

“Sei comuni efficienti e sostenibili del Vimercatese”

Progetto dei comuni di

Agrate Brianza, Bellusco, Burago di Molgora, Mezzago, Ronco Briantino,

Sulbiate



AMICO DELL'ENERGIA

SPUNTI DI APPROFONDIMENTO

Progetto realizzato con il contributo della Fondazione Cariplo



Con la collaborazione di Terraria S.r.l.



ENERGIA E RISPARMIO ENERGETICO – Spunti di approfondimento

Questa guida, nasce con l’obiettivo di fornirvi alcuni spunti per supportare con contenuti il percorso educativo pratico proposto.

Troverete delle informazioni generali e a alcuni approfondimenti su temi specifici e alcuni suggerimenti da condividere con gli alunni per adottare pratiche più sostenibili per il risparmio di energia e la riduzione delle emissioni di CO2.

1: L’energia - cos’è, quali sono le fonti e come si produce (pag.3)

La visione globale e particolare dell’energia attraverso un percorso che si sviluppa dalle fonti di energia classiche e non rinnovabili per poi raggiungere un più nobile ramo quali le energie da fonti rinnovabili.

- Che cos’è l’energia
- Diverse forme di energia
- Fonti di energia
- Come si trasforma l’energia
- Come si trasporta
- Come si produce l’energia elettrica – una sintesi dei principali sistemi per la produzione di energia elettrica, dalle più tradizionali quali le centrali termo elettriche alla più innovative che sfruttano l’energia dal mare.

2: L’energia e l’ambiente

Il mondo tutt’attorno e l’influenza dell’energia sull’andamento climatico e la sostenibilità ambientale. Imparare a conoscere le conseguenze aiuta a trovare modi e soluzioni per preservare l’ambiente di oggi e di domani.

- L’energia e gli effetti sull’ambiente
 - Consumo risorse
 - Effetto serra (effetto serra naturale, cos’è la CO2, ciclo del carbonio)
 - Aumento dell’effetto serra (I Gas serra-o climalteranti)
- Perché è pericoloso l’effetto serra – Report IPCC 2014 (AR5)
 - Risultati IPCC 2014
 - Gli effetti del cambiamento climatico sui principali comparti della terra (Atmosfera, Oceani, Criosfera, Livello del mare, ciclo del carbonio e altri cicli biogeochimici)
 - I Futuri cambiamenti climatici globali e regionali

3: Le Politiche internazionali per ridurre le emissioni di CO2

Una breve carrellata dei principali incontri internazionali tenutisi a partire da Kyoto, in cui sono state intraprese iniziative a scala globale per la riduzione delle emissioni di CO2.

4: Le buone pratiche per ridurre il consumo di energia e le emissioni di CO2

Grazie ai piccoli gesti che quotidianamente ogni alunno può compiere a scuola come a casa si può incidere sul bilancio energetico del proprio comune. Imparare ed insegnare le buone pratiche è diritto e dovere di un buon cittadino.

- Nelle Abitazioni (serramenti, Riscaldamento, Elettrodomestici)
- L’illuminazione (Come illuminare, scelta delle lampadine)
- Negli acquisti
- Alla guida
- Al lavoro

1: L'ENERGIA – COS'È, QUALI SONO LE FONTI E COME SI PRODUCE

1. Che cos'è l'energia

Tutti noi viviamo la nostra quotidianità in continuo contatto con l'energia. Utilizziamo energia per riscaldare e illuminare la casa, per produrre e trasportare beni; ciascuna delle nostre attività ne prevede l'utilizzo. Senza energia niente funziona e niente si muove.

Dell'energia si occupa la scienza della fisica. Il termine “energia” deriva dal greco en (dentro) ed ergos (lavoro) “lavoro dentro” ed i Fisici, in effetti, la definisco come la capacità di un sistema di compiere un lavoro, dove il lavoro è il risultato dell'applicazione di una forza per uno spostamento. Tale capacità di compiere lavoro viene sfruttata sotto forma di forza motrice, calore o luce.

L'energia è quindi la capacità di compiere lavoro. L'energia è ciò che muove, può anche definirsi come la causa primaria di ogni trasformazione. L'energia non si crea né si distrugge ma si trasforma nelle sue diverse forme.

L'energia è ovunque la troviamo in natura ad esempio nel vento, in una pianta che cresce, in un animale che corre, nell'acqua che scorre...

L'azione dell'uomo si è concentrata nel trovare il modo di trasformare l'energia presente in natura in energia utilizzabile per le proprie attività.

2. Diverse forme di energia

L'energia presente in natura e di cui l'uomo può disporre si distingue in un certo numero di forme eterogenee. In base alle caratteristiche e all'attitudine di ciascuna forma, l'energia può essere convertita in lavoro utile da destinare ad un particolare uso finale ed è possibile scegliere, di volta in volta, la fonte energetica più conveniente in quella specifica circostanza.

Comunemente si distinguono *l'energia meccanica*, associata allo spostamento da parte di una forza, *l'energia termica*, o calore, associata al moto di agitazione delle particelle che compongono la materia, *l'energia elettromagnetica*, o radiante, associata all'emissione di radiazione elettromagnetica prodotta dall'eccitazione degli atomi e delle molecole, *l'energia chimica*, associata alle forze di legame tra atomi nelle molecole, *l'energia elettrica*, associata al moto di particelle cariche elettricamente, e *l'energia nucleare*, derivante dalle forze di legame tra le particelle del nucleo atomico .

Energia chimica

È la forma insita nelle forze di legame tra molecole o atomi di particolari sostanze. È un'energia in potenza, cioè che può esprimersi attraverso opportune reazioni sotto forma di energia termica oppure elettrica. L'energia chimica prevalentemente utilizzata è quella posseduta dai combustibili fossili come petrolio, gas e carbone.

Energia elettrica

Tale forma di energia è caratterizzata dal movimento ordinato di elettroni liberi nei conduttori, soprattutto nei metalli. Più precisamente è scorretto parlare di energia elettrica perché insieme al campo elettrico è sempre presente un campo magnetico e quindi, si dovrebbe parlare più propriamente di “energia elettromagnetica”. Tuttavia questa distinzione è comoda per definire il tipo di energia che normalmente viene utilizzata solo per le sue caratteristiche elettriche. Poiché l'energia elettrica disponibile in natura, come quella che deriva dai fulmini, non è direttamente sfruttabile, è necessario produrre elettricità in modo artificiale, convertendo in energia elettrica altre forme disponibili in natura.

Energia elettromagnetica

Detta anche energia radiante è legata all'interazione tra un campo elettrico ed uno magnetico, ed è l'unico tipo di energia che si trasmette senza il supporto di alcun mezzo fisico quindi anche nel vuoto dove è praticamente assente ogni fenomeno di dissipazione. Si manifesta attraverso il moto delle onde elettromagnetiche che riempiono lo spazio tra i corpi materiali e si muovono alla velocità della luce (ad esempio luce visibile, onde radio, raggi X). In natura è presente soprattutto nella radiazione solare.

Energia meccanica

Quando mettiamo in moto un'auto, il motore compie un lavoro meccanico. In natura vi sono due tipi di energia meccanica: potenziale e cinetica. Il primo deriva dal campo di attrazione gravitazionale che agisce sulla terra. Questa energia è posseduta anche da corpi in quiete e dipende dalla posizione, o “quota” occupata, da ogni corpo nel campo terrestre. Quella cinetica è legata al movimento dei corpi solidi, liquidi e aeriformi. Ad esempio, nel caso del vento si parlerà di energia eolica mentre per l'acqua dei fiumi di energia idraulica e per il mare di energia del moto ondoso.

Energia nucleare

Questa energia è chiamata anche atomica, ed è dovuta alle forze di coesione presenti a livello del nucleo degli atomi. In natura viene liberata spontaneamente da elementi generalmente di grande massa atomica, detti radioisotopi, che emettono radiazioni e/o particelle (radioattività naturale).

Energia termica

Detta anche calore è il movimento caotico delle particelle molecolari che costituiscono qualsiasi corpo materiale. Dal punto di vista microscopico è dovuta all'energia (cinetica e potenziale) presente nella materia legata al moto di atomi e molecole. La quantità di energia termica contenuta in un corpo è indicata dalla sua temperatura; maggiore è il movimento molecolare, maggiore è la temperatura del corpo.

3. Fonti di energia

Tutta l'energia che si trova sulla terra deriva da tre fonti:

- il Sole, che c'irradia costantemente di energia elettromagnetica (luce e calore);
- l'energia nucleare che tiene unite le particelle costituenti i nuclei degli atomi;
- l'energia termica residua concentrata nel centro della terra.

Dall'irraggiamento solare derivano inoltre tutte le altre fonti di energia utilizzabili dall'uomo, nonché ogni forma di vita e l'uomo stesso.

A seconda di come vengono utilizzate dall'uomo le fonti vengono suddivise in primarie e secondarie:

- **primarie** sono le fonti presenti in natura che possono essere utilizzate direttamente così come si trovano senza doverle trasformare. 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.
- **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. Questo processo comporta uso e perdita di energia.

A seconda che le fonti siano destinate ad esaurirsi oppure no, vengono classificate in rinnovabili e non rinnovabili:

- **Fonti non rinnovabili:** le fonti fossili (petrolio, carbone, gas naturale) e l'uranio sono fonti non rinnovabili, vuol dire che la loro disponibilità è limitata perché hanno tempi di rigenerazione lunghissimi: una volta usate, non si possono rinnovare in tempi "umani". Il carbone si è creato nel corso di alcuni milioni di anni dai resti di piante e foreste sommerse. Il petrolio e il gas naturale si sono formati dalla decomposizione di microrganismi degli oceani di una volta. Queste fonti (fossili) sono considerate non rinnovabili, perché si sono generate in ere geologiche e una volta bruciate non sono più disponibili, non si rigenerano e pertanto sono “consumate” e “perdute”.
- **Fonti rinnovabili:** sono quelle forme d'energia che derivano da fonti di energia inesauribili. Sono fonti che 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 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.

4. Come si trasforma

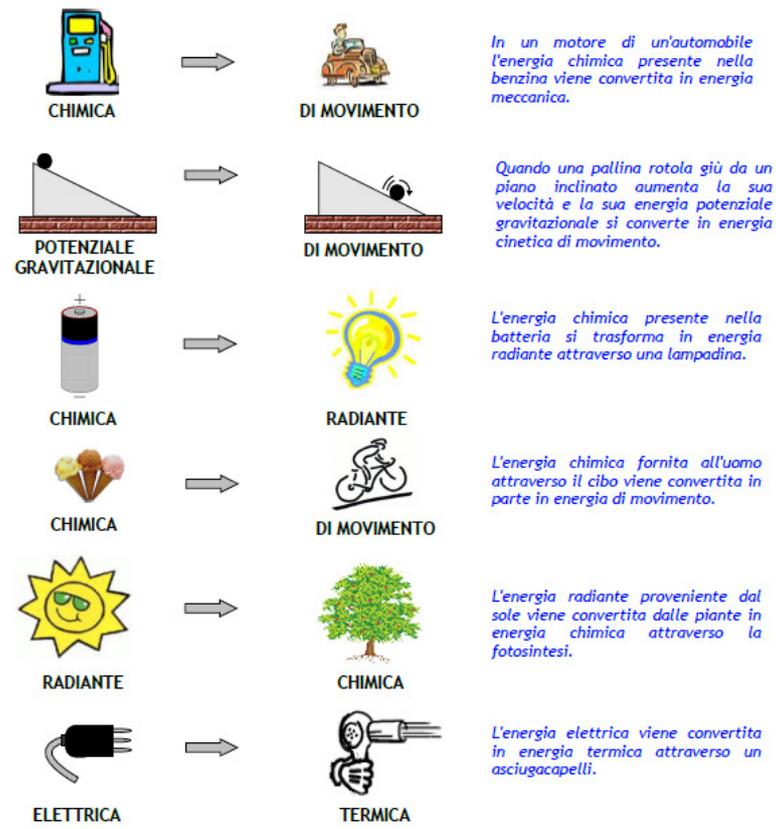
L'energia tende a passare da una forma all'altra, così le varie forme di energia non restano perennemente tali, ma si trasformano le une nelle altre: per esempio, l'energia chimica si trasforma spesso in calore e talvolta (come nel caso della pila) in energia elettrica; l'energia nucleare e l'energia meccanica si trasformano spontaneamente in calore. La conversione di energia da una forma a un'altra può avvenire spontaneamente o in maniera indotta, attraverso macchine o sistemi appositi. Con un generatore elettrico si può trasformare l'energia meccanica in energia elettrica, mentre con un motore elettrico, si trasforma l'energia elettrica in energia meccanica. Con un motore a scoppio, del tipo utilizzato nelle comuni automobili, si sfrutta l'energia chimica del carburante, che viene trasformata, nel corso della combustione (che è una reazione chimica), in energia termica e in seguito in energia meccanica per azionare le ruote dell'automobile. In un tubo al neon l'energia elettrica viene trasformata in energia elettromagnetica, emessa dagli atomi eccitati di neon sotto forma di radiazione luminosa o luce. In natura le piante, per mezzo di un pigmento verde presente nelle foglie, la clorofilla, intercettano l'energia radiante proveniente dal Sole e la trasformano in energia chimica (fotosintesi).

In generale nelle trasformazioni da un energia all'altra si ha una quota di energia che viene persa, ad esempio per l'illuminazione viene usata spesso l'energia elettrica. Le lampade tradizionali trasformano il 5% dell'energia elettrica in luce, quindi solo una piccola quota dell'energia primaria utilizzata per produrre la luce viene usata direttamente a questo scopo. Il resto è perso nella trasformazione e nel trasporto. Al contrario nel caso delle trasformazioni spontanee il rendimento è sempre del 100.

L'efficienza della trasformazione energetica viene indicata dal rendimento che descrive il rapporto tra energia utile ed energia impiegata.

La ricerca energetica, le tecnologie più efficienti hanno appunto lo scopo di produrre energia riducendo il più possibile lo spreco.

Esempi di trasformazione dell'energia



5. Come si trasporta l'Energia

L'energia può essere immagazzinata e anche trasportata. Il trasporto diretto dell'energia dal luogo di produzione a quello di consumo avviene sfruttando l'energia elettrica, attraverso l'utilizzo di reti elettriche (come per esempio la rete elettrica nazionale). La corrente elettrica prodotta nelle centrali elettriche viaggia lungo i tralicci che comunemente vediamo nei nostri campi per distribuire energia nelle case.

Trasportatori di energia sono anche le materie in grado di accumularla.

L'immagazzinamento rende l'energia trasportabile e disponibile. Per esempio, l'energia elettrica può essere immagazzinata in batterie o accumulatori (energia chimica). L'accumulo dell'energia consente il suo uso in telefoni cellulari, PC portatili ecc.

L'energia elettrica può essere anche immagazzinata in un altro modo. Molte centrali idroelettriche possiedono due bacini d'acqua, uno posto in alto e uno in basso. Nei periodi di poca richiesta, l'energia elettrica viene utilizzata per pompare l'acqua dal bacino inferiore a quello superiore e così l'acqua può essere utilizzata un'altra volta per produrre corrente elettrica.

Il calore deve essere immagazzinato in altra maniera, per esempio in acqua o in materiali pesanti (pietre) che sono ottimi accumulatori. Il calore ottenuto da un collettore solare viene normalmente immagazzinato nell'acqua, producendo così acqua calda anche quando non c'è sole. Il calore contenuto in un accumulatore si disperde rapidamente nell'ambiente circostante e per questo motivo gli accumulatori di calore vengono rivestiti con un isolamento termico che impedisce il loro rapido raffreddamento.

Gli accumulatori di questo genere sono detti “sensibili” perché l’accumulo di calore si fa sentire tramite l’aumento della temperatura, ciò che non avviene negli accumulatori “latenti” che sfruttano il fenomeno della transizione di fase di certi materiali. Il vantaggio degli accumulatori latenti consiste nel fatto che, nello stesso volume, può essere accumulato il doppio di energia rispetto agli accumulatori sensibili.

6. Come si produce l’energia elettrica?

La corrente elettrica distribuita nelle nostre case viene prodotta nelle centrali elettriche da grandi generatori, gli alternatori. La parte mobile dell’alternatore (il rotore) viene messo in moto da una turbina a cui è collegato. La rotazione della turbina viene a sua volta prodotta in maniera diversa a seconda del tipo di centrale (termoelettrica, idroelettrica, nucleare, ecc.). In ogni caso in tutte le centrali elettriche, si verificano una serie di trasformazioni energetiche, che provocano il movimento della turbina e quindi produzione di energia meccanica; nell’alternatore si verifica la trasformazione dell’energia meccanica in energia elettrica.

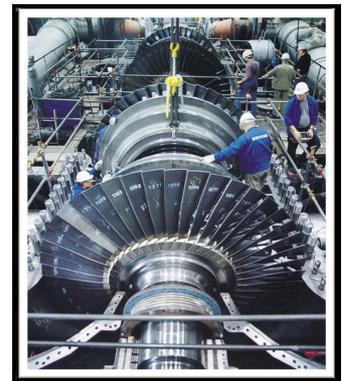
L’energia elettrica prodotta viene dunque trasportata attraverso la linea di trasmissione, costituita da cavi elettrici sorretti da tralicci e stazioni di trasformazione.

Per ridurre le perdite di energia lungo la linea elettrica, sotto forma di calore, si può aumentare la sezione dei fili oppure aumentare la tensione della corrente elettrica.

La tensione della corrente prodotta nelle centrali viene innalzata da 6.000 a 220.000 volt. Prima di essere utilizzata la corrente elettrica subisce un abbassamento di tensione, che la porta prima a 6.000 volt e infine, prima di entrare nelle nostre case, a 220 volt.

La turbina è una macchina rotante che sfrutta l’energia cinetica provocata dal vapore in pressione o da un getto d’acqua per generare la rotazione di un albero.

L’alternatore è una macchina che, posta in rotazione dalla turbina, genera energia elettrica.



Le centrali possono essere:

- A. Termoelettriche
- B. Idroelettriche
- C. Geotermiche
- D. Nucleari
- E. Eoliche
- F. Solari
- G. L’energia dal mare

A. Centrale Termoelettrica

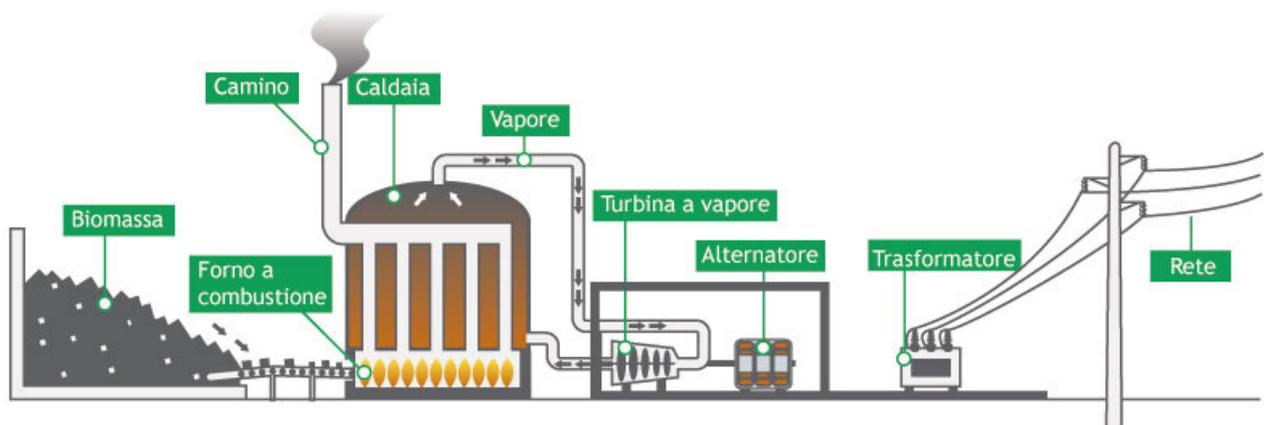
Un elemento **combustibile**(derivati del petrolio, carbone o gas, ma anche, in alcuni casi, biomassa, biogas o rifiuti) viene bruciato in modo da sviluppare calore; questo calore viene trasmesso a una caldaia, nella quale circola acqua ad alta pressione (precedentemente purificata per non danneggiare gli impianti), tale acqua viene così trasformata in **vapore** raggiungendo temperature elevate.



