

dove i termini $(S_2^* - F_2)$ e $(S_2 - S_2^*)$ sono le due componenti della base: il primo identifica la differenza che si avrebbe se l'attività da coprire fosse uguale a quella sottostante il future; il secondo è la base che deriva dalla differenza di prezzo tra l'attività da coprire e l'attività sottostante il future (Hull, 2012).

Concentrando la nostra attenzione sui mercati energetici, verranno ora presentati brevemente gli strumenti finanziari maggiormente utilizzati a fini copertura nel caso in cui il rischio base sia minimo o nullo e infine sarà descritta una strategia semplice per gestire il rischio base costruita attraverso un contratto swap.

Lo strumento comunemente inserito nelle strategie di copertura per i mercati energetici è il future. Chi acquista un future ha l'obbligo di acquisto della materia prima al prezzo stabilito all'interno del contratto ad una data stabilita, detta data di scadenza. Nella pratica solo un numero molto esiguo di future viene mantenuto fino a scadenza, mentre nella maggior parte dei casi il future viene chiuso prima della data di scadenza per poi andare ad operare direttamente sul mercato a pronti.

Prendiamo come esempio un produttore di gas naturale che il 2 marzo 2011 voglia coprire 10.000 Mbtu[7] di gas naturale per giugno 2011. Un contratto future sul gas è scritto su 10.000 Mbtu di gas, quindi dovrà vendere 1 future. Il 2 marzo il prezzo del future con scadenza giugno 2011 è di 4,015$/Mbtu. L'ultimo giorno in cui è possibile contrattare il future sul gas naturale con scadenza giugno 2011 è il giorno 26 maggio 2011. Il produttore ha utilizzato il future solo a fini di copertura, quindi decide di chiudere la propria posizione e di vendere il gas sul mercato a pronti. Se il prezzo a pronti di giugno scende a 3,515/Mbtu, il produttore ha un profitto netto sul future pari a 0,50$/Mbtu. Ponendo il caso in cui il gas prodotto sia lo stesso gas utilizzato come sottostante del future, il produttore venderà sul mercato a pronti il gas a 3,515$/Mbtu e aggiungerà a questo prezzo il profitto su future pari a 0,50$/Mbtu, portando il prezzo

[7] 1 Mbtu = 1.000.000 Btu. 1 Btu è un'unità di misura dell'energia corrispondente a circa 1055 Joule.

finale a 4,015$/Mbtu. Se il prezzo a pronti di giugno sale a 4,515/Mbtu, il produttore ha una perdita netta sul future pari a 0,50$/Mbtu. Ponendo il caso in cui il gas prodotto sia lo stesso gas utilizzato come sottostante del future, il produttore venderà sul mercato a pronti il gas a 4,515$/Mbtu e sottrarrà a questo prezzo la perdita netta su future pari a 0,50$/Mbtu, portando il prezzo finale a 4,015$/Mbtu.

In entrambi i casi il prezzo è stato bloccato a 4,015$/Mbtu.

Nel caso in cui lo stesso tipo di copertura sia implementato da un'industria che acquista gas, la strategia avverrà in modo completamente opposto, andando ad acquistare il future a inizio marzo e vendendolo a fine maggio.

La strategia costruita attraverso i future è molto semplice: nel caso in cui un'industria debba coprirsi dall'aumento dei prezzi dell'energia acquisterà future, nel caso in cui il pericolo sia una discesa dei prezzi l'impresa dovrà coprirsi andando a vendere future.

Un secondo contratto che può essere utilizzato a fini di copertura è il forward. A differenza dei future, i forward possono essere utilizzati per eliminare completamente il rischio base. Questo perché non sono contratti standardizzati e quindi l'azienda può raggiungere un accordo privato con un cliente o con un fornitore per vendere o acquistare proprio quel prodotto ad un prezzo già prestabilito e in una data futura certa. Per questa sicurezza sul prezzo di vendita o di acquisto si dovrà pagare un premio per il rischio che andrà ad erodere una parte del profitto dell'impresa. Il rischio principale in questo tipo di transazioni è dovuto al rischio di controparte, poiché allo scadere del forward, se la controparte non onora il proprio impegno, difficilmente si potrà trovare una terza impresa pronta ad accollarsi gli oneri del contratto alle stesse condizioni stabilite precedentemente e si dovrà procedere con un acquisto o una vendita a prezzi di mercato come se non si fosse implementata nessuna copertura.

Un terzo strumento molto utilizzato è il contratto di opzione. Quando si acquista un'opzione, si acquisisce il diritto, ma non l'obbligo, di acquistare o vendere il bene sottostante l'opzione durante l'intera vita del contratto (opzione americana) oppure solo nel giorno di scadenza dell'opzione (opzione europea). Le opzioni si suddividono principalmente in due categorie: opzioni call e opzioni put. Acquistando le prime si ha il diritto di acquistare una certa quantità di un bene ad un prezzo prestabilito, acquistando

le seconde si ha il diritto di vendere una certa quantità di un bene ad un prezzo prestabilito.

Un'azienda che utilizza energia elettrica si servirà delle opzioni call per proteggersi da aumenti inattesi e troppo elevati del suo prezzo. Con un'opzione call si andrà a bloccare il prezzo massimo a cui acquistare l'energia elettrica, e nel contempo si potrà beneficiare di movimenti a ribasso del prezzo.

Chi produce energia elettrica, potrà acquistare un'opzione put per proteggersi da bruschi cali del prezzo dell'energia. Con un'opzione put si acquisisce il diritto di vendere il bene sottostante al prezzo inserito nel contratto, potendo beneficiare di eventuali movimenti al rialzo dei prezzi.

Le opzioni, al contrario dei future, hanno dei costi inziali che corrispondono al loro prezzo di acquisto.

Per ridurre il costo di acquisto di una singola opzione si ricorre, di frequente, ad una strategia chiamata *collar*. Per creare un collar, i produttori di energia elettrica acquisteranno un'opzione put e andranno a vendere un'opzione call, con medesime caratteristiche ma prezzo d'esercizio diverso, che avrà un costo simile all'opzione put acquista. Si verrà a formare un corridoio ipotetico di prezzi tale per cui:

- all'interno del corridoio il produttore venderà l'energia elettrica a prezzi di mercato;
- sopra il prezzo identificato dall'opzione call venduta, il prezzo di vendita sarà identificato dal prezzo d'esercizio della call;
- sotto il prezzo identificato dall'opzione put acquistata, il prezzo di vendita sarà identificato dal prezzo d'esercizio della put.

Come ultimo strumento di copertura sono analizzati gli swap. Nel mercato dell'energia lo swap è un accordo temporaneo dove un'impresa converte la propria esposizione verso un mercato dove il prezzo della materia prima è variabile, in un'esposizione a costo fisso, o viceversa. Le aziende che utilizzano energia elettrica si serviranno dei contratti swap per bloccare il costo dell'energia, mentre i produttori di energia elettrica utilizzeranno gli swap per bloccare i propri profitti ad un livello da loro definito soddisfacente.

Anche in questo caso la risultante della strategia è molto semplice: ponendoci dal lato di un utilizzatore di energia elettrica, se il prezzo aumenta il profitto generato attraverso lo swap andrà a compensare il maggior costo dell'energia dal momento di stipulazione dello swap ad oggi; se il prezzo dell'energia diminuisce, la perdita generata dello swap andrà a compensare il minor costo dell'energia dal momento di stipulazione dello swap ad oggi. In entrambi i casi il prezzo dell'energia rimane bloccato al prezzo fisso deciso al momento della stipulazione dello swap.

Esistono alcune tipologie particolari di contratti swap adatte a coprire proprio il rischio base che si crea per la diversa qualità tra il bene verso cui si è esposti ed il bene sottostante l'opzione o il future. Il cosiddetto *basis swap* serve per bloccare, per un periodo di tempo, il differenziale di prezzo tra il prodotto verso cui si è esposti e il sottostante allo strumento finanziario utilizzato. Se la base aumenta si riceverà dalla banca questo aumento della base rispetto a quanto inserito nel contratto swap, se la base si riduce l'impresa pagherà alla banca questa riduzione della base rispetto a quanto inserito nello swap.

In questo modo oltre a bloccare il prezzo del sottostante l'opzione o il future, si blocca, sotto forma di differenziale, anche il prezzo del prodotto verso cui l'impresa è esposta.

## 2.2 STRATEGIE DI COPERTURA PER I MERCATI DELLE MATERIE PRIME

L'implementazione di una qualsiasi strategia di copertura funzionante mette in atto una serie di azioni che impegnano tempo e risorse. Anche una strategia molto semplice, può richiedere un elevato ammontare di lavoro per identificare gli strumenti finanziari più adeguati e per creare un team specializzato che si occupi della loro gestione. Inoltre, una strategia non è mai a costo zero, o per meglio dire, ci saranno dei costi inziali da sostenere che poi, nel caso in cui la strategia funzionasse, saranno compensati dai minori costi futuri.

Le strategie di copertura che un'azienda può adottare sono principalmente di tre tipi:

- *Copertura "naturale"*: è la tipologia di copertura più semplice poiché non utilizza strumenti finanziari. Questo è il caso dei contratti a termine tra l'impresa e il

proprio fornitore o cliente. Il contratto stipulato conterrà la data di consegna del bene e il prezzo a cui il bene sarà acquistato o venduto, in modo che il prezzo sia bloccato con largo anticipo. Con questa strategia l'azienda si preclude la possibilità di beneficiare di movimenti favorevoli del prezzo del bene e si espone al rischio di controparte.

- *Copertura statica*: è una tipologia di copertura che non prevede ribilanciamenti nel caso di oscillazioni del prezzo dell'attività che si vuole coprire. Gli strumenti più utilizzati per questo tipo di copertura sono i contratti future, le opzioni e gli swap. In una copertura statica lo strumento finanziario è acquistato o venduto ad inizio copertura, e non subisce alcuna variazione finché la copertura non termina[8]. Nel caso si utilizzino i contratti future o i contratti swap non si prevede un esborso iniziale poiché questi strumenti non hanno un costo ad inizio strategia. Al contrario, se si utilizzano le opzioni, è previsto un esborso iniziale di denaro pari al costo dell'opzione stessa.
- *Copertura dinamica*: questa strategia prevede ribilanciamenti frequenti delle posizioni assunte sui derivati finanziari al variare del prezzo della materia prima verso cui si è esposti. Gli strumenti più utilizzati in questi casi sono le opzioni. Come approfondito in seguito, la strategia di copertura dinamica delta-gamma è la più utilizzata per ridurre i costi complessivi della strategia e mantenere il portafoglio il più possibile bilanciato. I costi relativi a questa strategia vanno ricercati nel prezzo iniziale per l'acquisto delle opzioni, ai quali si aggiungono i costi per le transazioni necessarie ad ogni ribilanciamento.

Non esiste un procedimento univoco per capire qual è la strategia più adatta per la singola impresa, ma deve essere attentamente considerato il contesto in cui essa opera, la possibilità e le competenze di gestione del rischio e qual è il grado di esposizione più adeguato. Per rispondere a questa domanda è necessario considerare il grado di propensione al rischio dell'impresa.

[8] Queste strategie di copertura sono del tipo "copriti e dimentica" (hedge and forget), nel senso che non richiedono alcun ribilanciamento durante la vita del contratto.

Nel caso di un'azienda agricola che decidesse oggi di coprire la propria raccolta di frumento da consegnare l'anno prossimo bloccando preventivamente il prezzo di vendita, essa non avrà poi la possibilità di beneficiare di un eventuale aumento del prezzo del grano. Una strategia del genere può essere molto utile ad un'azienda di medie-piccole dimensioni, che non ha la capacità di fare delle previsioni attendibili sull'andamento futuro del mercato del grano. Nel caso di una grande azienda, ben capitalizzata, e dotata di strumenti di previsione raffinati, si può considerare la possibilità di non coprire la propria esposizione, o di coprirla con una strategia dinamica nel caso venga stimato che le probabilità di una discesa dei prezzi sia minore della probabilità di salita degli stessi. Questa azienda sarà in grado di fronteggiare il rischio di un calo dei prezzi, avendo inoltre l'opportunità di beneficiare di una salita degli stessi.

Altro elemento su cui porre particolare attenzione è l'incidenza della volatilità dei prezzi sul bilancio aziendale: se una volatilità molto alta può portare alla bancarotta nel caso di uno scenario negativo del mercato, la soluzione migliore da adottare è una copertura totale dell'esposizione, eliminando la possibilità di beneficiare di uno scenario di mercato favorevole.

Questo porta ad un secondo punto molto importante: la copertura dovrà essere statica o dinamica?

Una copertura statica è relativamente semplice da implementare e da eseguire, soprattutto quando la strategia prevede una copertura totale dell'esposizione. In questo caso, in cui il rapporto di copertura è del 100%, il potenziale beneficio in caso di scenario positivo del mercato è ridotto al minimo. Solitamente una strategia impostata in questo modo non richiede esborsi iniziali di denaro.

Attraverso l'utilizzo delle opzioni è possibile creare una copertura dinamica del rischio, ribilanciando in modo più o meno continuo l'ammontare di attività e di opzioni in portafoglio, secondo la classica tecnica che tiene in considerazione il valore dei parametri delta e gamma. Il ribilanciamento secondo uno schema delta-gamma può essere attuato solo nel caso di una quantità non esigua di opzioni possedute, in modo tale che i costi di transazione per il ribilanciamento siano minimi rispetto al capitale inizialmente impegnato.

Com'è noto, il delta è la derivata del valore dell'opzione rispetto al prezzo del sottostante. La copertura "delta-hedging" sfrutta il valore della correlazione tra il prezzo dell'opzione e il prezzo del sottostante, ponendosi come obiettivo la riduzione del rischio associato ai movimenti di prezzo delle opzioni. Con una strategia dinamica di questo tipo si andrà ad intervenire acquistando o vendendo il sottostante in modo che il cambiamento nel prezzo delle opzioni sia uguale ma opposto al cambiamento del valore della posizione sul sottostante. Il numero di ribilanciamenti può apparire enorme se si dovesse continuamente acquistare o vendere materia prima ogni volta che il delta cambia. Le soluzioni sono due: la prima, meno sofisticata, sta nel ribilanciare il portafoglio solo periodicamente, ad esempio una volta al giorno; la seconda, sta nel ridurre il valore del parametro gamma.

Riducendo il valore di gamma si va ad implementare la struttura di copertura "delta-gamma". Il gamma è definito come la derivata del delta del portafoglio rispetto al prezzo dell'attività sottostante l'opzione e rappresenta la velocità con cui il prezzo dell'opzione varia in corrispondenza dei cambiamenti di prezzo del sottostante all'opzione. Per ribilanciare il gamma si va ad intervenire sul numero di opzioni possedute in portafoglio. Si dovrà operare sul mercato acquistando o vendendo un numero di opzioni, che avranno un certo valore di gamma, opposto al rapporto tra il gamma del portafoglio e il gamma dell'opzione. Questa nuova posizione su opzioni comporta una modifica del delta del portafoglio e si dovrà intervenire sul sottostante l'opzione per riportare il valore del delta uguale a zero.

Un esempio può aiutare meglio a capire il meccanismo: si consideri un portafoglio neutrale in termini di delta ma con un gamma pari a -1000 e un'opzione call con delta 0,47 e gamma 2. Il portafoglio può essere reso neutrale in termini di gamma acquistando una posizione lunga su $-(-\frac{1000}{2}) = 500$ opzioni call. Così facendo il delta del portafoglio varia per un valore pari a 500 x 0,47 = 235. Pertanto ora occorre vendere l'attività sottostante l'opzione per una quantità pari a 235 in modo che il portafoglio torni ad essere neutrale anche in termini di delta.

Quando si assiste ad un ampio cambiamento nel prezzo del sottostante, quindi, si va a riportare il gamma al valore 0 andando a ribilanciare il numero di opzioni, in seguito si interviene sulla quantità di attività in modo da riportare anche il delta a valore 0.

Operando per prima cosa sul numero di opzioni, si riduce la quantità di attività da scambiare sul mercato a pronti, riducendo, cosa molto importante, i costi di transazione (Iris Mack, 2014).

Uno svantaggio derivante da una copertura dinamica, soprattutto in un mercato molto volatile, sono i costi di transazione, legati strettamente al costante ribilanciamento del portafoglio che si deve eseguire per mantenere un livello di copertura adatto all'esposizione. Infatti, il processo di copertura dinamica aumenta la volatilità del costo di copertura. Per mitigare il volume di questi costi, la soluzione più praticata è una combinazione di copertura statica e dinamica, che riesce a bilanciare la possibilità di sfruttare dei movimenti positivi di mercato, contenendo i costi.

Una combinazione applicabile potrebbe essere la seguente: utilizzare una strategia statica per evitare di dover subire delle perdite per movimenti di mercato molto negativi, che comportino perdite superiori al 20% del valore delle attività in possesso, acquistando opzioni put con un prezzo obiettivo pari all'80% del valore delle attività che si vogliono coprire; per il restante 20% del valore si va ad applicare una copertura dinamica. In questo modo se il valore delle attività avrà un andamento positivo nel tempo, il costo inziale sostenuto per l'acquisto delle opzioni put sarà completamente riassorbito attraverso i guadagni reali sul valore delle attività.

La scelta di una strategia che comporti una percentuale più o meno elevata di copertura dinamica è dettata dal livello di volatilità del mercato. In periodi di alta volatilità sarà preferibile una strategia di copertura statica. Implementando quest'ultima attraverso prodotti lineari come i contratti forward e future si ha il vantaggio di non dover sopportare dei costi iniziali ad inizio strategia, cosa che accadrebbe se si andassero ad utilizzare le opzioni. Inoltre, c'è da tener presente che il costo delle opzioni, nei periodi di alta volatilità, è molto elevato.

## 2.3 IL FUNZIONAMENTO DEL CROSS HEDGING

Per definizione, con il termine cross hedging si intende una strategia di copertura per un'esposizione sul mercato a pronti, attraverso l'utilizzo di uno o più contratti future aventi come sottostante una materia prima diversa da quella verso cui si è esposti.

L’obiettivo principale di questa strategia è la riduzione del rischio di prezzo dell’esposizione sul mercato a pronti, prestando molta attenzione alla gestione del rischio base che non può essere completamente eliminato.

La strategia di cross hedging più semplice utilizza una sola tipologia di contratti future, mentre strategie più complesse possono essere strutturate attraverso due o più tipologie di future diverse. Il problema principale è selezionare il contratto future più adatto e individuare la quantità di future da acquistare o vendere in rapporto al volume della propria esposizione. I contratti future potenzialmente validi affinché la strategia funzioni sono quei contratti che hanno come sottostanti materie prime che dimostrano una forte correlazione di prezzo con l’esposizione da coprire.

Lo studio che sarà illustrato nell’ultimo capitolo riguarda la costruzione di una strategia che ha come obiettivo la riduzione del rischio di prezzo per un’industria che processa polimeri utilizzati per la produzione di bottiglie di plastica e di un’estesa gamma di film per il confezionamento di generi alimentari.

Come sarà spiegato meglio in seguito, il prezzo dei polimeri è legato al prezzo del petrolio poiché sono un loro derivato. Non esistendo né contratti a termine scambiati nei mercati Over The Counter (OTC), né contratti derivati scambiati nelle borse regolamentate aventi come sottostante i polimeri, si è verificata la fattibilità di una copertura utilizzando i future sul petrolio, più precisamente i future sul Brent.

Al giorno d’oggi, dopo l’evoluzione finanziaria degli ultimi 50 anni, possiamo trovare contratti future o forward su quasi tutti i prodotti che si possono scambiare in borsa: obbligazioni, azioni, materie prime. Lo studio effettuato fa riferimento al mercato delle materie prime, ed è proprio in questo settore che i contratti derivati non sono presenti per tutte le tipologie di prodotto. Il motivo di queste lacune deve essere ricercato nella vastissima quantità di materie prime esistenti, e nella presenza di varietà diverse per un singolo prodotto. Si prenda come esempio il petrolio: solo rimanendo tra le qualità scambiate in Europa e negli Stati Uniti si possono trovare Brent, WTI, Oseberg, Forties, Ekofisk, e dai dati Platt’s si ricava che le tipologie di petrolio che vengono contrattate giornalmente sono 95 in tutto il mondo. In un contesto simile è impensabile che possano essere prezzati derivati per ogni tipologia di materia prima disponibile sul mercato.

Questo porta ad un fatto evidente: quando si gestisce il rischio, nella maggior parte dei casi esistono solo strumenti per costruire una copertura non perfetta. Ed è proprio questo il caso del cross hedging, che non si presenta come una copertura perfetta dell'esposizione, ma come una strategia che può portare ad una riduzione del rischio. La strategia dovrà essere costantemente monitorata per verificare se la copertura è adatta al tipo di esposizione o se, al contrario, si va invece ad aumentare il rischio piuttosto che diminuirlo.

La correlazione tra i prezzi è la caratteristica cruciale per un cross hedging efficace. Un approccio molto comune nella letteratura e nella pratica è calcolare il rapporto di copertura ottimale utilizzando serie storiche con dati molto frequenti[9], non considerando la scadenza della copertura.

Ciò nonostante, in molti casi la correlazione è dipendente in modo forte dall'intervallo scelto per il suo calcolo e dalla frequenza di raccolta dei dati. Riprendendo uno studio effettuato da Adams e Gerner (2012) è possibile costatare che, nell'intervallo considerato, la correlazione con rendimenti giornalieri tra il cherosene e il petrolio ha un valore di 0,52, molto basso rispetto alle attese. Utilizzando rendimenti settimanali, mensili e annuali la correlazione aumenta a 0,72, 0,84 e 0,98. Questo pone in evidenza che la correlazione su dati raccolti in modo frequente è evidentemente inferiore rispetto alla correlazione su intervalli più lunghi, il che può indicare una relazione molto stretta nel lungo periodo, con dei disallineamenti significativi nel breve periodo (Ankirchner et al 2012).

Quando si implementa una strategia di cross hedging è importante determinare il rapporto di copertura che minimizza la varianza della posizione scoperta.

La metodologia più semplice risiede nel calcolare la correlazione tra i prezzi del mercato a pronti e i prezzi del mercato future, utilizzare questo dato per trovare l'indice di copertura a varianza minima e infine calcolare il numero di contratti future da acquistare o vendere a seconda del volume dell'esposizione.

[9] Dati giornalieri o settimanali.

Il rapporto di copertura ottimale si calcola nel seguente modo (Hull, 2012):

$$h = \rho \frac{\sigma_S}{\sigma_F}$$

dove $\sigma_S$ è la deviazione standard dei prezzi a pronti; $\sigma_F$ è la deviazione standard dei prezzi future; ρ è il coefficiente di correlazione tra i prezzi a pronti e i prezzi future.

Questo risultato è poi utilizzato per calcolare il numero di contratti future su cui operare, dato il valore dell'esposizione sul mercato a pronti:

$$N = \frac{h * Q_A}{Q_F}$$

dove $Q_A$ è la dimensione della posizione da proteggere e $Q_F$ è la dimensione di un contratto future.

In molte occasioni, per stimare il coefficiente di copertura a varianza minima in modo più diretto si utilizza una regressione lineare tra le serie storiche dei prezzi, e il coefficiente angolare, solitamente indicato con la lettera $\beta$, è proprio il coefficiente di copertura cercato.

La formula per il calcolo del numero di contratti future da utilizzare in base al volume dell'esposizione può essere riscritta come:

$$N = \frac{\beta * Q_A}{Q_F}$$

dove $\beta$ ha lo stesso identico valore di $h$ calcolato in precedenza.

## 2.4 IMPLEMENTAZIONI DEL CROSS HEDGING

I modelli per lo studio del cross hedging sono molteplici e con vari gradi di complicazioni successive. Il primo modello a cui solitamente si fa riferimento è stato formulato da Anderson e Danthine (1981). Noto il volume dell'attività da coprire, attraverso la massimizzazione della funzione di utilità i due studiosi hanno cercato di trovare il numero corretto di future per la strategia di copertura. Negli ultimi trent'anni sono stati ampiamente utilizzati modelli che sfruttano la regressione lineare sui prezzi o sui rendimenti per il calcolo dell'indice di copertura a varianza minima.

In seguito questo approccio molto semplice è stato confutato, soprattutto perché non contiene al suo interno una variabile che possa prevedere una modifica della relazione tra le serie storiche da un periodo all'altro.

L'ultimo modello che sarà presentato è stato utilizzato in Sud Africa nel 2001, ed ha un approccio molto pratico per andare ad indagare se effettivamente, attraverso un cross hedging, la volatilità dei prezzi si riduce e se i costi relativi a quel tipo di copertura sono sostenibili da un'azienda.

### 2.4.1 Massimizzazione della funzione di profitto

Nel modello di Anderson e Danthine (1981) è analizzato il problema di una strategia di copertura nel caso in cui la società sia avversa al rischio e debba massimizzare in termini di media-varianza la funzione obiettivo del profitto. Questa funzione è equivalente alla funzione di utilità attesa quando i profitti sono distribuiti secondo una variabile casuale normale e la funzione di utilità è esponenziale.

Il modello presentato considera un solo periodo, quindi le decisioni prese ad inizio copertura, $t_0$, rimarranno le stesse fino al termine della strategia in $t_1$.

La funzione di media-varianza da massimizzare è espressa come:

$$\max E\,\bar{\pi} - (1/2)\,\chi\, var\,\bar{\pi}$$

dove $\chi$ è il parametro di avversione al rischio della singola azienda, e il profitto ($\bar{\pi}$) è definito come:

$$\bar{\pi} = \bar{p}_1 y - c(y) - (\bar{p}_1^f - \bar{p}_0^f)'\mathrm{f}$$

dove $\bar{p}_1$ è il prezzo atteso nel mercato a pronti in $t_1$; c(y) è la funzione di costo per la produzione della materia prima[10]; $\bar{p}_1^f - \bar{p}_0^f$ è la differenza di prezzo sul mercato future tra $t_0$ e $t_1$; f è il numero di contratti future che dovranno essere utilizzati per la copertura. Nel caso si consideri la possibilità di una strategia di copertura attraverso più contratti future, $\bar{p}_1^f - \bar{p}_0^f$ e f sono vettori colonna.

[10] Il volume di materia prima, y, è noto.

La massimizzazione della funzione di media-varianza avviene risolvendo il seguente sistema:

$$\begin{cases} \bar{p}_1 - c'(y) - \chi\,(y\sigma_{00} - \Sigma_{01})f = 0 \\ \bar{p}_o^f - \bar{p}_1^f - \chi(\Sigma_{11}f - y\Sigma_{10}) = 0 \end{cases}$$

La matrice di covarianza per la distribuzione congiunta dei prezzi tra la posizione sul mercato a pronti e la posizione sul mercato future è: $\begin{bmatrix} \sigma_{00} & \Sigma_{01} \\ \Sigma_{10} & \Sigma_{11} \end{bmatrix}$ dove $\sigma_{00}$ è la varianza dei prezzi sul mercato a pronti tra $t_0$ e $t_1$; $\Sigma_{11}$ è la varianza del prezzo del singolo future tra $t_0$ e $t_1$, mentre gli altri due termini sono le covarianze tra i prezzi a pronti e i prezzi future. Se la derivata seconda della funzione di costo, c"(y), è maggiore di zero e la matrice di covarianza è semidefinita positiva, la funzione obiettivo da massimizzare è concava nel valore di (y,f) e il sistema di equazioni è necessario e sufficiente per il calcolo del massimo.

Dopo che la singola società ha deciso il valore della posizione a pronti da assumere a seconda di logiche di mercato interne, la posizione ottimale sul mercato future può essere calcolata risolvendo la seguente equazione:

$$f = {}^{1}/_{\chi}\ \Sigma_{11}^{-1}\left(p_0^f - \bar{p}_1^f\right) + y\Sigma_{11}^{-1}\Sigma_{10}$$

Da questa equazione si possono ricavare due casi distinti:

- Ponendo y=0 si va a calcolare la posizione sul mercato future tipica di uno speculatore. Le variabili che influenzano la quantità di future da acquistare o vendere sono il grado di avversione al rischio, la varianza dei prezzi future e il vettore dei rendimenti attesi sui future.
- Ponendo y diverso da 0, la posizione ottimale su future è calcolata come la somma della posizione che assumerebbe uno speculatore e della posizione assunta per coprirsi. Quest'ultima varia a seconda del valore della posizione sul mercato a pronti e delle covarianze tra i prezzi a pronti e i prezzi future.

Nel caso in cui la strategia preveda l'utilizzo di un solo contratto future, il secondo termine dell'equazione diventa $y\sigma_{00}/\sigma_{01}$ e dipende solo dal valore di y e di $\sigma_{01}$. Solitamente si prevede che la covarianza sia positiva e quindi il tutto dipende dal segno di y. Per questo motivo se y è positivo, il che significa che si dovrà acquistare la materia

prima sul mercato a pronti, la posizione in future sarà positiva (lunga); se invece y è negativo, il che significa che si dovrà vendere la materia prima sul mercato a pronti, la posizione in future sarà negativa (corta).

Se nella strategia si considerano più contratti future, la proporzione di esposizione da coprire con ogni contratto future è data dal coefficiente della regressione lineare tra i prezzi sul mercato a pronti e i prezzi sul mercato future ($\Sigma_{11}^{-1}\Sigma_{10}$ è il vettore dei coefficienti della regressione multipla). Gli autori suggeriscono che questi coefficienti di correlazione parziale sono degli indicatori migliori e più utili rispetto ai coefficienti di correlazione classici.

Una restrizione molto importante per questo modello è la necessità di conoscere in anticipo la distribuzione dei prezzi.

### 2.4.2 La regressione lineare

Sin dal 1979 con gli studi Ederington (1979), si sono sfruttate le regressioni lineari per calcolare la relazione tra le variazioni dei prezzi sul mercato a pronti e sul mercato dei future. L'efficacia di una strategia costruita attraverso il rapporto di copertura a varianza minima è comunemente verificata attraverso una regressione lineare OLS (Leuthold, Junkus e Cordier, 1989) dove il dato relativo all'$R^2$ rappresenta la validità della copertura (Hull, 2012).

L'utilizzo di questa metodologia è comune nella letteratura: alcuni studi risalgono agli anni subito successivi allo studio di Anderson e Danthine (1981), come quello di Hayenga e DiPietre (1982) sulla carne di maiale, oppure quello di Blake a Catlett (1984) sul fieno; altri sono di più recente redazione, come quello condotto da Rahman e Turner (2001) sul cotone oppure quello condotto da Parcell e Boessen (2008) sul mangime per pesci.

I quattro studi citati hanno una caratteristica in comune: il cross hedging è stato studiato per una particolare materia prima, per la quale non esistevano e non esistono tutt'ora strumenti finanziari per gestire il rischio di prezzo.

La regressione lineare è molto semplice e nei 4 casi si presenta con la seguente formula:

$$PMP_t = \alpha + \beta PMF_t + \varepsilon_t$$

dove $PMP_t$ è la serie storica dei prezzi sul mercato a pronti; $PMF_t$ è la serie storica dei prezzi sul mercato future, $\varepsilon_t$ è il termine di errore della regressione, α è l'intercetta e β, come analizzato in precedenza, identifica l'indice di copertura a varianza minima.

Nei primi tre studi citati, dopo aver verificato che il β della regressione avesse un valore superiore a 0,6[11] e che il valore dell'$R^2$ fosse superiore a 0,8, si è proceduto con una simulazione di cross hedging, verificando se il prezzo ottenuto attraverso la strategia era significativamente vantaggioso rispetto al prezzo nel mercato a pronti.

In questi studi il risultato è stato positivo, poiché la copertura portava ad un risparmio sui costi di acquisizione della materia prima o a dei prezzi di vendita maggiori per il prodotto lavorato.

I risultati delle regressioni lineari, però, non sono confrontabili tra loro, soprattutto nel caso in cui si voglia studiare se un secondo future può portare dei vantaggi significativi alla strategia di copertura. Attraverso il solo calcolo dell'$R^2$ non è possibile stabilire quale future risulti più efficace. Per ovviare a questo problema, Manfredo e Sanders (2003) propongono un metodo di studio poi ripreso anche da Parcel e Boessen (2008).

Il modello di partenza è sempre una regressione lineare, costruita però sui rendimenti e non direttamente sui prezzi:

$$\Delta PMP_t = \alpha + \beta \Delta PMF_t + \varepsilon_t$$

Il confronto solitamente è effettuato tra un future già utilizzato per la copertura e un nuovo future, che potrebbe dare risultati migliori rispetto a quello già utilizzato.

[11] Verificando che il t-value fosse significativo all'1%.

Le due regressioni solo le seguenti:

$$\Delta PMP_t = \alpha_0 + \beta_0 \Delta PMF_t^0 + \varepsilon_{0,t} \quad (1)$$

$$\Delta PMP_t = \alpha_1 + \beta_1 \Delta PMF_t^1 + \varepsilon_{1,t} \quad (2)$$

dove $\Delta PMP_t$ è il rendimento della serie storica dei prezzi a pronti in entrambe le equazioni; $\beta_0$ e $\beta_1$ sono i due indici di copertura a varianza minima; $\varepsilon_{0,t}$ e $\varepsilon_{1,t}$ sono gli errori rispettivamente del modello costruito con il primo future e del modello costruito con un secondo future.

I punti della regressione ottenuti con la prima equazione li identifichiamo con $y_0$, mentre i punti ottenuti con la regressione contro i valori nel nuovo future sono identificati con $y_1$. La variabile $\Delta PMP_t$ è ora indicata con il simbolo y.

Seguendo il modello descritto in Maddala (1992), possiamo strutturare un'equazione avendo a disposizione la realizzazione dei rendimenti del mercato a pronti e i valori identificati dalle due regressioni lineari:

$$y - y_0 = \Phi + \lambda (y_1 - y_0) + v \quad (3)$$

A sinistra dell'equazione troviamo i residui dell'equazione (1), $y - y_0$, che identificano quella parte di rischio base che il future già utilizzato per la copertura non riesce a catturare. A destra invece troviamo: l'intercetta Φ; il termine $y_1 - y_0$ che identifica la differenza tra i valori derivati dall'equazione (1) e quelli ottenuti attraverso l'equazione (2). Se il parametro λ non è significativamente diverso da 0, allora il secondo future non porta nessun vantaggio in termini di copertura, cioè non riduce il rischio base più di quanto non faccia già il future utilizzato.

Aggiungendo in entrambi i lati dell'equazione (3) la quantità $\lambda y$ è possibile ottenere la seguente equazione:

$$y - y_0 = \Phi + \lambda[(y - y_0) - (y - y_1)] + v$$

dove il termine $y - y_0$ rappresenta i residui dell'equazione (1) e $y - y_1$ rappresenta i residui dell'equazione (2). In questo modo l'equazione può essere espressa come segue:

$$e_{0,t} = \Phi + \lambda (e_{0,t} - e_{1,t}) + v_t$$

L'ultimo passaggio per capire se il nuovo future può portare dei vantaggi è testare l'ipotesi nulla che $\lambda=0$:

- se l'ipotesi nulla viene accettata il nuovo future non porta nessun vantaggio alla copertura poiché non riduce il rischio base;
- se l'ipotesi nulla viene rifiutata e il valore di $\lambda$ è compreso tra 0 e 1 allora la copertura va intrapresa considerando entrambi i future, dove il valore di $\lambda$ è la porzione di esposizione da coprire con il nuovo future;
- se l'ipotesi nulla viene rifiutata e il valore di $\lambda$ è uguale a 1, allora il nuovo future porta molti vantaggi rispetto al future utilizzato e la copertura andrebbe strutturata considerando solo il nuovo future.

Il test sul valore di $\lambda$ può non essere robusto se gli errori non presentano una distribuzione normale nel breve periodo. Una possibile correzione, adottata negli studi empirici successivi, è quella di utilizzare la correzione di White per l'eteroschedasticità in modo da rendere gli stimatori consistenti.

