

# IL SISTEMA ENERGETICO

## \_\_\_Indice\_\_\_

### **Introduzione >**

### **L'uomo e l'energia >**

Distribuzione e trasformazione

Energia ieri e oggi

### **Il bilancio energetico >**

Il bilancio energetico nazionale

Informazioni ricavabili dal BEN

Usi finali di energia

### **Ambiente e territorio >**

Impatti e tutela dell'aria

Le sfide delle rinnovabili

### **La transizione energetica >**

Che cosa si intende per "transizione energetica"?

Un po' di storia

All'origine della transizione energetica: i mega-trend

Energia sostenibile per tutti, la sfida del secolo

## IL SISTEMA ENERGETICO

### Introduzione

Qualunque organismo ha bisogno di energia per vivere. L'energia è legata a tutte le attività umane: quando pensiamo o ci muoviamo utilizziamo l'energia immagazzinata nel nostro corpo e tutti gli oggetti che ci circondano o di cui facciamo uso hanno bisogno di energia per funzionare o ne hanno avuto bisogno per essere costruiti; l'energia illumina e riscalda le nostre case, ci permette di spostarci, alimenta gli strumenti con i quali produciamo il cibo e così via.

### L'uomo e l'energia

L'energia è ormai diventata una compagna inseparabile dell'uomo, che la utilizza in ogni momento della sua giornata e in tutte le sue attività. Per assicurarsi la possibilità di usufruire di questa risorsa in modo semplice, stabile e continuo, l'uomo ha dovuto applicarsi in studi e ricerche per molto tempo, e solo negli ultimi decenni del diciannovesimo secolo è riuscito, in molte nazioni ma non in tutte, a predisporre "sistemi energetici" che assicurano la qualità e le quantità di energia necessaria allo sviluppo. Con il termine "sistema energetico" si è soliti indicare l'insieme dei processi di produzione, trasformazione, trasporto e distribuzione di fonti di energia. I sistemi energetici sono normalmente estremamente complessi e richiedono competenze in tutti i campi della scienza per poter essere costruiti e gestiti. Infatti, tanto è semplice utilizzare l'energia che ci viene messa a disposizione in casa (premiamo un pulsante e si accende una luce), quanto è difficile e complesso produrre quell'energia e portarla fin dentro le nostre case.

### Distribuzione e trasformazione

**Distribuzione non omogenea delle fonti primarie.** La produzione delle fonti di energia attualmente più utilizzate (i combustibili fossili) è concentrata nel sottosuolo di pochi Paesi, molto spesso distanti dai Paesi che la consumano. È necessario quindi trovare e portare in superficie la fonte di energia e stabilire opportuni accordi tra Paesi produttori e consumatori di energia in modo da assicurare a questi ultimi una fornitura stabile e duratura delle fonti fossili. Infine, è necessario provvedere al trasporto fisico delle fonti di energia dai Paesi produttori a quelli consumatori.

**Necessità di trasformare le fonti primarie per ricavarne energia.** Non sempre le fonti di energia sono da noi utilizzabili come si trovano in natura (le fonti primarie). È spesso necessario trasformarle al fine di renderne più facile e più efficiente l'impiego presso le utenze finali (si pensi all'energia elettrica ottenuta dalla combustione del carbone, oppure alla benzina ottenuta dalla raffinazione del petrolio greggio). Queste fonti di energia prodotte artificialmente dall'uomo sono dette fonti secondarie, e sono quelle da noi maggiormente conosciute poiché vengono utilizzate quotidianamente.

Anche i processi di trasformazione delle fonti primarie in fonti secondarie e l'organizzazione della loro distribuzione ai consumatori finali sono complessi, e richiedono molte persone e competenze per poter essere gestiti nel migliore dei modi.



**La sicurezza.** Il problema della gestione "nel migliore dei modi" introduce il terzo fattore di complessità: la sicurezza. Infatti, tutte le attività che compongono il sistema energetico devono essere svolte in condizioni di sicurezza per l'uomo e per l'ambiente. Se si perde il controllo delle fonti energetiche, infatti, si possono causare danni molto gravi alla salute dell'uomo e dell'ambiente (si pensi all'inquinamento del mare provocato da una petroliera in avaria oppure alle terribili conseguenze della perdita di materiale radioattivo da una centrale nucleare in caso di incidente). Per questo motivo l'uomo deve studiare e applicare continuamente tecnologie che rendano più sicure le operazioni nelle diverse fasi di produzione, trasporto, trasformazione e distribuzione di energia agli utenti finali. Molto è già stato fatto rispetto ai primi anni di utilizzo intensivo delle fonti di energia, ma molto si potrà ancora fare, utilizzando le nuove scoperte scientifiche.

