

Conoscere l'energia

Introduzione

Nel 2014 sono stati consumati ogni secondo 1.071 barili di petrolio e 109 metri cubi di gas naturale. Il consumo energetico medio mondiale pro capite è di 60Gj ed si stima che entro il 2030 la domanda di energia crescerà del 50%. Previsione che può impressionare per la quantità di energia richiesta in più in meno di vent'anni. Alla crescente domanda di energia, le risposte sono di due tipi: due strade diverse, ma non alternative, che devono essere percorse in parallelo. Da una parte, occorre incentivare l'utilizzo di fonti rinnovabili e meno inquinanti per produrre energia, dall'altra occorre introdurre una nuova cultura dell'energia e del risparmio energetico: l'energia non è più qualcosa di cui disporre a piene mani, ma un bene prezioso, che va utilizzato con cura e in modo razionale.

Le fonti di energia

Che cos'è l'energia

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.

Tutto ciò che produce energia è una "fonte di energia". Il Sole è la principale fonte di energia della Terra. La Terra riceve dal Sole un flusso ininterrotto di energia che, oltre ad alimentare tutti i processi vitali, vegetali e animali, scioglie i ghiacci ed alimenta il ciclo dell'acqua tra mare e atmosfera, produce i venti, fa crescere le piante che nel corso di milioni di anni si sono trasformate, insieme ai resti di organismi animali, in combustibili fossili, petrolio, carbone e gas naturale.

In generale tutta l'energia disponibile sul nostro pianeta deriva direttamente o indirettamente dal Sole: l'energia idrica, l'energia eolica, l'energia chimica dei combustibili fossili (carbone, petrolio e gas naturale) e delle biomasse (per esempio la legna), persino l'energia delle onde. Dai campi gravitazionali del Sole, della Luna e della Terra deriva l'energia delle maree. Risalgono alla formazione della Terra, invece, l'energia geotermica e quella nucleare (esse non derivano dalle trasformazioni successive dell'energia del Sole).

Fonti primarie e secondarie

Le numerose fonti energetiche esistenti possono essere classificate in diversi modi. Si dicono **primarie** se sono utilizzabili direttamente, così come si trovano in natura. Sono fonti primarie il carbone, il petrolio, il gas naturale, la legna, i combustibili nucleari (uranio), il Sole, il vento, le maree, i laghi montani e i fiumi (da cui è possibile ottenere energia idroelettrica) e il calore della Terra che fornisce energia geotermica.

Sono **secondarie** quelle che derivano dalla trasformazione delle fonti primarie di energia: ad esempio, la benzina, che deriva dal trattamento del petrolio grezzo e l'energia elettrica ottenuta dalla conversione di energia meccanica (centrali idroelettriche, eoliche) o chimica (centrali termoelettriche) o nucleare (centrali nucleari). L'energia elettrica viene prodotta attraverso le centrali elettriche, appositi impianti in grado di convertire energia primaria (cioè non trasformata) in energia elettrica.

Fonti rinnovabili e non rinnovabili

Alcune fonti sono **rinnovabili**, cioè forniscono energia che si rigenera in continuazione mediante trasformazioni chimiche (come le biomasse) o fisiche (come l'energia idrica, solare, eolica, ecc). In particolare il sole, il vento, l'acqua, le maree, il calore della Terra sono fonti inesauribili, sempre disponibili e che non finiranno mai. Le biomasse, invece, sono in grado di rigenerarsi in tempi confrontabili con quelli della vita dell'uomo. Nel caso della legna, per esempio, è possibile avere sempre a disposizione del combustibile, pur di consumarne solo una quantità limitata e di preoccuparsi di riforestare laddove sono stati abbattuti gli alberi.

Le cosiddette **fonti non rinnovabili**, invece, hanno tempi di rigenerazione talmente lunghi (milioni di anni) che una volta sfruttate si considerano esaurite. Sono quelle che si sono formate nel corso di milioni di anni, come i combustibili fossili (petrolio, carbone, gas naturale) o addirittura al momento della formazione del nostro pianeta, come l'uranio. La disponibilità di queste fonti, per quanto grande, è limitata ed esse costituiscono una sorta di magazzino energetico della Terra.

Al 2013 solo il 13,5% dell'energia consumata nel mondo è prodotta da fonti rinnovabili. Tutto il resto deriva da fonti non rinnovabili, perlopiù da combustibili fossili (81,7%) e il 4,8% da fonte nucleare (*International Energy Agency (IEA) – Key World Energy Statistics 2015*).

La misura dell'energia

Le unità di misura utilizzate dall'uomo per esprimere le quantità delle fonti energetiche sono numerose. Vi sono misure per le quantità fisiche e misure per il contenuto di energia o di calore.

Tra le più note misure per le quantità fisiche possiamo ricordare la **tonnellata**, utilizzata per il petrolio greggio e il carbone; il **barile**, utilizzato per il petrolio greggio; il **metro cubo**, utilizzato per il gas; il **litro**, per la benzina ed il gasolio. Confrontare le fonti energetiche tra loro utilizzando le diverse unità di misura per le quantità fisiche è un esercizio estremamente complesso, se non impossibile: da un chilogrammo di petrolio, infatti, non si ottiene la stessa energia prodotta da un chilogrammo di carbone o da un metro cubo di gas.

Volendo paragonare le diverse fonti energetiche è meglio utilizzare un'unità di misura comune, ovvero esprimerle in termini di **contenuto di energia o di calore**. L'unità di misura ufficiale dell'energia è il **Joule** (J). Tra le più diffuse unità di misura per l'energia possiamo poi ricordare il **chilowatt all'ora** (chilowattora, kWh) utilizzato soprattutto per l'energia elettrica (è usato, infatti, nel computo delle bollette della luce). Per misurare le produzioni delle grandi centrali elettriche o i consumi della nazione viene utilizzato il **terawatt/ora** (TWh), che corrisponde a un miliardo di chilowatt/ora.