### 2.4.3 Sviluppi Recenti

La metodologia di calcolo dell'indice di copertura ottimale attraverso una regressione lineare sviluppata da Johnson (1960), Stein (1961), Ederington (1979) e utilizzata nella maggior parte delle ricerche inerenti il cross hedging, ha ricevuto alcune critiche in quanto presenta evidenti lacune. Nel documento presentato da Alizadeh, Lin e Nomikos (2004), si precisa che utilizzando una regressione lineare per prima cosa si assume che il rapporto di copertura a varianza minima sia costante per tutto il tempo in cui si conduce lo studio. Così facendo si suppone che il rischio associato ad un'attività vari in modo linearmente proporzionale al rischio di una seconda attività. La cosa è in netto contrasto con le evidenze empiriche che dimostrano una diversa variazione nel tempo della distribuzione dei prezzi di molte attività, il che implica che anche l'indice di copertura dovrebbe variare nel tempo.

Un secondo problema è la mancata specificazione di una relazione di cointegrazione di lungo periodo, che porta a problemi nel calcolo dell'indice di copertura. Come dimostrato da Kroner (1993), Gagnon (1995), durante la modellizzazione di serie

storiche finanziarie, è probabile che le stesse siano tra loro cointegrate. Questa caratteristica può essere verificata attraverso la procedura a due passi di Engle e Granger (1987) e Johansen (1988): il primo passo consiste nel verificare, attraverso il test ADF (Augmented Dickey-Fuller), se le serie storiche sono entrambe integrate di ordine uno; successivamente si verifica se esiste una combinazione lineare delle stesse serie storiche che risulta essere integrata di ordine 0. Se questo avviene le due serie possono essere modellate con un modello ECM (Error Correction Model) per studiare la relazione di breve periodo, come nel lavoro svolto da Adams e Gerner (2012).

Dopo avere verificato che le due serie storiche sono tra loro cointegrate, con l'utilizzo di una regressione lineare si stima la relazione di lungo periodo utilizzando il logaritmo dei prezzi a pronti contro il logaritmo dei prezzi future.

$$\log S_t = a + b \log F_{t,T} + \varepsilon_t$$

dove $b$ è il coefficiente di lungo periodo.

È necessario ora verificare se i residui sono stazionari. La verifica solitamente viene effettuata attraverso il test ADF o attraverso il test di Philips Perron; per avere una maggiore significatività statistica possono essere utilizzati entrambi.

Se i residui sono significativi, possiamo procedere con il secondo passo per stimare la relazione di breve periodo attraverso il modello ECM:

$$\Delta log S_t = c + \beta \Delta log F_{t,T} + \sum_{k=1}^{K} \gamma_k \Delta log F_{t-k,T} + \sum_{l=1}^{L} \delta_l \Delta log S_{t-l} + \lambda e_{t-1} + \varepsilon_t$$

dove:

- β è il coefficiente di lungo periodo e identifica l'indice di copertura a varianza minima;
- $\gamma_k$ e $\delta_l$ identificano la dinamica di breve periodo utilizzando i ritardi nella serie storica dei prezzi a pronti e dei prezzi future;
- λ misura la velocità di ritorno verso l'equilibrio di lungo periodo per i prezzi a pronti; maggiore è il valore assoluto di λ, maggiore è la velocità di convergenza. Il valore di λ deve essere compreso tra -2 e 0 in modo che il modello non diverga all'infinito.

- $e_{t-1}$ rappresenta i residui della regressione lineare calcolata in precedenza. I residui sono ritardati di un periodo poiché l'aggiustamento dei prezzi a pronti e dei prezzi future può iniziare solamente dopo che entrambe le variabili hanno subito uno spostamento dalla loro relazione di lungo periodo.

Si utilizza il rendimento logaritmico in modo che le serie siano integrate di ordine zero, come richiesto dal modello.

L'aspetto innovativo della ricerca di Adams e Gerner (2012) è l'utilizzo di un modello GARCH(1,1) per la stima della varianza condizionale del modello di breve periodo in contemporanea con il modello ECM.

Per poter applicare il modello GARCH si deve specificare che i residui del modello ECM devono essere scomposti nel seguente modo: $\varepsilon_t = \sqrt{h_t^2 v_t}$ dove $v_t$ è una variabile identicamente e indipendentemente distribuita con media μ e varianza $\sigma^2$ [$v_t \sim iid\ (\mu, \sigma^2)$].

Il modello GARCH è utilizzato in quanto i residui del modello sono eteroschedastici. Esso ipotizza che la varianza del modello ECM segua un processo autoregressivo.

$$h^2 = \mu + \theta_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \theta_2 h_{t-1}^2$$

Si nota che la varianza dipende dal valore della stessa ritardata di un periodo ($h_{t-1}^2$), e dal valore dei residui del modello ECM ritardati anch'essi di un periodo ($\varepsilon_{t-1}^2$). Il primo termine ($\theta_1$), definito anche termine GARCH, descrive la persistenza della volatilità, cioè quanta parte della stessa dipende dalla volatilità precedente; il secondo termine ($\theta_2$), definito anche termine ARCH, descrive quanto uno shock temporaneo influenza la varianza, cioè quanto rapidamente la volatilità si adegua a nuovi shock di mercato.

Per verificare se, nonostante la modellizzazione della varianza attraverso un modello GARCH(1,1) i residui siano ancora eteroschedastici, viene utilizzato un test ARCH LM.

La reale efficacia del modello ECM utilizzando un GARCH per la parametrizzazione della varianza è verificata confrontando i risultati con quelli ottenuti utilizzando un modello ECM a varianza costante e un modello OLS.

Nel documento preso in considerazione, la verifica è effettuata confrontando 4 tipi di future diversi per coprire la stessa esposizione sul mercato a pronti. Il parametro di

confronto principale è il valore dell'$R^2$ e il future che presenta il valore più elevato sarà considerato quello maggiormente utile per coprire l'esposizione.

Dai risultati si evince che, per tutti e 4 i future, la stima del modello ECM utilizzando il GARCH produce risultati più precisi, in quanto l'$R^2$ non subisce variazioni significative mentre l'hedge ratio migliora man mano che si passa dal modello OLS al modello ECM con GARCH.

Mentre il modello appena descritto considera come variabile dipendente solo i prezzi a pronti, il modello che sarà ora descritto utilizza entrambe le variabili simultaneamente come dipendenti.

Il lavoro presentato da Alizadeh, Lin e Nomikos (2004), utilizza un modello VECM (Vector Error Correction Model) per la media condizionale dei prezzi a pronti e dei prezzi future, mentre utilizza un modello GARCH multivariato (MGARCH) per la struttura degli errori.

Il modello VECM è il seguente:

$$\begin{cases} \Delta S_t = \mu_1 + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \, \Delta S_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i \, \Delta F_{t-i} + \pi_{11} S_{t-1} + \pi_{12} F_{t-1} + \varepsilon_{1t} \\ \Delta F_t = \mu_2 + \sum_{i=1}^{p-1} \theta_i \, \Delta F_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \varphi_i \, \Delta S_{t-i} + \pi_{21} S_{t-1} + \pi_{22} F_{t-1} + \varepsilon_{2t} \end{cases}$$

dove i termini con $\pi$ sono i coefficienti di lungo periodo, mentre $\gamma_i$, $\delta_i$, $\theta_i$, $\varphi_i$ sono i coefficienti di breve periodo. A differenza del modello ECM univariato, le due equazioni sono stimate in simultanea e si influenzano a vicenda. Il prezzo a pronti dipenderà dallo stesso prezzo a pronti ritardato e dal prezzo future ritardato; in contemporanea il prezzo a pronti influenzerà a sua volta il prezzo future successivo.

Per modellare la varianza delle due serie storiche si utilizza un MGARCH. Rispetto al modello GARCH di base esso stima simultaneamente le due varianze, in modo che la varianza e gli shock di una serie storica vadano ad influenzare la varianza della seconda serie storica e viceversa.

In formule il modello si presenta nel seguente modo:

$$\begin{cases} \sigma_{1,t}^2 = w_{11} + a_{11}\varepsilon_{1,t-1}^2 + a_{12}\varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} + a_{13}\varepsilon_{2,t-1}^2 + b_{11}\sigma_{1,t-1}^2 + b_{12}\sigma_{12,t-1} + b_{13}\sigma_{2,t-1}^2 \\ \sigma_{12,t} = w_{12} + a_{21}\varepsilon_{1,t-1}^2 + a_{22}\varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} + a_{23}\varepsilon_{2,t-1}^2 + b_{21}\sigma_{1,t-1}^2 + b_{22}\sigma_{12,t-1} + b_{23}\sigma_{2,t-1}^2 \\ \sigma_{2,t}^2 = w_{22} + a_{31}\varepsilon_{1,t-1}^2 + a_{32}\varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} + a_{33}\varepsilon_{2,t-1}^2 + b_{31}\sigma_{1,t-1}^2 + b_{32}\sigma_{12,t-1} + b_{33}\sigma_{2,t-1}^2 \end{cases}$$

Scrivendo le tre equazioni in forma estesa è possibile notare come le variabili si influenzino a vicenda, entrando l'una nell'altra con un periodo di ritardo.

I risultati ottenuti dimostrano che il modello appena descritto risulta essere migliore se confrontato con altre 4 tipologie di copertura: una posizione scoperta; una copertura costruita attraverso un indice di copertura uguale a 1; una copertura costruita con un indice di copertura ricavato da un modello OLS; una copertura costruita utilizzando solamente il modello VECM senza modellizzare la varianza con un MGARCH.

Il miglioramento è significativo rispetto ad una posizione completamente scoperta, invece porta ad un miglioramento minimo rispetto agli indici di copertura calcolati con le altre 4 tecniche.

### 2.4.4 Una strategia operativa per la valutazione del cross hedging

In questo paragrafo si andrà a studiare come, in un contesto di mercato in evoluzione come quello dei polimeri in Sud Africa ad inizio anni 2000, è stato possibile verificare la fattibilità e l'efficacia di una copertura attraverso i future sul petrolio. I risultati aiuteranno a capire quali sono le problematiche a cui prestare più attenzione nel caso in cui si andasse a considerare la possibilità di creare una struttura per coprirsi dal rischio di prezzo delle materie prime (Masitwe, 2001).

Il modello è strutturato per passi successivi:

- calcolo della correlazione tra la serie storica dei prezzi a pronti dei polimeri e i prezzi dei future sul Brent quotati sulla borsa IPE[12];
- impatto sulla volatilità dei prezzi ottenuti attraverso la copertura;
- calcolo dei margini per il mantenimento dei future[13].

Il calcolo del coefficiente di correlazione avviene attraverso l'indice di correlazione di Pearson. Il risultato, per essere considerato valido, deve essere sottoposto ad un test statistico. In accordo con Hanke e Reitsch (1994), si utilizza il t-test per accettare o rifiutare l'ipotesi nulla che non esiste correlazione tra le due serie di dati. Il t-test è definito come $tc = {}^{r}/_{S_r}$ dove r è il coefficiente di correlazione e $S_r$ è la deviazione standard della correlazione[14]. Utilizzando un intervallo di confidenza del 5%, il criterio per accettare o meno l'ipotesi nulla è: se $tc$ ha un valore compreso tra -1,98 e 1,98 l'assunzione di non correlazione viene accettata, altrimenti l'ipotesi nulla è rifiutata e le due serie storiche possono considerarsi correlate.

L'impatto della copertura sulla volatilità dei prezzi è calcolato facendo un confronto tra i prezzi ottenuti con la copertura e i prezzi che si sono effettivamente realizzati sul mercato a pronti: se la deviazione standard dei primi è maggiore della deviazione standard dei secondi, la copertura aggiunge del rischio per l'impresa, la quale vede i prezzi di acquisto dei polimeri fluttuare in modo consistente con una ripercussione negativa sui flussi di cassa aziendali.

---

[12] La borsa IPE (International Petroleum Exchange of London) ora non esiste più sotto questa denominazione, in quanto è stata acquisita nel 2001 dalla borsa ICE (Intercontinental Exchange).

[13] Per mantenere una posizione su future è obbligatorio possedere un conto presso un broker dove depositare e mantenere i margini. Al primo acquisto di future si deposita un margine iniziale, e con il passare del tempo il conto vede il suo valore fluttuare a seconda che il valore dei contratti diminuisca o aumenti. Il saldo del conto deve essere sempre mantenuto oltre il margine di mantenimento, altrimenti, se scende sotto questo limite, il broker procede con la richiesta di integrazione (margin call) e il giorno successivo si dovrà riportare il saldo al livello iniziale attraverso un versamento chiamato margine di variazione (variation margin).

[14] La deviazione standard della correlazione è definita come la deviazione standard di una serie di valori di correlazione calcolati per una finestra temporale ampia a piacere, ad esempio 12 mesi, spostata in avanti di un mese alla volta fino al termine del campione di dati disponibili: la correlazione viene calcolata per l'intervallo ($t_0$:$t_{11}$), poi per l'intervallo ($t_1$;$t_{12}$), poi ($t_2$;$t_{13}$) e così via fino a ($t_{n-11}$;$t_n$).

Il calcolo dei margini è utile per capire se il mantenimento dei future crea instabilità nei flussi di cassa. La fluttuazione dei margini dipende da 3 fattori:

- movimento del prezzo dei future e direzione del movimento;
- dimensione del contratto;
- volume dei contratti acquistati o venduti a seconda della tipologia di copertura.

L'aggiustamento è calcolato nel seguente modo:

$$adj = (PFB_0 - PFB_1) * B_c * N_c$$

dove il termine $PFB_0 - PFB_1$ indica la variazione nel prezzo del future da $t_0$ a $t_1$; il termine $B_c$ indica la dimensione del contratto e $N_c$ indica il numero di contratti future acquistati o venduti.

Come parametro di confronto per capire se la variazione dei margini è eccessiva, si utilizza il prezzo a pronti dei polimeri in $t_1$, $PP_1$, in modo che la formula diventi:

$$\left\{\frac{[(PFB_0 - PFB_1) * B_c * N_c]}{PP_1}\right\} * 100$$

Questo valore serve a capire se la copertura crea maggiore instabilità nei flussi di cassa aziendali. Se la variazione dei margini mantiene un valore sempre incluso tra -5% e +5% rispetto al prezzo a pronti dei polimeri, si può affermare che la copertura non crea un'instabilità nei flussi tale per cui l'azienda possa trovarsi in difficoltà.

In sintesi, non è sufficiente che l'indice di correlazione sia abbastanza elevato perché la strategia di copertura funzioni in modo adeguato. Le verifiche effettuate sulla validità statistica dell'indice di correlazione, sulla volatilità dei prezzi ottenuti con la copertura e sul valore dei margini obbligatori per il mantenimento dei future, danno delle indicazioni di massima sull'effettiva efficacia di questo tipo di copertura. Se questa crea una maggiore instabilità nei flussi di cassa rispetto al caso in cui la società non faccia nulla, non è conveniente attuare la strategia.

# CAPITOLO 3

# ANALISI DEI MERCATI ENERGETICI INTERNAZIONALI

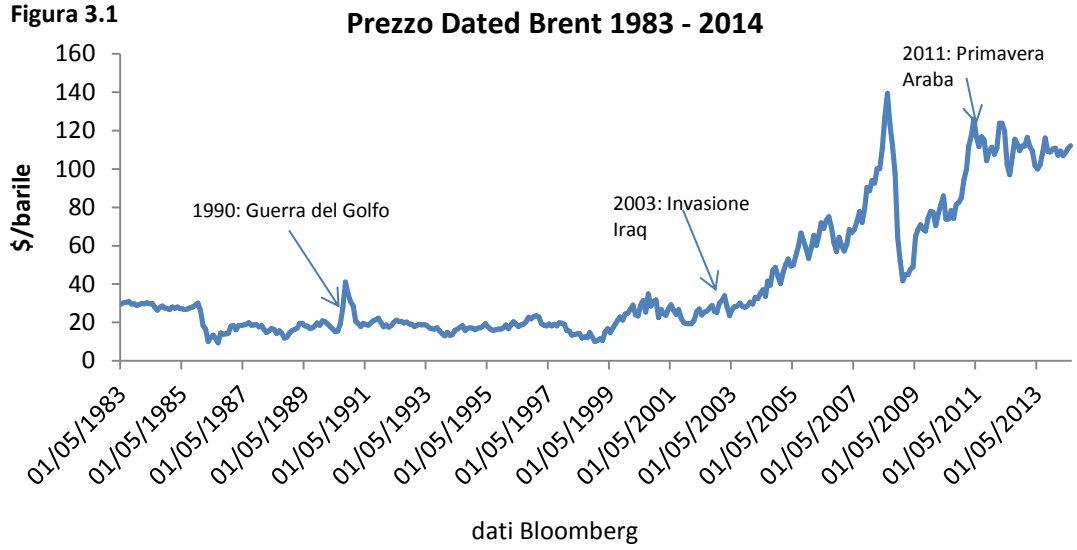
## 3.1 INTRODUZIONE STORICA

Gli anni ’70 furono segnati da due conflitti in medio oriente: la cosiddetta Guerra dello Yom Kippur tra la coalizione Araba guidata da Egitto e Siria contro Israele nel 1973 e la rivoluzione islamica Iraniana nel 1979.

Questi due avvenimenti ebbero ripercussioni anche nel mercato dell’energia, provocando due shock petroliferi con l’immediata conseguenza di un aumento della volatilità dei prezzi. Questi shock nei prezzi portarono ad una generale presa di consapevolezza della necessità di creare e utilizzare strumenti per coprirsi dal rischio di oscillazioni imprevedibili del prezzo del petrolio: fu infatti proprio in questo contesto che vennero ideati e resi operativi i primi contratti forward e futures sul petrolio.

Dalla fine degli anni ’70 il mondo ha assistito ad altri shock petroliferi, sempre conseguenti a conflitti a fuoco nei Paesi dove si concentra la maggior parte dell’estrazione mondiale di petrolio, il Medio-Oriente. Come possiamo notare dalla figura 3.1, nel 1990 si è registrata la Guerra del Golfo, nel 2003 l’invasione dell’Iraq da parte degli USA e nel 2011 la “Primavera araba”. Ognuno di questi eventi ha portato, in modo più o meno repentino, ad una crescita del prezzo del petrolio.

Figura 3.1




Ogni conflitto ha portato ad uno shock negativo dell'offerta di petrolio, e la diretta conseguenza è stata un innalzamento dei prezzi e una elevata volatilità nel mercato. In risposta a queste difficoltà nel fronteggiare il rischio di prezzo, sono stati introdotti nel mercato i primi contratti forward: accordi formali tra due parti per consegnare in un luogo già definito, in una specifica data futura, ad uno specifico prezzo, una quantità prestabilita di petrolio. Essi sono stati quindi sviluppati per ridurre l'incertezza del prezzo del petrolio sul mercato.

In seguito sono comparsi i primi contratti future, simili ai contratti forward, con una caratteristica fondamentale che li distingue dai secondi: sono contratti standardizzati e scambiati in borsa; rappresentarono in sostanza lo sviluppo successivo degli strumenti finanziari sul petrolio.

Forward e future furono i "precursori" di tutta quella serie di contratti derivati che vennero utilizzati per implementare il Risk Managament negli anni '90.

Nel 1978 venne introdotto nel NYMEX (New York Mercantile Exchange) il primo futures sul petrolio; il 3 Aprile 1990 venne introdotto sul NYMEX il primo futures sul gas naturale; i futures sull'energia elettrica vennero introdotti prima in Norvegia (1995), seguiti poi a ruota da Stati Uniti e Nuova Zelanda (1996).

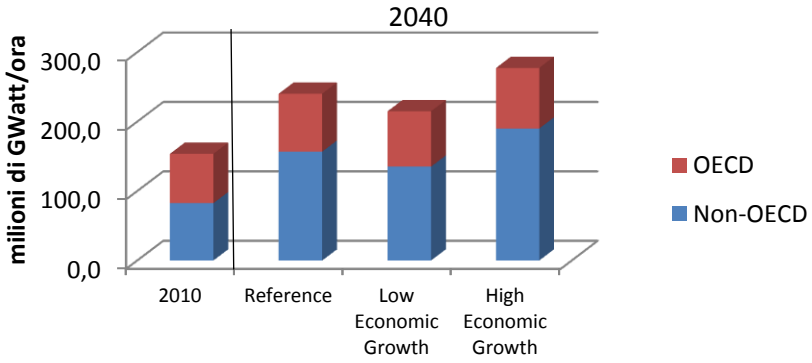
Con il passare del tempo si è ritenuto necessaria l'introduzione di nuovi strumenti finanziari sempre più sofisticati per allargare e potenziare la possibilità di coprirsi da

movimenti imprevedibili del prezzo delle materie prime energetiche: sono nati quindi i mercati OTC (Over the Counter).

## 3.2 I MERCATI ENERGETICI

Il consumo di energia a livello globale è previsto in crescita nei prossimi decenni. Considerando i possibili scenari di crescita economica globale, la percentuale media annuale di crescita per il consumo di energia è stimata tra l'1.1% e il 2.0% (International Energy Outlook 2013, EIA), con differenze importanti tra le varie zone del mondo. Prendendo come riferimento uno scenario intermedio di crescita economica mondiale nei prossimi 30 anni, il maggior tasso di crescita per il consumo di energia appartiene ai paesi non-OECD ASIA (compresa Cina e India), con il 2.5%, mentre si attestano allo 0.5% le percentuali di crescita delle varie zone incluse nei paesi facenti parte dell'OECD (i Paesi OECD si suddividono tra America, Asia ed Europa). Lo scenario di riferimento è mostrato in figura 3.2.

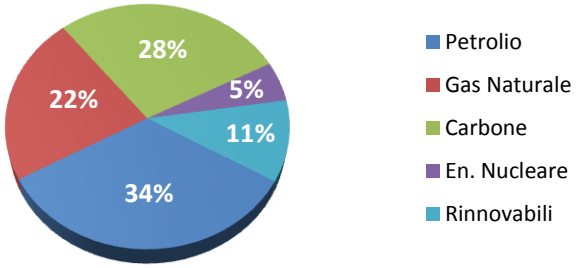
**Figura 3.2** **Consumo mondiale di energia: 3 ipotesi di crescita**




*dati International Energy Outlook 2013, EIA*

La principale risorsa di energia globale è il petrolio (34%), seguita dal carbone (28%), gas naturale (22%), energie rinnovabili (11%) e energia nucleare (5%), vedi figura 3.3. Secondo le previsioni future derivanti dagli studi dell'EIA (International Outlook 2013), la percentuale di consumo di petrolio nei prossimi decenni dovrebbe diminuire, per arrivare al 2040 ad un 28%, con un aumento significativo delle energie rinnovabili che arriveranno a contare per il 15% del consumo di energia; la domanda relativa alle altre fonti (carbone, gas naturale e energia nucleare) rimarrà pressoché invariata.

**Figura 3.3** **Suddivisione delle fonti di energia nel mondo**




*dati International Energy Outlook 2013, EIA*

Il consumo di energia può essere suddiviso in base alla tipologia di utilizzatori finali (EIA, International Outlook 2013):

- *Utilizzo privato*: questo settore comprende tutte le forme di energia che vengono utilizzate soprattutto per cucinare, illuminare, riscaldare l'ambiente e utilizzare gli elettrodomestici. Il consumo relativo a questo settore si attesta al 14%.
- *Utilizzo commerciale*: qui vengono ricompresi tutti i consumi relativi ai servizi e alle istituzioni pubbliche, e la percentuale utilizzata si attesta sull'8%. In questo settore la maggior parte dei consumi è relativa all'energia elettrica. Questo settore nei paesi non-OECD ha il maggior tasso di crescita nei consumi da oggi fino al 2040, con una crescita media del 3.2%, relativa soprattutto al consumo di elettricità e gas naturale.
- *Utilizzatori industriali*: questo settore include le imprese manifatturiere, agricole, edilizie e di estrazione. È il settore più importante poiché include quasi il 50% di tutta l'energia prodotta.
- *Settore dei trasporti*: questo settore conta per il 26% nel consumo di energia e il 95% dell'energia consumata deriva dall'utilizzo del petrolio.

Con lo sviluppo di un mercato del petrolio nel 1980, l'energia ha cominciato ad essere considerata un bene che poteva essere scambiato nel mercato. All'inizio degli anni 90, con la deregolamentazione del mercato del gas naturale negli Stati Uniti, si è assistito alla nascita di un mercato competitivo. In Europa, e più precisamente in Gran Bretagna, esisteva già da tempo un mercato del gas naturale sviluppato, ma anche qui la liberalizzazione è cominciata solo all'inizio degli anni '90. Medesimo discorso può essere fatto per il mercato dell'energia elettrica, in cui la competizione tra distributori

sta gradualmente aumentando. Questo perché è solo da pochi anni che in Europa e negli Stati Uniti si è assistito ad una privatizzazione del settore, facendo sì che il mercato non sia più controllato direttamente dallo stato in modo che il privato possa scegliere come fornitore una qualsiasi compagnia di distribuzione dell'energia presente nel Paese.

I principali strumenti utilizzati nel mercato dell'energia, che verranno ripresi in modo più approfondito in seguito descrivendo i mercati relativi ai singoli prodotti, sono:

- Transazioni a pronti (spot market): scambi con consegna fisica del prodotto.
- Contratti forward: accordi tra due controparti per acquistare o vendere una certa quantità di prodotto ad una certa data futura prefissata e ad un determinato prezzo. Sono contratti scambiati nel mercato OTC (Over-The-Counter).
- Contratti futures: contratti standardizzati, scambiati in una borsa elettronica, per acquistare o vendere una certa quantità di prodotto, ad una certa data futura, ad un prezzo già determinato. Ci può essere una compensazione per cassa in alternativa alla consegna fisica del bene. I contratti future differiscono dai contratti forward per la standardizzazione del contratto: può essere scambiata una certa quantità, o un suo multiplo, di prodotto e il prezzo viene definito per ogni singola data di scadenza del future.
- Commodity Swap: contratto che si concretizza nello scambio di una certa quantità di denaro a date prestabilite, confrontando il prezzo a pronti del prodotto con un indice di riferimento stabilito durante la stipulazione del contratto.
- Opzioni: strumento tramite il quale il possessore dell'opzione ha il diritto, ma non il dovere, di acquistare/vendere una certa quantità di prodotto, durante un periodo prestabilito, ad un prezzo già concordato.

Le principali piattaforme dove si possono scambiare futures, swap e opzioni relativi ai prodotti energetici sono:

- NYMEX (New York Mercantile Exchange): è la più grande borsa futures mondiale per le merci. Qui vengono scambiati futures e opzioni per tutti i prodotti energetici (elettricità, carbone, petrolio e gas naturale) e per i metalli (oro, argento, rame, alluminio e platino).

- ICE (Intercontinental Exchange): fondata nel 2000 con l'obiettivo di realizzare una piattaforma elettronica per il mercato OTC delle materie prime. Nel 2001, con l'acquisizione della borsa IPE, entrò nel business dei futures sul petrolio. I contratti scambiati in questa borsa riguardano prevalentemente petrolio, prodotti derivanti dal petrolio, gas naturale e elettricità.

Nonostante si stia parlando di contratti finanziari, un ruolo molto importante lo ricopre la consegna fisica del prodotto. Il trasporto può essere oneroso (come nel caso di petrolio e gas) e può dipendere dall'accesso o meno ad una rete distributiva (come per l'energia elettrica). Per questo il prezzo dei derivati sui beni energetici solitamente ha come riferimento la consegna del bene in uno specifico porto di riferimento, come può essere la tratta definita ARA (Amsterdam-Rotterdam-Antwerp) per il petrolio e oppure il porto di Richard Bay in Sud Africa per il carbone.

Altro elemento molto importante per il commercio delle materie prime sono le cosiddette *Incoterms* (International Commerce Terms), cioè una serie di clausole valide in tutto il mondo che definiscono in maniera univoca i diritti e i doveri a capo dei vari soggetti giuridici coinvolti in una operazione di trasferimento di beni da una nazione ad un'altra.

Le principali sono:

- *Free on Board (FOB)*: sono a carico del venditore tutte le spese di trasporto fino al porto d'imbarco, compresi eventuali costi per l'imbarco nave, nonché le spese per l'ottenimento delle licenze e delle documentazioni per l'esportazione del carico dalla nazione di origine e le spese per le operazioni doganali di esportazione. Dal momento in cui la merce è considerata pronta per la partenza, tutte le altre spese sono da considerarsi a carico dell'acquirente, compresi i costi di assicurazione. La responsabilità sulla merce passa dal venditore al compratore al momento in cui la merce stessa viene imbarcata nella nave. L'indicazione completa prevede oltre alla sigla FOB l'indicazione del porto di imbarco (es. FOB Rotterdam).
- *Cost Insurance and Freight (CIF)*: con questa clausola all'interno del prezzo di vendita è incluso, oltre al costo del bene, anche il costo di trasporto verso il porto di partenza, il costo dell'assicurazione, il costo di trasporto via mare. Il trasferimento del rischio qui avviene quando il carico arriva al porto di

destinazione. Dal momento in cui la merce è giunta nel porto di arrivo, tutte le altre spese sono da considerarsi a carico dell'acquirente, compresi i costi doganali nella nazione di arrivo della nave. L'indicazione è completa se oltre alla sigla CIF è presente il nome del porto di destinazione (es. CIF Amsterdam).

### 3.2.1 Il mercato del petrolio

Il mercato del petrolio è certamente il più importante tra i mercati energetici. Il petrolio ha acquisito lo status di bene essenziale per l'economia solo durante il diciannovesimo secolo, durante il quale diventò la principale fonte di energia e la principale materia prima per i prodotti chimici. Oggi il petrolio è ancora la principale risorsa per il trasporto e, nella maggior parte dei casi, è utilizzato come benchmark per il prezzo dell'energia. In Europa, ad esempio, il prezzo del gas naturale è indicato attraverso un differenziale rispetto al prezzo del petrolio, e generalmente anche il prezzo dell'elettricità è molto correlato con il prezzo del petrolio, anche se, ad oggi, l'utilizzo di quest'ultimo per la produzione di energia elettrica è fortemente diminuito.

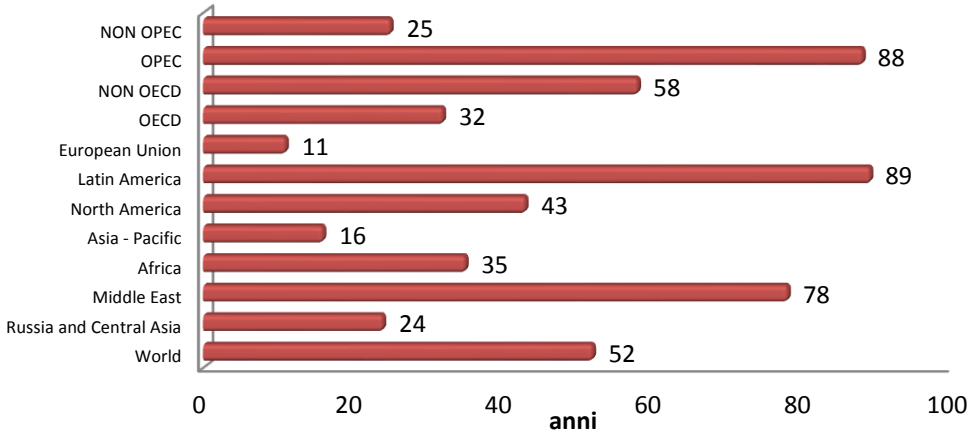
Il petrolio ricopre un ruolo molto importante per l'economia globale, e proprio per questo motivo è stato spesso sottoposto a degli shock di prezzo dovuti a regolamentazioni statali e soprattutto a conflitti nei paesi di maggior importanza per la produzione.

Il consumo di petrolio è distribuito in modo non uniforme nel mondo. Gli utilizzatori principali sono i paesi sviluppati presenti in Nord America, Europa e Asia, anche se la maggior parte della produzione si concentra nei paesi in via di sviluppo. La disuguaglianza è ancora più accentuata se si va ad osservare le riserve: queste sono concentrate per il 48% nel Medio-Oriente e per quasi il 73% nei paesi aderenti all'OPEC, con gli stessi Paesi che detengono quasi il 43% della produzione mondiale (World Oil and Gas review, Eni Spa 2013).

Un dato interessante e utile da osservare è la percentuale di riserve rispetto alla produzione corrente (reserve-to-product ratio), che descrive sostanzialmente il tempo che si presume potranno durare le riserve di petrolio oggi conosciute, cioè il numero di anni che, con il ritmo di estrazione odierno, dovranno trascorrere prima che le riserve si

esauriscano. Questo dato è in aumento graduale negli ultimi anni, passando da 46 nel 1995 a 50 nel 2009 fino a 52 anni nel 2012. Anche qui sono presenti evidenti differenze a seconda dell'area geografica presa in considerazione, si va infatti da un minimo di 11 dell'Europa fino ad un massimo di 89 anni per l'America Latina, vedi figura 3.4.

**Figura 3.4** **Petrolio: reserve-to-product ratio per area geografica**




*dati World Oil and Gas review 2013, Eni Spa*

Il petrolio può avere diversi gradi di viscosità e contenuto di zolfo, a seconda della sua provenienza. I cosiddetti "light oil", come il Brent, hanno bassa viscosità e basso peso specifico; quando la viscosità e il peso specifico aumentano si vanno a configurare prima gli "intermediate oil", come il WTI (West Texas Intermediate), e poi il "petrolio pesante" (heavy oil), come il petrolio estratto in Venezuela o nel Medio Oriente. Il valore del petrolio aumenta andando dagli "heavy" ai "light" oil. Inoltre il petrolio si differenzia per tipologia a seconda del contenuto di zolfo: il petrolio con un contenuto di zolfo minore dell'1% è chiamato "sweet oil", altrimenti viene chiamato "sour". Il petrolio "sweet" ha un costo maggiore, viene quindi scambiato a premio, poiché un contenuto di zolfo elevato aumenta i costi di raffinazione.

Il mercato fisico del petrolio deve tenere in considerazione tutte le diverse qualità del prodotto e la tipologia di trasporto (se su nave o tramite oleodotti), poiché queste caratteristiche vanno ad influire in modo sostanzioso sul prezzo.

Nonostante ciò, il mercato fisico del petrolio che si è sviluppato ha la caratteristica di essere un mercato liquido, poiché vengono utilizzate poche qualità di petrolio come riferimento, come:

- West Texas Intermediate (WTI): benchmark per il petrolio americano, con contenuto di zolfo pari allo 0.3%.
- Brent: benchmark per il petrolio scambiato nel Mar del Nord (Europa), di qualità simile a quella del WTI con stesso contenuto di zolfo.
- Dubai: benchmark per il Medio-Oriente e per il mercato asiatico, con contenuto di zolfo superiore ai due precedenti: 2%.

Nell'ultimo decennio l'originale tipologia di petrolio Brent è stata rimpiazzata dal Brent BFOE Index, creato con una combinazione di 4 diverse qualità di petrolio: Brent, Forties, Oseberg e Ekofisk. Oltre al WTI, il Brent BFOE è diventato il più importante benchmark per le transazioni sul petrolio (un esempio di transazione fisica con il Brent BFOE è chiamata FOB Sullom Voe, con consegna Shetland Island, UK).

La struttura della consegna fisica del mercato del Brent BFOE deriva dal suo stesso nome: il venditore è obbligato a informare le controparti in merito alla disponibilità e al volume del carico con almeno 25 giorni di anticipo. Un contratto in cui è già stata individuata la finestra di 3 giorni in cui la merce sarà disponibile, viene chiamato Dated Brent. Il 25-day forward market gestisce quei contratti con consegna fino a 3 mesi dove l'esatta finestra di consegna non è stata ancora nominata; un normale carico di petrolio contiene circa 500.000 barili.

La nascita di un grande mercato di strumenti finanziari connessi con il petrolio è dovuta ad una sempre maggiore necessità da parte di produttori e consumatori di avere una copertura adeguata dalle ampie fluttuazioni di prezzo che il petrolio storicamente ha avuto. La più importante borsa dove vengono scambiati contratti su commodities è il NYMEX per il WTI e la borsa ICE per il Brent. I contratti sia sul Brent che sul WTI sono entrambi futures con scadenza mensile, quotati in dollari americani e con ogni contratto vengono scambiati 1000 barili di petrolio. Solitamente solo per le brevi scadenze il mercato può essere considerato a tutti gli effetti liquido, per i contratti a più

lunga scadenza si utilizza soprattutto un mercato OTC dove vengono scambiati swap su Brent e WTI.

