AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

La voce dei ragazzi per "fermare" la febbre del pianeta

Proposte sul clima verso e oltre COP21

#Teens4Change

ISBN: 9788882863227

Giuseppe **Accroglianò**
Annia **Barnocchi**
Edoardo **Brandi**
Alessia **Caravetta**
Alessandro **Crisci**
Alessandro **Leonardi**
Flavia **Levrero**
Giuliano **Marsili**
Ludovico **Moroli**
Simone **Polito**
Gaia **Pulitelli**
Martino **Silvestri**
Carlo **Tritto**
Maria B. **Vagliasindi**
Domenico **Vizza**

La voce dei ragazzi per “fermare” la febbre del pianeta

Proposte sul clima verso e oltre COP21

#Teens4Change

La voce dei ragazzi per “fermare” la febbre del pianeta

Proposte sul clima verso e oltre COP21

#Teens4Change

Autori

Giuseppe **Accroglianò,** Annia **Barnocchi,** Edoardo **Brandi,** Alessia **Caravetta,** Alessandro **Crisci**, Alessandro **Leonardi,** Flavia **Levrero,** Giuliano **Marsili,** Ludovico **Moroli,** Simone **Polito,** Gaia **Pulitelli,** Martino **Silvestri,** Carlo **Tritto,** Maria Beatrice **Vagliasindi,** Domenico **Vizza.**
“Liceo scientifico Avogadro, Roma”

Coordinamento

prof.ssa ***Caterina Del Colle, “Liceo scientifico Avogadro, Roma“***

Supervisione ENEA

Maria **Velardi** e Natale Massimo **Caminiti**

Foto in copertina

Maurizio **Steffè** © PNRA

2015 ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l’energia e lo sviluppo economico sostenibile

ISBN: 9788882863227

Scaricabile su: www.enea.it

Più che un libro, è un messaggio, un manifesto.
#Teens4Change è la voce dei ragazzi che si alza contro il cambiamento climatico.
Una raccolta di idee, proposte, inviti ad agire per fermare la febbre del pianeta.
Un messaggio da consegnare ai decisori della Conferenza delle Nazioni Unite di Parigi che sono chiamati a decidere sul futuro della Terra.
L'idea di questa pubblicazione nasce spontanea. Galeotta una lezione sui cambiamenti climatici. I ricercatori dell'ENEA ''in cattedra" e, di fronte, un gruppo di ragazzi del Liceo Scientifico Avogadro di Roma che hanno aderito al Progetto "L'Europa che vorrei: da Ventotene a Strasburgo". Orecchie tese e occhi bene aperti su un problema trasversale che riguarda tutte le generazioni, tutte le età, tutti gli stati sociali, senza nessuna eccezione.
E' stato l'inizio di un "effetto domino" che ha scatenato l'entusiasmo dei ragazzi e li ha portati a voler approfondire ed essere coinvolti in prima persona nell'organizzazione di un ciclo di lezioni, curate e tenute da loro stessi in modo interattivo, sotto la guida della Prof.ssa Caterina del Colle, responsabile del progetto, e sulle tracce indicate dai nostri ricercatori.
Menti acerbe dai pensieri maturi, così potremmo definirli. Giovani affamati di scienza che vedono nella ricerca e nell'innovazione tecnologica, la risposta al cambiamento climatico e che intendono lasciare con questo rapporto un'impronta nitida sulla Roadmap verso la sostenibilità e la Green Economy.
#Teens4Change raccoglie le lezioni tenute e scritte dai ragazzi, raccontando, alla stregua di un rapporto scientifico, i temi del cambiamento climatico facendone emergere necessità e urgenza.
Un messaggio forte e chiaro per il meeting di Parigi, sul contributo delle nuove tecnologie e dell'efficienza energetica, sulle azioni da intraprendere per l'adattamento e la mitigazione, sugli strumenti per ridurne l'impatto su uomo e ambiente. Tutte tematiche queste che vedono l'ENEA impegnata in prima linea.
Il linguaggio utilizzato nel rapporto rispecchia la freschezza e l'entusiasmo tipici dell'età e di chi per la prima volta si avvicina ad una problematica così globale e complessa.
#Teens4Change è la voce dei ragazzi, l'ENEA li ha ascoltati e li ha sostenuti in questa sfida verso e oltre COP21, prendendo parte anche alla campagna europea #WeAreTheClimateGeneration per la difesa del clima; e comunque Teens4Change non termina qui. Questo rapporto rappresenta il punto di partenza di un percorso di formazione e di coinvolgimento del primo (e crediamo!) di innumerevoli "teens" verso una società "Carbon Neutral" che, senza alterare l'equilibrio del Pianeta, possa portare sviluppo, prosperità e crescita anche ai tantissimi che ne sono ancora esclusi.

Prof. Federico Testa
Commissario ENEA

1. GLI ASPETTI SCIENTIFICI

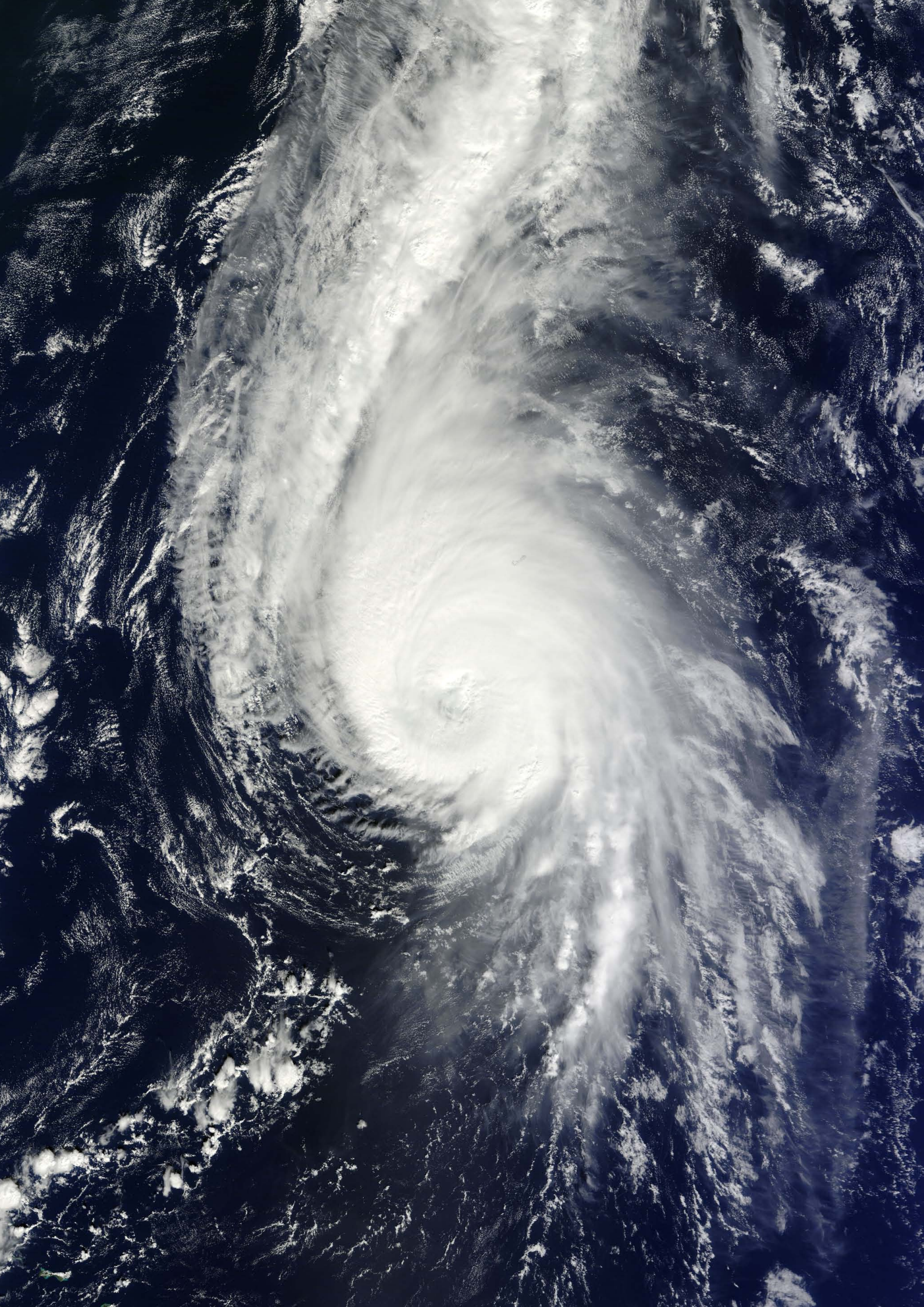
1.1 L'effetto serra 7
1.2 Il cambiamento del clima nel tempo 7
1.3 I cambiamenti climatici osservati 9
1.4 Le cause 10
1.5 Le previsioni e gli impatti 11

2. COME CONTRASTARE IL CAMBIAMENTO CLIMATICO

2.1 Lo schema dell'intervento 15
2.2 Le tecnologie per la riduzione delle emissioni 16
2.2.1 Le fonti rinnovabili 16
2.2.2 L'efficienza energetica 25
2.2.3 La cattura ed il sequestro del carbonio 28
2.2.4 Il ruolo del cambiamento dei suoli e delle foreste 28
2.3 I rischi, gli impatti e l'adattamento 29
2.3.1 Risorse idriche 29
2.3.2 Dissesto idrogeologico 30
2.3.3 Agricoltura e produzione alimentare 30
2.3.4 Turismo 32
2.3.5 Salute 32

3. LA RISPOSTA ISTITUZIONALE AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

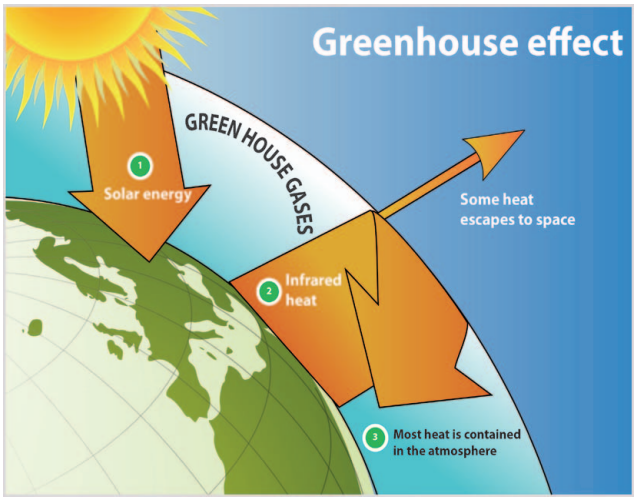
3.1 La convenzione quadro sui cambiamenti climatici 35
3.2 Intergovernmental panel on climate change - IPCC 36
3.3 Il protocollo di Kyoto 36
3.4 La strategia europea 37
3.5 USA e Cina 38
3.6 La conferenza di Parigi - verso un accordo globale 38
3.7 Gli strumenti 40
3.7.1 Carbon Tax 40
3.7.2 Emission Trading 41
3.7.3 Imposta carbonica aggiunta 41
3.7.4 Meccanismo di sviluppo pulito 42



1. GLI ASPETTI SCIENTIFICI

1.1 L'EFFETTO SERRA

L'effetto serra è un fenomeno senza il quale la vita come la conosciamo adesso non sarebbe possibile. Questo processo consiste nel riscaldamento del pianeta dovuto all'azione dei cosiddetti gas serra, presenti nell'aria a concentrazioni relativamente basse come ad esempio anidride carbonica, vapore acqueo e metano. Questi gas da un lato permettono alle radiazioni solari di passare attraverso l'atmosfera e dall'altro ostacolano il passaggio verso l'esterno delle radiazioni infrarosse provenienti dalla superficie della Terra, ossia trattengono il calore riemesso. Infatti i raggi solari a corta lunghezza d'onda penetrano facilmente nell'atmosfera raggiungendo in buona parte la superficie del pianeta terra; sono quindi in parte riemessi sotto forma di radiazioni infrarosse, a più alta lunghezza d'onda, ed in parte assorbiti e convertiti in calore. L'interferenza tra i gas serra e le radiazioni infrarosse comporta l'accumulo di energia termica in atmosfera e quindi un innalzamento della temperatura superficiale della terra fino al raggiungimento di un punto di equilibrio tra radiazione solare in arrivo e radiazione infrarossa in uscita. In pratica questi gas si comportano come i vetri di una serra che mantengono il calore all'interno di essa senza farlo uscire favorendo così la regolazione e il mantenimento della temperatura terrestre ai valori odierni.



L'effetto serra

Questo processo è sempre avvenuto naturalmente e fa sì che la temperatura della Terra sia circa 33°C più
zione ed il mantenimento della temperatura terrestre ai valori odierni.
calda di quanto lo sarebbe senza la presenza di questi gas. Infatti in assenza di questi la temperatura superficiale media della Terra sarebbe di circa -18 °C. Negli ultimi decenni le attività umane hanno contribuito ad aumentare le quantità di questi gas causando un innalzamento delle concentrazioni nell'atmosfera ed un conseguente aumento dell'effetto serra e quindi della temperatura media superficiale del pianeta.

1.2 IL CAMBIAMENTO DEL CLIMA NEL TEMPO

La paleoclimatologia è lo studio del clima con riferimento all'intera storia del pianeta Terra.
E' utile perché, non fermandosi ad osservare i comportamenti climatici recenti e avendo quindi una visione a lungo termine, ci porta a scoprire i meccanismi del clima terrestre.
Il cambiamento climatico è ormai un qualcosa di innegabile, come è innegabile che sia alimentato dalle attività umane: la paleoclimatologia ci permette di definire la variabilità naturale del clima e così distinguere il più possibile i cambiamenti climatici naturali da quelli dovuti all'uomo. E poi ci fa capire l'impatto del clima sull'ambiente e gli ecosistemi. La paleoclimatologia non può fare esperimenti ma soltanto osservazioni. Gli scienziati che fanno questo tipo di studi raccolgono dati da diverse fonti, li analizzano, creano modelli climatici. Esistono fonti storiche che ci danno informazioni sul clima e gli eventi meteorologici del passato, ma non si tratta di dati precisi

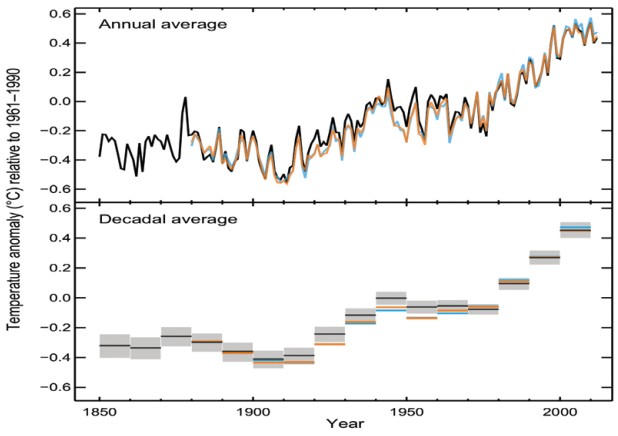
perché la raccolta rigorosa e la conservazione di dati sul clima iniziò soltanto nel XX secolo. La maggior parte dei dati utilizzati dagli scienziati proviene così dallo studio di siti naturali (*natural archives*) che conservano in se stessi informazioni sulle condizioni climatiche che hanno vissuto. Infatti, molti sistemi naturali dipendono dal clima: ricevono il segnale climatico e possono "memorizzarlo" sotto forma di tracce naturali, *climate proxies*.
In statistica, *proxy* è quella variabile misurabile che è indicatrice di una variabile non misurabile: così, *climate proxies* sono elementi che si sono preservati fino ad oggi che gli studiosi rilevano ed analizzano ricostruendo condizioni climatiche del passato. Si possono raccogliere vari tipi di dati glaciologici, biologici, geologici con caratteristiche diverse, per esempio l'arco di tempo di cui sono in grado di fornire informazioni o la loro accuratezza.
In paleoclimatologia, per la quantità e affidabilità dei dati che si ricavano da esse, hanno particolare importanza le carote di ghiaccio, cioè campioni circolari estratti dal ghiaccio montano o polare (antartico). Il ghiaccio si forma perché la neve si accumula, schiacciando gli strati sottostanti con il suo peso; in una carota le diverse profondità corrispondono alla stratificazione del ghiaccio formatosi in epoche successive. La datazione è più facile fino ad un certo livello: in periodi dell'anno diversi il ghiaccio si forma in quantità e qualità differenti e stratifica quindi con diverse caratteristiche, permettendoci di individuare lo strato corrispondente all'arco di un anno; negli strati inferiori la datazione utilizza metodi più complicati e diventa meno precisa. Le analisi che si possono fare utilizzando le carote di ghiaccio sono varie. Per esempio, gli isotopi dell'ossigeno $_{18}O$ e $_{16}O$ hanno diverse velocità di evaporazione e condensazione, e studiare il loro rapporto a diverse profondità ci fa scoprire la temperatura degli oceani e dell'atmosfera in un determinato periodo. Un isotopo del berillio, proporzionale all'intensità dei raggi cosmici che colpiscono la Terra, ci permette di calcolare l'intensità della radiazione solare.
Un ultimo importante esempio è quello delle bolle di aria intrappolate dal ghiaccio, la cui analisi permette di individuare la quantità delle diverse sostanze, anidride carbonica e altri gas serra, che componevano l'atmosfera nel periodo corrispondente.
Altri dati si possono ricavare dal fatto che il clima e la vegetazione sono collegate: i cambiamenti climatici implicano cambiamenti nella vegetazione. Questi però possono essere dovuti anche a malattie, incendi, attività umana: bisogna cercare di distinguere le modificazioni nella vegetazione dovute a questi ultimi aspetti dalle modificazioni nella vegetazione dovute al clima, che permettono di risalire a cambiamenti climatici.
La palinologia, scienza che studia il polline e altri elementi biologici microscopici, si applica alla paleoclimatologia proprio perché permette di ricostruire passati cambiamenti nella vegetazione.
Il polline è prodotto dalle piante in grande quantità, è resistente alla decomposizione, consente di identificare la pianta di provenienza. Il tipo di pianta presente in un'area in un determinato periodo ci dà informazioni sul clima in quel periodo perché la vegetazione è funzione del clima. Il polline si trova in diversi siti, come carote di ghiaccio, fondali marini e lacustri.
La dendroclimatologia è invece quella parte della paleoclimatologia che studia gli alberi. Gli alberi delle aree continentali nel corso della loro vita accrescono progressivamente il tronco perché aggiungono ogni anno un anello di crescita. Questo processo è influenzato dal clima, in particolare da calore e umidità: per questo gli alberi sono interessanti per indagare il clima del passato. Le sezioni trasversali dei tronchi mostrano gli anelli annuali con varie larghezze ben distinti tra loro, rendendo solitamente semplice

Carotaggi in Antartide

la datazione; a volte presentano cicatrici dovute a incendi. Gli studiosi analizzano le sezioni, individuando le diverse composizioni isotopiche, densità e larghezze degli anelli, e utilizzano queste caratteristiche come indicatori delle passate condizioni climatiche.
Fonti di informazioni sul clima sono anche le stalattiti e le stalagmiti, che si formano con il lento accumularsi di carbonato di calcio depositato dalle acque sotterranee. Sono quindi parte del ciclo idrologico, e per questo sono indicatori dei cambiamenti idrologici. Diverse proprietà di stalattiti e stalagmiti sono proxy per temperatura e precipitazioni, ad esempio gli isotopi di ossigeno presenti nella calcite (il minerale formato dal carbonato di calcio).
Infine, siti di studio possono essere anche sedimenti marini e lacustri, che presentano una stratificazione di quei materiali che progressivamente sono giunti all'acqua (minerali, polline, cenere). I campioni però hanno una forte incertezza nella datazione. Inoltre quando il tasso di sedimentazione è molto lento come nel caso degli oceani i sedimenti si possono usare solo per studi di eventi climatici a bassa frequenza.