Centrale Termoelettrica a Biomassa

Una centrale a biomasse è una centrale elettrica che utilizza l'energia rinnovabile ricavabile dalle biomasse estraendola attraverso diverse tecniche: l'energia può essere ottenuta sia per combustione diretta delle biomasse, mediante particolari procedimenti tendenti a migliorare l'efficienza, sia mediante pirolisi, sia mediante estrazione di gas di sintesi (syngas) tramite gassificazione.

Il termine biomassa definisce qualsiasi materia organica (cioè derivata dal processo di fotosintesi clorofilliana) con esclusione dei combustibili fossili e delle plastiche di origine petrolchimica. Questa definizione raggruppa una varietà estremamente eterogenea di materiali: può trattarsi, ad esempio, di cascami dell'industria, di residui di lavorazioni agricole e forestali, di legname da ardere, di scarti dell'industria agroalimentare, di sterco e reflui degli allevamenti, di oli vegetali, rifiuti urbani, ma anche specie vegetali coltivate allo scopo, come il pioppo, il miscanto, o altre essenze e specie a crescita rapida e di facile coltivazione, adatte allo scopo.



B. Centrale idroelettrica

Insieme alle centrali termoelettriche sono state le prime tipologie di centrali in uso. Il principio di funzionamento delle centrali idroelettriche si basa sull'utilizzo dell'acqua, o meglio della sua **energia cinetica**, al fine di produrre energia elettrica.

L'impatto ambientale delle centrali idroelettriche è molto minore di quello delle centrali termoelettriche, per via dell'assenza di fumi, e riguarda soprattutto il diverso regime delle acque da esse sfruttate.



Centrale idroelettrica Tacconi di Trezzo sull'adda

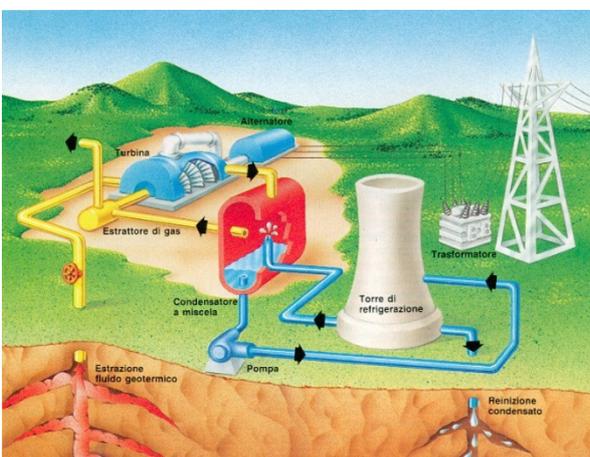


C. Centrale geotermica

Le centrali geotermiche sono centrali termiche che utilizzano come fluido primario per scaldare le caldaie, il calore naturale dei vapori geotermici contenuti nel sottosuolo (energia geotermica). Non esiste dunque, in questo tipo di centrali, alcun processo di combustione.

Più precisamente si basa sulla produzione di calore naturale della Terra (geotermia) alimentata dall'energia termica rilasciata da processi di decadimento nucleare di elementi radioattivi quali l'uranio, il torio e il potassio, contenuti naturalmente all'interno della Terra. La temperatura aumenta da 17 a 30° C per 1 km di profondità. Attraverso la costruzione di un pozzo, iniettando dell'acqua è possibile recuperare il vapore per azionare una turbina come nelle centrali termoelettriche.

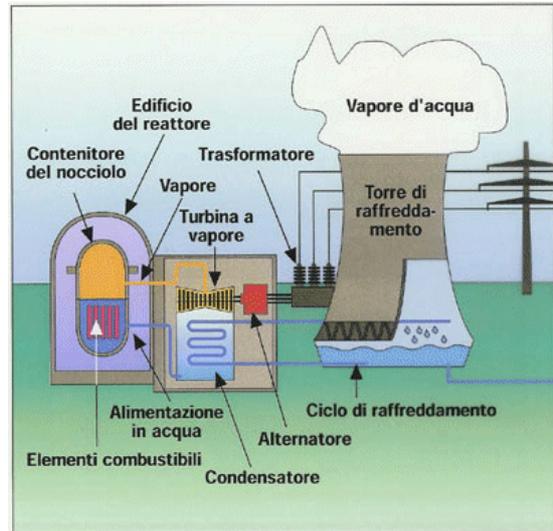
Una volta costruite tali centrali sono estremamente pulite in quanto sfruttano un riscaldamento termico del tutto naturale e non hanno, quindi, scorie o residui atmosferici.



D. Centrale nucleare

L'energia atomica da fissione si basa sul principio fisico del difetto di massa, in cui si spezza un nucleo atomico pesante, per ottenere due nuclei più piccoli, che pesano meno del nucleo originario. La piccola differenza di massa produce grosse quantità di energia. Questa enorme quantità di energia si traduce in una minore necessità di combustibile.

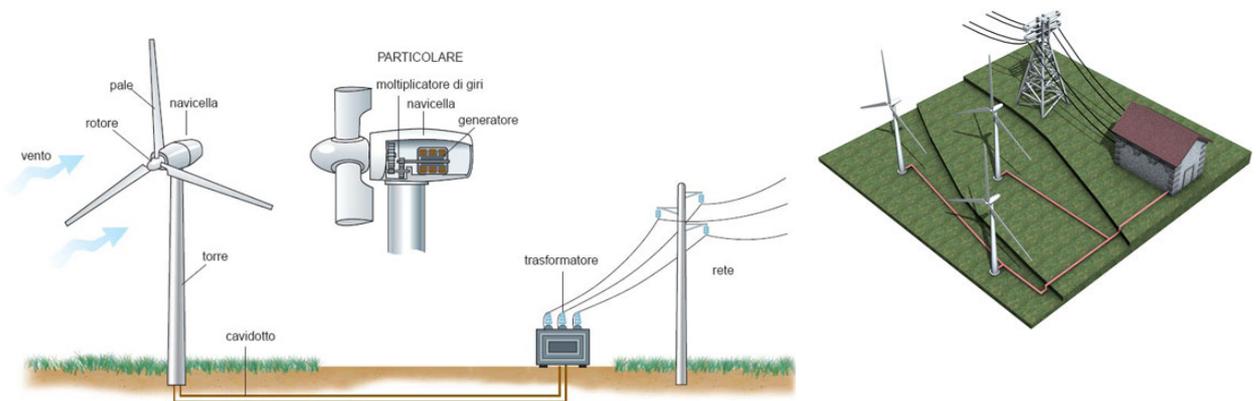
L'energia nucleare da fissione attualmente è utilizzata per la produzione di energia elettrica e producono più del 15% dell'energia elettrica mondiale



E. Centrale eolica

Le centrali eoliche sono centrali che sfruttano la velocità del vento per la produzione di energia elettrica.

Il modulo base di una centrale eolica è il generatore eolico. Questa apparecchiatura è composta da un'elica (o al limite una singola pala) collegata ad un albero al quale è collegato il generatore di corrente.



F. Centrali Solari

Centrale solare termica a concentrazione

Le centrali solari termiche utilizzano come principio di base quello delle centrali termiche classiche, anche in questo caso la differenza sta nel metodo in cui viene scaldata l'acqua della caldaia.

Normalmente la centrale è formata da una superficie nella quale sono posti centinaia di specchi che concentrano i raggi solari in unico punto centrale (detto fuoco) nel quale si trova la caldaia. Questa colpita da tutti i raggi deviati dagli specchi si scalda fino a raggiungere temperature sufficientemente elevate per completare il ciclo del vapore fino alla turbina. Oppure da campi di concentratori parabolici lineari (in inglese parabolic trough), che riscaldano il fluido all'interno di condotti che percorrono la linea del fuoco.

Attualmente gli impianti che sfruttano la tecnologia solare a concentrazione sono:

A collettori parabolici lineari

I sistemi a collettori parabolici lineari sono degli impianti costituiti da file di collettori di forma parabolica che riflettono le radiazioni solari e le concentrano su un tubo ricevitore, all'interno del quale scorre un fluido termovettore.

Il riscaldamento del flusso, a una temperatura che arriva fino ai 400 gradi, genera la conversione della radiazione solare in energia termica che, trasportata e trasformata in vapore tramite uno scambiatore di calore, viene utilizzata per alimentare il ciclo a vapore e generare corrente elettrica.



Questa tipologia di impianto presenta un elevato **rendimento termico che si aggira intorno ai 30-80 MW**.

A torre centrale

I sistemi a torre centrale sono degli impianti che utilizzano eliostati, ovvero degli specchi riflettenti disposti a cerchio, in grado di inseguire il movimento del sole e concentrare le radiazioni solari verso un ricevitore collocato su una torre.

All'interno del ricevitore è collocata una caldaia contenente un fluido termovettore che, portato a elevate temperature, producendo il vapore per alimentare una turbina, genera l'energia elettrica.

In Europa uno degli impianti più grandi è quello di Siviglia inaugurato nel 2009 “PS20”. Costituito da 1255 eliostati, specchi che seguono la luce del sole per rifletterla e concentrarla su un ricevitore collocato in cima ad una torre alta 160 metri. Ha una capacità di circa 20 MW coprendo così il fabbisogno energetico di 10mila appartamenti e risparmiando all’atmosfera circa 12mila tonnellate di emissioni di CO2 all’anno





Nella parte californiana del deserto del Mojave, negli Stati Uniti, è diventato operativo l’impianto solare di Ivanpah, la più grande centrale termica a concentrazione solare del mondo. A 65 chilometri di distanza da Las Vegas, sono stati collocati circa 300mila specchi, ognuno dei quali è motorizzato e può cambiare il proprio orientamento, per riflettere i raggi solari verso una torre centrale che contiene acqua. I raggi concentrati sulla torre portano l’acqua a produrre vapore, che a sua volta fa muovere le turbine per la produzione dell’energia elettrica.

Dish – stirling

I **sistemi dish-stirling** sono degli impianti costituiti da una parabola riflettente, in grado di inseguire il movimento del sole, concentrando le radiazioni su un ricevitore, costituito da un motore, lo *stirling*, a combustione esterna, collocato sul punto focale. Ciò significa che, in questo punto viene concentrato il massimo livello di radiazioni solari.

Il **vantaggio principale** di questa tipologia di sistemi è quella che lo *stirling* funziona con tutte le fonti di calore, in quanto sfrutta le potenzialità di gas a ciclo chiuso e che per questo non scambiano con l'esterno. Il motore stirling trasforma l’energia termica in energia meccanica, con il movimento dei pistoni, e quindi in energia elettrica mediante un alternatore. I principali benefici dei motori stirling consistono nell’assenza di emissioni e nel funzionamento silenzioso.



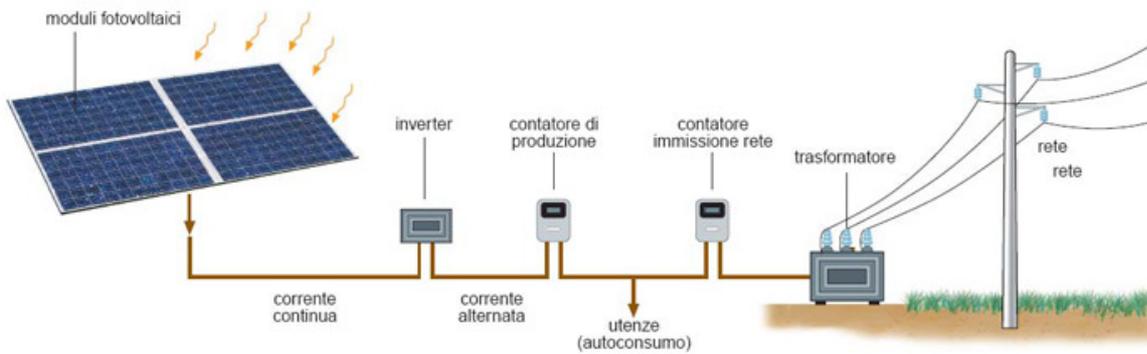
Questa tipologia di impianti che sfruttano la tipologia del solare termodinamico sono **ideali per alimentare utenze isolate dalla rete elettrica standard** e possono essere installati anche in serie in base alle esigenze energetiche.

Centrale solare fotovoltaica

Le centrali basate su **pannelli fotovoltaici** convertono direttamente l’energia solare in corrente elettrica continua sfruttando l’effetto fotovoltaico delle celle che costituiscono i pannelli.

La tensione elettrica continua prodotta dai pannelli, viene convertita in alternata mediante un dispositivo elettronico detto **inverter** prima di essere immessa nella linea trasmissiva mediante un trasformatore elevatore di tensione.





G. L'energia dal Mare

L'energia dal mare può essere estratta attraverso tecnologie che utilizzano l'acqua di mare come forza motrice o attraverso tecnologie che sfruttano il suo potenziale chimico o termico. Nel dettaglio l'energia del mare può essere suddivisa in sei fonti distinte: le onde, maree, correnti di mare, correnti marine, gradienti di temperatura e salinità. Ognuna di queste fonti richiede una particolare tecnologia per la conversione in energia elettrica.

Ecco alcuni esempi di tecnologia in studio o già applicate per sfruttare il mare come fonte di energia:

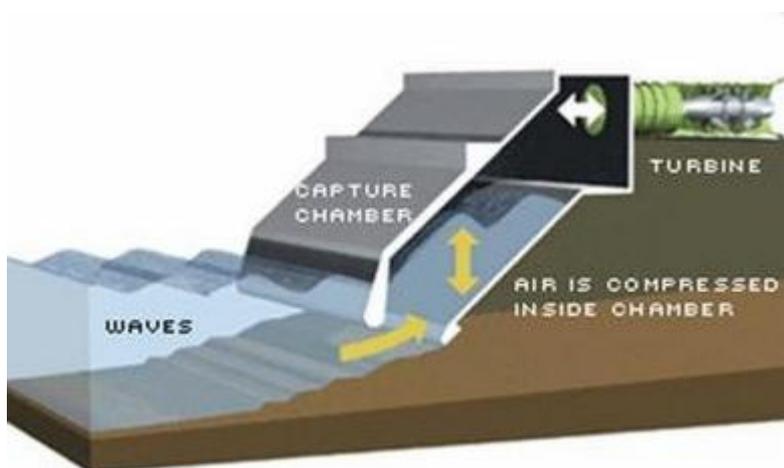
Energia dalle onde

La ricerca sta approfondendo diverse tecniche per lo sfruttamento delle onde come fonti di energia:

- concentrare e focalizzare le onde in modo da aumentarne l'altezza e il potenziale di conversione in energia elettrica
- utilizzare le variazioni di pressione che si riscontrano al di sotto della superficie del mare
- utilizzare dei galleggianti che "copiano" il moto ondoso trasferendolo a dei generatori per mezzo di pistoni idraulici.

Il principio della colonna d'acqua oscillante (OWC)

Si tratta di una soluzione tecnologica che sfrutta il principio della colonna d'acqua oscillante: **l'OWC (Oscillating Water Column)**.



Questo tipo di impianti viene installato lungo la costa, con indubbi vantaggi rispetto alle installazioni in mare aperto. Soprattutto per quanto riguarda i costi di realizzazione, che sono inferiori dal momento che non risulta necessaria la presenza di elettrodotti sottomarini o di sistemi di ancoraggio al fondale.

I sistemi OWC sono formati da strutture in acciaio o calcestruzzo, in parte immerse in mare. Anche se normalmente vengono realizzati nei pressi della linea di costa, possono

anche essere installati su piattaforme off-shore, per sfruttare la maggiore potenza delle onde al largo delle coste.

L'energia elettrica si ottiene grazie a un processo di tipo pneumatico, abbinato al particolare principio di funzionamento delle turbine Wells. L'onda ascendente provoca una compressione d'aria all'interno della camera in cui è installata la turbina, mettendola in rotazione. L'onda discendente provoca invece una decompressione, che anch'essa mette in moto la turbina.

La particolarità della turbina Wells consiste nel fatto che, pur funzionando con due flussi d'aria in direzioni opposte (compressione e decompressione), il suo senso di rotazione non cambia.

Il funzionamento di tipo pneumatico presenta un grande vantaggio: la parte meccanica e la turbina non subiscono l'azione corrosiva dell'acqua marina. I principali svantaggi di questa tecnologia sono dati dall'impatto visivo e dalla rumorosità della turbina.

Esistono diversi esempi di impianti OWC realizzati e perfettamente funzionanti; per questo motivo la tecnologia OWC costituisce oggi la soluzione più economica per produrre energia elettrica dal moto ondoso. Il range di potenza degli impianti esistenti va dai 60 kW ai 1000 kW.

Sistemi con apparati galleggianti

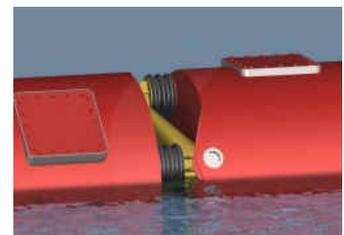
Il progetto **Pelamis** è un sistema con galleggianti ed utilizza l'ampiezza dell'onda, è formato da una struttura semisommersa che grazie al movimento dettato dalle onde agisce su dei pistoni idraulici accoppiati a dei generatori.

In genere la singola struttura è composta da 5 elementi congiunti, ha un diametro di 3,5 m ed è lungo 150 metri, la potenza è di 750 kW.

Particolare dello snodo, i materiali devono essere resistenti all'azione corrosiva dell'acqua di mare e sono previsti accessi alla struttura per eventuali interventi di manutenzione e/o riparazione.



Particolare del pistone idraulico, una pompa ad olio ad alta pressione aziona dei motori idraulici accoppiati al generatore.



I maggiori problemi di questa tecnologia sono dovuti all'impatto visivo e all'occupazione di superficie marina, potenzialmente pericolosa per la navigazione.

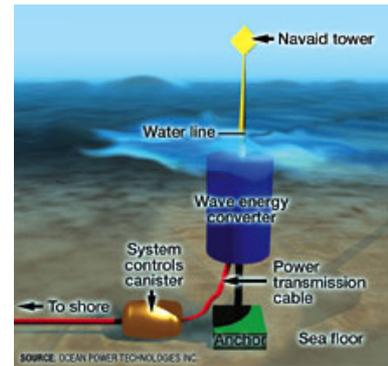
Sistemi con impianti sommersi

Si tratta di una tecnologia off-shore che sfrutta il principio di Archimede l'**AWS (Archimedes Wave Swing)**.