Il primo future sul Brent fu quotato nella borsa IPE (International Petroleum Exchange) nel 1988 e permetteva sia la compensazione per cassa prima della scadenza del contratto sia la consegna fisica del bene a scadenza; anche qui i contratti futures erano quotati con scadenza mensile. Nel 2001, la borsa IPE è stata inglobata dalla borsa ICE. Ora, il contratto è scambiato normalmente nella borsa ICE e l'ultimo giorno di contrattazione per uno specifico mese è individuato come il quindicesimo giorno del mese che precede il mese di scadenza del contratto.

Nel caso di chiusura del contratto per contanti (cash settlement) il prezzo di riferimento è quello individuato dall'ICE Brent Futures Index.

Gli strumenti di copertura per il mercato riferito alla consegna fisica con la clausola 25-day non coprono la grande volatilità nel breve periodo della curva forward riferita al Dated Brent. Per questo motivo sono stati introdotti i CFD (Contract for Differences), cioè degli swap scambiati nel mercato OTC dove il compratore riceve la media settimanale dei prezzi del Dated Brent e paga la media settimanale dei prezzi per il contratto 25-day Brent del mese successivo. Così facendo chi deve acquistare petrolio Brent sul mercato a pronti con prezzo fissato con riferimento al Dated Brent, potrà coprire la propria esposizione entrando in un CFD e convertendo il prezzo del Dated Brent nel prezzo del 25-day Brent forward. Per il forward sul 25-day Brent esistono degli strumenti standard di copertura.

Il mercato degli strumenti finanziari per coprire le esposizioni sul lungo termine è dominato dagli swap su Brent e WTI in cui la gamba variabile dello swap viene calcolata come media mensile del prezzo del "nearby future" (future con scadenza più vicina). Questo mercato copre periodi fino a 10 anni.

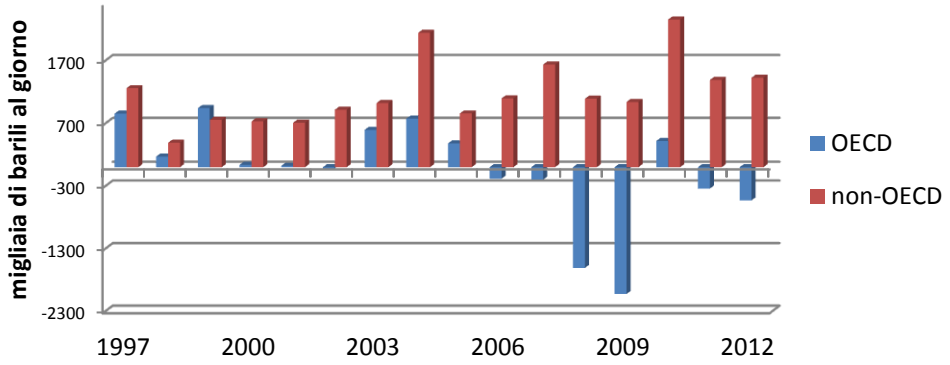
- I Recenti sviluppi nei flussi di petrolio

Uno dei più importanti cambiamenti avvenuti negli ultimi anni in merito alla dinamica dei flussi di petrolio, è stato l'incremento del consumo di petrolio da parte dei Paesi classificati a livello globale come non-OECD. Come si può notare dalla figura 3.5, tra il 2000 e il 2012 la crescita della domanda di petrolio da parte dei Paesi non-OECD ha

superato ogni anno la crescita nei Paesi OECD (Statistical Review of World Energy 2013, BP).

Durante questo periodo la crescita media annuale nei paesi non-OECD è stata del 3,5% mentre nei Paesi OECD si è registrato un calo medio annuale dello 0,1%. Alla base di questo aumento c'è l'esponenziale crescita economica registrata nella zona asiatica e pacifica, che da sola pesa per il 50% dell'incremento totale della domanda di petrolio negli ultimi 10 anni.

**Figura 3.5** **Crescita annua della domanda di petrolio dal 1997 ad 2012**




*dati Statistical Review of World Energy 2013, British Petroleum*

L'incremento che si è registrato ha avuto conseguenze anche sulla dinamica dei flussi di petrolio. Questo fatto può essere osservato in modo molto chiaro studiando i dati relativi ai flussi di petrolio in uscita dall'Arabia Saudita e dalla Russia, i due maggiori Paesi esportatori di petrolio verso Oriente.

In Arabia Saudita, nel 2002, i flussi erano diretti per il 28,2% verso gli Stati Uniti, per il 17,9% verso l'Europa e per il restante ammontare verso oriente; nel 2012 le esportazioni vero gli Stati Uniti e verso l'Europa sono scese entrambe al 15%, mentre è salita al 70% la percentuale diretta verso oriente (EIA). Nel 2009, l'Arabia Saudita ha abbandonato il suo presidio nei Caraibi, utilizzato principalmente per mantenere scorte sufficienti per rifornire il mercato americano; inoltre, un nuovo presidio è stato costruito in Giappone, per essere maggiormente presente nel territorio asiatico (Fattouh, 2011).

La Russia, nel dicembre 2009, ha terminato la costruzione della prima parte dell'Eastern Siberia Pacific Ocean (ESPO), un collegamento di 2257 chilometri tra Taishet, in Siberia, e Skovorodino, nella Russia Orientale, ai confini con la Cina. La capacità di

trasporto, ad oggi, è di 600.000 barili di petrolio al giorno e arriverà fino a 1 milione di barili al giorno entro il 2015, con una capacità massima di trasporto di 1,6 milioni di barili al giorno che dovrebbe essere raggiunta entro il 2025 (Report Platt's, febbraio 2011). Nel 2010 è stata completata la seconda parte di questo oleodotto, collegando Skovorodino a Daqing, in Cina, in modo da poter rifornire più velocemente il continente asiatico.

Questi cambiamenti stanno portando il centro del consumo di petrolio dai paesi OECD ai paesi emergenti. Secondo le stime EIA, tra il 2010 e il 2040, il consumo di petrolio è destinato a crescere di 25 milioni di barili al giorno, passando dagli attuali 90 a 115 milioni barili al giorno, aumento nella maggior parte dovuto ai Paesi non-OECD. Una conseguenza molto importante si potrà avere sull'indice di prezzo da considerare come riferimento per il mercato asiatico. Si è discusso se l'utilizzo di benchmark come Dubai, Minas e Tapis sia adatto per il petrolio scambiato in Oriente. Per rispondere a questa esigenza, il 16 dicembre 2009 Platt's ha definito per la prima volta il prezzo del petrolio trasportato dalla Russia alla Cina via l'oleodotto ESPO: questo petrolio ha avuto un valore iniziale di 74,01 dollari al barile, contro una quotazione di 72,93 dollari al barile per il petrolio Urals e di 73,32 dollari al barile per il Brent. In seguito, il primo novembre 2011, Platt's ha deciso di introdurre il prezzo per un contratto sul petrolio ESPO con consegna a termine di due mesi; il prezzo è definito come differenziale con il petrolio Dubai, e riguarda un carico che può essere consegnato da 45 e 75 giorni dopo rispetto alla stipula del contratto. Nel giorno in cui è stato introdotto, il contratto a termine a due mesi sull'ESPO aveva un prezzo di 109,19 dollari al barile, con un premio di 6,43 dollari rispetto al Dubai.

- I Raffinati del Petrolio

Come accennato in precedenza, esistono diverse varietà di petrolio a seconda della viscosità e del contenuto di zolfo. Per creare prodotti da immettere poi nel mercato, la raffinerie convertono il petrolio in vari prodotti. Il processo di raffinazione è una forma base della distillazione, dove il petrolio è riscaldato in modo che le componenti più leggere possano poi essere estratte dalla parte superiore della colonna di distillazione, mentre le componenti più pesanti del petrolio rimangono sul fondo.

In ordine di densità (dalla più bassa alla più alta), troviamo cinque diversi distillati del petrolio:

- Gas di petrolio liquefatto (GPL): propano e butano.
- Nafta: utilizzata soprattutto per l'industri chimica.
- Gasolio: utilizzato soprattutto per i trasporti.
- Distillati: cherosene, diesel e olio da riscaldamento (heating oil). L'olio da riscaldamento è utilizzato principalmente per il riscaldamento domestico.
- Olio combustibile (Fuel oil): comprende diesel e altri combustibili più pesanti di benzina e nafta. Gli impieghi principali dell'olio combustibile sono tre: come combustibile per la produzione di energia elettrica; come combustibile per le navi e come alternativa marginale al petrolio per le raffinerie.

Nel mondo ci sono quasi 800 raffinerie (dislocate soprattutto in America, nella zona pacifica dell'Asia e in Europa) che riescono a produrre i vari distillati del petrolio per coprire tutta la domanda globale. Il costo di costruzione di una raffineria è molto elevato e il progetto richiede ingenti investimenti, con la conseguenza che aumenti repentini della domanda possono essere assorbiti con molta difficoltà. Poiché appunto i prodotti sono tutti derivati del petrolio, il loro prezzo è solitamente espresso prendendo come riferimento il prezzo del petrolio e aggiustandolo attraverso un differenziale. In casi eccezionali, come può essere una guerra, il prezzo di alcuni prodotti (come il carburante per aerei) può avere uno shock di prezzo verso l'alto molto importante, come conseguenza di una domanda che aumenta sensibilmente e di una produzione che non può aumentare dello stesso livello.

Il mercato europeo per i prodotti derivati del petrolio si suddivide su due diverse rotte: la prima denominata ARA (Amsterdam-Rotterdam-Antwerp) e la seconda indicata con Meditteranean (Genova). I lotti tipici inclusi in un contratto di questo tipo sono di 1000 o 5000 metric ton.

Il derivato del petrolio più diffuso in Europa è il gasolio, utilizzato per il riscaldamento domestico e come carburante per i trasporti. Importanti sviluppi per i motori a diesel e crescenti incentivi statali hanno portato ad una grossa crescita nell'utilizzo del diesel in Europa, con un incremento superiore al 400% in meno di 20 anni, passando da 10 milioni di metric ton nel 1995 a 45 milioni di metric ton nel 2012.

I principali strumenti finanziari per il mercato europeo del gasolio sono:

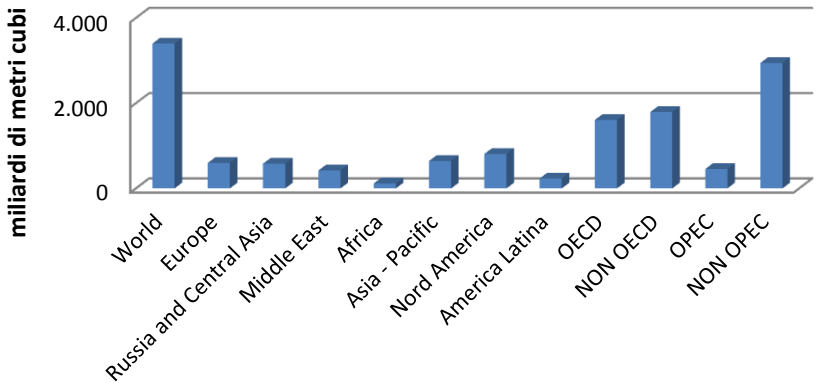
- *Swap sul Gasolio (Gasoil Swap)*: sono scambiati nel mercato OTC e per la gamba variabile il benchmark di riferimento è la media mensile dei prezzi (ARA o Mediterranean) pubblicati dal provider di dati Platt's.
- *ICE Gasoil Future*: la borsa ICE propone questo contratto sul gasolio come FOB Rotterdam.

### 3.2.2 Il mercato del gas naturale

Dopo il petrolio e il carbone, il gas naturale è una delle più importanti risorse energetiche e copre quasi il 22% del consumo mondiale di energia. L'utilizzo principale è come combustibile per i generatori elettrici, per il riscaldamento domestico e come carburante per i trasporti. Il gas naturale è costituito per la maggior parte dal metano, che è la più piccola e più leggera molecola nella famiglia degli idrocarburi. Altre tipologie possono essere gli idrocarburi pesanti (etano, propano e butano) e lo zolfo. La misura principale per il gas naturale sono i metri cubi.

Il consumo di gas naturale negli ultimi 20 anni ha conosciuto una crescita elevata: tra il 1994 e il 2013 il consumo è aumentato del 12%, quasi il doppio rispetto al petrolio. In figura 3.6 vediamo come il consumo di petrolio è distribuito nelle diverse aree geografiche mondiali.

**Figura 3.6** **Consumo di gas naturale per area geografica**

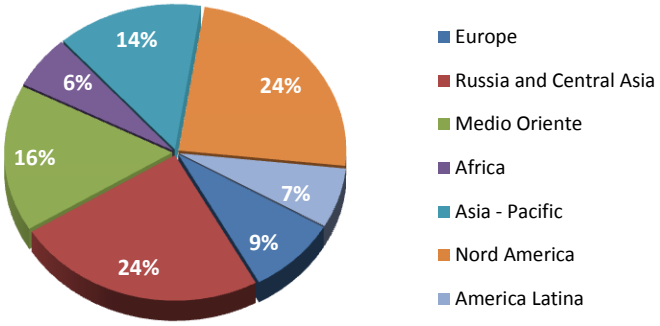



*dati World Oil and Gas Review 2013, Eni Spa*

Il gas naturale è estratto dalla crosta terrestre sotto forma di gas o di sostanza liquida. A differenza del petrolio, il gas è difficile da immagazzinare e trasportare, a causa della sua bassa densità. Con un aumento sostanziale della domanda di gas, e un conseguente aumento del prezzo, ci furono ingenti investimenti per lo sviluppo di infrastrutture adatte per il trasporto del gas, sia tramite gasdotti sia sotto forma di gas liquido. I Paesi che ricoprono un ruolo importante per la produzione di gas sono Russia, Stati Uniti e Canada, che vendono gran parte della loro produzione via gasdotti.

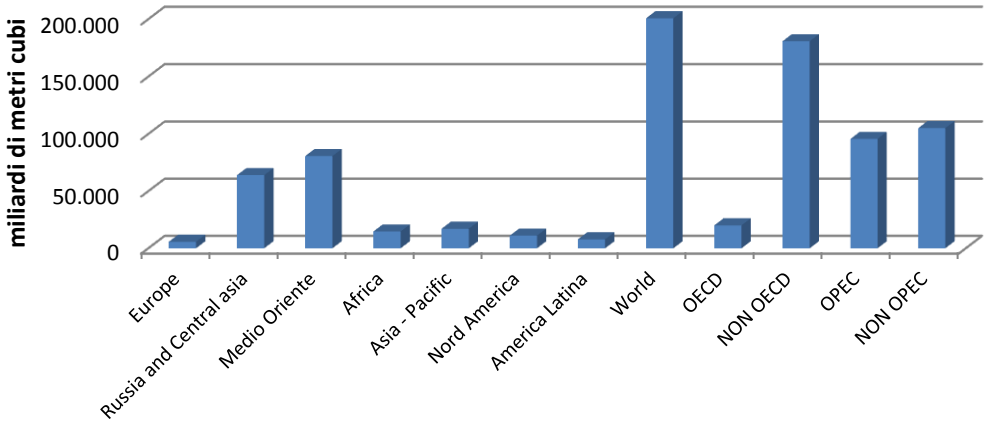
Nelle figure 3.7 e 3.8 vediamo come si distribuisce nel mondo la produzione di Gas e dove sono stimate siano le maggiori riserve di gas.

**Figura 3.7** **Ripartizione della produzione di gas nel mondo**




*dati World Oil and Gas Review 2013, Eni Spa*

**Figura 3.8** **Ripartizione delle riserve di gas nel mondo**

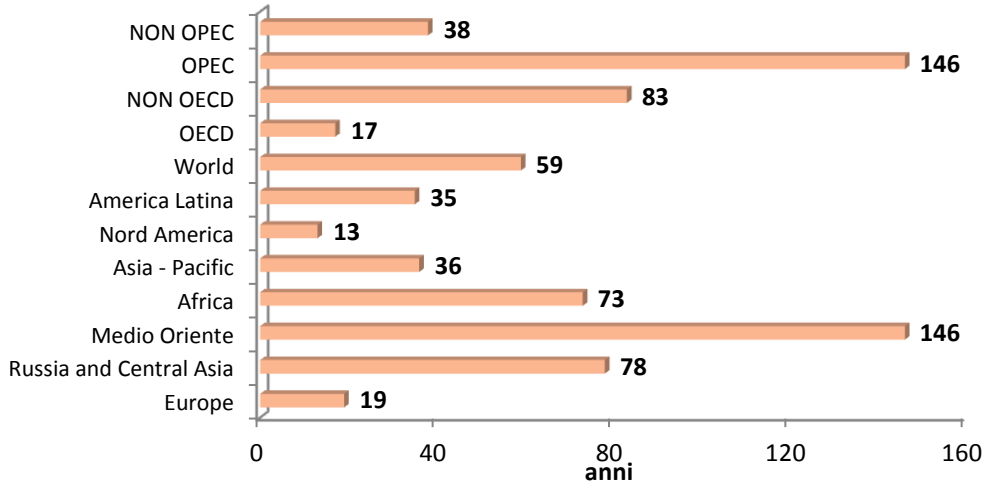



*dati World Oil and Gas Review 2013, Eni Spa*

Le riserve di gas si aggirano intorno ai 200.000 miliardi di metri cubi (World Oil and Gas Review 2013, Eni Spa). Al tasso corrente di produzione si stima che queste riserve possano durare in media per i prossimi 59 anni, con nette distinzioni tra le diverse aree geografiche mondiali: si va da un minimo di 13 anni per il Nord America e 19 anni per

le riserve Europee, ai 146 anni delle riserve situate in Medio-Oriente (in figura 3.9 la distribuzione dell'indice riserve/produzione); con i Paesi Europei che diventeranno sempre più dipendenti dalle importazioni di gas.

**Figura 3.9** **Gas: reserve-to-product ratio per area geografica**




*dati World Oil and Gas Review 2013, Eni Spa*

I costi di trasporto incidono molto sul mercato del gas naturale, che si dimostra essere molto concentrato a livello di singola area geografica, a differenza del mercato del petrolio. I tre principali mercati sono:

- Mercato Nord Americano
- Mercato Europeo
- Mercato Asiatico

Storicamente i 3 mercati sono poco correlati tra loro, ma con l'esaurimento delle riserve in Europa, l'importanza del gas petrolifero liquido (molto importante nel mercato asiatico) aumenterà, e, nei prossimi decenni, diventerà apprezzabile la commistione tra i diversi mercati.

- Mercato Nord Americano

Nel 2014 gli Stati Uniti sono diventati un Pese esportatore di gas. Il mercato è liberalizzato e competitivo. I due mercati più liquidi si trovano in Louisiana (Henry Hub) e nel Golfo del Messico. Dietro a questi due mercati a pronti esiste un mercato dei future molto liquido, introdotto nel 1990 dalla borsa NYMEX. I contratti derivati che

sono scambiati nel NYMEX sono soprattutto future e opzioni, inoltre esistono i contratti per gestire il rischio di prezzo derivante dal differenziale tra il gas prezzato secondo il mercato Henry Hub e altre tipologie di gas esistenti negli Stati Uniti.

Il Monthly NYMEX Natural Gas futures ha le seguenti caratteristiche:

- sono scambiati 10.000 Mbtu (milioni di btu: British thermal units);
- il prezzo è definito in centesimi di dollaro americano per Mbtu[15];
- si possono trovare future su tutti i mesi per i prossimi 5 anni;
- il contratto può essere scambiato fino al giorno precedente rispetto al primo giorno di calendario a cui il future fa riferimento;
- l'eventuale consegna fisica avviene all'Henry Hub in Louisiana.

- Mercato Europeo

Il gas naturale arriva in Europa attraverso i gasdotti che lo trasportano da Russia, Algeria e Norvegia. Al contrario della Gran Bretagna, dove un mercato libero esiste da metà anni '80, nel resto dell'Europa la maggior parte del mercato è ancora dominata da contratti a lungo termine indicizzati al prezzo del petrolio, anche se con le nuove direttive europee si sta tentando di creare un mercato sempre più liberalizzato, dove ogni singolo utilizzatore finale possa decidere a quale società di distribuzione chiedere la fornitura di gas.

I più importanti centri per il commercio del gas sono:

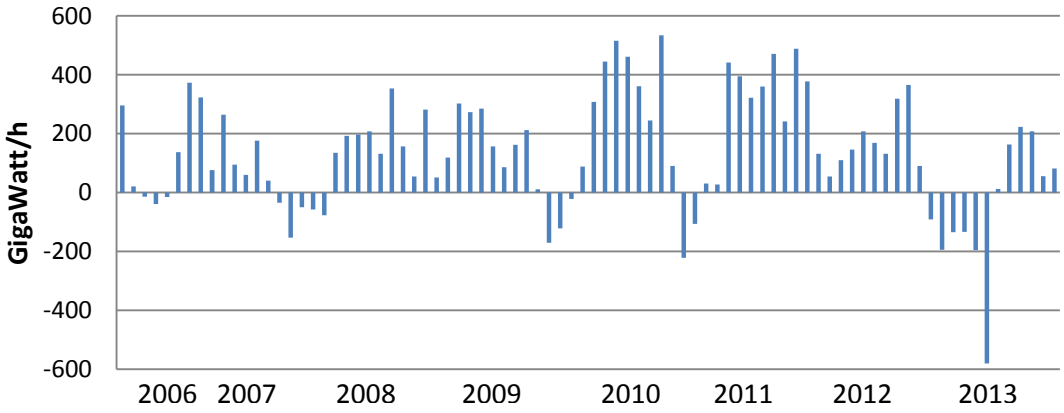
- The Nation Balancing Point (NBP) in Gran Bretagna;
- Zeebrugge in Belgio;
- Title Transfer Facility (TTF) in Olanda.

Il mercato Europeo e quello Inglese sono collegati da un gasdotto costruito nel 1998 e lungo 230 km che congiunge Bacton (UK) con Zeebrugge (Belgio). Questo gasdotto ha una capacità di 20.000 milioni di metri cubi in uscita da Bacton verso Zeebrugge e 23.500 milioni di metri cubi nella direzione opposta; è di proprietà delle maggiori

[15] 1 btu corrisponde all'energia necessaria per riscaldare o raffreddare di 1 grado Fahrenheit una libbra di acqua

società petrolifere e di energia europee come BG, Bp, Eni, E.ON, Gazprom, RWE e Total. In figura 3.10 possiamo vedere la bilancia dei flussi di gas nei due versi: un valore positivo indica un maggiore flusso dalla Gran Bretagna verso il Belgio (forward flow), un valore negativo indica un maggiore afflusso di gas dal Belgio alla Gran Bretagna (reverse flow).

**Figura 3.10** **Bilancia dei flussi di Gas da Bacton (UK) verso Zebrugge (Belgio)**




*dati www.interconnector.com*

Finché sarà possibile effettuare degli arbitraggi tra il gas utilizzato in Gran Bretagna e quello utilizzato in Europa (prestando però attenzione alle restrizioni tecniche che si incontrano per l'utilizzo del gasdotto), il prezzo del gas a NBP e Zeebrugge sarà strettamente connesso; la maggior parte delle volte, infatti, la differenza tra il prezzo dei due mercati è molto vicina allo zero. Gli unici periodi in cui si sono verificate delle distorsioni, e la differenza è diventata significativamente diversa da zero, coincidevano con i periodi di manutenzione del gasdotto (quindi quando il gasdotto non era attivo).

Il mercato TTF olandese è collegato con quello di Zeebrugge attraverso un gasdotto, e nella maggior parte dei casi la differenza di prezzo tra questi due mercati è pressoché uguale a zero; ci possono essere dei momenti in cui la capacità di trasporto del gasdotto non è sufficiente per effettuare degli arbitraggi totali, allora questi sono i casi in cui si possono apprezzare delle differenze di prezzo.

I prezzi sono solitamente quotati in GB (sterline) per therm[16] in Gran Bretagna e in Belgio, mentre sono quotati in EUR/MWh per mercato TTF.

La principale borsa europea per i contratti future sul gas naturale è l'ICE, dove è quotato l'ICE Natural Gas Future che ha le seguenti caratteristiche:

- si possono concludere contratti per i prossimi 12 mesi, per i prossimi 12 quadrimestri e per le prossime 6 stagioni (inverno/estate);
- il contratto ha una grandezza di 5 unità da 1000 therm per giorno;
- il prezzo viene quotato in sterline inglesi per therm;
- si possono scambiare contratti per un determinato mese/trimestre/stagione fino a 2 giorni prima del primo giorno del mese/trimestre/stagione di consegna;
- la consegna fisica avviene presso l'NBP, con consegna distribuita in modo uniforme per tutto il periodo (mese/trimestre/stagione).

- Mercato Asiatico

Il Giappone e la Corea del Sud coprono la maggior parte della domanda di GPL soprattutto dall'Indonesia, Malesia, Australia e il Medio-Oriente. Questo mercato è dominato da contratti a lungo termine correlati in modo importante con il mercato del petrolio, e per il prezzo del gas si fa riferimento al Japan Crude Cocktail, una particolare miscela di varie tipologie di petrolio.

### 3.2.3 Il mercato del carbone

Il carbone è un carburante che in natura si trova sotto forma di fossile, e appare come una roccia nera o marrone scuro e consiste nella carbonizzazione di vegetali, avvenuta in milioni di anni nel sottosuolo. È utilizzata come risorsa principale per la produzione di energia elettrica (il 40% dell'energia elettrica è prodotta con l'utilizzo delle centrali termoelettriche alimentate a carbone) e per la produzione di acciaio. Esistono diverse qualità di carbone che vengono distinte per le rispettive caratteristiche fisiche e chimiche: le più importanti sono il contenuto di carbonio, la capacità di produrre

[16] Un Therm (thm) è un'unità di misura per l'energia, ed equivale all'energia utilizzata per far bruciare circa 2,8 metri cubi di gas (1 therm equivale ad oltre 100mila btu; 1 therm equivale a circa 0,029 MWh).

energia, il contenuto di zolfo e di legno. Maggiore è la quantità di carbonio presente, migliore è la qualità del carbone, e queste caratteristiche determinano il prezzo del bene e le modalità del suo utilizzo. Il carbone può essere suddiviso in hard coal, sub-bituminous coal e lignite (brown coal).

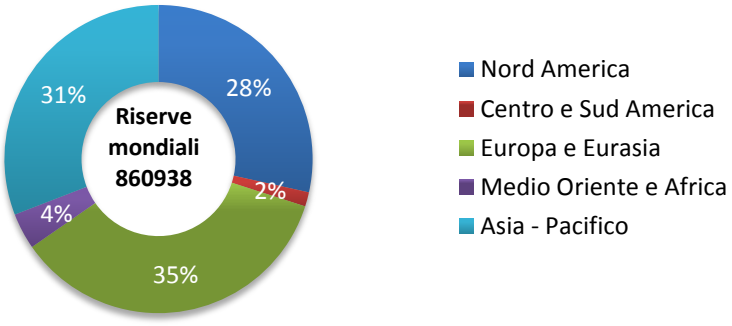
L'hard coal ha il più elevato grado di produzione di calore e a sua volta si può suddividere in:

- Coking coal: è il carbone con la qualità più elevata ed è la tipologia utilizzata come carburante e per la produzione di plastica e acciaio.
- Steam coal: è utilizzato per cucinare e per il riscaldamento.

Il sub-bituminous coal e la lignite sono due tipologie di carbone che hanno praticamente un mercato assente poiché trasportarle sarebbe totalmente non economico.

Nel 2013 il consumo mondiale di carbone si attestava su circa 160.000 bilioni di Btu, che rappresenta il 29% del consumo globale di energia. L'utilizzo principale è come carburante per la produzione di energia e per la produzione industriale. Il totale delle riserve di carbone nel mondo ammonta a 860.938 million ton, e i Paesi che detengono le principali riserve ad oggi conosciute sono Cina, Russia ed America che posseggono quasi il 60% delle riserve mondiali. La distribuzione per aree geografiche delle riserve di carbone è mostrata in figura 3.11.

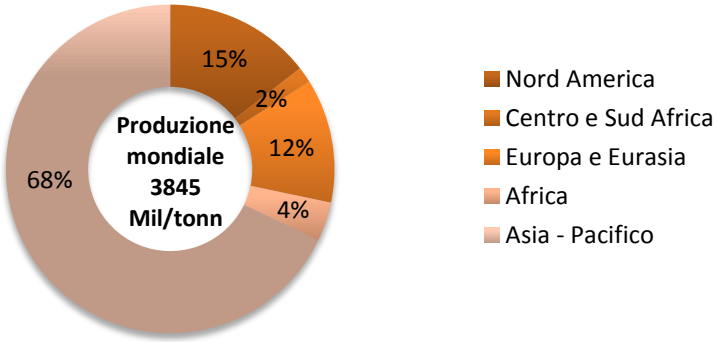
**Figura 3.11** **Riserve mondiali di carbone per area geografica**




*dati Statistical Review of World Energy 2013, British Petroleum*

Il Paese principale per la produzione di carbone è la Cina, con una percentuale di poco inferiore al 50%, seguita da Stati Uniti, Australia e Russia. La suddivisione della produzione per aree geografiche è riportata in figura 3.12.

**Figura 3.12** **Produzione mondiale di carbone per area geografica**




*dati Statistical Review of World Energy 2013, British Petroleum*

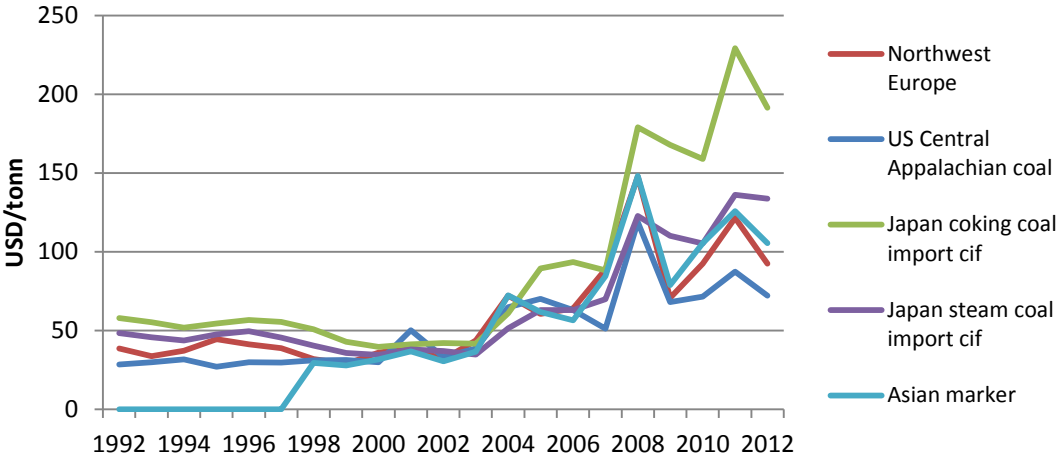
Il consumo di carbone, generalmente, avviene in zone molto vicine alla sua estrazione, poiché, avendo un basso tenore energetico rispetto a gas e petrolio, il costo del trasporto risulta molto elevato rispetto all'effettivo vantaggio che si avrebbe nell'utilizzarlo. Per questo motivo i Paesi con un elevato livello di produzione di carbone sono anche quei Paesi in cui è elevato il suo consumo.

Per la produzione di carbone, una serie di acquisizioni e fusioni hanno portato ad un mercato molto concentrato, in cui 4 società di spartiscono la maggior parte del mercato:

- BHP Billiton, che estrae carbone in Australia, Sud Africa e Colombia.
- Rio Tinto, che ha come base l'Australia, ed è presente anche in Nord America.
- Anglo American, opera in Australia, Sud Africa e Sud America.
- Glencore, che opera in Australia, Colombia, Sud Africa e Canada.

Come detto in precedenza, il trasporto del carbone è molto costoso rispetto al vero valore del bene e alla sua effettiva utilità come carburante, infatti in alcuni casi il costo di trasporto può arrivare a influenzare il prezzo del carbone fino al 70%, a seconda del punto di consegna. Nel mercato internazionale sono presenti numerosi punti di consegna: Richards Bay (Sud Africa), Newcastle (Australia), ARA (Europa) e Central Appalachian (Stati Uniti). Inoltre, il prezzo dipende da un'altra rilevante caratteristica: la quantità di energia contenuta nella specifica qualità di carbone. Nella figura 3.13 possiamo notare le differenze di prezzo tra le diverse tipologie di carbone dal 1992 al 2012.

**Figura 3.13** **Prezzi delle diverse tipologie di carbone 1992-2012**




*dati Statistical Review of World Energy 2013, British Petroleum*

I prezzi del carbone possono essere ottenuti attraverso la borsa, i broker o i data provider. Questi ultimi includono: Argus Media Ltd, che fornisce prezzi e consulenza di mercato per il petrolio, gas, elettricità e carbone; McCloskey Group, che fornisce dati, notizie e analisi specializzate soprattutto sul mercato del carbone. Queste due società provvedono alla creazione di un database che suddivide il prezzo del carbone in 3 indici diversi a seconda del mercato (API: All Publication Index):

- API#2: indice per la tratta ARA e il prezzo è quotato con la clausola ARA; importante prezzo di riferimento per tutto il mercato europeo; la consegna deve avvenire entro novanta giorni, l'energia contenuta deve essere di 6000 Kcal/kg e il contenuto di zolfo deve minore dell'1%.
- API#3: indice per il prezzo FOB Newcastle, Australia. La consegna deve avvenire entro novanta giorni, il contenuto di energia deve essere di 6700 Kcal/Kg e il contenuto di zolfo deve essere minore dell'1%.
- API#4: indice per il mercato fisico FOB Richards Bay, Sud Africa. La consegna deve avvenire entro novanta giorni, il contenuto di energia deve essere di 6000 Kcal/Kg e il contenuto di zolfo deve essere minore dell'1%.

I prodotti finanziari più utilizzati sia dai produttori sia da chi poi andrà ad acquistare il carbone sono gli swap. Una difficoltà che si incontra nello scambiare questi derivati è la poca liquidità del mercato, dovuta soprattutto alle caratteristiche particolari del mercato

a pronti del carbone; nonostante ciò le istituzioni finanziarie sono attive in questo mercato. Gli swap vengono scambiati con scadenze fino a 3 anni, anche se i contratti sul carbone fisico hanno dei tempi di consegna sensibilmente più brevi.

Il mercato finanziario principale per i contratti sul carbone è il mercato OTC; esistono alcune borse che quotano dei derivati su alcune tipologie di carbone ma il volume degli scambi è molto basso.

Nella borsa NYMEX i futures sul carbone sono scambiati con scadenza mensile fino a 2 anni. Questo future è quotato attraverso il prezzo del carbone Central Appalachian (CAPP), benchmark per gli Stati Uniti. La consegna è effettuata con la clausola FOB presso Big Sandy River District (Ohio), con la clausola CIF. Il contenuto specifico di energia è 12000 btu/pound (circa 6700 kcal/kg) con un contenuto di zolfo minore dell'1%.

Nella borsa ICE sono presenti i contratti futures sul carbone con consegna presso il porto di Rotterdam (Olanda), il prezzo di riferimento è l'API#2 e i contratti future con porto di consegna Richards Bay, il cui prezzo di riferimento è l'API#4. Entrambi questi contratti vengono scambiati per i successivi 6 mesi, 6 trimestri, 5 stagioni e per i successivi 2 anni. Generalmente il volume degli scambi di questi contratti è modesto.

Una piattaforma per lo scambio fisico del carbone è la GlobalCOAL: qui si possono trovare le quotazioni del carbone per i principali mercati come Richards Bay, ARA, Newcatsle e Puerto Bolivar in Colombia. In questo mercato vengono inoltre quotati degli swap contro gli indici di prezzo API#2 e API#4. Per entrare e operare in questo mercato è obbligatorio firmare uno specifico accordo denominato "Standard Coal Trading Agreement" (SCoTA).

