



ENERGY TRANSITION  
P A M P H L E T S



**ENERGIA E CONTESTO ENERGETICO**  
**LE ENERGIE RINNOVABILI**

di  
Jose PERFETTO



**Energy transition** is generally defined as a long-term structural change in energy systems.

Energy transition is perhaps best defined as a shift from a system dominated by finite (chiefly fossil-based) energy towards a system using a majority of renewable energy sources, also maximising the opportunities available from increased energy efficiency and better management of energy demand.

'Energy transition' encompasses technological, societal, cultural, economic and environmental aspects and there is a clear implication that this means a more active role for citizens and communities.

This series aims to highlight and share significant contributions on the sustainable energy transition.

Per **transizione energetica** intendiamo il processo di cambiamento, strutturale e a lungo termine, nell'approccio ai sistemi energetici.

La transizione energetica è ancora meglio definibile come il passaggio da un sistema dominato da energia finita (principalmente basata sulle risorse fossili) verso un sistema che utilizza la maggior parte delle fonti di energia rinnovabile, massimizzando inoltre le opportunità disponibili dall'aumento dell'efficienza e dalla migliore gestione della domanda di energia.

La "transizione energetica" comprende aspetti tecnologici, sociali, culturali, economici e ambientali e implica chiaramente che ciò significa un ruolo più attivo per i cittadini e le comunità.

Questa collana si propone di evidenziare e condividere contributi significativi sulla transizione energetica sostenibile.



## **ENERGIA E CONTESTO ENERGETICO**

### **LE ENERGIE RINNOVABILI**

è un estratto dal  
MANUALE SPECIALISTICO

GUIDA ALLA PROGETTAZIONE  
DI IMPIANTI SOLARI FOTOVOLTAICI

a cura di  
Jose PERFETTO

Marzo 2018

L'arch. Perfetto è  
Energy & Sustainability Manager  
di G\_EN Engineering



## Sommario

Energia e contesto energetico	02
La domanda e le fonti di energia	02
Le rinnovabili in campo elettrico	06
Le previsioni: i possibili scenari	08
L'accordo di Parigi	08
Una nuova allocazione degli investimenti	10
Clima: impegni e obiettivi	10
L'efficienza energetica è il motore del cambiamento	11
Veicoli elettrici pronti a partire	12
Le rinnovabili spiccano il volo	12
L'attenzione delle politiche si sposta sull'integrazione	13
I combustibili fossili e i rischi della transizione verso un futuro low-carbon	15
Energia e acqua: un nesso imprescindibile	16
Le Energie Rinnovabili - definizione e classificazione	18

La trasformazione del settore energetico, responsabile di almeno i due terzi delle emissioni di gas a effetto serra, è indispensabile per raggiungere gli obiettivi previsti dall'Accordo di Parigi e in linea generale previsti dalle politiche dei principali paesi industrializzati.

I cambiamenti già in atto nel settore energetico, evidenziando le prospettive e il potenziale dell'energia a basse emissioni di gas serra, conferiscono credibilità all'implementazione di azioni efficaci contro il cambiamento climatico. Nel 2015, le emissioni di CO<sub>2</sub> correlate all'energia sono rimaste stabili.

Questo risultato è principalmente imputabile alla riduzione dell'1,8% dell'intensità energetica dell'economia globale, una dinamica rafforzata dall'incremento dell'efficienza energetica e dal più diffuso utilizzo su scala mondiale delle fonti di energia più pulite, principalmente rinnovabili.

Una quota crescente dei circa 1.800 miliardi di dollari investiti ogni anno nel settore energetico è stata assorbita da investimenti in energia pulita; al contempo, gli investimenti nello sviluppo *upstream* di petrolio e gas hanno registrato un forte calo.

Nel 2015, l'ammontare dei sussidi al consumo di combustibili fossili è sceso a 325 miliardi di dollari rispetto ai circa 500 miliardi dell'anno precedente, una diminuzione che riflette sia il calo dei prezzi delle fonti fossili sia il processo di riforma dei sussidi stessi che ha subito un'accelerazione in diversi paesi.

Il cambiamento climatico è una realtà e l'uso di energia per le attività umane ne è largamente responsabile. Le città e l'ambiente costruito in generale sono quindi tra le principali cause del cambiamento climatico in quanto gli enormi consumi energetici e il traffico contribuiscono in modo sostanziale all'aumento dei gas a effetto serra.

E' quindi necessario che, oltre che i Governi di tutti gli Stati, anche le Amministrazioni Locali si facciano carico delle loro responsabilità e attuino le azioni necessarie di loro competenza relative alle politiche di riduzione dei gas serra tra cui il risparmio e l'efficienza energetica attraverso anche l'incentivazione delle fonti di energia rinnovabili. Infatti, le FER possono ricoprire un ruolo significativo sia a livello energetico, sia a livello ambientale, sia a livello socio-economico.

La Commissione Europea per coinvolgere attivamente le città europee nel raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità energetica e ambientale del 2020, nell'ambito della 2° edizione della Settimana europea dell'energia sostenibile ( EUSEW 2008) ha lanciato il Patto dei Sindaci (Covenant of Mayors) iniziativa, su base volontaria, che impegna le città a predisporre un Piano di Azione vincolante con l'obiettivo di ridurre di oltre il 20% le proprie emissioni di gas serra attraverso soprattutto politiche e misure locali che aumentino il ricorso alle fonti di energia rinnovabile. Ad oggi 73 città europee hanno firmato l'accordo mentre 121 hanno ufficialmente manifestato interesse ad aderire.

In Italia, per il raggiungimento degli obiettivi europei del 2020, il Governo ha concordato con la Commissione Europea su tre obiettivi: innovazione tecnologica, miglioramento indipendenza energetica dai paesi terzi, riduzione delle emissioni, pone in primo piano l'incremento delle FER.

Premesso questo l'intento di questo abstract è quello di contribuire in modo significativo alla cultura dell'innovazione tecnologica attribuendo ai progettisti il difficile e importante ruolo di portatori di conoscenza e adeguamento alle pressanti richieste del mercato in termini di professionalità ed innovazione nel campo dell'ambiente costruito in generale e dell'impiantistica in particolare.

## **Energia e Contesto Energetico**

L'Energia è la possibilità di svolgere compiti, azioni, in fisica si dice «compiere un lavoro».

Occorre ora inquadrare il tema delle energie rinnovabili: risulta pertanto necessario affrontare il tema dell'energia inteso come panorama energetico ed a più largo raggio le fonti di energia, i settori più energivori, l'inquinamento e l'emissione di CO2 legata alla produzione dell'energia, il concetto di Energia Primaria, le riserve, la produzione, il consumo o fabbisogno, le fonti fossili e quelle rinnovabili.

### **La domanda e le fonti di energia**

L'attuale contesto internazionale è difficile e incerto.

L'economia globale è rimasta a lungo in fase di rallentamento e prevedere l'evoluzione dello scenario energetico futuro è un esercizio complesso.

Con queste premesse, si prevede che lo scenario globale nei prossimi 20-25 anni sia caratterizzato dalle seguenti tendenze:

- La domanda di energia nel mondo è prevista in crescita (+50% al 2035), ma con un andamento fortemente differenziato tra diverse aree geografiche: molto bassa nei Paesi industrializzati ed in forte aumento in quelli in via di sviluppo (+85%)

- Aumenta l'efficienza Energetica grazie anche all'avanzare tecnologico nel campo illuminotecnico e nella climatizzazione

- Tra le fonti di energia, il gas e le rinnovabili sono sempre più in espansione, a scapito soprattutto del petrolio, che perderà quote importanti, mentre carbone e nucleare manterranno sostanzialmente la loro quota di mercato attuale.