Questo progetto consiste in una struttura ancorata al fondo marino nella quale una camera d'aria è compressa al momento del passaggio dell'onda sopra il sistema e risale quando l'onda è passata; nel sistema commerciale si dovrebbe avere una potenza di 2 MW, con una struttura (completamente sommersa) alta 30 metri e 10 metri di diametro, la massima efficienza si ha con onde che abbiano una ampiezza di 5 metri.



A marzo 2004 l'americana **Ocean Power Technologies**, ha messo a punto un sistema simile, che a differenza del sistema AWS, prevede un elemento affiorante. Il costo del kWh per questa tecnologia è stimato in 3-4 centesimi per un impianto di 100 MW



Sistemi di superficie con bacino di raccolta

Un'altro modo per utilizzare le onde è studiato dalla società danese **Wave Dragon** e affronta la questione in modo più tradizionale: cattura l'acqua dell'onda in un bacino sopraelevato tramite una "rampa" e la fa passare per delle turbine ad elica posizionate poco sopra al livello medio/inferiore dell'onda e al centro del "bacino".

Progetto italiano per frangiflutti a recupero energetico

Viene descritto un sistema frangi - flutto in grado di attuare anche lo sfruttamento della forza d'urto delle onde del mare per produrre energia elettrica. Si tratta di una struttura del tutto simile a quelle in corso di sperimentazione da molto tempo ma dalle quali si distingue per la presenza di un serbatoio idropneumatico, finora mai utilizzato in applicazioni del genere, ma che si ritiene essere in grado di regolarizzare il flusso e cioè di trasformare un'energia pulsante come quella delle onde in energia che si mantiene costante per periodi di una durata compatibile con una sua utilizzazione ai fini idroelettrici.

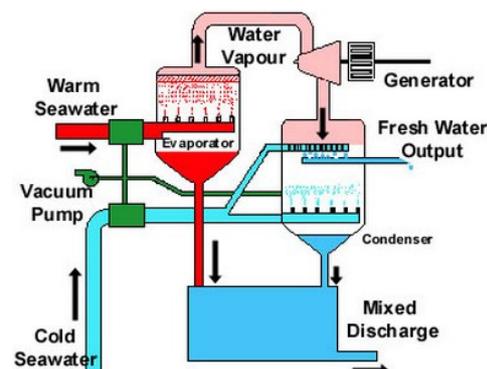
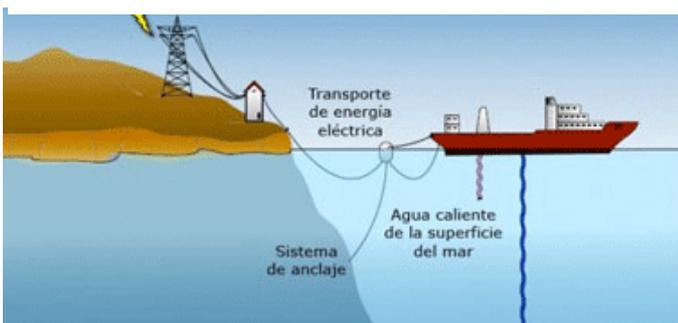


Energia dal gradiente termico

Sfrutta le differenze di temperatura tra la superficie marina (generalmente più calda) e le profondità oceaniche (nell'ordine delle centinaia di metri). Spesso viene anche indicata come **OTEC**, acronimo inglese per Ocean Thermal Energy Conversion.

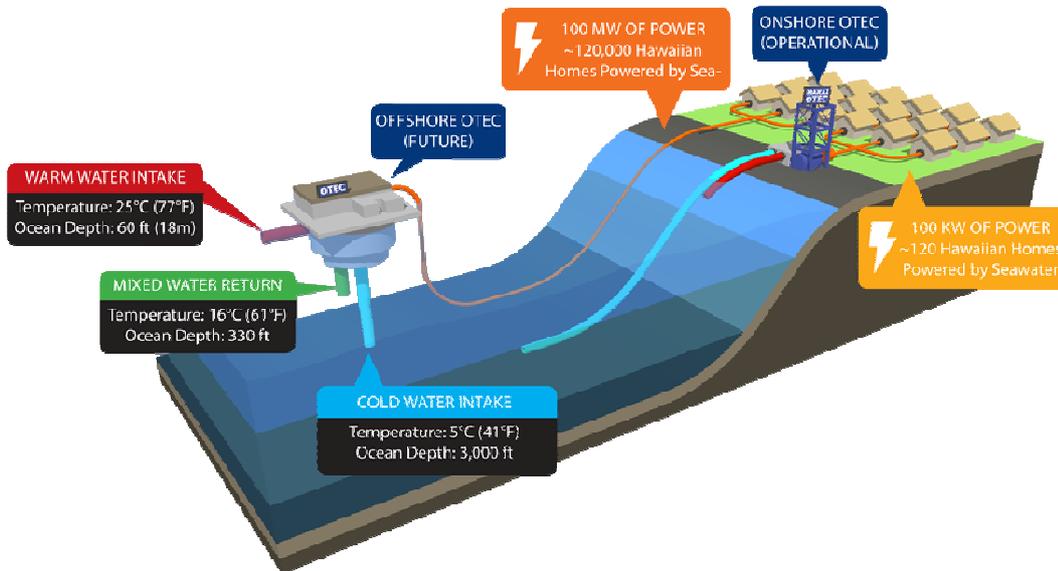
Un gradiente termico di 20 °C è sufficiente per produrre energia elettrica in maniera economicamente conveniente.

Il calore delle acque superficiali fa evaporare il liquido di lavoro (ammoniaca o acqua), fungendo così da sorgente calda per l'alimentazione di un ciclo a vapore, con turbina e generatore elettrico. Le acque di profondità aspirate dal fondo fungono da sorgente fredda, che raffredda i vapori e li fa tornare allo stato liquido, chiudendo così il ciclo.



Un esempio applicativo è l’impianto test realizzato dalla società MAKAI nell’Isola di Hawaii, la più grande dell’arcipelago, ed è in grado di produrre 105 kilowatt, capaci di coprire la domanda energetica di un centinaio di abitazioni. Per ora i costi per la realizzazione di una centrale di questo tipo si aggirano intorno ai 5 milioni di dollari, eccessivi per rendere l’elettricità prodotta competitiva e sostenibile dal punto di vista economico.

Nonostante sia una tecnologia ancora agli inizi, promette di concorrere nel portare le Hawaii a produrre il 100 per cento della propria energia da fonti rinnovabili con sole, vento e oceani, entro il 2045.



Energia dalle correnti marine

Le correnti possono essere paragonate ad immensi fiumi che scorrono in seno all’oceano per centinaia, e a volte migliaia, di chilometri.

Sia che siano profonde sia che siano superficiali, le correnti sono generate da diversi fattori; primo fra questi è la tendenza delle acque a ristabilire l’equilibrio idrostatico turbato dalla diversità di riscaldamento solare alle varie latitudini, che ne modifica la *temperatura*, la *salinità* e quindi la *densità*. Altro fattore primario per l’azione di trascinamento, è la *rotazione* della Terra. Fattori ausiliari al moto delle correnti marine sono le differenze della *pressione atmosferica* e, negli stretti che mettono in comunicazione oceani o mari aperti con mari interni, le *differenze di densità delle acque* e i *flussi delle maree*. In base a questi fattori determinanti, le correnti marine possono essere classificate:

- in base alle cause che le creano (correnti di gradiente, di deriva, tidali e correnti geostrofiche);
- in relazione alla temperatura dell’acqua che si sposta confrontata con la temperatura dell’ acqua che la circonda (correnti calde o fredde);
- in relazione alla profondità ove si verificano (*superficiali* se interessano lo strato d’acqua dalla superficie ai 200 metri; *interne* se interessano lo strato d’acqua al di sotto dei 200 metri; di *fondo* se interessano lo strato d’acqua vicino al fondale marino).

Il fenomeno è presente in bacini marini e oceanici e in bacini lacustri di grande estensione (come ad esempio i grandi laghi del rift africano). In tali contesti, su coste basse e debolmente inclinate, le correnti di marea possono raggiungere velocità e forza notevole (fino ad alcuni metri al secondo). L’energia solare assorbita riscalda la superficie del mare, creando una differenza di temperatura fra le acque superficiali, che possono raggiungere i 25°-28°C e quelle situate per esempio a una profondità di 600 m che non superano i 6°-7°C.

Le correnti marine si comportano come delle correnti aeree e, come nelle centrali eoliche, può essere sfruttata l'enorme energia cinetica che queste masse d'acqua spostano nel loro perenne cammino. Generatori ad asse orizzontale o verticale sono in fase di studio o di sperimentazione; nel Mediterraneo il sito di maggior interesse è lo Stretto di Messina, dove generatori che sfruttano la rotazione delle pale e la rivoluzione intorno al proprio asse, riescono a produrre una grande quantità di energia.

Basti pensare che soltanto in Europa si stima una disponibilità pari a circa 75 GW. Secondo alcuni studi, le correnti sottomarine dello stretto di Messina presentano una potenzialità energetica di 15.000 MW.

Le turbine per lo sfruttamento delle correnti marine possono quindi essere (come per le tecnologie eoliche) ad asse orizzontale o ad asse verticale.

Le turbine ad asse orizzontale sono più adatte alle correnti marine costanti, come quelle presenti nel Mediterraneo.

Le turbine ad asse verticale sono più adatte alle correnti di marea per il fatto che queste cambiano direzione di circa 180° più volte nell'arco della giornata.



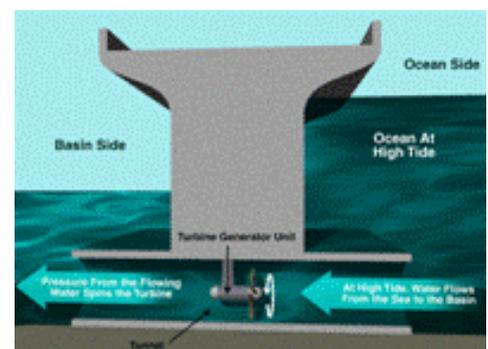
Energia dalle maree

La marea è il ritmico alzarsi (flusso) ed abbassarsi (riflusso) del livello del mare provocato dall'azione gravitazionale della Luna e del Sole. Oltre alla forza di gravitazione universale in questo fenomeno entra in gioco anche un'altra forza, quella centrifuga.

La marea è un movimento periodico giornaliero. Esso è dovuto a vari fattori:

- le acque tendono a ristabilire l'equilibrio idrostatico turbato dalla diversità di riscaldamento solare alle diverse latitudini, che ne modifica ovviamente la temperatura, ma anche la salinità e quindi la densità;
- la rotazione terrestre determina i sensi di circolazione simmetrica delle masse acque;

La tecnica energetica sfrutta il dislivello tra l'alta marea e la bassa marea: la cosiddetta ampiezza di marea. Un presupposto importante è ovviamente un'ampiezza di marea sufficiente. Nei siti dove quest'ampiezza lo è, si possono realizzare le centrali di marea costiere, ossia grandi dighe di sbarramento sulla costa. Queste presentano però un grande limite dovuto all'erosione che esercitano sulle coste e nell'abbondante sedimentazione all'interno del bacino. Per questi motivi si sta pensando a degli impianti offshore con opportune griglie di sbarramento



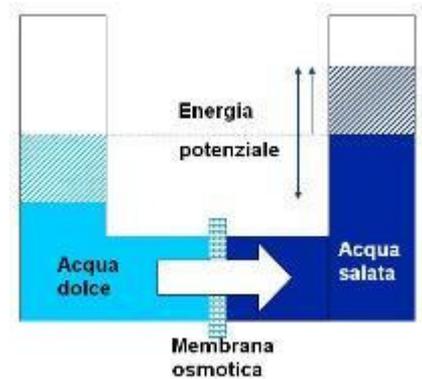
Energia dal gradiente salino

Quando un fiume si versa in mare e l'acqua dolce si mescola con acqua salata vengono liberate enormi quantità di energia. Ciò non è evidente e non è intuitivo ma basti pensare che per ottenere acqua dolce dall'acqua salata serve energia, per contro quando l'acqua dolce viene salata si libera energia.

Teoricamente ci sono diversi modi per convertire in energia utile l'energia dissipata quando l'acqua dolce si miscela all'acqua di mare.

- ritardo-pressione per osmosi (pressure-retarded osmosis, PRO);
- elettrodialisi inversa (reverse electrodialysis, RED).

Le possibilità per una applicazione pratica di queste due tecniche dipendono molto dalla riduzione di costo della membrana osmotica necessaria ai due sistemi. Nel corso degli ultimi venti anni lo sviluppo di membrane osmotiche ha avuto un buon sviluppo grazie all'applicazione nella desalinizzazione dell'acqua per usi potabili ed irrigui e per la depurazione delle acque reflue. Grazie a ciò ora si comincia a pensare seriamente alla possibilità di utilizzare le membrane anche per la produzione di energia



2: L'ENERGIA E L'AMBIENTE

Il mondo tutt'attorno e l'influenza dell'energia sull'andamento climatico e la sostenibilità ambientale. Imparare a conoscere le conseguenze aiuta a trovare modi e soluzioni per preservare l'ambiente di oggi e di domani

1. L'energia e gli effetti sull'ambiente

Come la continua richiesta di energia (elettricità, riscaldamento, carburante etc etc) influisce negativamente sull'ambiente e perché bisogna imparare ad utilizzarne meno?

Consumo di risorse

Un aspetto riguarda l'esaurimento delle fonti primarie di energia – infatti l'utilizzo di fonti non rinnovabili sta portando ad uno sfruttamento di tale fonti che porterà un giorno, se non si cambia rotta , ad un loro esaurimento



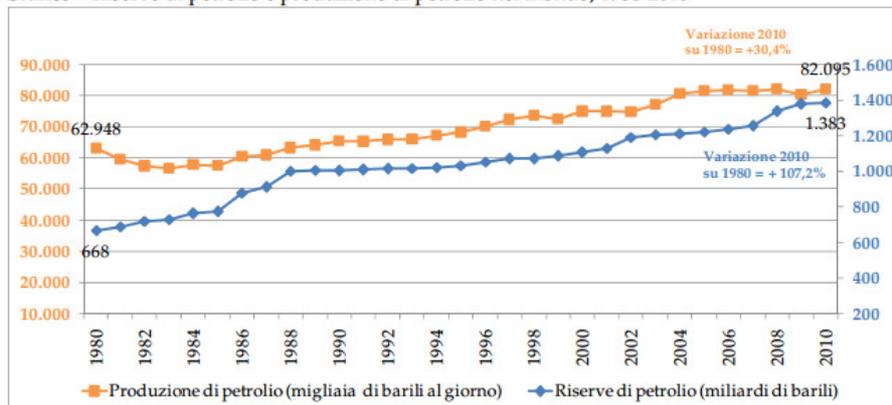
Le risorse esauribili sono presenti in natura in quantità fissa che si riduce man mano che la risorsa stessa viene sfruttata, i tempi di formazione naturale delle risorse esauribili sono molto prolungati, su scala geologica, al punto da identificarle come risorse non rinnovabili. A partire dalla Rivoluzione industriale lo sviluppo economico e il progresso tecnologico dell'uomo si basano sullo sfruttamento delle risorse esauribili (energie fossili).

Ovviamente, la dinamica delle riserve disponibili dipende dalla quantità che viene annualmente estratta e dalla quantità di riserve che invece viene scoperta. Tra il 1980 ed il 2010 tali riserve sono raddoppiate, ma anche il ritmo giornaliero di produzione è aumentato nel periodo considerato ad un tasso di circa il 30%. La vita residua è progressivamente aumentata, ma va stabilizzandosi; ciò vuol dire che mentre negli scorsi anni il

ritmo di crescita delle riserve petrolifere scoperte superava di gran lunga il ritmo con cui il petrolio veniva estratto e prodotto, negli ultimi anni i due tassi di crescita sono andati eguagliandosi; supponendo che non vengano scoperti altri giacimenti di petrolio, all'attuale ritmo di produzione, le riserve petrolifere mondiali si annullerebbero nel giro di circa 46 anni.

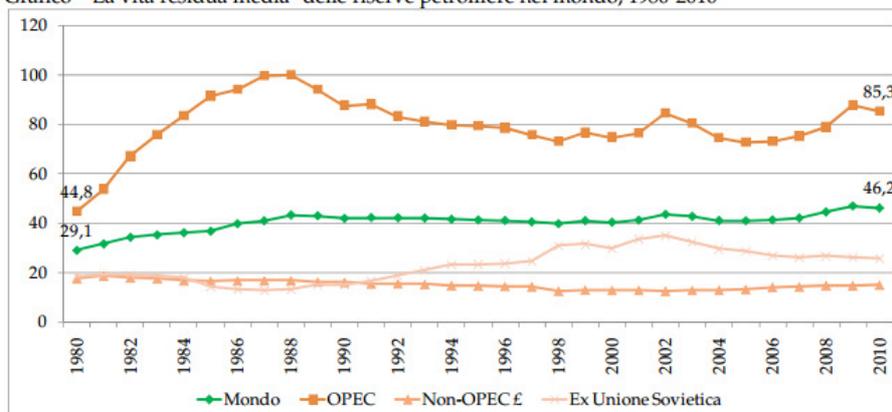
In realtà il discorso riguardo a quanto durerà la supremazia del petrolio come fonte principale dei nostri fabbisogni energetici dipende da tante altre variabili tra cui lo sviluppo di risorse rinnovabili e la scoperta di nuove fonti di energia; inoltre, se pur non ci fossero fonti energetiche alternative al petrolio, ad un certo punto la sua estrazione diverrebbe tanto costosa da diventare antieconomica; secondo un articolo pubblicato dalla rivista “Science” nel 1984, il rapporto tra l'energia ricavata dal petrolio estratto e quella necessaria ad estrarlo si è progressivamente abbassato: da 100 nel 1940 a 23 nel 1970, fino a 8 nel 1984 e probabilmente questo rapporto è andato ulteriormente scemando negli ultimi anni visto che, dopo aver sfruttato i giacimenti più abbondanti, si vanno a sfruttare giacimenti che presentano difficoltà tecniche di estrazione sempre maggiore (Pallante M., 2011b, pag.28).

Grafico – Riserve di petrolio e produzione di petrolio nel mondo, 1980-2010



Fonte: ns elaborazione su dati BP Statistical Review of World Energy June 2011

Grafico – La vita residua media* delle riserve petrolifere nel mondo, 1980-2010



* Anni di vita media considerando lo stock di riserve ed il ritmo di produzione del 2010: calcolati come rapporto tra lo stock di riserve disponibili e la produzione annua di petrolio
£ senza Ex-Unione Sovietica

Fonte: ns elaborazione su dati BP Statistical Review of World Energy June 2011

Fonte - IL PETROLIO: TUTTO SULLE RISERVE DI PETROLIO E SUL PEAK-OIL - <http://www.lteconomy.it/>- elaborazione dati da BP statistical Review of world Energy June 2011

Effetto Serra

Un aspetto riguarda l'effetto dell'uso di energia per diverse attività rispetto all'effetto serra e alle emissioni di CO2 e all'ormai comprovata conseguente cambiamento climatico che ha effetti sia sull'uomo e le sue attività e vita sulla terra sia sulla natura.