### 3.2.4 Il mercato dell'energia elettrica

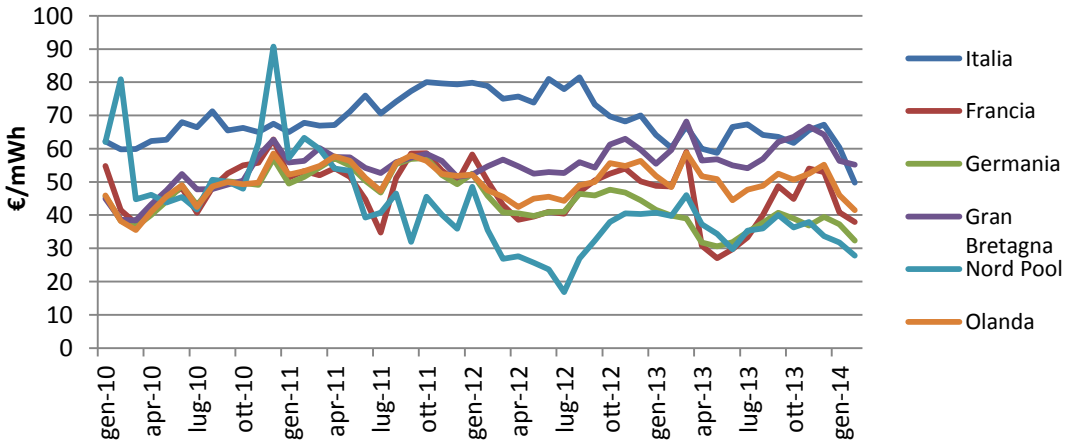
L'elettricità è una forma di energia utilizzata per diversi utilizzi come riscaldamento, illuminazione ed energia in generale. È relativamente semplice da controllare, conveniente dal lato economico e non inquina nel posto in cui è utilizzata. L'elettricità può essere inoltre considerata come una forma di energia secondaria, poiché è generata dalla conversione di altre risorse energetiche, come il carbone, il gas naturale, il

petrolio, l'energia nucleare, l'energia dell'acqua e altre risorse di energia rinnovabili. Questa caratteristica dell'elettricità fa sì che il suo mercato e il suo prezzo siano correlati in modo rilevante con il mercato delle materie prime, che sono poi utilizzate per la produzione di energia, e con le condizioni ambientali.

Il mercato dell'energia elettrica si sta espandendo in proporzione al mercato globale dell'energia. Prendendo come riferimento l'anno 1990, la produzione netta di energia elettrica è quadruplicata, e si stima che entro il 2040 potrà arrivare a toccare i 39 trilioni di KWh, un dato quasi doppio rispetto al 2010 quando era di 22 trilioni di KWh (Kilowattora). La crescita nella produzione può essere distinta da area ad area e la principale differenza può essere riscontrata tra paesi OECD e paesi non-OECD: nei primi un mercato maturo ed una sostanziale stabilizzazione della domanda portano ad una crescita relativamente modesta della produzione netta (+50% dal 1990 al 2040); nei secondi invece si stima che la produzione possa più che raddoppiare nei prossimi 30 anni (+250% dal 2010 al 2040), soprattutto in Cina dove si stima che la produzione possa quadruplicare.

La differenza di prezzo che riscontriamo tra paese e paese è dovuta alle modalità e al materiale con cui l'energia elettrica è prodotta; in figura 3.14 troviamo l'andamento storico dei prezzi del contratto future ad 1 mese sull'energia elettrica dal 2010 ad oggi, a seconda del Paese dove il contratto è quotato (tutti i prezzi sono stati omogenizzati al prezzo espresso come €/mWh).

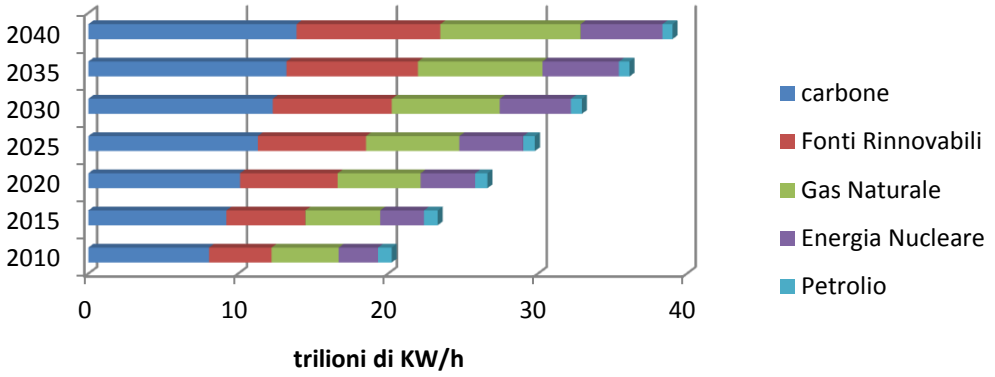
**Figura 3.14** **Prezzi future con scadenza 1 mese sull'elettricità nei maggiori Paesi europei**




*fonte: Bloomberg*

In figura 3.15 invece possiamo notare la differenza di materiali utilizzati per la produzione di energia elettrica nei vari paesi.

**Figura 3.15** **Fonti per la produzione di energia elettrica**




*dati International Energy Outlook 2013, EIA*

Un problema che può essere di difficile soluzione per l'energia elettrica è rispondere ad una domanda che può sembrare semplice: "Qual è il reale prodotto che noi andiamo a scambiare nel mercato?"

L'energia elettrica non può essere conservata, perciò il consumo deve essere simultaneo alla produzione. L'unica eccezione riguarda gli impianti idroelettrici che, attraverso la conservazione di grandi quantità d'acqua in bacini, possono all'occorrenza aumentare la propria capacità produttiva andando ad utilizzare l'acqua precedentemente raccolta.

Una seconda importante caratteristica, ma sempre collegata a quanto appena detto, è la necessità di creare e mantenere attiva una rete di connessioni per distribuire l'energia elettrica, che possa quindi consentire lo sviluppo di un mercato a livello globale.

L'impossibilità di conservare l'energia elettrica comporta un'elevata volatilità nei prezzi, soprattutto per quanto riguarda i contratti future con scadenza più ravvicinata e nel mercato a pronti, in cui shock di domanda e offerta possono creare un drastico innalzamento o abbassamento del prezzo. Nel mercato future per scadenze più lontane nel tempo il movimento dei prezzi è più contenuto, poiché la domanda di energia che si avrà in quel momento non è ancora conosciuta, come non lo è nemmeno la capacità produttiva degli impianti; per questo motivo, sulle scadenza lunghe, i contratti future vengono scambiati su dati medi di periodo, che presentano variabilità ridotta.

Ci deve quindi essere un'esatta e simultanea corrispondenza tra domanda e offerta nel mercato in ogni momento, e per questo motivo ci deve essere un operatore intermedio tra chi produce e chi consuma l'energia che faccia da arbitro e faccia bilanciare domanda e offerta: questo ruolo viene ricoperto dai "Transmission System Operator" (TSO). Questi operatori definiscono un periodo (solitamente compreso tra 15 e 30 minuti) in cui viene rilevata l'offerta di energia elettrica. La domanda di energia elettrica dei clienti finali è misurata durante lo stesso periodo, e la media di questi valori, sulla quale si basano i produttori di energia, vale come previsione per il periodo successivo.

Nel mercato dell'energia elettrica possiamo trovare numerosi strumenti a seconda dell'area geografica dove andremo ad operare; questo accade poiché non esiste un mercato mondiale, dovuto alle peculiari caratteristiche del sottostante.

Possiamo trovare:

- *Mercati dei contratti forward e future*: utilizzati soprattutto dai consumatori per le funzioni di risk management e in modo marginale anche da speculatori e altri operazioni di investimento. I contratti forward si possono trovare con scadenze di 1 giorno, settimane, mesi, trimestri e anni. Spesso accade che contratti con scadenza lunga vengano divisi in contratti di più breve durata.
- *Day ahead market*: vengono scambiati i prodotti che vedranno la consegna nel giorno successivo. Questo mercato contiene i più importanti contratti a pronti che possono essere scambiati sia nelle borse regolamentate sia nel mercato OTC. Questi contratti forniscono la base per la costruzione dei contratti future.
- *Intra-day market*: qui vengono scambiati i prodotti che hanno la consegna nel giorno stesso. Questi contratti sono utilizzati soprattutto dai produttori per ottimizzare la loro offerta di energia elettrica a brevissimo termine. La chiusura di questi contratti avviene con la consegna "fisica" del bene e non per scopi puramente di investimento.
- *Balancing and reserve market*: il primo descrive il mercato il cui il distributore di energia ribilancia il proprio portafoglio vendendo l'energia in eccesso o acquistando quella che non è riuscito a reperire precedentemente (viene considerato anche il mercato in tempo reale). Il secondo è quel mercato in cui i

TSO acquistano il prodotto che serve per compensare gli sbilanciamenti che possono venirsi a creare tra domanda e offerta nel sistema dell'energia elettrica.

La produzione di energia elettrica solitamente è impacchettata in serie della durata di un'ora: se l'energia, che poi sarà consegnata, viene considerata costante durante tutto l'arco del tempo il contratto viene definito un baseload contract; se invece è considerata costante solo durante certi periodi del giorno quando il consumo è più elevato il contratto è denominato peakload contract.

Gli operatori specializzati in questi mercati assumono nomi diversi a seconda dell'area geografica in cui operano: negli Stati Uniti il ruolo è ricoperto dalla FERC (Federal Energy Regulatory Commission), in Europa esiste l' ETSO (European Trasnmission System Operators). Il loro compito è di controllare che la domanda e l'offerta di energia siano completamente compensate, con una limitazione o un aumento della distribuzione di energia in caso di un surplus di domanda o di offerta.

# CAPITOLO 4

# IL MERCATO DEL PETROLIO

Con un livello di consumo che aumenta costantemente anno dopo anno, arrivando nel 2013 a superare gli 89 milioni di barili al giorno (World Economic Outlook 2013, Eni S.p.a.), il petrolio è una delle più importanti materie prime al mondo. Il ruolo che il petrolio assume è fondamentale per l'intera economia mondiale e ciò che accade in questa industria ha delle importanti ripercussioni a livello macroeconomico su molti Paesi. Oltre ad essere una risorsa naturale strategica, il petrolio rappresenta il sottostante di strumenti finanziari scambiati in modo continuo nel mercato, come future e opzioni, e da questi deriva la sostenibilità e la competitività di interi settori industriali come quello delle automobili o quello dei trasporti, che dipendono da previsioni accurate sui prezzi a pronti e sui prezzi future del petrolio. Passando ad un livello microeconomico, molte industrie assumono decisioni importanti a livello di struttura interna dei costi e di business planning avendo come variabile decisiva le previsioni sui prezzi del petrolio. Per questi motivi, capire il funzionamento e l'andamento dei prezzi del petrolio diventa cruciale per valutare correttamente l'influenza che questa materia prima ha sulle varie economie e sulle varie attività finanziarie.

Gli strumenti derivati sul petrolio sono nati con il principale scopo di fornire delle soluzioni per la riduzione del rischio di prezzo per le compagnie petrolifere e per i Paesi la cui economia dipende in modo sostanziale dall'esportazione di petrolio. Il rischio di prezzo deriva da una caratteristica fondamentale di tutte le materie prime: l'alta volatilità del prezzo. Movimenti ampi ed imprevedibili possono creare non poche difficoltà all'economia: un aumento improvviso può provocare un aumento dell'inflazione nei Paesi importatori di petrolio, mentre un calo dei prezzi non previsto può provocare problemi alle industrie produttrici che vedono ridursi i profitti con ripercussioni negative anche nei Paesi dove operano.

Questo capitolo si svilupperà andando ad approfondire diversi temi: il primo paragrafo tratterà le variabili che influenzano direttamente il prezzo del petrolio a livello generale, dai fattori macroeconomici, ai fattori geopolitici, ai fattori prettamente finanziari. Nel secondo paragrafo sarà analizzato in dettaglio il mercato di una tipologia di petrolio, il Brent, sottostante dei derivati finanziari utilizzati nell'ultimo capitolo per l'implementazione della strategia di copertura per le materie plastiche. La seconda parte del capitolo si snoderà attorno a 3 tematiche principali: la descrizione del mercato del Brent e la sua composizione, l'analisi dei derivati finanziari scritti su questa tipologia di petrolio e la formazione del prezzo del Brent sul mercato a pronti.

## 4.1 I DRIVER DEL PREZZO DEL PETROLIO

Il prezzo del petrolio è influenzato principalmente da fattori di tipo macroeconomico, geopolitico, e da considerazioni riguardanti la catena del valore del petrolio, che influenzano la domanda e l'offerta del greggio e dei suoi prodotti derivati.

### 4.1.1 I fattori macroeconomici

a) Attività economica

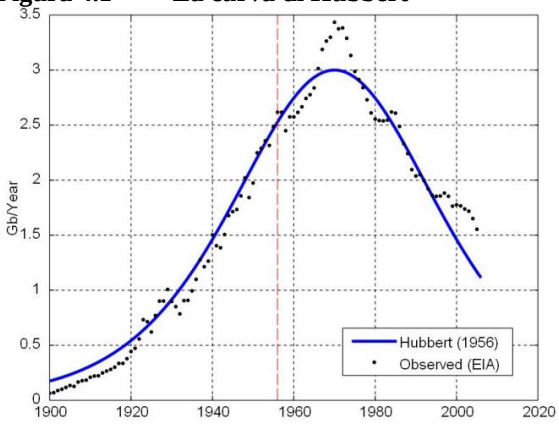
Il principale fattore che ha ripercussioni importanti sul prezzo del petrolio è il prodotto interno lordo delle principali economie mondiali. Se l'economia è in una fase espansionistica, il prezzo del petrolio avrà un andamento molto simile a questo trend di crescita. Questo risultato può essere ulteriormente rafforzato dall'azione dei produttori e degli utilizzatori di petrolio: se entrambi credono che il prezzo crescerà ulteriormente, i primi non si copriranno beneficiando di eventuali aumenti dei prezzi, i secondi, invece, andranno ad acquistare contratti forward e future con scadenze lunghe per non rimanere esposti ad ulteriori e repentini aumenti del prezzo. In questo modo i prezzi, a meno di eventi esogeni, tenderanno a rimanere elevati.

b) Riserve

La principale domanda che gli economisti si pongono in merito al petrolio è: “Quante riserve esistono ancora?”.

I primi studi su questo argomento furono condotti da un geologo statunitense, Hubbert, che nel 1956, attraverso la sua teoria “Hubbert’s Peak”, formulò una previsione per la quale il picco di produzione del petrolio negli Stati Uniti si sarebbe toccato nel 1970, figura 4.1. Dai dati disponibili nei report della BP, “Energy Review”, il picco di produzione si ebbe nel 1972.

**Figura 4.1 La curva di Hubbert**




*Fonte: dati EIA; “Nuclear energy and the fossil fuels”, Hubbert (1956)*

Il picco di Hubbert è una teoria scientifica che modella l'evoluzione temporale della produzione di una qualsiasi fonte fossile esauribile o fisicamente limitata attraverso l’utilizzo di una particolare curva a campana, detta curva di Hubbert. La produzione della specifica risorsa segue un andamento che presenta una fase iniziale di lenta crescita della produzione, che man mano aumenta fino ad un punto di flesso per poi raggiungere il picco e cominciare un declino dapprima lento, e poi sempre più rapido.

L’obiettivo della teoria è di prevedere quale sarà la data di produzione massima per un giacimento o per un insieme di giacimenti partendo dai dati relativi alla loro "storia estrattiva". Il punto di produzione massima, oltre il quale la produzione può soltanto diminuire, viene detto *picco di Hubbert* (per ulteriori approfondimenti Hubbert, (1956)).

Una particolare tipologia di riserve che influisce sulla determinazione del prezzo del petrolio sono le cosiddette *scorte strategiche*. Create per la prima volta nel 1973 dagli Stati Uniti a seguito dell’embargo di petrolio dai paesi appartenenti all’OPEC

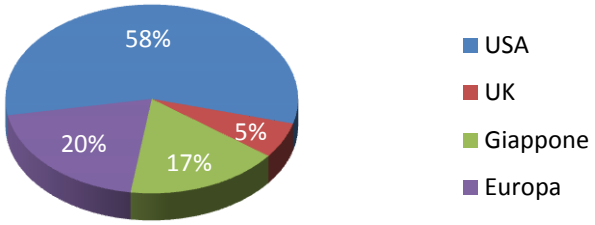
(Organization of Petroleum Exporting Countries), sono utilizzate solo in caso di assoluta necessità, quale può essere una difficoltà di approvvigionamento dovuta a conflitti nelle zone di maggior importanza per la produzione mondiale di petrolio.

Attualmente le principali riserve strategiche mondiali dei Paesi appartenenti all'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA, International Energy Agency), sono detenute dagli Stati Uniti, con 700 milioni di barili di petrolio, seguiti dal Giappone con 323 milioni di barili e dalla Cina con 690 milioni di barili. In Europa, con la Direttiva 2006/67/CE del Consiglio, del 24 luglio 2006, è stato stabilito l'obbligo per gli Stati membri di mantenere un livello minimo di scorte di petrolio greggio e/o di prodotti petroliferi: il livello minimo di scorte di prodotti petroliferi ed equivalenti deve corrispondere almeno a 90 giorni del consumo medio giornaliero interno nel precedente anno civile (fonte Europa.eu).

Le riserve strategiche sono state raramente intaccate nel corso della storia. L'EIA ha fatto ricorso ad un rilascio di queste riserve nel 1991, nel 2005 e nel 2011:

- l'11 gennaio 1991 a causa dell'embargo delle importazioni dal Kuwait e dall'Iran, decretato dagli Stati Uniti durante la Guerra del Golfo, che ha provocato un fabbisogno di 4,9 milioni di barili al giorno. Il piano messo a punto dall'EIA ha avuto come fine il recupero di 2,5 milioni di barili al giorno per 15 giorni. In figura 4.2 possiamo vedere quali Paesi hanno contribuito al rilascio delle scorte.

**Figura 4.2** **Suddivisione rilascio scorte strategiche 1991**

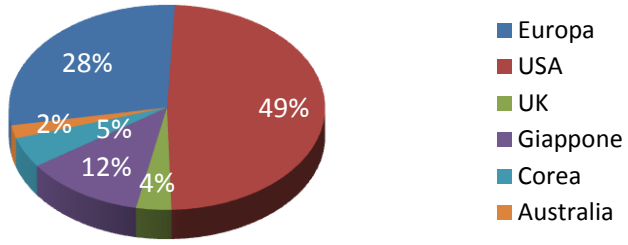



*fonte: rielaborazione su dati AIE*

- Il 2 settembre 2005 l'EIA ha fatto ricorso alle scorte strategiche per rispondere all'emergenza causata dall'uragano Katrina nel Golfo del Messico. Il piano prevedeva il rilascio di 2 milioni di barili al giorno per 30 giorni da rendere

disponibili al mercato statunitense. In figura 4.3 la suddivisione del rilascio delle scorte.

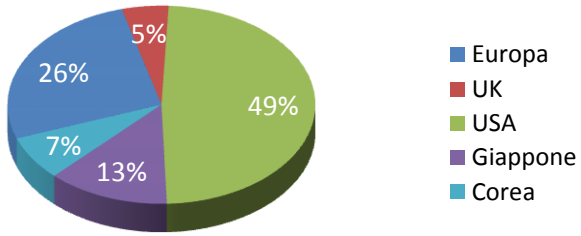
**Figura 4.3** **Suddivisione rilascio scorte strategiche 2005**




*fonte: rielaborazione su dati AIE*

- Il 23 giugno 2011 l'EIA ha deciso di rilasciare 60 milioni di barili di greggio e prodotti affini per sopperire alla scarsità di estrazione derivante dalla guerra in Libia (mancanza di 1,5 milioni di barili al giorno) e per rispondere alla crescita di domanda estiva delle raffinerie uscite dal periodo di manutenzione. In figura 4.4 la suddivisione del rilascio delle scorte.

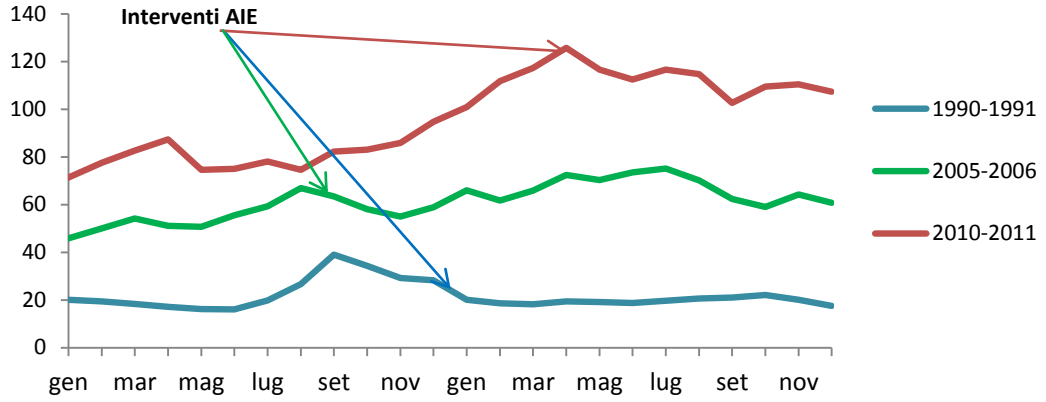
**Figura 4.4** **Suddivisione rilascio scorte strategiche 2011**




*fonte: rielaborazione su dati AIE*

La reazione dei mercati nel periodo immediatamente successivo ai 3 interventi è stata la medesima: come possiamo notare dalla figura 4.5, nel mese che segue l'immissione nel mercato delle scorte strategiche di petrolio i prezzi hanno subito un calo. Questa è proprio la finalità che si propone di raggiungere l'EIA: in seguito a vicende quali guerre o fenomeni atmosferici che colpiscono i maggiori Paesi per l'estrazione del petrolio, l'offerta nel mercato si riduce e i prezzi subiscono una brusca impennata. Grazie alle scorte strategiche si riesce a riportare i prezzi del petrolio verso i valori precedenti alla crisi.

**Figura 4.5** **Andamento dei prezzi del Brent durante i 3 interventi dell'AIE sulle scorte strategiche di petrolio**




*fonte: dati Bloomberg*

c) Esistenza di altri prodotti utilizzati come sostituti

Il repentino aumento del prezzo del petrolio negli anni '70 ha portato il mondo industriale a cercare dei prodotti sostituti del greggio, come il gas naturale. Come conseguenza, il prezzo del petrolio ha registrato valori molto bassi per tutto il decennio successivo.

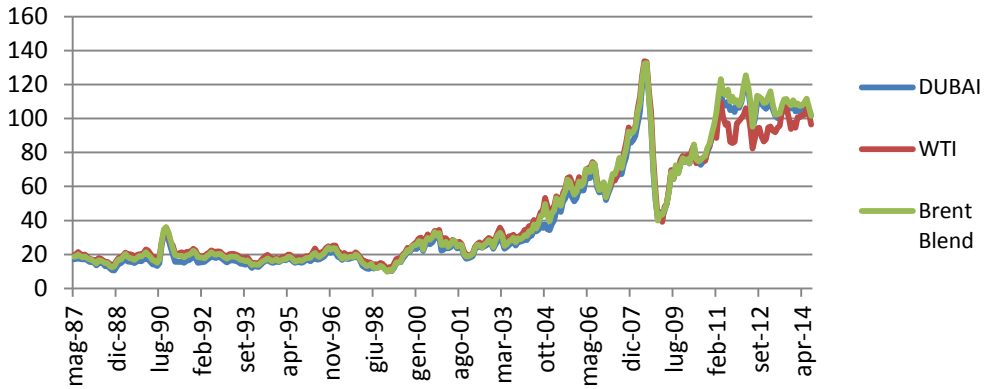
Al giorno d'oggi, con la prospettiva di un progressivo esaurimento delle fonti fossili e con il 65% dell'estrazione mondiale utilizzata per il settore dei trasporti, la maggior parte delle società che estraggono petrolio diversificano i loro investimenti per scoprire e sviluppare nuove fonti di energia: queste sono rappresentate dai biocarburanti come l'etanolo, da tecnologie d'avanguardia che consentono di estrarre dal gas o dal carbone ciò che normalmente viene prodotto attraverso il petrolio, dall'invenzione di motori ad idrogeno o ad elettricità, dall'energia solare, dall'energia nucleare e dall'energia eolica.

Un'altra soluzione alternativa per le compagnie petrolifere è quella di trovare nuove risorse in parti del globo non ancora esplorate oppure nei fondali marini. Un esempio è la spiaggia presente ad Alberta, in Canada, dove si può trovare una tipologia di sabbia dalla consistenza bituminosa, cioè con elevata viscosità e non particolarmente infiammabile. Essa viene trasformata in petrolio pesante ed è poi trasportata verso le raffinerie. Questo processo però richiede una grande quantità di energia per la trasformazione della sabbia in petrolio e, inoltre, non sono da sottovalutare gli impatti ambientali molto elevati.

d) Prezzo delle altre tipologie di petrolio

Le due più importanti qualità di greggio sono il WTI e il Brent, e attraverso un differenziale sul loro prezzo vengono definiti i prezzi delle altre tipologie di greggio scambiate a livello globale. Per questo motivo se il valore dei primi varia si avrà un effetto diretto anche sui prezzi delle altre qualità di petrolio. Un'elevata correlazione tra i prezzi del petrolio Brent e WTI con i prezzi di un terzo petrolio non utilizzato come benchmark mondiale, come il petrolio di Dubai, è confermata dalla figura 4.6.

**Figura 4.6** **Prezzi petrolio Brent Blend, WTI, Dubai**




*fonte: dati Bloomberg*

e) Attività degli investitori

Nel momento in cui i prezzi del petrolio aumentano, il mercato acquista maggior attrattività per gli investitori istituzionali. Visto l'alto volume di scambi che si verifica nelle fasi di mercato "toro", l'attività degli investitori è spesso chiamata in causa come responsabile per creare un ciclo auto-rinforzante di aumento del prezzo, non coordinato rispetto a reali aumenti del prezzo di estrazione, trasporto o stoccaggio.

L'attività degli investitori si manifesta soprattutto nel mercato dei derivati sul petrolio, poiché chi vuole aprire posizioni solo a fini speculativi su questo mercato non è interessato alla consegna della materia prima, ma solo all'oscillazione del suo prezzo. Alcuni fondi di investimento devono, per obbligazioni contrattuali, mantenere una certa esposizione nel mercato delle commodity, e per questo rinnovano continuamente la propria posizione su future attraverso il meccanismo del "rolling": se si ha una posizione lunga su future, questo processo avviene vendendo il contratto future che si ha in portafoglio quando si sta avvicinando la data di scadenza, definito come contratto

"prompt", e acquistando il contratto future per la scadenza immediatamente successiva, il cosiddetto "nearby" buture. Questa continua attività da parte dei fondi di investimento è diventata molto significativa ed ha portato ad un aumento dei prezzi dei contratti future con scadenze vicine al momento in cui si va ad calcolare la curva future, portandola spesso in posizione di "contango", cioè quando il prezzo future è maggiore del prezzo a pronti.

f) Oscillazioni del dollaro

Come avviene per la maggior parte delle materie prime, anche i prezzi del petrolio sono quotati in Dollari Americani. Un deprezzamento del Dollaro verso le principali monete mondiali porta ad un aumento della domanda da parte dei Paesi che non utilizzano il Dollaro come moneta.

### 4.1.2 La catena di vendita

a) Capacità di estrazione a regime e capacità massima

La capacità estrattiva quotidiana di un sito viene mantenuta ad un livello inferiore alla massima capacità possibile, in modo da poter reagire agli shock in aumento della domanda. La maggiore capacità produttiva massima è presente per i pozzi petroliferi dell'Arabia Saudita, capaci di assorbire qualsiasi aumento repentino della domanda di greggio. Il problema principale, quindi, non risiede tanto nella quantità di petrolio che è possibile estrarre da uno specifico sito, ma piuttosto nella capacità di raffinazione che le industrie hanno. Come detto in precedenza, il petrolio estratto contiene sempre una percentuale di zolfo e deve quindi essere lavorato prima di poter essere utilizzato.

b) Capacità di raffinazione

Nel caso di un improvviso aumento della domanda, con lo sfruttamento totale della capacità massima di estrazione dei pozzi petroliferi, potrebbe non essere sufficiente la capacità di raffinazione esistente per processare il petrolio. In questo caso l'aumento della capacità produttiva non si trasforma direttamente in una maggiore quantità di materia prima immessa nel mercato, portando, di conseguenza, ad un aumento dei prezzi.

c) Margine di raffinazione

Il cosiddetto “crack spread” misura la differenza in termini di prezzo tra il prezzo di vendita di un prodotto derivato dalla raffinazione del petrolio e il costo del petrolio utilizzato per produrre quel raffinato. Un caso particolare, che però spiega in modo chiaro come questo differenziale possa giocare un ruolo fondamentale nella determinazione del prezzo del petrolio, è avvenuto nel 2005 dopo l’avvento dell’Uragano Katrina nel Golfo del Messico. Dopo questo evento un barile di petrolio raffinato era venduto a 122 USD, un barile di petrolio estratto costava 70 USD, per cui il margine di raffinazione, il crack spread, era di circa 50 USD al barile. Gli intermediari che gestiscono il mercato del petrolio capirono subito che questo margine non poteva essere sostenuto così a lungo, e fecero sì che il prezzo del petrolio all’estrazione crescesse.

d) Costo delle attività accessorie

Ci sono alcuni fattori che influenzano il costo del petrolio in modo indiretto, come il costo della manodopera che lavora negli impianti, il costo dei barili, i costi legati al trasporto.

e) Nuovi investimenti

Spesso la costruzione di nuovi impianti o l’ammodernamento di quelli già esistenti per aumentare la capacità produttiva può essere approvata solo dopo attente verifiche dovute alle sempre più stringenti direttive di tutela ambientale. Durante gli anni ’90, negli Stati Uniti, la costruzione di nuovi siti di estrazione costò 47 miliardi di dollari, e nel 2006, per ridurre la quantità di zolfo all’interno di gasolio e benzina, le società di estrazione americane spesero 16 miliardi di dollari per investire in nuovi sistemi di raffinazione.

### 4.1.3 I fattori geopolitici

a) Guerre e terrorismo

I conflitti che nel corso degli ultimi vent'anni si sono verificati in Iraq, Iran e Arabia Saudita hanno temporaneamente compromesso la capacità estrattiva e di raffinazione del petrolio, ma anche paesi ricchi di riserve petrolifere come Venezuela e Nigeria sono continuamente investiti da guerre interne che precludono la possibilità di sviluppare la capacità di estrazione. Questi eventi portano, nel breve periodo, ad un aumento del prezzo del petrolio.

b) Tensioni politiche

Le tensioni che si generano all'interno dei Paesi importanti per produzione e trasporto di energia danno vita al "fattore paura", molto diffuso soprattutto nel mercato delle materie prime, per cui il prezzo di queste varia in modo repentino anche nel caso in cui, effettivamente, nel paese preso in considerazione non accade nulla che possa compromettere la capacità estrattiva o di raffinazione.

### 4.1.4 Analisi delle curve forward

Fino a poco tempo fa le analisi riguardanti il prezzo del petrolio prendevano in considerazione solo i fattori esogeni a questo mercato, senza dare troppa importanza alla struttura a termine dei prezzi. Negli ultimi 10 anni il mercato delle materie prime ha registrato un incremento nelle quantità scambiate con contratti a termine. Davis (2002) ha affermato che la struttura a termine dei prezzi del petrolio può essere suddivisa in 2 parti: la prima va dal nearby future al future lontano 18 mesi, la seconda comprende tutti i future con scadenza superiore ai 18 mesi. Nella prima parte della curva i prezzi sono molto legati al mercato a pronti del petrolio, reagendo soprattutto a dati riguardanti la domanda e l'offerta di greggio, il livello delle scorte e la possibilità di stoccaggio. Nei future con scadenza oltre i 18 mesi il mercato reagisce a segnali derivanti maggiormente dal mercato finanziario rispetto al mercato del petrolio fisico, segnali come le aspettative sui tassi di interesse o sull'inflazione. Il mercato finanziario è anche quella parte di mercato all'interno della quale si possono fare previsioni sui progetti futuri

delle compagnie petrolifere per quanto riguarda l'ampliamento o meno delle infrastrutture.

La curva forward dei prezzi può assumere due configurazioni: curva in contango, con i prezzi forward più elevati del prezzo sul mercato a pronti, e curva in backwardation, con i prezzi forward più bassi rispetto al prezzo sul mercato a pronti. Solitamente la curva dei prezzi forward del petrolio assume una forma in backwardation, poiché c'è una costante discrepanza tra domanda e offerta di petrolio, con la prima che è sempre superiore alla seconda. Questo è dovuto soprattutto all'elevato costo di immagazzinamento che fa sì che le compagnie petrolifere non ne estraggano di più di quanto richiesto. Nel caso di un aumento della domanda, questo non potrà essere soddisfatto solamente attraverso l'utilizzo delle scorte esistenti, poiché queste sono minime, ma si dovrà procedere con un aumento dell'estrazione e della raffinazione. Questo aggiustamento non è immediato, e la discrepanza temporale tra l'aumento della domanda e l'aumento dell'offerta provoca un ulteriore aumento dei prezzi che spinge ancora di più la curva forward in backwardation. I mercati caratterizzati da questo tipo di curva forward sperimentano una scarsità di materia prima, scorte minime, prezzi molto volatili come risultante delle scorte basse e prezzi che possono aumentare molto velocemente.

## 4.2 IL MERCATO DEL BRENT

Il mercato del Brent assume un ruolo fondamentale nel sistema di definizione del prezzo del petrolio a livello mondiale: il 70% dei prezzi delle varie tipologie di greggio che vengono contrattate nel mondo sono calcolati prendendo come valore di riferimento il prezzo del Brent.

All'inizio degli anni '80 il mercato del Brent era costituito solamente dal mercato a pronti, conosciuto come "Dated Brent", e da un mercato forward in cui si concludevano contratti per una consegna futura di merce. Negli ultimi trent'anni la complessità del mercato è cresciuta in modo progressivo, arrivando, ad oggi, ad essere composto, oltre che dal mercato a pronti, anche da un mercato futures, da un mercato swap e da un mercato delle opzioni, tutti caratterizzati da elevata liquidità.

Una serie di caratteristiche ha fatto sì che il Brent diventasse il benchmark di mercato più utilizzato:

- la posizione geografica del Mare del Nord, vicina ai centri di raffinazione europei e statunitensi.
- Il regime legale, di tassazione e regolamentario in vigore in Gran Bretagna, paese che ne controlla la gran parte della produzione.
- La diversificazione dei produttori: il petrolio sottostante ai contratti forward e future è disponibile per una grande varietà di intermediari. Se ci si trovasse in una situazione di monopolio sarebbe molto più facile per l'unico produttore praticare azioni volte alla distorsione del prezzo di mercato, aumentando il rischio per i vari intermediari (Newbery, 1984). Nella maggior parte dei Paesi appartenenti all'OPEC esistono dei produttori unici per una singola tipologia di greggio, e quindi queste varietà di petrolio non possono essere considerate come benchmark per il mercato. Invece il Brent, storicamente, è sempre stato estratto da un numero elevato di compagnie come Shell ExxonMobil, Chevron, British Petroleum, Total e CNR.
- L'alto grado di concentrazione delle infrastrutture che facilita l'attività di distribuzione del greggio.

### 4.2.1 Il petrolio fisico del Mare del Nord

Il petrolio del Mare del Nord è formato da una larga varietà di tipologie di greggio, che includono Brent, Ninian, Forties, Oseberg, Ekofisk, Flotta e Statfjor. Agli inizi del corrente sistema di determinazione dei prezzi per il petrolio, tra tutte le qualità estratte nel Mare del Nord, il Brent è stata la qualità di petrolio presa come riferimento dalle agenzie. Il Brent è composto da diverse tipologie di greggio estratte in luoghi differenti e incanalate attraverso lo stesso oleodotto che va a confluire a Sullom Voe, nelle Isole Shetland, a nord-est della Scozia. Dal 1980 la produzione di Brent ha cominciato progressivamente a diminuire, passando dagli 885 mila barili al giorno del 1986 ai 366 mila barili al giorno del 1990.

