

**Andrea Ballarin
Tiziano Tempesta
Mara Thiene**

**I BIOCARBURANTI
POSSONO ESSERE
UNA RISPOSTA
ALLA CRISI ENERGETICA?**

FrancoAngeli

ECONOMIA E POLITICA INDUSTRIALE

**Andrea Ballarin
Tiziano Tempesta
Mara Thiene**

**I BIOCARBURANTI
POSSONO ESSERE
UNA RISPOSTA
ALLA CRISI ENERGETICA?**

FrancoAngeli

Il lavoro è stato svolto dall'Unità Locale di Padova nell'ambito del progetto di ricerca a carattere nazionale sul tema "Fonti energetiche rinnovabili, ambiente e paesaggio rurale: problematiche economiche ed estimative" finanziato dal Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca PRIN 2005.

Andrea Ballarin è dottore di ricerca in Territorio, Ambiente, Risorse e Salute – indirizzo Economia presso il Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali dell'Università di Padova. Si occupa di energie rinnovabili, con particolare riferimento alle problematiche connesse alla gestione e produzione di energia da biomasse agrarie e legnose.

Tiziano Tempesta è professore ordinario di Estimo Territoriale e Ambientale presso il Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali dell'Università di Padova. Ha svolto ricerche nel campo della gestione del territorio nelle aree rurali, sia con riferimento alle tematiche urbane, che ai rapporti tra agricoltura ed ambiente, con particolare riferimento alla gestione del paesaggio e delle aree protette. Si è occupato, inoltre, della valutazione dei beni pubblici in relazione all'uso ricreativo del territorio ed alla qualità del paesaggio.

Mara Thiene è ricercatrice presso il Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali dell'Università di Padova. Si è occupata di tematiche economiche nel territorio rurale e di rapporti tra agricoltura e ambiente. Ha svolto ricerche in tema di valutazione di beni pubblici con particolare riferimento agli aspetti metodologici e agli strumenti di analisi che consentono di pervenire alla stima e quantificazione dei servizi forniti dalle risorse ambientali.

Copyright © 2008 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni specificate nel sito www.francoangeli.it

INDICE

Introduzione , di <i>Andrea Ballarin e Tiziano Tempesta</i>	pag.	9
1. Fonti energetiche e loro ruolo nell'offerta globale e nazionale di energia , di <i>Andrea Ballarin e Tiziano Tempesta</i>	»	13
1. Che cosa è e a cosa serve	»	13
2. Da cosa deriva	»	14
3. Unità di misura dell'energia	»	15
4. Le fonti energetiche	»	17
4.1. Le fonti energetiche non rinnovabili	»	18
4.1.1. Petrolio	»	18
4.1.2. Gas	»	23
4.1.3. Carbone	»	26
4.1.4. Il nucleare	»	29
5. Le fonti energetiche rinnovabili	»	32
5.1. Le biomasse	»	32
5.1.1. Biocombustibili	»	33
5.1.2. Biocarburanti	»	34
5.1.3. Biogas	»	37
5.2. Eolico	»	37
5.3. Idroelettrico	»	39
5.4. Energia solare	»	41
5.4.1. Solare termico	»	41
5.4.2. Solare fotovoltaico	»	42
5.5. Energia geotermica	»	43
5.6. Energia dal mare	»	45

5.6.1.	Onde	pag. 45
5.6.2.	Maree e correnti marine	» 46
5.6.3.	Energia termica dal mare	» 47
6.	I consumi energetici a livello mondiale	» 48
6.1.	Le fonti energetiche rinnovabili nell'offerta mondiale di energia	» 54
7.	I consumi energetici in Italia	» 57
7.1.	Il ruolo delle FER in Italia	» 63
8.	Conclusioni e prospettive	» 65
	Bibliografia	» 67
2.	Opinione pubblica e strategie energetiche: informati, scarsamente informati o totalmente ignoranti?, di Andrea Ballarin e Tiziano Tempesta	» 71
1.	Premessa	» 71
2.	Metodologia d'indagine	» 72
3.	Risultati dell'indagine	» 74
3.1.	Il campione analizzato	» 74
3.2.	Conoscenza delle fonti rinnovabili	» 77
3.3.	Giudizio sulle fonti rinnovabili	» 81
3.4.	Consapevolezza circa la durata delle fonti non rinnovabili	» 83
3.5.	Percezione dei costi delle fonti energetiche tradizionali	» 85
3.6.	Biomasse e loro contributo alla produzione di energia	» 86
4.	Conclusioni	» 90
	Bibliografia	» 91
3.	I conflitti nell'impiego di acqua e terreno per la produzione di biomassa a scopi energetici: caso studio di una provincia veneta, di Andrea Ballarin, Tiziano Tempesta e Mara Thiene	» 93
1.	Introduzione	» 93
2.	Metodologia e obiettivi della ricerca	» 95