Tra le più diffuse **unità di misura del calore** vi sono la **BTU** (British Thermal Unit), la **chilocaloria** (o grande caloria = kcal) e soprattutto la **TEP** o **Tonnellata Equivalente di Petrolio**. Quest'ultima unità di misura, la TEP, è la più diffusa a livello internazionale poiché è legata ad uno dei più importanti e utilizzati combustibili: il petrolio. Misurando le diverse fonti di energia in termini di TEP è possibile confrontarle fra loro e aggregarle, operazione fondamentale per calcolare quanta energia utilizza un Paese in un anno o quanta energia ha ancora a disposizione nel sottosuolo (giacimenti di petrolio, gas e carbone).

Ma che cos'è la TEP? In sostanza una TEP rappresenta la quantità di calore ottenibile da una tonnellata di petrolio. In pratica, se misuriamo in TEP il carbone, significa che stiamo prendendo in considerazione quella quantità di carbone che può produrre tanto calore quanto una tonnellata di petrolio. (Ricordiamo che: $1 \text{ Kcal} = 4.186 \text{ J} = 1,16 \times 10^{-3} \text{ kWh} = 1 \times 10^{-7} \text{ TEP}$).

Come possiamo calcolare le quantità fisiche che corrispondono ad una TEP di carbone piuttosto che ad una TEP di gas naturale? Ovvero quanti chilogrammi di carbone servono per fare una TEP di carbone e quanti metri cubi di gas occorrono per fare una TEP di gas? Per poter effettuare queste equivalenze e ricondurci alle unità di misura delle quantità fisiche (chilogrammi, litri, metri cubi) proprie delle diverse fonti energetiche ci serviamo delle calorie. Sappiamo infatti che una tonnellata di petrolio contiene 10 milioni di chilocalorie (kcal), mentre una tonnellata di carbone fossile ne contiene 7 milioni. A questo punto, dovendo individuare la quantità di carbone che contiene tante chilocalorie quante ne contiene una tonnellata di petrolio, una TEP di carbone è equivalente a circa 1,43 tonnellate (misura della quantità fisica) di carbone. Il calcolo è più semplice se prendiamo come esempio i combustibili vegetali, che contengono 2,5 milioni di chilocalorie per ogni tonnellata di materia. In questo caso, per ottenere 10 milioni di calorie (il contenuto calorifico di una tonnellata di petrolio) occorrono 4 tonnellate di combustibili vegetali; quindi una TEP di combustibili vegetali corrisponde a 4 tonnellate di combustibili vegetali.

Se conosciamo i contenuti, in termini di calorie, delle unità fisiche con cui vengono misurate le diverse fonti di energia, possiamo calcolare tutte le equivalenze con le TEP.

Le forme dell'energia

Il lavoro e il calore

L'energia si manifesta principalmente in due forme: l'energia-lavoro e l'energia-calore. La prima può trasformarsi completamente nella seconda, ma non viceversa a causa della tendenza del calore alla dispersione. L'energia che produce lavoro si distingue a sua volta in potenziale e cinetica. L'energia potenziale è legata alla posizione reciproca di due corpi, come nel caso della forza di gravità che è inversamente proporzionale al quadrato della distanza che separa due corpi (Legge di gravitazione universale). L'energia cinetica, invece, è l'energia del **moto disordinato delle molecole**. Lanciando un pallone in aria lo si carica di energia cinetica. Salendo il pallone perde energia cinetica e acquista energia potenziale. Arrivato al punto di maggior altezza, quando l'energia potenziale è massima e quella cinetica nulla, il pallone comincia a scendere. Durante la caduta, il pallone aumenta la propria energia cinetica a svantaggio di quella potenziale. Nell'impatto con il terreno il pallone trasferisce alla Terra parte della sua energia cinetica sotto forma di calore.

Dove si trova l'energia

Seppure in forme diverse, l'energia si trova dappertutto. Ma quella disponibile ad essere controllata, trasformata e utilizzata da parte dell'uomo (con le attuali tecnologie) è solo una piccola parte, contenuta nelle fonti primarie di energia. L'energia, per esempio, si trova nei legami chimici del petrolio, del carbone e del gas (energia chimica che si trasforma in calore nel processo di combustione) o nella forza del vento che soffia e dell'acqua che scende dai monti (energia meccanica che può essere trasformata in energia elettrica) o nei legami nucleari di alcune sostanze (i combustibili nucleari) che, se vengono alterati attraverso appositi processi provocati dall'uomo, producono enormi quantità di calore (energia termica).

Nel 2013 l'81,7% dell'energia mondiale primaria consumata dall'uomo è stata prodotta dalle fonti fossili: carbone, gas e petrolio (*International Energy Agency (IEA) – Key World Energy Statistics 2015*). Queste fonti energetiche si trovano nel sottosuolo, ma non sono disponibili in modo uguale in tutti i Paesi del mondo, hanno una localizzazione geografica ben definita. Il petrolio e il gas, infatti, si trovano in gran quantità nei paesi del Medio Oriente (Arabia Saudita, Iran, Iraq, Kuwait), negli Stati Uniti, in Russia e in Europa nel Mare del Nord; il carbone, invece, si trova in gran quantità in Cina e negli Stati Uniti.

Le trasformazioni dell'energia

Tutte le forme di energia possono trasformarsi le une nelle altre: bruciando carbone trasformiamo l'energia potenziale di tipo chimico in essa contenuta in energia termica (calore). Grazie alla macchina a vapore tale calore può, a sua volta, essere trasformato in energia cinetica, come per esempio accadeva per il movimento di una locomotiva nei vecchi treni a vapore.

La **termodinamica** è la scienza che studia le trasformazioni dell'energia in lavoro e viceversa. Si fonda su due principi validi solo nei sistemi chiusi come la Terra. La Terra è un sistema chiuso perché può scambiare energia con l'esterno, ma non può scambiare materia. Se non potesse scambiare neppure energia, sarebbe un sistema isolato. Scambiando anche materia diventerebbe un sistema aperto.

Primo principio della termodinamica

Esiste una legge di natura che limita le trasformazioni di energia: la legge della conservazione della materia, secondo cui l'energia non può essere né creata né distrutta ("nulla si crea e nulla si distrugge"). L'energia può trasformarsi da una forma ad un'altra, ma la somma delle diverse forme deve rimanere invariata. Dunque l'energia non si crea e non si distrugge, si trasforma: questo è ciò che afferma il primo principio della termodinamica.