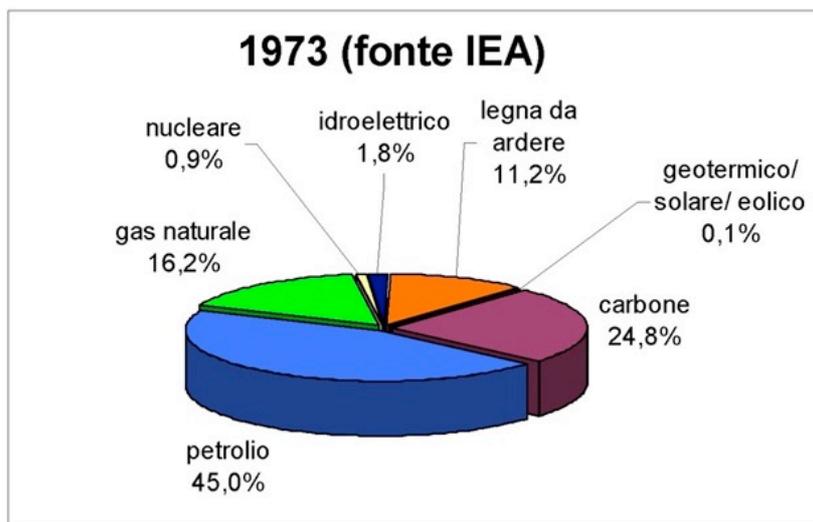
Tutti i settori di attività umana prevedono da sempre un consumo energetico; i settori più energivori, che necessitano cioè di grandi quantitativi di energia, sono il settore industriale, agricolo, quello dei trasporti e delle costruzioni.

Se abbiniamo ai settori energivori la disponibilità di fonti energetiche non possiamo non ricordare uno dei periodi più critici per quel che riguarda l'approvvigionamento energetico ovvero il 1973, anno nel quale i principali paesi produttori di petrolio (l'OPEC) decisero di sospendere improvvisamente le forniture di greggio agli Stati occidentali che avevano appoggiato Israele nella guerra del Kippur.

La ritorsione dell'OPEC si tradusse in un aumento improvviso e molto elevato del prezzo del petrolio, che nel giro di poco tempo crebbe di oltre tre volte.

Al 1973 la ripartizione dei consumi energetici mondiali vedeva l' 88% di utilizzo delle cosiddette Fonti Fossili come il Petrolio, Carbone, Gas Naturale e Nucleare mentre il restante 12% di utilizzo di altre fonti come la biomassa ( ovvero la legna come combustibile) e l'idroelettrico.

Il Grafico in *figura 1.1* mostra i Consumi energetici mondiali, per fonte, nel 1973 secondo l'International Energy Agency (IEA).



*Fig. 1.1 - Consumi energetici mondiali, per fonte, nel 1973 . Fonte: International Energy Agency.*

Il trentennio successivo alla prima crisi energetica del '73 ha visto un costante incremento del consumo di Gas Naturale il cui approvvigionamento avviene anche da altri paesi oltre che quelli del Medio Oriente; il nucleare ha visto un forte incremento proprio per la produzione di energia elettrica mentre il consumo di Carbone è rimasto pressoché invariato

Al 2004 il consumo mondiale medio totale dell'umanità era stimato pari a 15 TW (TeraWatt) e per più dell'85% proveniva dai combustibili fossili come Petrolio, Gas naturale, Carbone e Nucleare.

la combustione di carbone, metano o petrolio fornisce la gran parte della quantità di energia impiegata in parte per i sistemi di riscaldamento a combustione ed in parte per il funzionamento di motori o per la produzione di energia elettrica che è un tipo di energia che può essere trasferita a grandi distanze.

Nel mondo, le centrali termoelettriche producono il 65% dell'elettricità mondiale: tuttavia, la combustione dà come sotto-prodotto l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) assieme ad altre sostanze inquinanti.

Il Grafico in *figura 1.2* mostra i Consumi energetici mondiali, per fonte, nel 2004 secondo l'International Energy Agency (IEA).

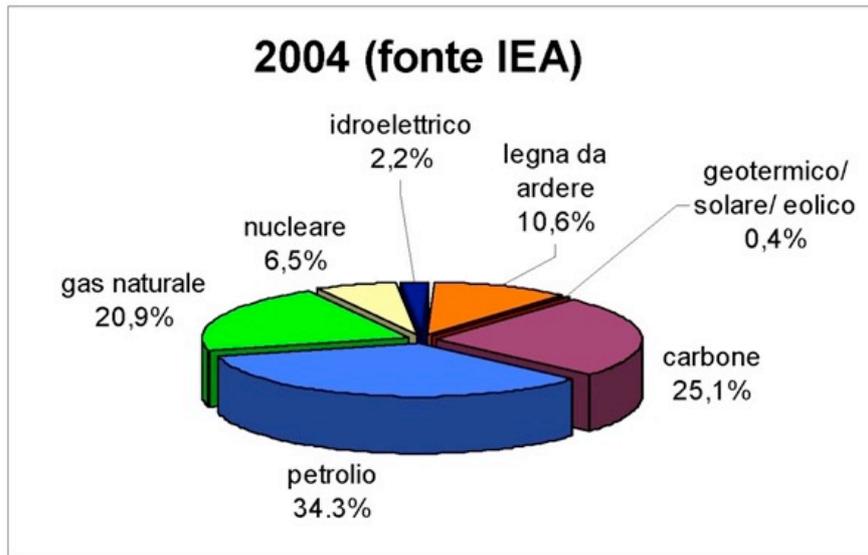


Fig. 1.2 - Consumi energetici mondiali, per fonte, nel 2004. Fonte: International Energy Agency.

La domanda di Energia è quindi strettamente legata alla crescita demografica e ai paesi in rapido sviluppo.

Un fattore determinante della domanda di energia è la forte correlazione tra crescita della popolazione e tasso di urbanizzazione

Gli abitanti delle città nei paesi sviluppati tendono ad avere redditi più alti e migliori accessi ai servizi energetici per cui ad oggi: chi risiede nelle aree del mondo meno sviluppate (più del 20% della popolazione mondiale) non ha ancora accesso ai servizi energetici (es. energia elettrica).

L'energia destinata alle città trasformerà l'uso stesso dell'energia ovvero si ridurranno le differenze tra zone urbane e rurali per cui si tenderà a fruire degli stessi servizi energetici

Crescerà il fabbisogno di energia per consumi domestici (illuminazione, riscaldamento, cottura, acqua calda e refrigerazione). E

essendo il fenomeno legato alla demografia la crescita sarà particolarmente forte in Africa, Cina, India e America Latina.

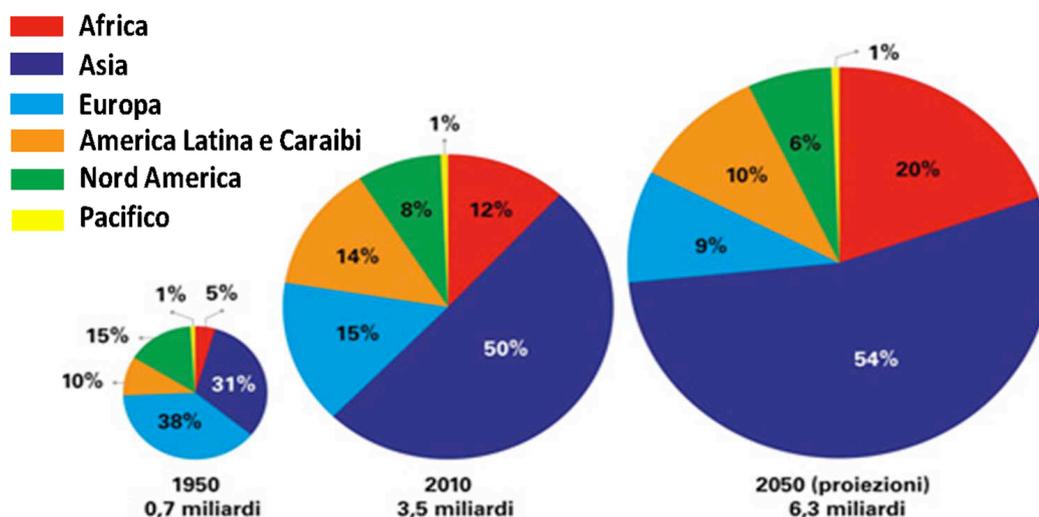


Fig. 1.3 - Popolazione Urbana Mondiale 1950,2010,2050 (proiezione)

La domanda di energia è quindi strettamente correlata alle attività umane.