La produzione di energia da alcune fonti provoca l'emissione di CO2 nell'atmosfera. L'aumento della presenza della CO2 dell'atmosfera provoca un aumento dell'effetto serra.

Ma in cosa consiste questo effetto serra?

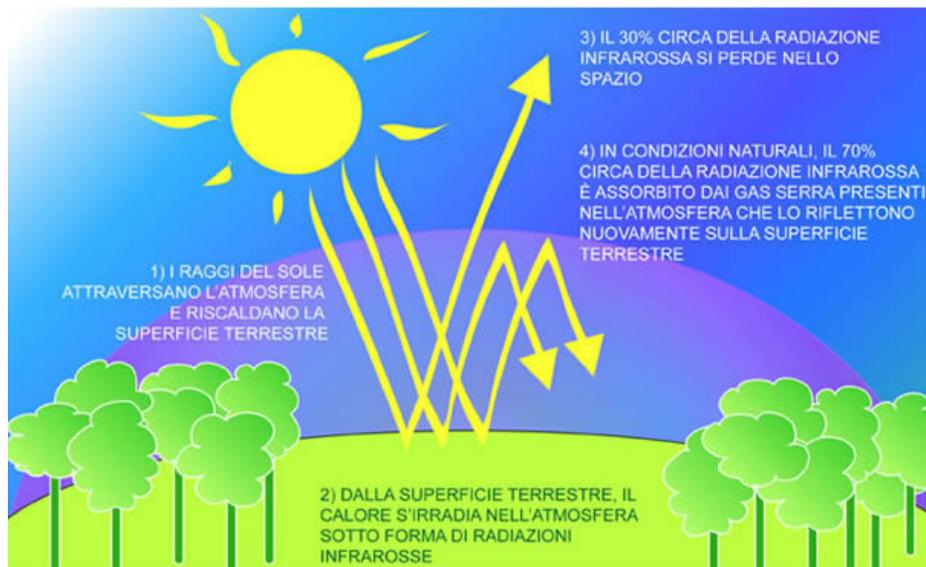
Effetto Serra Naturale

La terra è continuamente colpita dalla radiazione elettromagnetica emessa dal sole; parte di questa radiazione viene assorbita dall'atmosfera terrestre, ma la grande maggioranza colpisce la crosta terrestre.

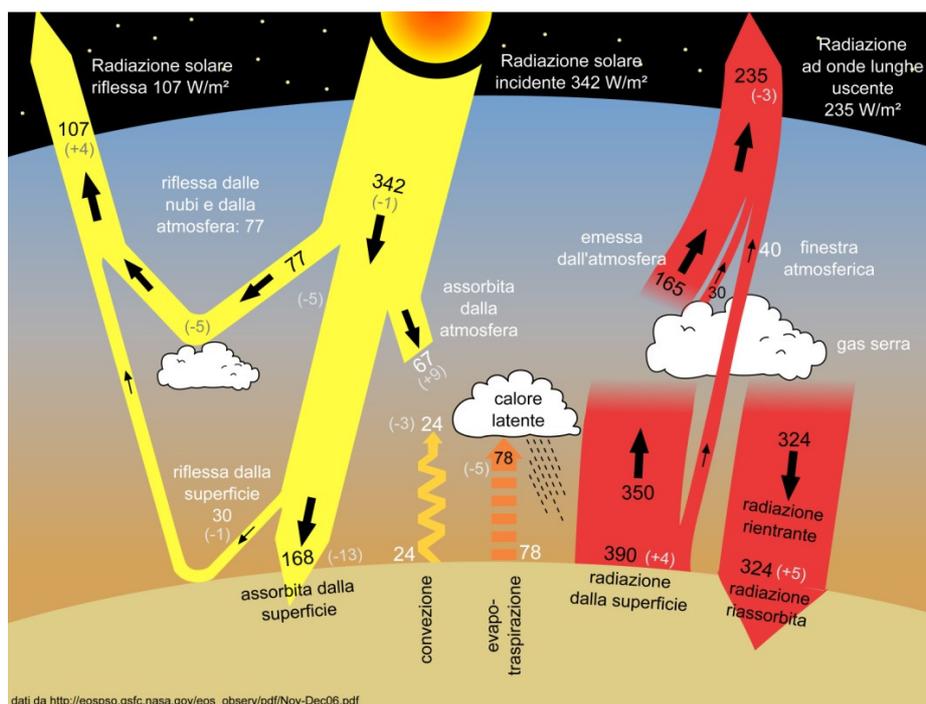
Di questa radiazione, parte viene assorbita dalla superficie, parte è riflessa come radiazione luminosa di varia frequenza (è per questo che noi vediamo le cose con i rispettivi colori) e parte viene riflessa come radiazione a lunghezza d'onda maggiore (tipicamente infrarossi). Sono proprio questi infrarossi che generano l'effetto serra: l'atmosfera (come il vetro di una serra) è quasi completamente trasparente alla

luce visibile, ma è estremamente opaca alla radiazione infrarossa pertanto gli infrarossi riflessi dalla superficie non "scappano" nello spazio ma restano racchiusi tra la superficie e gli strati alti dell'atmosfera. L'effetto è estremamente utile per la vita sulla terra in quanto, in mancanza di esso, la temperatura media sarebbe di -19°C .

COME



QUANTO



Cos'è la CO₂

La CO₂ (anidride carbonica o biossido di carbonio) è un gas inerte, inodore ed incolore, naturalmente presente in atmosfera in concentrazioni limitate.

La CO₂ è parte dei cicli biogeochimici naturali, quale il risultato della ossidazione delle molecole organiche (cioè le molecole della vita, definite “carboniose” proprio perché strutturate intorno all’atomo di carbonio). Non è tossica, non è nociva: è un composto naturale ed è parte dei cicli naturali.

Una volta generata, la CO₂ trova il suo “destino ambientale” nell’atmosfera, qui permanendo e contribuendo positivamente all’effetto serra naturale: questo effetto è il fenomeno di termoregolazione naturale della Terra.

Ciclo del Carbonio

La quantità di carbonio sulla terra non è illimitata e, come l’acqua, il carbonio ha un suo ciclo – il ciclo del carbonio. Si tratta di un sistema complesso nel quale il carbonio passa attraverso l’atmosfera, la biosfera terrestre e gli oceani. Le piante assorbono CO₂ dall’atmosfera durante la fotosintesi, utilizzano il carbonio per sviluppare i loro tessuti, e lo restituiscono all’atmosfera quando muoiono e si decompongono. Anche il corpo degli animali (e degli uomini) contiene carbonio proveniente dai vegetali – e dagli animali – di cui si nutrono. Questo carbonio viene rilasciato sotto forma di CO₂ durante la respirazione e, dopo la morte, durante la decomposizione.

I carburanti fossili si formano in presenza di determinate condizioni dai resti di piante e animali fossilizzati nel corso di milioni di anni e appunto per questo sono così ricchi di carbonio. In generale, il carbone è quanto resta delle foreste seppellite mentre il petrolio deriva dalla conversione della vita sottomarina. (Gli oceani assorbono CO₂ che, in forma disciolta, è utilizzato nella fotosintesi delle forme di vita acquatiche).

Ogni anno vengono scambiati naturalmente molti miliardi di tonnellate di carbonio fra l’atmosfera, gli oceani e la vegetazione terrestre. I livelli di anidride carbonica sembrano avere subito variazioni massime del 10% durante i 10.000 anni precedenti la rivoluzione industriale.

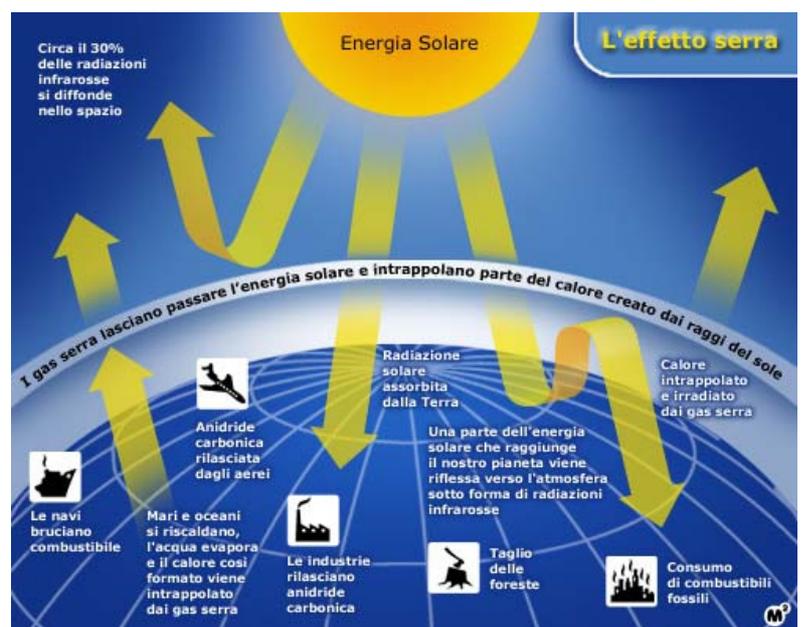
Aumento dell’effetto serra

Negli ultimi decenni l’Effetto Serra si è intensificato a causa dell’emissione nell’atmosfera di una serie di gas (detti “gas serra”) che hanno comportato un incremento della temperatura media terrestre il quale è a sua volta causa di squilibri del comparto atmosferico, idrico e biologico, con conseguenze prospetticamente sempre più rilevanti sull’uomo e sulla sua economia.

I principali gas che si ritengono responsabili di questo incremento sono: il metano, il vapor acqueo, gli ossidi d’azoto, i clorofluorocarburi e l’anidride carbonica (CO₂).

I Gas Serra (o climalteranti)

La principale imputata di questo fenomeno è proprio l’anidride carbonica, responsabile per oltre il 60% di questo effetto accelerato. La CO₂ viene prodotta in tutti i fenomeni di combustione utilizzate per le attività umane e principalmente per gli autoveicoli e la produzione di energia elettrica. Basti pensare che a inizio secolo la concentrazione di anidride carbonica nell’atmosfera era di circa 290 ppm (parti per milione), mentre oggi risulta attualmente pari a circa 390 ppm (430 ppm CO₂ equivalente se si includono anche gli altri gas serra), con un ritmo di crescita di 2,5 ppm annue: il limite di concentrazione atmosferica di CO₂ per poter limitare l’incremento di temperatura sotto i 2 °C (e quindi sperare in effetti non disastrosi dei



cambiamenti climatici) è stato quantificato in 450 ppm CO₂ eq, un limite a cui siamo pericolosamente prossimi.

Si pensa che nel 2050 possa raggiungere le 550~630 ppm se non si prenderanno dei provvedimenti.

L'uomo ha man mano accresciuto l'uso di combustibili fossili (petrolio, gas naturale, carbone) a scopo combustivo: in questo modo è andato ad estrarre (“decompartimentare”) il carbonio che era contenuto nel sottosuolo nelle molecole organiche di questi combustibili, bruciandole e reimmettendo così il carbonio in atmosfera in forma ossidata (la CO₂, appunto).

La CO₂ è allora il risultato della ossidazione (combustione) dei combustibili fossili, i quali effettivamente costituiscono la principale fonte umana di emissione atmosferica di CO₂ dell'era moderna.

I ricercatori europei, analizzando le bolle d'aria imprigionate nei ghiacciai che raccontano la composizione dell'atmosfera in diverse età del pianeta, hanno scoperto di recente che le attuali concentrazioni di CO₂ nell'atmosfera sono le più elevate degli ultimi 650.000 anni. Dalla calotta antartica sono stati prelevati a 3km di profondità campioni di ghiaccio formatosi centinaia di migliaia di anni fa.

Oltre alla CO₂ i gas climalteranti (GHG – GreenHouse Gases) o Gas serra, responsabili dell'aumento dell'effetto serra naturale sono:

- la CO₂, appunto, prodotta dall'impiego dei combustibili fossili in tutte le attività energetiche e industriali oltre che nei trasporti;
- il CH₄ (metano), prodotto dalle discariche dei rifiuti, dagli allevamenti zootecnici e dalle coltivazioni di riso;
- l'N₂O (protossido di azoto), prodotto nel settore agricolo e nelle industrie chimiche;
- gli HFC (idrofluorocarburi), impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere;
- i PFC (perfluorocarburi), impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere;
- l'SF₆ (esafluoruro di zolfo), impiegato nelle industrie chimiche e manifatturiere.

Table 2: Global Warming Potentials (GWP) and Atmospheric Lifetimes (Y

Gas	Atmospheric Lifetime	100-year GWP ^a	20-year GWP ^b
Carbon dioxide (CO ₂)	50-200	1	1
Methane (CH ₄) ^b	12±3	21	8.5
Nitrous oxide (N ₂ O)	120	310	298
HFC-23	264	11,700	11,700
HFC-125	32.6	2,800	2,800
HFC-134a	14.6	1,300	1,300
HFC-143a	48.3	3,800	3,800
HFC-152a	1.5	140	140
HFC-227ea	36.5	2,900	2,900
HFC-236fa	209	6,300	6,300
HFC-4310mee	17.1	1,300	1,300
CF ₄	50,000	6,500	6,500
C ₂ F ₆	10,000	9,200	9,200
C ₄ F ₁₀	2,600	7,000	7,000
C ₆ F ₁₄	3,200	7,400	7,400
SF ₆	3,200	23,900	23,900

Source: IPCC (1996)

^a GWPs used here are calculated over 100 year time horizon

^b The methane GWP includes the direct effects and those indirect effects due to the production of CO₂

Ciascuno di questi gas ha un proprio e specifico *GWP (Global Warming Potential)*, che sostanzialmente corrisponde alla “capacità serra” di quel composto in relazione a quella della CO₂, convenzionalmente posta =1, lungo un intervallo temporale che normalmente è a 100 anni (vedi table 2 sopra)

Se tutti gli altri gas hanno un “potere climalterante” molto più alto di quello della CO₂, attualmente la CO₂ è comunque il principale e più rilevante gas ad effetto serra: quando si parla -quindi- degli obiettivi di riduzione emissiva si fa sempre riferimento a valori espressi in termini di CO₂eq (CO₂ equivalente), una unità di misura che considera la somma ponderata della capacità serra di tutti i 6 diversi gas (o famiglie di gas) oggetto del Protocollo di Kyoto

Il metano: la seconda causa dell'effetto serra accelerato in ordine di importanza è il metano (CH₄). Dall'inizio della rivoluzione industriale, le concentrazioni di metano nell'atmosfera sono raddoppiate, contribuendo per il 20% all'accelerazione dell'effetto serra. Nei paesi industrializzati il metano è responsabile in media del 15% delle emissioni.

Il metano è originato principalmente dai batteri che si nutrono di materie organiche in condizioni di mancanza di ossigeno e viene rilasciato da varie fonti di origine sia naturale sia – prevalentemente –

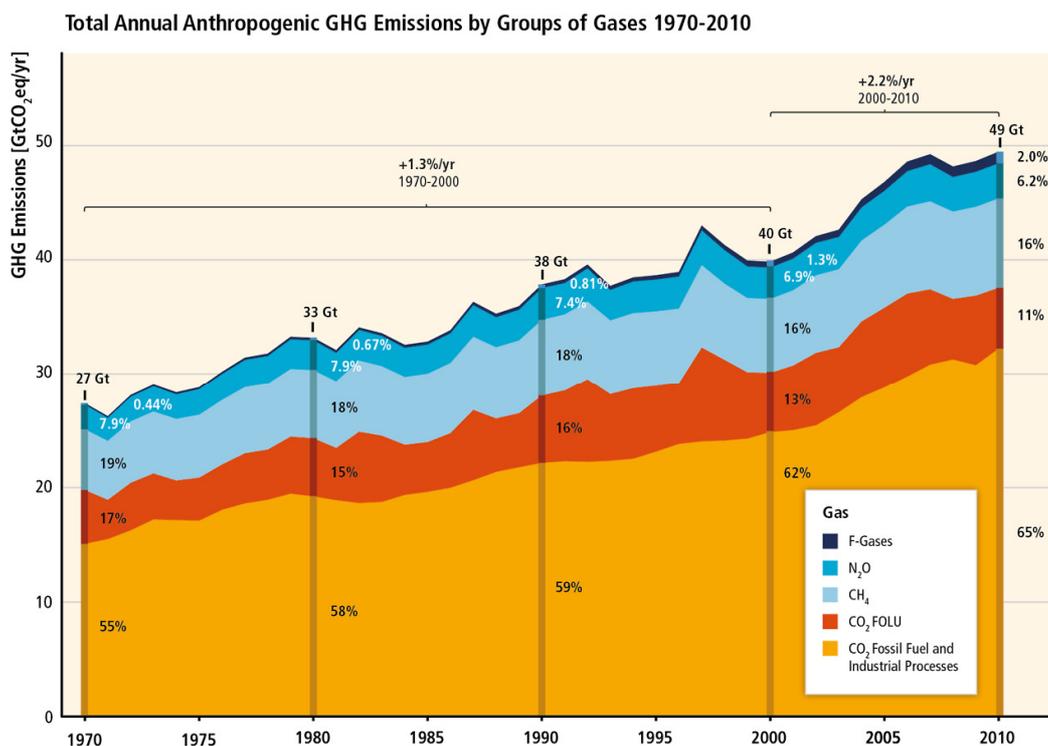
umana. Fra le fonti naturali si annoverano le zone umide e paludose, le termiti e gli oceani. Le fonti di origine umana sono costituite dall’attività mineraria e dallo sfruttamento dei combustibili fossili, dall’allevamento di bestiame (gli animali si nutrono di piante che fermentando nel loro stomaco esalano metano, contenuto anche nel letame), dalla coltivazione del riso (le risaie producono metano in quanto le materie organiche al suolo si decompongono in mancanza di ossigeno sufficiente) e dalle discariche (anche in questo caso, le materie organiche si decompongono in mancanza di ossigeno sufficiente).

Rilasciato nell’atmosfera, il metano intrappola il calore con un’efficienza 23 volte superiore a quella del CO₂, anche se il suo ciclo è più breve, fra i 10 e i 15 anni.

Ossido nitroso: l’ossido nitroso (N₂O) è emesso naturalmente dagli oceani, dalle foreste pluviali e dai batteri presenti nel suolo. Le fonti ascrivibili alle attività umane comprendono i fertilizzanti a base di nitrati, la combustione di combustibili fossili e la produzione di prodotti chimico-industriali con uso di azoto, per esempio nel trattamento dei liquami. Nei paesi industrializzati, l’N₂O è responsabile del 6% circa delle emissioni ad effetto serra. Come il CO₂ e il metano, l’ossido nitroso è un gas le cui molecole assorbono il calore che cerca di sfuggire nello spazio, e ha una capacità di assorbimento del calore 310 volte più elevata del CO₂. Dall’inizio della rivoluzione industriale, le concentrazioni di ossido nitroso nell’atmosfera sono aumentate del 16% circa, contribuendo per un 4 - 6% all’accelerazione dell’effetto serra.

Gas fluorurati ad effetto serra: sono gli unici gas ad effetto serra che non esistono in natura ma sono stati sviluppati dall’uomo a fini industriali. Contribuiscono all’1,5% delle emissioni dei paesi industrializzati, ma sono estremamente potenti: sono in grado intrappolare fino a 22.000 più calore del CO₂ – e rimangono nell’atmosfera per migliaia di anni.