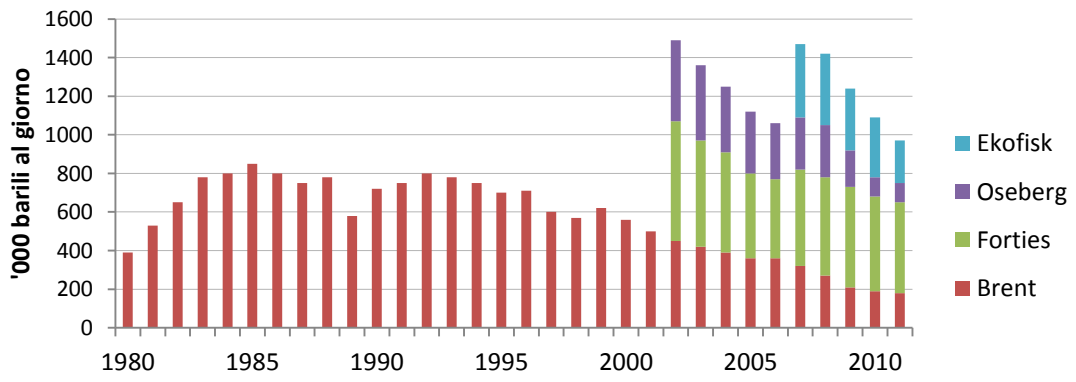
Con una produzione così bassa era molto facile che potessero verificarsi distorsioni e manipolazioni del mercato, con la conseguenza che il prezzo del Brent si slegasse

completamente dalle altre tipologie di greggio scambiate a livello mondiale. Per evitare questo effetto, nell'agosto 1990 il sistema per determinare il prezzo del Brent è stato unito con il sistema per determinare il prezzo di una seconda tipologia di petrolio, il Ninian, con l'estrazione totale che nell'insieme ha toccato un massimo pari a 856 mila barili al giorno nel 1992. In questo modo è stato creato un unico sistema di esportazione per questo tipo di petrolio chiamato "Brent Blend" (www.bp.com).

Con il passare del tempo la produzione ha continuato il suo processo di declino, fino ad arrivare nel 2001 ad avere un valore poco superiore ai 400 mila barili al giorno, meno di una petroliera al giorno. Per questo motivo, nel 2002, Platt's ha allargato la definizione del benchmark Dated Brent includendo altre due tipologie di petrolio: il Forties, di produzione inglese, e l'Oseberg, di produzione norvegese. Questo mix di petrolio è diventato il nuovo benchmark per la definizione del prezzo di riferimento per i future sul Brent e ha preso il nome di Brent-Forties-Oseberg (BFO). L'inclusione di altre due tipologie di greggio ha nuovamente aumentato il volume di produzione del benchmark di riferimento. La produzione di Brent BFO è scesa da 63 petroliere al mese nell'agosto 2004 alle 48 petroliere al mese nei primi mesi del 2007.

Nel 2007 una nuova tipologia di petrolio è stata inserita nel benchmark, l'Ekofisk, andando così a creare il Brent-Forties-Oseberg-Ekofisk (Brent BFOE), che adesso è comunemente chiamato il Brent del Mare del Nord. Come possiamo notare dalla figura 4.7, il Brent BFOE nel 2007 veniva estratto con un ritmo di 1,5 milioni di barili al giorno, proseguendo con un lento declino fino a raggiungere nel mese di Giugno 2014 l'ammontare di 860 mila barili al giorno (www.bp.com).

**Figura 4.7** **Volume della produzione di Brent, Forties, Oseberg, Ekofisk**




*Fonte: BP(2012); RBA; Statistics Norway; UK Department of Energy and Climate Change*

### 4.2.2 Gli strumenti finanziari del mercato del Brent

I principali strumenti finanziari introdotti prendendo come riferimento il Brent BFOE per il mercato fisico sono i contratti forward, i contratti future, i contratti per lo scambio fisico (EFPs, Exchange for Physicals), i contratti per differenza (CFDs, Contract for Differences) e le opzioni. Alcuni di questi strumenti, come i future, sono scambiati in borse regolamentate, come la borsa ICE, altri strumenti, come i CFD, sono contratti conclusi tra due parti nei mercati Over the Counter (OTC).

- Contratto Forward

I contratti forward sono stati i primi ad essere introdotti nel mercato. Il nome "forward sul Brent" può essere utilizzato per indicare indistintamente il contratto forward 25-day Brent, il contratto forward 25-day BFOE o semplicemente il contratto sul Brent. In questo contratto è specificato il mese di consegna del carico ma non la data precisa in cui la petroliera attraccherà nello specifico porto di consegna. Il prezzo dei contratti forward solitamente è quotato per i 3 mesi successivi: ad esempio nel mese di maggio, sono prezzati i contratti con consegna giugno, luglio e agosto. Il prezzo forward fa riferimento al valore del carico per la consegna fisica nel mese e nella destinazione specificati nel contratto.

Per capire la natura del mercato dei forward sul Brent, è importante prendere in considerazione la tipologia di Brent esistente prima del 25-day Brent, e cioè il 21-day Brent e ancor prima il 15-day Brent. Il mercato del 15-day doveva il suo nome alla particolare struttura del programma di consegna del petrolio. Le compagnie che si occupavano dell'estrazione del petrolio definivano la data di consegna per il mese in questione il giorno 5 del mese precedente e l'intero programma per il trasporto del petrolio era organizzato entro il giorno 15 del mese precedente al mese di consegna. Fino a quando questo programma non era completo, gli acquirenti non conoscevano l'esatto giorno in cui il petrolio sarebbe stato disponibile per la consegna. Gli acquirenti stessi, però, potevano aver già concluso, in precedenza, altri contratti forward nei quali si erano impegnati a vendere a termine una certa quantità di petrolio ad un certo prezzo, senza sapere se il petrolio che dovranno consegnare sarebbe stato disponibile o meno. Per ovviare a questo problema, concludendo un contratto 15-day Brent, chi vende il

petrolio deve dare alla controparte del contratto forward notizia del primo giorno della finestra di 3 giorni in cui avverrà la consegna con almeno 15 giorni di anticipo.

Un esempio può aiutare a chiarire il concetto: ci si ponga al 12 di febbraio, data in cui due controparti hanno concluso un contratto 15-day Brent con consegna settembre; al momento della stipulazione del contratto il venditore non è a conoscenza del giorno preciso in cui il petrolio sarà disponibile per la consegna. Nel mese precedente la consegna, in questo caso agosto, verrà pubblicato il programma di consegna e al venditore sarà indicata la finestra dei 3 giorni in cui dovrà mettere a disposizione il carico di petrolio, ad esempio la finestra sarà dal 16 al 18 di settembre. A questo punto il venditore indicherà la controparte a cui quel carico di petrolio dovrà essere consegnato, e l'indicazione dovrà avvenire entro il giorno 1 di settembre, cioè al massimo 15 giorni prima del primo giorno della finestra di carico. La controparte originariamente indicata come acquirente del petrolio, potrebbe avere già venduto un altro contratto 15-day Brent con lo stesso mese di consegna: in questo caso essa dovrà portare a conoscenza il nuovo acquirente della consegna con 15 giorni di anticipo. Così facendo, il contratto 15-day Brent può essere trasferito tra le varie controparti interessate attraverso una semplice catena "vendita-acquisto" di contratti forward, fino a quando un acquirente accetta la consegna fisica del petrolio, oppure non è più in grado di nominare un nuovo acquirente, per scadenza dei termini. In quest'ultimo caso i trader sono soliti definire l'acquirente come "five-o' clocked", poiché la notifica deve avvenire con 15 giorni di anticipo entro le ore 17, cioè 5PM. Una volta che il periodo valido per la notifica è scaduto, il carico di petrolio a cui è stata assegnata una determinata data viene classificato come Dated Brent. In questo caso, dall'1 settembre il carico prende il nome di Dated Brent con la consegna che avverrà dopo 15 giorni.

Il passaggio dalla denominazione di contratto forward 15-day alla denominazione di forward 21-day si ebbe nei primi anni 2000 quando è stato allungato il periodo per comunicare la data di consegna da 15 a 21 giorni. Due ulteriori modifiche nella denominazione del contratto si sono avute nel 2007 quando sono stati inclusi anche i contratti riferiti al petrolio qualità Ekofisk, per cui il contratto ha preso il nome di forward 21-day BFOE, e nel 2012 quando il periodo per la comunicazione della data di

consegna è stato ulteriormente allungato da 21 a 25 giorni, con il contratto che ha preso la denominazione utilizzata tutto'oggi di forward 25-day BFOE.

- Contratto Future

Il primo contratto futures avente come sottostante il Brent è stato introdotto nel mercato a giugno del 1988 ed era scambiato nella International Petroleum Exchange (IPE), mentre dal 2001 è contrattato nella borsa ICE (Intercontinental Exchange).

Il contratto future sul Brent è scritto su 1000 barili di petrolio Brent con consegna ad una specifica data nel futuro. I future non possono essere contrattati oltre il giorno 15 del mese precedente la data di consegna, se il 15 è un giorno lavorativo, altrimenti non possono essere contrattati oltre il giorno lavorativo immediatamente precedente il giorno 15. Ad esempio un contratto con scadenza dicembre potrà essere scambiato sul mercato fino al giorno 15 di novembre o fino al giorno lavorativo immediatamente precedente il 15 di novembre. Se non specificato il modo diverso, il contratto future scambiato nella borsa ICE è chiuso con una compensazione per cassa. Esiste la possibilità della consegna fisica del petrolio attivando l'opzione EFP (Exchange for Physical). La contrattazione di questi future avviene attraverso un mercato elettronico in cui vengono abbinati prezzi denaro/lettera tra controparti anonime.

Il future sul Brent ha avuto una crescita esponenziale dei volumi scambiati negli ultimi 2 decenni: nel 2010 il volume medio giornaliero di contrattazioni superava i 400 mila contratti, corrispondenti a più di 400 milioni barili di petrolio, un valore che superava di 5 volte il volume globale della produzione di petrolio (fonte: Argus).

Una caratteristica interessante del contratto future sul Brent è che, alla scadenza, il contratto viene chiuso attraverso un'operazione di compensazione per cassa, prendendo come riferimento il valore dell'ICE Brent Future Index, conosciuto anche come Brent Index, calcolato sulla base di tutte le transazioni che avvengono nel mercato forward. Questo comporta che, mentre generalmente il valore di un contratto future, alla data di scadenza, converge al valore della materia prima sottostante scambiata nel mercato a pronti, il valore del future sul Brent converge al prezzo del contratto forward scritto sul Brent. In particolare, il Brent Index viene calcolato come media pesata dei barili di petrolio scambiati nel primo e nel secondo mese nel mercato forward 25-day BFOE,

aggiustato per uno spread esistente tra i prezzi relativi al primo e al secondo mese, come riportato dalle PRAs. Questo accade perché il mercato dei forward sul Brent ha una storia più lunga del mercato dei future, e inoltre nessun produttore operante nel Mare del Nord vuole che il contratto torni ad avere la consegna fisica.

L'evoluzione del mercato forward del Brent è stata replicata che anche nel mercato dei future: fino a novembre 2012 esisteva un solo tipo di contratto future sul Brent quotato nella borsa ICE, il Brent Future; da dicembre 2012, invece, un nuovo tipo di future sul Brent, il Brent NX Future, è stato introdotto per seguire gli sviluppi del mercato fisico, passato da un contratto con base 21 giorni ad un contratto con base 25 giorni. Questo nuovo contratto ha la funzione di allineare il mercato dei future con il mercato fisico del Brent BFOE e con il mercato del Dated Brent.

- Contratto EFP, Exchange for Physical

Sebbene i future non siano conclusi con la consegna fisica del bene, il mercato relativo agli EFP consente ai partecipanti di convertire la loro posizione su future con una posizione sul mercato a pronti del Brent, più in particolare la conversione avviene tra un contratto future e un contratto forward 25-day BFOE. A differenza del mercato relativo al petrolio WTI americano, il contratto EFP sul Brent non è qualitativamente equivalente al contratto che prevede la consegna fisica. Inoltre il contratto EFP sul Brent è un'opzione che il partecipante può attivare a sua discrezione, mentre per i future con sottostante il petrolio WTI, nel caso si portasse a scadenza il future, si accetterebbe automaticamente la consegna fisica della materia prima.

Gli EFP sono contratti estranei alla borsa, il cui prezzo è concordato tra le due parti del singolo contratto: la parte A, che possiede un contratto future, vende il contratto future e acquista un contratto forward. La controparte B acquista il future da A e vende alla stessa controparte il contratto forward. Attraverso questo processo, A acquista un'esposizione al mercato a pronti del Brent, mentre B converte la propria esposizione al mercato a pronti in una esposizione al mercato dei future. L'accordo avviene ad un prezzo che le controparti decidono autonomamente, ed è spesso diverso dal prezzo corrente nel mercato dei future.

I contratti EFP sono solitamente quotati attraverso un differenziale minimo rispetto al prezzo corrente del future sul Brent. Le parti sono tenute a notificare alla Borsa il loro accordo, in modo che la posizione in future che possedeva A venga trasferita a B.

Il ruolo che questa tipologia di contratti svolge nel mercato è quello di creare un collegamento tra il mercato dei future e il mercato fisico del Brent.

- Il petrolio Dated Brent BFOE

Il Dated Brent BFOE è la definizione data ad un carico di petrolio per il quale è già stata identificata la finestra di 3 giorni per la consegna. È importante specificare che, proprio perché la denominazione della tipologia di petrolio è Brent BFOE, questa si riferisce ad un carico di petrolio che contiene indifferentemente Brent, Forties, Oseberg e Ekofisk, mentre un carico formato da una sola tipologia di greggio tra le 4 citate è prezzato con un differenziale rispetto al Brent BFOE.

Essendo utilizzato per identificare il prezzo nel mercato a pronti, si è portati a pensare che il prezzo del Dated Brent faccia riferimento ad una transazione che avviene con consegna immediata al momento della conclusione dell'accordo tra il produttore e l'utilizzatore di petrolio. Questo però non avviene, infatti il contratto con cui il Dated Brent è negoziato contiene degli importanti elementi che incorporano una visione futura del prezzo: molto raramente il petrolio è venduto ed immediatamente consegnato. Il Dated Brent, dal 2012 in poi, prevede che la consegna avvenga in una finestra temporale che va dal decimo al venticinquesimo giorno a partire dalla conclusione dell'accordo. Ad esempio un contratto sul Dated Brent concluso il primo giugno, potrà prevedere la consegna fisica della merce tra l'11 e il 26 di giugno.

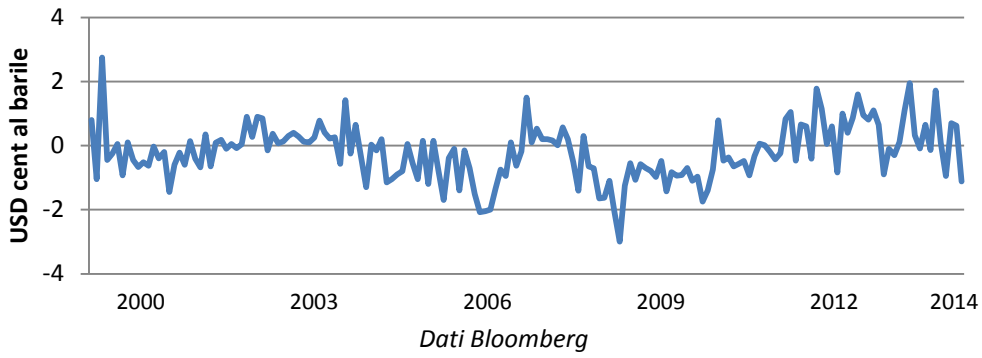
Questa caratteristica peculiare del Dated Brent introduce all'interno di un mercato a pronti un elemento di rischiosità unico: il rischio di prezzo. Quando si considera un generico mercato a pronti è normale pensare che al momento della stipulazione dell'accordo venga fissato anche il prezzo a cui la merce verrà scambiata. Nel mercato del Dated Brent, invece, questo non accade, facendo sì che entrambe le controparti rimangano esposte al rischio di prezzo fino alla data di consegna. La metodologia con cui viene definito il prezzo di un carico riesce a mitigare in gran parte questa fonte di

rischio, proponendo un prezzo definito attraverso la media dei prezzi che si sono verificati nei 3 giorni precedenti e successivi alla data di consegna.

- I CFDs, Contract for Differences

I contratti CFDs sono ormai parte integrante del complesso mercato dei contratti aventi come sottostante il Brent. Essi sono contratti swap che consentono a chi acquista o vende il petrolio di coprirsi dal differenziale di prezzo che esiste nel mercato tra il Dated BFOE e il mercato forward del Brent. Questi contratti possono essere scambiati all'interno della finestra di Platt's o negoziati privatamente tra due controparti al di fuori della Borsa. Come si nota dalla figura 4.9, il differenziale di prezzo sopra citato non è costante e presenta una volatilità molto elevata, spingendo gli operatori del mercato a coprire la propria esposizione sul mercato attraverso i CFDs.

**Figura 4.9** **Differenziale di prezzo tra Dated BFOE e forward su Brent**




*Dati Bloomberg*

Un esempio basato su dati reali (Fattouh, 2011) può chiarire il funzionamento di questo tipo di contratto: una compagnia di raffinazione del petrolio acquista un carico di Brent BFOE al 19 di marzo 2010 con una finestra di consegna tra il 21 e il 23 aprile 2010; nel contratto è stato stabilito che il prezzo del carico verrà deciso come media dei prezzi che si verificheranno tra il 19 e il 23 di aprile.

Il 19 di marzo il valore di un barile di petrolio BFOE è di $77,88. Il rischio che la compagnia dovrà fronteggiare riguarda il caso in cui il prezzo del petrolio aumenti nel mese che intercorre tra la conclusione del contratto e la consegna del carico.

Una prima soluzione per proteggersi da questo rischio è rappresentata dall'acquisto di un contratto forward con scadenza aprile. Questo però comporta l'esposizione ad un secondo rischio: il valore del contratto forward non necessariamente segue il valore del

Dated Brent BFOE: questo differenziale di prezzo, è proprio il sottostante di un Contract for Differences (CFDs). Per coprire questo rischio, chi deve acquistare il carico di petrolio, andrà ad acquistare un contratto forward con scadenza maggio 2010 e un CFD per la settimana tra il 19 e il 23 di aprile. Al 19 marzo il prezzo del forward per maggio ha un prezzo di 79,53 $ al barile, mentre il CFD per la settimana presa in considerazione ha un prezzo di -0,57$ al barile. Con questa strategia il prezzo del carico è stato bloccato ad un prezzo molto vicino a 79,53$ al barile.

Come funziona operativamente questa strategia di copertura? Si ipotizzi che il giorno per la consegna sia il 22 aprile: in quel giorno il forward con scadenza maggio è venduto ad un prezzo di 84,78$ al barile, con un profitto di 5,25$ (84,78$ - 79,53$ = 5,25$). Si consideri ora la posizione sul contratto CFD: il modo più semplice per utilizzare un CFD è trattarlo come un contratto swap dove chi lo acquista riceve il prezzo del Dated Brent e paga il prezzo del contratto forward. Si ipotizzi che la compagnia di raffinazione, che in questo esempio ha acquistato il CFD, decida di chiudere il contratto in parti uguali all'interno dei 5 giorni nei quali verrà calcolato il prezzo effettivo del carico che ha acquistato, chiude cioè il 20% del contratto CFD in ognuno dei giorni tra il 19 e il 23 di aprile.

I dati, ottenuti tramite il portale Bloomberg, sono i seguenti:

| Data | Prezzo Dated Brent | Prezzo forward BFOE | Guadagno/perdita CFD | |
|---|---|---|---|---|
| 19/04/10 | 83,19 | 83,53 | 0,2 x (83,19 – 83,53) = | -0,068 |
| 20/04/10 | 84,74 | 84,86 | 0,2 x (84,74 - 84,86) = | -0,024 |
| 21/04/10 | 84,47 | 84,62 | 0,2 x (84,47 – 84,62) = | -0,03 |
| 22/04/10 | 84,64 | 84,78 | 0,2 x (84,64 – 84,78) = | -0,028 |
| 23/04/10 | 86,49 | 86,43 | 0,2 x (86,49 – 86,43) = | 0,012 |
| | | | Valore totale del guadagno/perdita | -0,138 |

La posizione finale della compagnia di raffinazione al 23 di aprile 2010 è la seguente:

| | |
|---|---|
| prezzo pagato per il carico (media dei prezzi Dated Brent tra il 19 e il 23 di aprile) | 84,706 $ |
| Guadagno/perdita su contratto forward | - 5,25 $ |
| Guadagno/perdita su contratto CFD | + 0,138 $ |
| **Totale posizione** | **79,594 $** |

Il prezzo effettivamente pagato per il carico è stato di $79,594 al barile, valore molto vicino al prezzo del Dated Brent al momento della stipula del contratto ($79,53). Come possiamo notare la posizione non è stata coperta perfettamente, poiché il contratto forward con scadenza maggio è stato venduto in un'unica soluzione il 22 di aprile.

Se si fosse applicato lo stesso metodo utilizzato per i CFD, cioè se si fosse venduto un 20% del contratto forward in tutti i giorni tra il 19 e il 23 di aprile, il prezzo medio ottenuto per la vendita del contratto forward sarebbe stato di $84,884 al barile, con un guadagno su forward leggermente più elevato ($5,314 al barile), che avrebbe fatto sì che il prezzo effettivamente pagato per il carico fosse di $79,53 al barile.

Da questo esempio possiamo trarre un'ulteriore conclusione: il 19 marzo, alla data di stipula del contratto, è possibile calcolare il prezzo di un contratto forward sul Brent per la settimana tra il 19 e il 23 aprile. Il prezzo del forward non è altro che la somma tra il valore del contratto CFD e il valore del forward con scadenza il mese successivo rispetto alla data di consegna: nel nostro esempio il prezzo per un forward con scadenza aprile, calcolato al 19 marzo, sarebbe stato di $78,96 ($79,53 - $0,57).

I contratti CFD sono quotati per le 8 settimane successive rispetto alla data odierna, e in questo modo è possibile derivare il valore di un contratto forward per lo stesso lasso di tempo. Il provider di dati Platt's prezza gli swap sul Brent attraverso il valore dei contratti CFD. Per questo motivo i CFD hanno il ruolo fondamentale per collegare il mercato del forward 25-day BFOE e il mercato del Dated Brent e assumono un ruolo centrale per la determinazione dei prezzi in questo mercato così complesso.

## 4.3 IL PROCESSO DI DETERMINAZIONE DEL PREZZO DEL PETROLIO DA PARTE DELLE VARIE AGENZIE

Le agenzie per il prezzo delle materie prime, le cosiddette PRAs (Price Reporting Agencies), hanno un ruolo fondamentale nell'industria petrolifera. Le principali sono Platt's, Argus Media, Asia Petroleum Price Index (APPI), e ICIS London Oil Report. Il prezzo che le agenzie identificano funge da base per i contratti a lungo termine, per i contratti a pronti, per il mercato dei future e per tutti gli strumenti derivati che hanno come sottostante il petrolio. Attraverso la metodologia utilizzata per riassumere in un

solo prezzo tutte le transazioni di petrolio fisico che avvengono nel mercato, le agenzie assicurano la trasparenza per tutti i contratti che riguardano il greggio. Come affermato da Horsnell e Mabro (1993) il lavoro svolto dalle agenzie per la formulazione di un prezzo di riferimento consiste in una rielaborazione dei dati più complessa di un semplice calcolo matematico dei contratti conclusi in una giornata. Nel calcolare il prezzo che riflette accuratamente il valore di un barile di petrolio, ogni agenzia agisce secondo assunzioni proprie, che possono influenzare la struttura del mercato. Le agenzie sono parte integrante del mercato del petrolio fin dal 1986, quando si è passati ad un mercato globale, dopo il collasso del sistema governato dai paesi dell'OPEC.

La loro influenza è stata studiata per la prima volta durante il G20 tenutosi a Seoul, in Corea, nel novembre 2010. Nel documento di sintesi[17], approfondito poi dallo studio condotto dal comitato tecnico della IOSCO (International Organization of Securities Commission) nel Novembre 2010[18], si è posta molta attenzione nel capire se i dati che le agenzie riportano con molta cura riflettono in modo esatto il mercato del petrolio.

Per valutare il ruolo delle PRAs è importante soffermarsi su 3 fattori tra loro correlati: la metodologia utilizzata nel calcolare il prezzo di riferimento; l'accuratezza del prezzo di riferimento; le misure interne che ogni agenzia adotta per proteggere e assicurare l'efficienza del processo di calcolo del prezzo.

Ci sono evidenti differenze tra la metodologia e la filosofia che sottostà al processo di calcolo del prezzo di riferimento che ogni agenzia utilizza e per questo motivo i prezzi che si riferiscono alla stessa tipologia di petrolio possono differire. Da ciò nasce il problema di identificare quale sia il prezzo di riferimento che meglio replica l'andamento del mercato degli scambi a pronti, dei contratti a lungo termine e dei contratti derivati. Le differenze, seppur minime, possono avere serie ripercussioni sui ricavi degli esportatori e nei flussi di cassa tra le controparti di uno stesso contratto.

[17] G-20 SUMMIT (2010), *The Seoul Summit Document*, Seoul.
[18] IOSCO (2010),*Task Force on Commodity Futures Markets: Report to the G20*.

Le tre metodologie più utilizzate dalle agenzie per identificare il prezzo del petrolio sono:

- media ponderata dei prezzi con i volumi scambiati;
- media tra prezzo più elevato e prezzo più basso;
- prezzo uguale al prezzo al momento della chiusura del mercato (MOC, market-on-close).

Nel 2011 Platt's, l'agenzia con maggior influenza a livello globale, ha abbandonato il calcolo del prezzo attraverso la media ponderata dei prezzi per i volumi scambiati, iniziando ad utilizzare la metodologia MOC. In questo modo si identifica il prezzo del petrolio tenendo in considerazione una finestra temporale ben definita (ad esempio tra le ore 16 e le ore 16.30 GMT) e il prezzo di riferimento è calcolato attraverso i prezzi dei contratti che si concludono all'interno della finestra temporale. Nel caso non si concluda nessun contratto si utilizzano i prezzi di domanda e offerta (Thorne, 2010).

Il MOC è simile ad un mercato future nel quale i partecipanti propongono un prezzo denaro ed un prezzo lettera, ma con due sostanziali differenze:

- Platt's registra le varie offerte presenti sul mercato, per cui i partecipanti al mercato sono noti.
- Platt's decide quali informazioni devono essere considerate per calcolare il prezzo di riferimento.
- Il prezzo finale è poi ritrasmesso al mercato in tempo reale ed è utilizzato anche per il calcolo del differenziale tra il benchmark di riferimento e le altre tipologie di petrolio.

La più importante critica verso il sistema MOC è stata mossa dalla seconda agenzia mondiale, la "Argus Global Market". Secondo quest'ultima la finestra presa in considerazione da Platt's manca spesso di liquidità e può essere dominata da pochi intermediari che possono ostacolare il processo di formazione del prezzo. In riferimento al mercato americano Argus (2007) ha poi argomentato:

"La metodologia MOC funzionerebbe se le industrie immettessero liquidità (nel mercato) durante la finestra di decisione del prezzo (decisa da Platt's). Se questo non accade, la metodologia è lontana dal riuscire a stabilire il valore alla chiusura basandosi

su domanda, offerta e altri fattori. Questo significa che il prezzo che deriva dall'utilizzo dalla MOC può essere diverso da quello calcolato con la media ponderata di tutti i contratti conclusi nel giorno preso in considerazione".

Nello stesso anno è stato messo a confronto il volume di scambi totali avvenuti in un giorno di maggio 2007 per diverse tipologie di petrolio presenti negli Stati Uniti, con il volume considerato all'interno della finestra temporale che Platt's utilizza per definire il prezzo. Come possiamo vedere dalla tabella 4.10, il volume che Platt's considera è solo il 2,31% di tutto il petrolio scambiato nel mercato a pronti in un giorno.

**Tabella 4.10 Volume di scambi considerati da Platt's per definire il prezzo del petrolio**

| Tipologia petrolio | Volume considerato nella finestra di Platt's | Volume totale di scambi in un giorno | % considerata nella finestra Platt's |
|---|---|---|---|
| LLS | 0 | 446.920 | 0% |
| WTI Diff to | 26.425 | 378.445 | 7% |
| Mars | 5.418 | 185.252 | 3% |
| WTS | 1.054 | 154.706 | 1% |
| WTI Midland | 3.002 | 138.470 | 2% |
| HLS | 1.000 | 100.032 | 1% |
| WTI P-Plus | 1.000 | 88.802 | 1% |
| Eugene Island | 0 | 40.044 | 0% |
| Poseidon | 0 | 73.857 | 0% |
| SGC | 0 | 22.100 | 0% |
| Bonito | 0 | 9.140 | 0% |
| **Totale** | **37,899** | **1,637,768** | **2.31%** |

*Fonte: dati Argus (2007)*

La poca liquidità e un esiguo numero di partecipanti al mercato pongono molti interrogativi sull'efficienza di questo sistema di decisione dei prezzi. A questa problematica Platt's ha risposto dicendo che, se i partecipanti ritenessero che il prezzo così deciso non rispecchiasse accuratamente l'andamento del mercato a pronti, questi entrerebbero nei contratti che Platt's considera per il calcolo del prezzo influenzandone il processo di decisione.

Chi partecipa al mercato, nel riportare alle PRAs i dati sugli scambi, non è sottoposto a particolari restrizioni legali o regolamentari. La divulgazione delle informazioni è una volontà autonoma delle varie compagnie, decisa attraverso i regolamenti interni di privacy. Negli Stati Uniti è prassi che le varie agenzie concludano accordi con le varie compagnie industriali per ricevere i dati di mercato, senza poi pubblicare il nome della fonte nei report. Negli Stati Uniti, la Commodity Futures Trading Commission (CFTC),

la Federal Energy Regulatory Commission (FERC) e la Federal Trade Commission (FTC) hanno approvato un regolamento che vieta la falsa comunicazione. In Europa, la direttiva sull'abuso di mercato svolge lo stesso ruolo.

Il 3 Novembre 2010 la CFTC, insieme alla Security Exchange Commission (SEC), ha proposto simultaneamente l'aggiornamento della riforma di Wall Street chiamata "Dodd-Frank Act" e del regolamento per la protezione del consumatore, entrambi promulgati l'11 luglio 2010. Gli argomenti presi in considerazione sono la non manipolazione dei dati e l'anti frode.

Per quanto riguarda la manipolazione del mercato inclusa nella sezione 753 del "Dodd-Frank Act", la nuova sezione introdotta specifica che qualsiasi attività che infrangerà i regolamenti che la Commissione (SEC) promulgherà entro 1 anno dall'approvazione del "Dodd-Frank Act", sarà sottoposta a sanzione. Le informazioni riguardanti i contratti finanziari conclusi sulle materie prime non dovranno presentare possibili cause di incomprensione, e i contratti dovranno riportare con la massima accuratezza tutte le informazioni necessarie alla conclusione dell'accordo[19].

In Europa, il medesimo ruolo del "Dodd-Frank Act" è svolto dalla direttiva sull'abuso di mercato, promulgata per la prima volta il 28 gennaio 2003[20]. L'ultima modifica a questa direttiva è avvenuta il 12 giugno 2014, con la pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del Regolamento n. 596/2014 riguardante l'abuso di mercato e della Direttiva n. 2014/57/EU sulle sanzioni per l'abuso di mercato. Il regolamento dovrà entrare in vigore entro luglio 2016 mentre entro 2 anni tutti gli Stati membri sono tenuti a recepire la direttiva all'interno del proprio sistema legislativo.

Nella direttiva sono contenute le norme minime per le sanzioni penali applicabili all'abuso e alla comunicazione illecita di informazioni privilegiate e alla manipolazione del mercato, al fine di assicurare l'integrità dei mercati finanziari all'intero dell'UE e di rafforzare la protezione degli investitori e la fiducia in tali mercati.

Con questa nuova serie di norme si è voluto aggiornare e migliorare la direttiva sull'abuso di mercato del 2003. Il regolamento ha la funzione di aggiornare le norme,

[19] Federal Register, vol. 75, n° 212, Mercoledì 3 novembre 2010, proposta di legge.
[20] *http://europa.eu.*

mantenendole al passo con gli sviluppi recenti nei mercati finanziari avvenuti attraverso la nascita di nuove piattaforme di trading. Esso, inoltre, ha la funzione di rafforzare i controlli contro gli abusi nei mercati delle materie prime e nei relativi mercati dei derivati finanziari, di proibire esplicitamente la manipolazione dei vari riferimenti di mercato (come ad esempio il tasso di interesse Libor), di rafforzare le sanzioni amministrative e assicurare l'utilizzo di una unica lista di norme riducendo, dove possibile, il peso della burocrazia per le piccole-medie imprese. La Direttiva 2014/57 serve quindi per assicurare che tutti gli Stati membri dell'Unione Europea armonizzino i propri sistemi legislativi, in modo che lo stesso reato venga punito dappertutto con le stesse modalità[21].

Tornando alle PRAs, Platt's confida nell'utilizzo di un sistema per la raccolta delle informazioni industriali più strutturato. Tuttavia, per manipolare il mercato, non è necessario che i trader forniscano informazioni erronee, potrebbero semplicemente concludere accordi anomali all'interno della finestra di rilevazione di Platt's, accettando prezzi troppo elevati o troppo bassi per un acquisto o una vendita. In questi casi, le agenzie devono assicurare che le informazioni ricevute e i contratti conclusi rispecchino l'andamento del mercato, altrimenti tutto il processo di formazione del prezzo sarebbe indebolito. Per questo motivo, non sono pubblicati i dati di contratti conclusi al di fuori di un range di mercato prestabilito.

Per salvaguardare la trasparenza del processo di definizione del prezzo, le agenzie devono verificare l'accuratezza delle informazioni che ricevono, e nel caso in cui non riuscissero, hanno il diritto di escludere questi dati. Inoltre Platt's tiene traccia di tutti gli intermediari che agiscono all'interno della finestra di mercato, memorizzando quale intermediario ha eseguito quella specifica offerta a quel determinato prezzo: chi non rispetta gli standard di trasparenza o inoltra offerte fuori mercato è espulso dalla finestra. La singola agenzia può richiedere successive documentazioni e materiali di supporto per verificare che quello specifico contratto concluso sia valido per la determinazione del prezzo.

[21] http://europa.eu.

# CAPITOLO 5

# IL MERCATO DELLA PLASTICA

Nella seconda metà del ventesimo secolo la plastica è diventata il materiale globalmente più impiegato per una grande quantità di utilizzi e per questo è diventata essenziale nell'economia moderna. L'industria della plastica, negli ultimi 50 anni, ha sperimentato una continua espansione che ha portato la sua produzione a crescere ad un tasso annuale medio dell'8,7% (dati PlasticsEurope).

In base ai dati di PlasticsEurope, delle 241 milioni di tonnellate di plastica prodotte ogni anno nel mondo, il 23,9% è prodotto in Cina, il 20,7% è prodotto nel resto dell'Asia incluso il Giappone, il 20,4% è prodotto in Europa, il 20% negli Stati Uniti, e la restante parte è prodotta tra Sud America, Nord Africa, Medio-Oriente e Russia.

In Europa quasi il 40% della plastica è utilizzata nell'industria del packaging, il 20,3% è utilizzato nel settore delle costruzioni e l'8,2% è utilizzato del settore automobilistico.

Nel settore del packaging i tre polimeri più utilizzati sono il polietilene a bassa densità, il polipropilene e il polietilene ad alta densità. Questo è il settore cruciale per lo studio che sarà illustrato nel corso del prossimo ed ultimo capitolo.