Tali attività prevedono lo sfruttamento di fonti a disposizione ancora in grandi quantità e ad alta densità di energia; questo non porta solo benefici al nostro modo di vivere; l'energia, almeno nelle forme oggi sfruttate, causa anche un'alterazione dell'ambiente con conseguenze che soltanto da poco abbiamo cominciato a comprendere.

I combustibili fossili, dai quali ricaviamo circa il 90% dell'energia di cui abbiamo bisogno, bruciando emettono anidride carbonica, CO<sub>2</sub>, un gas a cui viene attribuito il lento riscaldamento per effetto serra che si sta verificando sul nostro pianeta.

Inoltre i processi di combustione producono ossidi di carbonio (COX), di azoto (NOX), di zolfo (SOX), idrocarburi (HC), che sono causa di una serie di altre modificazioni ambientali, quali l'inquinamento delle città e le piogge acide.

### **Attualmente quindi la quasi totalità dell'energia viene prodotta con Fonti Fossili.**

I vantaggi dei combustibili fossili, e del petrolio in particolare, sono l'alta densità di energia, il facile trasporto, e una larga disponibilità (almeno fino ad ora).

Il petrolio è poi utilizzato anche per altri fini oltre quelli energetici (trasporti, riscaldamento e produzione di energia elettrica) ovvero produzione di materie plastiche, fertilizzanti per l'agricoltura, e una serie di altre sostanze di largo uso (paraffina, asfalto...).

Gli svantaggi però sono numerosi: ogni anno nel mondo si consuma una quantità di combustibili fossili che la natura ha creato in milioni di anni.

Le risorse stimate di combustibili fossili sono ancora enormi (soprattutto carbone), e possono soddisfare le domande energetiche mondiali ancora per almeno un centinaio di anni.

**Per contro è necessario per ragioni Ambientali attuare una vera e propria Transizione Energetica che preveda il graduale accantonamento delle Fonti Fossili e il ricorso alle Fonti Rinnovabili.**

Continua a crescere la percentuale di energia generata con fonti rinnovabili a livello mondiale, soprattutto nel settore elettrico, mentre in altri comparti - ad esempio i trasporti - le fonti fossili sono più difficili da scalfire.

Secondo gli ultimi dati pubblicati dall'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA), infatti, si vede che le rinnovabili, nel 2014, coprivano il 13,8% delle forniture globali di energia primaria, grazie soprattutto all'apporto di biofuel e biomasse solide, come la legna da ardere ampiamente sfruttata in vaste zone rurali dell'Africa e dell'Asia (*figura 1.4*)

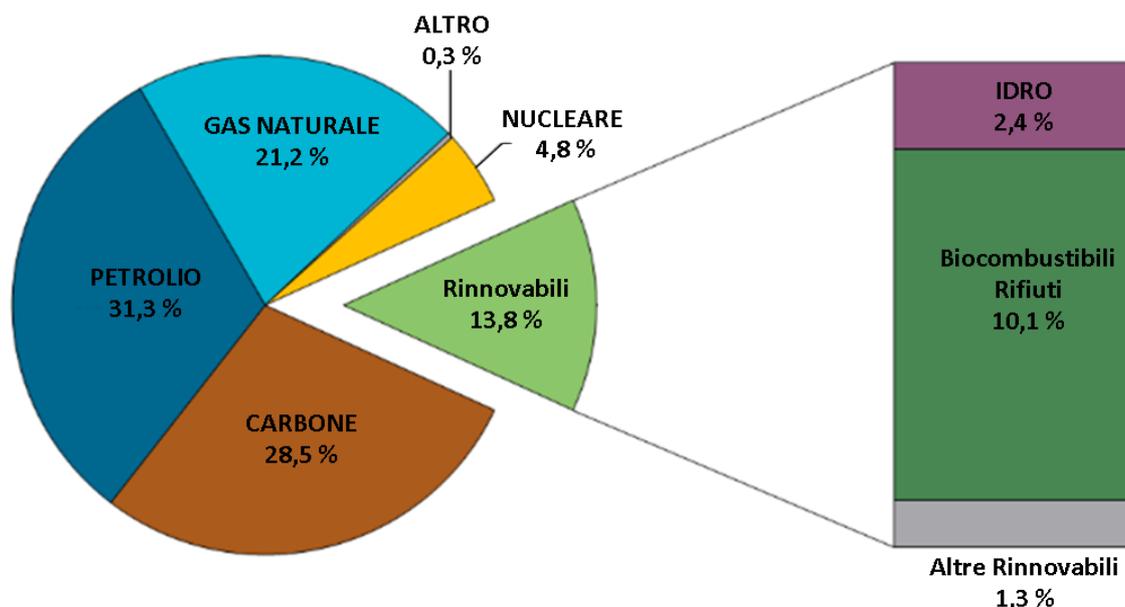


Fig. 1.4 – Combustibili utilizzati come fonte di Energia Primaria al 2014

Dal 1990 in poi, prosegue l'analisi della IEA, la produzione energetica delle rinnovabili è aumentata in media del 2,2% l'anno con due impennate: fotovoltaico +46% ed eolico +24%, mentre tutte le altre tecnologie non sono andate oltre il +13% registrato dal biogas.

Il boom degli impianti eolici e solari si è verificato in particolare nei Paesi OECD (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico) e in Cina.

Tuttavia, l'idroelettrico e le biomasse solide, nel 2014, erano ancora le risorse rinnovabili più utilizzate nel mondo.

Tanto che quasi metà dell'energia consumata in Africa, e circa un quarto di quella consumata in Asia (Cina esclusa) è classificata come rinnovabile, anche se a ben vedere si tratta di biomasse legnose bruciate nelle abitazioni per cucinare o riscaldare gli ambienti.

Nelle economie più industrializzate, al contrario, la quota delle rinnovabili scende al 10% circa, proprio perché nei Paesi OCSE queste forme arcaiche e poco efficienti di riscaldamento domestico/cottura dei cibi sono assai poco diffuse.

### Le rinnovabili in campo elettrico

Guardando ora al solo settore elettrico (figura 1.5) si nota immediatamente che le rinnovabili sono diventate la seconda fonte di generazione, battute soltanto dal carbone, che attualmente produce quasi il 40% dell'intera elettricità mondiale.

L'output delle tecnologie pulite si attestava al 2014 intorno al 22% del totale, davanti al gas (21,6%) e al nucleare (10,6%).

In questa torta del mix di produzione, la fetta delle rinnovabili è dominata dall'idroelettrico, che da solo ha fornito il 73% abbondante di tutta l'elettricità verde; le altre risorse, quindi eolico, solare, geotermia, eccetera, si sono fermate al 18% del

green mix, con la parte rimanente (1,8%) coperta da biomasse e recupero energetico dai rifiuti.

Infine, concentrando l'attenzione sull'area OCSE, si osserva che la produzione elettrica delle rinnovabili è aumentata del 3,8% dal 2014 al 2015, raggiungendo 2.471 TWh, pari al 23% dell'output complessivo, che è il livello più alto mai registrato fino a quel momento.

Nel periodo 1990-2015, sempre nei Paesi OCSE, la singola fonte rinnovabile a essere cresciuta maggiormente in termini percentuali è stata il fotovoltaico, +44% in media ogni anno, anche se nel 2015 produceva ancora circa 7% dell'energia elettrica verde complessiva.

L'eolico, di contro, generava quasi il 23% dell'elettricità da fonti rinnovabili.