I gas fluorurati ad effetto serra includono gli idrofluorocarburi (HFC) utilizzati a fini di raffreddamento e refrigerazione, inclusa l’aria condizionata; l’esafluoro di zolfo (SF₆), utilizzato tra l’altro nell’industria elettronica; e i perfluorocarburi (PFC), emessi durante la manifattura dell’alluminio e utilizzati anch’essi nell’industria elettronica. Probabilmente i più famosi di questi gas sono i clorofluorocarburi (CFC), che sono inoltre responsabili dell’impoverimento dello strato di ozono. Nel quadro del Protocollo di Montreal del 1987 sulle sostanze che impoveriscono lo strato di ozono questi gas sono in fase di progressivo smaltimento ed eliminazione.



Fonte ipcc

I gas maggiormente cresciuti sono anidride carbonica, metano e ossido d'azoto. La prima è passata da 280 a 365 parti per milione (ppm), il metano da 700 a 1.745 ppb (parti per miliardo), l'ossido di azoto da 275 a 314 ppb; a essi si sono aggiunti, a partire dagli anni Cinquanta, i clorofluorocarburi (Cfc). La produzione dei Cfc è stata bloccata (almeno nei paesi avanzati) perché gli stessi gas sono "colpevoli" dell'assottigliamento della fascia di ozono che protegge la Terra dai raggi ultravioletti del Sole.

2. Perché è pericoloso l'aumento dell'effetto serra – Report IPCC 2014 (AR5)

Il principale risultato dell'aumento dell'effetto Serra è l'innalzamento della temperatura terrestre dovuto agli infrarossi. Si calcola che nei prossimi 35~40 anni la temperatura possa aumentare di circa 2°C: sembrano molto pochi ma in realtà si tratta di una grossa variazione che può provocare grandissimi problemi primi fra tutti l'estensione delle zone aride di 400~800 km verso nord, l'innalzamento del livello del mare di 70~150 cm dovuto allo scioglimento dei mari e sconvolgimenti climatici di grande portata.

Per rendersi meglio conto della gravità delle ipotesi basti pensare a cosa succederebbe in Italia se si verificasse questa ipotesi: vaste aree del sud diventerebbero aride, Venezia e migliaia di km di coste verrebbero sommerse dal mare, al nord si verificherebbe un aumento delle precipitazioni a carattere temporalesco con gravi rischi di alluvioni a causa del dissesto idro-geologico della nostra penisola

Si riporta di seguito un estratto dell'ultimo report IPCC pubblicato nel 2014

Risultati IPCC 2014

L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) è un organismo che fa parte delle Nazioni Unite, istituito nel 1988 dal World Meteorological Organization (WMO) e il United Nations Environment Programme (UNEP). E' un Gruppo Intergovernativo sul Cambiamento Climatico, che ha lo scopo di “fornire una chiara visione scientifica dello stato attuale delle conoscenze sul cambiamento climatico e sulle sue possibili ripercussioni ambientali e socio-economiche”.

L'IPCC punta a raccogliere e riassumere tutte le informazioni rilevanti per comprendere il fenomeno del cambiamento climatico, i suoi possibili impatti e in particolare i rischi per l'uomo ad essi associati, nonché le eventuali misure di risposta di adattamento e mitigazione da mettere in atto, prodotte dalla comunità scientifica di tutto il mondo, previa un'attenta revisione che coinvolge centinaia di esperti e che garantisce la veridicità delle informazioni raccolte.

Una volta l'anno il comitato si riunisce in sessione plenaria per adottare tutte le decisioni ufficiali, come l'approvazione dei rapporti e la definizione dei piani di lavoro. Il compito principale dell'IPCC è quindi quello di produrre periodicamente dei Rapporti di Valutazione (Assessment Reports, AR) che contengono uno stato dell'arte delle conoscenze più significative ottenute dagli scienziati nell'ambito del cambiamento climatico.

2014 - Decima Sessione del Gruppo di Lavoro 2 (Working Group II - WGII) dell'IPCC dedicato alle tematiche riguardanti impatti, adattamento e vulnerabilità ai cambiamenti climatici – Al termine della sessione plenaria, IPCC ha raggiunto il consenso sul testo del secondo volume del **Quinto Rapporto di Valutazione (AR5) dell'IPCC** che affronta le tematiche a livello globale e regionale di impatti, adattamento e vulnerabilità ai cambiamenti climatici.

Questo rapporto ha come obiettivo quello di valutare come **i rischi e i potenziali benefici** stanno modificandosi a causa dei cambiamenti climatici, cerca di fare il punto su come gli impatti e i rischi legati ai cambiamenti climatici possono essere ridotti e gestiti mediante **l'adattamento e la mitigazione**.

Alcune valutazioni chiave:

- Le attività umane stanno interferendo con il Sistema climatico. Questa interferenza pone seri rischi per la società e i sistemi naturali, che già ne subiscono gli impatti negli ultimi decenni.

- In molte regioni del pianeta le modifiche nella precipitazione piovosa e nevosa e nel ghiaccio stanno provocando alterazioni nei sistemi idrologici impattando sulle risorse idriche (qualità e quantità).
- Sono più comuni nel pianeta gli impatti negativi che quelli positivi sulle coltivazioni agricole.
- Gli impatti di recenti eventi estremi climatici (onde di calore, siccità, inondazioni, nubifragi e incendi boschivi) hanno mostrato una grande vulnerabilità della nostra società e di alcuni ecosistemi.
- L’adattamento sta ormai entrando in alcuni processi di pianificazione, ma non è ancora attuato in maniera estensiva.
- Le misure di adattamento e di mitigazione intraprese a corto termine in questo secolo potranno avere un effetto sui rischi climatici.
- Tutti gli aspetti della sicurezza alimentare sono colpiti dai cambiamenti climatici.
- La stima degli impatti economici a scala globale è ancora difficile da condurre.
- I cambiamenti climatici potrebbero aumentare l’immigrazione.

Focus sull’Europa:

- **La regione mediterranea / sud europea viene individuata come la regione più a rischio dai cambiamenti climatici in Europa**, a causa dei molteplici settori che vengono impattati: turismo, agricoltura, attività forestali, infrastrutture, energia, salute della popolazione.
- **I cambiamenti climatici possono introdurre disparità economiche all’interno dell’Europa favorendo regioni meno affette ed aggravando quelle più esposte, come quella mediterranea**
- Le proiezioni climatiche per il futuro mostrano **un possibile aumento di temperature in tutte le regioni europee**, un possibile aumento di precipitazione nell’Europa Settentrionale e **un possibile calo di precipitazione nell’Europa Meridionale**
- Gli eventi estremi meteorologici hanno provocato significativi impatti in Europa in molti settori economici, provocando effetti sui sistemi sociali.
- È previsto un **calo nella fornitura di servizi ecosistemici** in risposta ai cambiamenti climatici nell’Europa meridionale nell’area alpina.
- **L’Europa Meridionale è particolarmente vulnerabile ai cambiamenti climatici** e molti settori saranno colpiti negativamente (**turismo, agricoltura, foreste, infrastrutture, energia, salute**).
- **Il rischio di inondazioni costiere e fluviali potrà aumentare in Europa** a causa dell’aumento del livello marino e l’aumento degli eventi di intensa precipitazione; senza misure di adattamento i danni cresceranno in maniera sostanziale.
- L’adattamento ai cambiamenti climatici può prevenire la maggior parte dei potenziali danni.
- I cambiamenti climatici *probabilmente* provocheranno **un calo nella produzione termo-elettrica durante l’estate** in Europa.
- Nonostante i cambiamenti climatici *molto probabilmente* provocheranno un calo nell’uso dei sistemi di riscaldamento , **la domanda di raffreddamento crescerà in Europa**
- I cambiamenti climatici *probabilmente* provocheranno **un calo della produzione di cereali nell’Europa meridionale**.
- È prevista **una crescita della domanda di irrigazione**; questa però, in futuro sarà penalizzata da un run off ridotto, da richieste da altri settori (uso domestico ed industriale) e da costi più alti.
- **Il rischio di incendi boschivi potrà aumentare nell’Europa meridionale**.
- I cambiamenti climatici *molto probabilmente* provocheranno delle **modifiche negli habitat delle specie, con estinzioni locali in Europa**.
- L’habitat delle piante alpine *molto probabilmente* sarà ridotto.
- In Europa, le politiche di adattamento sono state sviluppate su tutti i livelli di governo, alcuni piani di adattamento sono integrati nella gestione delle coste e delle risorse idriche, nei sistemi di protezione ambientale e pianificazione territoriale, nei sistemi di gestione dei rischi connessi ai disastri.

- **In Europa, i costi relativi a misure di adattamento per gli edifici e a rinnovare le difese da inondazioni aumenteranno in tutti gli scenari e alcuni impatti saranno inevitabili.**

I principali messaggi del documento AR5:

La **mitigazione** (che comprende ogni intervento umano di riduzione delle sorgenti di emissioni di gas serra e di aumento degli assorbitori dei gas serra) insieme all'**adattamento** agli impatti dei cambiamenti climatici contribuisce al raggiungimento dell'**obiettivo della Convenzione Quadro dell'Onu sui Cambiamenti Climatici** (UNFCCC – UN Framework Convention on Climate Change) come viene espresso nel suo articolo 21.

Limitare gli effetti dei cambiamenti climatici attraverso la mitigazione può contribuire allo sviluppo sostenibile, all'equità e all'eliminazione della povertà.

Nonostante le misure di riduzione già attuate in vari Paesi, **le emissioni di gas serra hanno continuato a crescere, in particolare con un incremento negli ultimi anni.**

L'incremento dell'uso del carbone ha contribuito a questa crescita.

- Le emissioni annuali di gas serra sono cresciute in media di 1 GtCO₂eq (GigaTonnellate di CO₂ equivalente) (2.2%) per anno dal 2000 al 2010, un aumento rispetto alla crescita annuale di 0.4 GtCO₂eq (1.3%) per anno dal 1970 al 2000.
- Le emissioni antropogeniche (derivanti dalle attività dell'uomo) totali di gas serra hanno raggiunto il livello più alto nella storia umana con 49 GtCO₂eq/anno nel 2010.
- La crisi economica globale del 2007/2008 ha solo temporaneamente provocato una riduzione delle emissioni.
- Le emissioni di CO₂ da combustibili fossili e processi industriali sono circa il 78% delle emissioni totali di gas serra nel periodo 1970-2010.

Circa metà delle emissioni antropogeniche cumulative di CO₂ nel periodo 1750-2010 sono avvenute negli ultimi 40 anni.

Nel 1970 le emissioni cumulative (da combustibili fossili, produzione di cemento e flaring) sono state 420±35 GtCO₂.

Nel 2010, queste emissioni cumulative sono triplicate e hanno raggiunto 1300 ±110 GtCO₂.

Dal 1750 le emissioni cumulative di CO₂ da foreste e uso del suolo (FOLU – Forestry and Other Land Use) sono aumentate: da 490±180 GtCO₂ nel 1970 a 680±300 GtCO₂ nel 2010.

Le emissioni antropogeniche annuali di gas serra sono aumentate di 10 GtCO₂eq nel periodo 2000-2010 con contributi dai diversi settori: fornitura di energia (47%), industria (30%), trasporto (11%), edilizia (3%).

I drivers globali più importanti nell'aumento delle emissioni di CO₂ da combustibili fossili sono la crescita economica e la crescita demografica. In particolare, nel periodo 2000-2010 il contributo demografico è pressoché identico, mentre il contributo da parte della crescita economica è cresciuto molto.

Le politiche climatiche al fine di soddisfare l'Obiettivo dei 2°C (mantenere l'aumento della temperatura media globale al di sotto della soglia di +2°C rispetto ai livelli preindustriali, che significa mantenere l'aumento di circa poco più di 1°C rispetto ai livelli attuali), richiederanno riduzioni sostanziali delle emissioni di gas serra (40-70% rispetto ai livelli del 2010) da attuarsi entro il 2050 e emissioni nulle di gas serra entro la fine di questo secolo per giungere ad una società carbon-free.

Per l’analisi delle future politiche climatiche da attuare a livello globale sono stati valutati circa 1000 scenari generati da 31 gruppi di ricerca provenienti dalla letteratura scientifica, che presentano diversi livelli di riduzione globale delle emissioni e diverse aspetti socioeconomici e tecnologici.

Se non ci saranno ulteriori ritardi nell’attuare a livello globale ambiziose politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici, facendo uso già di un ampio spettro di tecnologie già disponibili, i costi associati a tali politiche saranno minori.

Continuando con uno scenario economico globale “business-as-usual” i consumi potranno crescere in un range 1.6 – 3% all’anno, e politiche globali di riduzione sostanziale delle emissioni di gas serra potranno ridurre tale crescita di circa 0,06% all’anno. In questa stima non si considerano i benefici economici prodotti dalla riduzione degli effetti dei cambiamenti climatici (e.g. minori impatti dei cambiamenti climatici, minor inquinamento atmosferico).

La stabilizzazione delle concentrazioni atmosferiche dei gas serra richiede misure di riduzione delle emissioni in maniera integrata e sinergica in settori chiave della nostra società: la produzione e uso dell’energia, i trasporti, l’edilizia, le industrie, l’uso del suolo e gli insediamenti umani.

La riduzione delle emissioni di carbonio fino a renderle nulle nel settore della produzione energetica e il miglioramento dell’efficienza energetica devono essere elementi fondamentali delle politiche ambiziose di mitigazione dei cambiamenti climatici.

L’obiettivo dei 2°C si deve raggiungere anche attraverso il calo della deforestazione e l’aumento dell’afforestazione. La produzione di elettricità da biomasse combinata con la cattura e stoccaggio della CO₂ può contribuire a questo obiettivo, ma ad oggi presenta ancora delle problematiche.

I cambiamenti climatici rappresentano un problema globale e la cooperazione internazionale è fondamentale per attuare ambiziose politiche di mitigazione.

I livelli di emissioni globali di gas serra nel 2020 basati sugli Accordi di Cancun non sono compatibili con il raggiungimento dell’obiettivo dei 2°C. Questo obiettivo si può raggiungere con una concentrazione atmosferica di 450 - 500 ppm CO₂eq nel 2100.

In conclusione, l’IPCC fornisce anche in questo volume una valutazione della scienza “**policy relevant but not policy prescriptive**” nel campo della mitigazione dei cambiamenti climatici e presenta vari scenari di emissioni e varie possibili politiche di mitigazione che possono disaccoppiare le emissioni di gas serra dalla crescita delle nostre economie e della popolazione e che possono contribuire allo **sviluppo sostenibile della nostra società**.

Gli effetti del cambiamento climatico sui principali comparti della terra

ATMOSFERA

La temperatura atmosferica superficiale mostra che ciascuno degli ultimi tre decenni sulla superficie della Terra è stato in sequenza più caldo di qualsiasi decennio precedente dal 1850. Nell'emisfero settentrionale, il periodo 1983-2012 è stato probabilmente il trentennio più caldo degli ultimi 1400 anni

I dati combinati della temperatura superficiale media globale di terra e oceano, calcolati con un trend lineare, mostrano un riscaldamento pari a 0.85 [0.65-1.06] °C, nel periodo 1880-2012, per il quale esistono numerosi set di dati prodotti in modo indipendente. L'incremento totale considerando la media del periodo 1850-1900 e quella del periodo 2003-2012 è 0.78 [0.72-0.85] °C, sulla base del singolo set di dati più lungo disponibile. (vedi Figura SPM.1)

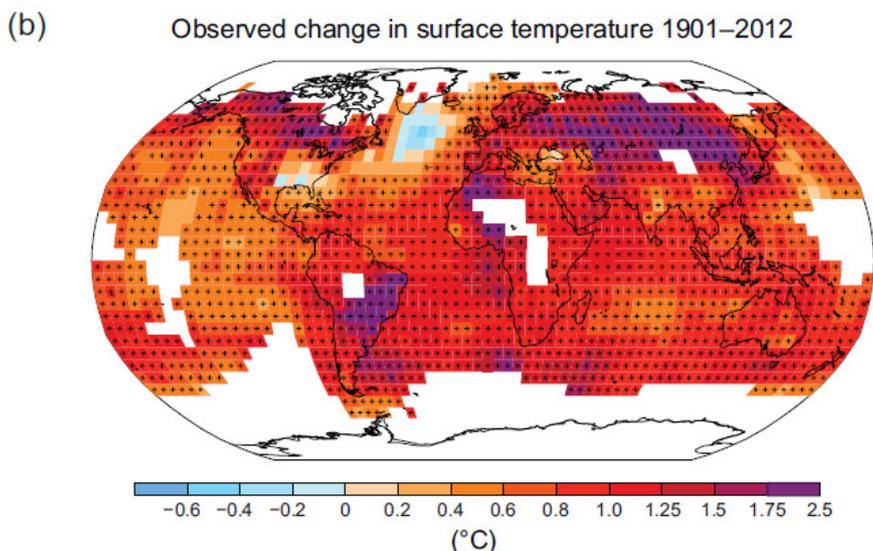


Figure SPM.1 | (a) Observed global mean combined land and ocean surface temperature anomalies, from 1850 to 2012 from three data sets. Top panel: annual mean values. Bottom panel: decadal mean values including the estimate of uncertainty for one dataset (black). Anomalies are relative to the mean of 1961–1990. (b) Map of the observed surface temperature change from 1901 to 2012 derived from temperature trends determined by linear regression from one dataset (orange line in panel a). Trends have been calculated where data availability permits a robust estimate (i.e., only for grid boxes with greater than 70% complete records and more than 20% data availability in the first and last 10% of the time period). Other areas are white. Grid boxes where the trend is significant at the 10% level are indicated by a + sign. For a listing of the datasets and further technical details see the Technical Summary Supplementary Material. (Figures 2.19–2.21; Figure TS.2)

A partire dal 1950 circa, sono stati osservati cambiamenti per molti eventi meteorologici e climatici estremi. È molto probabile che a livello globale:

- **il numero di giorni e notti freddi sia diminuito**, mentre quello di **giorni e notti caldi sia aumentato**.
- la frequenza delle ondate di calore sia aumentata in vaste aree dell'Europa, Asia e Australia.
- siano più numerose le terre emerse in cui il numero di eventi di intensa precipitazione è aumentato di quelle in cui è diminuito.
- La frequenza o l'intensità degli eventi di forte precipitazione è probabilmente aumentato in Nord America e in Europa.

OCEANI

Il riscaldamento degli oceani domina l'aumento di energia immagazzinata nel sistema climatico, ed è responsabile di più del 90% dell'energia accumulata tra il 1971 e il 2010. È virtualmente certo che l'oceano superficiale (0-700 m) si sia riscaldato tra il 1971 e il 2010 (vedi Figura SPM.3), ed è probabile che si sia riscaldato tra il 1870 e il 1971

Su scala globale, il riscaldamento degli oceani è maggiore vicino alla superficie, e i 75 m superiori si sono riscaldati di 0.11 [0.09-0.13] °C per decennio nel periodo 1971-2010. A partire da AR4 (quarto rapporto IPCC), gli errori strumentali nei record delle temperature dell'oceano superficiale sono stati identificati e ridotti, rafforzando la confidenza nella valutazione del cambiamento.