3. La Programmazione a Obiettivi Definiti e Pesati (WGP)	pag. 97
4. Il caso studio	» 100
4.1. L'area in esame	» 101
4.2. I dati	» 102
4.3. I vincoli	» 103
4.3.1. Superficie	» 103
4.3.2. Lavoro	» 104
4.3.3. Acqua	» 105
4.4. Le funzioni obiettivo	» 108
4.4.1. Reddito degli agricoltori	» 108
4.4.2. Energia	» 110
4.4.3. Valore del paesaggio	» 115
5. Risultati	» 116
5.1. Reddito ed energia	» 117
5.2. Energia e paesaggio	» 123
6. Conclusioni	» 127
Appendici	» 129
Bibliografia	» 139
4. Analisi economica e finanziaria degli impianti fotovoltaici , di <i>Andrea Ballarin e Tiziano Tempesta</i>	» 143
1. Introduzione	» 143
2. Le tecnologie di trasformazione dell'energia solare	» 144
3. Il quadro normativo del settore energetico in Italia	» 146
4. La metodologia	» 151
5. Risultati	» 154
5.1. Gli impianti fotovoltaici da 2,94 kWp	» 154
5.2. Gli impianti fotovoltaici da 49,5 kWp	» 158
5.3. Gli impianti fotovoltaici da 488,4 kWp	» 161
6. Considerazioni conclusive	» 165
Bibliografia	» 167

INTRODUZIONE

di *Andrea Ballarin e Tiziano Tempesta*

L'incredibile crescita del benessere della popolazione dei Paesi occidentali, che ha preso il via con la rivoluzione industriale, si è basata per molti versi sulla capacità di sfruttare l'energia contenuta nelle fonti energetiche fossili. Prima il carbone e, successivamente, gas e petrolio hanno consentito di utilizzare l'energia chimica immagazzinata nel corso di milioni di anni per aumentare enormemente la produttività del lavoro e del suolo.

È stato quindi possibile scardinare i rigidi vincoli imposti alla crescita economica dalla mera disponibilità di fonti energetiche rinnovabili, sovvertendo le fosche previsioni sul futuro dell'umanità formulate da Malthus e Ricardo. Solo l'evoluzione della tecnologia ha consentito di impedire che l'aumento della popolazione erodesse progressivamente i benefici della crescita economica o che la fertilità dei suoli fosse inevitabilmente destinata a declinare a causa di un cocciuto sfruttamento dei terreni marginali che facesse fronte alla pressione demografica.

La visione degli economisti classici è divenuta però di attualità in anni recenti quando ci si è progressivamente resi conto che le risorse energetiche e le materie prime sono destinate a esaurirsi in un arco temporale oramai misurabile su scale temporali umane e non più geologiche secolari. Tale tendenza si è poi accentuata negli ultimi decenni con l'impetuosa crescita economica di alcune tra le aree più popolate del pianeta. L'affacciarsi sulla scena mondiale dei fabbisogni energetici di miliardi di persone che vantano – giustamente – il loro diritto a un maggiore benessere, ha reso di dominio pubblico l'insostenibilità di lungo periodo dei processi di sviluppo economico così perpetuati dai Paesi occidentali negli ultimi due secoli.

L'impennata dei prezzi del petrolio (benché fortemente motivata da pressioni speculative) ha fatto toccare con mano quale potrebbe essere l'angoscioso futuro del pianeta, attanagliato da una crescente penuria di energia che ne spinge sempre più al rialzo i prezzi. Benché allo stato attuale nessuno possa dire con certezza quanto potranno durare fonti fossili di am-

pia diffusione quali il carbone, il petrolio e il gas naturale, è certo che andranno esaurite secondo quanto sostenuto dalla teoria di Hubbert. È quindi probabilmente giunto il momento di avviare una profonda riflessione sul futuro energetico del pianeta.