Secondo principio della termodinamica

Mentre il primo principio della termodinamica riguarda il bilancio globale dell'energia, il secondo si occupa delle sue trasformazioni e della sua tendenza naturale ad andare verso forme degradate, non più utilizzabili. Più precisamente, il

secondo principio della termodinamica comprende due formulazioni. Con la prima si afferma che i passaggi di calore avvengono sempre da un corpo più caldo a uno più freddo e mai viceversa. Nella seconda si scopre la tendenza naturale alla dispersione del calore, cioè l'impossibilità che tutto il calore di una sorgente si trasformi in lavoro. Ciò non vuol dire che la quantità totale d'energia presente nell'universo stia calando, ma che diminuisce la sua capacità di compiere lavoro.

La funzione termodinamica che misura il grado di dispersione dell'energia si chiama "**entropia**". L'entropia dell'universo tende a crescere fino a uno stato di equilibrio in cui si ha la totale degradazione dell'energia corrispondente alla totale incapacità di compiere lavoro. Fortunatamente, i sistemi biologici sono sistemi aperti che, grazie all'immissione d'energia dall'esterno, riportano il bilancio energetico globale in positivo.

Il rendimento energetico

Un concetto fondamentale per valutare la qualità e gli sprechi di ogni attività umana è il rendimento. Il rendimento indica quanta parte di energia e di materiali immessi in ogni azione e in ogni processo è andata a buon fine e quanta invece è andata persa. Anche le trasformazioni di energia comportano sempre alcune perdite. Il rendimento di una trasformazione energetica si misura dividendo l'energia utile (la differenza tra energia immessa e l'energia dissipata o sprecata) per l'energia immessa. Se il rendimento di una trasformazione energetica è pari al 60% significa che di 100 unità di energia immesse in un processo, 60 sono state trasformate in forme di energia utilizzabili, mentre le altre 40 sono andate disperse in forme di energia non utilizzabili.

Possono farsi due esempi significativi in relazione al rendimento della benzina che immettiamo nella nostra auto e alle trasformazioni termiche che avvengono in una centrale termoelettrica. Quando viaggiamo in automobile meno di un quinto dell'energia chimica contenuta nella benzina si trasforma in energia meccanica di movimento. La parte rimanente si trasforma in calore, non più utilizzabile, che viene disperso attraverso il radiatore o finisce nei gas di scarico o riscalda l'abitacolo. Un'altra parte dell'energia prodotta si trasforma in calore a causa degli attriti tra gli ingranaggi e viene dispersa. La quantità totale di energia all'inizio e alla fine del processo di trasformazione non cambia, ma cambia la forma in cui si presenta (da chimica in movimento e calore) e generalmente degrada verso forme non più utilizzabili per compiere lavoro.

Nelle centrali termoelettriche (dove i combustibili fossili sono bruciati per produrre energia elettrica, più facilmente trasportabile e utilizzabile dal consumatore finale) il rendimento medio è pari al 40%. Questo significa che di 100 unità di energia contenute in carbone, petrolio o gas, solamente 40 si trasformano in energia elettrica, mentre le rimanenti 60 si trasformano in calore a bassa temperatura spesso inutilizzabile. Nelle più moderne centrali termoelettriche a gas le nuove tecnologie consentono di raggiungere rendimenti più elevati, pari a circa il 65%.

Utilizzo sostenibile delle risorse

Risorse e sostenibilità

Quando l'utilizzo di una risorsa naturale può dirsi sostenibile?

In generale possiamo dire che una risorsa naturale è utilizzata dall'uomo in modo sostenibile quando, conoscendo la sua capacità di riprodursi (si pensi ai pesci come risorsa naturale) o di mantenere determinate qualità (ad esempio la purezza dell'aria che respiriamo), non si eccede nel suo sfruttamento oltre una determinata soglia. Quando l'uso di una risorsa supera questa soglia, significa che si va incontro a un suo progressivo e pericoloso impoverimento o in termini di quantità (la popolazione globale dei pesci scende ad un limite tale al di sotto del quale è destinata a scomparire la specie) o in termini di qualità (l'aria è talmente inquinata che diventa irrespirabile e causa gravi malattie agli esseri viventi). Se questo "impoverimento" della risorsa naturale è definitivo (scomparsa della specie), si dice che si è provocato un danno "irreversibile", ovvero non si può più tornare sui propri passi e riportare in vita la specie.

L'impoverimento è detto invece "reversibile" se si può tornare indietro e recuperare la risorsa naturale (l'aria inquinata può tornare respirabile se non emettiamo più sostanze inquinanti).

In realtà, il concetto di sostenibilità può applicarsi solo alle risorse naturali rinnovabili che si riproducono in tempi "a

misura d'uomo" (ad esempio, la legna da ardere). Per le risorse non rinnovabili, come i combustibili fossili, è meglio parlare di sfruttamento ottimale. Ovvero possiamo fare in modo di utilizzarle in modo efficiente (facendole durare il più a lungo possibile) e trovare nel frattempo tecnologie che consentono di sfruttare risorse alternative in loro sostituzione, magari dotate della caratteristica della "rinnovabilità" (ad esempio sostituire in futuro l'energia prodotta dai combustibili fossili con l'energia solare, fonte rinnovabile).