Dal 1957 al 2009 è probabile che l'oceano si sia riscaldato tra i 700 e i 2000 metri. Per il periodo che va dal 1992 al 2005 sono disponibili sufficienti osservazioni per una valutazione globale del cambiamento di temperatura al di sotto dei 2000 m. È probabile che in questo periodo non ci siano stati trend significativi per le temperature osservate tra i 2000 e i 3000 m. È probabile che in questo periodo l'oceano si sia riscaldato a partire dai 3000 m fino ad arrivare al fondo marino, con il maggior riscaldamento osservato nell'Oceano Meridionale o Antartico.

Più del 60% dell'incremento netto di energia del sistema climatico si è accumulato nell'oceano superficiale (0-700 m) nel corso del periodo di 40 anni, relativamente ben indagato, che va dal 1971 al 2010, mentre circa il 30% è immagazzinato nell'oceano al di sotto dei 700 m.

È molto probabile che a partire dagli anni '50 le regioni ad alta salinità, in cui predomina l'evaporazione, siano diventate più saline, mentre le regioni con bassi livelli di salinità, in cui predominano le precipitazioni, siano diventate più dolci. Queste tendenze regionali della salinità degli oceani forniscono la prova indiretta del fatto che i fenomeni di evaporazione e precipitazione al di sopra degli oceani sono cambiati

CRIOSFERA

Nel corso degli ultimi vent'anni, le calotte glaciali di Groenlandia e Antartide hanno perso la loro massa, i ghiacciai hanno continuato a ritirarsi in quasi tutto il pianeta, mentre l'estensione del ghiaccio marino artico e la copertura nevosa primaverile nell'emisfero nord hanno continuato a diminuire in estensione (vedi Figura SPM.3).

Il tasso medio di perdita di ghiaccio dai ghiacciai in tutto il mondo, con l'esclusione di alcuni ghiacciai, delle calotte glaciali, è molto probabile che sia stato pari a 226 [91-361] Gt/anno nel corso del periodo 1971-2009, e molto probabilmente 275 [140-410] Gt/anno nel periodo 1993-2009.

- È probabile che il tasso medio di perdita di ghiaccio dalla calotta glaciale della Groenlandia sia considerevolmente aumentato, passando da 34 [tra -6 e 74] Gt/anno nel periodo 1992-2001, a 215 [157-274] Gt/anno nel periodo 2002-2011.
- È probabile che il tasso medio di perdita di ghiaccio dalla calotta antartica sia aumentato, passando da 30 [tra -37 a 97] Gt/anno nel periodo 1992-2001, a 147 [72-221] Gt/anno nel periodo 2002-2011. Esiste confidenza molto alta che queste perdite siano principalmente concentrate nel settore settentrionale della Penisola Antartica e nel settore del Mare di Amundsen, in Antartide occidentale.
- L'estensione annuale media del ghiaccio marino artico è diminuita nel periodo 1979-2012 a un tasso che è stato molto probabilmente del 3,5-4,1% per decennio (pari all'intervallo compreso tra 0,45 e 0,51 milioni di km² per decade), e molto probabilmente del 9,4-13,6% per decennio (intervallo tra 0,73 e 1,07 milioni di Km² per decennio) per il minimo del ghiaccio marino estivo (ghiaccio marino perenne).
- È molto probabile che l'estensione media annuale del ghiaccio marino antartico sia aumentata a un tasso compreso tra 1,2% e 1,8% per decennio (tra 0,13 e 0,20 milioni di km² per decennio) nel periodo 1979-2012. C'è confidenza alta che esistano forti differenze regionali per questo tasso annuale, con un'estensione in crescita per alcune regioni, in diminuzione per altre.
- C'è confidenza molto alta che l'estensione della copertura nevosa nell'emisfero settentrionale sia diminuita a partire dalla metà del XX secolo (vedi Figura SPM.3). L'estensione della copertura nevosa nell'emisfero settentrionale è diminuita di 1,6 [0,8-2,4]% per decennio nei mesi di marzo e aprile, e di 11,7 [8,8-14,6]% per decennio nel mese di giugno, nel periodo 1967-2012.
- C'è confidenza alta che le temperature del permafrost siano cresciute in molte regioni fin dai primi anni '80. Il riscaldamento osservato è stato fino a 3°C in alcune zone dell'Alaska settentrionale (primi anni '80 - metà degli anni 2000) e fino a 2°C in alcune zone della Russia europea settentrionale (1971-2010). In quest'ultima regione, è stata osservata una considerevole riduzione dello spessore e dell'estensione areale del permafrost nel periodo 1975-2005 .

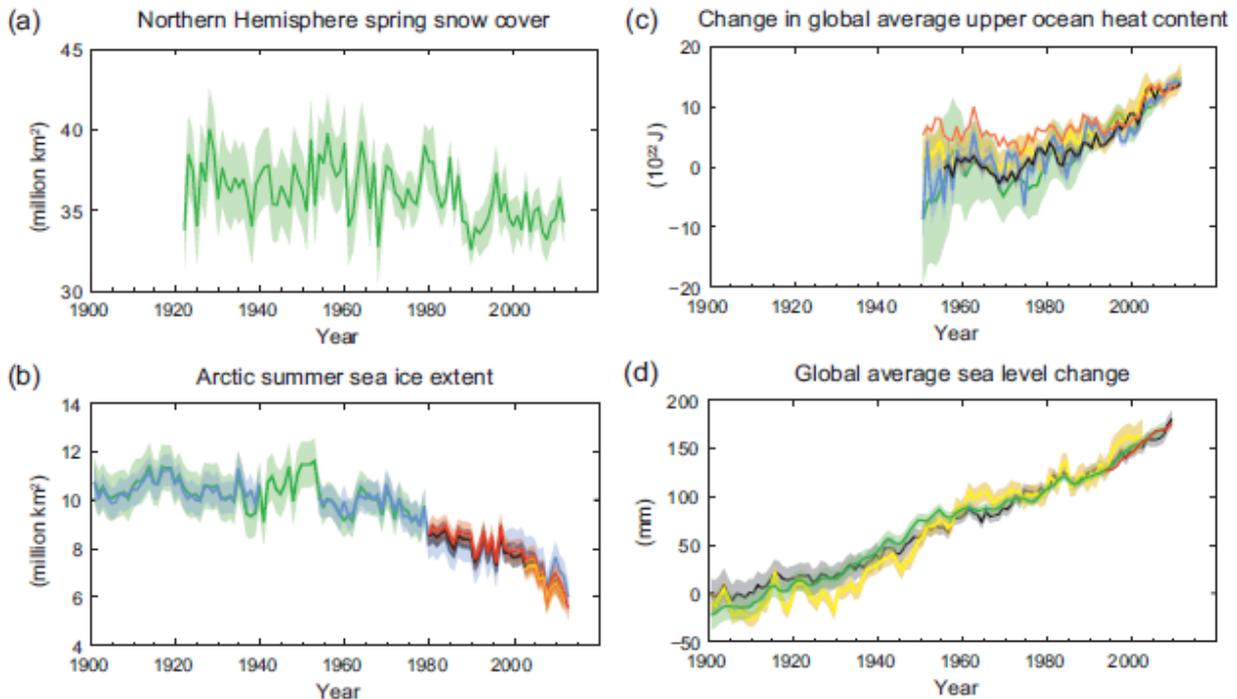


Figure SPM.3 | Multiple observed indicators of a changing global climate: (a) Extent of Northern Hemisphere March–April (spring) average snow cover; (b) extent of Arctic July–August–September (summer) average sea ice; (c) change in global mean upper ocean (0–700 m) heat content aligned to 2006–2010, and relative to the mean of all datasets for 1970; (d) global mean sea level relative to the 1900–1905 mean of the longest running dataset, and with all datasets aligned to have the same value in 1993, the first year of satellite altimetry data. All time-series (coloured lines indicating different data sets) show annual values, and where assessed, uncertainties are indicated by coloured shading. See Technical Summary Supplementary Material for a listing of the datasets. [Figures 3.2, 3.13, 4.19, and 4.3; FAQ 2.1, Figure 2; Figure TS.1]

LIVELLO DEL MARE

Il tasso di innalzamento del livello del mare dalla metà del XIX secolo è stato più grande del tasso medio dei 2000 anni precedenti. Nel periodo 1901-2010, il livello globale medio del mare è cresciuto di 0,19 [0,17-0,21] m (vedi Figura SPM.3).

I dati proxy e strumentali del livello del mare indicano una transizione fra la fine del XIX secolo e gli inizi del XX secolo da tassi medi di innalzamento relativamente bassi durante i due millenni precedenti, a tassi più alti di innalzamento.

- È probabile che il tasso di innalzamento del livello globale medio del mare sia continuato ad aumentare dai primi anni del XX secolo.
- È molto probabile che il tasso medio di innalzamento del livello globale medio del mare sia stato di 1,7 [1,5-1,9] mm/anno nel periodo 1901-2010, 2,0 [1,7-2,3] mm/anno nel periodo 1971-2010, e 3,2 [2,8-3,6] mm/ anno nel periodo 1993-2010. I dati dei mareografi e i dati altimetrici da satellite sono in accordo con il tasso più elevato di quest'ultimo periodo. È probabile che si siano avuti dei tassi simili tra il 1920 e il 1950.
- Dai primi anni '70, la perdita di massa dei ghiacciai e l'espansione termica degli oceani rendono conto insieme di circa il 75% di innalzamento del livello globale medio marino osservato, coerente con la somma dei contributi osservati dell'espansione termica oceanica causata dal riscaldamento (1,1 [0,8-1,4] mm/anno), dei cambiamenti dei ghiacciai (0,76 [0,39-1,13] mm/anno), delle calotte glaciali in Groenlandia (0,33 [0,25-0,41] mm all'anno) e in Antartide (0,27 [0,16-0,38] mm/anno), e delle variazioni dei depositi di acqua nelle terre emerse (0,38 [0,26-0,49] mm/anno). La somma di questi contributi è 2,8 [2,3-3,4] mm/anno.

CICLO DEL CARBONIO E ALTRI CICLI BIOGEOCHIMICI

Le concentrazioni atmosferiche di anidride carbonica, metano, e protossido di azoto sono aumentate a livelli senza precedenti almeno rispetto agli ultimi 800.000 anni. La concentrazione di anidride carbonica è aumentata del 40% dall'età pre-industriale, in primo luogo per le emissioni legate all'uso dei combustibili fossili, e in seconda istanza per le emissioni nette legate al cambio di uso del suolo. L'oceano ha assorbito circa il 30% dell'anidride carbonica di origine antropogenica emessa, causando l'acidificazione degli oceani (vedi Figura SPM.4).

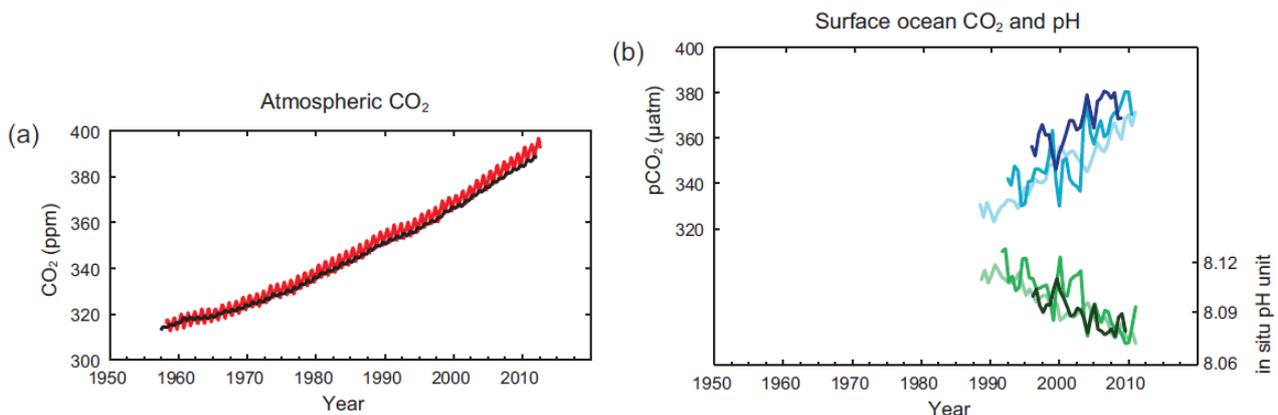


Figure SPM.4 | Multiple observed indicators of a changing global carbon cycle: (a) atmospheric concentrations of carbon dioxide (CO₂) from Mauna Loa (19°32'N, 155°34'W – red) and South Pole (89°59'S, 24°48'W – black) since 1958; (b) partial pressure of dissolved CO₂ at the ocean surface (blue curves) and in situ pH (green curves), a measure of the acidity of ocean water. Measurements are from three stations from the Atlantic (29°10'N, 15°30'W – dark blue/dark green; 31°40'N, 64°10'W – blue/green) and the Pacific Oceans (22°45'N, 158°00'W – light blue/light green). Full details of the datasets shown here are provided in the underlying report and the Technical Summary Supplementary Material. (Figures 2.1 and 3.18; Figure TS.5)

- Le concentrazioni atmosferiche dei gas serra anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄) e protossido di azoto (N₂O), sono tutte aumentate dal 1750 per effetto delle attività umane. Nel 2011 le concentrazioni di questi gas serra erano 391 ppm₁₁, 1803 ppb, e 324 ppb, e superavano i livelli pre-industriali rispettivamente di circa il 40%, 150%, e 20%.
- Le concentrazioni di CO₂, CH₄, e N₂O superano adesso notevolmente le più alte concentrazioni registrate nelle carote di ghiaccio negli ultimi 800.000 anni. I tassi medi di aumento delle concentrazioni atmosferiche durante il secolo scorso sono, con confidenza molto alta, senza precedenti negli ultimi 22.000 anni.
- Le emissioni annuali di CO₂ causate dall'uso dei combustibili fossili e dalla produzione cementifera sono state di 8,3 [7,6-9,0] GtC/anno mediamente nel periodo 2002-2011 e di 9,5 [8,7-10,3] GtC/anno nel 2011, il 54% al di sopra del livello del 1990. (1 Gigatonnellata di carbonio = 1 GtC = 1015 grammi di carbonio. Ciò corrisponde a 3,667 GtCO₂)
- Le emissioni nette annuali di CO₂ dovute al cambiamento di uso del suolo di origine antropica sono state di 0,9 [0,1-1,7] GtC/anno in media nel periodo 2002-2011.
- Dal 1750 al 2011, le emissioni di CO₂ dovute ai combustibili fossili e alla produzione cementifera hanno rilasciato 375 [345-405] GtC nell'atmosfera, mentre deforestazione e altri cambiamenti di uso del suolo si stima che abbiano rilasciato 180 [100-260] GtC. Questo ha significato un totale di 555 [470-640] GtC di emissioni antropogeniche.
- Di queste emissioni cumulative antropogeniche di CO₂, 240 [230-250] GtC si sono accumulate nell'atmosfera, 155 [125-185] GtC sono state assorbite dagli oceani e 160 [70-250] GtC si sono accumulate negli ecosistemi naturali terrestri (vale a dire, il residuo cumulativo del carbonio assorbito dalla terra).
- L'acidificazione degli oceani è quantificata da un abbassamento del pH. Il pH delle acque dell'oceano superficiale si è abbassato di 0,1 unità dall'inizio dell'età industriale (confidenza alta), equivalente a un aumento del 26% della concentrazione degli ioni idrogeno (vedi Figura SPM.4).

I futuri cambiamenti climatici globali e regionali

Le proiezioni dei cambiamenti del sistema climatico sono realizzate utilizzando una gerarchia di modelli climatici che spaziano da modelli climatici semplici, a modelli di complessità intermedia, o più alta, a Modelli del Sistema Terra. Questi modelli simulano i cambiamenti sulla base di una serie di scenari di forzanti antropogenici. Un nuovo set di scenari, i Representative Concentration Pathways (RCP), è stato utilizzato per le nuove simulazioni del modello climatico realizzate nell'ambito del Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) del Programma mondiale di ricerca sul clima (World Climate Research Programme).

In tutti gli scenari RCP utilizzati per AR5, le concentrazioni atmosferiche di CO2 sono più alte nel 2100 rispetto ai livelli attuali per effetto di un ulteriore aumento delle emissioni cumulative di CO2 in atmosfera nel corso del XXI secolo

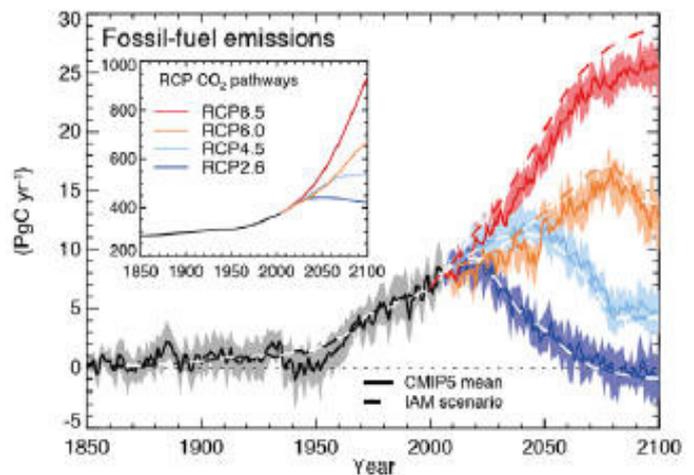
Nell'IPCC AR5 vengono calcolati 4 nuovi scenari RCP (Representative Concentration Pathways) che considerano anche gli effetti delle politiche di mitigazione. In particolare:

RCP 2.6 W/mq. Il RF raggiunge un massimo e poi diminuisce. Si tratta dello scenario di mitigazione più forte che porta ad una concentrazione di 421 ppm al 2100, nettamente migliore dello scenario 450 ppm al 2035 pubblicato dall'IEA-WEO 2013 che garantirebbe il contenimento entro +2°C del riscaldamento medio globale della Terra.

RCP 4.5 W/mq. Il RF si stabilizza al 2100 con una concentrazione al livello di 538 ppm.

RCP 6.0 W/mq. 670 ppm al 2100.

RCP 8.5 W/mq. 936 ppm al 2100.



La figura a destra mostra i profili delle emissioni globali di CO2 relative a questi 4 scenari e illustra quali devono essere gli esiti delle politiche di mitigazione nei quattro casi.

(RF – Forcing Radiativo – quantifica la variazione dei flussi di energia causata dai cambiamenti di alcuni driver ovvero sostanze e processi naturali e antropici che alterano il bilancio energetico della Terra. Più semplicemente, consente di comprendere la differenza esistente tra quanta energia entra nel sistema climatico della Terra e quanta ne viene liberata. Un RF positivo conduce al riscaldamento della superficie terrestre, mentre un RF negativo porta al raffreddamento della superficie)

Le emissioni di gas serra che continuano a crescere provocheranno ulteriore riscaldamento nel sistema climatico. Il riscaldamento causerà cambiamenti nella temperatura dell'aria, degli oceani, nel ciclo dell'acqua, nel livello dei mari, nella criosfera, in alcuni eventi estremi e nella acidificazione oceanica. Molti di questi cambiamenti persisteranno per molti secoli.

L'aumento della Temperatura Media Globale alla Superficie (TMGS) per il periodo 2016–2035 “probabilmente” sarà nel range di 0.3°C - 0.7°C per tutti i quattro RCP.