Un dato nuovo, rispetto alla riflessione degli economisti classici, è emerso in modo evidente negli ultimi due decenni: sussiste una strettissima relazione tra consumi energetici e degrado della qualità ambientale. L'uso massiccio dei combustibili fossili ha infatti determinato l'immissione nell'atmosfera di cospicue quantità di gas serra che in essi erano state accumulate, peggiorando la qualità dell'aria. I materiali di sintesi ottenuti dal petrolio sono spesso scarsamente degradabili, finiscono per accumularsi nell'ambiente o, in alternativa, devono essere bruciati per produrre calore, contribuendo in ogni caso a intensificare l'effetto serra.

Certo è, quindi, che una seria riflessione su quali possano essere le fonti di energia del futuro dovrà essere attuata quanto prima e in un'ottica programmatica di lungo periodo. Al riguardo bisognerà evitare che, cessato l'allarme causato dalla crescita dei costi dell'energia, si prosegua con le politiche del passato fortemente condizionate dalle esigenze di certi settori economici, così come lascia presagire il rientro della preoccupazione "caro petrolio" dell'estate 2008.

È altresì evidente che la riflessione sul futuro energetico e ambientale dovrà coinvolgere inevitabilmente gli stili di vita e di consumo. Per esempio, non potrà più proseguire l'attuale insensata gestione del territorio, incentrata sulla mobilità individuale e sulla dispersione insediativa che si presta con grande difficoltà a essere riconvertita verso forme di mobilità collettiva a minor impatto ambientale. Uno dei primi passi verso la sostenibilità dovrà inevitabilmente passare attraverso percorsi di sviluppo basati sul risparmio e sull'efficienza energetica. Ma per far questo sarà necessario dotarsi di strumenti in grado di superare gli orientamenti del mercato e i comportamenti individuali che da esso scaturiscono.

Lo stile di vita esasperatamente individualistico è tra le principale fonte di esternalità ambientali negative che gravano non solo sulla situazione attuale, ma anche e soprattutto sul benessere delle future generazioni. Per quanto possa sembrare paradossale, le ultime generazioni comparse sul pianeta sono, da un lato, quelle che hanno beneficiato del maggior flusso di beni e servizi e, dall'altro, quelle che si sono preoccupate meno delle generazioni future. L'uomo occidentale è così divenuto la prima "specie" comparsa sul pianeta che ha anteposto la sopravvivenza (o se si vuole il benessere) dei singoli individui a quello della specie (cioè delle generazioni future).

C'è da chiedersi quale possa essere l'origine di tanta insensatezza, ma la

risposta pare debba essere ricondotta a una visione miope innescata dal consumismo. Per molti versi infatti, le moderne società avanzate sono divenute “fabbriche di insoddisfazione”. Come hanno osservato Kahneman e Krueger, l’uomo si adatta rapidamente allo *status quo*: dopo qualche anno, il miliardario vincitore di una lotteria, non manifesterà una soddisfazione per la sua situazione superiore a quella di persone diversamente abili o che hanno subito una modesta disabilità. Consapevoli di tale meccanismo psicologico, le imprese hanno operato per accrescere costantemente il grado di insoddisfazione individuale. Il motore della crescita è così divenuto il consumo di beni e servizi spesso di scarsa utilità, il cui consumo può essere indotto creando costantemente dei bisogni fittizi e, quindi, una sostanziale perenne insoddisfazione nei confronti del proprio stato attuale. Per certi si può affermare che, paradossalmente, l’insoddisfazione fa crescere il prodotto interno lordo! Il capitalismo infatti, può sopravvivere se e solo se la domanda aumenta, altrimenti i profitti sono destinati ad annullarsi (a causa della concorrenza) e viene meno lo stimolo stesso a investire dell’imprenditore.

Come potrà confrontarsi lo spirito “faustiano” delle economie di mercato con la necessità di guardare a orizzonti temporali più lunghi e di avviare forme di risparmio energetico o, più in generale, di favorire stili di vita più austeri?

Come si potrà superare la mistica individualistica che pervade la nostra società per favorire modelli partecipativi in grado di valorizzare adeguatamente la componente cooperativa del comportamento umano?