## 5.1 LA PRODUZIONE DELLA PLASTICA

La plastica può essere prodotta utilizzando diversi tipi di idrocarburi, a loro volta estratti da petrolio e gas naturale. Questi idrocarburi possono essere ad esempio l'etilene, il propilene e il butene.

Per prima cosa, quindi, è necessario estrarre gli idrocarburi dal petrolio o dal gas naturale: attraverso la distillazione del petrolio si ottengono diversi componenti, che differiscono gli uni dagli altri per la composizione chimica. Dal petrolio si estraggono elementi come l'etene, il propene e il butene, cioè monomeri utilizzati poi per la

produzione della plastica. Le catene di carbonio più lunghe formano la nafta, che attraverso un processo di “steam cracking” (pirolisi degli idrocarburi), viene utilizzata per la produzione dell’etilene.

Il gas, una volta estratto dal sottosuolo, subisce una processo di depurazione prima di essere scisso nei suoi elementi principali: etano, propano, metano, butano e pentano. Anche l’etano può subire lo stesso processo di “steam cracking” descritto per la nafta, per poi essere utilizzato per la produzione dell’etilene.

Il monomero di base più importante che si cerca di estrarre è proprio l’etilene, utilizzato poi per la produzione del polietilene attraverso il processo di polimerizzazione.

La polimerizzazione avviene con l’ausilio di alcuni catalizzatori che aumentano la velocità della reazione chimica favorendo l’unione degli atomi di carbonio e idrogeno che compongono le varie molecole.

L’etilene quindi può essere prodotto utilizzando come materia prima sia il petrolio sia il gas naturale e solitamente la scelta per la produzione avviene in base ai costi di estrazione della materia prima: se nell’area geografica i costi di estrazione del petrolio sono più bassi si utilizzerà quest’ultimo per la produzione dell’etilene, altrimenti si utilizzerà il gas naturale.

## 5.2 LE APPLICAZIONI DELLA PLASTICA

I polimeri che derivano da questa catena di processi devono essere trasformati in prodotti utili per gli utenti finali in modo che possano essere immessi nel mercato. I principali polimeri sono:

- Il polietilene (PE): questo tipo di polimero può essere prodotto sotto forma di polietilene ad alta densità e di polietilene a bassa densità. Il primo è utilizzato per produrre contenitori alimentari e bottiglie; il secondo è utilizzato per produrre bottiglie rigide come quelle utilizzate per i detersivi e per le borse della spesa.
- Il polipropilene (PP): il polipropilene ha conosciuto un grande successo nell'industria della plastica. Molti oggetti di uso comune, dagli zerbini agli scolapasta per fare alcuni esempi, sono fatti di polipropilene. Altri esempi di

utilizzo del polipropilene sono i cruscotti degli autoveicoli, i tappi e le etichette delle bottiglie di plastica, le reti antigrandine, le custodie dei CD, le capsule del caffè, i bicchierini bianchi di plastica per il caffè.

- Il paraxilene: questo polimero è impiegato su vasta scala per la produzione dell'acido tereftalico, a sua volta impiegato nella produzione dei poliesteri, tra cui il polietilene tereftalato (PET).
- Il polietilene tereftalato (PET): è utilizzato per la produzione di bottiglie oppure per contenitori alimentari.
- Il poliestere: questo polimero, conosciuto anche come polistirolo, si presenta sotto forma di schiuma bianca leggerissima ed è utilizzato soprattutto per attività di imballaggio e di isolamento.

Tutti i polimeri possono essere suddivisi in polimeri termoplastici oppure termoindurenti, e la differenza risiede nel modo in cui essi reagiscono al calore:

- i polimeri termoplastici hanno la caratteristica di reagire al calore cambiando la propria forma ma non le loro proprietà chimiche. In questo modo il polimero, anche se esposto al calore, può essere riportato allo stato iniziale per riprodurre l'oggetto di partenza. Alcuni esempi di polimeri termoplastici sono il polietilene ed il polipropilene.
- I polimeri termoindurenti reagiscono al calore modificando sia la propria costituzione fisica sia la loro composizione chimica. Questi polimeri, una volta esposti al calore, non possono più essere riportati allo stato originale e solidificano irreversibilmente creando una diversa tipologia di materiale. Un polimero termoindurente è ad esempio il poliestere.

La maggior parte della domanda di plastica fa riferimento ai polimeri termoplastici, che possono essere convertiti in una grande varietà di prodotti finali attraverso vari processi:

- Injection moulding (stampaggio per iniezione): la plastica viene inserita all'interno di un forno dove viene trasformata allo stato liquido per essere poi inserita all'interno di un uno stampo e fatta raffreddare in modo che solidifichi.
- Estrusione: è un processo di produzione industriale utilizzato per deformare la plastica e consente la produzione di pezzi a sezione costante, come ad esempio tubi, barre e lastre. Consiste essenzialmente nel forzare per compressione il

materiale allo stato pastoso in modo da farlo passare attraverso una sagoma, detta "matrice" o "filiera", che riproduce la forma esterna del pezzo che si vuole ottenere.

- Blow moulding (stampaggio per soffiaggio): è una variante dell'estrusione attraverso la quale vengono prodotte bottiglie, barattoli o serbatoi per carburante. Con l'ausilio dell'aria compressa la plastica viene spinta all'interno di uno stampo che darà la forma esterna al pezzo.

## 5.3 LA CATENA DI VENDITA DELLA PLASTICA

Si possono distinguere due tipologie di produttori:

- integrati: sono ad esempio le grandi società che controllano il mercato del petrolio o del gas naturale e che possiedono gli impianti di raffinazione per la produzione della plastica.
- Non integrati: il produttore è un intermediario che acquista i monomeri per la produzione di un certo tipo di polimeri. Da quel momento in poi un secondo intermediario andrà ad acquistare il polimero e lo processerà attraverso le diverse tecniche elencate in precedenza, per poi creare un prodotto da vendere all'utilizzatore finale.

Soprattutto in un processo non integrato entrano in gioco i trader della plastica, che rendono liquido il mercato facilitando le diverse transazioni lungo la catena di produzione.

## 5.4 I DRIVER DEL PREZZO DELLA PLASTICA

Com'è stato già accennato ad inizio capitolo, le principali materie prime per la produzione della plastica sono il petrolio e il gas naturale. Per questo i fattori che governano il prezzo della plastica sono analoghi a quelli trovati per il prezzo delle due materie prime:

- il prezzo del petrolio e del gas naturale.
- Gli interessi ambientali: molto spesso il progetto per la costruzione di un nuovo sito per la raffinazione della plastica deve tenere in considerazione anche problemi d'impatto ambientale. Questo può ritardare la costruzione dell'impianto, mantenendo ferma la capacità produttiva.
- La capacità produttiva: questa può influenzare il prezzo poiché una capacità produttiva più elevata può portare a costi unitari più bassi che si possono ripercuotere sul prezzo del prodotto finale. È opportuno considerare anche il costo dei nuovi investimenti che devono essere attuati per aumentare la capacità produttiva.
- L'interruzione della produzione: può essere dovuta ad eventi esterni all'impianto come fenomeni atmosferici, a problemi interni al Paese dove il petrolio è raffinato oppure a problemi interni all'impianto. Questo può portare a modifiche per quanto riguarda la provenienza della plastica che vanno a ripercuotersi sul costo della stessa.
- Il livello delle scorte: le scorte possono essere utilizzate per mitigare temporaneamente gli effetti di una discrepanza tra la domanda e l'offerta di plastica. Quando la domanda non riesce a soddisfare in pieno l'offerta, i prezzi sono destinati a salire. Se questa differenza è solo temporanea, attraverso l'utilizzo delle scorte i prezzi possono essere mantenuti stabili.
- I progressi tecnologici: gli sviluppi dal punto di vista tecnologico possono far sì che i processi produttivi diventino più efficienti, con un risparmio in termini di costi unitari di produzione. La tecnologia può inoltre portare all'utilizzo della plastica anche in nuovi campi, com'è avvenuto per le bevande, in cui lattine e bottiglie di vetro sono state sempre più rimpiazzate dalle bottiglie di plastica, avendo queste ultime un costo più contenuto.

- Il cambio delle varie valute contro il Dollaro americano: la plastica è un prodotto quotato principalmente nelle borse americane e per questo la valuta primaria è il Dollaro americano. Il cambio delle varie valute come la Sterlina, l'Euro o lo Yen contro il Dollaro americano è fondamentale per determinare il prezzo della plastica. Un apprezzamento del Dollaro può portare ad aumento del costo della plastica nella valuta locale, mentre una riduzione del valore del Dollaro può portare ad una diminuzione del prezzo.
- La domanda nei mercati emergenti: la rapida espansione che stanno sperimentando i mercati emergenti ha portato ad una rapida crescita della loro domanda di plastica, soprattutto in Cina ed in India, e questo ha provocato un aumento del prezzo.

## 5.5 I DERIVATI FINANZIARI SULLA PLASTICA

Il 30 aprile 2004 è comparsa la notizia ufficiale della quotazione di alcuni derivati nella borsa LME[22] che avevano come sottostante i polimeri. Più precisamente, i derivati quotati avevano come sottostanti il polipropilene e il polietilene lineare a bassa densità, che rappresentavano quasi il 40% del mercato dei materiali termoplastici. La LME ha da sempre avuto una specializzazione nella gestione del rischio per le industrie e gli studi effettuati negli anni precedenti al 2004 avevano portato alla decisione di quotare questi derivati in modo tale che, lungo la catena di produzione della plastica, i prezzi potessero essere chiari e identificabili, gestendo in modo opportuno la volatilità di questa materia prima che storicamente si è sempre rivelata molto elevata.

[22] LME: London Metal Exchange. Aveva 3 ruoli principali:

- fungeva da punto di riferimento per la determinazione dei prezzi, che potevano essere poi utilizzati effettivamente nei contratti commerciali riguardanti i polimeri sottostanti ai derivati.
- Forniva una serie di strumenti che permettevano alle varie industrie di ridurre il rischio di prezzo per le esposizioni su questi due polimeri.
- Rappresentava un punto di riferimento per le varie industrie, in modo tale che domanda e offerta potessero trovare un punto di incontro nel mercato.

Le caratteristiche per i due contratti sono elencate in tabella 5.1:

**Tabella 5.1 I contratti quotati all'interno della London Metal Exchange**

| Polipropilene (PP) | Polietilene lineare a bassa densità (LL) |
|---|---|
| Contratto Future | |
| - Omopolimero con stampaggio ad iniezione, con MFR[23] pari a 12 (-2;+3), senza additivi.<br>- Materiale in fibre, con MFR pari a 3,4 (± 0,5); senza additivi.<br>- Stampaggio ad iniezione con MFR pari a 20 (± 3); senza additivi.<br>- Tutte le tipologie devono essere consegnate senza premi o sconto sul prezzo. | - Copolimero di polietilene lineare a bassa densità e butene con stampaggio per soffiaggio, con MFR pari a 0,8 (-0,1;+0,4), senza additivi. |
| Consegna | |
| - I contratti devono avere consegna mensile. Il venditore dovrà decidere quale tipologia tra quelle indicate dalla LME e il porto di consegna (Houston, Antwerp/Rotterdam e Singapore/Johor PTP).<br>- Il materiale sotto forma di fibre può essere consegnato solo a Singapore/Johor PTP.<br>- Consegna del polimero con stampaggio ad iniezione solo a Houston, USA. | - I contratti devono avere consegna mensile. Il venditore dovrà decidere quale tipologia tra quelle indicate dalla LME e il porto di consegna (Houston, Antwerp/Rotterdam e Singapore/Johor PTP). |
| Confezionamento e Imballaggio | |
| - Consegna su imballaggi da 24,75 tonnellate: 18 pallet con 55 contenitori dal peso di 25 chilogrammi per pallet. Ogni pallet deve essere imballato a se stante. | - Consegna su imballaggi da 24,75 tonnellate: 18 pallet con 55 contenitori dal peso di 25 chilogrammi per pallet. Ogni pallet deve essere imballato a se stante. |
| Applicazione | |
| Industria automobilistica, manifatturiera, accessori, elettrodomestici | Produzione di bottiglie di plastica e contenitori vari. |

*Fonte: London Metal Exchange.*

[23] MFR: il Melt Flow Rate è una misura della viscosità della plastica che indica quanto la plastica può diventare fluida. Quando un polimero è sottoposto ad uno stress di calore diventa liquido e, se il materiale è termoplastico, può essere riportato allo stato solido con una forma anche diversa. Un Melt low rate pari a 1 significa che 10 grammi di materia attraversano 100 centimetri in 1 secondo.

## 5.6 IL PREZZO DEI CONTRATTI

Una caratteristica principale che accomuna i mercati delle materie prime quando non esiste un mercato globale regolamentato è la mancanza di trasparenza per quanto riguarda le metodologie con cui i vari prodotti sono prezzati. Fino all'introduzione dei future sulla plastica nel 2004, i prezzi erano forniti da diversi data provider privati, come Platt's, ICIS e il CMAI[24]. Questi database fornivano i prezzi a pronti, calcolati come media dei dati dell'ultima settimana. Nel caso in cui i contratti futures sulla plastica avessero avuto successo, l'auspicio della LME era quello di creare una stretta correlazione tra il prezzo a pronti della plastica e i prezzi future quotati. In questo modo gli operatori del mercato avrebbero continuato ad acquistare i polimeri dai loro fornitori, ma avrebbero avuto uno strumento preciso e adatto per coprirsi dal rischio di variazioni ampie ed impreviste del prezzo che potevano causare squilibri importanti nei margini aziendali.

Come descritto in precedenza, esistono una grandissima quantità di monomeri e polimeri diversi, ma quelli presi in considerazione nei contratti quotati sulla LME sono solo due: questo introduce un concetto di rischio comune tra le materie prime, il rischio base, già trattato nel capitolo due. In questo caso specifico, il rischio base è considerato come differenza che può esistere tra la materia prima di cui l'azienda ha effettivamente bisogno, i cui prezzi sono identificati dai data provider quali PLATT'S, ICIS e CMA, e la materia prima sottostante al contratto future utilizzato per coprire una determinata esposizione.

Il rischio base può inficiare il risultato di una copertura, e solitamente esiste per questi due motivi:

- il primo riguarda le caratteristiche chimiche della materia prima che si vuole coprire: i contratti quotati nella LME avevano come sottostante dei polimeri semi-lavorati, cioè polimeri che avrebbero dovuto subire ulteriori lavorazioni prima di essere trasformati nel prodotto finale. Se la controparte voleva utilizzare un contratto dell'LME per coprire un'esposizione sul prodotto finale, non c'era la

[24] CMAI: Chemical Market Associates.

sicurezza che i prezzi dei semi-lavorati e i prezzi dei prodotti finali si muovessero nella stessa direzione.

- Il secondo prende in considerazione la località di consegna della materia prima sottostante al contratto future: le località di consegna inserite nei future erano i porti di Houston, Antwerp/Amsterdam e Singapore. Nel caso in cui la materia prima avesse avuto come località di consegna un porto diverso dai tre citati, il prezzo avrebbe potuto differire da quello quotato nella LME. Inoltre, se la domanda di plastica in una specifica zona geografica aumentava velocemente, il prezzo della materia prima in quella località sarebbe aumentato e la plastica sarebbe stata scambiata a premio rispetto al prezzo quotato nella LME.

## 5.7 GLI STRUMENTI DI COPERTURA

I futures quotati nella LME sono stati ideati in modo che le varie industrie potessero avere l'opportunità di proteggere i margini aziendali da movimenti non prevedibili dei prezzi della plastica. Nella tabella 5.2 sono riassunte le diverse esposizioni al rischio di prezzo degli intermediari che operano lungo la catena di produzione della plastica e le diverse strategie di copertura.

**Tabella 5.2 Diverse esposizioni al rischio di prezzo della plastica**

| Ruolo lungo la catena di produzione | Tipo di esposizione al prezzo dei polimeri | Posizione che avrà sui contratti futures |
|---|---|---|
| Produttore polimeri | Rischio che il prezzo scenda | Corto su future |
| Convertitore intermedio | Rischio che il prezzo salga | Lungo su future |
| Distributore del prodotto | Rischio sia che il prezzo scenda, sia che il prezzo salga | Corto/Lungo su future |
| Consumatore finale | Rischio che il prezzo salga | Lungo su future |
| Trader/Speculatori | Rischio sia che il prezzo scenda, sia che il prezzo salga | Corto/Lungo su future |

Le due tipologie di copertura più utilizzate erano il price-fixing hedge e l'offset hedge.

- Price-fixing Hedge

Le industrie che lavorano i polimeri devono fronteggiare la mancanza di conoscenza del prezzo della materia prima fino a quando non andranno effettivamente ad acquistarla sul mercato. Questo comporta un problema: la non prevedibilità dei margini aziendali. Un'azione preventiva potrebbe essere quella di acquistare un future con scadenza identica alla data in cui si dovrà andare ad acquistare la materia prima. Il contratto future non verrà portato a scadenza per evitare la consegna fisica del bene ma verrà chiuso prima della scadenza.

Si supponga che un'industria che produce bottiglie di plastica abbia un fabbisogno immediato di polietilene. All'interno di questo mercato la revisione dei listini è di difficile attuazione e quindi molto probabilmente non si riusciranno a trasferire sul cliente finale dei costi superiori a quelli previsti. Per questo motivo l'azienda decide di voler bloccare un costo di acquisto del polimero in modo tale da poter fissare preventivamente un margine di profitto.

Se il sottostante al contratto future LME ha le stesse identiche caratteristiche fisiche e chimiche del materiale che l'industria andrà ad acquistare, non entra in gioco il rischio base e la strategia attuata attraverso i contratti future ha lo stesso andamento di qualsiasi strategia con i future su cambi/azioni/tassi di interesse.

Chi acquistava un contratto future quotato nella LME poteva chiudere questo contratto fino all'ultimo giorno lavorativo del mese precedente la scadenza del contratto, evitando quindi la consegna fisica del bene. Ad esempio se il future scadeva a giugno, questo contratto poteva essere chiuso fino al 31 maggio nel caso fosse un giorno lavorativo, altrimenti poteva essere chiuso fino all'ultimo giorno lavorativo immediatamente precedente al 31 maggio. In questo modo il contratto veniva chiuso e si generava un utile o una perdita sui contratti future che compensava la maggiore o minore spesa nel mercato a pronti del polietilene. Così facendo l'industria riusciva a fissare il prezzo del polietilene ad inizio periodo. Questa strategia può essere attuata per ogni mese in cui l'azienda sa già di dover procedere con l'acquisto del polimero, fissando così un margine aziendale certo.

- Offset Hedge

Questa tipologia di copertura era attuata utilizzando il future per proteggere il valore di una singola transazione. Poniamoci nella situazione di un intermediario che come unica attività fa da tramite tra un'industria che produce il polietilene e una seconda industria che deve acquistare il polietilene per poi lavorarlo. L'intermediario raggiunge un accordo con l'industria che processa il polietilene per la vendita tra due mesi di una certa quantità di polietilene. Nell'accordo è stato specificato che il polietilene dovrà essere venduto ad un costo di 1055 USD per metric ton più un certo margine già fissato. L'intermediario non è obbligato a coprirsi da questa esposizione, ma si assume il rischio di sopportare un aumento del costo della materia prima, andando quindi a diminuire il margine di profitto. Per questo motivo decide di acquistare il future con scadenza più vicina utile alla strategia di copertura: per le caratteristiche dei future sulla plastica il future da acquistare è quello con scadenza 3 mesi. Il future non verrà portato a scadenza per evitare la consegna fisica del bene e sarà venduto dopo 2 mesi. Immaginiamo che il prezzo di vendita del future sia più alto del valore iniziale del future, e che dopo due mesi il prezzo sia di 1100 USD per metric ton: questo porta ad un profitto dalla strategia su futures.

L'intermediario andrà quindi ad acquistare il polietilene sul mercato a pronti per poi rivenderlo. Dopo 2 mesi, il prezzo a pronti del polietilene sarà più elevato del prezzo rilevato in fase di stipulazione del contratto di vendita, ma il maggior costo che l'intermediario ha dovuto sopportare è stato totalmente compensato dal profitto che lo stesso ha avuto sui futures.

Riassumiamo la strategia:

- al tempo $t_0$ l'intermediario:
    - stipula un contratto per vendere dopo 2 mesi il polietilene a 1055 USD più un certo margine (ad es 50 USD per metric ton);
    - acquista futures con scadenza 3 mesi e il prezzo del future è di 1055 USD.

- Dopo 2 mesi l'intermediario:
    - vende il future al prezzo di 1110 USD ottenendo quindi guadagno su future pari a 1100 – 1055 = 45 USD per metric ton;
    - acquista il polietilene a 1100 USD nel mercato a pronti;
    - vende il polietilene a 1055 USD + margine (50 USD);
    - dovrebbe sopportare un mancato guadagno rispetto alla situazione iniziale di 1100 – 1055 = 45 USD. Questa perdita è direttamente compensata dal profitto ottenuto sui futures.

Con questa strategia l'intermediario blocca ad inizio periodo un margine di 50 USD, che risulterà essere il suo profitto netto quando andrà ad acquistare e rivendere il polietilene.

Una strategia così perfetta può essere implementata solo nel caso in cui la tipologia di polimero, in questo caso il polietilene, è la stessa del polimero che il future quotato nella LME prende in considerazione come sottostante.

## 5.8 LO SVILUPPO DEI DERIVATI SUI POLIMERI

I derivati sulla plastica sono comparsi per la prima volta nel 2005 alla London Metal Exchange come risposta ad un bisogno crescente nell'industria della plastica di poter fare previsioni ragionevoli sui margini aziendali per un orizzonte temporale di almeno 6 mesi.

Già il 30 aprile 2004 l'LME diede la notizia che entro fine anno sarebbero stati quotati due diversi contratti futures con sottostante i due polimeri con la maggior quota di mercato: il polipropilene (PP) e il polietilene lineare a bassa densità (LDPE). La motivazione principale era quella di poter aiutare le aziende del settore ad attuare pratiche di gestione del rischio basate su dati conosciuti a livello mondiale. C'erano previsioni positive per uno sviluppo importante dei derivati sulla plastica, poiché i vantaggi al mercato che questi contratti avrebbero potuto portare non erano trascurabili: fornire un chiaro e credibile prezzo per i due polimeri quotati ed eliminare il rischio di prezzo lungo tutta la catena di produzione e raffinazione della plastica.

Con un po' di ritardo sui termini annunciati, il 27 Maggio 2005 i primi due contratti future sui polimeri vennero quotati nella LME, in seguito ad ulteriori e attente verifiche sulla correlazione tra i prezzi a pronti della plastica quotati nella LME e quelli pubblicati dalle industrie del settore. La sfida risiedeva quindi nel far sì che le industrie prendessero come prezzo base per tutte le loro contrattazioni il prezzo quotato nella LME, in modo tale da poter utilizzare i nuovi future come strumenti di copertura.

La maggior parte dei più importanti produttori di plastica a livello globale avevano i loro marchi registrati presso l'LME: Innovene, Dow Chemical, Thai Petrolchemicals, Chermopetrol e molti altri. Queste collaborazioni facevano in modo che i prezzi dei polimeri quotati nell'LME avessero un andamento molto simile a quello dei prezzi che le industrie di tutto il mondo facevano pervenire ai vari data provider come ICIS, PLATT'S, PIE.

Attraverso questi contratti future sulla plastica la LME voleva perseguire tre diversi obiettivi:

- fornire all'industria della plastica un meccanismo di prezzo trasparente;
- offrire un gamma di prodotti finalizzata alla copertura del rischio di prezzo;
- offrire un meccanismo di consegna alternativo che poteva garantire un sistema di rilevazione del prezzo attraverso l'arbitraggio.

A sua volta anche l'industria della plastica poteva trarre importanti benefici dall'utilizzo degli strumenti derivati, poiché si sostituivano pratiche di fissazione del prezzo opache con un sistema internazionale per traferire e controllare il rischio.

Il prezzo di ogni contratto future era definito in modo tale che riflettesse le aspettative di prezzo a determinate date di consegna future. Le date per la rilevazione dei prezzi di esecuzione dei future erano fissate in ogni terzo mercoledì di tutti i mesi. Fino al 2007 i contratti future erano disponibili solo per i primi 3 mesi.

Le caratteristiche del contratto ricalcavano molto fedelmente le pratiche di mercato a livello commerciale. La quantità scambiata era di 24,75 metric ton, cioè il tipico carico che poteva essere trasportato via camion o container, e le diverse qualità, polipropilene e polietilene a bassa densità, erano quelle utilizzate nelle principali lavorazioni industriali: estrusione e iniezione. Prezzi quotati a sconto o a premio rispetto ai

benchmark della LME derivavano dalla diversa composizione chimica, dai diversi catalizzatori utilizzati durante il processo di polimerizzazione, dalla qualità del produttore, dal luogo di consegna o dal tipo di imballaggio utilizzato (all'ingrosso o confezionato).

I punti fondamentali per lo sviluppo di un mercato dei derivati sulla plastica funzionante erano 2: il contenuto di un singolo contratto doveva corrispondere perfettamente al contenuto di un carico che normalmente veniva trasportato; ci doveva essere una relazione stretta tra i prezzi dei future quotati nella LME e il prezzo nel mercato a pronti, in modo che ci fosse convergenza tra i due prezzi allo scadere di ogni contratto future.

Uno studio di Societè Gènèrale dell'ottobre 2005 ha indagato questo secondo aspetto, fondamentale per la buona riuscita di una strategia di copertura attraverso i future. Le conclusioni a cui si è giunti identificano una stretta relazione tra i prezzi dei future quotati nella LME e i prezzi nel mercato a pronti derivanti dai dati del provider ICIS, nonostante periodi di alta volatilità. La banca d'affari suggeriva quindi alle più grandi industrie del settore di cominciare a redigere i propri contratti basandosi sui prezzi quotati nella LME e di chiedere alle proprie controparti di fare altrettanto. Il passo successivo sarebbe stato quello di far accettare a livello globale i prezzi a pronti della LME, in modo da poter utilizzare in modo proficuo i future quotati nella stessa borsa.

Nel 2007 la LME ha allargato la quantità di future disponibili per tentare di aumentare il volume delle contrattazioni e rendere il mercato più liquido: si è passati dalla sola quotazione giornaliera per i contratti ad 1, 2 e 3 mesi, alla quotazione per tutti i mercoledì dal quarto al sesto mese e per ogni terzo mercoledì dal settimo al quindicesimo mese. Altro fattore molto importante per il tentativo di sviluppo è stata l'introduzione di contratti future che rispecchiavano i diversi andamenti dei prezzi a pronti dei polimeri a livello regionale (Asia, Europa e Nord America).

Purtroppo l'utilizzo di questi derivati non ha avuto lo sviluppo che era stato preventivato e dopo un anno di continue consultazioni all'interno della stessa LME, il 20 ottobre 2010 è stata presa la decisione di togliere definitivamente dal mercato tutti gli strumenti derivati aventi come sottostante i polimeri. L'ultima data per la quale è stato quotato un future sulla plastica è stata il 29 aprile 2011.

La volontà di creare un mercato trasparente con dei prezzi ritenuti validi a livello globale si è scontrata con la visione ceca di un settore industriale che non aveva nessuna intenzione di spostarsi da un sistema di fissazione dei prezzi opaco e con una forte componente locale dove, probabilmente, molti possono tutt'ora trarre profitto grazie alla loro forza contrattuale.

Un'altra motivazione condivisa dagli esperti si riferiva ai costi che derivano dall'operare all'interno di una borsa regolamentata: per poter far ciò ogni azienda doveva dotarsi di persone specializzate che creassero delle strategie di gestione del rischio di prezzo e di esperti trader che sapessero come operare all'interno della LME, e tutto ciò ha un costo. Le industrie volevano avere uno strumento di gestione del rischio, ma senza dover sopportare ulteriori spese.

Ad oggi non esiste ancora nessuna strategia di gestione del prezzo che possa assicurare in anticipo ad una azienda un prezzo di acquisto certo per i polimeri. Lo studio che sarà condotto all'interno del prossimo ed ultimo capitolo della tesi andrà ad approfondire questo aspetto, provando a creare una strategia di copertura per il rischio di prezzo dei polimeri attraverso i future sul Brent.

# CAPITOLO 6

# IL CROSS HEDGING TRA PLASTICA E BRENT

*I risultati ottenuti attraverso questo studio hanno il compito di aiutare a capire se è possibile costruire una strategia di cross hedging su un materiale dal prezzo molto volatile come la plastica attraverso l'utilizzo dei future sul petrolio. In generale i risultati aiuteranno a capire quali sono le problematiche a cui prestare attenzione nel caso in cui si andasse a considerare la possibilità di creare una struttura di protezione per coprirsi dal rischio di prezzo delle materie prime.*

In questo capitolo è stata creata una strategia di cross hedging su un mercato particolare come quello della plastica attraverso l'utilizzo di strumenti derivati sul petrolio, e più precisamente attraverso i future sul Brent.

Il progetto è stato condotto in prima persona da me, coadiuvato da un collega, all'interno del progetto di stage presso la società di consulenza "Financial Innovations Srl".

È stata verificata la possibilità, per un'impresa esposta in modo importante sui materiali plastici, di coprirsi dal rischio di prezzo dei polimeri, che storicamente registrano delle oscillazioni di prezzo molto elevate.

In questo caso specifico, l'azienda che ha richiesto la consulenza produce contenitori per la conservazione di generi alimentari e su sua indicazione i polimeri che meglio rispecchiano i prezzi di acquisto della materia prima sono il paraxilene ed il polietilene ad alta densità.

Lo studio ha uno scopo specifico: capire se, creando una strategia di copertura attraverso i futures sul Brent, è possibile bloccare il prezzo di acquisto della materia

prima per un orizzonte temporale di 3 mesi. Se questo è possibile, l'azienda può fissare il prezzo del prodotto finale e identificare il margine di vendita all'interno di un intervallo di valori congruo, senza essere esposta alle continue fluttuazioni del costo dei polimeri.

## 6.1 LA RACCOLTA DEI DATI

Su indicazione dell'azienda si è proceduto all'individuazione di un indice che potesse essere utilizzato per replicare la serie storica dei prezzi a pronti del polietilene per un orizzonte di tempo significativo.

I data provider dove poter reperire questo tipo di informazioni sono Platt's, ICIS e PetroChem Wire[25], che quotano i prezzi in USD, e il database PIE[26], che invece quota le materia prima direttamente in Euro.

Ai fini del presente studio, viste le difficoltà derivanti dall'elevato costo da sostenere per reperire questi dati, si è riusciti ad ottenere la serie storica dei prezzi mensili di alcuni polimeri attraverso una versione di prova di accesso al database PIE. L'intervallo massimo che si è potuto considerare ha inizio a marzo 2010 a termina a gennaio 2014. I polimeri valutati all'inizio dello studio sono i seguenti: il polietilene tereftalato (PET), il paraxilene (PX), il propilene (PP) e il polietilene ad alta densità (HDPE).

Un contatto interno di PIE ci ha informati che i prezzi sono costantemente raccolti con cadenza settimanale attraverso interviste dirette ai produttori di polimeri. Il prezzo indicato all'interno della serie storica è calcolato ponderando il prezzo di vendita settimanale per il volume di vendite di quella settimana.

---

[25] *Platt's*: è il provider più importante a livello internazionale per le informazioni riguardanti il settore dell'energia, dei metalli e dell'agricoltura. I prezzi che Platt's quota fungono da benchmark per i mercati finanziari delle rispettive materie prime.
*ICIS*: è un provider di dati con informazioni su un universo molto vasto di materie prime (energia, prodotti chimici e fertilizzanti).
*PetroChem Wire*: è un provider specializzato nella quotazione di prezzi acquisto e vendita per gas naturale, monomeri e polimeri.

[26] Plastic Information Europe.

Una volta trovate le serie storiche dei prezzi di alcuni polimeri, si è proceduto verificando quali sono i derivati disponibili sul mercato che possano risultare utili a coprire questa esposizione.

Come già evidenziato nel quinto capitolo, i derivati sulla plastica sono stati quotati nella London Metal Exchange (LME) per 5 anni, ma sono stati eliminati definitivamente nel 2010 in seguito a volumi di scambio molto esigui. Questi quindi non possono essere presi in considerazione per il nostro scopo.

Tra i derivati ora quotati all'interno della borsa NYMEX (New York Mercantile Exchange), la più importante a livello mondiale per le transazioni di contratti che riguardano le materie prime, si possono trovare:

- Il contratto swap HDP3: swap a 3 mesi sul polietilene ad alta densità. È quotato per scadenze molto prossime e con volumi molto modesti. Il contratto è un "calendar swap future". Il prezzo variabile all'interno del contratto è calcolato come la media aritmetica dei prezzi di chiusura giornalieri quotati da "PetroChem Wire" con consegna Houston (Stati Uniti) e clausola FOB[27] del polietilene ad alta densità. Il problema principale per questo contratto è l'esiguo volume di contrattazioni per scadenze superiori ad un mese[28].
- Contratto swap PGP3: swap a 3 mesi sul propilene. È quotato per scadenze molto prossime e con volumi molto modesti. Il contratto è un "calendar swap future". Il prezzo variabile all'interno del contratto è calcolato come la media aritmetica dei prezzi di chiusura giornalieri quotati da "PetroChem Wire" con consegna Mont Belvieu (Texas, Stati Uniti) e clausola FOB del propilene, purezza minima del 99,5%[29].

Nemmeno questi contratti sono utili al nostro progetto per l'esiguo volume di scambi che rendono il derivato poco liquido.

[27] FOB: Free On Board, per una spiegazione dettagliata si rimanda al capitolo 4.
[28] Per maggiori informazioni si rimanda a www.cmegroup.com/rulebook/NYMEX/6/600.pdf.
[29]Per ulteriori informazioni si veda www.cmegroup.com/rulebook/NYMEX/7/711.pdf).

Una borsa in cui i derivati sui materiali plastici sono effettivamente contrattati con volumi abbastanza importanti è la Dalian Commodity Exchange[30]. Le difficoltà di accesso a questa borsa controllata dalla Repubblica Popolare Cinese, e il rischio di cambio che si verrebbe a creare[31], sono due problematiche non trascurabili che impediscono l'utilizzo di questi strumenti.

Non avendo trovato un contratto future con cui coprire direttamente l'esposizione sul paraxilene e sul polietilene ad alta densità, si è ragionato sul fatto che la plastica, e in particolar modo i polimeri utilizzati dalle imprese del settore, sono derivati del petrolio. Con questa base dal punto di vista prettamente fisico e chimico, si è tentato di capire se l'andamento del prezzo dei polimeri fosse sufficientemente correlato con l'andamento del prezzo del petrolio, in particolar modo con il Brent.

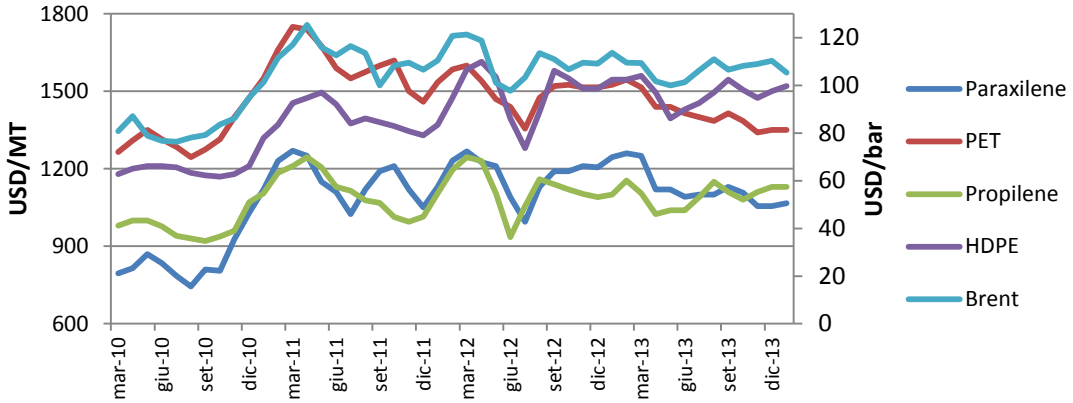
Attraverso l'accesso al portale Bloomberg è stato possibile reperire le serie storiche dei future sul Brent per tutte le scadenze che interessano allo studio.