1.3 I CAMBIAMENTI CLIMATICI OSSERVATI

Il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile.
Come ci mostrano i grafici pubblicati dall'IPCC (intergovernamental Panel Climate Change - organismo intergovernativo di esperti istituito nell'ambito delle Nazioni Unite), nel suo quinto rapporto, la temperatura media superficiale della terra delle ultime tre decadi è la più alta dal 1850, con un aumento di circa 1°C nel periodo 1880-2012. Infatti questa variazione ben delineata e visibile mette molta preoccupazione agli occhi degli esperti.



Observed globally averaged combined land and ocean surface temperature anomaly 1850-2012

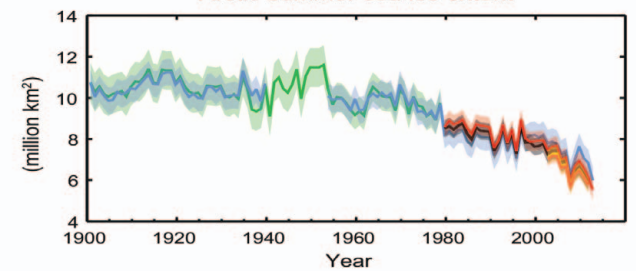
Fonte: IPCC, summary for policymakers

Esistono inoltre altri fattori concreti sui quali basarsi per affermare l'inequivocabilità del fenomeno:

- la sempre più scarsa presenza di neve primaverile;
- il maggior contenuto di calore nella parte superficiale degli oceani;
- la diminuzione dell'estensione del ghiaccio artico
- un innalzamento sempre più frequente del livello del mare.

Esaminando i grafici e i dati pubblicati dall'IPCC saltano subito agli occhi tutte queste variazioni, che spesso rimangono per molti ingiustificate o per lo meno non motivate.
Focalizziamo allora la nostra attenzione su ogni singolo fattore del cambiamento climatico.

Sempre più scarsa neve primaverile
Chi vive in zone montane lo sa. Numerosi sono i reclami e rumorose sono le proteste da parte di amanti del settore sciistico, che affermano di aver avuto non pochi problemi durante gli ultimi anni in periodo primaverile nel godersi una buona sciata. Le piste chiudono prima ed il settore turistico si impoverisce a causa di un surriscaldamento globale che porta ad uno scioglimento prematuro dei manti di neve che copre le nostre montagne.



Artic summer sea ice extent

Fonte: IPCC, summary for policymakers

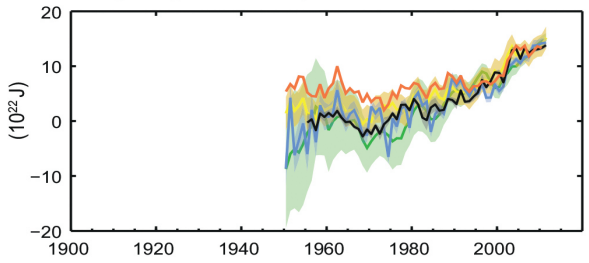
Maggior contenuto di calore nella parte superficiale degli oceani

Sono in atto recenti studi che mirano a giustificare questo improvviso e sempre più crescente contenuto di calore nella parte superficiale degli oceani che si pensa sia una buona misura dello squilibrio energetico del pianeta.

E' stato riscontrato un riscaldamento degli oceani, con dati particolarmente affidabili (rapporto IPCC) per la parte superficiale (0-700 m), ma evidenziabile fino ai 3000 m di profondità.

L'aumento del calore immagazzinato all'interno degli oceani costituisce oltre il 90% dell'energia accumulata nell'intero sistema climatico a causa del riscaldamento fra il 1971 e il 2010.

Oltre il 60% dell'energia è accumulata nella porzione superficiale degli oceani (0-700 m).



Change in global average upper ocean heat content (adx)

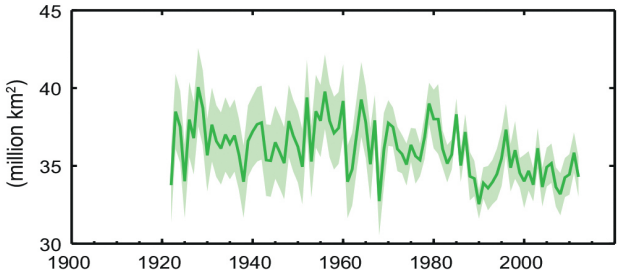
Fonte: IPCC, summary for policymakers

Diminuzione dell'estensione del ghiaccio artico

Le calotte glaciali in Groenlandia e Antartide hanno perso massa negli ultimi due decenni. I ghiacciai si sono ridotti quasi in tutto il pianeta e la diminuzione stagionale estiva della banchisa artica sta aumentando.

La calotta glaciale in Groenlandia ha perso massa in maniera più veloce negli ultimi anni: il tasso medio di diminuzione è aumentato da 34 Gt/anno nella fascia 1992-2001 a 215 Gt/anno nella fascia 2002-2011.

Similmente, in Antartide, il tasso di diminuzione della calotta glaciale è aumentato da 30 Gt/anno nel periodo 1992-2001 a 147 Gt/anno nel 2002-2011. L'estensione annuale media della banchisa artica (ghiaccio marino) è diminuita nel periodo 1979-2012 del 3,5 – 4,1% per decennio con una diminuzione sempre in aumento. Questa diminuzione è più accentuata in estate, ma è evidente in tutte le stagioni. La copertura nevosa nell'emisfero nord è diminuita da metà del secolo scorso. Le temperature del permafrost sono cresciute in molte aree del pianeta fin dagli anni '80.

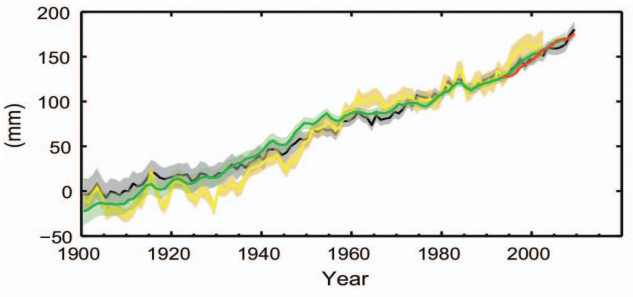


Northerm Hemisphere spring snow cover

Fonte: IPCC, summary for policymakers

L'aumento del livello del mare

Il livello globale medio del mare è cresciuto di circa 0,19 m (0,17 – 0,21 m) nel periodo 1901–2010 (mediante una stima di una tendenza lineare). Basandosi su ricostruzioni paleoclimatiche, è certo che il tasso di innalzamento del livello globale medio marino ha accelerato negli ultimi due secoli. Il tasso medio di innalzamento del livello globale medio marino si aggira intorno a 1,7 mm/anno nel periodo 1901-2010 e 3,2 mm/anno nel periodo 1993-2010.



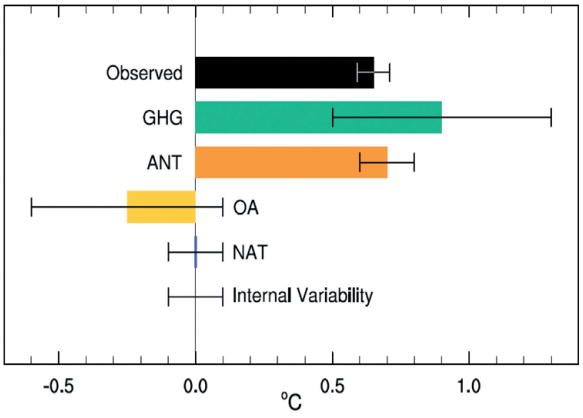
Global average sea level change

Fonte: IPCC, summary for policymakers

1.4 LE CAUSE

Il cambiamento climatico, che si è osservato negli ultimi decenni, è dovuto con elevata probabilità all'aumento della temperatura media del nostro pianeta. Negli ultimi anni, molti studi in materia hanno dimostrato come le temperature globali siano sempre piú alte.

Questo aumento di temperatura ha comportato un mutamento del clima che si è manifestato con fenomeni quali alluvioni, siccità, grandine, trombe d´aria, uragani e molti altri, che in qualche caso sono stati devastanti.
Le cause dell'aumento di temperatura possono essere sia di tipo naturale che di tipo antropico. In particolare è stato dimostrato che una delle principale cause è dovuta alle emissioni di gas serra derivante dalle attività umane. A causa di questi gas, infatti una maggiore quantità di calore viene immagazzinata all'interno dell'atmosfera provocando un innalzamento di temperatura. La maggior parte dei gas in questione proviene dalla combustione di combustibili fossili usati dalle automobili, dalla climatizzazione degli edifici, dalle industrie e dai produttori di elettricità. Il gas che più di tutti contribuisce al riscaldamento é l´anidride carbonica (CO_2). Altri gas responsabili sono: il metano prodotto dalle discariche, dall´agricoltura e dall´allevamento (specialmente dal sistema digestivo degli animali da pascolo); il protossido di azoto da fertilizzanti; i gas usati per la refrigerazione e nei processi industriali. Inoltre le concentrazioni di CO_2 in atmosfera sono ulteriormente aumentate a causa della riduzione delle superfici boschive. Infatti le piante per crescere immagazzinano anidride carbonica contribuendo alla riduzione di questo gas in atmosfera. Il grafico riportato illustra come dal 1951 al 2010 la temperatura media del pianeta osservata, aumentata di circa 0,7 C° sia dovuta principalmente alle emissioni antropiche di gas serra.

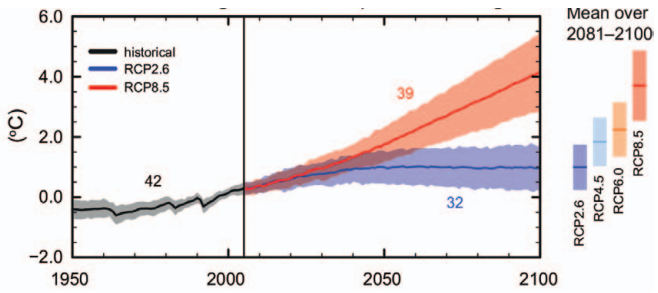


Contributi alla variazione della temperatura superficiale osservata nel periodo 1951-2010.

Fonte: IPCC, summary for policymakers

1.5 LE PREVISIONI E GLI IMPATTI

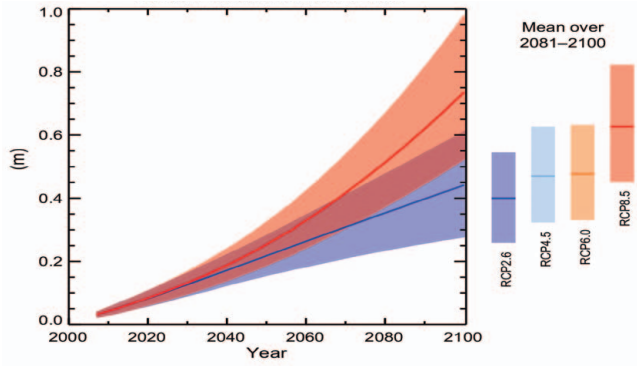
Gli scienziati sono concordi nell'affermare che è in atto un cambiamento climatico e che esso è determinato, al 95%, dall'azione dell'uomo. Continuando a emettere gas climalteranti ai ritmi odierni la temperatura media terrestre aumenterà di circa 4-5 °C rispetto a quella attuale nell'arco di 100 anni.



Global average surface temperature change

Fonte: IPCC, summary for policymakers

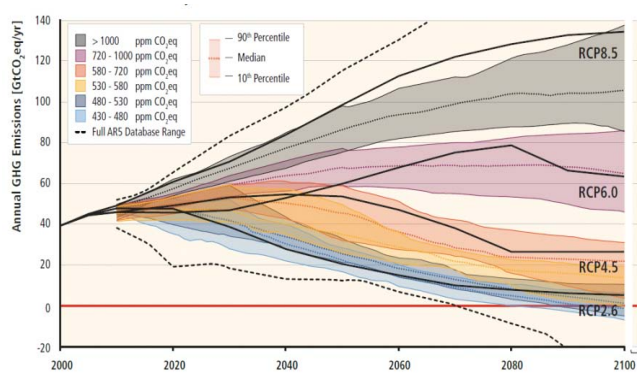
Per evitare danni molto gravi le evidenze scientifiche dicono che è necessario che non superi la soglia dei 2 °C rispetto ai livelli pre-industriali.
Sono stati individuati diversi scenari, denominati RCP (*Representative Concentration Pathways*), differenziati a seconda della quantità di gas climalteranti presenti in atmosfera.
Come riportato in figura il cosiddetto scenari "*business as usual*", procedere senza cambiamenti, (RCP 8.5) comporterebbe un aumento della temperatura di ben oltre 2 gradi ed un aumento del livello del mare pari a un metro, rispetto a quanto misurato oggi. L'unico scenario che permette di rientrare nei 2 °C è il RCP 2.6, che prevede il completo annullamento delle emissioni di gas climalteranti entro il 2100 come si vede dal grafico riportato.



Global mean sea level rise

Fonte: IPCC, summary for policymakers

Andamento delle emissioni di GHG 2010-2100 in tutti gli scenari IPCC AR5



GHG Emission Pathways 2000-2100: All AR5 Scenarios

Fonte: IPCC, summary for policymakers

Gli impatti

I rischi collegati con il cambiamento climatico vengono generalmente divisi in due categorie: rischi legati alla salute umana e rischi legati all'ecosistema.

Rischi per la salute

Nel quinto rapporto dell'IPCC sui cambiamenti climatici si afferma che uno dei principali rischi per la salute è legato alla malnutrizione, dovuta a cambiamenti ecologici e a rallentamenti nella produzione alimentare, a causa dei cambiamenti delle precipitazioni e all'aumento delle temperature estreme.

Un esempio è il Mali, dove si stima che già dal 2025 l'aumento delle aree a siccità marcata nelle regioni del sud genererà una perdita di terra altamente fertile, aumentando la crisi alimentare.

Si suppone inoltre che il cambiamento climatico rallenterà rispettivamente del 23% e del 62% la crescita della popolazione nell'area sub-sahariana e nell'Asia del sud.

I rischi non riguardano però solo aree non industrializzate o in via di industrializzazione, in quanto si prevede che in megalopoli altamente popolate la degradazione della qualità dell'aria porterà a aumenti di casi di allergie, malattie respiratorie e cardiovascolari.

Viene presentato il caso di New York, dove è stato registrato un aumento del 3,6% dei ricoverati per malattie cardiovascolari e del 3% per malattie respiratorie, a fronte dell'aumento di un grado Celsius della temperatura estiva media nell'area.

Rischi per l'ecosistema

Si stima che circa il 60% delle piante comunemente diffuse e circa il 35% degli animali comunemente diffusi saranno ridotti alla metà della popolazione attuale entro il 2080 se le temperature dovessero aumentare di 3,5 °C rispetto alla media pre-industriale.

Negli ultimi rapporti dell'IPCC sui cambiamenti climatici si affermava che fra il 20% ed il 30% delle specie vegetali e animali esaminate sarebbero sottoposte ad un crescente e rilevante rischio di estinzione, se le temperature dovessero superare di 2-3 °C la media pre-industriale.

Questa perdita di biodiversità potrebbe portare ad un aumento della trasmissione di malattie infettive come lyme, schistosoma e hantavirus negli esseri umani, e del *West Nile virus* nei volatili.

Sono inoltre previste perdite nel settore agricolo dovute all'aumento della popolazione di determinate specie infestanti, che prospererebbero nel nuovo clima.

Tra queste ricordiamo il *fusarium graminearum*, che attacca il grano, il coleottero del Colorado, la bakanae e il verme delle radici del mais.

Inoltre la perdita di determinate specie comporterebbe gravi danni per l'economia di molti paesi.