Ciò nonostante, il quadro energetico, ambientale ed economico che va delineandosi per il futuro prossimo pare non lasciare altra possibilità. L’esistenza di un legame inscindibile tra strategie energetiche, qualità ambientale e sentieri di sviluppo economico, non lascia più spazio allo spontaneismo del mercato che genera esternalità negative sempre più pesanti e che non è in grado di tenere nel debito conto quello che potrà accadere di qui a pochi anni.

In questo contesto si inseriscono i contributi riportati nel libro che, lungi dal voler dare risposte alle problematiche, vogliono solo fornire alcuni spunti di riflessione su alcuni temi scottanti della situazione energetica attuale.

In primo luogo si è cercato di fornire un quadro di sintesi della situazione energetica mondiale, cercando di districarsi dalla grande mole di dati e informazioni che sul tema sono stati prodotti in anni recenti. Tale sforzo è stato condotto allo scopo di stabilire delle basi di riferimento il più possibile oggettive e aggiornate su queste tematiche, in cui spesso prevale il sentito dire o la mera ripetizione di fonti informative talvolta superate o poco attendibili.

Nel capitolo 2 è stato analizzato il grado di conoscenza degli italiani sul problema della produzione energetica. Una popolazione attenta e informata è, infatti, il prerequisito necessario alla realizzazione di politiche condivise basate sulla partecipazione dei cittadini e non su interventi tecnocratici dettati dagli interessi di gruppi di potere.

È interessante sottolineare che, in questo caso, le opinioni dei cittadini risalgono al periodo precedente ai forti rincari del petrolio che hanno caratterizzato il 2007 e la prima metà del 2008 e sono notevolmente diverse (specie riguardo all'opzione nucleare) da quelle che si riscontrano ora. Viene da chiedersi quali potranno essere il prossimo anno e quale ruolo svolgeranno i principali mezzi di informazione. È comunque certo che scelte strategiche di lungo periodo non dovranno in alcun modo basarsi sulla spinta emotiva causata da eventi in larga parte inusuali e riconducibili (come si è visto a posteriori) a fenomeni speculativi di portata globale.

Nel capitolo 3 è stato affrontato il tema della produzione di energia da biomasse, divenuto di attualità dopo che l'amministrazione Bush ha deciso di puntare decisamente sui biocombustibili per fronteggiare la crisi energetica. Tramite modelli di programmazione matematica si è cercato di simulare quale potrebbe essere l'uso del suolo in grado di consentire di massimizzare la produzione di energia ottenibile dai suoli coltivati. Al riguardo si è cercato di incorporare nelle simulazioni i possibili effetti connessi alla riduzione della piovosità a seguito dei cambiamenti climatici in atto. Il dato emerso pare sconfiggere la scelta di puntare sui biocarburanti: sono le produzioni che permettono di massimizzare solo le rese energetiche del suolo.

Infine, nel capitolo 4, è stata realizzata una semplice verifica della convenienza all'installazione di pannelli fotovoltaici per la produzione di elettricità in contesti caratterizzati da un diverso grado di insolazione. Il dato emerso è per molti versi in controtendenza rispetto a quanto spesso propagandato: solo la presenza di contributi pubblici infatti, rende attualmente conveniente la loro installazione.

Anche in questo quadro, in conclusione, appare rilevante il ruolo che potranno svolgere le scelte energetiche nazionali. Investire su fonti energetiche non rinnovabili risulta attualmente ancora troppo poco conveniente, di conseguenza, potranno avere una reali prospettive di sviluppo solo se lo Stato deciderà di investire risorse finanziarie rilevanti e mirate.

1. FONTI ENERGETICHE E LORO RUOLO NELL'OFFERTA GLOBALE E NAZIONALE DI ENERGIA

di *Andrea Ballarin e Tiziano Tempesta*

1. Che cosa è e a cosa serve

L'energia è, secondo la più classica delle definizioni, “la capacità di un corpo o di un sistema di compiere un lavoro”. Il termine “energia” deriva dal tardo latino “energīa”, che a sua volta deriva dal termine greco “energeia”, usato da Aristotele nel senso di “azione efficace”.

L'energia è caratteristica intrinseca di un qualsiasi sistema: da un oggetto inanimato, i cui atomi e molecole sono in movimento, al macchinario che si muove sfruttando le potenzialità energetiche del proprio carburante, sino agli esseri viventi, le cui azioni riflettono l'energia che sono stati in grado di immagazzinare.