E' “molto probabile” che le ondate di calore accadranno con maggior frequenza e durata.

Le proiezioni climatiche, infatti, mostrano che entro la fine di questo secolo la temperatura globale superficiale del nostro pianeta probabilmente raggiungerà 1.5°C oltre il livello del periodo 1850 - 1900 secondo tutti gli scenari RCP eccetto RCP2.6. Senza serie iniziative mirate alla mitigazione e alla riduzione delle emissioni globali di gas serra, l'incremento della temperatura media globale rispetto al livello preindustriale potrà superare i 2°C e arrivare anche oltre i 5°C.

In particolare, l'aumento della Tmgs alla fine di questo secolo (media 2081–2100) rispetto a questi anni (1986–2005) probabilmente può crescere nei range;

- 0.3°C - 1.7°C (RCP2.6),
- 1.1°C - 2.6°C (RCP4.5),
- 1.4°C - 3.1°C (RCP6.0),
- 2.6°C - 4.8°C (RCP8.5).

Il riscaldamento (TMGS) sarà più accentuato nelle aree subtropicali e tropicali del pianeta

Il livello globale medio marino continuerà a crescere durante il XXI secolo e queste proiezioni sono considerate più adeguate dalla comunità scientifica rispetto a quelle presentate nell'AR4 (report 2010) perché riproducono meglio le osservazioni e includono la dinamica rapida di fusione delle calotte glaciali (*ice-sheet rapid dynamical changes*).

L'innalzamento del livello medio globale marino per il 2100 sarà “*probabilmente*” nel range di:

- 0.26 - 0.55 m (RCP2.6)
- 0.32 - 0.63 m (RCP4.5)
- 0.33 - 0.63 m (RCP6.0)
- 0.45 - 0.82 m (RCP8.5)

In queste proiezioni di innalzamento del livello medio marino, la espansione termica vale per il 30 - 55% e la fusione dei ghiacciai per il 15 - 35%.

Secondo le proiezioni climatiche la precipitazione media “*probabilmente*” diminuirà in molte aree secche alle medie latitudini e in molte aree secche subtropicali, mentre in aree umide alle medie latitudini “*probabilmente*” aumenterà entro la fine di questo secolo (scenario RCP8.5). In un pianeta più caldo eventi estremi di precipitazione nella maggior parte delle terre emerse alle medie latitudini e nelle aree umide tropicali “*molto probabilmente*” diventeranno più intensi e più frequenti entro la fine di questo secolo.

Secondo tutti i quattro scenari gli oceani continueranno a riscaldarsi e a causa della loro capacità termica continueranno per secoli, anche se le emissioni di gas serra diminuiranno o le concentrazioni di gas serra rimarranno costanti.

E' “*molto probabile*” che in questo secolo la banchisa artica continuerà a ridursi e ad assottigliarsi e anche la copertura nevosa nell'emisfero settentrionale continuerà a diminuire con l'aumento della temperatura globale.

E' “*virtualmente certo*” che la copertura di permafrost nelle alte altitudini si ridurrà. Il volume dei ghiacciai diminuirà in tutti gli scenari.

E' “*virtualmente certo*” che l'assorbimento di carbonio negli oceani causerà un aumento della acidificazione oceanica.

Al fine di limitare l'entità di questi impatti le emissioni di CO2 e degli altri gas serra devono essere ridotte in maniera sostanziale. Limitare il riscaldamento globale causato dalle emissioni antropogeniche di CO2 a meno di 2°C rispetto ai livelli preindustriali richiederà che le emissioni cumulative di CO2 di tutte le sorgenti antropogeniche rimangano sotto i 1000 GtC. 545 GtC sono già state emesse entro il 2011.

3: POLITICHE INTERNAZIONALI PER RIDURRE LE EMISSIONI DI CO2

Dagli anni 90 le politiche internazionali hanno cominciato a capire l'importanza di trovare strade comuni per rallentare gli effetti negativi dello sviluppo industriale. E' un tema globale che coinvolge tutte le nazioni, chi perché principali attori del consumo di risorse, chi perché ricca risorse è soggetta allo sfruttamento eccessivo del territorio e delle fonti di energia.

Un breve elenco delle principali Fasi degli incontri internazionali in cui si sono discusse l'adozione di Politiche per la riduzione delle emissioni

1992 – Rio de Janeiro – Conferenza sull'Ambiente e sullo Sviluppo delle Nazioni Unite (UNCED)

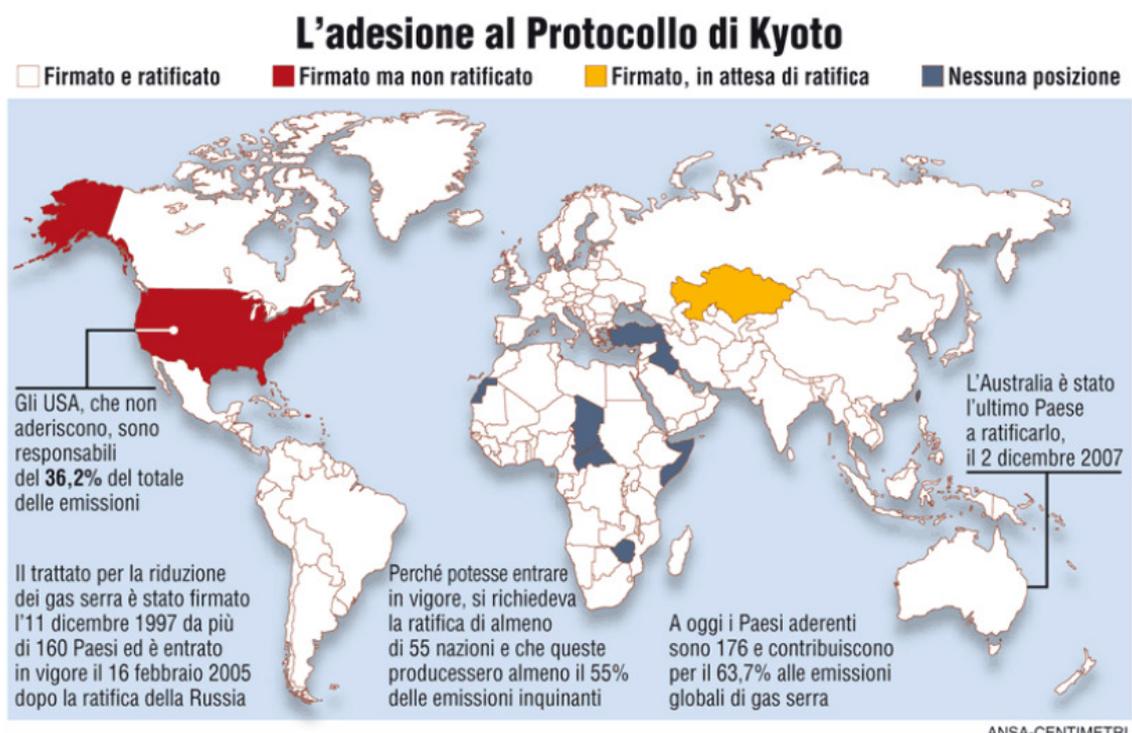
Il “Summit della Terra”, a cui presero parte le delegazioni di 154 nazioni, si concluse con la stesura della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, meglio conosciuta come United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Obiettivo del trattato era quello di ridurre le emissioni di gas serra nell'atmosfera, sulla base della teoria del riscaldamento globale

Dal 1994 le delegazioni decisero di incontrarsi annualmente nella Conferenza delle Parti (COP).

1997 – Kyoto – COP-3 - Il Protocollo di Kyoto fu adottato al termine di negoziati convulsi che videro tra i protagonisti l'ex vicepresidente Usa e Premio Nobel per la Pace Al Gore. Gran parte dei Paesi industrializzati e diversi Stati con economie di transizione accettarono riduzioni legalmente vincolanti delle emissioni di gas serra, comprese mediamente tra il 6 e l'8 per cento rispetto ai livelli del 1990, da realizzare tra il 2008 e il 2012.

Il Protocollo prevede il controllo di **sei gas climalteranti**: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), ossido di azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFC), perfluorocarburi (PFC), esafluoruro di zolfo (SF₆).

Con il Protocollo di Kyoto si scelse di dar vita ad un meccanismo di regolazione basato su strumenti di mercato che rendessero economicamente appetibile, per i paesi, la transizione verso modelli economici a bassa intensità di emissioni e, quindi, verso modelli energetici nuovi e più sostenibili.



Il protocollo di Kyoto può essere riassunto in questi 3 punti:

- i Paesi più industrializzati hanno l'obbligo di ridurre le emissioni di gas serra di almeno il 5% rispetto ai livelli del 1990, nel periodo che va dal 2008 al 2012.
- Gli stessi Paesi devono realizzare progetti di protezione di boschi, foreste e terreni agricoli che assorbono anidride carbonica, (aree definite "carbon sinks", cioè assorbitori di CO₂). Questi Paesi possono guadagnare "carbon credit" esportando tecnologie pulite ai Paesi in via di sviluppo allo scopo di aiutarli ad abbattere le emissioni inquinanti nei processi produttivi.
- Sono previste sanzioni per i Paesi firmatari che mancheranno di raggiungere gli obiettivi fissati dal protocollo. Per i Paesi in via di sviluppo sono previste regole più flessibili.

2000 – l'Europa lancia Programma Europeo per i Cambiamenti Climatici – strumento europeo per favorire il raggiungimento degli obiettivi del protocollo di Kyoto

2005 - Il Protocollo di Kyoto entra in vigore, dopo la ratifica da parte della Russia.

Per entrare in vigore, si richiedeva che il trattato fosse ratificato da almeno 55 tra le nazioni firmatarie e che queste fossero responsabili di almeno il 55% delle emissioni inquinanti: condizione, questa, raggiunta solo nel novembre del 2004, con la ratifica del trattato da parte della Russia.

Nello stesso anno la Commissione Europea ha lanciato **la campagna «Energia sostenibile per l'Europa» (SEE)** con l'obiettivo di promuovere un utilizzo migliore delle fonti energetiche e una crescita della qualità della vita nei territori europei. L'attuazione di tali misure contribuisce in maniera decisiva al raggiungimento degli obiettivi di Kyoto da parte dei paesi dell'Unione Europea.

Gli obiettivi specifici della campagna **«Energia sostenibile per l'Europa»** sono:

- aumentare la sensibilizzazione dei responsabili delle decisioni locali, regionali, nazionali ed europee;
- diffondere le migliori esperienze di sviluppo realizzate nei territori;
- assicurare un alto livello di sensibilizzazione, comprensione e sostegno dell'opinione pubblica;
- stimolare il necessario aumento degli investimenti privati nelle tecnologie energetiche sostenibili.

2007 - L'Unione Europea ha adottato il documento **«Energia per un mondo che cambia»** impegnandosi unilateralmente a ridurre le proprie emissioni di CO₂ del 20% entro il 2020, aumentando nel contempo del 20% il livello di efficienza energetica e del 20% la quota di utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili all'interno del mix energetico.

2008 - L'Unione Europea ha riaffermato tali impegni il 23 gennaio 2008 con l'approvazione **del Pacchetto Clima e Energia (Integrated Energy and Climate Change Pack age, IECCP)** che ha ridefinito il sistema delle quote di emissioni e promosso una diversa ripartizione degli sforzi da intraprendere per adempiere all'impegno comunitario a ridurre le emissioni di gas serra in settori non rientranti nel sistema comunitario di scambio delle quote di emissione (come i trasporti, l'edilizia, i servizi, i piccoli impianti industriali, l'agricoltura e i rifiuti).

In occasione della Settimana Europea dell'Energia Sostenibile, la Commissione Europea ha lanciato il **«Patto dei Sindaci – Covenant of Mayors »**

2009 – Copenhagen – COP-15

La conferenza, a dispetto delle aspettative della vigilia, si è chiusa con un accordo interlocutorio messo a punto da Stati Uniti e Cina, con il contributo di India, Brasile e Sud Africa, sostanzialmente accettato dall'Unione Europea. L'accordo di Copenhagen prevede di contenere di 2 gradi centigradi l'aumento della temperatura media del Pianeta e un impegno finanziario (30 miliardi di dollari l'anno tra il 2010 e il 2012 e 100 miliardi di dollari a partire dal 2020) da parte dei Paesi industrializzati nei confronti delle nazioni più povere al fine di incrementare l'adozione di tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili e

per la riduzione dei gas serra. L'intesa non è però stata adattata dall'assemblea dell'Unfccc e, di conseguenza, non è vincolante, né operativa

2011 – l'Europa definisce la *Energy Roadmap 2050* (COM(2011) 885/2)

L'Europa sancisce il passaggio a una economia europea a basse emissioni di carbonio entro il 2050 (-80-95% di gas serra rispetto al 1990 - è un obiettivo tecnicamente ed economicamente fattibile, a patto che avvenga una quasi totale decarbonizzazione dei processi di generazione elettrica.

L'Europa si è resa conto che per ridurre globalmente le emissioni di gas serra delle percentuali già menzionate, una transizione graduale ed efficiente richiederebbe la riduzione delle emissioni interne del 40% e dell'80% (rispetto al 1990) nel 2030 e 2050 rispettivamente. L'analisi rivela che le politiche esistenti permetteranno di conseguire o anche superare l'obiettivo di riduzione del 20% delle emissioni interne di gas serra entro il 2020 ed indica una tabella di marcia con fasce di riduzione delle emissioni per alcuni settori chiave (elettricità, industria, trasporti, residenziale e servizi, agricoltura) per il 2030 e il 2050. <http://www.roadmap2050.eu/>

COP17 – DURBAN – si è concordato di definire il nuovo strumento entro il 2015 (*COP21 – Parigi 2015*) in vista della sua entrata in vigore nel 2020.

2012 – Durante la conferenza sui cambiamenti climatici tenutasi a Doha nel dicembre 2012, le 192 parti del protocollo di **Kyoto** hanno adottato un emendamento che istituisce un **secondo periodo di adempimento** (dal 1° gennaio 2013 al 31 dicembre 2020) e fissa al 2015 il termine per lo sviluppo di un quadro per un accordo globale da attuare a partire dal 2020.

2013 - Il **secondo periodo di adempimento del protocollo di Kyoto** è iniziato il 1° gennaio 2013 e si concluderà nel 2020. Vi aderiscono 38 paesi sviluppati, tra cui l'UE e i suoi 28 Stati membri. Tale periodo comprende l'**emendamento di Doha**, nell'ambito del quale i paesi partecipanti si sono impegnati a **ridurre le emissioni di almeno il 18% rispetto ai livelli del 1990**. L'UE si è impegnata a diminuire le emissioni del 20% rispetto ai livelli del 1990 in tale periodo.

2014 - Di recente la Commissione Europea ha proposto nuovi obiettivi di riduzione delle emissioni atmosferiche da raggiungere entro il 2030. Gli obiettivi devono essere raggiunti per mantenere il proposito di riduzione delle emissioni di gas-serra a livello europeo di almeno 80% entro il 2050 rispetto al 1990. Gli obiettivi fissati dalla Commissione per il 2030 prevedono una riduzione delle emissioni totali del 40% rispetto al 1990, l'aumento dell'energia da fonti rinnovabili al 27% del consumo finale e il risparmio del 30% di energia attraverso l'aumento dell'efficienza energetica. Attualmente gli obiettivi menzionati e la ripartizione degli obiettivi nazionali sono oggetto di dibattito negoziale. Come per il 2020 l'anno di riferimento per gli obiettivi dei singoli paesi sarà il 2005.

Con l'adozione, il 23 ottobre 2014, del quadro a orizzonte 2030, il Consiglio europeo ha inoltre approvato l'**obiettivo di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra**. L'obiettivo vincolante di **riduzione interna di almeno il 40%** sarà raggiunto collettivamente dall'UE con la partecipazione di tutti gli Stati membri.

Il Patto dei Sindaci

Il Patto dei sindaci è un'iniziativa volontaria con cui le città europee s'impegnano per la propria sostenibilità energetica e ambientale entro il 2020. Ha come fine il raggiungimento, attraverso politiche locali, degli obiettivi previsti dalla cosiddetta **Direttiva europea del 20-20-20**, ossia la riduzione del 20% delle emissioni di CO₂, l'incremento del 20% dell'efficienza energetica e l'aumento del 20% dell'uso di fonti rinnovabili.

Per il Comune aderente e per i suoi cittadini, significa avviare azioni concrete e scelte di sostenibilità nei settori più diversificati della Pubblica amministrazione: dall'edilizia alla pianificazione del territorio, dalla gestione delle risorse naturali alla mobilità, alla **cultura e istruzione** per conoscere e modificare, tutti

insieme, quei comportamenti sbagliati che, spesso senza saperlo, vanno a scapito dell’Ambiente in cui viviamo.

Lo strumento di cui le Amministrazioni locali si dotano per raggiungere questi ambiziosi obiettivi è la predisposizione e l’approvazione di un **Piano di Azione per l’Energia Sostenibile (PAES)** e la rendicontazione biennale dell’efficacia dello strumento attraverso la presentazione di un **Rapporto biennale di monitoraggio**.

Nello specifico, la stesura di tale documento implica l’impegno da parte del Comune a mettere in atto:

- misure di efficienza energetica sia come consumatore diretto che come pianificatore del territorio comunale;
- azioni di formazione ed informazione della società civile (Amministrazione, stakeholder, cittadini);
- rapporto biennale sull’attuazione delle azioni del PAES.

Il Piano di Azione ha lo scopo di individuare le specifiche azioni da compiersi affinché si realizzi una effettiva riduzione delle emissioni inquinanti del 20% entro il 2020. Una riduzione di questa entità, pur rientrando nell’obiettivo del 20/20/20 assunto nel dicembre 2008 dall’Unione Europea, nell’ambito del “Sustainable Energy Europe”, non è certamente di facile conseguimento per una amministrazione locale, considerando i suoi poteri normativi e soprattutto l’attuale situazione economica che, se da un lato sottolinea l’importanza strategica di una razionalizzazione dell’energia, dall’altro riduce la capacità di investimento, tanto dei privati quanto delle imprese.

4: LE BUONE PRATICHE PER RIDURRE IL CONSUMO DI ENERGIA E LE EMISSIONI DI CO2

Grazie ai piccoli gesti che quotidianamente ogni alunno può compiere a scuola come a casa si può incidere sul bilancio energetico del proprio comune. Imparare ed insegnare le buone pratiche è diritto e dovere di un buon cittadino.

Nell’accezione più comune del termine, per risparmio energetico si intende il minor utilizzo dell’energia a nostra disposizione nelle azioni quotidiane; tale forma di risparmio si attua attraverso semplici comportamenti virtuosi, per esempio spegnendo le luci quando non servono, utilizzando veicoli di bassa cilindrata o preferendo la bicicletta come mezzo di trasporto, spegnendo completamente il computer o la televisione quando non vengono utilizzati. L’adozione di comportamenti sostenibili non comporta necessariamente la rinuncia a comfort e/o servizi: comportamenti intelligenti permettono un considerevole risparmio energetico senza particolari rinunce, è necessario disporre di adeguate informazioni sulle possibili alternative e saper dosare sobrietà ed intelligenza nelle proprie scelte di consumo e di comportamento. Ne consegue che questa forma di risparmio non ha limiti, se non nella sensibilità, etica e intelligenza di ciascun soggetto.