La questione energetica

Lo sviluppo della nostra società è legato ai consumi di energia. Senza l'energia l'uomo non sarebbe riuscito a raggiungere l'attuale livello di benessere e qualità della vita. Senza la disponibilità di sufficienti risorse energetiche lo sviluppo economico futuro sarebbe compromesso. Nonostante i recenti rincari, l'energia resta ancora "a buon mercato". Tutti noi siamo pertanto abituati a consumarne quantità enormi quasi senza riflettere, questo perché non siamo consapevoli dei nostri effettivi bisogni. Il panorama energetico mondiale vede riserve energetiche costanti, prezzi relativamente stabili, ma orientati alla crescita, domanda in forte aumento, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo. Me le fonti d'energia finora maggiormente utilizzate, i combustibili fossili, hanno anche un rovescio della medaglia. Innanzitutto sono destinate prima o poi a finire. Certamente le riserve accertate di combustibili fossili sono gradualmente aumentate nel corso degli ultimi 25 anni, grazie al ritrovamento di nuovi giacimenti e al maggiore sfruttamento dei depositi già esistenti, resi possibili dalle moderne tecnologie. Contrariamente a quanto si pensava alla fine degli anni Settanta, un esaurimento fisico di queste risorse "fossili", anche se certo, non è imminente; possiamo contare ancora su alcuni anni (circa 110 per il carbone, 58 per il gas naturale, 51 per il petrolio) per sviluppare fonti di energia alternative. Il problema quindi è solo rimandato, ma non di molto! Un altro problema fondamentale è che i combustibili fossili costituiscono, in molti casi, fonte di inquinamento dell'ambiente, in particolare dell'aria.

A questo problema si somma quello della disparità, tra diverse nazioni, del livello di benessere raggiunto. La distribuzione dei consumi di energia è molto anomala: il 20% della popolazione mondiale (quella dei Paesi più ricchi) utilizza l'80% dell'energia prodotta. Questa situazione è in forte contrasto con i fondamentali principi di equità tra i popoli, di sviluppo sostenibile e di qualità globale della vita.

Paesi come l'Africa o l'India sono attualmente molto poveri (il reddito per persona, in alcune zone, è ampiamente al di sotto del livello di sussistenza), ed aspirano ad aumentare il loro livello di benessere. Per poterlo fare, però, hanno necessità di utilizzare energia in maggiore quantità (per fare funzionare più fabbriche e per garantire luce e riscaldamento sufficienti alle famiglie).

Da dove proverrà questa energia aggiuntiva? Probabilmente, se seguiranno il nostro modello di sviluppo che utilizza in gran parte fonti di energia di tipo fossile, l'impatto sull'ambiente sarà notevole, e, come sostengono molti studiosi, in futuro potrebbero verificarsi gravi alterazioni al clima (il cosiddetto "effetto serra") con conseguenze estremamente dannose per l'uomo. La conseguenza è l'"insostenibilità" dello sviluppo dal punto di vista ambientale. D'altra parte non si può certamente negare ai paesi poveri un adeguato sviluppo economico e sociale, anche perché gli squilibri economici e sociali esistenti tra nazioni sono fonti potenziali di instabilità politica, di guerre e di forti flussi migratori. Il mantenimento della situazione attuale, o un miglioramento solamente parziale, porterebbe in questo caso ad una "insostenibilità" dello sviluppo dal punto di vista economico e sociale.

Come risolvere questi problemi? Poiché la loro dimensione è internazionale, i paesi del mondo stanno tentando di raggiungere un'intesa, attivando tutte le istituzioni internazionali che possono giocare un ruolo fondamentale.

Gli effetti ambientali

La questione energetica è nata proprio in relazione a quella ambientale. L'uso dell'energia modifica sensibilmente lo stato dell'ambiente e gli effetti possono essere di natura locale, regionale e globale. In questa prospettiva, valida a livello planetario non meno che a livello nazionale e regionale, fino ad arrivare alla casa di ciascuno di noi, la conservazione dell'ambiente diventa un obiettivo primario da conseguire nello sviluppo dei diversi sistemi energetici.

Per assicurare alle generazioni future il benessere fin qui raggiunto serve un tipo di sviluppo diverso dal passato, uno sviluppo che consumi meglio l'energia (uso razionale), meno energia (tecnologie efficienti e diminuzione degli sprechi) e

utilizzi forme sostanzialmente diverse da quelle attuali.

Per quanto riguarda l'ambiente e l'energia, uno dei problemi più importanti e più noto è quello relativo alla riduzione delle emissioni di gas che provocano l'effetto serra, dovute principalmente dalla produzione di energia tramite combustione di carbone, petrolio e gas.

La strada per risolvere questo problema di inquinamento dell'ambiente è ancora lunga, ma le tappe già percorse per raggiungere un accordo a livello internazionale sono molte. Dal 1972 ad oggi, infatti, si sono tenute molte conferenze e sono stati firmati numerosi accordi internazionali relativi alla tutela dell'ambiente, e in molti di essi si sono trattati temi relativi all'utilizzo dell'energia e allo sviluppo sostenibile.

Possibili soluzioni

Si può agire su diversi fronti. In primo luogo i paesi economicamente sviluppati possono ridurre le proprie emissioni da produzione di energia in questi modi:

- migliorando il rendimento dei processi di combustione (meno combustibile bruciato per ottenere lo stesso livello di energia) e riducendo gli sprechi;
- introducendo nuove tecnologie che consentono di "trattenere" gli inquinanti evitando che si disperdano nell'aria;
- sostituendo fonti di energia maggiormente inquinanti con altre meno inquinanti o non inquinanti del tutto (tra queste quasi tutte le fonti rinnovabili). In questo modo il livello di benessere economico di questi paesi non si ridurrebbe, ma si ridurrebbero gli impatti sull'ambiente.

In secondo luogo si possono aiutare i paesi in via di sviluppo fornendo loro le migliori tecnologie attualmente disponibili, quelle che hanno un basso impatto ambientale ed un elevato rendimento.

Rimane comunque il problema dell'esaurimento dei combustibili fossili nel più lungo periodo, vera sfida di "sostenibilità" posta all'uomo, la cui soluzione non può che passare attraverso la ricerca e l'utilizzo su larga scala di fonti energetiche rinnovabili e pulite.

Gli idrocarburi e i cambiamenti climatici

I combustibili fossili (petrolio, gas e carbone) sono oggi le fonti più utilizzate a livello mondiale per produrre energia, coprendo oltre l'80% dei consumi energetici del pianeta. La loro combustione, però, comporta l'emissione di ingenti quantità di anidride carbonica (CO₂), la cui crescente concentrazione in atmosfera è considerata causa principale dei cambiamenti climatici.