Sono da esempio i casi dell'Australia e della Florida, i cui oggi floridi settori del turismo internazionale, con

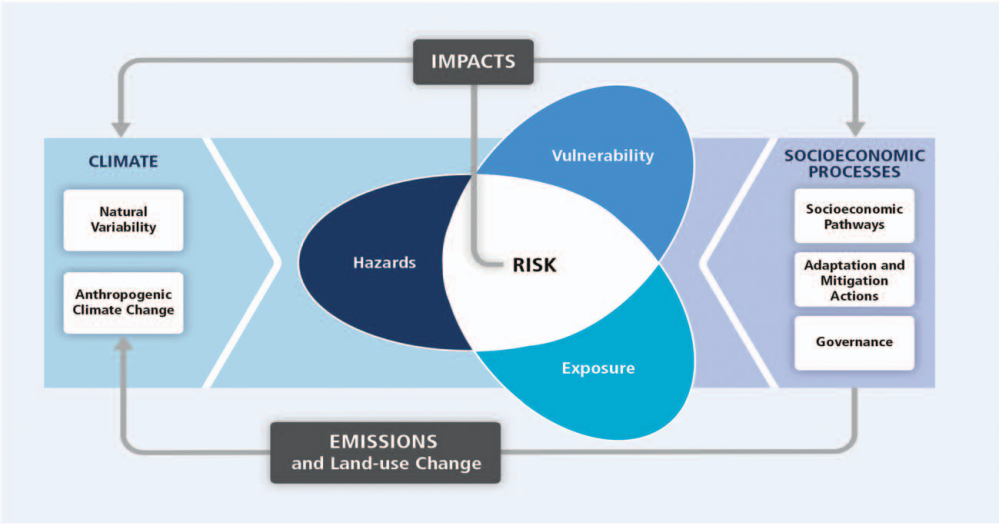
il deteriorarsi della barriera corallina, perderebbero rispettivamente 5,4 miliardi di dollari australiani e 1,6 miliardi di dollari americani.
La perdita di barriera corallina, insieme al verificarsi di eventi determinati dal cambiamento climatico, come l'innalzamento del livello del mare, andrebbe inoltre a minacciare la stessa esistenza di numerosi piccoli stati insulari, che si vedrebbero letteralmente sommersi dai flutti.

FRANCI ESTEBAN © PHOTOGRAPHY

2. COME CONTRASTARE IL CAMBIAMENTO CLIMATICO

2.1 LO SCHEMA DELL'INTERVENTO

Questa è l'illustrazione dei concetti fondamentali per contrastare il cambiamento climatico espressi nel quinto rapporto dell'IPCC.
Vediamo che il rischio degli impatti del cambiamento climatico è individuato dalla sovrapposizione di tre fattori: pericolo (*Hazard*), vulnerabilità (*Vulnerability*), esposizione (*Exposure*).
Il pericolo è il potenziale verificarsi di eventi fisici legati al clima e al suo cambiamento, in particolare gli eventi estremi. La vulnerabilità si riferisce ai sistemi umani e naturali ed è la loro propensione a subire gli impatti negativi, cioè la sensibilità alle minacce e l'incapacità di fronteggiarle e adattarvisi. L'esposizione è la presenza di persone, specie, ecosistemi, servizi, risorse, in luoghi in cui potrebbero verificarsi gli impatti. Questi tre elementi insieme identificano il rischio climatico.
Il rischio è determinato da un lato dal clima e dall'altro dai processi socioeconomici.
Il clima ha una sua variabilità naturale, ma il suo cambiamento è anche dovuto alle attività umane; ovviamente il clima influisce sul rischio, perché costituisce la fonte del "pericolo" degli eventi fisici avversi per i sistemi umani e naturali.
Allo stesso tempo, alla determinazione del rischio contribuiscono i processi socioeconomici, le tendenze socioeconomiche, le azioni di adattamento e mitigazione e le decisioni politiche della *governance*. Questi processi influiscono direttamente sulla "vulnerabilità" e sull'"esposizione" dei sistemi umani e naturali; inoltre influiscono, con le emissioni di gas serra e il cambiamento d'uso dei terreni, sul cambiamento climatico dovuto all'uomo, agendo così anche sul fattore del "pericolo" determinato dal clima.
Per contrastare il cambiamento climatico bisogna intervenire con strategie di mitigazione ovvero interventi a monte di riduzione delle emissioni di gas serra e interventi a valle di adattamento ai cambiamenti climatici in corso.



2.2 LE TECNOLOGIE PER LA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI

2.2.1 Le fonti rinnovabili

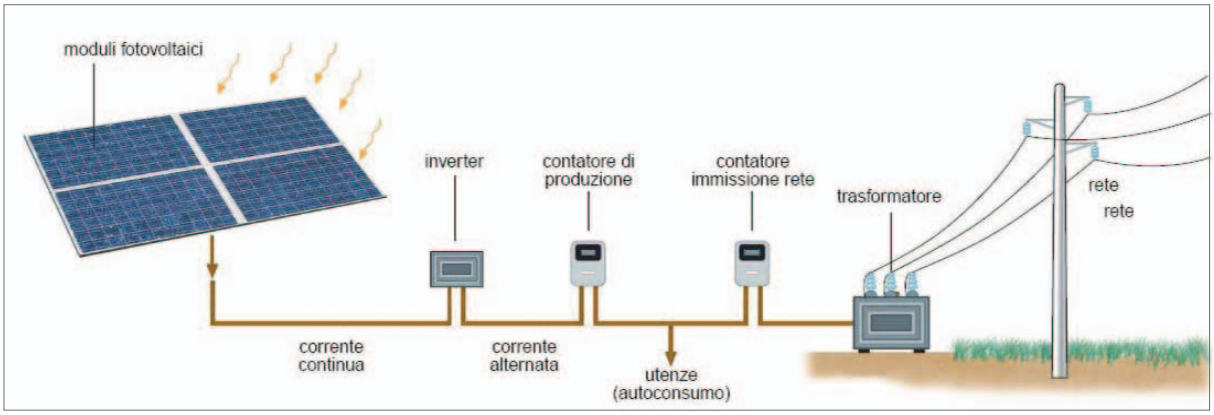
Le fonti energetiche rinnovabili sono il sole, il vento, l'acqua, il calore della terra e le biomasse, illimitate o in grado di rigenerarsi nel ciclo naturale in tempi brevi (biomasse), contrariamente alle fonti fossili che sono limitate e quindi esauribili. Da esse si ricavano forme di energia "pulita", cioè il cui utilizzo sostanzialmente non produce emissioni climalteranti.
Un limite all'utilizzo di queste risorse è dato dalla loro intermittenza. il sole ed il vento ad esempio non sono sempre disponibili. Ciò rende difficile la loro utilizzazione in modo esclusivo, senza le fonti fossili, dato che l'energia prodotta, in genere elettrica o termica, è difficilmente stoccabile. Questo è uno degli argomenti utilizzati dai detrattori. Ma è una è motivazione non sufficiente; anche semplicemente ridurre in modo sostanziale, il ricorso a fonti fossili, è un grande traguardo per il clima.
Per sfruttare queste risorse la ricerca continua a sviluppare tecnologie, alcune già mature, altre ancora in fase di studio o sperimentazione. Vediamole in dettaglio.

2.2.1.1 Fotovoltaico

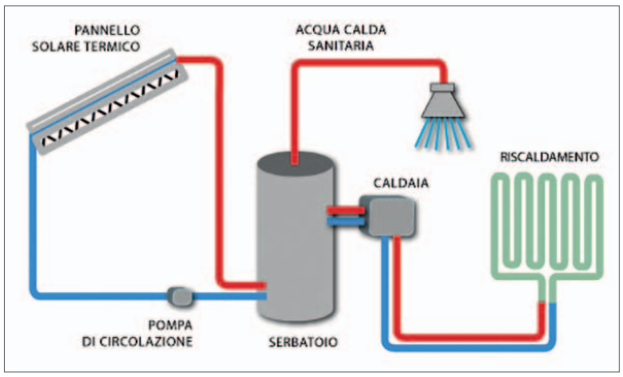
Il solare fotovoltaico sfrutta le radiazioni solari che costantemente colpiscono il nostro pianeta per trasformarle in energie elettrica. Il processo di questa trasformazione è abbastanza semplice:
I pannelli fotovoltaici, date le proprietà chimiche e fisiche dei materiali che li compongono permettono di trasformare la radiazione solare captata in corrente continua (processo di conversione fotovoltaica).
La corrente elettrica continua viene convertita da un trasformare la radiazione solare captata in corrente inverter in corrente alternata e attraverso dei cavi di connessione viene distribuita pronta da utilizzare in qualsiasi congegno elettrico.
Gli impianti fotovoltaici possono essere indipendenti dalla rete elettrica nazionale e possono fornire elettricità direttamente sul posto, servendosi di mezzi di accumulo come le batterie; possono essere connessi alla rete di distribuzione e perciò trasferire tutta l'energia ricavata ad essa; infine possono essere ibridi, ovvero sistemi capaci di attingere o immettere energia elettrica nella rete in funzione del proprio fabbisogno. In questo modo si viene ad ovviare alla citata intermittenza della fonte.
Questi tipi di impianti hanno un grandissimo vantaggio nella lotta al cambiamento climatico in quanto in questa trasformazione di energia non vengono prodotte emissioni di gas serra.

2.2.1.2 Solare termico

Gli impianti solari termici utilizzano il calore proveniente dalla radiazione solare.
L'energia solare termica può essere utilizzata in impianti di tipo industriale come in impianti di tipo



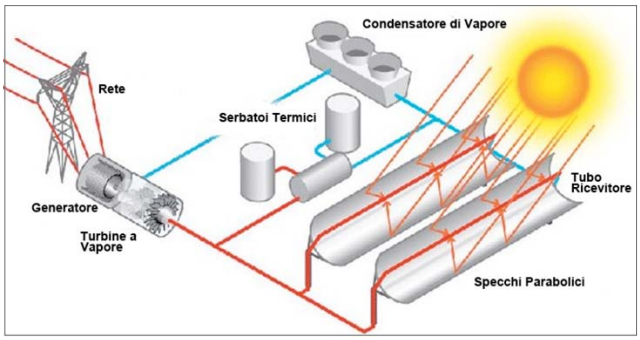
domestico, utilizzati per il riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria.
In questi impianti il calore necessario a riscaldare acque e ambienti viene prima captato attraverso collettori specifici, detti CST (collettori solari termici), trasferito all'acqua che li attraversa, poi accumulata in un serbatoio isolato ed infine prelevato dal sistema che lo utilizza per il carico terminale, ovvero per riscaldare quanto richiesto.



I collettori sono di fatto dei pannelli che contengono un insieme di tubi, posti al di sotto di una lastra di vetro, all'interno dei quali circola un **fluido termovettore** (acqua e glicole). Esso, riscaldato dalla radiazione solare e sfruttando l'effetto serra della lastra, trasferisce il calore all'acqua che serve per usi sanitari. Per il riscaldamento degli ambienti, l'impianto solere va ad integrazione di un impianto tradizionale. Questo per diminuire le superfici e quindi anche i costi dei pannelli solari necessari, se da soli dovessero soddisfare tutto il fabbisogno termico. L'acqua calda viene convogliata in pannelli radianti, di solito situati sotto il pavimento , che funzionano a temperature più basse (circa 35°C) rispetto a quelle dei termosifoni classici. Riscaldare un ambiente usando un impianto che a regime funziona a temperature più basse comporta di per sé un risparmio energetico.
Installare questo tipo di impianto permetterebbe di ridurre del quasi 30% sia il consumo di energia che le emissioni di CO_2.

2.2.1.3 Solare termodinamico

La tecnologia del solare termodinamico, o solare a concentrazione o solare termoelettrico, utilizza sempre l'energia del sole ma la concentra sotto forma di calore in pannelli portandola ad alta temperatura (in un fluido termovettore) e poi la utilizza per produrre energia elettrica. La differenza con i comuni pannelli solari è che a differenza di questi che riscaldano l'acqua fino a un massimo di circa 90-95°C, in una centrale solare termodinamica la temperatura del fluido termovettore può raggiungere i 600 °C permettendo così la sua utilizzazione per produrre energia elettrica.
A differenza dei sistemi fotovoltaici dove l'energia solare viene direttamente convertita in elettricità mediante l'effetto fotovoltaico, gli impianti solari termodinamici sono assimilabili a centrali termoelettriche, in cui al posto della caldaia che utilizza combustibile fossile c'è un campo solare che permette di ottenere calore ad alta temperatura concentrando energia solare (gratuita e illimitata) mediante sistemi ottici.



Essi si dividono principalmente in due categorie: Concentratori lineari parabolici, che concentrano l'energia solare in un tubo posto al centro o sistemi che concentrano l'energia con collettori lineari o parabolici circolari in un fluido termovettore posto in cima ad una torre o nel centro focale della parabola, permettendo agli specchi di seguire il sole, concentrando maggiormente l'energia e raggiungendo temperature del **fluido termovettore** più elevate.
I vantaggi sono dovuti alla possibilità di accumulare il calore e quindi dare più continuità alla produzione di energia elettrica e di poter essere utilizzati ad integrazione di impianti tradizionali. Gli svantaggi sono legati

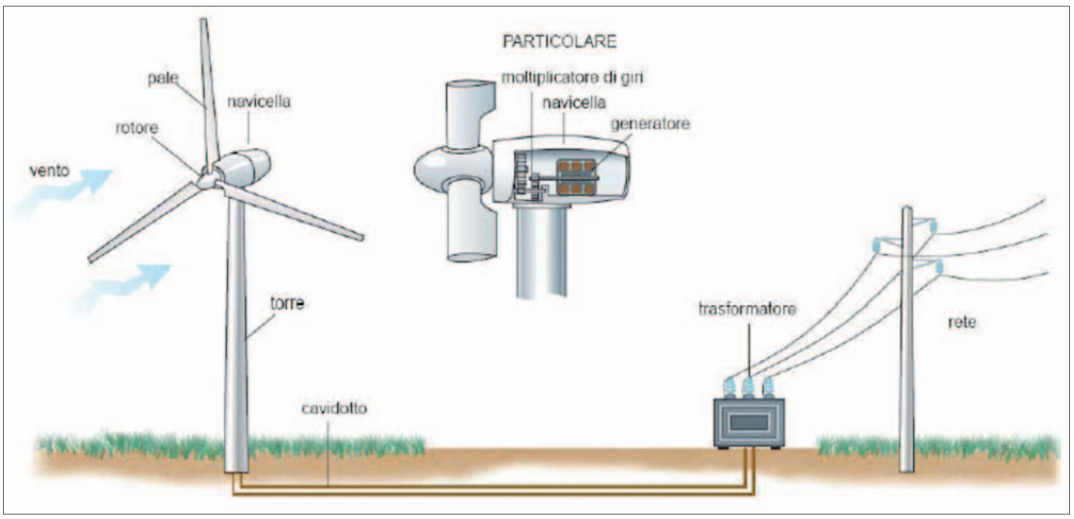
alla occupazione di suolo e alla necessaria presenza di acqua o torri di raffreddamento ad aria per la condensazione dell'acqua della centrale elettrica, in aree dove c'è molto sole e fa molto caldo.

2.2.1.4 Eolico

L'energia eolica è la conversione dell'energia posseduta dal vento in nuove forme utilizzabili dall'uomo. Essa si ottiene sfruttando l'energia cinetica del vento, capace di far girare le pale di un'elica, le quali sono a loro volta collegate ad un generatore che trasforma l'energia meccanica, ottenuta dalle rotazioni delle pale, in energia elettrica. Sin dall'antichità l'uomo ha sfruttato la forza del vento per svolgere diverse attività, ma solo da pochi decenni l'energia eolica viene impiegata per produrre elettricità, attraverso gli aerogeneratori. Questi si distinguono per forma e dimensione, e a una diversa struttura corrisponde una diversa capacità di erogare energia.
Ad esempio, aerogeneratori con pale lunghe 50 centimetri vengono utilizzati come carica batterie, mentre quelli con pale lunghe 30 e più metri possono produrre energia elettrica in grado di soddisfare il fabbisogno elettrico giornaliero di numerose famiglie.
Gli aerogeneratori possono essere anche ad asse verticale, quando l'asse di rotazione che supporta le pale è, appunto, verticale. Il vantaggio di questi consiste nella possibilità di captare il vento indipendentemente dalla sua direzione.

Per valutare l'effettiva potenzialità di un impianto è indispensabile un'accurata conoscenza delle caratteristiche del vento nelle aree in cui si vogliono installare le turbine. Più aerogeneratori collegati insieme formano le "*wind farm*", vere e proprie centrali elettriche costituite da un gruppo di turbine eoliche situate nello stesso luogo e interconnesse tra loro da una rete che raccoglie l'energia prodotta da ciascuna turbina convogliandola ad una stazione di raccolta. Qui un trasformatore converte la corrente elettrica a medio voltaggio in corrente ad alta tensione e la immette in un sistema di trasmissione e distribuzione. Le *wind farm* possono essere situate ***onshore***, quindi sulla terraferma, ma anche ***offshore***, cioè in mare, dove è possibile sfruttare i forti venti che soffiano sulla superficie dei mari senza l'interferenza di alcun ostacolo, seppur a un costo di realizzazione e di manutenzione assai più elevato rispetto alla prima tipologia.
L'energia eolica presenta numerosi vantaggi che contribuiscono ad incrementarne l'impiego. Il vento è infatti una fonte di energia abbondante, inesauribile, economica, ampiamente distribuita, e, a differenza di altre energie da fonte rinnovabili, l'eolica presenta il vantaggio di essere utilizzabile anche sotto forma di energia meccanica, facilmente convertibile in elettricità, inoltre, i generatori eolici non emettono alcuna sostanza inquinante essendo costituiti esclusivamente da materiale plastico e metallico.