Nelle abitazioni

Serramenti

1. Eliminiamo gli spifferi delle finestre: con guarnizioni di gomma o di metallo, oppure con il silicone.
2. Controlliamo le dispersioni del cassonetto delle tapparelle e, se c'è abbastanza spazio (bastano 2 cm), copriamo le fessure e l'involucro con materiale isolante.
3. Se abbiamo infissi vecchi, sostituiamoli con nuovi, isolanti e dotati di doppi vetri.
4. In estate ripariamo le finestre dal sole diretto con tende o abbassando le tapparelle, entrerà meno calore in casa e si potrà ridurre l'uso di ventilatori o condizionatori

Riscaldamento

1. impostiamo la temperatura del nostro appartamento sui 20°C. Per legge è la temperatura di Comfort prevista nella progettazione delle case. Una temperatura più bassa peggiora il benessere della nostra casa, una temperatura più alta è uno spreco di energia.
2. Facciamo controllare la caldaia una volta all'anno da un tecnico autorizzato, e chiediamo sempre l'esito del controllo di sicurezza e di efficienza. Una caldaia ben tenuta consuma meno ed emette meno CO2
3. Applichiamo valvole termostatiche sui caloriferi; è un sistema utile per ridurre il riscaldamento quando si è assenti o la notte e può far risparmiare anche il 20 - 30% sulla bolletta e sulle emissioni di CO2 di ogni casa, senza togliere nulla del benessere a cui siamo abituati.
4. Ricordiamoci di far sfiatare periodicamente i caloriferi per evitare che la presenza di aria renda meno efficiente il nostro riscaldamento.
5. Ricordiamoci la sera in inverno di abbassare le tapparelle o chiudere le persiane, riduciamo così la dispersione di calore attraverso le finestre nella notte.
6. Non mettiamo tende o altri oggetti davanti ai termosifoni, altrimenti il calore resta imprigionato e non ne abbiamo alcun beneficio.
7. Se i nostri caloriferi sono su pareti che danno verso l'esterno, è meglio mettere dei pannelli isolanti tra il muro e il termosifone, per evitare di disperdere direttamente il calore verso l'esterno.
8. Regoliamo il nostro riscaldamento in modo che si spenga la notte e quando non siamo in casa.
9. Se abbiamo sistemi di riscaldamento innovativi e moderni (ad esempio a pavimento), manteniamo costante la temperatura – in questi sistemi di riscaldamento l'alta inerzia termica dei materiali rende più efficiente il sistema se lo si mantiene a temperatura costante.

10. E' importante cambiare l'aria in casa: in inverno per brevi periodi nelle ore più calde della giornata, in estate per lunghi periodi nelle ore fresche notturne

Elettrodomestici

1. Non lasciamo la televisione sempre accesa
2. evitiamo di usare energia elettrica per produrre calore: se puoi evita di usare stufette e boiler per l'acqua calda.
3. spegniamo sempre gli apparecchi elettronici in stand by (per maggior comodità è possibile usare le ciabatte con l'interruttore).
4. usiamo lavatrice e lavastoviglie solo a pieno carico usando i lavaggi economici
5. Sbriniamo frequentemente il frigorifero e teniamo la serpentina pulita e distanziata dal muro così da far circolare l'aria, il motore si scalda meno e consuma meno.
Perché? Il frigorifero funziona estraendo il calore dall'interno e portandolo all'esterno verso l'aria più fresca. E' quindi importante che il motore del frigorifero sia a contatto con una buona massa d'aria libera di muoversi e sia lontano da fonti di calore. Altre regole importanti per consumare meno sono le seguenti:
 - Introduciamo i cibi quando non sono caldi ma a temperatura ambiente in modo che il motore non debba lavorare troppo per estrarre calore dall'interno del frigo.
 - Teniamo pulita la serpentina del frigo, per mantenere sempre efficiente lo scambio con l'esterno
 - Sbriniamo periodicamente il congelatore – lo strato di ghiaccio che si forma isola i cibi dall'esterno e rende più difficile il lavoro del congelatore (estrarre il calore dai cibi)
 - Regoliamo il frigo nelle diverse stagioni in modo che la temperatura interna sia sempre 4° C
 - Organizziamo il frigorifero nel modo corretto per mantenere i cibi ricordando che il ripiano più basso è quello più freddo, mentre gli scomparti sulla porta sono i più caldi. In base a questo organizzate il frigo in modo che non sia troppo pieno e ci sia lo spazio per la circolazione dell'aria tra i cibi
 - Se dovete scongelare dei cibi e avete tempo, metteteli nel frigo. In questo modo cedono freddo al frigo e avranno uno scongelamento più igienico
 - Congelate i cibi in piccole porzioni – questo rende il congelamento più veloce
6. Per riscaldare i cibi prediligiamo i forni a microonde rispetto a quelli elettrici tradizionali: consumano circa la metà, non hanno bisogno di preriscaldamento e conservano intatte le proprietà nutritive dei cibi.
7. Per cuocere ad esempio i biscotti nella scelta del forno prediligi quello ventilato ed evita di aprirlo mentre è acceso, non preriscaldarlo se non è indispensabile e spegnilo poco prima della fine della cottura.
8. Stendere bene la biancheria ad asciugare è la prima regola per ridurre l'utilizzo del ferro da stiro e i consumi di energia elettrica. E se serve un'asciugatrice, meglio sceglierla con l'etichetta energetica di classe A.

L'illuminazione

Anche l'illuminazione, tipo di lampadine e organizzazione nella casa, sono molto importanti per ridurre i consumi.

- Utilizzare il più possibile la luce naturale
- Scelta di lampadine efficienti

Come Illuminare

Per ridurre i consumi di elettricità per illuminare le proprie case è importante concepire l’illuminazione degli spazi in modo da poter utilizzare al meglio la luce naturale e ridurre il più possibile il ricorso alla luce artificiale.

Come fare?

- Organizza gli spazi interni anche in funzione della posizione delle finestre e dell’orientamento della propria casa
- Pareti e mobili chiari rendono gli spazi più luminosi
- Se devi schermare i serramenti, scegli tendaggi che non blocchino eccessivamente l’entrata della luce naturale, pur riparandoti dal caldo estivo
- Valuta quali sono le attività che svolgi nei vari ambiente e se sia più conveniente l’utilizzo di punti luce specifici o di un punto luce diffuso - a tavola in cucina, sul piano di lavoro, a letto o in poltrona, in bagno o alla scrivania è richiesta una luce specifica. Tenere sempre accesa la luce centrale di ogni ambiente non aiuta a risparmiare
- Se si prevedono più punti luce nello stesso ambiente, è importante che siano gestibili in modo indipendente con interruttori diversi
- In ambienti ampi può essere utile utilizzare interruttori con regolatori di flusso luminoso
- Valuta la possibilità di applicare sistemi di accensione automatica in alcune stanze dove sei poco presente, i corridoi, il bagno, il box o la cantina
- Nella scelta dei lampadari, valuta quelli che danno la miglior resa luminosa in funzione dell’utilizzo che fai della stanza oltre a ricordarti di tenerli puliti

Scelta delle lampadine

I parametri per definire la capacità di illuminare, l’efficienza di una lampadina e la durata sono:

- Luminosità di una lampadina - valuta il Flusso luminoso, cioè la quantità complessivamente emessa dalla fonte di luce. (Lumen)
- Efficienza di un corpo luminoso - parametro lumen/watt.
- Durata media vita (ore)
- Cicli di accensione e spegnimento

Le principali tipologie di lampadine sono le seguenti:

- **Lampadine tradizionali a incandescenza** – la luce viene emessa per passaggio di corrente attraverso un filamento di metallo che diventa incandescente. Solo il 5% si trasforma in luce. Il resto in calore – ormai non più commerciabili. Efficienza luminosa intorno ai 10-15 Lumen/watt e buona resa cromatica. Durata media circa 1000 ore.
- **Lampade ad incandescenza alogene** – hanno un funzionamento simile alle lampade ad incandescenza con una grande produzione di calore rispetto all’emissione di luce. Hanno una efficienza luminosa tra i 15-25 Lumen/watt, durano più del doppio di quelle tradizionali (da 2000 a 4000 ore) e hanno una ottima resa cromatica. Sono consigliate dove è richiesta illuminazione localizzata e decorativa, immediata disponibilità di luce e accensioni e spegnimenti continui. Gli svantaggi sono una bassa efficienza energetica, la ridotta durata di vita e il surriscaldamento superficiale della lampadina.
- **Lampade fluorescenti**
 - tubolari (LFL): si tratta di tubi di vetro rivestiti internamente da uno strato di speciali polveri fluorescenti (contenenti vapore di mercurio a bassa pressione). In corrispondenza delle estremità vi sono due elettrodi che al passaggio della corrente generano una scarica a cui è associata l’emissione di radiazioni luminose. Queste lampadine solitamente hanno bisogno

di un elemento elettronico utile all'accensione e che controlli la quantità di corrente elettrica. Questo elemento (chiamato alimentatore o ballast) può essere integrato nella lampadina o nella lampada. Hanno una elevata efficienza luminosa (da 50 a 120 lumen/watt, hanno una lunga durata di vita . sono indicate per illuminare ambienti interni ed esterni nei casi in cui serve un uso prolungato e senza accensioni e spegnimenti frequenti..

- compatte (CFL) o dette anche a “risparmio energetico”. Si tratta di tubi di vetro rivestiti internamente da uno strato di speciali polveri fluorescenti (contenenti vapore di mercurio a bassa pressione) piegati in modo da ottenere una forma compatta (candela o spirale). Il funzionamento è come le lampade LFL. Sono simili a quelle ad incandescenza per dimensioni e tonalità della luce ma con una efficienza luminosa che va da 50 a 75 lumen/watt e una durata anche 10 volte quella delle lampade a incandescenza e con una resa cromatica superiore a 80. (100 è il valore delle lampadine ad incandescenza). sono indicate per illuminare ambienti interni ed esterni nei casi in cui serve un uso prolungato e senza accensioni e spegnimenti frequenti.

Il limite delle lampade fluorescenti sono i tempi di accensione a regime (quindi non adatte a luoghi ove si sosta per poco tempo), poco regolabili come intensità luminosa, contenuto in mercurio e utilizzabili solo come luci diffuse.

- **Lampade a LED** (diodo a emissione luminosa), a basso consumo. Non emette luce da un filamento caldo ma trasferendo elettroni in un diodo o in un semiconduttore. Consentono di risparmiare a parità di luce, anche fino all'80% dell'energia elettrica rispetto ad una lampadina ad incandescenza. Durano anche fino a 50.000/100.000 ore e posso emettere luce di diversi colori. Hanno quindi una efficienza luminosa tra i 50/60 Lumen/watt, e una resa cromatica tra i 60 e gli 80. Possono trovarsi in diversi formati:

- A Bulbo preferibili alle lampadine a risparmio energetico se serve la massima luminosità da subito, è necessario una luce regolabile, è da evitare la presenza di mercurio e si vuole una migliore resa cromatica.
- Faretto per sostituire faretto alogeni in quanto hanno una durata di vita e un'efficienza molto superiore a parità di qualità luminosa
- Tubi Led che però non sono per ora un valido prodotti per sostituire i Tubi fluorescenti.
- Lampade con Led integrati in cui la lampadina Led è venduta in una determinata lampada.

In generale i LED hanno una efficienza energetica maggiore, una lunga durata, una buona resa cromatica, la possibilità di regolare la luce, solo una minima parte di elettricità è trasformata in calore.

I limiti sono il costo, un tipo di luminosità diffusa, materiali costruttivi non sempre in linea con principi di sostenibilità ambientale e sono sensibili ad eventuali innalzamenti di calore.

Uno studio realizzato da una collaborazione europea tra agenzie pubbliche, università e laboratori di ricerca hanno definito elementi guida da prendere in considerazione per l'acquisto di lampadine:

Lampadine almeno di Classe A (anche A+ per i LED), temperatura colore 2700 K per luci calde, 4.000 K per luci fredde, una durata garantita di 10mila ore per CFL o di 20mila ore per il LED e una resa cromatica di almeno 80Ra (anche 90 nel caso dei LED) - <http://www.premiumlight.eu/?page=Italy>

Ecco alcune caratteristiche di varie lampade messe a confronto.

Tabella: Criteri generali raccomandati dal progetto PremiumLight

criterio	Lampadine a risparmio energetico (CFL)	Lampadine LED	Faretti LED
Temperatura di colore (Kelvin)	2,700-3,200 (4,000-5,000)	2,700-3,200 (4,000-5,000)	2,700-3,200 (4,000-5,000)
Resa cromatica	>80	>90	>80
Durata di vita media (ore)	>12,000	>25,000	>25,000
Cicli di accensione/spegnimento	>12,000 (500,000)	>25,000	>25,000
Classe di efficienza: etichetta energetica	A	A+	A+

Valori tipici di intensità luminosa per lampadine a risparmio energetico (CFL) o LED rispetto al valore di potenza della corrispondente lampadina a incandescenza.

Lampadina a Incandescenza		Lampadina LED	Lampadina CFL
25 Watt	→	249 Lumen	229 Lumen
40 Watt	→	470 Lumen	432 Lumen
60 Watt	→	806 Lumen	741 Lumen
75 Watt	→	1055 Lumen	970 Lumen
100 Watt	→	1521 Lumen	1398 Lumen

Verifica il tipo di lampadina più adatto al locale e all'utilizzo:



- 1 ... Soggiorno
- 2 ... Cucina / sala da pranzo
- 3 ... Camera da letto
- 4 ... Studio
- 5 ... Camera dei bambini
- 6 ... Bagno
- 7 ... Corridoio
- 8 ... Sgabuzzino
- 9 ... Garage

-  Lampada a risparmio energetico (CFL)
-  Tubo fluorescente (neon)
-  Lampadina LED
-  Faretto LED
-  Faretto alogeno (integrato)

A goccia

 Lampadina a incandescenza Classe di efficienza E-G	 Lampadina a risparmio energetico (compatta fluorescente - CFL) Classe di efficienza A/B	<ul style="list-style-type: none"> + 80% di riduzione dei consumi energetici + 10-15 volte più longeva + Prezzo di acquisto ridotto + Costi totali inferiori durante la vita della lampadina <ul style="list-style-type: none"> - tempo di accensione - contenuto di mercurio
 Lampadina alogena Classe di efficienza C	 Lampadina LED Classe di efficienza A/A+	<ul style="list-style-type: none"> + 80-90% di riduzione dei consumi energetici + 10-30 volte più longeva + Costi totali inferiori durante la vita della lampadina <ul style="list-style-type: none"> - prezzo sensibilmente più elevato - luce più direzionale

Faretti

 Lampadina alogena G4 Classe di efficienza B	 Lampadina LED G4 Classe di efficienza A/B	<ul style="list-style-type: none"> + 70-80% di riduzione dei consumi + 10-30 volte più longeva + Costi totali inferiori durante la vita della lampadina <ul style="list-style-type: none"> - prezzo sensibilmente più elevato
 Faretto alogeno GU5,3 Classe di efficienza C	 Faretto LED GU5,3 Classe di efficienza A/A+	
 Faretto alogeno GU10 Classe di efficienza C	 Faretto LED GU10 Classe di efficienza A/A+	

Verificare le possibilità di sostituzione delle vecchie e inefficienti lampadine con CFL e LED, e scegliere il tipo di lampadina

Negli acquisti

1. acquistiamo elettrodomestici a basso consumo, soprattutto frigoriferi e congelatori che restano accesi 24 ore su 24 per tutto l'anno; costano un po' di più ma si ripagano da soli nel giro di due anni. Un Frigorifero di classe A consuma circa il 50% in meno rispetto a uno di classe D.
2. Riduciamo l'acquisto di bevande in bottiglie di plastica, così daremo una mano alla riduzione della produzione di rifiuti.
3. scegliamo prodotti con imballi riciclabili e poco voluminosi. Se possibile rivolgersi direttamente ai produttori perché gli acquisti di prodotti a KM Zero consentono un notevole risparmio nel trasporto e quindi impattano meno sulla produzione di CO2
4. teniamo sempre con noi una sportina riutilizzabile per la spesa
5. L'arte del riciclo aiuta a risparmiare energia, riducendo il consumo di nuove fonti naturali: crea sorprendenti soluzioni. Per esempio quante vite può avere un semplice barattolo di caffè? Vasi colorati, pratici porta penne, lanterne e paralumi... e poi?

Alla guida

Una guida corretta ci permetterà di ridurre il consumo di carburante. Ecco qualche regola di guida ecologica:

1. Limitiamo la velocità rispetto a quella massima.
2. Manteniamo un'andatura più regolare e più dolce
3. Preferiamo marce più alte;
4. Utilizziamo in modo appropriato l'aria condizionata
5. Carichiamo il portabagagli in modo non eccessivo ed equilibrato.
6. Controlliamo la pressione dei pneumatici almeno una volta la mese.
7. Spegliamo il motore in caso di lunghe soste.
8. Se siamo fermi in sosta non teniamo accesa la macchina per avere il riscaldamento o l'aria condizionata.
9. Non scaldiamo il motore
10. Sfruttiamo il freno motore
11. Verifichiamo che il filtro dell'aria sia efficiente e pulito
12. Ricordiamoci di cambiare l'olio motore regolarmente

Al lavoro

1. Non lasciamo inutilmente le luci accese quando usciamo dall'ufficio, un po' di attenzione fa bene all'ambiente anche quando la bolletta non la paghiamo noi.
2. non apriamo le finestre quando ci sono il riscaldamento o l'aria condizionata in funzione.
3. per andare al lavoro scegliamo trasporti a basso impatto ambientale e andiamo a piedi, con i mezzi pubblici o in bicicletta.
4. spegniamo le stampanti alla fine del lavoro e stampiamo sempre con l'opzione fronte/retro e/o inserendo più pagine nella stessa facciata. Utilizziamo, ogni volta che è possibile, la modalità di stampa a bassa risoluzione (“economy” o “draft”).
5. utilizziamo carta riciclata e per gli appunti, la carta di recupero
6. Quando facciamo una pausa, concediamola anche al computer e al monitor, attivando la funzione “risparmio energia”.
7. Se non utilizziamo il PC per un lungo periodo di tempo, spegniamolo e alla fine della giornata di lavoro, stacciamo la spina. Il PC è uno di quegli elettrodomestici che assorbe una notevole potenza elettrica, in misura variabile da 3 a 6 watt a seconda dei modelli, anche da spento.

Bibliografia

Di seguito alcuni documenti e siti più significativi utilizzati per la redazione della guida.

Edures – energia in gioco – manuale per insegnanti, Provincia di Ravenna

Energia per la vita – la nostra scuola per l’energia sostenibile ,Istituto Oikos, Provincia di Varese

Energia per la vita – Risparmiare energia in casa ,Istituto Oikos, Provincia di Varese

Risparmio energetico con l’illuminazione – ENEA

<http://www.viviconstile.org/> - Legambiente

<http://www.premiumlight.eu/>

<http://www.reteclima.it/il-cambiamento-climatico/>

<http://www.clima2014.it/>

<https://www.ipcc.ch/report/ar5/> - Documentazione IPCC AR5

<http://www.cmcc.it/> - Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

www.comitatoscientifico.org

<http://educazionetecnica.dantect.it/>

<http://www.lifegate.it/>