### Energia ieri e oggi

La storia dell'uomo è stata sempre caratterizzata dalla ricerca di nuove fonti d'energia: inizialmente per garantirsi la sopravvivenza, poi per migliorare il proprio tenore di vita. In origine l'energia era costituita dal lavoro muscolare, spesso fornito dagli schiavi e dagli animali da soma; successivamente venne sfruttata l'energia eolica (mulini a vento) e idraulica (ruote ad acqua e macchine simili). Verso la fine dell'Ottocento, con lo sviluppo della civiltà industriale, il fabbisogno energetico fu soddisfatto grazie all'utilizzo intensivo del carbone. Sotto il profilo tecnologico costituì un notevole passo avanti l'aver capito che il calore, attraverso la produzione di vapore, poteva essere trasformato in energia meccanica. La prima applicazione di questa nuova fonte di energia fu la macchina a vapore inventata da Watt, che sostituì i tradizionali cavalli con dei più moderni "cavalli-vapore". Nei primi decenni del Novecento, dopo un avvio promettente dell'energia idroelettrica, grandi giacimenti di petrolio vennero scoperti in Medio Oriente: la corsa all'"oro nero" era cominciata. Negli anni '60, dopo mezzo secolo di dominio incontrastato del petrolio, il gas naturale si è dimostrato una valida alternativa, soprattutto per quanto riguarda gli impieghi domestici (cottura e riscaldamento), grazie al suo minore impatto ambientale.

All'inizio degli anni '70 in alcuni Paesi ha cominciato a farsi avanti l'energia nucleare, principalmente nell'ambito della produzione di elettricità. Lo sviluppo dell'energia nucleare, così come quello di altre fonti energetiche alternative, si spiega con i forti incrementi del prezzo del greggio provocati dalle "crisi petrolifere" verificatesi del '74 e del '79, e da quella del 1990, durante la Guerra del Golfo. Il serbatoio delle fonti di energia attualmente disponibili è costituito da petrolio, gas naturale, carbone, energia idroelettrica ed energia nucleare in percentuali variabili da nazione a nazione. A queste fonti principali se ne aggiungono altre, anche se in quantità ancora poco significative, ma dotate della caratteristica di essere rinnovabili: l'energia geotermica, l'energia solare, l'energia eolica, l'energia da rifiuti, l'energia da biomasse.

Quali fonti forniranno l'energia all'uomo in futuro? La disponibilità di combustibili fossili sarà sempre più ridotta con il passare del tempo (a causa dell'esaurimento dei giacimenti) e per poter soddisfare la crescente domanda di energia, sarà necessario avvalersi di nuove fonti, in particolare di quelle rinnovabili e a minore impatto ambientale. Una delle possibili alternative al petrolio è rappresentata dall'idrogeno. L'idrogeno è un elemento contenuto in molte sostanze (dall'acqua al metano) ed è



disponibile sulla Terra in enormi quantità. Esso si può utilizzare, per esempio, nella cella a combustibile: un apparecchio in grado di attivare un processo elettrochimico che trasforma l'energia contenuta nell'idrogeno in elettricità e calore evitando la combustione, causa di numerose emissioni di inquinanti dell'aria. Le celle a combustibile possono essere impiegate in diversi settori: dai trasporti (autobus e automobili), all'edilizia (produzione d'acqua calda riscaldamento e condizionamento) e all'elettronica (cellulari e computer). Attualmente però le tecnologie a disposizione per la produzione, la conservazione, il trasporto e l'utilizzo dell'idrogeno devono essere ulteriormente testate e migliorate prima che tale risorsa possa essere usata su vasta scala.