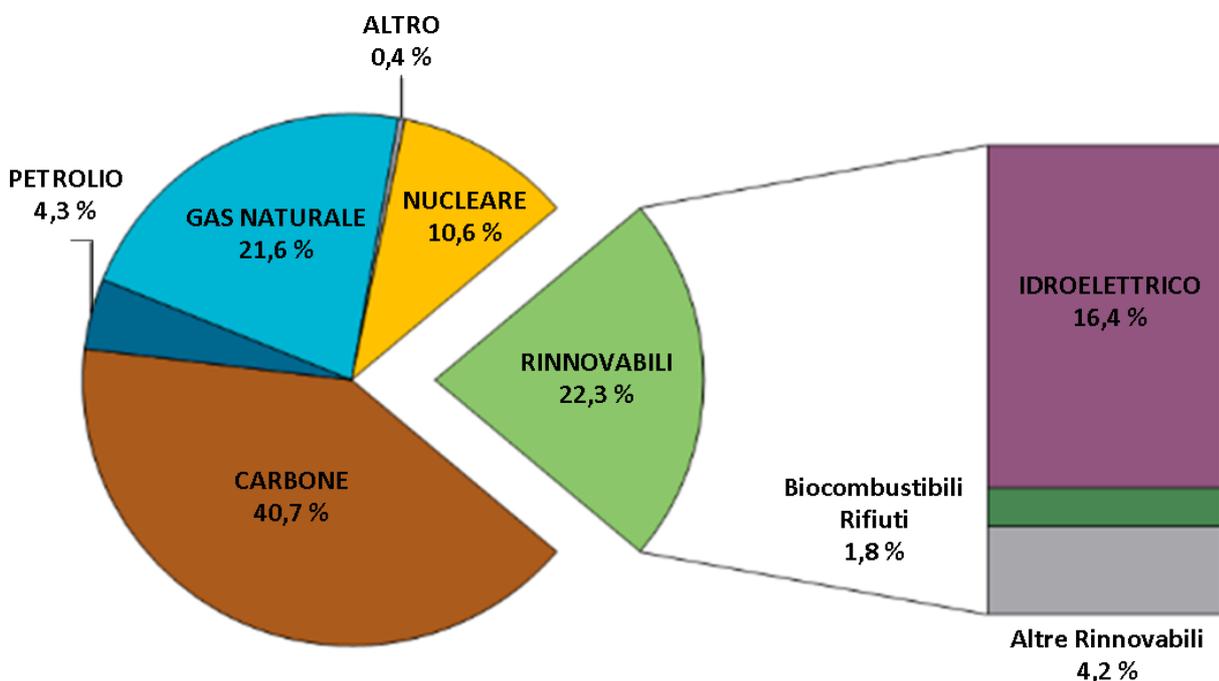


Fig. 1.5 – Combustibili utilizzati per la produzione di Energia Elettrica al 2014

Secondo gli analisti finanziari più accreditati (ad esempio Bloomberg) il 34% dell'energia elettrica mondiale sarà prodotto da FV ed eolico entro il 2040.

Il 48% degli impianti che producono energia elettrica entro il 2040 sfrutterà sole e vento, che saranno in grado di soddisfare il 34% del fabbisogno a livello mondiale, contro l'attuale 5%.

Come spiega Bloomberg New Energy Finance (BNEF) nel report "New Energy Outlook 2017", la capacità solare installata aumenterebbe così di 14 volte mentre quella eolica sarebbe quadruplicata.

Lo sviluppo delle rinnovabili potrebbe generare 7.400 miliardi di dollari di investimenti entro il 2040, con 2.800 miliardi di dollari per il solare e 3.300 per l'eolico.

In Europa si prevede che verranno investiti in media 40 miliardi di dollari all'anno, mentre nel continente americano si raggiungeranno i 50 miliardi di dollari all'anno al 2040, quasi 1,5 trilioni di dollari nel periodo 2017-40.

I nuovi investimenti saranno favoriti dal calo dei costi per la produzione di energia rinnovabile, che, per quanto riguarda il solare, dovrebbero arrivare al 66% in meno entro il 2040.

### **Le previsioni: i possibili scenari**

Si prevede che l'energia rinnovabile raggiungerà una penetrazione del 74% in Germania, 38% negli Stati Uniti, 55% in Cina e 49% in India entro il 2040 mentre dovrebbe crescere in modo esponenziale anche la diffusione delle batterie per l'accumulo e la mobilità elettrica.

In Europa circa la metà dell'approvvigionamento elettrico nel 2040 sarà garantito dalle rinnovabili.

I sistemi di accumulo di piccole dimensioni installati da famiglie e aziende abbinati al fotovoltaico rappresenteranno il 57% della capacità di storage mondiale entro il 2040. Si prevede che una quota significativa dei nuovi impianti fotovoltaici sarà destinata all'autoconsumo: il solare su tetto, entro il 2040, rappresenterà fino al 24% della produzione di energia elettrica in Australia, il 20% in Brasile, il 15% in Germania, il 12% in Giappone e il 5% negli Stati Uniti e in India; tali previsioni sul futuro energetico in relazione ai cambiamenti climatici è stato sintetizzato dall'Outlook dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA).

### **L'Accordo di Parigi**

**L'Accordo di Parigi sul clima, entrato in vigore a novembre 2016, è prima di tutto un accordo sull'energia.**

La trasformazione del settore energetico, responsabile di almeno i due terzi delle emissioni di gas a effetto serra, è indispensabile per raggiungere gli obiettivi previsti dall'Accordo.

**I cambiamenti già in atto nel settore energetico, evidenziando le prospettive e il potenziale dell'energia a basse emissioni di gas serra, conferiscono credibilità all'implementazione di azioni efficaci contro il cambiamento climatico.**

Nel 2015, le emissioni di CO2 correlate all'energia sono rimaste stabili.

Questo risultato è principalmente imputabile alla riduzione dell'1,8% dell'intensità energetica dell'economia globale, una dinamica rafforzata dall'incremento dell'efficienza energetica e dal più diffuso utilizzo su scala mondiale delle fonti di energia più pulite, principalmente rinnovabili.

Una quota crescente dei circa 1.800 miliardi di dollari investiti ogni anno nel settore energetico è stata assorbita da investimenti in energia pulita; al contempo, gli investimenti nello sviluppo *upstream* di petrolio e gas hanno registrato un forte calo.

Nel 2015, l'ammontare dei sussidi al consumo di combustibili fossili è sceso a 325 miliardi di dollari rispetto ai circa 500 miliardi dell'anno precedente, una diminuzione che riflette sia il calo dei prezzi delle fonti fossili sia il processo di riforma dei sussidi stessi che ha subito un'accelerazione in diversi paesi.

La trasformazione del settore elettrico guidata dalle fonti rinnovabili ha portato l'attenzione su un nuovo dibattito riguardante l'assetto del mercato elettrico e la sicurezza delle forniture di elettricità, mentre le tradizionali preoccupazioni in materia di sicurezza energetica non sono scomparse.

Se si considerano anche le questioni relative all'accesso all'energia, alla sua disponibilità a prezzi accessibili, al cambiamento climatico e all'inquinamento atmosferico legato all'energia, così come i problemi connessi all'accettabilità sociale di diverse tipologie di progetti energetici, risulta evidente come il settore sia caratterizzato da numerosi «trade-off», co-benefici e priorità contrapposte che necessitano di essere risolti.

È questo il compito che il *World Energy Outlook (WEO)* si assume attraverso l'analisi di differenti scenari e casi studio, cui si aggiunge l'opportunità di fornire la prima completa disamina della nuova era inaugurata dall'Accordo di Parigi.

Tutti gli impegni sul clima assunti in quella sede, e che coinvolgono circa 190 paesi, sono stati analizzati in dettaglio ed integrati nel nostro scenario centrale.

Nel *WEO-2016*, le opzioni di decarbonizzazione più radicali vengono esaminate non solo nello Scenario 450 (compatibile con una probabilità del 50% di contenere l'aumento della temperatura mondiale entro i 2° C) ma anche un'analisi preliminare di percorsi che potrebbero limitare ulteriormente il riscaldamento globale.