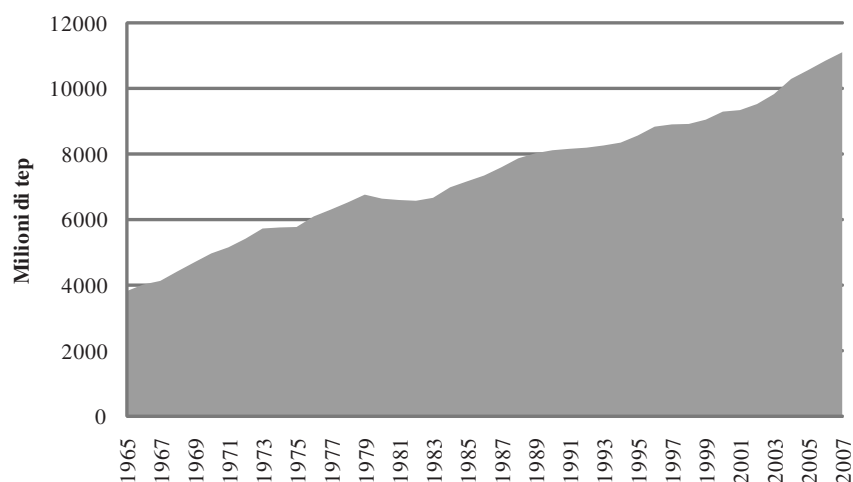
Nell'immaginario comune l'energia è però più in generale quella generata dalle macchine, quella impiegata nella produzione industriale, quella che fa funzionare i computer e che – in generale – manda avanti l'economia e la società globale ormai in ogni sua più intima parte.

Dalla seconda metà dell'Ottocento a oggi infatti, i consumi di energia sono andati di pari passo con quelli da gigante fatti dall'economia e dalla società stessa, crescendo di anno in anno; in questo modo l'energia è potuta diventare una realtà tanto diffusa quanto scontata, anche grazie a costi piuttosto contenuti (fig. 1).

Negli ultimi anni però, la situazione è cominciata a cambiare: l'aumento del prezzo delle fonti energetiche fossili, *in primis* del petrolio, ha fatto crescere i costi dell'energia con esse prodotta, riportando nei consumatori la consapevolezza del ruolo giocato dall'energia nelle nostre case.

L'energia è dunque tornata prepotentemente al centro dell'attenzione internazionale a causa dell'aumento dei suoi costi e degli impatti sulla moderna economia; in balia di decisioni politico-economiche spesso al di fuori di ogni logica, ancora estremamente dipendente da fonti fossili e sempre più spesso assoggettata agli esiti dei conflitti internazionali.

Figura 1 – L'andamento dei consumi di energia a livello globale (1965-2007)



Fonte: BP (2008)

2. Da cosa deriva

L'energia consumata ogni giorno deriva da più fonti – ossia vettori o materiali – da cui l'energia può essere direttamente o indirettamente ottenuta. La possibilità di ricavare energia in maniera diretta conferisce a quella fonte l'appellativo di "fonte energetica primaria"; mentre sono considerate "fonti energetiche secondarie" quelle fonti derivate dalla trasformazione delle primarie.

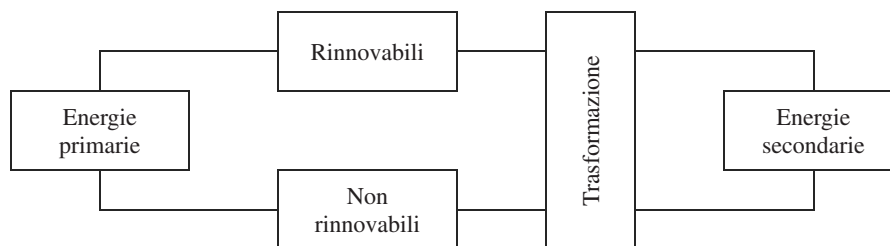
Sono fonti energetiche primarie quelle presenti in natura che non hanno subito alcuna trasformazione, dalle quali si può produrre energia senza alcuna particolare lavorazione intermedia. Esse si distinguono a loro volta in due grandi gruppi: fonti rinnovabili e fonti non rinnovabili.