## Il bilancio energetico

L'importanza dell'energia nella società moderna ha portato l'uomo non solo a creare complessi "sistemi energetici", ma anche a porsi il problema di misurare quanta energia egli consuma ogni anno e di capire da quale fonte la ricava e da quale Paese la importa. A questi problemi l'uomo ha risposto utilizzando apposite unità di misura dell'energia e uno schema di rappresentazione dei flussi di energia che entrano in un Paese e vengono utilizzati dai diversi settori di utenza nell'arco di un anno, il **Bilancio Energetico Nazionale**.

### Il bilancio energetico nazionale

Come tutti i bilanci, anche il bilancio energetico raccoglie informazioni sulle entrate e sulle uscite, in questo caso di energia. Quello nazionale è il bilancio energetico più famoso e utilizzato e consiste in una raccolta di informazioni su come viene prodotta l'energia e su come viene utilizzata in un Paese nell'arco di un anno. Ecco, in sintesi, come va letto il **Bilancio Energetico Nazionale** (BEN). Innanzitutto, l'energia messa a disposizione dalle diverse fonti viene espressa con un'unità di misura comune che abbiamo già visto: la TEP. Questo consente di sommare tra loro e confrontare i dati relativi alle differenti fonti. La prima informazione contenuta nel BEN è la disponibilità di energia totale e suddivisa per fonti (chiamati anche **consumi primari di energia** o fonti primarie). Questi dati indicano quanta energia è messa a disposizione di un Paese o per essere consumata direttamente (ad esempio l'energia elettrica importata o prodotta dalle centrali idroelettriche), o per essere trasformata in prodotti derivati da mandare successivamente al mercato del consumo finale (ad esempio il petrolio, che va poi alle raffinerie per essere trasformato in benzina e gasolio), o, infine, per essere trasformata in energia elettrica (il carbone, il gas e il petrolio utilizzati dalle centrali termoelettriche per produrre elettricità).

L'energia fornita dalle fonti primarie può appartenere al Paese (**produzione nazionale**: ad esempio il gas estratto nei giacimenti della Val Padana o del Mare Adriatico) oppure essere importata (ad esempio il petrolio che l'Italia importa dal Medio Oriente o il gas che importa dalla Libia e dalla Russia).

E' importante ricordarsi che, in questa fase di definizione dei consumi primari di energia, la produzione nazionale di energia elettrica include solo quella da centrali idroelettriche, geotermiche, solari ed eoliche o da eventuali altre fonti rinnovabili, ma non include, come già detto, quella

ottenuta bruciando combustibili fossili. Questa distinzione è stata introdotta per evitare che parte della disponibilità di energia venga conteggiata due volte, una volta come petrolio e una volta come energia elettrica prodotta dalla combustione di quel petrolio. Dalla somma della produzione nazionale e delle importazioni delle diverse fonti va sottratta l'energia esportata e la variazione delle scorte. A questo punto si ottiene la disponibilità primaria di energia (detta anche consumo primario o consumo interno lordo).

### Informazioni ricavabili dal BEN

Il Bilancio Energetico Nazionale viene preparato ogni anno. In questo modo è possibile confrontare i consumi di energia nei diversi anni analizzando la diversa provenienza delle fonti (se importata o di produzione nazionale), la diversa composizione (quali fonti energetiche si sono utilizzate) e l'andamento dei consumi nazionali (se crescono o diminuiscono). Le informazioni che si possono trarre dal confronto dei consumi di energia nei diversi anni sono molto importanti. Ad esempio, confrontando il consumo primario di energia con i dati sulla produzione è possibile vedere se, nel corso degli anni, un Paese è riuscito a utilizzare meglio l'energia che ha a disposizione, impiegandone di meno per produrre di più. Ma si può anche verificare se le fonti energetiche rinnovabili, o quelle il cui utilizzo provoca minori emissioni di inquinanti nell'aria, hanno progressivamente sostituito le fonti energetiche maggiormente inquinanti. Un'altra utile indicazione è la dipendenza di un Paese dalle importazioni di energia. In paesi come l'Italia, ad esempio, le risorse energetiche del sottosuolo sono limitate ed è necessario importare dall'estero più dell'80% dell'energia primaria. Poiché dalla disponibilità di energia dipende gran parte del nostro sviluppo e benessere quotidiano, è necessario che i paesi come il nostro, fortemente dipendenti dall'estero per l'approvvigionamento di energia, mantengano buone e stabili relazioni con i paesi da cui la importano.