L'esigenza di soddisfare la crescente domanda mondiale di energia, in particolare quella dei paesi emergenti, va quindi di pari passo con la necessità di contrastare i rischi di impatto sul clima derivanti dall'aumento di CO₂. Per ridurre le emissioni di CO₂ possono essere percorse diverse strade. La prima, realizzabile nel breve periodo e immediatamente perseguibile, è quella dell'efficienza energetica, vale a dire l'utilizzo di tecnologie che permettano di consumare meno energia a parità di servizi offerti. Altra possibile soluzione è quella di utilizzare le energie rinnovabili, che attualmente ricoprono un ruolo ancora modesto. Infatti, le biomasse e i materiali assimilati (sostanze legnose, rifiuti, ecc) ricoprono il 10% del fabbisogno energetico totale, l'idroelettrico il 2%, mentre le altre rinnovabili (solare, eolico, geotermico, ecc), pur essendo in forte crescita, soddisfano solo l'1% della domanda mondiale di energia. Anche il nucleare rappresenta una possibile soluzione per contrastare il cambiamento climatico, poiché non comporta emissioni di CO₂. Attualmente il nucleare ricopre il 6% della domanda mondiale di energia, una quota ancora non competitiva con i combustibili fossili.

Idrocarburi a confronto

Tra i combustibili fossili, il metano sembra attualmente essere quello che vedrà un crescente utilizzo nel prossimo futuro, grazie alla sua relativa abbondanza e grazie al fatto di essere relativamente "pulito". La sua molecola è costituita da 4 atomi di idrogeno e uno di carbonio (CH₄): bruciando, è l'idrocarburo che libera la minor quantità di carbonio per questo è meno dannoso per l'ambiente. Produce emissioni di CO₂ inferiori del 25% rispetto alla benzina, del 16% rispetto al Gpl, del 30% rispetto al diesel e del 70% rispetto al carbone. La sua capacità di formare ozono è inferiore del 80% rispetto alla benzina e del 50% rispetto a gasolio e Gpl. Inoltre, le emissioni della combustione non contengono residui

carboniosi, benzene e polveri ultrasottili PM10, a differenza di benzine e gasolio. Tra tutti i combustibili fossili, il metano è sicuramente il più "ecologico". Si prevede che il suo utilizzo sia destinato ad aumentare grandemente nel prossimo futuro.

La tecnologia di cattura e sequestro geologico della CO₂ (CCS)

Dato che le fonti fossili sono destinate a essere protagoniste dello scenario energetico mondiale ancora per molto tempo, occorre agire subito, direttamente sul loro utilizzo, per ridurre le emissioni di CO₂ legate alla loro combustione. La tecnologia CCS (*CO₂ Capture & Storage*) consente di catturare e sequestrare la CO₂ generata dall'impiego delle fonti fossili, riducendo le emissioni in atmosfera.

Per quanto riguarda la **cattura della CO₂**, esistono tecnologie già note e utilizzate dall'industria petrolchimica e altre sono in via di sviluppo. Allo stato attuale la CO₂ può essere catturata attraverso tre modalità principali:

- **post-combustione:** la cattura post-combustione consiste nella separazione della CO₂ dai fumi generati dalla combustione e preventivamente depurati dagli inquinanti mediante gli attuali sistemi di trattamento. Tale separazione avviene utilizzando un solvente che assorbe la CO₂ a bassa temperatura e la rilascia in seguito per riscaldamento, generando una corrente di CO₂ pressoché pura.
- **pre-combustione:** la cattura pre-combustione consiste nel rimuovere la CO₂ prima della combustione. Il combustibile fossile viene gassificato con ossigeno per generare idrogeno e CO₂. La CO₂ viene separata, mentre l'idrogeno è utilizzato per la generazione elettrica in un ciclo combinato o per altri usi come vettore energetico.
- **ossi-combustione:** con questa metodologia la combustione dei combustibili fossili è alimentata con ossigeno anziché con aria, generando una corrente gassosa costituita principalmente da CO₂ e vapore d'acqua. Il vapore d'acqua è separato per condensazione e la corrente di CO₂ concentrata può essere compressa e stoccata.

Una volta catturata e compressa, la CO₂ è trasportata attraverso condotte fino al sito di **stoccaggio** e iniettata a profondità di circa un chilometro nel sottosuolo. I giacimenti esauriti di idrocarburi e gli acquiferi salini (corpi idrici profondi con enorme capacità di assorbimento per la CO₂) sono considerati serbatoi adatti al confinamento geologico permanente dell'anidride carbonica.

La CO₂ è iniettata a pressioni elevate, tali da raggiungere il comportamento cosiddetto "supercritico", vale a dire uno stato assimilabile al gas per la capacità di diffondersi rapidamente negli spazi porosi della formazione geologica, e simile al liquido in termini di densità e quindi di quantità immagazzinabili. Nei giacimenti esauriti di petrolio o di gas la CO₂ va a occupare i pori in cui erano intrappolati gli idrocarburi. Nel caso in cui quantità rilevanti di idrocarburi fossero ancora presenti nel giacimento al momento dell'iniezione, la CO₂ può anche favorire la produzione aggiuntiva di petrolio o gas (processi di *Enhanced Oil Recovery - EOR* e *Enhanced Gas Recovery - EGR*).

Costi e fattibilità

Nell'effettiva applicazione della CCS rimangono ancora difficoltà da superare legate prevalentemente ai **costi**. Lo stadio iniziale di cattura della CO₂ ha un costo energetico ed economico rilevante, che copre circa l'80% dei costi complessivi della tecnologia. Per agire positivamente su tale fase, è necessario operare su impianti che emettano grandi quantità di CO₂. La CO₂, una volta separata, va trasferita al sito di stoccaggio, la cui distanza deve essere contenuta per minimizzare i costi. Per percorsi dell'ordine delle decine di chilometri, il trasporto incide per circa il 15% sul costo totale. Lo stadio finale di iniezione nel sottosuolo rappresenta il 5% del costo complessivo. Questa, tuttavia, è la fase più delicata dal punto di vista della sicurezza e incide significativamente sulla sostenibilità dell'intero processo. L'iniezione di CO₂ è però un processo noto nel mondo petrolifero, che ne conosce bene gli aspetti tecnologici e geologici. Per decenni le compagnie petrolifere, infatti, hanno re-iniettato la CO₂ proveniente dal trattamento di gas acidi in giacimenti di idrocarburi, per mantenere la pressione e sostenere la produzione.