L'energia eolica presenta però anche alcuni svantaggi. In primo luogo, si tratta di una fonte non sempre

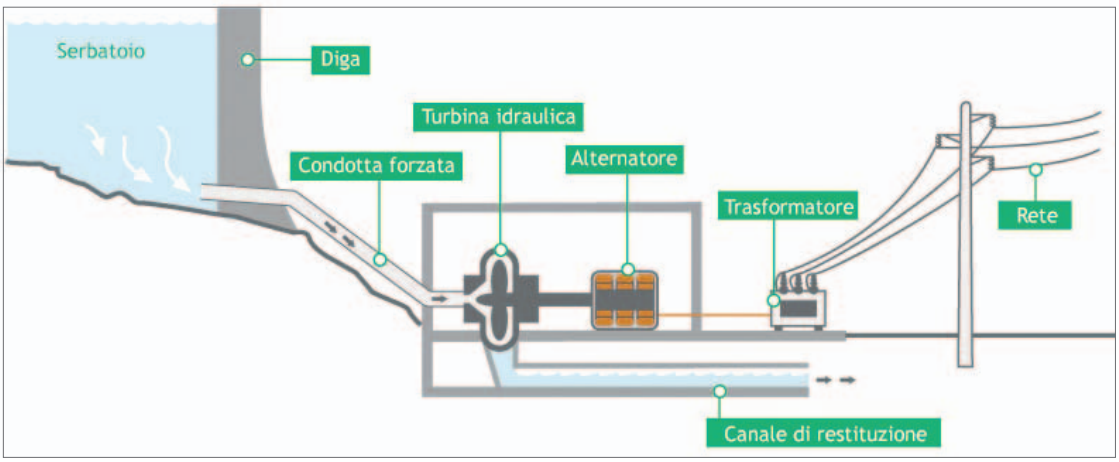


Elementi costitutivi di una pala eolica ad asse orizzontale

ugualmente usufruibile. Fattori stagionali e climatici giocano infatti un ruolo importante nel determinare la capacità di rendimento di un impianto. Inoltre, gli impianti eolici possono presentare in determinate circostanze un impatto visivo in grado di influenzare significativamente la fisionomia di un territorio. Al giorno d'oggi sono però molte le strategie di mimetismo per ridurre tale impatto e integrare l'impianto nello sfondo paesaggistico.
La costruzione di un impianto eolico, poi, richiede un'abbondante porzione di territorio, in considerazione della distanza minima a cui bisogna porre le turbine. In tale porzione di territorio si possono danneggiare la flora e la fauna. Le pale dei generatori possono essere infatti causa di collisioni con volatili e nella fase di costruzione dell'impianto, la vegetazione circostante può risentire della movimentazione di materiali coinvolti nella sua realizzazione, anche se potrà essere ripristinata una volta conclusi i lavori. Altri svantaggi possono essere infine l'inquinamento acustico e la possibile interferenza sulle onde radio della telecomunicazione, anche su questi effetti i ricercatori stanno studiando tecniche di mitigazione.

2.2.1.5 Idroelettrico

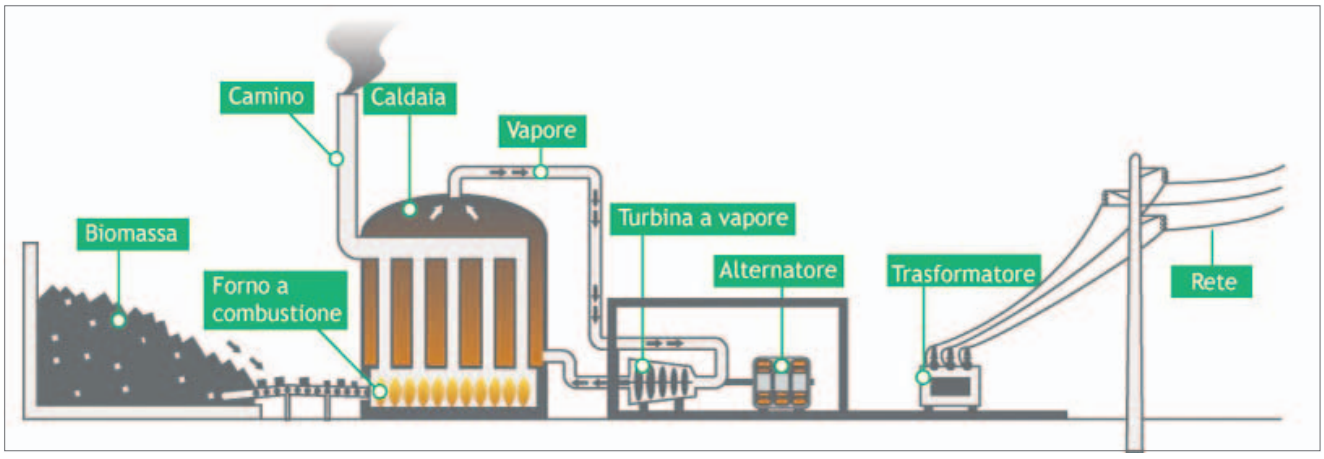
Fin dall'antichità l'uomo ha sfruttato l'energia cinetica dell'acqua, in particolare nei mulini. Ad oggi il principale impiego energetico dell'acqua è la produzione di energia idroelettrica.
Per idroelettricità si intende l'energia elettrica ricavata trasformando l'energia cinetica di un corso d'acqua. In linea generale ciò si ottiene facendo passare l'acqua in movimento attraverso delle turbine, collegate ad un alternatore. Il movimento dell'acqua può sia essere di origine naturale, utilizzato dalle centrali ad acqua fluente, sia di origine artificiale, come nelle dighe delle centrali a bacino.
A grandi linee lo schema di una centrale idroelettrica necessita di un'opera di sbarramento, dunque o una diga o una traversa, che intercetta il corso d'acqua creando un bacino, dove viene tenuto un livello pressocché costante dell'acqua.
Attraverso la costruzione di canali e gallerie di derivazione l'acqua viene poi convogliata in vasche di carico e, successivamente, nelle turbine attraverso valvole di immissione (di sicurezza) e organi di regolazione della portata (distributori) secondo la domanda d'energia. L'acqua, che mette in azione le turbine, ne esce finendo poi nel canale di scarico attraverso il quale viene restituita al fiume.
Il vantaggio dell'energia idroelettrica, rispetto alle altre rinnovabili, è che può essere resa disponibile al bisogno, attivando l'impianto tramite l'apertura o la chiusura delle saracinesche idrauliche, adattando la fornitura all'andamento della richiesta ed ovviando così alla già citata intermittenza delle altre fonti rinnovabili.
La produzione di energia idroelettrica occupa una posizione di assoluto rilievo a livello mondiale.
Sebbene in Europa il potenziale idroelettrico sia ormai in costruzione o in via di costruzione nel resto quasi del tutto utilizzato, sono numerosi gli impianti del mondo.



L'impianto più imponente sarà quello da realizzare in Tibet nel gigantesco canyon - 400 km di lunghezza - scavato fra le montagne dell'Himalaya dal fiume Yarlung Tsangpo, il Brahamputra degli indiani. Mettendo in comunicazione con un tunnel scavato sotto una montagna, due tratti del fiume posti a 2800 metri di differenza di altitudine, i tecnici cinesi prevedono la realizzazione di una centrale da 50 GW, in grado di produrre 300 TWh l'anno, praticamente i consumi annuali dell'Italia.
Il progetto Grand Inga, nel bacino del Congo, sarebbe di poco più piccolo: con 80 miliardi di dollari di investimenti da parte della World Bank e la Banca Europea per gli Investimenti, si prevede di realizzare una serie di dighe e centrali, per un totale di 40 GW di potenza, in grado di produrre da sole il 30% in più di tutta l'elettricità prodotta oggi in Africa.
In totale i 3700 nuovi impianti farebbero crescere la produzione idroelettrica del mondo dai 3.500 TWh attuali a 6.000, portando lo sfruttamento di tutto il potenziale idroelettrico mondiale dal 22 al 39%, e fornendo energia economica e rinnovabile, a molti di quei paesi dove risiede la maggior parte degli 1,4 miliardi di persone ancora non raggiunte dall'elettricità.
Se tutti questi progetti fossero effettivamente realizzati, si tratterebbe di un aumento del 43% nel numero delle 8600 dighe già esistenti per la produzione idroelettrica, ma, vista la grande stazza media di questi nuovi impianti, la crescita della potenza toccherebbe il 73%: dai 980 GW attuali, a 1.700 GW.
Ma non è tutto oro quel che luccica. I grandi impianti hanno un impatto ambientale notevole; se da una parte un aumento così massivo delle dighe in tutto il mondo rappresenta un positivo passo avanti verso un sistema energetico mondiale senza emissioni di CO_2, dall'altra è bene ricordare che le 3700 nuove dighe ridurrebbero ulteriormente il numero ormai esiguo di grandi sistemi fluviali rimasti senza sbarramenti, facendoli passare da 120 a 95. Sbarrare i fiumi vuol dire danneggiarne l'intero ecosistema fluviale, impedendo il movimento della fauna acquatica e alterando il flusso delle piene, spesso benefico per l'ambiente intorno al fiume, e del trasporto dei sedimenti verso il mare.

2.2.1.6 Biomasse

Per biomassa si intende tutto ciò che ha matrice organica, con esclusione delle materie plastiche e fossili.
Le tipologie più importanti di biomassa sono i residui forestali, gli scarti dell'industria e di trasformazione del legno, gli scarti delle aziende zootecniche, gli scarti mercatali e quelli di origine domestica. È possibile annoverare la biomassa fra le energie rinnovabili. È infatti possibile riprodurre in maniera continua o in cicli brevi la biomassa.
La biomassa ha tre applicazioni principali: *biopower* (produzione di energia elettrica e termica da biomassa), *biofuels* (produzione di combustibili e carburanti), *bioproducts* (produzione di prodotti utilizzando biomassa).
L'utilizzo delle biomasse per il riscaldamento degli edifici e anche nei processi produttivi (*biopower*) è in enorme crescita, muovendo anche un forte indotto nel comparti industriale e agricolo. L'uso delle caldaie"a



pellet", sta entrando anche nei condomini e negli edifici produttivi. Ad una diversa scala, poi le biomasse vengono utilizzate in processi di trasformazione industrializzati, nelle centrali a biomasse.

Le centrali a biomasse
Le centrali a biomasse utilizzano diversi processi per produrre energia a partire da qualsiasi materia organica, escludendo i combustibili fossili e le plastiche di origine petrolchimica.
I processi utilizzati per produrre energia vanno dalla semplice combustione (metodo più diffuso), alla pirolisi, un processo che scinde i legami molecolari senza la combustione, alla produzione di gas di sintesi tramite la gassificazione.
La tecnologia più utilizzata per favorire questo tipo di meccanismo viene detta *tecnica a letto fluido* inizialmente sviluppata per il carbone ed in seguito riadattata alle biomasse.

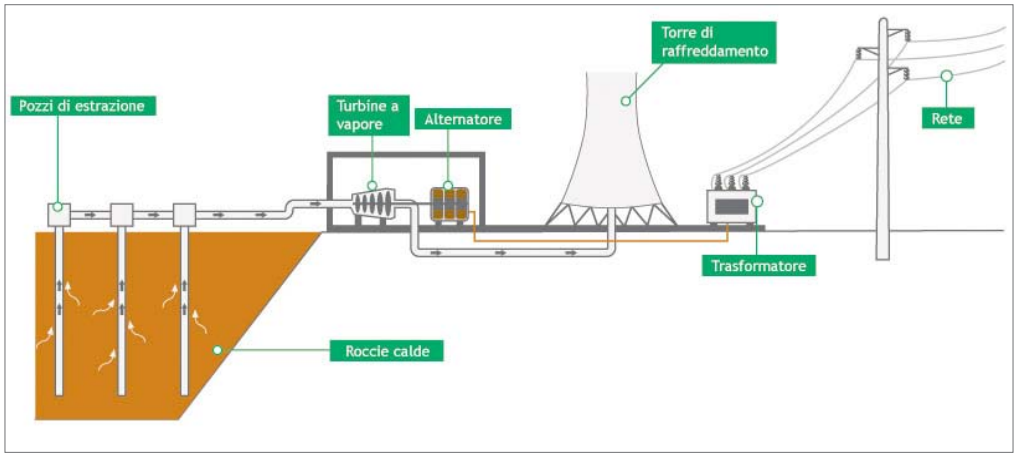
Biomasse da rifiuti
La combustione dei rifiuti solidi urbani consente non solo la produzione di energia ma anche la riduzione della quantità di rifiuti: riduzione volumetrica fino al 90% e massica fino al 75%.
Non tutti i tipi di rifiuti sono però utilizzabili per la produzione di energia.
Nella loro forma indifferenziata i RSU contengono infatti materiali incompatibili con le materie prime usate negli impianti di biopower. Nonostante una grande frazione della massa di suddetti RSU provenga dalle piante, la miscelazione con altri residui urbani preclude il suo utilizzo negli impianti.

Vantaggi e Svantaggi
Le biomasse condividono con le altre rinnovabili, oltre alla non esauribilità, il vantaggio di avere ridotti impatti (anche se il tema delle emissioni e delle polveri sottili e altri residui della combustione è dibattuto), e di poter esser utilizzate nei sistemi noti come *Smart grids*, la cui prerogativa è una produzione frammentaria. Rispetto alle altre fonti rinnovabili hanno poi il vantaggio di essere stoccabili, quindi non sono interrompibili, anche se il notevole ingombro può rappresentare una problematica. Presentano lo svantaggio di emettere polvere sottili a altri residui e quindi della necessità di utilizzare tecnologie per il loro abbattimento o di essere utilizzate in località distanti da agglomerati abitativi.

2.2.1.7 Geotermia

La geotermia è la fonte energetica costituita dal calore naturale della terra.
Il nostro pianeta emette costantemente energia sotto forma di calore, che dalle zone più profonde si propaga verso la superficie attraverso fratture delle crosta terrestre: si tratta del cosiddetto flusso di calore, o flusso geotermico.
Il flusso geotermico, costante e continuo, rappresenta un'importante fonte di energia: con una media di 0,06 watt per m^2, dall'intera superficie terrestre si irradia una quantità di calore pari a circa 30.000 miliardi di Watt.
La geotermia può essere utilizzata sia per scopi termici, utilizzando direttamente il calore per riscaldare edifici, serre e processi industriali, si veda ad esempio l'Islanda, oppure per usi elettrici nelle centrali geotermiche. L'Italia è il paese dove l'energia geotermica è stata sfruttata per la prima volta per fini industriali ed è tuttora uno dei principali produttori di energia geotermoelettrica al mondo. I primi esperimenti vennero fatti nel 1904 e 1913 in Toscana a Larderello.

Le centrali geotermiche
Le centrali geotermiche sfruttano il calore delle profondita' terrestri. La temperatura interna del nostro pianeta, che si mantiene costante tra i 10 e i 100 m di profondità, aumenta a mano a mano che si scende verso il centro della terra. Questo aumento della temperatura è detto gradiente geotermico ed è di circa 3 °C per ogni cento metri di profondita'. Attraverso le fratture degli strati rocciosi le acque e i vapori, riscaldatisi in profondità, salgono verso la superficie e vengono intercettati e raccolti dai pozzi geotermici.
Se il vapore è presente ad alta temperatura (150-250°C), viene portato in superficie per mezzo di trivellazioni più o meno profonde, poi viene convogliato in tubazioni, chiamate vapordotti, ed infine inviato alla turbina, dove la sua energia viene trasformata in energia meccanica di rotazione. L'asse della turbina



è collegato al rotore dell'alternatore che, ruotando, trasforma l'energia meccanica ricevuta in energia elettrica alternata che viene trasmessa al trasformatore.
Il trasformatore innalza il valore della tensione (400.000 Volt) e la immette nella rete di distribuzione.
Il vapore uscente dalla turbina viene riportato alla stato liquido in un condensatore, mentre i gas incondensabili, contenuti nel vapore, vengono dispersi nell'atmosfera. Una torre di raffreddamento consente di raffreddare l'acqua prodotta dalla condensazione del vapore e di fornire acqua fredda al condensatore.
L'acqua condensata viene smaltita reiniettandola nelle rocce profonde da cui il vapore è stato estratto.
Quando la temperatura del vapore è bassa ed il suo utilizzo in turbina difficile, il calore dello stesso viene utilizzato per portare all'evaporazione, in un apposito scambiatore di calore, un altro liquido che a sua volta trasformato in vapore verrà convogliato nella turbina innescando il procedimento sopra descritto.
Questo stesso procedimento è utilizzabile anche per lo sfruttamento di acqua calda, la cui energia termica può venire trasmessa ad un fluido secondario ed utilizzato sia per riscaldamento che per produzione di energia elettrica. La caldaia che produce vapore o acqua calda è il serbatoio naturale geotermico, situato al di sotto della crosta terrestre.
I procedimenti utilizzati nelle centrali sfruttano le alte temperature e sono detti "processi ad alta entalpia".

Geoscambio (energia geotermica a bassa entalpia a bassa temperatura)
L'utilizzo dell'energia geotermica per il riscaldamento domestico soffriva fino a pochi anni fa di due gravi limitazioni che ne hanno impedito drasticamente la diffusione: era possibile solo con temperature del terreno relativamente alte (60 – 80°C) e soltanto nelle dirette vicinanze dei campi geotermici per le difficoltà a trasportare il calore lontano dalla fonte.
I recenti sviluppi tecnologici permettono ora, attraverso l'uso di particolari apparecchiature, dette **pompe di calore**, (vedi pag. efficienza energetica) di sfruttare il calore della Terra indipendentemente dalla prossimità di un campo geotermico, attraverso il principio del geoscambio. Tali sistemi di riscaldamento e raffrescamento traggono vantaggio dal mantenersi della temperatura del suolo durante tutto l'arco dell'anno entro un intervallo di valori contenuto.
La geotermia "classica" infatti utilizza il calore diretto della Terra, con l'uso di acque calde prelevate dal sottosuolo e utilizzate per il riscaldamento degli edifici o negli impianti industriali, oppure trasformando l'energia geotermica in energia elettrica.
Oggi l'uso di sistemi innovativi per lo sfruttamento dell'energia geotermica, rappresentato dai sistemi a sonde per geoscambio termico a pompa di calore, detti anche GHP (Geothermal Heat Pump, pompe di calore geotermiche).permette un utilizzo molto più diffuso e indipendente dalle condizioni eccezionali di un campo geotermico.
Si tratta di sistemi di dimensioni contenute, che permettono di soddisfare le piccole utenze domestiche per quanto riguarda la climatizzazione delle abitazioni, e per questo si parla ora di "**geotermia domestica**".
Ciò ha determinato un grande passo avanti del settore geotermico: con tali sistemi è infatti teoricamente possibile in moltissime situazioni ricavare dal suolo una buona parte dell'energia necessaria per i consumi di una famiglia. Naturalmente bisogna però tenere conto dei costi della realizzazione di questi impianti, che possono variare anche molto, a seconda delle situazioni e fare valutazione costi benefici.