### Usi finali di energia

Come impiega un Paese la disponibilità annuale di fonti energetiche primarie? Ce lo dice la seconda parte del BEN, che contiene i dati sugli **impieghi (o usi) finali di energia**. Gli usi finali di energia sono rappresentati dai **consumi di energia delle famiglie e delle imprese** (escluse ovviamente le imprese che producono energia elettrica da destinare agli usi finali). Per questo motivo, parte dell'energia disponibile come fonte primaria deve essere opportunamente trasformata prima di poter essere utilizzata. Abbiamo già visto che la trasformazione più importante è quella termoelettrica, ovvero combustibili fossili che si trasformano in energia elettrica. Quindi, passando dai consumi primari ai consumi finali, cambia la composizione delle fonti di energia, poiché diminuiranno le quantità di combustibili fossili e aumentano quelle di energia elettrica.

Oltre alla composizione delle fonti energetiche, cambia anche la quantità di energia disponibile per gli usi finali. Infatti, le quantità destinabili effettivamente agli usi finali sono inferiori alla disponibilità di energia primaria, poiché i processi di trasformazione comportano dei consumi e delle perdite. Ad esempio, l'utilizzo dei combustibili fossili (carbone, petrolio, gas) per produrre energia elettrica porta ad una perdita (in media) di circa il 60% dell'energia contenuta inizialmente nel combustibile. Ciò significa che, se come disponibilità di fonti primarie ci sono 100 TEP di carbone che vengono utilizzate



per produrre elettricità, per gli usi finali sono disponibili solo 40 TEP di energia elettrica. I rimanenti 60 TEP sono andati persi nel processo di trasformazione elettrica e non possono più essere utilizzati nelle case e nelle industrie (impieghi finali). A questo punto del Bilancio Energetico Nazionale, abbiamo le quantità di energia disponibili per gli impieghi finali, ovvero le quantità di energia consumate nei settori: Industria (le fabbriche), Trasporti (le automobili, gli autotreni, i treni, gli autobus), Civile (le case), Agricoltura e Bunkeraggi (i consumi di combustibili delle navi).

## Ambiente e territorio

L'energia è elemento indispensabile per garantire il benessere e lo sviluppo del pianeta. Senza un regolare afflusso d'energia, città, industrie, trasporti e infrastrutture si fermerebbero. Peraltro, la crescita delle economie e dei consumi mondiali nel XX secolo si è finora basata principalmente sullo sfruttamento dei combustibili fossili: prima carbone, poi petrolio e gas naturale. Queste fonti energetiche non sono però rinnovabili, ma destinate in futuro ad esaurirsi. Inoltre, queste fonti energetiche emettono sostanze inquinanti durante la combustione, anche se in quantità molto diverse a seconda del combustibile utilizzato.

### Impatti e tutela dell'aria

Tra le più importanti sostanze si possono ricordare gli ossidi di carbonio (COx), gli ossidi di zolfo (SOx), gli ossidi di azoto (NOx), i composti organici volatili (COV) e i particolati solidi totali (PST). Questi inquinanti possono provocare danni alla salute umana e all'ambiente se superano determinate concentrazioni nell'aria. Tra questi vi sono l'effetto serra, le piogge acide, l'inquinamento dell'aria causato dal traffico nelle città, tutti problemi gravi di cui molto discutono gli esperti e i mezzi di informazione ma a cui, molto spesso, non si è ancora riusciti a dare una soluzione. La volontà di salvaguardare l'ambiente, le crisi petrolifere degli anni Settanta e Ottanta e l'attuale ascesa del prezzo del petrolio hanno indotto i governi di molti paesi industrializzati a incentivare sempre più lo sviluppo di fonti di energia alternative a quelle oggi dominanti. Nonostante questi incentivi e la rapidità del progresso scientifico e tecnologico, si prevede che queste fonti possano coprire quote significative dei consumi energetici solo fra molti anni.

Pertanto, nel breve e medio periodo, la maggior parte dell'energia necessaria all'uomo sarà probabilmente ancora fornita dalle fonti fossili tradizionali (soprattutto petrolio e gas naturale). È necessario, comunque, che l'uomo impari a utilizzare in modo ancora più efficiente l'energia prodotta dai combustibili fossili (riducendo gli sprechi e aumentando il rendimento energetico dei diversi processi produttivi) e ricerchi e applichi tecnologie che consentono di ridurre le emissioni in aria di inquinanti provocate dalla loro combustione.