Il fabbisogno energetico mondiale continua a crescere, ma milioni di persone non hanno ancora accesso all'energia

Nel nostro scenario centrale, la domanda energetica mondiale aumenta del 30% al 2040, con un maggior consumo di tutte le moderne fonti di energia; tuttavia, il dato aggregato mondiale sottende una molteplicità di dinamiche e l'interscambio fra diversi combustibili nel mix energetico a livello regionale. Inoltre, al 2040, centinaia di milioni di persone non hanno ancora accesso ai servizi energetici di base.

Su scala globale, le energie rinnovabili mostrano di gran lunga la crescita più sostenuta.

Il gas naturale è la fonte fossile che cresce di più, con il consumo che aumenta del 50%. Nel periodo di proiezione, rallenta l'aumento del consumo di petrolio che comunque raggiunge i 103 milioni di barili al giorno (mb/g) nel 2040.

L'uso del carbone è fortemente compromesso dalle preoccupazioni di ordine ambientale e, dopo la rapida espansione degli ultimi anni, la sua crescita si arresta quasi completamente.

L'incremento della produzione nucleare è principalmente sostenuto dal suo sviluppo in Cina.

Con la domanda totale dei paesi OCSE in tendenziale declino, il baricentro dei consumi energetici mondiali continua a spostarsi verso i paesi in via di industrializzazione e di urbanizzazione, quali India, Sud Est asiatico e Cina, così come in alcune zone dell'Africa, dell'America Latina e del Medio Oriente.

Cina e India sono i paesi in cui il solare fotovoltaico (FV) registra la maggiore espansione; al contempo, a metà del decennio 2030, i paesi asiatici in via di sviluppo consumano più petrolio dell'area OCSE nel suo insieme.

Tuttavia, **nonostante gli sforzi profusi in molti paesi, ampi strati della popolazione mondiale rimangono privi di accesso alle moderne forme di energia.**

Al 2040, oltre 500 milioni di persone, sempre più concentrate nelle aree rurali dell'Africa sub-Sahariana, non hanno accesso all'elettricità (in calo rispetto agli attuali 1,2 miliardi).

Circa 1,8 miliardi di persone continuano a utilizzare la biomassa solida per la cottura dei cibi (in calo di un terzo rispetto al dato attuale di 2,7 miliardi); ciò implica, negli ambienti domestici, una continua esposizione a fumi altamente nocivi, ad oggi responsabili di 3,5 milioni di morti premature ogni anno.

### **Una nuova allocazione degli investimenti**

Nello scenario centrale WEO-2016, cumulativamente sono necessari 44.000 miliardi di dollari di investimenti in approvvigionamento di energia, il 60% dei quali destinati all'estrazione e produzione di petrolio, gas e carbone – ivi incluse le centrali elettriche che utilizzano questi combustibili - e circa il 20% alle energie rinnovabili.

Un ammontare addizionale di 23.000 miliardi di dollari sarebbe quanto mai necessario per migliorare l'efficienza energetica.

Rispetto al periodo 2000-2015, quando circa 70% degli investimenti complessivi in approvvigionamento è confluito verso le fonti fossili, quella descritta rappresenta una significativa riallocazione del capitale, ancor più se si considera che il costo delle tecnologie rinnovabili è atteso in continuo calo.

Il principale stimolo a sostegno degli investimenti nell'upstream di petrolio e gas è il declino produttivo dei giacimenti esistenti.

Nel caso del petrolio, è come se si perdesse, ogni due anni, un volume equivalente all'attuale produzione dell'Iraq.

Nel settore elettrico, la relazione tra offerta di elettricità e capacità di generazione sta cambiando.

Una quota consistente dei futuri investimenti riguarderà la capacità di generazione da fonti rinnovabili, la quale tende ad avere tassi di utilizzo relativamente bassi: pertanto, si stima che ogni unità addizionale di elettricità generata necessiti del 40% in più di capacità, rispetto a quanto accadeva nel periodo 1990-2010.

La crescente quota di investimenti in tecnologie ad alta intensità di capitale è compensata, nella maggioranza dei casi, da costi operativi molto bassi, ad esempio per l'assenza dei costi di combustibile nella generazione eolica e solare.

### **Clima: impegni e obiettivi**

In generale, i paesi sono sulla buona strada per conseguire, e in alcuni casi superare, molti degli obiettivi definiti negli impegni assunti nell'ambito dell'Accordo di Parigi; ciò è sufficiente a rallentare la crescita prevista delle emissioni mondiali di CO<sub>2</sub> legate all'energia ma non è ancora abbastanza per contenere l'aumento della temperatura mondiale al di sotto dei 2° C.

La transizione della Cina verso un modello economico orientato ai consumi interni e ai servizi svolge un ruolo di cruciale importanza nel delineare i trend globali.

Negli ultimi decenni, la realizzazione del sistema di infrastrutture cinese si è basata in modo sostanziale sui settori industriali ad alta intensità energetica, principalmente acciaio e cemento.

Tuttavia, la domanda di energia di questi ultimi ha ormai superato il picco ed è attesa in declino al 2040, riducendo di conseguenza l'uso del carbone nel settore industriale.

La crescita della generazione elettrica cinese proviene quasi completamente da fonti alternative al carbone, la cui quota nel mix di generazione cala dall'attuale 75% a meno del 45% nel 2040.

Le emissioni di CO2 della Cina legate all'energia si stabilizzano attorno ad un livello di poco inferiore a quello attuale.

In India, la quota del carbone sul mix elettrico diminuisce lungo il periodo di proiezione, passando dal 75% al 55%: un importante cambiamento per un paese la cui domanda elettrica è prevista più che triplicare (rispetto a un aumento di "appena" l'85% in Cina).

Tra le principali economie sviluppate, Stati Uniti, Unione Europea e Giappone sembrano essere ampiamente in grado di rispettare i loro impegni sul clima, anche se risulterà fondamentale il conseguimento di ulteriori miglioramenti in materia di efficienza energetica.

Con un'attenzione continua alla loro completa e puntuale implementazione, gli impegni presi sono sufficienti, a livello aggregato, a contenere l'aumento medio annuo delle emissioni mondiali di CO2 a 160 milioni di tonnellate.

Si tratta di una riduzione significativa rispetto all'incremento medio annuo di 650 milioni di tonnellate osservato dal 2000.

Tuttavia, la continua crescita delle emissioni di CO2 legate all'energia, a 36 giga tonnellate al 2040, dimostra con evidenza come questi impegni non consentano di raggiungere il picco emissivo "il prima possibile", come previsto dall'Accordo di Parigi.

### **L'efficienza energetica è il motore del cambiamento**

Un radicale cambiamento nella velocità di implementazione del processo di decarbonizzazione e dei miglioramenti nei livelli di efficienza energetica sono necessari nello *scenario 450*, evidenziando l'importanza del meccanismo di revisione quinquennale previsto dall'Accordo di Parigi, attraverso cui gli Stati sono chiamati a rivedere periodicamente gli impegni assunti sul clima per renderli più ambiziosi.

Il settore elettrico è in prima linea nel conseguimento di ulteriori riduzioni delle emissioni attraverso una più rapida diffusione delle rinnovabili, del nucleare (laddove politicamente accettabile) e dei sistemi di cattura e stoccaggio dell'anidride carbonica; una forte spinta verso un maggior livello di elettrificazione e di efficienza in tutti gli usi finali; un robusto e concertato sforzo di ricerca e sviluppo sulle energie pulite da parte di governi e industrie.

Riguardo all'efficienza energetica, nel *WEO-2016* si evidenzia il potenziale esistente per ulteriori miglioramenti nelle performance dei motori elettrici che rappresentano oltre la metà del consumo attuale di elettricità in una serie di applicazioni finali (ad esempio sistemi di ventilazione, compressori, pompe, veicoli, refrigeratori).

Nel solo settore industriale, l'investimento cumulato addizionale di circa 300 miliardi di dollari, previsto nello Scenario 450, riduce la domanda elettrica mondiale di circa il 5% al 2040 e consente di risparmiare circa 450 miliardi di dollari di investimenti in generazione elettrica.