Come funziona
La geotermia domestica cattura il calore naturale del sottosuolo per mezzo di speciali sonde inserite a varie profondità, e utilizza pompe di calore per "moltiplicare" l'energia termica (con una piccola aggiunta di energia elettrica) e distribuirla poi all'interno delle

abitazioni per il riscaldamento invernale, la climatizzazione estiva e la produzione di acqua calda sanitaria. Un impianto di geotermia domestica è molto semplice ed è composto da tre elementi principali:

- **i sensori o sonde geotermiche**: sono delle semplici tubature inserite verticalmente nel terreno con il compito di scambiare il calore con il sottosuolo; perché lo scambio di calore con il terreno sia più efficace, sono riempite di un fluido detto "termovettore", ad elevata conducibilità termica. In Svizzera, oggi, si trovano più di 30'000 sonde di questo tipo.
- **la pompa di calore, o termopompa**: è il "cuore" del sistema in pratica un generatore che utilizza il calore estratto dalle sonde per renderlo sfruttabile dall'impianto di distribuzione;
- **il sistema interno di distribuzione del calore**: è il normale impianto di distribuzione del riscaldamento presente in tutte le abitazioni; tuttavia, affinchè il sistema possa sfruttare al massimo l'energia geotermica, riducendo al minimo gli apporti di energia elettrica dall'esterno, è consigliabile che sia del tipo a bassa temperatura (35° C), per esempio, a pannelli radianti, invece dei normali termosifoni, che utilizzano acqua ad alta temperatura (60-70°C). Lo stesso impianto può essere utilizzato per la refrigerazione durante l'estate, semplicemente invertendo il funzionamento della pompa di calore. In aggiunta, è presente un serbatoio per l'accumulo dell'acqua calda (molto simile a quello di un normale "boiler").

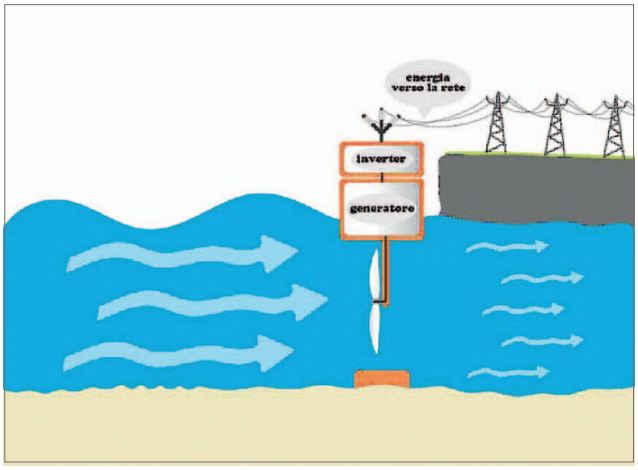
In conclusione vi sono previsioni di crescita e di sviluppo per il 2020.
Si presentano quindi due scenari: il primo è un aumento della produzione elettrica da fonte geotermica che significa puntare ad un miglioramento di impianti di generazione geotermoelettrica; il secondo si identifica con nuove tecniche per l'uso del calore, ancora non molto diffuse in Italia, dove i fluidi geotermici sono reperiti con buone caratteristiche termodinamiche a profondità accessibili.
Entro il 2020 la potenza termica installata potrà perciò arrivare a 4000 o 6000 MWt dagli attuali 650 MWt . Gli usi diretti possono crescere da 6 a 9 volte rispetto quelli del 2006. Gli scopi prefissati per il 2020 dovrebbero essere non solo un punto di arrivo e di conquista ma soprattutto una piattaforma di lancio per obiettivi futuri. Abbiamo un futuro ancora da scrivere.

2.2.1.8 Le altre fonti rinnovabili

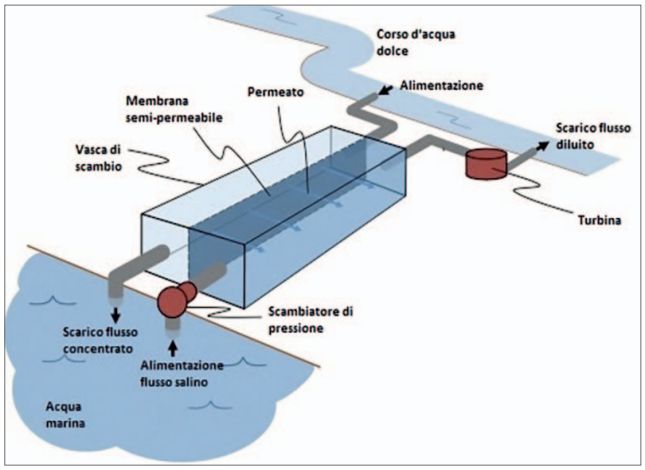
Oltre ai settori precedentemente analizzati i campi di ricerca sulle energie rinnovabili sono svariati e spaziano su molti fenomeni naturali. In particolare promettenti sono gli studi che riguardano l'energia pelagica.

Energia pelagica
Con il termine energia pelagica si intende tutta l'energia prodotta dal mare: in base alla fonte specifica questa viene a sua volta classificata in: energia delle correnti marine, energia a gradiente salino, energia mareomotrice, energia del moto ondoso, energia talassotermica.

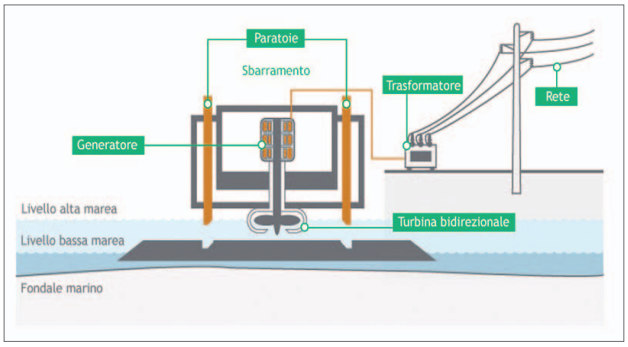
L'energia delle correnti marine è generata, appunto, dalle correnti che attraversano giornalmente i nostri mari. La tecnologia più promettente attualmente sviluppata utilizza eliche, ispirate a quelle dei traghetti, mosse dalle correnti la cui rotazione produce energia cinetica.



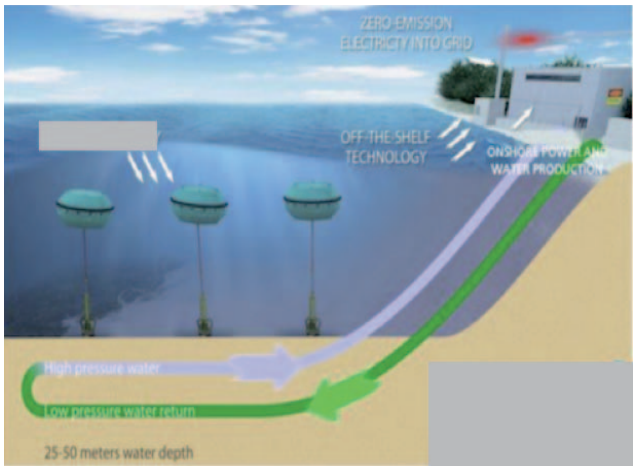
L'energia a gradiente salino è prodotta dal fenomeno di osmosi dovuto alla diversa concentrazione di sale nelle acque marine e nelle acque dolci, che genera come prodotto di scarto acqua salmastra. La tecnologia sfrutta una membrana reattiva a ioni specifici; questa tecnologia è in forte via di sviluppo, in quanto ne è stata sviluppata una in materiale plastico in modo da renderla più accessibile economicamente.



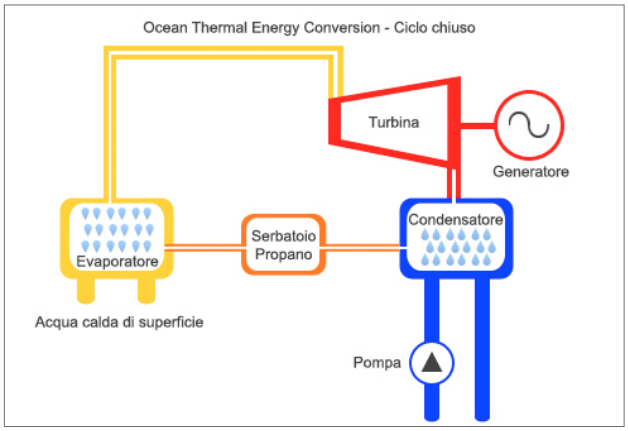
L'energia mareomotrice invece è prodotta dalle maree, in grado di azionare delle turbine poste come via di accesso a dei recipienti o simili, che vengono riempiti e svuotati dalle stesse maree.



L'energia del moto ondoso, invece, sfrutta le stesse onde del mare e il loro moto variabile, ma permanente. La tecnologia più nota e più efficiente è quella delle turbine pelamis che si azionano con lo stesso moto ondoso.



L'energia talassotermica potrebbe sfruttare le grandi differenze di temperature tra la superficie ed il fondo marino. La produzione di questo tipo di energia è ancora allo sato sperimentale.



Geoscambio marino con pompe di calore

Il geoscambio si basa sul gradiente termico che si viene a creare tra due ambienti collegati attraverso un impianto del tipo scambiatore geotermico. Dato che il terreno e il fondo marino tendono a mantenere una temperatura costante è possibile collegarli con un ambiente del quale si vuole mitigare la temperatura. Nei periodi invernali il calore trattenuto dai terreni o dal mare si trasferisce nell'ambiente più freddo che si vuole riscaldare. Analogamente nei periodi estivi l'ambiente si raffredderà cedendo progressivamente il calore.

2.2.2 L'efficienza energetica

L'efficientamento energetico è uno degli strumenti più facilmente realizzabili per contrastare il cambiamento climatico.

L'Unione Europea, nella strategia europea al 2020 di cui si parla più avanti, ha infatti previsto per i paesi membri, un aumento del 20% di efficienza energetica, al 2020 ed un aumento del 27% di efficienza energetica entro il 2030.

L'efficienza in generale equivale alla riduzione degli sprechi a parità di rendimento e di servizio fornito, nel nostro caso si parla di sprechi di energia.

Efficienza energetica è anche sinonimo di sicurezza energetica e di risparmio economico in bolletta e racchiude in sé la potenzialità di creare occupazione. Una strategia duratura per migliorare l'efficienza energetica negli edifici, nei servizi, nei trasporti e dell'industria etc.. si traduce infatti in opportunità di risparmio economico per le imprese e per i singoli privati e di nuova occupazione nell'ambito del recupero energetico dell'edilizia esistente.

Come funziona

Si parte dal concetto che la maggior parte dell'energia oggi utilizzata dall'uomo deriva da processi di combustione, dove si "brucia" qualcosa e si libera anidride carbonica in cambio di energia.

In teoria ad una certa quantità di materia corrisponde sempre una certa quantità di energia.

In realtà durante i processi di trasformazione parte dell'energia "si perde" ed è dunque necessario bruciare più materia, producendo dunque più anidride carbonica, per ottenere la quantità di energia che ci serve a compensare lo spreco.

Puntare all'efficienza energetica significa dunque tentare di ridurre al minimo lo spreco di energia a parità di rendimento rendendo i processi più efficienti.

Dove applicarla e come

L'efficienza energetica dunque è applicabile a molteplici aspetti della vita dell'uomo. Si può rendere efficiente energeticamente una casa, una macchina, un processo industriale, un sistema di trasporto o di comunicazione.

Per rendere efficiente qualcosa è necessario ricorrere a volte a tecnologie avanzate e spesso è necessario l'aiuto di un tecnico.

Ciò comporta la necessità di un investimento economico iniziale, che verrà ripagato attraverso i risparmi economici in bolletta che saranno possibili nel corso del tempo con i nuovi interventi sull'involucro, sugli impianti, sui processi di produzione, etc..

Per questo motivo, sulla base delle normative europee recepite anche in Italia che vediamo in seguito, si stanno attuando degli studi per la valutazione del cosiddetto cost-effect ovvero del rapporto tra investimento e guadagno economico nell'efficientare, ad esempio un edificio, o un processo produttivo, considerando, oltre i risparmi energetici, anche i benefici ambientali per la collettività sulla base della diminuzione della CO_2.

Ma proviamo a fare un esempio concreto:

Efficienza in casa

Un edificio efficiente richiede una minor quantità di energia per essere riscaldato, raffrescato e per far funzionare impianti ed attrezzature al suo interno; può inoltre utilizzare come energia residua, che comunque rimane necessaria per il suo funzionamento, quella proveniente da fonti rinnovabili.

Se questo è relativamente semplice per gli edifici nuovi, costruiti con materiali performanti e secondo le attuali normative, vincolanti in materia di risparmio energetico più difficile da realizzare è l'efficienza energetica negli edifici esistenti che sono in numero molto maggiore e sono grandi consumatori di energia sia per essere riscaldati in inverno che raffrescati d'estate.

Va detto comunque che spesso gli edifici antichi, costruiti con tecniche e materiali tradizionali, con murature portanti di grande spessore, capaci di immagazzinare a lungo il calore al loro interno, sono molto più efficienti energeticamente di quelli, costruiti negli anni '60/70. Questi ultimi, numerosissimi in Italia, sono stati realizzati in cemento armato e con muri perimetrali di tamponamento leggeri, non isolati, con la sola attenzione al risparmio economico e senza alcuna considerazione dei consumi energetici. Questi edifici richiedono interventi di efficientamento ancora più pesanti e estensivi.

È possibile migliorare la prestazione energetica di un edificio grazie a interventi di riqualificazione dell' involucro, muri e vetri, e degli impianti.

Interventi sull'intero edificio

Gli interventi di riqualificazione energetica dell'involucro mirano a ridurre la trasmissione del calore attraverso le pareti perimetrali, i tetti, i pavimenti ed i serramenti, vetri e serramenti. Quelli sugli impianti mirano invece a migliorare l'efficienza degli stessi, vale a dire a ridurre la quantità di energia dispersa nei processi di trasformazione, evitandone lo spreco.

Per ridurre la trasmissione del calore attraverso le pareti dell'edificio si utilizza soprattutto la coibentazione.

La coibentazione è una strategia che permette di isolare due sistemi, nel nostro esempio l'interno e l'esterno della casa, in modo tale da limitare al massimo lo scambio di calore fra gli stessi.

Un'adeguata coibentazione termica delle pareti assicura che durante l'inverno si riduca il flusso termico caldo in uscita dall'abitazione verso l'esterno, mentre in estate impedisce che il caldo penetri nell'edificio, che rimane dunque più fresco. Si dice che la casa deve "respirare".

Molto efficace è la ventilazione naturale della casa e l'ombreggiamento della parete con tecniche semplici utilizzate nei paesi caldi fin dall'antichità.

Una delle modalità di isolamento più efficaci è il cosiddetto "cappotto termico". Tale tecnica permette di eliminare i cosiddetti "ponti termici", ossia di quei punti della struttura in cui si hanno delle vie preferenziali per la dispersione del calore, come ad esempio in prossimità dei balconi e dei termosifoni a muro.

Il Cappotto

In questa tecnica lo strato di materiale isolante (materiale naturale traspirante o in poiliuterano espanso e simili) viene applicato esternamente alle pareti.

Il sostanziale vantaggio di questa tipologia di intervento rispetto ad uno strato interno è quello dovuto alla creazione di un "volano termico". Questo significa che tutta la muratura interna al "cappotto" è capace di accumulare energia termica e la sua inerzia termica contribuisce a tenere stabile la temperatura nell'ambiente interno o comunque a evitarne rapide variazioni e dispersioni.

Un isolamento applicato sulle pareti interne, ad esempio usando lastre di polistirolo, non ha inerzia termica, e quindi si viene a creare il cosiddetto "effetto baracca", dove la temperatura degli ambienti varia in maniera relativamente rapida (ad esempio tra giorno e notte) andando così a peggiorare il comfort abitativo.

I Vetri e serramenti

Un procedimento molto semplice per rendere più efficiente energeticamente una casa consiste nel sostituire i vetri delle finestre classici con vetri e serramenti isolanti. I vetri isolanti trattengono all'interno dell'edificio il calore, impedendone, o quantomeno rallentandone, la dispersione verso l'esterno. Ciò vuol dire che sarà necessario usare meno energia per riscaldare la casa d'inverno o per renderla più fresca d'estate, poiché la temperatura interna varierà molto

meno che in una casa con i vetri classici.

Gli impianti

Un ulteriore pratica di efficientamento energetico che si può utilizzare in casa riguarda il sistema del riscaldamento.

I tradizionali impianti di riscaldamento e raffrescamento funzionano grazie a tecnologie non efficienti energeticamente e, nella critica situazione attuale, insostenibili. E' consigliabile acquistare impianti ad alta efficienza.

Ci sono diverse direttive europee recepite dalla legislazione nazionale che promuovono lo sviluppo dell'efficienza energetica anche integrata con fonti rinnovabili termiche e pompe di calore.

Le pompe di calore

Per facilitare la comprensione analizzeremo solo uno dei tipi di pompe di calore attualmente in commercio e quelle aerotermiche e quelle a copressione.

Le pompe aerotermiche utilizzano il calore dell'aria come fonte rinnovabile e si dividono a loro volta in macchine a compressione meccanica e macchine ad assorbimento.

Le pompe a compressione meccanica sono azionate da un motore elettrico e sono molto dipendenti dalle temperature all'interno e all'esterno della casa mentre le pompe a assorbimento utilizzano invece un compressore termochimico e sono meno dipendenti dalle temperature interne ed esterne.

In generale una pompa di calore assorbe calore dall'esterno, detto lato sorgente, e lo rende disponibile, attraverso cicli termodinamici, ai terminali di riscaldamento, simili ai termosifoni, detti lato utenza.

Uno dei problemi delle pompe di calore sta nel modulare, ovvero nel regolare una grandezza al valore ricercato, a bassi carichi, ovvero anche in situazioni domestiche. Nelle pompe a compressore termochimico ciò non è possibile senza andare a degradare il rendimento e le prestazioni dell'impianto. Per le pompe a compressione si pone invece il problema della brina, che si forma in particolari condizioni di umidità e temperatura, che costringe gli impianti a ridurre la loro potenza termica.

Un ulteriore problema si pone nella produzione di acqua calda sanitaria. Per loro stessa natura le pompe di calore comportano maggiori perdite.

Nonostante queste imperfezioni installare un impianto a pompa di calore permette di emettere dal 20% al 35%, a seconda dell'impianto e delle temperature, in meno rispetto ad una casa tradizionale, nonché una riduzione del consumo di energia, sempre rispetto a case con impianti tradizionali, che va dal 20% al 25% del totale.