### Le sfide delle rinnovabili

L'81% circa dell'energia che il mondo utilizza proviene dai combustibili fossili, fonti preziose ma non rinnovabili. Proprio per questa ragione diventa necessario sviluppare ed incrementare le energie rinnovabili, ma per farlo occorre superare alcune questioni spinose. Innanzitutto, occorre riuscire a



produrre energia dalle fonti rinnovabili in modo economico e competitivo rispetto alle tradizionali fonti energetiche. In secondo luogo, affinché una fonte energetica sia vantaggiosa, questa deve essere concentrata, immagazzinabile e trasportabile. L'energia deve essere in forma concentrata per riuscire a soddisfare grandi richieste di energia, deve essere immagazzinabile per poterla accumulare e trasportabile per poter soddisfare la domanda di energia in luoghi diversi da quelli in cui viene prodotta. Il successo dei combustibili fossili è dovuto proprio al fatto che soddisfano questi tre requisiti essenziali, mentre le fonti rinnovabili presentano ancora qualche limite che impedisce la loro diffusione su ampia scala.

Secondo gli obiettivi fissati dall'Unione Europea, le fonti rinnovabili dovranno soddisfare il 20% del fabbisogno energetico entro il 2020 e, nelle zone particolarmente favorevoli allo sfruttamento delle fonti rinnovabili, si potrebbe arrivare a percentuali ben più alte. Risulta evidente che, senza opportune strategie di gestione dell'energia, l'attuale rete elettrica non potrà supportare questi incrementi. Inoltre, non bisogna dimenticare che le fonti rinnovabili sono caratterizzate da elevata variabilità, per cui la sfida più grande è riuscire a soddisfare la domanda di energia nei momenti di punta sfruttando fonti di energia discontinue e intermittenti.

## La transizione energetica

Con la locuzione **“transizione energetica”** si intende il passaggio verso economie sostenibili, attraverso l'uso di energie rinnovabili, l'adozione di tecniche di risparmio energetico e di sviluppo sostenibile. La transizione energetica è un processo che ha accompagnato l'uomo fin dalla sua nascita e ha consentito lo sviluppo e il progresso della civiltà umana.

### Che cosa si intende per “transizione energetica”?

Vi sono due elementi fondamentali che caratterizzano una transizione energetica. Il primo è che si tratta di un processo complesso e che finora ha richiesto tempi lunghi, poiché comporta cambiamenti strutturali nella modalità di produzione e utilizzo dell'energia. Il secondo punto riguarda l'impatto della transizione energetica sullo sviluppo economico, sulla qualità della vita, sull'organizzazione sociale e sull'ambiente. Se pensiamo, per esempio, ai Paesi che non sono stati ancora interessati in maniera decisiva dall'ultima transizione energetica, cioè quella innescata dalla Rivoluzione Industriale, è facile intuire quali potrebbero essere i benefici sociali se si diffondessero ampiamente le moderne fonti energetiche. Per esempio, basti pensare quali vantaggi porterebbe l'energia elettrica in società che illuminano ancora le loro case con candele o lampade a olio, oppure l'introduzione di macchinari in agricolture rurali che si basano prevalentemente sulla forza umana e animale.

**Una o tante transizioni?** Per essere precisi, bisognerebbe parlare di transizione energetica al plurale, perché vi sono “molteplici transizioni” che interagiscono tra loro e che riguardano più componenti del sistema energetico. Le componenti di un sistema energetico che possono essere interessate da una transizione energetica sono:

- le fonti primarie di energia, come le fonti fossili;

- le macchine e le tecnologie per la trasformazione dell'energia (per esempio le turbine o i motori elettrici);
- i vettori energetici, come per esempio l'energia elettrica o l'idrogeno, che sono originate dalla trasformazione di fonti primarie;
- i servizi energetici richiesti, come per esempio il riscaldamento, l'illuminazione o la recente mobilità sostenibile.