Per conseguire questo risparmio energetico è necessario adottare un approccio sistemico che comprenda non solo una stringente regolamentazione sui motori e sui dispositivi che ne fanno uso, ma anche un più ampio ricorso a variatori di velocità, oltre all'implementazione, da parte degli operatori, di ulteriori misure volte ad incrementare l'efficienza energetica del sistema nel suo complesso, come ad esempio la manutenzione preventiva.

### **Veicoli elettrici pronti a partire**

L'elettricità copre una quota sempre maggiore della crescita dei consumi finali di energia: a fronte di una quota di poco superiore al 25% negli ultimi 25 anni, questa fonte rappresenta circa il 40% dell'incremento dei consumi al 2040 nel nostro scenario centrale e i due terzi nello Scenario 450.

I paesi non-OCSE rappresentano oltre l'85% della domanda addizionale di elettricità in entrambi gli scenari, ma anche nei paesi OCSE quello elettrico è uno dei pochi segmenti energetici che guadagna terreno.

Nonostante rappresenti una quota modesta del consumo elettrico totale, il previsto aumento della domanda di elettricità nei trasporti su strada è l'emblema di una tendenza più ampia: man mano che le automobili elettriche attirano l'interesse dei consumatori, più modelli si affacciano sul mercato e il differenziale di costo rispetto ai veicoli tradizionali va riducendosi in modo continuo.

Nel 2015, il parco mondiale di auto elettriche ha raggiunto 1,3 milioni di unità, quasi il doppio rispetto ai livelli del 2014.

Nel nostro scenario centrale, questo dato aumenta fino a superare i 30 milioni nel 2025 e i 150 milioni nel 2040 comportando, al 2040, una riduzione della domanda di petrolio di circa 1,3 mb/g.

Nonostante il continuo calo del costo delle batterie, le politiche di incentivazione – che allo stato attuale non sono affatto universalmente diffuse – rimangono fondamentali per incoraggiare i consumatori a scegliere i veicoli elettrici rispetto a quelli convenzionali.

Se queste politiche, ivi incluse normative più stringenti in materia di risparmio di carburante e di emissioni, si rafforzassero e si diffondessero maggiormente, così come previsto nello Scenario 450, al 2040 si avrebbero in circolazione 715 milioni di auto elettriche, con contestuale riduzione della domanda petrolifera di oltre 6 milioni di barili al giorno.

### **Le rinnovabili spiccano il volo**

Molti degli impegni assunti a Parigi si concentrano sul settore elettrico: nello scenario centrale IEA le rinnovabili rappresentano circa il 60% di tutta la nuova capacità di generazione al 2040 e, alla fine del periodo di proiezione, la maggior parte dei nuovi impianti sarà competitiva senza alcuna forma di incentivazione.

Il rapido sviluppo delle fonti rinnovabili ne abbassa i costi: al 2040, il costo medio del solare FV è previsto ridursi di un ulteriore 40-70% e quello dell'eolico onshore di un'addizionale 10-25%.

In Cina, per i nuovi impianti di solare FV, l'ammontare unitario degli incentivi si riduce del 75% al 2025 e i progetti solari in India sono competitivi senza alcun sussidio ben prima del 2030.

Attualmente, gli incentivi alle rinnovabili ammontano approssimativamente a 150 miliardi di dollari, circa l'80% dei quali destinati al settore elettrico, il 18% ai trasporti e circa l'1% alla generazione di calore. Grazie alla riduzione dei costi e all'aumento dei prezzi dell'elettricità per gli utenti finali, a partire dal decennio 2030, i sussidi alle rinnovabili seguiranno, a livello mondiale, un trend discendente dopo aver toccato il picco di 240 miliardi di dollari.

Le rinnovabili aumentano il loro peso anche nella generazione di calore - la principale componente della domanda mondiale di servizi energetici - arrivando a coprire metà della sua crescita al 2040.

Si tratta principalmente di bioenergie per la produzione di calore per usi industriali utilizzate nelle economie emergenti dell'Asia e di applicazioni del solare termico per il riscaldamento dell'acqua, una scelta già consolidata in molti paesi quali Cina, Sud Africa, Israele e Turchia.

Nello *Scenario 450*, si prevede che al 2040 circa il 60% dell'elettricità sia generato da fonti rinnovabili, per oltre la metà costituite da eolico e solare FV.

In questo scenario, il settore elettrico è fortemente de-carbonizzato: l'intensità media delle emissioni correlate alla generazione elettrica scende a 80 grammi di CO<sub>2</sub> per kWh nel 2040 rispetto ai 335 g CO<sub>2</sub>/kWh previsti nello scenario centrale e ai 515 g CO<sub>2</sub>/kWh attuali.

Nei quattro principali mercati elettrici (Cina, Stati Uniti, Unione Europea e India), le rinnovabili intermittenti rappresentano la principale fonte di generazione, attorno al 2030 in Europa e attorno al 2035 negli altri tre paesi.

Un aumento del 40% della generazione da rinnovabili, rispetto a quanto previsto nel nostro scenario centrale, comporta una crescita cumulata dei sussidi di appena il 15% ed un extra costo contenuto per i consumatori: nello Scenario 450, la bolletta elettrica delle famiglie rimane pressoché invariata rispetto allo scenario centrale, anche grazie ad un uso più efficiente dell'energia.

### **L'attenzione delle politiche si sposta sull'integrazione**

La riduzione dei costi delle rinnovabili non sarà di per sé sufficiente a garantire un'efficiente decarbonizzazione della produzione elettrica.

Per incentivare in modo adeguato gli investimenti in generazione ed integrare l'elevata quota di fonti intermittenti quali eolico e solare FV, saranno necessari cambiamenti strutturali sia dell'assetto sia del funzionamento del sistema elettrico.

La rapida diffusione di tecnologie con bassi costi operativi, come gran parte delle rinnovabili, aumenta la probabilità che, sui mercati all'ingrosso, i prezzi dell'elettricità siano molto bassi per numerose ore dell'anno.

Un'attenta revisione delle regole e dei meccanismi di mercato è indispensabile per garantire ai produttori il recupero dei costi e consentire al sistema elettrico di operare con il necessario grado di flessibilità.

Rafforzare la rete, incentivare la diffusione della generazione da eolico e solare in modo compatibile con il resto del sistema, assicurare la disponibilità di impianti in grado di entrare in funzione con brevissimo preavviso assolvendo la funzione di dispacciamento, sono tutte misure che consentono di gestire in modo efficiente la variabilità della produzione eolica e solare, fino a quando queste fonti non raggiungeranno una quota del mix elettrico prossima al 25%.

Superata questa soglia, meccanismi di *demand response* e sistemi di accumulo dell'energia diventeranno indispensabili per evitare il taglio della produzione degli impianti eolici e solari FV nei momenti di generazione in eccesso rispetto alla domanda.

Nello Scenario 450, in assenza di queste misure aggiuntive, alla fine del periodo di proiezione, questi impianti potrebbero subire fermate fino a un terzo del loro tempo di funzionamento in Europa e fino a circa il 20% negli Stati Uniti e in India; potenzialmente, una quota fino al 30% degli investimenti in impianti solari FV ed eolici risulterebbe sprecata.

In questo scenario, l'opportuna implementazione di interventi sul fronte della domanda e dei sistemi di accumulo, se economicamente sostenibile e concepita come parte di un insieme di strumenti volti a favorire l'integrazione delle rinnovabili, limita al di sotto del 2.5% la quota di generazione non utilizzata, e apre la strada ad una profonda decarbonizzazione del settore elettrico.

La strada verso i 2°C è in salita: quella verso gli 1,5°C è un territorio inesplorato.

La realizzazione dello Scenario 450 implica sfide di enorme portata, richiedendo un'importante riallocazione degli investimenti destinati al settore energetico.

La ripartizione dei 40.000 miliardi di dollari di investimenti cumulati in approvvigionamenti di energia prevista nello Scenario 450 (circa 4.000 miliardi in meno rispetto allo scenario centrale), muove dalle fonti fossili alle rinnovabili e ad altre opzioni a bassa intensità carbonica, come nucleare e sistemi di cattura e stoccaggio.