Sono fonti rinnovabili quelle che per definizione possono rigenerarsi in tempi relativamente brevi e il cui oculato sfruttamento le rende praticamente inesauribili: è il caso dell'energia eolica, dell'energia contenuta nelle sostanze organiche prodotte dalla terra (biomasse), dell'energia solare.

Sono fonti non rinnovabili quelle che invece sono esauribili, il cui più lampante esempio è dato dai combustibili fossili.

Sono fonti energetiche secondarie poi quelle che, attraverso una qualunque trasformazione delle primarie, permettono la produzione di energia: lo sono per esempio la benzina (perché deriva dal trattamento del petrolio greggio) e l'energia elettrica (che deriva dalla trasformazione di energia meccanica o chimica) (fig. 2).

Figura 2 – Schema riassuntivo delle fonti energetiche



Dall'impiego di una qualsiasi di queste fonti, primaria o secondaria che sia, è possibile ottenere diversi tipi di energia: può essere l'energia meccanica del movimento dell'automobile ottenuta bruciando l'energia chimica della benzina (fonte secondaria), oppure l'energia elettrica di una centrale idroelettrica che ha trasformato l'energia cinetica della turbina mossa dall'energia potenziale dell'acqua (fonte primaria), oppure ancora quella termica ottenuta da pannelli solari irraggiati dal sole (fonte primaria), o da una caldaia, tramite la combustione di gasolio (fonte secondaria)...

Come si può intuire dunque, l'energia passa da una forma a un'altra varie volte prima di arrivare all'uso finale, perdendo in ognuno di questi passaggi parte dell'energia totale in genere sotto forma di calore, come suggerisce il ben noto principio di conservazione dell'energia¹.

3. Unità di misura dell'energia

La quantità di energia prodotta e consumata viene misurata attraverso l'uso di differenti unità di misura a seconda del tipo di energia considerata, dell'ordine di grandezza adottato e anche dell'area di riferimento.

L'unità di misura ufficiale adottata dal SI² per l'energia e il lavoro è però il Joule (J)³, mentre la potenza, ossia la quantità di energia nell'unità di tempo, viene espressa con i Watt (W)⁴. Più comunemente si parla del Wat-

¹ Il principio di conservazione dell'energia, enunciato da Michael Faraday (1791-1867) sostiene che "nulla si crea e nulla si distrugge, ma tutto si trasforma".

² Sistema Internazionale.

³ Il nome Joule deriva da James Prescott Joule (1818-1889), fisico Inglese che enunciò il principio dell'equivalente meccanico del calore. Un Joule equivale a: $1J = 1N \times 1m$.

⁴ Il nome Watt deriva da James Watt (1736-1819), matematico scozzese, ideatore della macchina a vapore. Un Watt equivale a $1J/1s$.

tora (Wh), ossia l'unità d'energia riferita in questo caso all'ora⁵. Ancor più familiare è invece il termine "chilowattora" (kWh), che esprime in genere l'unità di misura sulla base della quale si valutano e pagano i consumi di energia elettrica.

Con la caloria⁶ (cal) invece, si misura la potenzialità energetica di una qualsiasi materia prima, ma molto più spesso viene usata nel valutare il contenuto energetico degli alimenti. Alla caloria, gli anglosassoni oppongono un'altra unità di misura chiamata Btu⁷, molto spesso utilizzata nelle statistiche energetiche d'oltre manica (tab. 1).

Tabella 1 – Principali conversioni delle unità di misura dell'energia

	Joule	Kcal	Wh	Btu
Joule	1	0,00024	0,00028	0,00095
Kcal	4.187	1	1,163	3,968
Wh	3.600	0,861	1	3,413
Btu	1.055	0,252	0,293	1

Per parlare di energia in termini globali è però necessario lavorare con unità di misura più grandi poiché l'economia mondiale consuma quantità enormi di energia.

Quest'energia, come vedremo, viene per la maggior parte prodotta da fonti di energia fossile, la più importante delle quali è il petrolio. Il petrolio a sua volta possiede un'elevata densità energetica⁸ e viene in genere misurato in barili⁹.