Da cosa possono essere innescate le molteplici transizioni? Anche in questo caso, non vi è un unico processo che porta al cambiamento, ma entrano in gioco numerose variabili, che, se modificate, possono far evolvere il sistema energetico in una direzione oppure in un'altra. I meccanismi di guida di una transizione energetica possono essere raggruppati in 4 grandi macrocategorie:

- la disponibilità e la competitività di nuove fonti energetiche;
- la disponibilità e la competitività di nuove macchine e tecnologie per la trasformazione dell'energia;
- l'adozione di nuove politiche energetiche e ambientali;
- il cambiamento della tipologia dei servizi energetici richiesti dal consumatore.

### Un po' di storia

Le transizioni energetiche da sempre accompagnano la storia dell'uomo. Si tratta di un processo continuo e i limiti temporali fra una transizione e l'altra non sono sempre facili da individuare. Per questo motivo viene qui riportata la classificazione di *Vaclav Smil*, uno studioso della storia dell'energia che ha individuato quattro transizioni energetiche epocali.

La prima ha come protagonista l'uomo primitivo. A quel tempo i primi esseri umani facevano esclusivo affidamento sulla propria energia, cioè quella che deriva dalla conversione del cibo in forza muscolare, per raccogliere alimenti vegetali o uccidere animali. Quindi la fonte di energia primaria era rappresentata dalle biomasse, che sono alla base delle catene alimentari, e il motore primario era rappresentato dalla forza muscolare dell'uomo.

La **prima transizione energetica** ebbe luogo quando gli esseri umani impararono a controllare il fuoco, evento databile, forse, già circa 800.000 anni fa. Questa scoperta fornì loro la prima fonte di calore esterna, rese più appetibile il cibo e più sicure le loro notti. I combustibili da biomassa – non solo il legno, ma in seguito anche il carbone ottenuto per pirolisi della legna e vari residui derivanti dalle attività agricole – continuarono a essere l'unica fonte d'energia dai tempi preistorici fino alle prime fasi dell'industrializzazione. In Francia, per esempio, il carbone cominciò a fornire più della metà dell'energia da combustibile solo a partire dal 1875; negli Stati Uniti ciò avvenne 10 anni dopo e in Giappone nel 1900, mentre in Cina il passaggio ebbe luogo solo a metà degli anni Sessanta del secolo scorso.

La **seconda transizione energetica** si ebbe quando gli esseri umani da cacciatori e raccoglitori divennero allevatori e agricoltori. Spesso questo passaggio è stato impropriamente denominato "rivoluzione agricola del Neolitico", ma in realtà si trattò di un processo evolutivo graduale (dal 12.000-8.000 a.C. fino al 3.500 a.C.), che si protrasse per diverse migliaia di anni e portò dal nomadismo alla sedentarietà, attraverso la coltivazione e la domesticazione degli animali.

L'agricoltura e l'allevamento fornirono all'umanità una fonte di energia alimentare più affidabile e costante, inoltre gli animali domestici divennero "macchine" utilissime, impiegate dall'uomo per il lavoro agricolo, per la costruzione di edifici, per i trasporti. Basti pensare che un bue ha una capacità di lavoro pari a quella di almeno 3-4 uomini, un buon cavallo uguaglia quella di 10 esseri umani. Gli animali hanno affiancato l'uomo per tutto il corso della storia, scomparendo dalla scena del lavoro solo dopo l'inizio dell'industrializzazione moderna.

La **terza transizione energetica** fu un processo lungo e a macchia di leopardo, che vide l'introduzione di nuovi tipi di motori primari, questa volta di natura meccanica, azionati dall'acqua e dal vento. Si tratta dei mulini ad acqua e dei mulini a vento, che contribuirono alla prosperità di numerosi Paesi europei fino al XVIII secolo.