Riassumendo, sono state utilizzate le serie storiche del paraxilene, polietilene ad alta densità, polietilene tereftalato e propilene per identificare l'andamento del prezzo dei polimeri, e quelle dei future sul Brent per identificare lo strumento di copertura. Come detto in precedenza, le serie storiche hanno inizio a marzo 2010, terminano a gennaio 2014 ed i prezzi espressi hanno cadenza mensile.

Osservando la figura 6.1, presente nella prossima pagina, si può avere una prima indicazione sull'andamento delle diverse serie storiche.

[30] *Dalian Commodity Exchange (DCE*): borsa asiatica per i contratti con sottostante le materie prime, nata nel 1993 e sottoposta alla sorveglianza della commissione di sicurezza cinese.
[31] Tutti gli strumenti sono quotati in valuta cinese, lo Yuan.

**Figura 6.1** **Prezzo dei polimeri e dei future sul Brent**




*Dati Bloomberg e Plastic Information Europe.*

Per evidenziare l'andamento quasi sovrapposto dei prezzi, sono state utilizzate due scale diverse solo per un problema di valore della materia prima rispetto alle altre: il prezzo dei polimeri è da rapportare ai valori nella scala di sinistra, il prezzo del future a 4 mesi sul Brent è da rapportare alla scala di destra.

C'è da precisare che il future sul Brent considerato per la copertura è il future con scadenza 4 mesi avanti rispetto al mese di inizio della copertura. Questo perché, come accennato nel quarto capitolo, i future sul Brent sono quotati solo fino al giorno 15 del mese precedente al mese di scadenza, e per la copertura è necessario che il future sia quotato durante tutto il mese in cui si andrà ad acquistare il polimero. In questo studio quindi, ad esempio, se la copertura ha inizio a gennaio 2013 e termina a marzo 2013, a gennaio 2013 si andrà ad acquistare il future sul Brent con scadenza maggio 2013, e questo future verrà chiuso durante il mese di marzo 2013.

## 6.2 LA MODULAZIONE DEI DATI

Per prima cosa si è ipotizzato che l'azienda proceda ogni mese all'acquisto dei polimeri e che la decisione circa la quantità da acquistare sia presa con 3 mesi di anticipo sul mese di consegna della merce (ad esempio ad inizio febbraio si decide la quantità da acquistare per fine aprile). Un'ulteriore ipotesi riguarda il prezzo a cui l'azienda andrà ad acquistare la materia prima: avendo a disposizione solo la serie mensile del prezzo a pronti dei polimeri, assumiamo che la consegna avvenga a fine mese e che il prezzo

pagato sia il prezzo medio di tutti i contratti conclusi in quel mese a livello globale. Non avendo a disposizione i volumi e i prezzi reali di acquisto della materia prima da parte dell'azienda, si è quindi fatto coincidere il prezzo di acquisto con il prezzo espresso dalle serie storiche ricavate dal database PIE.

Questo assunto introduce una prima complessità: è necessario replicare con i future, nel modo più fedele possibile, l'andamento media-mese dei prezzi del polimero di riferimento. Lo strumento di copertura, perché sia efficace, deve avere caratteristiche il più possibile simili alle modalità di costruzione del prezzo della materia prima che si vuole coprire: se l'acquisto del polimero avviene a fine mese e il prezzo preso in considerazione è calcolato come una media dei prezzi a cui i vari contratti sono stati conclusi durante quel mese, è opportuno creare un future che avrà come valore il prezzo medio del future in quel mese e che verrà chiuso alla fine del mese in cui si andrà ad acquistare la materia prima. Si adotta questo accorgimento in quanto il prezzo del singolo future a fine mese è riferito a quello specifico giorno, prezzo che può essere significativamente diverso dal prezzo medio registrato durante il mese che si sta prendendo in considerazione.

All'interno della strategia di copertura, quindi, si dovrà riuscire a replicare la media mensile dei prezzi del Brent nel mese in cui la copertura scade. Un esempio: ci si ponga all'1 ottobre 2013 e si programmi un acquisto di paraxilene per dicembre 2013. Il prezzo che si pagherà al termine di dicembre 2013 sarà una media dei prezzi di tutti i contratti conclusi durante questo mese. Per questo motivo si dovrà riuscire a replicare questo prezzo espresso come media mensile anche per il future sul Brent.

Per far ciò si dovrà:

- acquistare ad inizio periodo tutti i contratti future sul Brent utili per la copertura dell'esposizione;
- vendere tutti i contratti precedentemente acquistati nel corso del mese in cui si dovrà acquistare la materia prima. La chiusura dei contratti avverrà in modo omogeneo durante tutto il mese per replicare fedelmente la media mese del prezzo. La vendita dei contratti future, per essere esattamente omogenea, seguirà una cadenza giornaliera dettata dalla seguente formula: $C = \frac{g}{N}$, dove $C$ sono i giorni di attesa per la chiusura di ogni contratto future; $g$ è il numero di giorni in

cui è aperta la borsa nel mese in cui i future dovranno essere chiusi; $N$ è il numero di contratti future acquistati ad inizio copertura.

Molto raramente capita che il numero di future acquistati ad inizio periodo sia uguale al numero di giorni di apertura della borsa nel mese in cui dovranno essere chiusi. Per questo motivo la formula appena citata potrà dare come risultati numeri non interi: partendo dal primo minuto di contrattazione del primo giorno disponibile, si andrà a calcolare il momento preciso in cui vendere il singolo future considerando la parte decimale indicata dalla formula come frazione del tempo in cui la borsa rimane aperta da aspettare per una nuova vendita di future. Se ad esempio la formula da come risultato 0,6, si dovrà chiudere 1 contratto future ogni 0,6 giorni: ciò significa che, se la borsa in cui i future sono contrattati è aperta per 10 ore al giorno, si venderà il primo future dopo 6 ore dall'apertura del primo giorno, il secondo future dopo 2 ore dall'apertura del secondo giorno, il terzo future dopo 8 ore dall'apertura del secondo giorno e così via fino alla chiusura di tutti i future. È molto importante considerare questo fatto poiché più future venduti nello stesso giorno, ma ad orari diversi, molto probabilmente avranno un prezzo diverso.

In questo studio non è stato possibile seguire precisamente la cadenza di vendita dei future appena descritta poiché si dispone solamente dei prezzi giornalieri dei future sul Brent e non dei prezzi su intervalli più ristretti come i prezzi orari o i prezzi al minuto. Nel caso in cui la formula suggerisse di vendere più future nello stesso giorno i future saranno venduti allo stesso prezzo. Uno schema dettagliato per la costruzione di un future con queste caratteristiche è descritta nell'appendice A.

Dopo aver replicato in questo modo la media mensile dei prezzi dei future sul Brent, si deve verificare se il prezzo ricavato può essere utilizzato per la copertura dell'esposizione.

La copertura mediante future funziona in modo corretto se, acquistando il future con la scadenza utilizzabile più vicina, e andando a chiudere il future a scadenza con la compensazione per cassa dopo 3 mesi senza la consegna fisica del prodotto, il guadagno o la perdita su future compensano la differenza tra il prezzo obiettivo identificato ad inizio copertura e il prezzo a pronti del polimero al termine della copertura.

Un esempio molto semplice può essere utile per capire il meccanismo di copertura nel caso in cui il sottostante al contratto future sia identico al prodotto fisico che si deve andare ad acquistare a scadenza: ci si ponga al 15 febbraio e si supponga che un'azienda abbia programmato un acquisto per il 15 maggio di 10000 MT (metric tonnes) di nafta.

In questo caso l'azienda ha due soluzioni:

- acquistare nafta al prezzo a pronti il 15 febbraio, immagazzinarla e utilizzarla a maggio. In questo caso l'azienda ha fissato il prezzo di acquisto, deve però sopportare il costo di immagazzinamento della merce e il costo-opportunità di impiego anticipato del denaro.
- Attendere il 15 maggio ed acquistare a pronti la nafta. In questo caso l'azienda non deve sopportare il costo di immagazzinamento e il costo-opportunità di un impiego anticipato del denaro, ma, se non attuasse una copertura, si troverebbe nella situazione di non sapere a che prezzo andrà ad acquistare la materia prima.

In quest'ultimo caso l'azienda può quindi coprirsi dalle oscillazioni di prezzo attraverso dei derivati con sottostante la nafta. Un contratto future sulla nafta è scritto su 1000 MT, quindi per coprire l'intera esposizione l'azienda dovrà acquistare 10 contratti future.

Al 15 febbraio il prezzo a pronti della nafta è di 1009 USD/MT mentre il future per maggio quota 959 USD/MT, e quest'ultimo sarà il prezzo obiettivo identificato dall'azienda. Si acquistano quindi 10 future con scadenza maggio. Al 15 Maggio l'azienda si trova nella situazione in cui il prezzo del future è di 830 USD/MT, ed è quindi ipotizzabile che il prezzo a pronti sia molto vicino a questo valore.

In questo caso al 15 Maggio:

- nel mercato a pronti si va ad acquistare nafta per 830 USD/MT;
- si sopporta una perdita di (959 – 830) = 129 USD/MT sul singolo contratto future;
- in questo caso quindi il prezzo finale sarà di 830 + 129 = 959 USD/MT.

Abbiamo visto come attraverso l'acquisto di un contratto future e senza acquistare in anticipo la merce sia possibile fissare il prezzo a scadenza. In questo caso al 15 febbraio, essendo il sottostante del contratto future la stessa materia prima che l'azienda dovrà andare ad acquistare, l'azienda può già definire il prezzo di acquisto della Nafta,

cioè 959 USD/MT; dovendo acquistare 10000 MT la spesa complessiva finale dopo 3 mesi sarà di 9590000 USD.

Nello studio qui proposto il sottostante dei contratti derivati non è la stessa materia prima che l'azienda deve acquistare sul mercato a pronti: come spiegato in precedenza in questi casi si parla quindi di cross hedging. L'esposizione al mercato a pronti è rappresentata dai vari polimeri e il sottostante al derivato è il Brent.

Prima di poter procedere con le prime analisi di correlazione, si sono dovuti omogeneizzare i dati delle serie storiche, in modo tale da renderli confrontabili. Le problematiche incontrate sono state sia di tipo valutario sia per l'ordine di grandezza con cui i valori sono espressi:

- *Problema valutario*: la serie storica del prezzo dei polimeri, quotata nella borsa PIE, è espressa in Euro (EUR), mentre i valori dei contratti derivati quotati nella borsa NYMEX sono espressi in Dollari (USD). Il problema è stato risolto convertendo i prezzi dei polimeri in dollari, perché il mercato della plastica a livello globale è quotato in dollari come i future sul Brent che utilizzeremo. La conversione da euro a dollari è avvenuta utilizzando il tasso di cambio medio mensile per ogni prezzo medio mensile dei polimeri, in modo da non perdere la caratteristica dei prezzi esposti nella borsa PIE.
- *Problema dell'ordine di grandezza*: i contratti future sul petrolio Brent sono quotati in dollari per barile (USD/bbl) mentre i prezzi dei polimeri sono quotati in dollari per metric tonnes (USD/MT). Il barile è una misura di volume, il metric ton è una misura di peso, che corrisponde a 1000Kg, ma la conversione è di facile attuazione prendendo in considerazione la densità relativa media del petrolio Brent rispetto all'acqua (0,858). La conversione più semplice è quella che riguarda il petrolio: 1 barile equivale a 158,99 litri; il peso di un barile di petrolio Brent è di 158,99Kg * 0,858 = 136,41Kg. Se 1 MT equivale a 1000Kg e 1 bbl equivale 136,41Kg, allora attraverso un semplice rapporto (1000Kg/136,41Kg=7,33) si ricava che 1 MT equivale a 7,33 barili di petrolio Brent (fonte CME Group, Chicago Mercantile Exchange). In questo modo si è andati a calcolare il prezzo di 1 metric ton di petrolio: se il prezzo di un barile di Brent è di 100 USD, il prezzo di 1 MT è di 100USD * 7,33 cioè 733 USD.

## 6.3 LA STRATEGIA

L'obiettivo della strategia è riuscire a ridurre al minimo l'incertezza circa il prezzo del polimero che si andrà a pagare tra 3 mesi. Così facendo l'azienda può svolgere tutte le analisi relative ai prezzi a cui andrà a vendere il prodotto lavorato e finito avendo come elemento di base un prezzo di acquisto della materia prima riconducibile all'interno di un intervallo ragionevole.

Questo studio prende spunto dall'ultimo modello descritto nel secondo capitolo, in cui Masitwe (2001) ha verificato la fattibilità di un cross hedging tra i polimeri e i future sul Brent in Sud Africa. Come visto nel paragrafo precedente, a differenza di quest'ultimo studio sono state introdotte delle modifiche per quanto riguarda la modulazione dei dati provenienti dalle varie risorse (PIE e Bloomberg).

La strategia è stata quindi costruita seguendo questa procedura:

- Calcolo dell'indice di correlazione tra i prezzi dei polimeri e il prezzo del future sul Brent.
- Individuazione del prezzo obiettivo che l'azienda prevede ottenere per ogni scadenza.
- Back test sull'ultimo anno di dati disponibili, cioè per coperture che terminano da gennaio 2013 a gennaio 2014.

### 6.3.1 Calcolo dell'indice di correlazione

È stata condotta una prima analisi per verificare la correlazione tra i prezzi mensili dei 4 polimeri e i prezzi mensili del generico future a 4 mesi del Brent.

Sono stati considerati i prezzi e non i rendimenti, poiché si vuole indagare quanto una variazione del prezzo del Brent si ripercuote in termini assoluti sul prezzo della plastica, considerando anche la quotazione diversa in termini di scala tra i polimeri e il Brent. Il prezzo della plastica è espresso in dollari per metric ton mentre il prezzo del Brent è espresso in dollari al barile.

Il periodo preso in considerazione inizia a marzo 2010 e termina a novembre 2012, per un totale di 33 osservazioni, con tutti i prezzi espressi in USD. È stato considerato

questo intervallo temporale per il calcolo della correlazione in modo da poter poi effettuare il back test su un anno intero. Il valore della correlazione dei prezzi mensili del Brent con i prezzi di polietilene ad alta densità (HDPE), polietilene tereftalato (PET), propilene (PROP) e paraxilene (PX) è evidenziata in tabella 6.2.

**Tabella 6.2 Correlazione dei prezzi mensili del Brent con i prezzi mensili di 4 polimeri**

| | HDPE | PET | PROP | PX |
|---|---|---|---|---|
| BRENT | **0,88** | 0,795 | 0,844 | **0,914** |

In tabella 6.2 sono evidenziati i due polimeri con correlazione più elevata con il Brent. Sia il polietilene ad alta densità (HDPE) sia il paraxilene (PX) sono polimeri affini all'attività svolta dall'azienda per la quale si è studiata la copertura, poiché entrambi entrano nella catena di produzione dei contenitori alimentari.

Per questo motivo le successive analisi saranno condotte separatamente solo su questi due polimeri.

Una volta che è stato calcolato il valore della correlazione, è necessario effettuare il test utilizzato anche in Masitwe (2001) per verificare se questo dato ha significatività statistica. Si utilizza il t-test per accettare o rifiutare l'ipotesi nulla che non esista correlazione tra le due serie storiche. Per il calcolo della deviazione standard della correlazione sono state utilizzate delle finestre di dati di 12 mesi traslate in avanti di un mese alla volta.

Il valore che assume il test $tc$, calcolato come $tc = {}^{r}/_{S_r}$, deve essere esterno all'intervallo [-1,98;+1,98] affinché l'indice di correlazione abbia significato statistico con un livello di confidenza del 5%.

I risultati dei test condotti sui due polimeri sono i seguenti:

- HDPE: il valore della correlazione ($r$) è di 0,88 e il valore della deviazione standard ($S_r$) è di 0,182. Il valore del test assume valore di 4,84. Questo risultato indica che l'ipotesi nulla è rifiutata, concludendo quindi che tra il paraxilene e il future sul Brent esiste una correlazione significativa dell'88%.

- Paraxilene: il valore della correlazione ($r$) è di 0,914 e il valore della deviazione standard ($S_r$) è di 0,204. Il valore del test assume valore di 4,48. Questo risultato indica che l'ipotesi nulla è rifiutata, concludendo quindi che tra il paraxilene e il future sul Brent esiste una correlazione significativa del 91,4%.

### 6.3.2 Modulazione della volatilità

Nel lavoro svolto da Masitwe la volatilità delle serie storiche è stata considerata costante per tutto il periodo in cui la copertura è stata studiata. Nello studio condotto in questo capitolo si è analizzato se, modellizzando la volatilità su periodi diversi di tempo, il risultato della copertura varia, e se questa variazione è significativa o meno. Il calcolo della volatilità dei prezzi su finestre temporali diverse porta ad una variazione nel valore dell'indice di copertura a varianza minima.

La frequenza di osservazione dei dati storici utilizzati per il calcolo delle deviazioni standard teoricamente dovrebbe essere uguale alla lunghezza della copertura. In questo caso, quindi, si sarebbero dovuti considerare dati trimestrali in quanto l'orizzonte di copertura è di 3 mesi. Facendo così, però, il numero di dati a nostra disposizione sarebbe stato molto esiguo, potendo considerare solo 12 elementi.

Il fatto di calcolare la deviazione standard utilizzando dati più frequenti migliora la stessa stima senza influenzare il risultato finale, poiché nel caso si volesse calcolare la volatilità trimestrale partendo da dati mensili, basterebbe moltiplicare il valore ottenuto per la radice di 3 (Hull, 2012). Questo fattore moltiplicativo andrebbe però ad elidersi automaticamente all'interno dell'equazione per il calcolo del rapporto di copertura a varianza minima dove la deviazione standard dei prezzi del polimero si trova a numeratore, mentre la deviazione standard dei prezzi del Brent si trova a denominatore:

$$h = \rho \frac{\sigma_S * \sqrt{3}}{\sigma_F * \sqrt{3}} = \rho \frac{\sigma_S}{\sigma_F}$$

Calcolando la volatilità attraverso 3 finestre temporali di ampiezze diverse, in questo caso rispettivamente di 18, 24 e 36 mesi, si vanno a modificare due dei tre parametri utili per il calcolo del coefficiente di copertura a varianza minima: la deviazione standard del prezzo del polimero e la deviazione standard del prezzo del future sul Brent. Le finestre temporali per lo studio della volatilità sono di volta in volta traslate in avanti nel tempo di un mese in modo che, variando il periodo preso in considerazione, vari il valore della deviazione standard, con la conseguente modifica del valore del rapporto di copertura a varianza minima che porta ad un numero più o meno elevato di contratti future sul Brent da acquistare.

### 6.3.3 Individuazione del prezzo obiettivo

Il prezzo obiettivo utilizzato per capire se la copertura ha un effetto positivo o meno varia a seconda che l'azienda decida di coprirsi o meno:

- nel caso in cui l'azienda decida di rimanere esposta al rischio di prezzo della plastica, il prezzo obiettivo considerato ad inizio trimestre per l'acquisto a termine dei polimeri, è il prezzo che si registra in quel momento nel mercato a pronti. Se ad esempio l'azienda a gennaio 2013 vuole coprire gli acquisti per marzo 2013, utilizza il prezzo a pronti di gennaio 2013 come base per le proprie assunzioni in merito al prezzo a cui venderà il prodotto finito.
- Nel caso in cui l'azienda decida di coprirsi è utile servirsi di una metodologia di analisi più accurata per individuare il prezzo obiettivo che l'azienda si prefissa di raggiungere con l'utilizzo della strategia di copertura. La scelta è stata di stimare un prezzo forward sintetico a 3 mesi per i polimeri nel modo che verrà ora presentato.

Non esistendo future sulla plastica è molto difficile avere delle indicazioni circa il prezzo a termine che l'azienda può prendere in considerazione come prezzo obiettivo per l'acquisto di paraxilene e di polietilene ad alta densità tra 3 mesi. Arrivati a questa fase del progetto si è in possesso dei prezzi a pronti del paraxilene e del polietilene ad alta densità e dei valori dei vari contratti future sul Brent, tra i quali anche la serie storica dei prezzi del future a 3 mesi sul Brent.

Avendo rilevato una correlazione importante tra i prezzi dei polimeri e i prezzi del Brent si è deciso di creare una curva forward sintetica per stimare i prezzi a 3 mesi dei due polimeri modellando questi prezzi forward sulla curva effettiva dei future del Brent. Ogni volta che si vuole attuare la strategia di copertura è necessario individuare un prezzo obiettivo di riferimento, e lo si fa nel seguente modo:

1) si calcola la differenza percentuale tra il prezzo a pronti del Brent ad inizio copertura, quindi al tempo *t*, ed il prezzo del future sul Brent a 3 mesi, quindi al tempo *t+3*:

$$\Delta\% = \frac{B_t - FB_{\mathrm{t+3,t}}}{B_t}$$

dove $B_t$ è il prezzo a pronti del Brent[32] all'inizio della copertura e $FB_{t+3,t}$ è il valore del future sul Brent a 3 mesi al momento della copertura.

2) Si ipotizza che, vista l'elevata correlazione tra i prezzi dei polimeri ed il prezzo del Brent, il prezzo del polimero, nei 3 mesi, possa subire una variazione identica a quella calcolata al punto 1, quindi:

$$FP_{\mathrm{t+3,t}} = PP_t + (1 + \Delta\%)$$

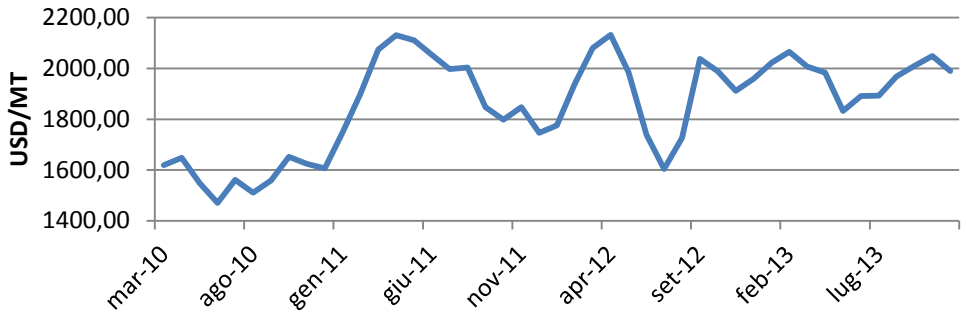
dove $FP_{t+3,t}$ è la stima del prezzo forward sintetico a 3 mesi del polimero fatta ad inizio periodo di copertura, $PP_t$ è il prezzo a pronti del polimero al momento della copertura e $\Delta\%$ è la variazione calcolata al punto 1.

In questo modo $FP_{t+3,t}$ rappresenta il prezzo obiettivo a cui l'azienda si aspetta di acquistare il polimero al termine della strategia di copertura. Questo sarà il prezzo di riferimento per valutare se la strategia dà un esito positivo, cioè se il prezzo del polimero attenuto attraverso la copertura si avvicina alla stima del prezzo forward sintetico. Un esempio numerico di come applicare questa procedura è mostrato nell'appendice B.

[32] In questo studio il prezzo a pronti del Brent è stato ricavato dai dati EIA "Europe Brent spot price FOB".

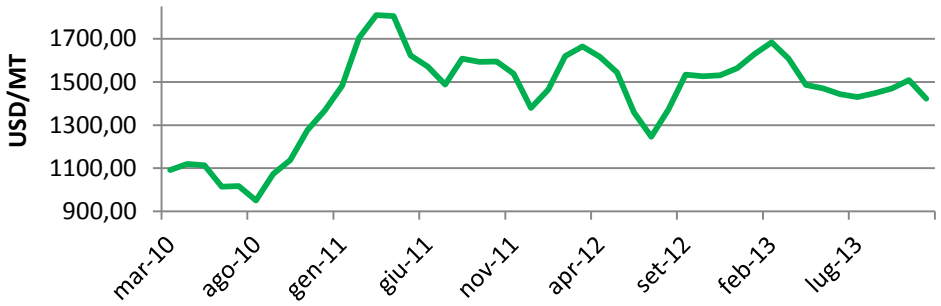
In figura 6.3 e 6.4 si riporta il grafico della curva forward dei prezzi costruita per il polietilene ad alta densità e per il paraxilene.

**Figura 6.3** **Prezzi forward sintetici dell'HDPE**




*Rielaborazione su dati PIE*

**Figura 6.4** **Prezzi forward sintetici del paraxilene**




*Rielaborazione su dati PIE*

### 6.3.4 Back Test

Con i dati storici a nostra disposizione e con il prezzo obiettivo individuato nel modo appena descritto, sono stati eseguiti 13 back test nel periodo che ha inizio a novembre 2012 e fine a gennaio 2014. La prima copertura è stata studiata a novembre 2012 per gennaio 2013 e l'ultima copertura è stata studiata a novembre 2013 per gennaio 2014.

Le ipotesi base per il back test sono che l'azienda acquisti ogni mese 2000 metric ton di polietilene ad alta densità o di paraxilene eseguendo la copertura 3 mesi prima della consegna. Per una descrizione accurata di ogni back test si rimanda all'appendice C.

Per studiare l'effettiva utilità della copertura sono state svolte delle analisi che confrontano la differenza tra il prezzo effettivamente pagato per lo specifico polimero al termine del trimestre di copertura ed il prezzo obiettivo individuato ad inizio trimestre

di copertura, sia nel caso in cui l'azienda attui la strategia di copertura sia nel caso in cui rimanga esposta al rischio di prezzo per i polimeri.

La strategia dà esito positivo se le differenze calcolate nel caso in cui si attui la copertura risultano meno accentuate e presentano un errore medio assoluto minore rispetto alle differenze calcolate nel caso in cui l'azienda decida di rimanere scoperta:

- nel caso in cui l'azienda rimane esposta al rischio di prezzo, l'errore commesso è calcolato nel seguente modo:

$$PP_{t+3} - PP_t;$$

- nel caso in cui l'azienda decide di effettuare la copertura, l'errore commesso è calcolato attraverso la seguente formula:

$$[PP_{t+3} - PSF_{t+3}] - PP_t * \left(1 + \frac{B_t - FB_{t+3,t}}{B_t}\right).$$

In entrambe le equazioni: $PP_t$ è il prezzo a pronti della plastica ad inizio copertura; $PP_{t+3}$ è il prezzo a pronti della plastica al termine della strategia; $FB_{t+3,t}$ è il valore ad inizio copertura del future a 3 mesi sul Brent; $B_t$ è il prezzo a pronti del Brent ad inizio copertura e $PSF_{t+3}$ è il profitto generato con la strategia mediante i future sul Brent. Il termine $PP_t * \left(1 + \frac{B_t - FB_{t+3,t}}{B_t}\right)$ nel suo complesso equivale al valore del prezzo forward sintetico calcolato ad inizio periodo di copertura.

In entrambe le equazioni, quindi, il primo termine identifica il prezzo effettivamente pagato per il polimero dopo 3 mesi, mentre il secondo termine rappresenta il prezzo obiettivo calcolato ad inizio periodo.

Attraverso le differenze così studiate, si va quindi a quantificare l'errore che si commette tra il prezzo effettivamente pagato per l'acquisto della plastica dopo 3 mesi e la previsione su quel prezzo fatta ad inizio periodo.

In tutti i back test relativi al singolo polimero è stato utilizzato lo stesso coefficiente di correlazione tra la serie storica dei prezzi del polimero e quella dei prezzi del future a 4 mesi sul Brent. Questo valore è stato considerato come coefficiente di correlazione di lungo periodo. Ciò che varia, come detto in precedenza, è il valore della deviazione standard dei prezzi delle serie storiche, poiché calcolata su finestre di tempo di diversa ampiezza.

**Back test con deviazioni standard calcolate attraverso finestre mobili di varia ampiezza**

Si andranno ora a confrontare i risultati della strategia studiata mantenendo sempre costante la correlazione tra i prezzi a pronti del polimero e i prezzi del future a 4 mesi sul Brent. Il valore della deviazione standard dei prezzi delle serie storiche considerate, invece, varia a seconda dell'ampiezza della finestra mobile presa in considerazione.

Sono stati considerati intervalli temporali di medio-lungo periodo per il calcolo della volatilità. In questo modo è possibile utilizzare un numero abbastanza elevato di dati e, inoltre, i picchi temporanei di volatilità che si registrano assumono meno importanza, non distorcendo la stima.

La tabella 6.5 riassume i risultati per il polietilene ad alta densità mentre la tabella 6.6 riassume i risultati per il paraxilene. In queste tabelle sono stati confrontati i risultati che si sarebbero ottenuti attraverso le strategie di copertura con i risultati che si sarebbero ottenuti nel caso in cui l'azienda fosse rimasta esposta al rischio di prezzo della plastica.

**Tabella 6.5** **Risultati dei back test per l'HDPE**

| | (1) | (2) | (3) | (4) |
|---|---|---|---|---|
| **HDPE** | **SENZA COPERTURA** | **CON COPERTURA** *e Finestra mobile di* | | |
| | | 18 MESI | 24 MESI | 36 MESI |
| Errore massimo | $159,06 | $96,49 | $90,15 | $72,32 |
| Errore minimo | $-210,83 | $-114,49 | $-106,97 | $-133,87 |
| Media degli errori | $15,80 | $-4,17 | $-3,41 | $-1,79 |
| Dev st degli errori | $50,99 | $32,37 | $30,65 | $34,85 |
| MAE[33] | $91,42 | $55,14 | $53,22 | $44,94 |
| % MAE rispetto al prezzo di riferimento[34] | 4,62% | 2,80% | 2,70% | 2,28% |
| % errori > +5%[35] | 30,77% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| % errori < -5% | 15,38% | 7,69% | 7,69% | 7,69% |

**Tabella 6.6** **Risultati dei back test per l'HDPE**

[33] MAE: Mean Absolute Error. Indicatore che calcola la media degli errori espressi in termini assoluti. Gli errori vengono considerati tutti con lo stesso segno e si va ad evidenziare l'ampiezza dell'errore medio che si è commesso tra la stima del prezzo a termine fatta ad inizio periodo, e il prezzo che è stato ottenuto a fine periodo.

[34] Come prezzo di riferimento è stata considerata la media dei prezzi obiettivo identificati ad inizio di ogni periodo di copertura.

[35] Il valore dell'errore è rapportato al prezzo obiettivo individuato ad inizio periodo.

| Paraxilene | (1) SENZA COPERTURA | (2) CON COPERTURA *e Finestra mobile di* 18 MESI | (3) 24 MESI | (4) 36 MESI |
|---|---|---|---|---|
| Errore massimo | $102,65 | $71,14 | $68,41 | $59,91 |
| Errore minimo | $-221,92 | $-166,28 | $-170,08 | $-161,97 |
| Errore medio | $-18,16 | $-36,54 | $-35,15 | $-36,19 |
| Dev st degli errori | $59,24 | $56,02 | $54,17 | $52,09 |
| MAE | $75,13 | $58,17 | $56,66 | $59,11 |
| % MAE rispetto al prezzo di riferimento | 4,93% | 3,84% | 3,74% | 3,90% |
| % errori > +5% | 15,38% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| % errori < -5% | 23,08% | 23,08% | 23,08% | 30,77% |

Entrambe le tabelle contengono, in sequenza, i seguenti valori: gli errori massimi e minimi registrati; l'errore medio; la deviazione standard degli errori; l'errore medio assoluto (MAE); il rapporto tra l'errore medio assoluto e il prezzo obiettivo identificato ad inizio strategia; la percentuale, su 13 back test, in cui l'errore registrato è maggiore del 5% e minore del -5% rispetto al prezzo obiettivo.

I primi 5 dati di ogni tabella rappresentano valori monetari, espressi in dollari americani. Questi valori se positivi indicano che il prezzo pagato per la plastica a fine periodo è maggiore del prezzo obiettivo identificato ad inizio periodo, se negativi, invece, indicano che il prezzo pagato per la plastica a fine periodo è inferiore al prezzo obiettivo identificato ad inizio periodo.

Il primo dato da considerare per capire se la strategia riesce ad eliminare completamente o solo in parte il rischio di prezzo è l'errore medio assoluto (MAE). Com'è possibile notare in tabella 6.5, per il polietilene ad alta densità questo valore diminuisce sensibilmente se si considera il caso in cui l'azienda si copre rispetto al caso in cui l'azienda decide di rimanere esposta al rischio di prezzo. Questa riduzione è di circa il 40%, infatti nelle strategie 2, 3 e 4 la percentuale del MAE rispetto al prezzo obiettivo identificato ad inizio periodo è inferiore al 3%, mentre nella strategia 1 questa percentuale è superiore al 4%.

Queste indicazioni sono rafforzate anche dagli altri risultati inseriti in tabella: attraverso la strategia di copertura sul polietilene ad alta densità si riescono a diminuire gli errori massimi e minimi e il valore assoluto della differenza media si avvicina al valore di 0.

La differenza media, inoltre, passa da un valore positivo, nel caso in cui l'azienda non si copre, ad un valore negativo nel caso in cui l'azienda si copre. Questo indica che, se si rimane esposti, mediamente l'errore commesso andrà ad erodere parzialmente i margini aziendali, poiché si andrà a pagare per la plastica un prezzo maggiore di quanto preventivato. Nel caso in cui l'azienda si copre, invece, l'errore commesso può andare a vantaggio dell'impresa poiché si andrà a pagare per la plastica un prezzo minore di quanto preventivato. Questo dato, però, è molto influenzato dal fatto che il periodo preso in considerazione è molto breve, e quindi l'aver ottenuto degli errori medi negativi può essere dettato solamente da una congiuntura particolare del mercato che ha fatto si che i prezzi dei polimeri ottenuti con la copertura fossero mediamente più bassi dei rispettivi prezzi forward sintetici calcolati.

La percentuale di back test sul polietilene ad alta densità in cui gli errori commessi fuoriescono dall'intervallo del ±5% rispetto al prezzo obiettivo diminuisce dal 46% all'7,69%. Questo risultato indica che la probabilità di ottenere degli errori elevati in termini assoluti è inferiore nel caso in cui si attui una strategia di copertura.

Confrontando le 3 strategie di copertura per il polietilene ad alta densità, non si osservano evidenti differenze di performance. L'unica strategia che può essere considerata leggermente migliore rispetto alle altre è la numero 4, cioè quella in cui la volatilità è calcolata su un periodo di 3 anni: l'errore medio assoluto è leggermente inferiore rispetto alle strategie 2 e 3, e la media delle differenze è la più bassa in assoluto.

Riassumendo è possibile affermare che, per un'azienda esposta al rischio di prezzo del polietilene ad alta densità, tutte e 3 le strategie di copertura aiutano a ridurre il rischio di prezzo per l'acquisto del polimero, anche se questo non è completamente eliminato in quanto il valore dell'errore medio assoluto non è vicino al valore di 0. Un errore medio assoluto che oscilla tra il 2,28% ed il 2,8% indica che il prezzo stimato ad inizio periodo attraverso il calcolo del prezzo forward sintetico è un buon indicatore del valore del polimero che si riuscirà ad ottenere al termine della strategia di copertura.

Anche nel caso in cui si è andati ad implementare una strategia di copertura per il paraxilene, l'errore medio assoluto registrato diminuisce rispetto alla situazione in cui l'azienda rimane completamente scoperta. Come si può notare dalla tabella 6.6, però, il valore del MAE si riduce di poco più del 20% passando da un valore superiore a $75 senza copertura a valori di poco inferiori a $60 con la copertura. La riduzione nel caso del polietilene ad alta densità, come visto prima, era nell'ordine del 40%.

Anche per il paraxilene gli errori massimi e minimi vengono ampiamente ridotti attraverso le strategia di copertura, ma il valore assoluto dell'errore medio aumenta, pur rimanendo su valori negativi.