Consapevolezza energetica nei comportamenti

Avere bisogno di meno energia, sprecare meno, in un edificio va abbinato ad una consapevolezza dei comportamenti energeticamente efficaci (spegnere la luce quando si esce da una stanza, spegnere i computer a fine lavoro, usare elettrodomestici certificati in classe A++ ,non utilizzare il riscaldamento oltre i 19 °C in casa d'inverno, etc…), vuol dire pagare meno in bolletta e quindi risparmiare anche economicamente.

Esempi di Comportamenti efficienti

Nel 2008 il municipio di Sacramento decise di applicare il cosiddetto programma di efficienza energetica comportamentale, che consisteva nell'informare, attraverso comunicazioni personalizzate utilizzando diversi canali (posta, mail, sms etc..), i cittadini e le imprese, sui loro consumi.

Studi all'avanguardia nell'ambito della psicologia comportamentale hanno dimostrato che queste comunicazioni motivano i clienti a compiere scelte più intelligenti per quanto riguarda le risorse energetiche, ottenendo risparmi considerevoli a lungo termine.

I vantaggi dei programmi di efficienza energetica comportamentale non si limitano però al risparmio diretto da parte dei clienti, ma permettono di ottenere importanti traguardi per quanto riguarda il risparmio energetico.

È stato infatti osservato che fra il 20% ed il 60%, a seconda dell'area studiata, di coloro che hanno partecipato a programmi di efficienza energetica comportamentale ha aderito ad altri programmi di efficienza, cambiando ad esempio gli impianti di illuminazione tradizionali con nuovi che sfruttano la tecnologia LED, oppure comprando elettrodomestici di classe A o superiore, o ancora scegliendo di guidare un auto elettrica.

I vantaggi di questo programma sono evidenti anche per le aziende che forniscono l'energia.

Il programma rende infatti la bolletta più trasparente, spingendo il cliente a rinnovare il proprio contratto con l'azienda.
Le aziende che hanno proposto questo programma ai propri clienti hanno aumentato il proprio fatturato in misura compresa fra il 5% ed il 15%.
Applicare in larga scala programmi di efficienza energetica comportamentale comporterebbe elevati risparmi sia per i consumatori che per l'ambiente.

2.2.3 La cattura ed il sequestro del carbonio

Vista l'ingente quantità di anidride carbonica (CO_2), uno dei gas serra più presenti, si è iniziata a sviluppare una tecnologia in grado di poter mitigare questo fenomeno prendendo letteralmente questo gas dalla nostra atmosfera per "imprigionarlo" nel sottosuolo.

La cattura
Dai gas di scarico emessi, carichi di CO_2 detta esausta, è possibile estrarre questo gas facendo reagire la CO_2 con opportuni solventi in grado di legarvisi per poi successivamente separarla e condensarla per facilitarne il trasporto; lo stesso processo potrebbe essere operato attraverso alcuni filtri o mediante separazione criogenica.
Il processo di cattura può però essere attuato anche prima della combustione misturando i combustibili, contenenti la CO_2 con dell'idrogeno tramite un processo detto *gassificazione*.
La CO_2 potrà poi essere trasportata e stoccata, mentre la mistura di idrogeno potrà essere utilizzata come combustibile.
Ma il processo più promettente per catturare questo gas serra sembra essere la *ossigenocombustione*: il processo utilizza dell'ossigeno separato dall'aria che viene miscelato con il combustibile in una caldaia sottoposta a grandi pressioni; questo processo produce solamente vapore e CO_2 condensata già pronta da trasportare e stoccare.

Trasporto e stoccaggio
La CO_2 ormai condensata e perciò allo stato liquido, può essere trasportata come le altre materie e depositata.
La tecnologia dello stoccaggio della CO_2comporta spesso il deposito in siti di confinamento, per lo più rappresentati spesso da giacimenti di idrocarburi ormai svuotati del tutto o con particolari caratteristiche quali la permeabilità e la natura porosa.
L'immissione di questo gas può facilitare in alcuni casi la fuoriuscita di idrocarburi presenti in quel deposito, aumentando le pressioni interne al deposito stesso. Con la stessa tecnologia è inoltre possibile ricavare del metano dal carbone ancora in giacimento, dato che la CO_2 tende in questo caso a sostituirsi al metano.
Nonostante la tecnologia di stoccaggio sia promettente e vantaggiosa persino per coloro che protendono verso un uso degli idrocarburi come fonte energetica, questa comporta alcuni rischi poiché le attività geologiche potrebbero provocare un rilascio immediato della CO_2 stoccata, che ucciderebbe per asfissia le specie nei dintorni, oppure un rilascio graduale che vanificherebbe il tentativo di rimuoverla dalla nostra atmosfera.

Presente e futuro
Le tecnologie di cattura e sequestro del carbonio (CCS) sono attualmente in uso in 5 impianti nel mondo, ma è molto presente la fase sperimentale e dimostrativa sulla quale l'Europa ha puntato molto a partire dal pacchetto "*Clima-Energia*" approvato nel 2009. Ultimamente, considerando anche i costi elevati, ci sono dei ripensamenti o quanto meno dei rallentamenti dei programmi di sviluppo della tecnologia.

2.2.4 Il ruolo del cambiamento dei suoli e delle foreste

Abbiamo oramai compreso che l'immissione di gas ad effetto serra nell'atmosfera sta generando un cambiamento climatico.
Ciò che forse non è ancora chiaro è cosa determini un innalzamento delle emissioni.
Sebbene sia facile immaginare una fabbrica dalla quale escono nere cortine di fumo, l'utilizzo delle automobili, la produzione di elettricità o il riscaldamento non sono le sole cause delle emissioni antropiche globali, ovvero determinate dall'uomo.
Cambiamenti nelle modalità di utilizzo del territorio, quali deforestazione, riduzione e/o degradazione dei

suoli agricoli, e la degradazione delle foreste, contribuiscono oggi a circa il 25% del totale delle emissioni di CO_2 di origine umana.
Le foreste hanno infatti un ruolo fondamentale nel controllo dei livelli di gas serra. Le piante, attraverso la fotosintesi, utilizzano la CO_2 per formare glucosio e quindi nutrimento.
Sebbene anche le piante, come gli esseri umani e gli animali, pratichino la respirazione cellulare, rilasciando CO_2 in atmosfera, una parte considerevole della CO_2 che assorbono rimane nella pianta favorendo il loro accrescimento. Possiamo pensare alle piante come a dei salvadanai: tanto più un albero sarà vecchio, tanto più sarà pieno di anidride carbonica.
Le foreste sono dunque un'immensa riserva di carbonio, estesa su circa 3,9 miliardi di ettari, pari a circa il 30% della superficie terrestre. Distruggerla significa liberare il carbonio intrappolato al suo interno nell'atmosfera.
Il Protocollo di Kyoto riconosce alle foreste e ai suoli agricoli un ruolo importante nelle strategie di mitigazione dei cambiamenti del clima e propone di tutelarle sostanzialmente in due modi: creando nuove foreste e gestendo al meglio i suoli agricoli e forestali già esistenti.
Analizziamo ora la più grande minaccia per la sopravvivenza delle foreste, la deforestazione.

La deforestazione
Negli ultimi 8.000 anni circa il 45% della superficie boschiva originaria della Terra è andato perduto; fra questi circa la metà è stata distrutta negli ultimi ottanta, ed i ritmi continuano a incrementare.
A questo proposito può essere significativo citare il dato della FAO relativo alla deforestazione avvenuta dal 1990 al 2000: 14,6 milioni di ettari l'anno.
Per mettere i numeri in prospettiva, è come dire che ogni due secondi viene distrutta un'area di foreste grande quanto un campo da calcio.
Fra il 1990 e il 2000 è andato perduto circa il 5% della superficie forestale del Pianeta.
La deforestazione interessa principalmente le foreste tropicali, che rappresentano anche il più prezioso bacino di biodiversità, e le foreste boreali, che si rinnovano molto lentamente.
Per quanto riguarda il ruolo dei nostri boschi nella mitigazione dei gas serra, si può affermare che essi contribuiscono in modo sostanziale al bilancio dei gas serra del Paese. L'Italia ha emesso nel 2005 circa 493 milioni di tonnellate di CO_2, mentre le foreste sono riuscite a riassorbirne circa il 22%, pari a circa 110 milioni di tonnellate. Inoltre le foreste italiane sono fondamentali per il controllo della qualità delle acque e per la protezione dei suoli e dei versanti. Le foreste italiane, per le peculiarità del nostro territorio, svolgono inoltre un ruolo fondamentale nel ciclo dell'acqua per quanto riguarda il contenimento delle piene. La loro distruzione contribuisce all'erosione dei suoli e al dissesto idrogeologico.

2.3 I RISCHI, GLI IMPATTI E L'ADATTAMENTO

2.3.1 Risorse idriche

L'espressione risorse idriche indica, in senso generale, tutte le varie forme di disponibilità dell'acqua: una sostanza indispensabile all'uomo e all'ecosistema in cui vive, che al tempo stesso può essere abbondante e disponibile oppure scarsa e indisponibile. L'acqua è fondamentale per la sopravvivenza, perciò la storia umana è indissolubilmente legata a questa risorsa. La disponibilità di acqua potabile ha sempre rappresentato un parametro importantissimo per la scelta di dove costruire una città o un qualsiasi insediamento umano. Le città hanno legato la loro nascita o il loro sviluppo alla presenza di fiumi e di sorgenti d'acqua potabile. L'evoluzione scientifica e tecnologica ha portato l'uomo negli ultimi due secoli ad uno sviluppo industriale e demografico senza precedenti che hanno determinato via via un sempre maggiore fabbisogno d'acqua.
L'acqua viene utilizzata, oltre che a scopi nutrizionali, in agricoltura e nell'industria. Tale sostanza, oltre a non essere uniformemente distribuita sul territorio, non è sicuramente illimitata e richiede sovente adeguate opere per essere resa disponibile a molteplici usi e in molteplici luoghi. Inoltre le risorse idriche sulla Terra sono distribuite in maniera assai irregolare.
Fra tutti i paesi del mondo, soltanto 11 dispongono di 50.000 o più metri cubi d'acqua dolce all'anno per abitante, mentre la maggioranza dispone di meno di 5.000 metri cubi. Questi Stati, va specificato,

possiedono una popolazione ridotta rispetto al quantitativo d'acqua dolce presente, dunque può anche trattarsi di paesi, come quelli africani, in cui vi sia una ampia disponibilità di risorse ma non esistano le condizioni affinché vi si possa accedere. Tra gli 11 Paesi con la maggiore disponibilità idrica al mondo in rapporto agli abitanti, il più vasto è il Canada; Panama è l'unico dell'America centrale, 2 sono in America Latina, 2 in Asia, 3 in Europa ed altrettanti in Africa ed uno in Oceania. Di contro, aree deserte come il Medio Oriente hanno una disponibilità idrica decine di volte inferiore; se, ad esempio, l'Islanda o la Nuova Zelanda hanno a disposizione una quantità di acqua dolce 20.000 volte superiore alle loro esigenze, per cui nei loro territori si registra un notevolissimo eccesso di acqua, numerosi Stati africani e mediorientali, ma anche europei, risultano esserne deficitari. La Germania deve per esempio approvvigionare oltre 80 milioni di abitanti, con risorse idriche pur notevoli, ma comunque frammentate ed un'utenza quasi 300 volte superiore a quella islandese, solo in termini demografici.
Il cambiamento climatico può avere un forte impatto sulla variazione delle precipitazione e con l'aumento del livello del mare ridurre la disponibilità di acqua dolce.

2.3.2 Dissesto idrogeologico

Il dissesto idrologico comprende tutti quei processi a partire dall'erosione superficiale e sotto la superficie fino agli eventi più catastrofici quali frane alluvioni, quindi eventi fortemente di distruttivi per il suolo . In caso di dissesto idrogeologico, prima si valuta lo stato di natura, che consiste nella raccolta delle informazioni relative ad un dato fenomeno catastrofico potenziale, con riferimento anche alle informazioni storiche; poi si passa alla valutazione dell'intensità, cioè la valutazione del grado distruttivo che il fenomeno in analisi può assumere.
Le condizioni meteorologiche e le variazioni climatiche non sono che una causa marginale del dissesto idrogeologico. Le origini del dissesto idrologico sono di natura antropica. Tra le prime c'è l'eccessivo consumo di suolo, unito a pratiche come la cementificazione e la conseguente deforestazione.
Le azioni attuabili in relazione a questo rischio sono fondamentalmente la previsione, la prevenzione e la mitigazione degli effetti. La previsione, secondo l'articolo 3 comma 2 della legge n.225 del 1992, consiste nelle attività dirette allo studio ed alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi, alla identificazione dei rischi ed alla individuazione delle zone del territorio soggette ai rischi stessi. La prevenzione, secondo l'articolo 3 comma 3 della stessa legge, consiste nelle attività volte ad evitare o ridurre al minimo la possibilità che si verifichino danni conseguenti agli eventi di cui all'articolo 2 anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto delle attività di previsione.
La mitigazione degli effetti distruttivi consiste nella serie di azioni attuate al fine di ridurre il rischio a persone, manufatti e ambiente. In Italia è stimato che basterebbero 4,1 miliardi di euro per mettere in sicurezza il paese con un'adeguata pianificazione che gestisca la fase di intervento e stabilisca i piani di manutenzione con effetti e ricadute positive anche in termini economico-occupazionali. In Italia sono nati vari movimenti dal basso, con la partecipazione anche di amministratori locali, volti a tutelare e difendere il territorio. Oggi la situazione è molto carente soprattutto dal punto di vista delle manutenzioni che non vengono più fatte. Versanti e strade su cui bisognerebbe intervenire tempestivamente monitorandone il degrado giorno per giorno vengono abbandonati. Il cambiamento climatico con l'aumento degli eventi estremi, in termini di intensità e frequenza ha un forte impatto sul dissesto idrogeologico. La possibilità, a breve termine, è che vengano effettuati interventi con costi economici minori come la pulizia delle cunette, dei torrenti, in modo da migliorare l'efficienza dei sistemi di drenaggio che funziona solo se viene mantenuto efficiente. Dobbiamo imparare a prevenire ritornando ad essere attenti al territorio e a pianificare e intervenire per prevenire piuttosto che ad intervenire dopo.

2.3.3 Agricoltura e produzione alimentare

L'agricoltura contribuisce, anche se in misura minore rispetto ad altri settori economici, all'emissione di gas

serra nell'atmosfera, incrementando il cambiamento climatico.
L'agricoltura emette raramente anidride carbonica perché i terreni agricoli, che occupano più della metà del territorio Europeo, contribuiscono, grazie alle ampie riserve di carbonio, a ridurre la CO_2 nell'atmosfera.
E' invece fonte di due potenti gas serra: il protossido di azoto (N_2O), che viene rilasciato principalmente a causa della trasformazione microbica dei fertilizzanti azotati nel suolo e rappresenta più della metà delle emissioni agricole totali e il metano (CH_4), derivante dai processi di digestione dei ruminanti, entrambi prodotti dallo stoccaggio e dallo spargimento di letame animale.
In Europa le emissioni agricole rappresentano il 9% delle emissioni totali.
L'impatto dell'agricoltura europea sul cambiamento climatico dovrebbe ulteriormente diminuire grazie ai continui sforzi del settore agricolo.
Nel periodo 1990-2005 le emissioni sono diminuite del 20% e, grazie a cambiamenti nelle tecniche di coltivazione, si prevede un 23% in meno rispetto al 1990 e un 15% in meno nel 2015.
Questi dati sono in contrapposizione con quelli registrati a livello globale, infatti le emissioni agricole nel resto della terra aumenteranno del 17%, l'UE è l'unica area al mondo in cui si prevede che le emissioni causate dall'agricoltura diminuiranno.

Come l'agricoltura è influenzata dal cambiamento climatico

L'agricoltura è, tra i settori, quello che viene maggiormente influenzato dal cambiamento climatico a causa della sua dipendenza dalle condizioni climatiche.
Una delle maggiori cause della variabilità nella produzione agricola è la variabilità climatica che si verifica di anno in anno.
Le conseguenze previste dal cambiamento climatico sono, tranne che per alcune regioni europee in cui potrebbero risultare benefiche (come l'allungamento della stagione di crescita e miglioramenti nelle produzioni agricole dovuti a condizioni climatiche più miti), negative per la maggior parte e porteranno perdite economiche in regioni già sotto pressione a causa di fattori socio-economici.
Esistono significative variazioni regionali nelle condizioni climatiche previste, ma gli eventi attesi possono essere sintetizzati in inverni più umidi e miti, estati più calde e secche, eventi climatici estremi e non, più frequenti e intensi.
La maggior parte delle conseguenze del cambiamento climatico sull'agricoltura deriva dall'acqua, la sua riduzione causerà un impatto molto grave sulla produzione agricola e sul paesaggio europeo. Ne consegue che l'agricoltura dovrà migliorare la propria efficienza nell'uso dell'acqua e ridurne le perdite.
A causa di temperature ed umidità elevate potrebbe aumentare la diffusione di parassiti, malattie ed erbe infestanti. I cambiamenti climatici, inoltre, influenzeranno il livello e la variabilità delle produzioni agricole a lungo termine, la coltivazione di diversi raccolti potrebbe spostarsi verso latitudini più settentrionali.
E' possibile già notare diversi cambiamenti sul terreno causate dai cambiamenti delle condizioni climatiche, ad esempio l'anticipo dei periodi di fioritura delle piante, allungamento della stagione di crescita delle vigne e cambiamenti in altri cicli naturali delle piante.

Come può l'agricoltura contribuire a combattere ulteriormente il cambiamento climatico

Come ogni settore anche l'agricoltura deve attuare interventi di mitigazione e adattamento.
Per quanto riguarda gli interventi di mitigazione è stata stabilita la Politica Agraria Comune (PAC).
Questa politica successivamente ad una riforma del 1992 ha spostato l'assistenza finanziaria agli agricoltori verso aiuti diretti disaccoppiati dalla produzione, riducendo così gli incentivi a produrre, e condizionati da alcuni obblighi per la gestione sostenibile dei terreni. Queste misure per lo sviluppo rurale contribuiscono all'attenuazione delle emissioni. Inoltre sono necessarie regolamentazioni che stabiliscano limiti legali di alcune pratiche, come la Direttiva Nitrati che monitora la qualità dell'acqua, la destinazione delle zone vulnerabili ai nitrati e la determinazione di codici per le buone pratiche agricole.
L'agricoltura, inoltre, può contribuire a contrastare il cambiamento climatico mediante diverse altre strategie, come la conversione dei rifiuti animali in biogas, l'installazione di impianti per la digestione anaerobica, che riduce le emissioni ed i volumi di melma e letame

nelle regioni in cui vi è un'alta densità animale; l'accumulo del carbonio nei terreni, mediante diverse pratiche di coltivazione, l'imboschimento e incrementando la produzione di energie rinnovabili e prodotti biologici.
Per quanto riguarda gli interventi di adattamento, gli agricoltori possono modificare la rotazione delle coltivazioni per utilizzare in modo più efficiente l'acqua disponibile, regolare le date della semina secondo la temperatura e l'andamento delle piogge, utilizzare varietà coltivabili più adatte alle nuove condizioni climatiche e attuare delle strategie per evitare il deflusso delle acque.
E' importante infine informare appropriatamente gli agricoltori sui rischi dovuti al clima e le soluzioni di adattamento da acquisire.