Le conoscenze e l'esperienza maturata dal settore petrolifero possono essere applicate alle tecnologie di cattura e stoccaggio della CO₂, ad esempio per la scelta dei siti più adatti al sequestro dell'anidride carbonica. Infatti, permette di conoscere le caratteristiche di porosità del sito di stoccaggio, che definiscono il volume potenziale di stoccaggio; valutare

le conseguenze sulla stabilità meccanica della formazione geologica e gli eventuali effetti sismici; individuare le caratteristiche delle rocce di copertura per garantire la tenuta nel tempo della CO₂ iniettata.

L'utilizzo di giacimenti acquiferi salini come serbatoi di CO₂ rappresenta un'opzione attualmente meno matura, che richiede lo sviluppo di maggiori conoscenze, non essendo questi bacini così largamente studiati come i giacimenti di idrocarburi. D'altra parte, i giacimenti acquiferi sono presenti anche in aree in cui non sono prodotti petrolio e gas e offrono potenzialità di stoccaggio considerevolmente maggiori rispetto ai giacimenti esauriti o in declino.

Risparmio energetico

Utilizzo delle buone pratiche

Nel migliorare il rendimento nell'utilizzo delle risorse naturali (e non solo l'energia) avranno sicuramente un ruolo fondamentale la ricerca e l'innovazione tecnologica, le politiche energetiche nazionali e locali, ma soprattutto la cultura e il comportamento della popolazione.

La riduzione e la corretta gestione dei rifiuti, l'uso appropriato degli elettrodomestici, la gestione intelligente delle luci di casa e del riscaldamento di uffici e appartamenti, l'utilizzo di mezzi di trasporto pubblici anziché della propria automobile, sono tutte azioni che, se messe in atto da tutti noi quotidianamente, comportano una riduzione degli sprechi di energia, un aumento del rendimento del sistema energetico nel suo complesso e soprattutto un "risparmio" in termini di risorse naturali, di ambiente e anche di soldi.

Ognuno di noi può quindi adoperarsi per il risparmio energetico delle fonti attuali grazie all'uso di tecnologie innovative, ma anche adottando piccole accortezze nella vita di tutti i giorni. Impegnarsi per realizzare lo sviluppo sostenibile non significa comunque rinunciare a quello che si ha, quanto piuttosto evitare gli sprechi.

Tu cosa puoi fare

I nostri piccoli gesti quotidiani possono contribuire al risparmio energetico e consistono in alcuni modi di comportamento relativi all'utilizzo "dell'energia domestica", ovvero all'energia utilizzata per il riscaldamento e la corrente elettrica.

Pensate che l'energia domestica assorbe più del 18% del fabbisogno energetico nazionale ed è responsabile del 27% circa delle emissioni inquinanti. Noi possiamo fare in modo di risparmiare fino al 50% dell'energia domestica che consumiamo!

Ognuno degli elettrodomestici presenti nelle nostre case consuma energia: è importante leggere l'etichetta energetica al momento della scelta d'acquisto e preferire quelli a minore consumo. Accertiamoci sempre che i modelli che ci vengono proposti siano ad alta efficienza e che l'apparecchio abbia il marchio IMQ o altro marchio europeo di garanzia. Inoltre se l'elettrodomestico è robusto e riparabile, durerà più a lungo e si eviteranno i costi per il loro smaltimento. Migliorare l'efficienza in un sistema energetico significa: - per il riscaldamento nelle abitazioni, diminuire la quantità di energia necessaria per riscaldare un metro quadrato; - per il frigorifero, diminuire la quantità di energia elettrica che consuma in un giorno; - per il forno a gas, diminuire l'energia necessaria per funzionare un'intera giornata; - per il condizionatore, diminuire la quantità di energia elettrica che consuma in un giorno.

Qui di seguito si riporta una serie di azioni con cui è possibile risparmiare energia nelle abitazioni senza rinunciare al comfort e al benessere.

La corrente elettrica

Risparmi di energia elettrica considerevoli possono essere ottenuti attraverso un comportamento consapevole degli utenti e attraverso l'adozione delle cosiddette "buone pratiche", come per esempio:

- evitare di lasciare l'illuminazione accesa nelle stanze non occupate;
- scegliere lampadari con minor numero di lampade (a parità di illuminazione prodotta i lampadari con più lampade consumano più energia rispetto a quelli con una lampada sola);
- posizionare il frigorifero o il congelatore in luoghi areati lontani da fonti di calore;

- regolare il termostato dei frigoriferi o dei congelatori su un livello intermedio (posizioni più fredde comportano un inutile aumento dei consumi del 10-15%);
- per le lavatrici utilizzare, ove possibile, cicli di lavaggio a bassa temperatura;
- per televisori, videoregistratori e apparecchi elettronici in genere evitare di mantenere acceso lo stand-by.

L'adozione di queste semplici regole, che non comporta investimenti economici, consente di ottenere risparmi apprezzabili nell'ordine del 10-20%.

Notevoli risparmi di energia si possono poi ottenere sostituendo le apparecchiature comuni con quelle ad elevata efficienza (nei Paesi occidentali gli elettrodomestici consumano quasi il 50% dell'energia elettrica totale prodotta). Gli interventi possono riguardare sia l'illuminazione, sia gli elettrodomestici.

Per quanto riguarda l'illuminazione, la sostituzione delle lampadine a incandescenza con quelle a basso consumo energetico (una lampada più efficiente di un'altra è quella che consuma meno energia per ottenere la stessa illuminazione) comporta una riduzione media dei consumi per l'illuminazione dell'80% (in Italia il 13,5% dell'energia elettrica è consumata per l'illuminazione delle abitazioni e una buona condotta di consumo energetico può portare a ridurre notevolmente tale quota).