Questo dato, insieme alla minima riduzione del valore del MAE, può già dare un'indicazione sul fatto che le strategie di copertura per il paraxilene non conducono a risultati soddisfacenti come nel caso del polietilene ad alta densità.

Inoltre, la percentuale di errori che fuoriescono dall'intervallo compreso tra il -5% ed il +5% rispetto al prezzo obiettivo non subisce una riduzione elevata, passando dal 38% nel caso senza copertura ad valori che oscillano tra il 20% ed il 31% nel caso in cui l'azienda attui la copertura. La probabilità di ottenere degli errori elevati in termini assoluti è quindi molto più elevata per il paraxilene rispetto a quella per il polietilene ad alta densità.

Riassumendo, le 3 strategie di copertura per il paraxilene riducono di poco il rischio di prezzo per l'acquisto del polimero, poiché, pur presentando un MAE inferiore rispetto al caso senza copertura, presentano una maggiore probabilità che gli errori siano al di fuori dell'intervallo del ±5% rispetto al prezzo obiettivo e, quando fuoriescono, il loro valore assoluto è più accentuato rispetto a quelli che si registrano per il polietilene ad alta densità.

## 6.4 CONCLUSIONI

In base ai risultati raggiunti è possibile affermare che il rischio di prezzo derivante da un'esposizione al prezzo del polietilene ad alta densità può essere attenuato e gestito attraverso i future sul mercato del Brent.

L'errore medio assoluto tra il prezzo obiettivo identificato ad inizio periodo e il prezzo effettivamente pagato per il polimero al termine del trimestre si riduce in modo significativo nel caso in cui si implementi una strategia di copertura, ed anche gli errori estremi sono considerevolmente inferiori in valore assoluto.

Per il polietilene ad alta densità, quindi, la stima del prezzo forward sintetico risulta essere una buona approssimazione del prezzo di acquisto finale della plastica che si riesce ad ottenere al termine di ogni periodo di copertura trimestrale.

Una successiva analisi, che può essere fatta solo avendo a disposizione i dati aziendali, dovrà stabilire se i prezzi forward sintetici calcolati come spiegato in precedenza possono essere realmente utilizzati dall'azienda come prezzo obiettivo, senza che questo comporti la fissazione di prezzi fuori mercato per il prodotto finito.

Per quanto riguarda il paraxilene, l'errore medio assoluto che si commette viene ridotto attraverso le strategie di copertura, ma la portata di questa riduzione non è elevata. Inoltre, la media degli errori aumenta in valore assoluto rispetto al caso in cui l'azienda non effettui la copertura. Questo sta a significare che, nonostante gli errori estremi vengano mitigati attraverso la strategia di copertura, la stima del prezzo forward sintetico non è così accurata, e con una probabilità più elevata rispetto allo studio sul polietilene ad alta densità il prezzo che si ottiene al termine del trimestre si discosta dal prezzo obiettivo identificato.

È opportuna, infine, un'ultima considerazione sul back test effettuato: considerati i pochi dati a disposizione, si è deciso di effettuare il back test solo per l'ultimo anno. Questo comporta che entrambi gli studi effettuati, sia per il polietilene ad alta densità sia per il paraxilene, possono risentire del periodo storico preso in considerazione. Nel caso si avessero a disposizione i prezzi su un arco temporale più ampio, il back test potrà

essere esteso verificando se la strategia di copertura è efficace anche in contesti di mercato diversi, soprattutto per quanto riguarda la volatilità dei prezzi.

# CONCLUSIONE

L'obiettivo di questa tesi è analizzare nel dettaglio un problema che al giorno d'oggi fronteggiano molte imprese: la gestione del rischio di prezzo per l'acquisto delle materie prime utilizzate. I derivati finanziari utili per la costruzione di una strategia di copertura esistono solo per alcuni prodotti e per questo motivo, se il mercato non propone il derivato che copre l'esposizione sullo specifico bene verso cui l'azienda è esposta, l'unica soluzione praticabile è lo studio di una strategia di cross hedging.

Nel caso specifico, dopo aver appurato il fallimento nel 2010 della creazione di un mercato di derivati finanziari sulla plastica, si è andati a studiare se un'azienda esposta al rischio di prezzo sui polimeri plastici può coprirsi attraverso i future sul Brent. I due polimeri presi in considerazione sono stati il polipropilene ad alta densità ed il paraxilene.

Per la verifica della strategia si sono ricalcati i passaggi principali del modello applicato in uno studio condotto nel 2001 in Sud Africa per il mercato dei polimeri (Masitwe, 2001), anche se sono state apportate alcune migliorie dal punto di vista della modellizzazione della volatilità, della stima dei prezzi obiettivo per la copertura e dell'analisi dei risultati ottenuti.

Per prima cosa si è dimostrato che la correlazione tra le serie storiche dei prezzi mensili del singolo polimero e quelli dei future sul Brent è elevata nell'arco dei 4 anni di studio.

Dopo aver verificato questa prima e fondamentale relazione tra i prezzi, si è calibrato il rapporto di copertura a varianza minima considerando diverse ipotesi sulla volatilità dei prezzi: questa è stata calcolata prendendo in considerazione 3 finestre temporali diverse, di 18, 24 e 36 mesi, per analizzare se una varianza calcolata su periodi diversi poteva portare dei vantaggi significativi nel calcolo del rapporto di copertura a varianza minima e quindi nel numero di future utilizzati per la copertura.

Per esaminare se la strategia di cross hedging conduce a risultati soddisfacenti, è stato calcolato l'errore tra il prezzo a cui effettivamente si acquista il polimero dopo 3 mesi ed il prezzo obiettivo individuato ad inizio trimestre, mettendo a confronto i risultati

raggiunti attraverso la strategia di copertura con i risultati ottenuti nel caso in cui l'azienda rimanga esposta al rischio di prezzo per il polimero.

La prima conclusione alla quale si è giunti e che, nonostante una correlazione leggermente più bassa, la copertura attuata sul polietilene ad alta densità dà risultati migliori rispetto alla copertura sul paraxilene. Con le strategia di copertura sul polietilene ad alta densità si giunge ad una più elevata riduzione dell'errore medio assoluto rispetto al caso in cui l'azienda decide di non coprirsi, ed inoltre gli errori massimi e minimi sono meno accentuati.

Un problema che riguarda la verifica di questa strategia adottata è il numero di osservazioni utilizzate per lo studio: per i polimeri è stato possibile avere a disposizione solo dati con frequenza mensile su un orizzonte temporale di 4 anni e per poter studiare una strategia utilizzando la volatilità calcolata sul medio-lungo periodo il back test è stato effettuato solo per l'ultimo anno disponibile, da gennaio 2013 a gennaio 2014. Con una serie storica per i prezzi dei polimeri più ampia sarebbe possibile studiare l'andamento delle 3 strategie su un arco temporale più ampio, testando la loro efficacia in situazioni di mercato diverse.

Un approfondimento interessante, che non è stato possibile compiere per mancanza di dati, è l'analisi sui margini per il mantenimento dei future. Calcolando il numero di integrazioni del deposito di garanzia che l'azienda deve effettuare e l'ammontare totale di queste integrazioni, si può capire se la strategia è effettivamente sostenibile. Questo valore può influenzare in modo importante i flussi di cassa aziendali, poiché degli esborsi elevati possono creare delle difficoltà finanziarie con la conseguenza che il rischio totale per l'azienda, in caso di copertura, tende ad aumentare al posto che diminuire.

# APPENDICE A: Replica di un future che quota media-mese

L'obiettivo è quello di costruire un future il cui prezzo a fine mese rifletta la media dei prezzi a pronti rilevati in quel mese.

Si utilizza come esempio il future a 4 mesi sul Brent:

- Supponiamo di essere al primo ottobre 2013 e di dover coprire un'esposizione su 12000 barili di petrolio per dicembre 2013. L'acquisto del petrolio avverrà nel mercato a pronti nell'ultimo giorno in cui è aperta la borsa a dicembre.
- Ogni future è scritto su 1000 barili di petrolio, quindi per coprire l'intera esposizione dovremo acquistare 12 future sul petrolio con scadenza febbraio 2014.
- Questi 12 future saranno venduti in modo omogeneo durante tutto il mese di dicembre, nel quale i giorni in cui la borsa è aperta sono 21. Secondo la formula $C = \frac{g}{N}$ si dovrà vendere un future ogni 1,75 giorni (risultato dall'operazione $^{21}/_{12}$).

Non avendo a disposizione i prezzi orari dei future procederemo vendendo i future con il seguente schema:

1) Future 1 venduto nel giorno 2;
2) Future 2 venduto nel giorno 4 (1,75x2= 3,5)
3) Future 3 venduto nel giorno 6 (1,75x3= 5,255)
4) Future 4 venduto nel giorno 7 (1,75x4= 7)
5) Future 5 venduto nel giorno 9 (1,75x5= 8,75)
6) Future 6 venduto nel giorno 11 (1,75x6= 10,5)
7) Future 7 venduto nel giorno 13 (1,75x7= 12,25)
8) Future 8 venduto nel giorno 14 (1,75x8= 14)
9) Future 9 venduto nel giorno 16 (1,75x9= 15,75)
10) Future 10 venduto nel giorno 18 (1,75x10= 17,5)
11) Future 11 venduto nel giorno 20 (1,75x11= 19,25)
12) Future 12 venduto nel giorno 21 (1,75x12= 21)

Come si può notare, per il calcolo del giorno in cui vendere il future si esegue un arrotondamento sempre per eccesso.

Nella tabella A, presente nella pagina successiva, è descritta tutta la strategia di copertura e il risultato raggiunto.

**Tabella A**

# COPERTURA CON ORIZZONTE TRIMESTRALE

I passaggi da effettuare sono i seguenti:

- acquistare i future con scadenza più vicina che possano essere contrattati in tutto il mese di dicembre, cioè i future con scadenza febbraio 2014;

- acquistare 12 future in data 01/10/2013 con scadenza febbraio 2014 al prezzo future di 105.54;

- vendere i 12 future con scadenza febbraio 2014 nelle date sotto riportate.

È necessario tenere in considerazione che il primo giorno disponibile per le contrattazioni in future è il 2 di dicembre.

| Data | Prezzo a pronti del Brent | Prezzo future a 4 mesi sul Brent | Utile sul singolo future | Future venduti al giorno |
|---|---|---|---|---|
| 01/10/13 | | 105,54 | | |
| 02/12/13 | 111,49 | 110,71 | 0 | 0 |
| 03/12/13 | 113,06 | 111,77 | 6230 | 1 |
| 04/12/13 | 113,27 | 111,12 | 0 | 0 |
| 05/12/13 | 112,07 | 110,3 | 4760 | 1 |
| 06/12/13 | 111,5 | 110,95 | 0 | 0 |
| 09/12/13 | 110,07 | 108,97 | 3430 | 1 |
| 10/12/13 | 108,91 | 108,96 | 3420 | 1 |
| 11/12/13 | 109,47 | 109,33 | 0 | 0 |
| 12/12/13 | 108,99 | 108,18 | 2640 | 1 |
| 13/12/13 | 108,08 | 108,07 | 0 | 0 |
| 16/12/13 | 110,3 | 109,09 | 3550 | 1 |
| 17/12/13 | 108,91 | 107,96 | 0 | 0 |
| 18/12/13 | 109,56 | 109 | 3460 | 1 |
| 19/12/13 | 110,78 | 109,6 | 4060 | 1 |
| 20/12/13 | 112,15 | 110,9 | 0 | 0 |
| 23/12/13 | 111,58 | 110,88 | 5340 | 1 |
| 24/12/13 | 111,57 | 111,23 | 0 | 0 |
| 26/12/13 | 111,65 | 111,34 | 5800 | 1 |
| 27/12/13 | 112,06 | 111,47 | 0 | 0 |
| 30/12/13 | 110,47 | 110,69 | 5150 | 1 |
| 31/12/13 | 109,95 | 110,27 | 4730 | 1 |
| | | | 52570 | Valore finale copertura |

| | | |
|---|---|---|
| Se l'acquisto fosse avvenuto nel mercato a pronti il 31/12 avrei pagato | 1319400 | USD |
| L'utile derivante dalla strategia in future è stato di | 52570 | USD |
| **Il prezzo finale pagato è di** | **105,6** | **USD/bar** |
| La media dei prezzi del future con scadenza febbraio 2014 nel mese di dicembre è di | 110,04 | USD/bar |
| **Se a fine mese i future avessero come prezzo di liquidazione la media mensile dei prezzi del future nel mese di dicembre la strategia avrebbe avuto come risultato** | **105,45** | **USD/bar** |

Chiariamo il contenuto della figura A:

1) nella prima colonna "Data" è inserito il giorno in cui viene eseguita l'operazione sui future: il primo ottobre 2013 vengono acquistati 12 future con scadenza febbraio 2014; nei giorni di dicembre, invece, i future vengono venduti.
2) nella seconda colonna "Prezzo a pronti del Brent" è stato riportato il prezzo a pronti del Brent nelle varie date di dicembre 2013.
3) nella terza colonna "Prezzo future a 4 mesi sul Brent" si può notare la variazione del prezzo del future con scadenza febbraio 2014 nei vari giorni di dicembre 2013;
4) nella quarta colonna "Utile su singolo future" è stato calcolato l'utile conseguito sul singolo future che si è andato a vendere nelle varie date di dicembre; per far ciò è stata moltiplicata per 1000, per ogni data di dicembre, la differenza tra il prezzo future di quel giorno e il prezzo future all'1 ottobre 2013, poiché ogni future è scritto su 1000 barili di petrolio;
5) nella quinta colonna "Future venduti al giorno" indica il numero di contratti venduti in quello specifico giorno secondo lo schema descritto in precedenza.
6) il "valore finale della copertura" indica l'utile totale conseguito con i 12 future.

Procedendo nel modo appena descritto, il prezzo finale pagato di **105,6 USD/bar**, calcolato come:

$$\frac{1319400 - 52570}{12000}$$

è molto vicino al prezzo di **105,45 USD/bar**, calcolato come $109{,}95 + (110{,}04 - 105{,}54)$, che si sarebbe dovuto pagare nel caso in cui fosse stato possibile utilizzare 12 future il cui prezzo di liquidazione è determinato in base alla media mensile dei prezzi future durante dicembre.

Come è possibile notare c'è una differenza minima tra 105,6 USD/bar e 105,45 USD/bar. Questo risultato porta a considerare efficace questa tecnica per la replica di un future che ha come prezzo di liquidazione la media dei prezzi future registrati in quel mese.

Una precisazione: il contratto future sul Brent preso in considerazione è il contratto con scadenza febbraio 2014, in quanto è il future con scadenza più vicina a dicembre 2013 contrattato durante tutto il mese di Dicembre. Ciò accade poiché i contratti future sul Brent hanno la peculiarità di essere scambiati fino al giorno 15 del mese precedente al mese di scadenza (ad esempio se un contratto future ha come mese di scadenza Maggio, l'ultimo giorno utile per acquistare/vendere il future è il 15 Aprile).

# APPENDICE B: Stima dei prezzi forward sintetici del paraxilene

| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
|---|---|---|---|---|---|
| Inizio strategia | Prezzo a pronti Brent | Prezzo future a 3 mesi Brent | Differenza percentuale tra (2) e (3) | Prezzo a pronti del PX | Stima del prezzo forward sintetico del PX |
| mar-10 | 76,07 | 76,89 | 1,07% | 1079,14 | 1090,64 |
| apr-10 | 82,63 | 84,55 | 2,27% | 1094,38 | 1119,23 |
| mag-10 | 88,09 | 89,99 | 2,11% | 1090,53 | 1113,56 |
| giu-10 | 73,08 | 72,71 | -0,51% | 1019,68 | 1014,49 |
| lug-10 | 71,73 | 72,60 | 1,20% | 1005,05 | 1017,10 |
| ago-10 | 81,93 | 81,04 | -1,10% | 960,88 | 950,33 |
| set-10 | 75,73 | 76,72 | 1,29% | 1060,52 | 1074,20 |
| ott-10 | 82,69 | 84,02 | 1,58% | 1118,96 | 1136,67 |
| nov-10 | 84,06 | 84,84 | 0,92% | 1265,87 | 1277,51 |
| dic-10 | 88,56 | 88,91 | 0,39% | 1362,38 | 1367,74 |
| gen-11 | 95,82 | 94,80 | -1,08% | 1497,89 | 1481,78 |
| feb-11 | 100,40 | 101,90 | 1,47% | 1680,41 | 1705,14 |
| mar-11 | 113,34 | 115,30 | 1,70% | 1780,40 | 1810,67 |
| apr-11 | 118,63 | 118,41 | -0,19% | 1809,08 | 1805,72 |
| mag-11 | 126,64 | 124,85 | -1,43% | 1647,42 | 1623,80 |
| giu-11 | 116,15 | 114,19 | -1,72% | 1598,49 | 1571,05 |
| lug-11 | 109,82 | 111,62 | 1,61% | 1465,12 | 1488,75 |
| ago-11 | 116,37 | 116,53 | 0,14% | 1605,95 | 1608,15 |
| set-11 | 116,43 | 113,44 | -2,64% | 1636,53 | 1593,40 |
| ott-11 | 103,61 | 99,62 | -4,01% | 1661,05 | 1594,52 |
| nov-11 | 106,97 | 108,38 | 1,30% | 1518,09 | 1537,84 |
| dic-11 | 108,83 | 108,71 | -0,11% | 1380,65 | 1379,13 |
| gen-12 | 111,12 | 111,53 | 0,37% | 1459,00 | 1464,37 |
| feb-12 | 111,96 | 111,21 | -0,67% | 1630,82 | 1619,82 |
| mar-12 | 125,76 | 124,96 | -0,64% | 1675,46 | 1664,73 |
| apr-12 | 124,44 | 124,77 | 0,26% | 1612,65 | 1616,91 |
| mag-12 | 119,57 | 119,32 | -0,21% | 1547,35 | 1544,11 |
| giu-12 | 98,63 | 97,98 | -0,66% | 1367,74 | 1358,67 |
| lug-12 | 95,28 | 97,14 | 1,91% | 1223,14 | 1246,56 |
| ago-12 | 106,78 | 104,69 | -2,00% | 1401,64 | 1373,66 |
| set-12 | 114,98 | 115,19 | 0,18% | 1532,00 | 1534,79 |
| ott-12 | 112,58 | 111,36 | -1,10% | 1543,44 | 1526,53 |
| nov-12 | 108,84 | 107,34 | -1,40% | 1553,46 | 1531,75 |
| dic-12 | 111,27 | 110,02 | -1,14% | 1581,77 | 1563,80 |
| gen-13 | 112,98 | 111,19 | -1,61% | 1656,10 | 1629,44 |
| feb-13 | 115,55 | 115,80 | 0,22% | 1680,74 | 1684,37 |
| mar-13 | 110,14 | 109,41 | -0,67% | 1619,58 | 1608,78 |
| apr-13 | 108,76 | 110,81 | 1,85% | 1458,82 | 1485,80 |
| mag-13 | 98,34 | 99,53 | 1,20% | 1453,52 | 1470,90 |
| giu-13 | 101,63 | 101,81 | 0,18% | 1441,42 | 1443,97 |
| lug-13 | 103,19 | 102,49 | -0,68% | 1440,44 | 1430,60 |
| ago-13 | 109,94 | 108,66 | -1,18% | 1465,05 | 1447,79 |
| set-13 | 115,49 | 112,54 | -2,62% | 1509,86 | 1470,28 |
| ott-13 | 107,32 | 107,11 | -0,20% | 1511,20 | 1508,23 |
| nov-13 | 105,96 | 105,89 | -0,07% | 1423,99 | 1423,05 |

Le operazioni da svolgere per il calcolo del prezzo forward sintetico per il paraxilene sono le seguenti:

1) nel momento in cui si vuole attuare la strategia di copertura si va ad osservare il prezzo del Brent quotato nel mercato a pronti e il prezzo del future sul Brent a 3 mesi (colonna 2 e 3). Il prezzo a pronti del Brent deriva da dati EIA riguardanti lo "Europe Brent spot price FOB".
2) Si calcola la variazione percentuale tra il valore a pronti del Brent ed il valore del future a 3 mesi sul Brent (colonna 4).
3) Si applica questa variazione percentuale al prezzo del paraxilene nel mercato a pronti (colonna 5), in modo il prezzo a pronti del paraxilene subisca una variazione percentuale identica a quella riscontrata tra il prezzo a pronti del Brent e il prezzo del future a 3 mesi sul Brent.
4) Si stima così un prezzo forward sintetico a 3 mesi per il paraxilene (colonna 6). Questo sarà considerato il valore di riferimento per valutare se la copertura a 3 mesi dà un esito positivo.

# APPENDICE C: Esempio di back test

Ogni back test è stato eseguito nel seguente modo:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dev st del prezzo dell'HDPE | 133,43 | MT di HDPE da acquistare | 2000 |
| Dev st del prezzo del Brent | 49,14 | Numero di contratti future da acquistare | 35,03 |
| Correlazione HDPE-Brent | 88,01% | Andiamo quindi ad acquistare **36** futures su Brent | |
| Indice di copertura a varianza minima | 2,39 | | |

Simulazione con dati effettivi:

1) Ci poniamo al 2 settembre 2013 e sappiamo che a fine novembre 2013 l'azienda dovrà acquistare 2000 metric ton di HDPE.
2) L'azienda vuole coprirsi dal rischio di prezzo relativo all'HDPE e in base ai calcoli il numero di contratti future sul Brent da acquistare è 36, in modo da coprire il 100% l'esposizione. I future avranno come scadenza gennaio 2014.
3) L'azienda chiuderà poi la propria esposizione su tutti i 36 future nell'arco del mese di novembre 2013 in modo da replicare un future che ha come prezzo di liquidazione il prezzo future medio mensile nel mese di novembre.

| | Prezzo del future a 4 mesi sul Brent ($/metric ton) | Prezzo a pronti dell'HDPE ($/metric ton) | N° contratti venduti per giorno | Utile/Perdita su 1 metric ton | Utile/Perdita su 1 future |
|---|---|---|---|---|---|
| 02/09/13 | 806,3 | 2064,36 | | | |
| 01/11/13 | 776,17 | | 2 | -60,25 | -8220 |
| 04/11/13 | 777,71 | | 2 | -57,17 | -7800 |
| 05/11/13 | 771,7 | | 2 | -69,2 | -9400 |
| 06/11/13 | 772,22 | | 1 | -34,09 | -4650 |
| 07/11/13 | 759,39 | | 2 | -93,8 | -12800 |
| 08/11/13 | 769,87 | | 2 | -72,86 | -9940 |
| 11/11/13 | 778,3 | | 2 | -56 | -7640 |
| 12/11/13 | 773,61 | | 1 | -32,69 | -4460 |
| 13/11/13 | 783,5 | | 2 | -45,59 | -6220 |
| 14/11/13 | 793,69 | | 2 | -25,22 | -3440 |
| 15/11/13 | 795,31 | | 2 | -21,99 | -3000 |
| 18/11/13 | 795,09 | | 1 | -11,22 | -1530 |
| 19/11/13 | 783,72 | | 2 | -45,15 | -6160 |
| 20/11/13 | 792,08 | | 2 | -28,44 | -3880 |
| 21/11/13 | 806,89 | | 2 | 1,17 | 160 |
| 22/11/13 | 814 | | 1 | 7,7 | 1050 |
| 25/11/13 | 813,63 | | 2 | 14,66 | 2000 |
| 26/11/13 | 812,6 | | 2 | 12,61 | 1720 |
| 27/11/13 | 815,9 | | 2 | 19,21 | 2620 |
| 29/11/13 | 804,03 | 1990,89 | 2 | -4,55 | -620 |
| | | N° future utilizzati | 36 | Utile/Perdita su | -82250 |

| | | |
|---|---|---|
| A fine settembre si spenderanno | 3981783,57 | USD |
| L'utile su future è pari a | -82250 | USD |
| La spesa effettiva totale è di | 4064033,57 | USD |
| La **spesa effettiva per ogni MT** di polietilene ad alta densità è di | **2032,02** | **USD** |
| Il **prezzo forward sintetico** calcolato ad inizio copertura è di | **2010,25** | **USD** |
| Differenza percentuale tra spesa effettiva e prezzo forward sintetico calcolato | **1,07** | **%** |

La spesa effettiva per MT di polietilene ad alta densità è di 2032,02 USD mentre il prezzo forward sintetico calcolato ad inizio copertura è di 2010,25 USD. I due prezzi sono molto vicini tra loro con uno scarto dello 1,07%, e ciò significa che in questo caso la strategia di copertura ha prodotto un risultato molto positivo.

Nella parte superiore della tabella troviamo i dati necessari per il calcolo dell'hedge ratio:

- la deviazione standard dei prezzi a pronti dell'HDPE e la deviazione standard dei prezzi del future a 4 mesi sul Brent sono state calcolate utilizzando i dati mensili da gennaio 2011 a settembre 2013.
- Il dato per la correlazione è stato calcolato considerando i prezzi mensili da marzo 2010 a novembre 2012.
- L'indice di copertura a varianza minima, $h$, è stato calcolato con la seguente formula:

$$h = corr(HDPE; Brent) x \frac{dev.st(HDPE)}{dev.st(Brent)}$$

- Il valore di $h$ è poi servito per calcolare il numero di contratti future sul Brent da acquistare: è stato ipotizzato un acquisto trimestrale di 2000 MT di polietilene ad alta densità; un singolo contratto future sul Brent è scritto su 1000 barili, che corrispondono a 136,43 metric ton; il rapporto di copertura a varianza minima è stato calcolato con la seguente formula:

$$\frac{h * Quantità\ MT\ di\ HDPE\ da\ acquistare}{Quantità\ MT\ all'interno\ di\ 1\ contratto\ future}$$

- La vendita dei future avviene in modo omogeneo all'interno del solo mese dove poi si andrà ad acquistare il polietilene nel mercato a pronti.

I dati utilizzati per tutti i back test sono i seguenti:

- i prezzi a pronti dell'HDPE hanno come fonte la borsa PIE;
- i prezzi del future si riferiscono al generico future a 4 mesi sul Brent quotato nella borsa Nymex. In questa borsa il future è quotato in USD/bar e per omogenizzare i dati rispetto al polietilene ad alta densità questo dato è stato convertito in USD/MT attraverso il fattore di conversione pari a 1 MT = 7,33 bar di Brent.

# BIBLIOGRAFIA


ADAMS Z., GERNER M. (2012), *Cross hedging jet-fuel price exposure*, Energy Economics, vol. 34, pag. 1301-1309.

ALIZADEH A. H., LIN S., NOMIKOS N. K. (2004), *Effectiveness of Oil Futures Contracts for Hedging International Crude Oil Prices,* Working Paper, Faculty of finance, City University of London.

ANDERSEN T.G., BOLLERSLEV T. (1998), *Answering the Skeptics: Yes, Standard Volatility Models Do Provide Accurate Forecasts*, International Economic Review, vol. 39, pag. 885-905.

ANDERSON R. W., DANTHINE J. (1981), *Cross Hedging*, Journal of Political Economy, vol. 89, pag. 1182-1196.

ANKIRCHNER S., DIMITROFF G., HEYNE G., PIGORSCK C. (2012), *Futures Cross hedging with a Stationary Basis*, Journal of Financial and Quantitative Analysis, vol. 47, pag. 1361–1395.

ARGUS GLOBAL MARKETS (2007), *Liquidity and Diversity Prevail*, 24 settembre, p. 15.

BINKS A. (2005), *Middle East Crude Pricing: The Dubai Debate*, Middle East Economic Survey, vol. 48, n° 7.

BLAKE M. L., CATLETT L. (1984), *Cross Hedging Hay Using Corn Futures: An Empirical Test, Western Journal of Agricultural Economics*, vol. 9, pag. 127-134.

BOLLERSLEV T. (1986), *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*, *Journal of Econometrics*, vol. 31, pag 307-327.

BOLLERSLEV T. (1988), *A Capital Asset Pricing Model with Time-Varying Covariances*, Journal of Political Economy, vol. 96, pag. 116–131.

BRITISH PETROLEUM (2013), *Statistical Review of World Energy* (http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html)

BUHLMANN P., McNEIL A.J. (2002), *An algorithm for nonparametric GARCH modelling*, Computational Statistics & Data Analysis, vol. 40, pag 665-683.

BURGER M., GRAEBER B., SCHINDLMAYR G. (2007), Managing Energy Risk: An Intergrated View on Power and Other Energy Markets, John Wiley & Sons Ltd, Hoboken (USA).

BYCHUK O.V., HAUGHEY B. (2011), *Hedging Market Exposure: Identifying and Managing Market Risks*, John Wiley & Sons Ltd, Hoboken (USA).

DAVIS M. (2002), *Dynamics of oil forward curve*, Platt's.

DICKEY D. A., FULLER W. A. (1981), *Likelihood Ratio Statistics for Autoregresive Time Series With a Unit Root*, Econometrica, vol. 49, pag. 1057-1072.

DORSMAN A., SIMPSON J. L., WESTERMAN W. (2013), *Energy Economics and Financial Markets*, Springer, Economics, vol. 23, pag 325-338.

EDERINGTON L. H. (1979), *The Hedging Performance of the New Futures Markets*, *Journal of Finance*, vol 34, pag. 157-170.

EEX, EUROPEAN ENERGY EXCHANGE (2012), *Annual Report 2012* (https://www.eex.com/en/about/eex/annual-report/annual-reports/7584).

EIA, ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (2013), *International Energy Outlook* 2013, (http://www.eia.gov/forecasts/archive/ieo13/)

ELTON E., GRUBER M., BROWN S., GOETZMANN W. (2006), *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, sesta edizione, John Wiley & Sons Ltd, USA.

ENGLE R. F. (1982), *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*, Econometrica, vol. 50, pag. 987-1007.

ENGLE R. B., Granger C.W. (1987), *Cointegration and error correction: Representation, estimation, and testing*, Econometrica, vol. 55, pag. 251–276.

ENGLE R. F., SOKALSKA M. E. (2012), *Forecasting intraday volatility in the US equity market. Multiplicative component GARCH*, Journal of Financial Econometrics, vol 10, pag. 54-83.

ENI Spa (2013), *World Oil and Gas Review*, (http://www.eni.com/it_IT/azienda/cultura-energia/world-oil-gas-review/world-oil-gas-review-2013.shtml)

FATTOU B. (2011), *An Anatomy of the Crude Oil Pricing System*, The Oxford Institute for Energy Studies.

GAGNON L., LYPNY G. (1995), *Hedging Short-Term Interest Risk Under Time-Varying Distributions*, Journal of Futures Markets, vol. 15, pag. 767 - 783.

GLOSTEN L. R., JAGANNATHAN R., RUNKLE D. E. (1993), *On The Relation between The Expected Value and The Volatility of Nominal Excess Return on stocks*, Journal of Finance, vol. 48, pag. 1779-1801.

GOTTARDO P. (2006), *La gestione dei rischi nelle imprese industriali e finanziarie*, Giuffrè Editore, Pavia (Italia).

HANKE J. E., REITSCH A. G. (1994), *Understnding Business Statistics*, seconda edizione, Richard D Irwin Inc.

HAYENGA M. L., DIPIETRE D. D. (1981), *Hedging Pork Products Using Line Hog Futures: A Feasibility Analysis*, Economic Report No. 19, Iowa State University.

HORSNELL P., MABRO R. (1993), *Oil Markets and Prices: The Brent Market and the Formation of World Oil Prices* , The Oxford Institute for Energy Studies.

HUBBERT M.K. (1956), *Nuclear energy and the fossil fuels*, American Petroleum Institute.

HULL J. C. (2012), *Opzioni, Futures e altri derivati*, terza edizione, Piacenza, Pearson.

JOHANSEN S. (1988), *Statistical Analysis of Cointegrating Vectors*, Journal of Economic Dynamics and Control 12, 231 - 254.

JOHNSON L. L. (1960), *The Theory of Hedging and Speculation in Commodity Futures*, The Review of Economic Studies, vol. 27, pag. 139-51.

KAMINSKA I. (2010), *Brent's Got Its Problems Too*, (ftalphaville.ft.com 17/10/2010)

KRONER K., SULTAN J. (1993), *Time-Varying Distributions and Dynamic Hedging with Foreign Currency Futures*, Journal of Financial and Quantitative Analysis, vol. 28, pag. 535 - 551.

LEUTHOLD R.M., JUNKUS J.C., CORDIER J.E. (1989), *The theory and practice of futures markets*, prima edizione, Lexington Books.

LIN S.X., TAMVAKIS M.V. (2001), *Spillover effects in energy futures markets*, Energy Economics, vol 23, pag 43–56.

MACK I. M. (2014), *Energy Trading and Risk Management: A Practical Approach to Hedging, Trading and Portfolio Diversification*, John Wiley & Sons Ltd, Singapore.

MADDALA G. S. (1992), *Introduction to Econometrics*, seconda edizione, Macmillan Publishing Company.

MANERA M., NICOLINI M., VIGNATI I. (2012), *Financial Speculation in Energy and Agriculture Futures Markets: A Multivariate GARCH Approach*, The Quarterly Journal of the IAEE's Energy Economics Education Foundation, Vol. 34, numero 3.

MANFREDO M. R., SANDERS D. R. (2003), *Minimum Variance Hedging and the Encompassing Principle: Assessing The Effectiveness of Futures Hedges*, American Economics Association Annual Meeting, Montreal (Canada).

MARKOWITZ H. (1952), *Portfolio Selection*, The Journal of Finance, Vol 7, numero 1, pag 77-91.

MASITWE A. (2001), *The suitability of cross hedging polymers with Brent futures contracts*, Working Paper.

MORANA C. (2001), *A Semiparametric Approach to Short-Term Oil Price Forecasting*, Energy Economics, vol. 23, pag. 325-338.

NELSON D.B. (1990), *Stationarity and persistence in the GARCH(1,1) model*, Econometric Theory, vol. 6, pag. 318-334.

NEWBERY D.M.G. (1984), *The Manipulation of Futures Markets by a Dominant Producer*, Lexington Books, Cambridge (UK).

NEWEY W. K., WEST K.D. (1987),A Simple, Positive Semi-definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix, Econometrica, vol. 55, n° 3, pag. 703-708.

NORD POOL SPOT (2013), *Annual Report 2013*, (http://www.nordpoolspot.com/globalassets/download-center/annual-report/annual-report_nord-pool-spot_2013.pdf)

PARCELL J., BOESSEN C., ALTMAN I., SANDERS D. (2008), *Cross hedging Fishmeal: Exploring Corn and Soybean Meal Futures Contracts*, Southern economics Association Annual Meeting, Dallas (USA).

PLASTICS EUROPE (2012), *Plastica – I Fatti del 2012*, (http://www.plasticseurope.it/Document/plastica-i-fatti-del-2012.aspx?Page=SEARCH&FolID=2)

RAHMAN S. M., TURNER S.C., COSTA E.C. (2001), *Cross hedging Cottonseed Meal, Journal of Agribusiness*, vol. 19, pag. 163-171.

RESTI A., SIRONI A. (2008), *Rischio e valore nelle banche*, seconda edizione, Egea, pag. 226.

SCHONFIELD N. C. (2007), *Commodity Derivatives: Markets and Applications*, John Wiley & Sons Ltd, Hoboken (USA).

SOCIETÈ GÈNÈRALE (2005), *The challenge ahead: moving to LME pricing*, Cross Asset Research : Plastics Specials.

STEIN J. L. (1961), *The Simultaneous Determination of Spot and Futures Prices*, American Economic Review, vol 51, pag. 1012-1025.

THORNE S. (2010), *A User guide to Platt's Assessment Processes*, Presentation at the Platt's Crude Oil Methodology Forum 2010.

WANG Y., WU C. (2012), *Forecasting energy market volatility using GARCH models: Can multivariate models beat univariate models?*, Energy Economics, vol. 34, pag. 2167-2181.

## Siti Internet consultati:

europa.eu

pieweb.plasteurope.com

www.argusmedia.com

www.borsaitaliana.it

www.cmegroup.com

www.interconnector.com

www.lme.com

www.nordpoolspot.com

www.plasticseurope.com

www.platts.com

www.sole24ore.com

www.wikipedia.it