2.3.4 Turismo

L'Italia rappresenta la quinta destinazione turistica del pianeta. Destreggiandosi fra turismo alpino, centri culturali e località balneari ogni anno il nostro paese è visitato da circa 176 milioni di visitatori provenienti dalle più svariate nazioni del mondo ai quali si vanno a sommare le presenze generate dal turismo domestico. A conti fatti, fra arrivi internazionali e presenze interne, il giro di affari prodotto dal turismo è stimato in 140 miliardi di euro. Un settore, quello turistico, che ha sofferto meno di altri la recente crisi economica alla chiusura della quale, se bene in sofferenza, ha potuto far registrare una crescita relativa.
Fra i settori turistici maggiormente colpiti dai mutamenti climatici e dall'innalzamento delle temperature e dei livelli medi dei mari, si collocano sicuramente il turismo balneare e sciistico, senza però dimenticare il caso limite di Venezia. Si stima che al 2050 la perdita di ricchezza dovuta all'impatto sul settore turistico dei cambiamenti climatici si collochi fa lo 0,25% e 1,05% del PIL nazionale.
Ferma restando la necessità e l'urgenza di attuare politiche volte alla riduzione degli effetti collaterali della presenza dell'uomo sulla terra si rende necessario, per ridurre l'impatto sul settore turistico, dei cambiamenti climatici, attuare strategie di adattamento volte a predisporre tutti quegli apparati tecnici in grado, nel prossimo futuro, di consentire la fruibilità dello splendido territorio italiano. In particolare, con riferimento allo sci, le strategie di adattamento sono individuate nell'innalzamento della quota degli impianti e nella predisposizione delle apparecchiature tecniche per l'innevamento artificiale. Inoltre, la diversificazione delle attività proposte, con l'introduzione di attrazioni turistiche estive, potrebbe ulteriormente svincolare le zone alpine dall'andamento delle precipitazioni nevose.
L'adattamento quindi viene ad essere la chiave di lettura più immediata per ridurre gli impatti dei cambiamenti climatici. Adattamento che passa dalla cura del territorio alla economia delle fonti idriche ad una più corretta gestione del suolo ed arriva, come obiettivo finale, alla preservazione del patrimonio artistico e naturalistico della nazione. Uno sforzo in tal senso va chiesto all'amministrazione pubblica ed ai cittadini tutti perché l'estremizzazione dei fenomeni atmosferici non può che mettere ulteriormente a dura prova un territorio che per sua natura è idrogeologicamente fragile. Un territorio troppo spesso vittima di abusi e soprusi.

2.3.5 Salute

Sebbene manchi un sistema nazionale in grado di monitorare l'incidenza dei fenomeni ambientali sul numero di decessi nelle zone colpite, le evidenze scientifiche che li pongono in relazione diretta con tali fenomeni, sono sempre più stringenti. Il primo Rapporto Nazionale sul tema, redatto da APAT/OMS nel 2007, non fa altro che dare seguito a queste evidenze elencando e categorizzando gli elementi aggiuntivi di rischio.
Possiamo tentare di distinguere le tipologie di rischi per la salute, associati ai cambiamenti climatici, in due macro categorie: rischi causati direttamente dai cambiamenti climatici e elementi indiretti di rischio.
La seconda categoria risulta essere, per ovvie ragioni, quella più difficile da analizzare. All'interno di questa macro area vanno, infatti, a cadere una serie di conseguenze indirette provocate dal generale innalzamento delle temperature medie. Dagli ultimi studi si evince che la estremizzazione di vari fenomeni atmosferici, fino ad adesso sconosciuti nella penisola italiana, ha portato ad un aumento delle malattie trasmesse da

vettori animali. L'aumento delle temperature medie favorisce infatti la proliferazioni di insetti e parassiti. Sono di nuovo le temperature medie più alte della norma ad essere responsabili per l'innalzamento dell'incidenza delle malattie a trasmissione alimentare (MAT). In un mondo mediamente più caldo, e dove si manifestano ondate di caldo torrido improvviso, è infatti più difficile rispettare la filiera alimentare del freddo. Sono di nuovo il caldo e gli agenti inquinanti, presenti nell'aria che respiriamo, i principali responsabili dell'aumento dell'incidenza delle allergie e dell'asma. A tutto questo elenco di pericoli nascosti, e non per questo meno insidiosi, si sommano i rischi diretti dovuti all'azione dell'uomo sull'ambiente. Fra i principali annoveriamo alluvioni, trombe d'aria, smottamenti, valanghe e slavine. Tutti fenomeni collegati all'innalzamento delle temperature medie e all'acuirsi dei fenomeni metereologici estremi. Eventi che hanno, nel recente passato, segnato la storia del nostro territorio. Un capitolo a pare, per l'impegno nel fronteggiare questo tipo di emergenza, andrebbe scritto riguardo ai problemi legati alle ondate estreme di calore che stagionalmente si abbattono sulla nostra penisola e mietono vittime fra le fasce più deboli della popolazione: giovanissimi ed anziani.

3. LA RISPOSTA ISTITUZIONALE AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

3.1 LA CONVENZIONE SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI

CONSAPEVOLI che i cambiamenti di clima del pianeta e i relativi effetti negativi costituiscono un motivo di preoccupazione per il genere umano,[…]
PREOCCUPATI per il fatto che le attività umane hanno notevolmente aumentato le concentrzioni a tmosferiche di gas ad effetto serra, che questo aumento intensifica l'effetto serra naturale e che tale fenomeno provocherà in media un ulteriore riscaldamento della superficie della terra e dell'atmosfera e può avere un'influenza negativa sugli ecosistemi naturali e sul genere umano, […]
DECISI a proteggere il sistema climatico a beneficio della presente e delle future generazioni,
HANNO CONVENUTO QUANTO SEGUE:
[…]

È con queste parole che si apre la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici, un progetto ambizioso, iniziato in tempi ancora non sospetti; era infatti il lontano 1992.
Elaborata come documento conclusivo del "Summit della Terra", tenutosi a Rio de Janeiro, è all'interno di questa Convenzione, anche indicata con l'acronimo inglese UNFCCC (United Nations Framework Conference on Climate Changes) che si muovono i primi passi verso la lotta al cambiamento climatico.
La Convenzione nasce come un accordo fra paesi, tutti aderenti all'ONU, per contrastare il cambiamento climatico attraerso interventi, così detti a monte, di mitigazione dei cambiamenti climatici attraverso la riduzione delle emissioni di gas serra e interventi, a valle, di adattamento al cambiamento climatico.
Dividendo il mondo in due categorie di paesi i Grandi del Pianeta in base alle loro responsabilità, riconoscevano il debito che le nazioni più industrializzate dovevano pagare nei confronti di quelle più arretrate. Un debito accumulatosi in quasi un secolo e mezzo di inquinamento ambientale. Secondo la Convenzione esistevano due tipi di paesi: quelli sviluppati (riportati in una lista chiamata Annex I) che con il mondo scontavano il debito più grande, e che quindi dovevano fornire agli altri paesi tecnologie pulite e contributi economici e altri paesi, paesi in via di sviluppo o poco sviluppati (riportati in una lista chiamata Non Annex I), che avevano diritto a ricevere sovvenzioni e tecnologie pulite a fronte dell'impegno a condurre uno sviluppo ecologicamente sostenibile.
Hanno aderito a questa Convenzione, entrata in vigore ufficialmente nel 1994, 188 nazioni. Di seguito ci sono stati una serie di incontri internazionali, chiamate Conferenze delle Parti (COP), di cui la più famosa di queste, anche indicata con l'acronimo COP3, si è tenuta a Kyoto nel 1997 ed ha portato alla sottoscrizione dell'omonimo protocollo. Protocollo che, dopo la sottoscrizione, ha visto la sostanziale defezione, attraverso la non ratifica, di uno dei primi produttori di CO_2 al mondo: gli Stati Uniti d'America.
Oggi siamo giunti alla COP21, che andrà in scena a Parigi dal 30 novembre al 11 dicembre 2015.
Ci si attende molto da questa conferenza: ci si aspetta, infatti, una svolta che possa segnare, si spera in senso positivo, il destino dell'umanità e raggiungere l'obiettivo finale della stabilizzazione delle concentrazioni dei gas serra in atmosfera a livelli tali da prevenire pericolose interferenze tra le attività umane e il sistema climatico. La Convenzione segue poi due principi fondamentali: il principio di precauzione e il principio delle responsabilità comuni ma differenziate. Il principio di precauzione, oggi superato dalle maggiori certezze scientifiche, afferma che l'incertezza delle conoscenze scientifiche non può essere utilizzata come ragione per posticipare gli interventi.

Il principio delle responsabilità comuni, ma differenziate, afferma che tutti i paesi sono coinvolti ma con responsabilità diverse che dipendono dalla loro condizione di sviluppo e ricchezza e dalla loro capacità di perturbare il sistema climatico.

3.2 INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC

L'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) è un organo intergovernativo sullo studio dei cambiamenti climatici, fondato nel 1988 dallo *United Nations Environment Programme (UNEP)* e dalla *World Meteorological Organization (WMO)*. E' stato creato per costituire il rigore scientifico mondiale della conoscenza sul clima.
Ciò che l'IPCC si propone è comprendere il fenomeno del cambiamento climatico, i suoi impatti immediati o futuri sul pianeta e quello che l'uomo deve fare per contrastarlo.
L'IPCC raccoglie informazioni scientifiche, tecniche e socioeconomiche e dà al sapere internazionale sul clima un'organizzazione unitaria. Non fa ricerca diretta: coordina e valuta studi condotti in modo indipendente, e su base volontaria, da migliaia di scienziati ovunque nel mondo, riconoscendone validità e rilevanza con dei criteri omogenei. Più o meno ogni cinque anni fornisce il suo rapporto finale, che racchiude tutto questo.
L'IPCC promuove la ricerca in campo climatico perché gli scienziati possano fornire sempre nuovi studi, e promuove la diffusione del sapere così unificato e organizzato perché il mondo possa essere cosciente e consapevole del fenomeno del cambiamento climatico.
Ciò che l'IPCC afferma ha una validità scientifica riconosciuta dalla comunità internazionale. Con la sua valutazione, permette a coloro che prendono decisioni politiche di conoscere lo stato del sapere sui cambiamenti climatici: essi nel loro agire politico hanno così la possibilità di tenere conto di informazioni e considerazioni scientifiche. L'IPCC fornisce infatti il supporto scientifico per la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC).

Nell'IPCC ci sono tre gruppi di lavoro (Working Group):

- il WG I sul sistema clima e i cambiamenti climatici;
- il WG II sulla vulnerabilità dei sistemi naturali e socio-economici, gli impatti del cambiamento climatico sul pianeta, le azioni di adattamento a questi impatti;
- il WG III sulla mitigazione del cambiamento climatico, quindi sulla riduzione dell'emissione di GHG (gas a effetto serra).

Oggi abbiamo come riferimento il Quinto Rapporto sul Cambiamento climatico dell'IPCC, che è stato presentato tra il 2013 e il 2014, formato da tre parti che corrispondono ai tre gruppi di lavoro.
Il Quinto Rapporto afferma l'evidenza dei cambiamenti climatici e dell'influenza umana su di essi; riconosce il ruolo delle emissioni di gas serra (le più alte della storia); descrive gli impatti attuali e i possibili impatti futuri (più o meno gravi, diffusi, anche irreversibili) sui sistemi antropici e naturali; individua una strategia di adattamento per contrastarne gli effetti, prevenirne e gestirne i rischi; individua, definisce una strategia di mitigazione (riduzione sostanziale delle emissioni tramite l'efficienza energetica e la decarbonizzazione); sostiene la necessità di contenere l'aumento della temperatura media terrestre entro i 2° rispetto ai livelli preindustriali che corrisponde a una concentrazione di gas serra nell'atmosfera di circa 450 ppm (parti per milione) e sottolinea che, se non si agisce, l'aumento della temperatura sarà di 4-5°.

3.3 IL PROTOCOLLO DI KYOTO

Il Protocollo di Kyoto, a cui si è già accennato, stipulato a seguito della COP3 – (Terza Conferenza delle Parti tenutasi a di Kyoto nel 1997), è stato il primo accordo in cui si sono stabiliti dei veri obiettivi, da realizzare entro una data prefissata.
Ratificato da 153 paesi, ne impegnava 39, paesi cosiddetti Annex I, a limitare e/o ridurre le proprie emissioni di gas serra, fino ad ottenere una riduzione complessiva del 5,2% rispetto al livello del 1990 entro

il periodo 2008-2012. Il Protocollo assegnava in sostanza ai paesi industrializzati una quantità determinata di "diritti di emissione" dei gas a effetto serra (un "tetto di emissione"), definito come percentuale delle emissioni di ciascun paese nel 1990.
Paesi diversi avevano obiettivi diversi; l'Unione Europea aveva fissato come proprio obiettivo una riduzione delle emissioni di gas serra dell' 8% rispetto a quelle del 1990 per il periodo 2008-2012. L'Italia, che contribuiva al totale europeo, aveva stabilito per il periodo 2008-2012 un obiettivo di riduzione delle emissioni dei gas serra del 6,5% rispetto a quelle del 1990.
Il trattato, benchè sottoscritto l'11 dicembre 1997, è entrato in vigore solo otto anni più tardi, il 16 febbraio 2005, momento dell'adesione della Russia.
Infatti, affinché l'accordo fosse valido, era necessario che le nazioni firmatarie rappresentassero almeno il 55% delle emissioni del pianeta. Da qui si evince l'importanza di un Paese grande come la Russia.
Per controllare che l'accordo fosse rispettato si è costituito inoltre *l'Inventario Nazionale delle Emissioni e degli Assorbimenti dei gas ad effetto serra*, da aggiornare annualmente.
In particolare i gas nel mirino sono: anidride carbonica, (CO_2) prodotta principalmente nel corso di attività a scopo energetico, Il CH_4 (metano), generato negli allevamenti zootecnici e nelle coltivazioni, il N_2O (protossido di azoto), HFC (idrofluorocarburi), PFC (perfluorocarburi), SF_6 (esafluoruro di zolfo) originate generalmente nelle industrie chimiche.
Ogni gas ha un proprio GWP (Global Warming Potential), che esprime il contributo del gas all'effetto serra, in rapporto all'effetto della CO_2, il cui potenziale è preso come riferimento e posto pari a 1; ogni valore è calcolato per uno specifico intervallo di tempo (20, 100, 500 anni).
Il Protocollo come si è detto, prevede vincoli alle emissioni solo per la lista Annex I (Paesi Sviluppati e ad economia in transizione), della quale fanno parte 39 paesi. In questo modo si agisce sotto un profilo di responsabilità progressiva, comune ma differenziata, dove i paesi maggiormente industrializzati hanno più responsabilità degli altri.
Sono stati inoltre introdotti dei meccanismi flessibili per la riduzione dei costi sui sistemi economici, tra cui il sistema di *Emission Trading, Joint Implementation e Clean Development Mechanism*. *L'Emission Trading* permette lo scambio di emissioni tra un paese che ottiene un surplus nella riduzione delle emissioni e un paese che non riesce a raggiungere gli obiettivi prefissati; la *Joint Implementation* prevede una collaborazione tra paesi per accordarsi su una diversa distribuzione degli obblighi, purchè venga rispettato l'obbligo complessivo. Il *Clean Development Mechanism* punta invece a fornire assistenza alle Parti non incluse nell'Annex I per la riduzione delle emissioni: i Paesi che forniscono tale assistenza ricevono i "certified emission reductions" il cui ammontare viene calcolato ai fini del raggiungimento del target. Di questi meccanismi si dirà più in dettaglio nei capitoli successivi.
Ci sono state, in seguito alla Conferenza di Kyoto, varie COP rivolte alla definizione degli obiettivi per il periodo post-Kyoto, tra cui quelle di Copenhagen, Cancún, Durban, Doha, Lima le quali purtroppo hanno lasciato molta delusione, dal momento che non si sono trovati, tra le diverse Nazioni, accordi adeguati all'urgenza climatica. Il protocollo è stato solo un primo passo, con l'obiettivo di sottolineare la responsabilità dei Paesi industrializzati e non quella di risolvere il problema del cambiamento climatico, un inizio importante per coinvolgere poi tutti i paesi nell'obiettivo finale della convenzione sul cambiamento climatico.

3.4 LA STRATEGIA EUROPEA

La cosiddetta "strategia 20-20-20" è un insieme di misure pensate dall'Unione Europea per il periodo successivo al termine del Protocollo di Kyoto, il quale aveva la sua scadenza alla fine del 2012. Il pacchetto di norme è entrato in vigore in Europa nel giugno del 2009 e sarà valido dal gennaio 2013 al 2020.
L'accordo ha stabilito per l'Unione europea tre ambiziosi obiettivi da raggiungere entro il 2020:

- ridurre i gas ad effetto serra del 20%
- ridurre i consumi energetici del 20% aumentando l'efficienza energetica;
- soddisfare il 20% del fabbisogno energetico europeo con le energie rinnovabili.