Per quanto riguarda le apparecchiature, sono da tempo disponibili sul mercato elettrodomestici ad alta efficienza. Frigoriferi, congelatori, lavatrici e lavastoviglie in commercio sono dotati di un'etichetta energetica. Tali etichette, rese obbligatorie da una direttiva comunitaria, definiscono sette classi di efficienza energetica che vanno dalla A (basso consumo) alla G (alto consumo). Gli elettrodomestici ad alta efficienza possono consumare fino a un terzo dell'energia elettrica consumata dagli elettrodomestici di fascia più bassa. Gli attuali modelli (frigoriferi, lavatrici, lavastoviglie) permettono un risparmio complessivo del 74% dell'energia consumata.

Fare il bucato risparmiando energia

Le lavatrici consumano il 25% circa dell'energia elettrica impiegata per usi domestici e ogni anno producono emissioni inquinanti calcolabili in 7 milioni di tonnellate di anidride carbonica, 65.000 tonnellate di anidride solforosa e 20.000 tonnellate di ossidi di azoto.

Esistono modelli con il doppio ingresso di acqua (calda e fredda a seconda del programma utilizzato) che consentono un risparmio maggiore, mentre i modelli "lava e asciuga" consumano molta energia.

Alcuni pratici consigli:

- scegliere modelli con programma a mezzo carico e termostato regolabile
- pulire il filtro e le vaschette del detersivo e utilizzare prodotti anticalcare (come il bicarbonato di sodio)
- evitare il prelavaggio e utilizzare basse temperature (30-60°C)
- preferire l'utilizzo nelle ore serali e notturne perché le centrali vengono impiegate di meno e possono erogare energia senza sovraccarichi di potenza.

Risparmio energetico in cucina

La lavastoviglie

Una lavastoviglie, per un ciclo di lavaggio a 65°C, consuma in media 20-30 grammi di detersivo e 1,5-2 kWh e produce circa 1 chilogrammo di anidride carbonica.

Ricordiamoci di non accostare questo elettrodomestico al frigorifero e di accertarsi della presenza del tasto BIO per l'utilizzo con detersivi privi di fosforo (elemento molto inquinante).

Alcuni pratici consigli:

- pulire il filtro e i forellini dei bracci rotanti

- mettere regolarmente il sale nell'apposito contenitore perché l'impianto di decalcificazione rimanga efficiente
- utilizzare cicli di lavaggio economici o rapida a basse temperature (50°C al massimo)
- rinunciare all'asciugatura con aria calda: risparmiando il 45% di energia su un ciclo completo aprendo lo sportello e lasciando che le stoviglie si asciugano da sé, rappresenta circa il 5% dei consumi di energia elettrica per uso domestico.

Il frigorifero

Il frigorifero è l'elettrodomestico che rimane costantemente acceso e che consuma più di tutti gli altri: è importante che scegliamo un apparecchio con la capacità e le caratteristiche tecniche in base alle reali esigenze del nucleo familiare (esempio: 100-150 litri per una persona, 220-280 litri per due persone). Non dimentichiamo che fino a poco tempo fa tutti i frigoriferi utilizzavano nei loro circuiti di raffreddamento i gas responsabili dell'assottigliamento della fascia di ozono.

Il frigorifero deve essere posizionato lontano da fonti di calore (lavastoviglie, forno, fornelli, termosifoni) e ad almeno a 10 centimetri dalla parete per assicurare la ventilazione necessaria alla serpentina. Questa deve essere ripulita periodicamente dalla polvere per assicurare un buon raffreddamento.

Alcuni consigli pratici:

- controllare periodicamente la tenuta delle guarnizioni di gomma delle porte
- sbrinare il freezer quando lo strato di ghiaccio supera i 5 millimetri perché i consumi possono aumentare anche del 30%
- regolare il termostato in modo diverso a seconda della temperatura dell'ambiente
- non introdurre alimenti caldi o liquidi scoperti perché aumentano lo strato di ghiaccio sulle pareti
- evitare di riempire il frigorifero eccessivamente per lasciare all'aria la possibilità di circolare.

Il forno

Attualmente la tecnologia assicura ottime prestazioni di cottura e un notevole risparmio energetico utilizzando un forno a gas rispetto a quello elettrico. I modelli auto-ventilati permettono un riscaldamento più veloce e uniforme.

Alcuni consigli pratici:

- utilizziamo tutti i ripiani del forno
- evitiamo di aprirlo durante la cottura
- è possibile spegnere il forno un po' prima della fine cottura lasciando i cibi all'interno.

Risparmio energetico nel resto della casa

Il condizionatore

Per salvaguardare la nostra salute è bene mantenere puliti i filtri dove si possono accumulare sostanze dannose come batteri e polveri. Inoltre è bene non impostare una temperatura troppo differente da quella esterna perché altrettanto nocivo per noi e molto dispendioso da un punto di vista energetico; infatti, sarebbe meglio utilizzare ventilatori o deumidificatori, favorire il raffreddamento della casa tenendo aperte le finestre la sera e lasciare circolare l'aria.

Il ferro da stiro

I ferri da stiro più leggeri, a vapore con dispositivo anticalcare e con una potenza di 1200 Watt sono più che sufficienti per un uso domestico. Ricordiamoci di regolare la temperatura adatta al tipo di tessuto da stirare.

Oggi esiste uno strumento in più per informare gli utenti/consumatori e spingerli sulla via del risparmio energetico:

l'etichetta energetica che, per legge, deve essere esposta su tutti i gli elettrodomestici. L'etichetta contiene, tra l'altro,

informazioni relative ai consumi energetici dell'apparecchio e la relativa classe di efficienza energetica contraddistinta da una lettera. A indica i consumi più bassi e G quelli più alti. Da oggi, dunque, risparmiare energia sarà sempre più facile.