Per valutare produzione e consumo globale di energia si utilizzano quindi le Tonnellate Equivalenti di Petrolio (Tep) o, all'inglese Toe (Tonnes of Oil Equivalent)¹⁰. Questa unità di misura, come vedremo, si rivela utilis-

⁵ Di conseguenza 1W vale 3.600 Joule.

⁶ Una caloria è per definizione l'energia necessaria per innalzare di 1° C (da 14,5 a 15,5°C) la temperatura di 1 g di acqua distillata a livello del mare. Una cal corrisponde ad a 4,186 J, mentre un Wh corrisponde a 860 cal.

⁷ Un Btu è pari a 252 cal o 1.055 J ed è definito come quella quantità di calore richiesta per alzare la temperatura di 454 grammi di acqua da 60 a 61 gradi Fahrenheit.

⁸ La densità energetica è data dal valore del potere calorifico sull'unità di prodotto energetico, ossia la quantità di calore liberata al momento della combustione completa dell'unità di un combustibile.

⁹ Il petrolio viene misurato in barili (bl, dall'inglese barrels) che hanno una capacità di circa 159 litri. Un barile di petrolio greggio, il cui potere calorifico è di circa 11.600 Wh/kg e la cui densità è di 0,85 ha quindi un'energia di circa 1560 kWh.

¹⁰ Un Tep o Toe, vale all'incirca 42 miliardi di J, ossia 11.300 kWh.

sima proprio per esprimere quantitativi energetici per i quali altrimenti servirebbero parecchi zeri.

4. Le fonti energetiche

Come già accennato le fonti energetiche, oltre che in primarie e secondarie, si suddividono principalmente in rinnovabili e non rinnovabili.

Le fonti energetiche non rinnovabili nel linguaggio comune vengono più spesso identificate con le fonti fossili, seppure tra queste debba essere annoverata anche l'energia nucleare che fossile non è. Per non rinnovabili s'intendono infatti tutte quelle fonti energetiche il cui tempo di rigenerazione è incompatibile con le scale temporali umane: il petrolio per esempio, una volta esaurito, potrà in ogni caso rigenerarsi, ma solo nell'arco di milioni di anni.

Così come il petrolio, anche il gas, il carbone e il nucleare, sono impiegati sfruttando i depositi di idrocarburi fossili o i giacimenti minerari, le cui riserve andranno inevitabilmente esaurendosi prima che gli stessi abbiano il tempo di riformarsi. Queste fonti sono state scoperte relativamente tardi nella storia dell'uomo: il petrolio, che pure veniva saltuariamente utilizzato come medicinale nel Medioevo, e che invece attualmente rappresenta la fonte energetica più importante al mondo, ha iniziato a essere prodotto industrialmente solo a partire dal 1850¹¹, mentre il carbone, anch'esso usato sporadicamente sin dal Medioevo, è stato utilizzato un secolo prima come motore della rivoluzione industriale del 1750.

Al contrario, le fonti energetiche rinnovabili accompagnano l'uomo sin dalle origini: basti pensare alla legna utilizzata per scaldare le caverne degli uomini primitivi, o all'energia meccanica dei mulini ad acqua o a vento che hanno semplificato il lavoro nell'antichità.

Tutte queste fonti energetiche rinnovabili fanno parte di un bagaglio culturale che l'uomo ha saputo far crescere con il tempo. All'energia derivata dalle fonti rinnovabili più "tradizionali", si sono aggiunte le "nuove fonti rinnovabili", tra cui si annoverano per esempio l'energia fotovoltaica e quella del mare (correnti, onde e maree).

Fonti rinnovabili e non, contribuiscono alla produzione globale di energia risultando entrambe indispensabili: le prime perché rappresentano l'unica alternativa a quelle non rinnovabili una volta che queste ultime saranno esaurite, le seconde perché rappresentano attualmente le fonti energetiche più utilizzate al mondo.

¹¹ Il primo pozzo petrolifero economicamente redditizio fu aperto nel 1850 negli Stati Uniti.