Oltre a questa, l'Unione Europea sta lavorando a una nuova strategia da presentare al vertice mondiale di Parigi, che è stata annunciata dai 28 ministri dell'ambiente riuniti a Bruxelles il 23-24 ottobre 2014.
Al centro del documento l'impegno autorevole a ridurre le emissioni di gas a effetto serra del 40% entro il 2030 (rispetto al 1990) ovvero più impegnativo dell'accordo 20/20/20.
Anche se le emissioni EU sono solo l'11% di quelle mondiali, l'Europa si assume le sue responsabilità, con la consapevolezza di essere stata la fonte di alti livelli di emissioni nocive dagli inizi della rivoluzione industriale.
L'Europa è da sempre icona del maggior rigore nella definizione dei patti e degli obiettivi per la lotta ai cambiamenti climatici.
L'Europa, deve continuare con l'assumere impegni importanti per evitare di essere marginalizzata dal nuovo ruolo che stanno assumendo o possono assumere USA e Cina.

3.5 USA E CINA

I due paesi leader nell'emissione di CO_2 ed equivalenti sono gli Stati Uniti e la Cina. Lo scorso novembre queste due superpotenze hanno siglato un accordo riguardo i loro obbiettivi di riduzione del gas serra. La Cina si è impegnata a raggiungere, entro il 2030, il picco di emissioni e un aumento del 20% della quota di energie non fossili, mentre gli Stati Uniti si sono impegnati a ridurre del 26-28% le loro emissioni entro il 2025 rispetto ai livelli del 2005.
Va notato come l'obiettivo statunitense sia inferiore a quello europeo (ricordiamo che l'UE si impegna a ridurre del 40 % le sue emissioni rispetto al 1990) al 2025, anche se ci sono dichiarazioni di una riduzione più consistente al 2030. Impegni che in ogni caso dovrebbero poi essere approvati dal Congresso. Nonostante questo obiettivo sia meno ambizioso rispetto a quello europeo resta da chiedersi se per gli USA sia veramente raggiungibile. Analisi accurate di esperti ritengono che raddoppiare gli sforzi per ridurre le emissioni per gli Stati Uniti sia tecnicamente ed economicamente possibile per questa superpotenza.
Anche se questo accordo ha posto obiettivi che, associati a quello europeo, potrebbero non rivelarsi sufficienti a mantenere l' aumento della temperatura nei limiti dei 2°C, gli impegni presi da queste due superpotenze fanno capire che non ci sono più scuse per ignorare i cambiamenti climatici. Si può quindi sostenere che il risultato più significativo dell'accordo USA-Cina non è tanto negli obiettivi in sé, quanto nel segnale politico e nello stimolo che esso rappresenta sulla scena dei negoziati internazionali.

3.6 LA CONFERENZA DI PARIGI - VERSO UN ACCORDO GLOBALE

L'elemento importante del protocollo di Kyoto è stata la distinzione di impegno tra i paesi sviluppati ed i paesi in via di sviluppo. Questo punto nelle fasi negoziali verso un accordo globale è messo in discussione, in base alla considerazione che il mondo è cambiato e che ci sono paesi nuovi paesi che hanno ruoli rilevanti sia in termini di sviluppo economiche che di contributo alle emissioni di gas serra a livello globale.
I negoziati di preparazione dell'accordo hanno visto una contrapposizione tra approcci diversi.
Essenzialmente consiste nell'assegnare, "dall'alto", alcuni obiettivi di riduzione delle emissioni, per ognuno dei paesi firmatari; l'altro consiste nel lasciare a ciascun Stato di fare delle proposte di riduzione.
La preparazione della conferenza mondiale sul clima prevista a Parigi nel dicembre 2015 ha una prima tappa importante nell'accordo del 2014 a Lima in Perù.
Il 12 novembre 2014 alla conferenza Onu di Lima sui cambiamenti climatici viene presentato l'importante comunicato congiunto Cina-Stati Uniti.
Usa e Cina si impegnano a partecipare alla riduzione di gas climalteranti.
Sulla base del testo conclusivo della conferenza sottoscritto a Lima da 145 paesi, ogni paese dovrà presentare all'Onu entro il 1° ottobre del 2015 impegni "quantificabili" ed "equi" di riduzione delle emissioni, oltre a una dettagliata informazione sulle azioni da seguire.
Non più limiti di riduzione imposti dall'alto dunque ma programmi specifici proposti da ogni paese.
Il testo, approvato a Lima, rappresenta il superamento della dicotomia tra paesi sviluppati e in via di sviluppo ed è un compromesso tra i paesi ricchi e i

poveri sugli impegni di riduzione delle emissioni.

L'approccio dell'accordo di Parigi pone al centro la volontà e le capacità dei singoli paesi, nell'ipotesi, che la sommatoria delle volontà dei singoli paesi, consenta al mondo di raggiungere gli obiettivi della Convenzione climatica. Ai singoli paesi viene chiesto di presentare i propri progetti per la mitigazione delle emissioni e le proprie politiche di sviluppo, energetiche, di adattamento climatico.
Siamo ancora in tempo per scegliere di combattere efficacemente la sfida dei cambiamenti climatici, ma la politica mondiale deve prendere subito una posizione decisa in questo senso.
Dalla fine di Novembre alla seconda settimana di Dicembre 2015 a Parigi ci sarà la Ventunesima Conferenza delle Parti (COP 21). E' molto importante perché cercherà di raggiungere un accordo universale e legalmente vincolante per contrastare il cambiamento climatico.
Il percorso verso Parigi, regolato dalla Piattaforma di Durban (Durban Platform for Enhanced Action - ADP) è continuato con le sessioni di negoziazione a Ginevra (Febbraio 2015) e a Bonn (Giugno 2015), in cui si è cercato di elaborare il testo comune per la conferenza di Parigi. Allo stesso tempo i paesi dovrebbero presentare i propri INDC (Intended Nationally Determined Contributions) cioè quali contributi, determinati a livello nazionale, intendono dare nel nuovo accordo internazionale.
Parigi 2015 non è vista da tutti allo stesso modo. C'è chi la immagina un punto di svolta, una "nuova Kyoto", il momento in cui finalmente l'umanità deciderà di affrontare con una linea comune la sfida climatica. C'è anche chi prevede un totale fallimento. Esistono posizioni così distanti perché la situazione è molto complessa ed è praticamente impossibile sapere che cosa accadrà. Ciò che sappiamo, lo abbiamo visto e lo vediamo negli incontri precedenti a Parigi, è che la trattativa non sarà semplice, perché gli interessi dei paesi sono diversi e spesso contrastanti e tantissimi argomenti sono fortemente dibattuti, molti di questi sulla base delle diverse condizioni e speranze di paesi industrializzati, paesi emergenti e paesi meno sviluppati.
La natura stessa dell'accordo è oggetto di dibattito, molte nazioni sono spaventate dalla possibilità che sia vincolante. Alcuni paesi, in particolare quelli che sperano in maggiori tutele in quanto più vulnerabili ai cambiamenti climatici, vorrebbero invece che il risultato di Parigi fossero impegni vincolanti e decisi centralmente, si pensa addirittura alla creazione di un organo permanente per questo scopo. Molti stati invece come Cina, USA e Umbrella Group, (stati non Europei come Australia, Canada, Giappone) vorrebbero un'impostazione basata su contributi volontari definiti indipendentemente dai vari paesi. L'Unione Europea, che si è già data dei forti obiettivi interni, spinge molto decisamente nella direzione dell'accordo vincolante, stabilito a partire dalle proposte dei paesi: un protocollo nell'ambito dell'UNFCCC che entri in vigore non appena ratificato dai paesi responsabili dell'80% delle emissioni.
Così dovrebbe essere il testo risultante da Parigi:

- vincolante legalmente a livello internazionale;
- abbastanza deciso da portare il mondo sul sentiero del limite dei 2°;
- basato sul quinto rapporto dell'IPCC;
- bilanciato, nel senso che deve affrontare tutti i temi necessari, tra cui mitigazione, adattamento, risorse finanziarie, sviluppo e trasferimento tecnologico;
- adottato nel 2015 perché entri in vigore per il 2020.

Quello che davvero più di tutto dovrebbe essere deciso a Parigi sono gli obiettivi di riduzione delle emissioni, e sarà molto difficile. L'Unione Europea vuole che si stabilisca l'obiettivo di una riduzione dei gas serra a livello mondiale almeno del 60% entro il 2050 rispetto al 2010. Il recente accordo USA - Cina ha costituito un passo avanti nelle politiche sul clima di questi due paesi, che sono responsabili insieme del 40 % delle emissioni globali di gas serra, ma non li ha condotti ad assumere posizioni forti. Gli impegni di riduzione presentati dagli Stati (INDC) - e non tutti li hanno presentati - sono per il momento considerati insufficienti per l'obiettivo di rimanere sotto i due gradi. E' necessario uno sforzo maggiore, da chiedere ai paesi in base alla loro differenziazione.
Proprio la differenziazione dei paesi è un punto che è e sarà certamente oggetto di dibattito: bisogna capire come domandare il giusto impegno ad ognuno secondo le sue responsabilità e capacità.

Per il Protocollo di Kyoto si era usata una categorizzazione dei paesi in Annex I e non Annex I in cui i paesi industrializzati, per la loro responsabilità storica, dovevano impegnarsi fortemente nelle misure di contrasto al cambiamento climatico e aiutare i paesi non Annex I, cioè meno sviluppati o in via di sviluppo. Questa divisione, che per i paesi emergenti va mantenuta, secondo i paesi sviluppati va adesso revisionata, perché le circostanze sono diverse rispetto a Kyoto e a Rio de Janeiro, in particolare riguardo la situazione proprio dei paesi emergenti, che pur non avendo responsabilità storica si stanno ora sviluppando rendendosi responsabili di forti emissioni. Anche i paesi più deboli credono sia necessario il contributo di quelli emergenti sulla base della loro ricchezza e delle loro emissioni.
Un altro aspetto che sarà sicuramente discusso è quello dei finanziamenti. I paesi meno sviluppati sono quelli che hanno minori responsabilità nel fenomeno del cambiamento climatico, ma subiscono i danni maggiori per i suoi effetti. Per questo è stato deciso che i paesi sviluppati diano loro dei finanziamenti, ed è stato creato un Green Climate Fund. Sicuramente a Parigi i paesi poveri chiederanno un forte impegno da parte di quelli industrializzati.
Anche lo sviluppo e il trasferimento tecnologico dovrebbero essere argomento di discussione, perché si trovi un accordo che permetta ai paesi in via di sviluppo di svilupparsi direttamente con un'economia pulita.
Parigi è una sfida difficile. Sarà uno di quei momenti in cui si decidono le sorti del mondo nel bene o nel male. Potrebbe essere un fallimento, se non si giungesse a nulla di nuovo, se la politica non volesse prendere posizioni coraggiose e necessarie, se gli interessi nazionali dovessero essere più forti dell'interesse comune di vivere in un pianeta vivibile. Non è così difficile immaginare questo scenario. Però non è impossibile immaginare uno scenario opposto e proprio in quello dobbiamo sperare.

3.7 GLI STRUMENTI

In un momento in cui la problematica del cambiamento climatico e le sue possibili risoluzioni sono al centro dell'attenzione delle istituzioni e dell'opinione pubblica, al fine di preservare e garantire l'equilibrio ambientale è necessario definire e utilizzare anche degli strumenti economici e fiscali che permettano di raggiungere questi obiettivi, come ad esempio la *carbon tax*, il commercio delle emissioni e le imposte sui prodotti consumati.

3.7.1 Carbon tax

La carbon tax è una tassa sulle fonti energetiche fossili che, quando vengono consumate, emettono biossido di carbonio in atmosfera: ogni tonnellata di inquinamento da anidride carbonica rilasciata dai combustibili fossili sarà soggetta ad un'aliquota fissata dal governo.
La carbon tax è detta "tassa Pigouviana", dal nome dell'economista che per primo propose di applicarla. È una tassa che mira a diminuire le esternalità negative di una determinata attività economica. Per esternalità ambientali negative si intendono le conseguenze di produzione o di consumo di un soggetto che influenzano negativamente il benessere di un altro soggetto. In questo caso l'inquinamento generato attraverso le emissioni di anidride carbonica, provocano il riscaldamento globale e hanno quindi un costo sociale.
L'introduzione della tassa mira a contrastare queste esternalità negative, indirizzando il comportamento dell'operatore economico verso investimenti e tipologie di produzione a basso contenuto di carbonio.
Il primo Stato ad introdurre la tassa fu la Finlandia nel 1990: all'inizio, furono esentate dal pagamento solo poche industrie e combustibili. Nel 2010 l'aliquota sul carbonio è stata pari a 20 euro per tonnellata di CO_2 emessa.
Un altro dei primi Paesi ad attuare la tassa fu la Svezia nel 1991, imponendo un versamento di $100 per ogni tonnellata di petrolio, carbone, gas naturale ed altri combustibili fossili consumati.
In Italia la carbon tax è stata introdotta nel 1998 con

l'art. 8 della legge n. 448, in seguito alla conclusione della conferenza di Kyoto. Nel 2012 il Consiglio dei ministri ha approvato il disegno di legge sulla delega fiscale, attraverso il quale è stato definito il riordino della tassazione al fine, in primo luogo, di internalizzare i costi ambientali nelle spese di produzione e di aumentare i fondi al sistema finanziario delle fonti rinnovabili.

3.7.2 Emission Trading

L'emissions trading è uno dei meccanismi flessibili (insieme al CDM e JI) previsti dal Protocollo di Kyoto per contenere le emissioni di gas ad effetto serra. Fa parte delle *policies* tipo la Carbon Tax o altre imposte (ICA, ecc..), che permettono una riduzione delle emissioni attraverso l'utilizzo di strumenti di tipo economico.
E' in sostanza un "mercato del carbonio" che prevede un tetto massimo (cap) alle emissioni dagli impianti più inquinanti (primi tra tutti l'industria pesante e quella energetica) per periodi di tempo predefiniti. Ogni impresa può quindi scegliere se investire nella riduzione delle proprie emissioni adottando migliori tecnologie,
rimanendo al di sotto del tetto assegnato ed eventualmente vendere ad altre imprese l'eccesso di permessi che non ha emesso, oppure non rispettare il tetto e comprare i permessi da altri operatori del mercato, pagando quindi per l'inquinamento prodotto.
In Europa dal 2003 è attivo il sistema ETS più grande ed importante del mondo.
La Commissione Europea ha fissato un tetto massimo alle emissioni di CO_2 per ciascun paese membro.
L'approccio EU-ETS consente la riduzione delle emissioni cercando di minimizzare i costi di attuazione delle policies, lasciando scegliere alle aziende il comportamento da seguire. Tuttavia la perdurante crisi economica in atto in Europa dal 2008, e la relativa diminuzione della produzione industriale, ha deprezzato sul mercato il prezzo della CO_2 rendendo, di fatto, lo strumento ETS un'arma spuntata nel rendere più efficiente dal punto di vista dell'innovazione tecnologica in chiave low-carbon, i settori ad esso sottoposti.

3.7.3 Imposta carbonica aggiunta

Che cos'è l'I.C.A.?
Per I.C.A. (Imposta carbonica aggiunta) si intende una imposta indiretta, simile all'imposta sul valore aggiunto (IVA), proporzionale alle emissioni contenute nei prodotti ovvero associate all'intero ciclo di produzione e trasporto dei prodotti, fino al consumatore finale.
Tale componente fiscale ha come obiettivo quello di attribuire a un bene o un servizio l'equivalente rilascio di emissioni.
Essa permette di applicare differenti aliquote fiscali a prodotti più o meno eco-sostenibili, dando la possibilità al compratore di visualizzare direttamente sulla ricevuta, o sullo scontrino di un prodotto la relativa I.C.A. pagata. Ciò consentirebbe una maggiore trasparenza sulla produzione dei beni e renderebbe possibile al compratore indirizzare la propria scelta su un prodotto non solo in base al suo prezzo, ma anche in relazione alla sua eco-sostenibilità.
La presenza dell'imposta indirizzerebbe il consumatore verso quei prodotti più eco-sostenibili che acquisirebbero un prezzo più competitivo rispetto agli altri, e faciliterebbe le imprese ad attuare politiche di marketing centrate sugli aspetti di impatto carbonico dei consumi.
Il fine ultimo di tale componente fiscale è di velocizzare il passaggio dei consumi da prodotti realizzati con energia prodotta da combustibili fossili, a quelli con una energia più pulita.
Ovviamente al fine di migliorare l'efficienza e l'efficacia dell'imposta a livello di sistema fiscale, occorrerebbe simultaneamente sottrarre i sussidi che ancora oggi ci sono a vantaggio dei combustibili fossili. Inoltre, affinché non aggravi esclusivamente sul consumatore finale, e si traduca in un aumento del cuneo fiscale, è necessario che l'introduzione avvenga a saldi zero, cioè all'introduzione dell'ICA dovrebbe corrispondere una eguale diminuzione di tasse su un altro fronte, ad esempio sul fattore lavoro.

3.7.4 Meccanismo di sviluppo pulito

Il meccanismo di Clean Development Mechanism (CDM) è uno dei meccanismi flessibili previsti dal Protocollo di Kyoto che permette alle imprese dei paesi industrializzati con vincoli di emissione di realizzare progetti che mirano alla riduzione delle emissioni di gas serra nei paesi in via di sviluppo senza vincoli di emissione.
Lo scopo di questo meccanismo è quello di permettere ai paesi in via di sviluppo di disporre di tecnologie più pulite ed orientarsi verso energie di tipo sostenibile e di abbattere le emissioni dove sia possibile economicamente così da adempire agli obblighi del Protocollo di Kyoto. Le emissioni evitate dalla realizzazione dei progetti generano crediti di emissioni o CERs (Certified Emission Reductions) che potranno essere utilizzati per l'osservanza degli impegni di riduzione assegnati.
Il funzionamento di un progetto CDM è il seguente:

- un'azienda privata od un soggetto pubblico realizza un progetto in un paese in via di sviluppo mirato alla limitazione delle emissioni di gas serra;
- la differenza fra la quantità di gas serra emessa realmente e quella che sarebbe stata emessa senza la realizzazione del progetto (scenario di riferimento o baseline), è considerata emissione evitata ed accreditata sotto forma di CERs;
- i crediti CERs possono poi essere venduti sul mercato e/o accumulati.

Edito dall'ENEA

Lungotevere Thaon di Revel, 76 - 00196 Roma

www.enea.it

Grafica: Paola Carabotta, ENEA

Stampa: Laboratorio tecnografico - Centro Ricerche ENEA Frascati

Novembre 2015

www.enea.it