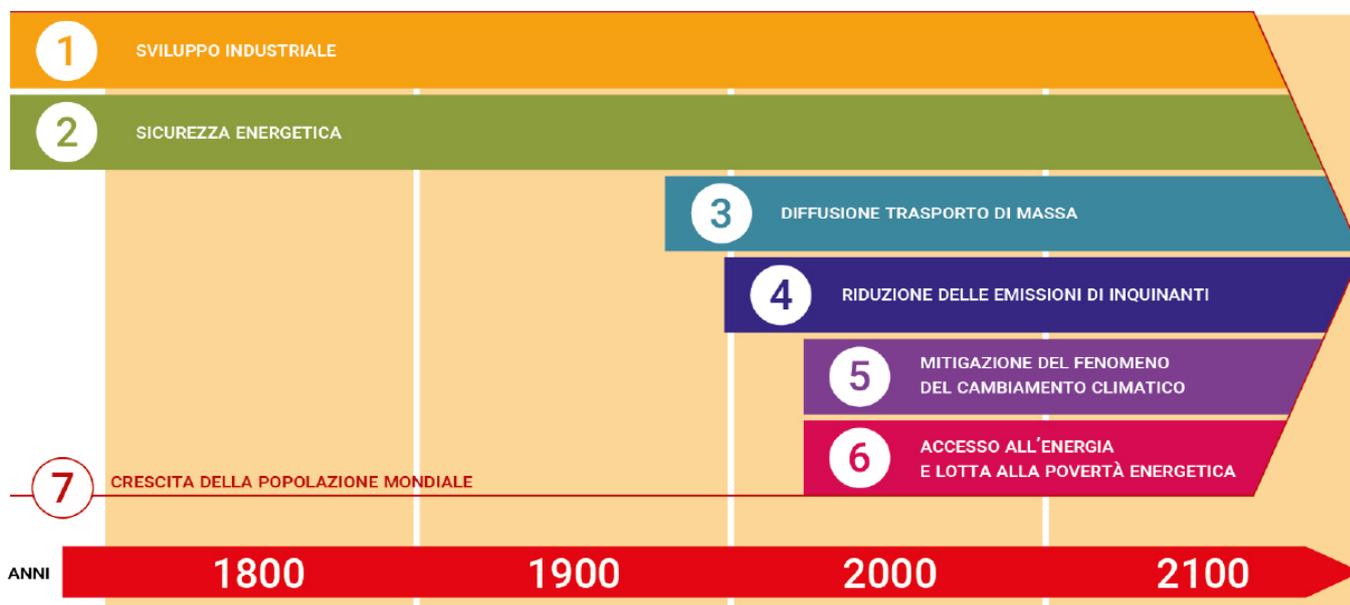
La **quarta transizione energetica** fu un processo più complesso dei precedenti, i cui elementi costitutivi furono la sostituzione in tempi relativamente rapidi dei combustibili da biomassa con quelli fossili, l'introduzione dell'elettricità come vettore energetico, ovvero come forma di energia più comoda e flessibile, e l'invenzione e diffusione di nuove macchine molto più potenti delle precedenti, alimentate da combustibili. L'evento chiave di questa quarta transizione fu la Rivoluzione Industriale, che spinse alla ricerca e sviluppo di motori potenti alimentati da fonti di energia facilmente reperibili e disponibili in ampia quantità allo scopo di aumentare la produttività della forza lavoro per soddisfare una domanda di beni in continua crescita. La prima fonte di energia capace di rispondere a queste esigenze fu il carbone, a cui seguirono, alla fine del XIX secolo, il petrolio e poi il gas naturale.

### All'origine della transizione energetica: i mega-trend

Lo sviluppo del sistema energetico è guidato da grandi forze di crescita e cambiamento, che modificano e modellano l'intera organizzazione sociale e il sistema di produzione, e che orientano la coscienza collettiva e le principali scelte di imprenditori, consumatori e decisori politici. Queste forze sono definite mega-trend. Sono i mega-trend a guidare la nuova transizione energetica e i suoi tempi, poiché influenzano:

- le **decisioni politiche**, per esempio, inducendo il legislatore a emanare norme ambientali più o meno restrittive o a favorire l'impiego di alcune fonti energetiche rispetto ad altre;
- l'**innovazione tecnologica**, per esempio, indirizzando l'industria e la ricerca a sviluppare e commercializzare nuove tecnologie che rispondano alle esigenze emergenti;
- le **preferenze dei consumatori**, modificando la composizione della domanda e conseguentemente il mix dell'offerta, per esempio, rendendo le tecnologie e le fonti di energia disponibili sul mercato più o meno competitive.

Il risultato finale è il raggiungimento di un nuovo paradigma energetico, che riflette in modo mediato i diversi obiettivi dei singoli mega-trend in azione.