4.1. Le fonti energetiche non rinnovabili

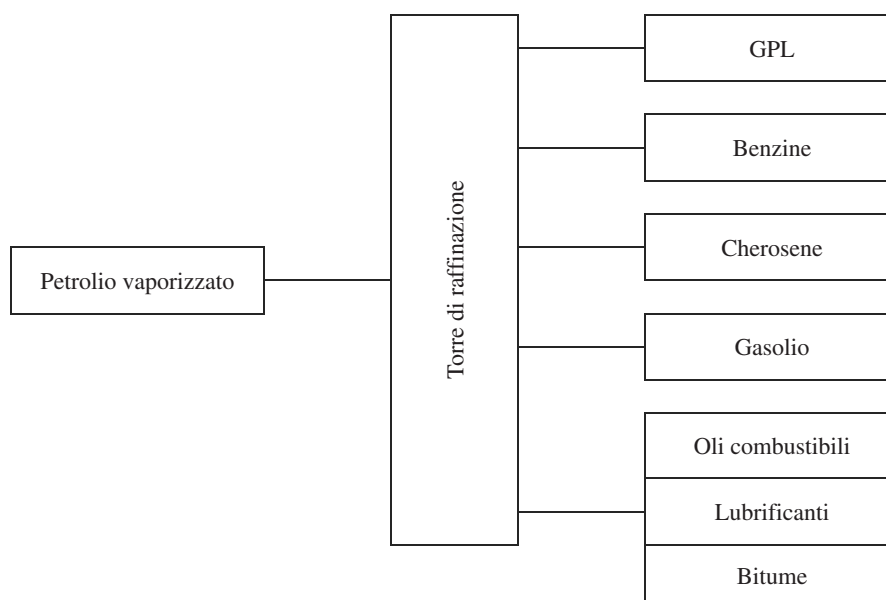
Le più importanti fonti energetiche non rinnovabili sono rappresentate da combustibili fossili quali il petrolio, il carbone e il gas. Assieme a queste viene annoverata anche l'energia nucleare, che pure riveste un ruolo energetico importante a livello mondiale.

4.1.1. Petrolio

Il petrolio è un liquido denso e infiammabile costituito essenzialmente da idrocarburi formati per la maggior parte da idrogeno e carbonio. Deriva dalla decomposizione in assenza di ossigeno di sostanza organica che, con il tempo e grazie a elevate pressioni e temperature, si trasforma in idrocarburi. Questi, nel corso di milioni di anni, spostandosi verso "rocce serbatoio", hanno dato origine ai giacimenti petroliferi attualmente conosciuti e sfruttati.

Dal petrolio, tramite raffinazione, è possibile estrarre una lunga serie di sottoprodotti ad alto contenuto energetico come benzina, gasolio e gas, nonché altri composti più pesanti. Da questo stesso procedimento è inoltre possibile estrarre prodotti non energetici come oli pesanti, cere e asfalti, a dimostrazione dell'estrema versatilità di questa fonte (fig. 3).

Figura 3 – Rappresentazione schematica della raffinazione del petrolio



Il petrolio è conosciuto in realtà da tempi remoti: l'asfalto veniva per esempio impiegato nella costruzione di città in Mesopotamia già nel 3000 a. C. e per molti secoli, componenti del petrolio trovarono impiego come leganti, impermeabilizzanti e medicinali. La vera scoperta del petrolio come prodotto energetico risale invece alla metà dell'Ottocento circa, con l'apertura dei primi pozzi petroliferi.

Questa fonte, in appena un secolo e mezzo di storia, è diventata di fondamentale importanza nella produzione mondiale di energia, soddisfacendo da sola oltre un terzo della domanda energetica globale (Enerdata, 2008).

Una dipendenza così marcata da una sola fonte energetica però, pone non pochi interrogativi sugli approvvigionamenti energetici futuri: se si analizzano la produzione e il consumo mondiale di greggio degli ultimi 40 anni ci si accorge di essere passati da una produzione di 31,8 milioni di barili di petrolio al giorno del 1965 a 81,5 milioni di barili del 2007, a fronte di un consumo che è passato dai 31,2 milioni di barili agli attuali 85,2 milioni (BP, 2008) (fig. 4).

Figura 4 – La produzione e il consumo globale di petrolio negli anni 1965-2007



Fonte: BP (2008)

Secondo quanto registrato dai mercati internazionali dunque, a partire dal 1981 si è cominciato a consumare più petrolio di quanto ne venisse prodotto (fig. 4), concretizzando il problema teorizzato da Hubbert¹², secondo

¹² Marion King Hubbert, geofisico americano che sviluppò l'omonima teoria secondo la quale "la produzione di una risorsa non rinnovabile passa necessariamente per un picco di