Al 2040, la quota destinata alle fonti fossili cala ad un terzo degli investimenti totali. Inoltre, ulteriori 35.000 miliardi di dollari sono necessari per migliorare l'efficienza energetica (12.000 miliardi di dollari in più rispetto allo scenario centrale).

Lo Scenario 450 delinea una traiettoria lungo la quale il settore energetico raggiungerà un punto, prima della fine di questo secolo, in cui tutte le emissioni residuali provenienti dalla combustione delle fonti fossili verranno catturate e stoccate, oppure compensate da tecnologie che rimuovono l'anidride carbonica dall'atmosfera.

Più ambizioso l'obiettivo di limitare il riscaldamento globale, tanto più velocemente si dovrà raggiungere il punto in cui le emissioni nette dovranno essere azzerate.

La trasformazione necessaria per contenere, con una ragionevole probabilità, l'aumento della temperatura mondiale entro 1,5° C, è radicale.

L'azzeramento delle emissioni nette dovrebbe avvenire tra il 2040 e il 2060 (anche ipotizzando una diffusione su ampia scala di tecnologie ad emissioni negative), il che richiede nel breve termine una riduzione profonda delle emissioni di CO2 generate dal settore energetico, impiegando ogni opzione di decarbonizzazione conosciuta sul piano tecnologico, sociale e normativo.

## **I combustibili fossili e i rischi della transizione verso un futuro low-carbon**

Ad oggi, il segnale collettivamente inviato dai governi attraverso gli impegni assunti sul clima (e quindi considerato nel nostro scenario centrale) è che i combustibili fossili, e in particolare petrolio e gas naturale, continueranno ad essere l'asse portante del sistema energetico mondiale ancora per molti decenni; tuttavia, l'industria delle fonti fossili non può ignorare i rischi che possono derivare da una più rapida transizione.

Mentre nello scenario centrale IEA tutti i combustibili fossili registrano una crescita continua lungo il periodo di proiezione, nello Scenario 450 la domanda di petrolio si riporta nel 2040 su volumi in linea a quelli di fine anni Novanta, inferiori ai 75 milioni di barili al giorno; l'uso del carbone si riduce sino a toccare livelli che non si osservavano dalla metà degli anni Ottanta, al di sotto dei 3.000 milioni di tonnellate equivalenti di carbone l'anno; solo il gas mostra un incremento rispetto all'attuale livello di consumo.

L'attuazione di una vera e propria politica di decarbonizzazione del sistema energetico avrà importanti conseguenze sulle future entrate delle industrie e dei paesi esportatori che dipendono dalle fonti fossili, anche se l'esposizione al rischio varia a seconda del combustibile considerato e delle diverse fasi della catena del valore.

Ad esempio, relativamente al carbone, il capitale a rischio si concentra sulle centrali elettriche (per le quali l'introduzione di sistemi di cattura e stoccaggio dell'anidride carbonica diventa un'importante strategia di salvaguardia degli asset); quanto all'industria mineraria, che è molto meno capital-intensive, il rischio principale riguarda l'occupazione.

I paesi esportatori possono attivare misure per ridurre la loro vulnerabilità limitando la dipendenza dalle entrate correlate alle fonti fossili, come sta facendo l'Arabia Saudita con il suo rivoluzionario programma di riforme noto come "Vision 2030".

Nel caso del petrolio, si ritiene che non sussistano ragioni concrete per ipotizzare, nello Scenario 450, un blocco generalizzato delle attività *upstream*, almeno fino a quando i governi non daranno chiari segnali di voler agire in questa direzione, definendo politiche idonee a questo scopo.

Gli investimenti per lo sviluppo di nuovi progetti *upstream* risultano di particolare importanza nell'ambito di una transizione che vuole essere il meno costosa possibile, in quanto il declino produttivo dei giacimenti esistenti è molto maggiore del previsto calo della domanda.

Tuttavia, il rischio aumenterebbe considerevolmente qualora repentini cambi di politica, politiche cicliche di stop-and-go o altre circostanze portassero le industrie ad investire per soddisfare una domanda che non si materializza.

Nel più lungo termine la domanda petrolifera nello scenario centrale IEA si concentra nel trasporto merci, nell'aviazione e nella petrolchimica, aree in cui le alternative disponibili sono scarse; l'offerta – nonostante le rosee prospettive del «tight oil» statunitense – sarà sempre più localizzata in Medio Oriente.

Esistono poche alternative ai prodotti petroliferi nel loro impiego come carburante per mezzi pesanti e aerei, o come materia prima per l'industria chimica; questi tre settori assorbono l'intera crescita della domanda petrolifera mondiale.

Il consumo complessivo dell'area OCSE diminuisce di quasi 12 milioni di barili al giorno al 2040, ma questa riduzione è più che compensata dall'incremento che si registra nel resto del mondo.

L'India, il paese che contribuirà maggiormente alla futura crescita della domanda, vedrà un aumento dei consumi petroliferi di 6 milioni di barili al giorno.

Lato offerta, la produzione attesa di *tight oil* degli Stati Uniti è stata rivista al rialzo: risulta pertanto più elevata e per un periodo di tempo più lungo rispetto a quanto previsto nell'edizione dello scorso anno, nonostante la produzione non-OPEC nel suo complesso torni a diminuire a partire dai primi anni del decennio 2020.

Si assume che l'OPEC ritorni ad una politica di gestione attiva del mercato; ciò nonostante la sua quota sulla produzione mondiale aumenterà, avvicinandosi al 50% nel 2040.

L'equilibrio del mercato petrolifero mondiale sarà sempre più dipendente dalla crescita della produzione dell'Iran (che al 2040 raggiunge un livello produttivo di 6 milioni di barili al giorno) e dell'Iraq (7 milioni di barili al giorno nel 2040).

Il fulcro del commercio petrolifero si sposta definitivamente verso l'Asia, con gli Stati Uniti che azzereranno le importazioni petrolifere nette entro il 2040.

### **Energia e acqua: un nesso imprescindibile**

Nei prossimi anni, l'interdipendenza tra energia e acqua è prevista intensificarsi in quanto sia il fabbisogno di acqua del settore energetico sia il fabbisogno energetico del comparto idrico aumenteranno.

L'acqua è una risorsa essenziale in tutte le fasi della produzione di energia: il settore energetico è responsabile del 10% dei prelievi mondiali di acqua, principalmente destinati al funzionamento delle centrali elettriche e alla produzione di fonti fossili e biocarburanti.

Questo fabbisogno aumenta al 2040, soprattutto in termini di acqua consumata (vale a dire prelevata ma non restituita alla sua fonte).

Nel settore elettrico, si assiste al ricorso ad avanzate tecnologie di raffreddamento che prelevano meno acqua ma ne consumano di più.

La crescita della domanda di biocarburanti aumenta il consumo di acqua, mentre il maggior sfruttamento dell'energia nucleare incrementa sia i volumi prelevati che quelli consumati.

Considerando l'altra parte dell'equazione energia-acqua, l'analisi del *WEO* fornisce una prima e sistematica stima della quantità di energia utilizzata per la fornitura di acqua su scala mondiale.

Nel 2014, il 4% circa del consumo mondiale di elettricità è stato impiegato per estrarre, distribuire e trattare risorse idriche e acque reflue; a questo si aggiungono 50 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio di energia termica, principalmente diesel usato per azionare le pompe da irrigazione e gas impiegato negli impianti di desalinizzazione.

Da qui al 2040, l'ammontare di energia usata dal settore idrico è atteso più che raddoppiare.

La capacità di desalinizzazione aumenta fortemente in Medio Oriente e in Nord Africa e la domanda per il trattamento delle acque reflue (insieme a più avanzati livelli di trattamento) cresce, soprattutto nelle economie emergenti.

Al 2040, il 16% del consumo di elettricità in Medio Oriente è legato alla fornitura di acqua.

Gestire il legame energia-acqua è di fondamentale importanza per il pieno conseguimento di una serie di obiettivi in materia di sviluppo e clima.