Tv

Il televisore è uno degli apparecchi elettronici che rimane acceso per molte ore al giorno come può succedere anche per il computer! Ricordiamoci di spegnere questi apparecchi quando non si usano e non appena possibile, abilitare le funzioni risparmio e spegnere almeno il monitor per pause superiori ai 10 minuti. Radio e registratori portatili, orologi, macchine fotografiche, telefonini si utilizzano generalmente con l'alimentazione a batterie. Queste sono un rifiuto pericoloso e problematico da smaltire, di conseguenza utilizziamo batterie ricaricabili, alcaline o al litio e togliamole dall'apparecchio quando non lo utilizziamo. Ma stiamo attenti al momento dell'acquisto: alcune torce, orologi e calcolatrici funzionano a energia solare!

Stand-by

I sistemi di stand-by sono un vero e proprio spreco energetico: pensate che per far girare un compact disk servono 15 Watt e se ne consumano 11 solo per tenere acceso il lettore!

La maggior parte dei moderni elettrodomestici (TV, videoregistratori, computer, forni a microonde, etc.), quando non accesi, possono essere lasciati in stand-by (o "sleep mode"), di regola segnalato da piccole spie visibili sull'apparecchio.

Ad esempio la televisione rimane in stand-by quando è spenta utilizzando il telecomando e non l'interruttore.

In tale modalità il consumo di energia elettrica si riduce ma non si annulla rispetto alla modalità di utilizzo attivo.

Anche gli elettrodomestici spenti continuano a consumare quantità minime di energia elettrica se collegati alla rete elettrica; il consumo si azzerava del tutto solo quando la presa dell'apparecchio è staccata dalla rete o, nel caso in cui l'apparecchio sia collegato ad una presa multipla, quando si spegne l'interruttore della presa.

Complessivamente, i consumi di energia elettrica della modalità stand-by non sono trascurabili: ricordandoti di spegnere gli elettrodomestici quando non sono in uso, potrai facilmente arrivare a risparmiare circa l'8% dei tuoi consumi annui di energia elettrica.

Come si fa a eliminare lo spreco di energia degli apparecchi elettrici quando non sono in funzione?

Acquista una presa elettrica multipla cui collegare gli elettrodomestici: spegnendo l'interruttore della presa potrai annullare del tutto il consumo elettrico degli apparecchi. Ricorda anche di staccare i carica batterie quando non sono in funzione.

L'illuminazione

L'Unione Europea ha sancito la graduale messa al bando delle lampadine a incandescenza (per quanto riguarda la produzione ex-novo) con la seguente tabella di marcia:

- dal settembre 2009 è vietata la produzione di lampadine a incandescenza da 100 W o di più e di tutte quelle a bulbo smerigliato o opalino;
- dal settembre 2010 di quelle da 75 W;
- dal settembre 2011 di quelle da 60 W;
- dal settembre 2012 di qualsiasi potenza.

Fanno eccezione le lampadine a incandescenza per usi specifici (es. frigo, forno, ecc...).

Una lampadina ad incandescenza da 100 watt (W) illumina come una lampadina fluorescente compatta da 20W: questo significa che le due lampadine emettono un flusso luminoso simile (misurato dal lumen, lm).

Il rapporto lumen/watt esprime l'efficienza luminosa della lampada: mentre le lampade ad incandescenza da 100W sono

caratterizzate da un'efficienza luminosa modesta (14 lm/W), perchè circa l'80% dell'energia elettrica è trasformata in calore e solo il restante 20% in luce, le CFL da 20W hanno un'efficienza luminosa ben più elevata (60 lm/W).

Il meccanismo di funzionamento più efficiente consente di ridurre fino all'80% i consumi di energia elettrica a parità di flusso luminoso.

Una lampadina a basso consumo costa un po' di più, ma ha una vita media notevolmente superiore a quella di una lampadina tradizionale (10.000 ore, rispetto a 1.000 ore della lampadina ad incandescenza).

Sostituire le lampadine ad incandescenza risulta molto vantaggioso: il maggior costo legato al loro acquisto si recupera infatti in tempi molto brevi.

Altre iniziative:

- Spegni le luci quando non servono.
- Pulisci regolarmente gli apparecchi di illuminazione: polvere, fumo e vapori grassi della cucina possono ridurre la quantità di luce emessa fino al 20%

Il riscaldamento

Per quanto riguarda il riscaldamento, nelle abitazioni si dovrebbero ricreare le condizioni di una bella giornata di primavera: 20 gradi centigradi, umidità di circa 50%, buon ricambio dell'aria:

- riscaldare al minimo i locali poco o per niente utilizzati;
- durante il giorno mantenere la temperatura a 20 gradi centigradi, di notte a 16 gradi centigradi (1 grado in meno equivale a un risparmio del 5-7%) e comunque rispettare i limiti massimi di temperatura interna alla casa e il periodo stagionale di accensione degli impianti, entrambi stabiliti dai singoli comuni;
- di sera chiudere le imposte o abbassare gli avvolgibili e chiudere le tende delle finestre a meno che queste non coprano i radiatori;
- di giorno non ostacolare l'entrata dei raggi del sole attraverso le finestre;
- non coprire i radiatori con mobili, tende o altro (si spreca fino al 40% dell'energia);
- inserire sempre un pannello di materiale isolante tra il muro e il radiatore;
- arieggiare i locali brevemente ma a fondo: aprire le finestre solo pochi minuti, due o tre volte al giorno;
- applicare le guarnizioni per serramenti dove esistono delle infiltrazioni di aria fredda delle finestre;
- coibentare i solai;
- isolare le tubazioni che portano l'acqua calda dalla caldaia ai termosifoni;
- installare sui termosifoni delle valvole termostatiche per il controllo del flusso di acqua calda in base alla temperatura misurata nella stanza;
- controllare almeno una volta all'anno la caldaia e scegliere, all'atto di acquisti di una nuova caldaia, quella con il rendimento più alto (migliorando il rendimento si risparmia anche il 10% di combustibile all'anno);
- se si deve sostituire l'impianto, preferire sistemi che utilizzano fonti energetiche rinnovabili (biomasse) o assimilate (cogenerazione e teleriscaldamento), oppure il gas metano;
- per i condomini con riscaldamento centralizzato installare un sistema di contabilizzazione del calore utilizzato in ogni appartamento: in questo modo è possibile ripartire le spese fra i diversi utenti secondo i propri consumi.