Fonte: Giuseppe Sammarco, "LA TRANSIZIONE ENERGETICA", Editore Eni SpA, Piazzale Enrico Mattei, 1 - 00144 Roma

In questa immagine son riportati alcuni dei più importanti mega-trend che orientano lo sviluppo del sistema energetico. Fonte: Giuseppe Sammarco, "LA TRANSIZIONE ENERGETICA", Eni S.p.A., Piazzale Enrico Mattei, 1 - 00144 Roma

Scopriamo quali sono i principali mega-trend che orientano lo sviluppo del sistema energetico:

- **Sviluppo industriale.** Buona parte del mondo non ha ancora sperimentato uno sviluppo industriale diffuso, possiamo ritenere che il mega-trend non abbia esaurito la sua funzione propulsiva e, continuando ad alimentare la crescita economica dei Paesi in via di sviluppo, innescherà a cascata un persistente aumento del fabbisogno mondiale di energia.
- **Sicurezza energetica.** La garanzia di avere a disposizione un flusso di energia affidabile e stabile nel tempo, adeguato a sostenere la crescita della domanda e in grado di mantenere il livello di benessere raggiunto è uno dei punti fondamentali per il futuro. Soprattutto se, come detto al punto 1, lo sviluppo industriale continuerà a riguardare una fascia sempre più ampia di territori e popolazione.
- **Diffusione del trasporto di massa di persone e merci.** Come lo sviluppo industriale, il fenomeno è ancora estraneo a molti Paesi e avrà nei prossimi anni un impatto elevato sul fabbisogno complessivo di energia del mondo.
- **Riduzione delle emissioni di inquinanti legate al settore energetico.** L'attenzione alla riduzione delle emissioni inquinanti a impatto locale causate dalla produzione e dall'utilizzo delle fonti di energia ha portato all'introduzione di standard emissivi sempre più severi e ha innescato importanti processi di innovazione tecnologica.

### Energia sostenibile per tutti, la sfida del secolo

Tra i mega-trend che oggi guidano la transizione energetica, tre emergono per rilevanza e impatto:

- **Mitigazione del fenomeno del cambiamento climatico.** È uno dei mega-trend più recenti, ma ha acquisito rapidamente importanza nelle agende dei decisori politici e notevole presa sull'opinione pubblica. L'attuale sistema energetico è il principale responsabile del cambiamento climatico: la combustione di carbone, petrolio e gas naturale per produrre energia, infatti, è la causa dell'emissione in atmosfera dell'anidride carbonica, uno dei principali gas ad effetto serra (per saperne di più sui cambiamenti climatici visita la sezione dedicata – link). Da qui si comprende facilmente come il tema della mitigazione dei cambiamenti climatici sia strettamente connesso a quello della transizione energetica verso un sistema in grado di fornire l'energia necessaria ai processi produttivi azzerando le emissioni di gas serra. Sul fenomeno del cambiamento climatico c'è oggi grande attenzione sociale e politica, che ha portato al noto accordo tra Paesi preso in occasione della conferenza di Parigi a fine 2015 (COP15).
- **Accesso all'energia e lotta alla povertà energetica.** Avere la possibilità di accedere a forme moderne di energia in quantità sufficiente non è solo un presupposto fondamentale per dare a tutti un'opportunità di crescita economica e sviluppo sociale, ma è spesso una questione di sopravvivenza. La povertà energetica affligge ancora oggi larga parte della popolazione mondiale. L'International Energy Agency (IEA) stima che circa 1,1 miliardi di persone non abbiano accesso all'energia elettrica e che il 38% della popolazione mondiale (quasi il 50% della popolazione dei Paesi in via di sviluppo) non abbia accesso a forme di "clean cooking". Si utilizzano biomasse come legno e carbonella per cucinare il cibo in stufe non idonee a essere impiegate in spazi chiusi e non ventilati. L'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che nel solo 2016 circa 3,8 milioni di morti premature siano dovute a questa pratica.
- **Crescita della popolazione mondiale.** L'eliminazione delle ineguaglianze esistenti nelle condizioni di vita delle popolazioni richiede oggi una crescita globale sia dell'economia sia della disponibilità di energia; una crescita che – per essere equa e sostenibile – dovrebbe essere compatibile con gli obiettivi ambientali, climatici e sociali. Ma se a tutto ciò si aggiunge nuova popolazione cui dare l'opportunità di raggiungere un livello minimo di qualità della vita, la spinta si intensifica e la ricerca di un nuovo modello energetico che risponda a tutte le esigenze diventa ancor più una sfida.

*Testo aggiornato ad agosto 2022*