I nuovi Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite in materia di acqua pulita e strutture igienicosanitarie e quelli relativi all'energia pulita e disponibile a prezzi accessibili presentano diverse connessioni che, se gestite correttamente, possono contribuire al raggiungimento di entrambi.

Vi sono anche diverse opzioni, economicamente percorribili, che possono consentire di risparmiare energia e acqua allentando la pressione su entrambi i sistemi, se considerati in modo integrato.

Gli sforzi volti a combattere il cambiamento climatico possono esacerbare, in alcuni casi, condizioni di stress idrico o essere limitati dalla disponibilità di acqua.

Alcune tecnologie a basse emissioni di CO<sub>2</sub>, come eolico e solare fotovoltaico, richiedono pochissima acqua; tuttavia, quanto più il percorso di decarbonizzazione poggia sui biocarburanti, sul solare a concentrazione, sulla cattura del carbonio o sul nucleare, tanto maggiore sarà il consumo di acqua.

Di conseguenza, nonostante una minore domanda di energia, al 2040 il consumo idrico previsto nello Scenario 450 è leggermente più alto di quello indicato nello scenario centrale IEA.

# Le Energie Rinnovabili

## Definizione e classificazione

Nell'attuale contesto energetico ed ambientale globale è diventato rilevante e prioritario, soprattutto negli ultimi anni, l'obiettivo di ridurre le emissioni di gas serra e di sostanze inquinanti; ciò è possibile anche grazie allo sfruttamento di risorse energetiche alternative e rinnovabili, che affianchino e riducano l'utilizzo di combustibili fossili, oltretutto destinati ad esaurirsi per il loro considerevole consumo da parte dei paesi più industrializzati.

Si definiscono fonti "rinnovabili" di energia quelle fonti che "rinnovano" la loro disponibilità in tempi estremamente brevi: si va dalla disponibilità immediata, nel caso di uso diretto della radiazione solare, ad alcuni anni, nel caso delle biomasse.

Le fonti rinnovabili comprendono l'energia solare che investe la terra e quelle che da essa derivano: l'energia idraulica, del vento, delle biomasse, delle onde e delle correnti marine.

*Rapportate all'energia le rinnovabili sono dunque forme di energia alternative alle tradizionali fonti fossili (che sono invece considerate energie non rinnovabili) e molte di esse hanno la peculiarità di essere "energie pulite", ovvero di non immettere nell'atmosfera sostanze inquinanti e/o climalteranti (quali ad esempio la CO2).*

**Per tale motivo, sono alla base della Transizione Energetica** auspicata a Parigi.

Inoltre le energie rinnovabili permettono l'uso di metodi sostenibili per il loro sfruttamento; in tal caso, il loro utilizzo non pregiudica le stesse risorse naturali per le generazioni future.

Si possono classificare quindi come Rinnovabili le fonti di Energia:

- Solare
- Idrica
- Eolica
- Da Biomassa
- Da Maree e Correnti Marine
- Geotermica

Queste forme di energia sono quindi dette rinnovabili perché a differenza dei combustibili fossili e nucleari, destinati a esaurirsi in un tempo finito, possono essere considerate virtualmente inesauribili in quanto legate al ciclo solare.

Il potenziale energetico totale delle fonti rinnovabili è pari all'energia del sole che raggiunge le terre emerse, cioè circa 19.000 miliardi di TEP (tonnellate equivalenti petrolio): nel mondo ogni anno si consumano circa 8 miliardi di Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP) (in Italia circa 180 milioni di TEP).

Il potenziale sfruttabile delle fonti rinnovabili è stimabile in circa 23 miliardi di TEP quindi in misura largamente superiore al fabbisogno.

La normativa europea (Direttiva 2009/28/CE) ha provveduto a fare chiarezza circa quali fonti siano effettivamente considerate rinnovabili, in modo da evitare classificazioni opinabili o poco scientifiche.

È utile sottolineare come le forme di energia presenti sul nostro pianeta (ad eccezione l'energia nucleare, l'energia geotermica e quella delle maree) hanno quasi tutte origine dall'irraggiamento solare, infatti:

- senza il Sole non esisterebbe il vento, che è causato dal non uniforme riscaldamento delle masse d'aria, e con esso l'energia eolica;
- l'energia delle biomasse può essere considerata energia solare immagazzinata chimicamente, attraverso il processo della fotosintesi clorofilliana;
- l'energia idroelettrica, che sfrutta le cadute d'acqua, non esisterebbe senza il ciclo dell'acqua dall'evaporazione alla pioggia, innescato dal Sole;
- i combustibili fossili (carbone, petrolio e gas naturale) derivano dall'energia del sole immagazzinata nella biomassa milioni di anni fa attraverso il processo della fotosintesi clorofilliana.

Questi ultimi non rientrano comunque nella classificazione di «Rinnovabili».

Per energia solare si intende l'energia, termica o elettrica, prodotta sfruttando direttamente l'energia irraggiata dal Sole verso la Terra.



Fig. 1.6 - Principali Fonti Energetiche Rinnovabili.

Esiste una diatriba relativamente al riconoscimento di "fonte rinnovabile" attribuita ai **rifiuti**; la Commissione Europea, in data 20 novembre 2003, in merito alla distorsione della normativa comunitaria in Italia in riferimento all'inclusione della parte non biodegradabile dei rifiuti quale fonte di energia rinnovabile, si è così espressa:

«La Commissione conferma che, ai sensi della definizione dell'articolo 2, lettera b) della direttiva 2001/77/ CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 settembre 2001, sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità (1), la frazione non biodegradabile dei rifiuti non può essere considerata fonte di energia rinnovabile.

La direttiva intende principalmente promuovere un maggiore uso di fonti energetiche rinnovabili nella produzione di elettricità ma non istituisce un regime di sostegno finanziario al riguardo. Entro il mese di ottobre 2005 la Commissione presenterà una relazione sui vari regimi di sostegno vigenti negli Stati membri e, se del caso, correderà tale relazione di una proposta di quadro comunitario per l'elaborazione di regimi di incentivazione per l'energia prodotta da fonti rinnovabili, come ad esempio i «certificati verdi». Per quanto riguarda l'ammissibilità agli incentivi previsti per le fonti di energia rinnovabili, le disposizioni della direttiva 2001/77/CE si limitano a stabilire che il regime di sostegno deve esplicitarsi «nel rispetto degli articoli 87 e 88 del trattato». La normativa nazionale che annovera i rifiuti non biodegradabili tra le fonti di energia rinnovabili deve pertanto essere conforme alle norme della disciplina comunitaria degli aiuti di Stato per la tutela dell'ambiente.

Risulta chiaro che le disposizioni specifiche della disciplina comunitaria relative agli aiuti destinati alle fonti energetiche rinnovabili sono applicabili soltanto alle fonti rinnovabili che rispondono alla definizione dell'articolo 2 della direttiva 2001/77/CE. Le suddette disposizioni non si applicano pertanto agli aiuti per la produzione di energia da rifiuti non biodegradabili. Tali aiuti possono tuttavia essere conformi alle disposizioni relative agli aiuti al funzionamento concessi per la gestione dei rifiuti.

Gli obiettivi della direttiva 2001/77/CE vanno considerati congiuntamente ai principi stabiliti dalla strategia comunitaria in materia di gestione dei rifiuti. Le disposizioni nazionali che prevedono aiuti non differenziati (riguardanti quindi anche la frazione non biodegradabile) per l'incenerimento dei rifiuti devono dimostrare che sono compatibili con il principio della prevenzione della produzione di rifiuti e che non costituiscono un ostacolo al reimpiego e al riciclaggio dei rifiuti stessi. La Commissione esaminerà attentamente le disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative messe in applicazione dagli Stati membri per conformarsi alla direttiva 2001/77/CE.

**Per «biomassa» si intende la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani** [cfr. articolo 2, comma 1 del Decreto legislativo n. 387 del 29 dicembre 2003 che ha recepito la norma europea per quanto riguarda strettamente la definizione di biomassa]. GU C 37 del 3.2.2001."»

