

# Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale

in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

## Carbon tax, un'imposta per la difesa dell'ambiente



**Relatore:**

Prof.ssa Laura Abrardi

Prof. Piercarlo Ravazzi

**Candidato:**

Francesco Campra

Anno Accademico 2017/2018

# Indice

Indice .....	2
Ringraziamenti:.....	5
1 Introduzione: .....	6
2 Cenni storici sull'utilizzo dell'energia.....	7
2.1 Da economia chiusa ad economia aperta.....	7
2.2 Il punto di svolta:.....	8
2.3 Cambiamento storico dell'utilizzo delle fonti energetiche: .....	9
2.3.1 L'era del Carbone: .....	9
2.3.2 L'era del Petrolio: .....	10
2.3.2.1 L'età d'oro dell'energia a basso costo .....	13
2.3.2.2 Paradigma Fordista: .....	14
2.3.2.3 Gas: Problemi strategici.....	15
2.3.2.4 Petrolio VS Gas (gli albori della convenienza).....	17
3 Fonti di energia: .....	20
3.1 Petrolio: .....	20
3.1.1 Rapporto tra Riserve e produzione:.....	20
3.1.2 Tecniche di estrazione:.....	23
3.2 Gas Naturale: .....	24
3.3 Carbone: .....	28
3.4 Energia Nucleare .....	30
3.4.1 Fissione: .....	30
3.4.2 Fusione: .....	31
3.4.3 Peso del Nucleare sul Mix Energetico: .....	31
3.4.4 Vantaggi e Svantaggi: .....	32
3.5 Idroelettrico .....	35
3.5.1 Come funziona: .....	35
3.5.2 Idroelettrico in Italia:.....	36
3.5.3 Vantaggi: .....	36
3.5.4 Svantaggi:.....	37
3.6 Solare:.....	40
3.6.1 Come sfruttare l'energia solare:.....	40
3.6.2 Caso Gigafactory .....	42
3.7 Eolico: .....	43

3.7.1	Energia eolica, vantaggi .....	44
3.7.2	Energia eolica, svantaggi .....	44
3.8	Energia delle Maree.....	46
3.8.1	Vantaggi:.....	46
3.8.2	Svantaggi:.....	47
3.9	Biomassa: .....	48
3.9.1	Come funzionano le centrali a biomasse:.....	48
3.9.2	Il digestato è un rifiuto (codice CER: 190600-03-04-05-06).....	49
3.9.3	Centrali a biomassa, chi trae il maggior profitto? .....	49
3.9.4	Rischi del Biogas?.....	50
3.9.5	Centrali a biomassa: Rischi per la salute e per l'ambiente?.....	51
3.10	Termovalorizzazione (Incenerimento rifiuti): .....	52
3.10.1	Vantaggi:.....	53
3.10.2	Svantaggi:.....	53
3.11	Riepilogo Fonti Energetiche: Vantaggi e Svantaggi .....	55
3.12	Previsioni Mix Energetico.....	57
4	Inquinamento e problemi climatici:.....	58
4.1.1	Riscaldamento globale: .....	58
4.1.1.1	Impatto delle attività industriale: .....	59
4.1.1.2	Deforestazione: .....	59
4.1.1.3	Combustione combustibili fossili: .....	60
4.1.1.4	Agricoltura e allevamenti Intensivi:.....	60
4.1.1.5	Società dell'informazione:.....	62
4.1.1.6	Impatto dell'aumento demografico: .....	63
4.1.1.7	Efficienza energetica:.....	65
4.1.2	Conseguenze del riscaldamento Globale: .....	66
4.1.3	Come fermare il riscaldamento globale?.....	68
4.1.4	Emissioni di CO <sub>2</sub> nel mondo: .....	70
4.1.5	Emissioni di CO <sub>2</sub> in Italia.....	70
4.1.6	Effetto serra: .....	71
4.1.6.1	Quanto durerà la CO <sub>2</sub> in atmosfera oggi? .....	71
4.2	Altri Gas Clima-alteranti .....	72
5	Dal problema alle possibili soluzioni .....	74
5.1	Storia degli accordi sul clima .....	74
5.2	I Certificati Bianchi: .....	76

5.3	Tassare la CO2 .....	78
5.3.1	Che cos'è la carbon tax: .....	78
5.3.2	Esternalità ambientali e motivazioni economiche della Carbon Tax .....	81
5.3.3	Base imponibile e aliquota della Carbon tax: .....	83
5.3.3.1	Tasse dirette e indirette: .....	85
5.3.4	Svantaggi e vantaggi della Carbon tax: .....	85
5.3.5	Carbon Tax: una tassa indiretta .....	85
5.3.6	Re-investimento della Carbon TAX: .....	86
5.3.7	Rischi Di Leakege: .....	87
5.3.8	Interazione e possibile coesistenza tra Carbon tax e altri strumenti. ....	87
5.3.9	Carbon Tax in Europa .....	88
5.3.10	Carbon tax in Italia .....	88
5.3.11	Futuro della Carbon tax ed interazioni con i cambiamenti climatici: .....	90
5.4	Arthur Cecil Pigou .....	92
5.5	Gregory Mankiw .....	93
5.6	Leonardo Di Caprio e il film “Punto di non ritorno” (Before the Flood) .....	95
5.7	Donald Trump: .....	96
6	Conclusioni .....	97
7	Bibliografia .....	99

## **Ringraziamenti:**

Desidero ringraziare l'Istituto Tecnico Industriale "Q Sella" Di Biella, scuola dove insegno, in particolare nelle figure dei Dirigenti Franco Rigola, Cesare Molinari e Gianluca Spagnolo che si sono avvicinati alla guida dell'istituto in questi anni.

Grazie alla loro collaborazione e disponibilità, nonché la possibilità di usufruire dei permessi per il diritto allo studio, ho potuto frequentare parzialmente le lezioni a Torino

Desidero ringraziare il Prof. Piercarlo Ravazzi, e la Prof.ssa Abrardi miei relatori, che mi hanno seguito con disponibilità ed interesse.

Dal punto di vista personale, desidero ringraziare i miei giovani compagni di corso cito fra tutti Leonardo Rossi, Paolo La Salvia e Matteo Buzzi con cui ho efficacemente collaborato e che mi hanno costantemente fornito appunti e spiegazioni durante i miei giorni di assenza.

Desidero poi ringraziare tutti gli studenti del corso serale della mia scuola, la quasi totalità studenti lavoratori come me, la loro fatica, la loro sofferenza i loro successi e determinazione mi hanno motivato ad andare avanti nel mio sogno.

Ringrazio anche la mia collega, Adriana Comoglio, che ha riletto il documento per la stesura ed impaginazione finale.

Desidero infine, ma certamente non in ordine di importanza, ringraziare la mia splendida figlia Sofia che, durante questi faticosissimi anni, mi ha sostenuto in questa avventura che ha sottratto la quasi totalità del mio tempo libero.

# 1 Introduzione:

In questa tesi voglio percorrere le motivazioni per le quali le fonti fossili sono diventate così importanti.

Sono un Ingegnere Chimico Ambientale, insegnante di Lab. Chimica e Ingegnere Professionista, la mia attività professionale si svolge soprattutto in campo Energetico (Redazione Attestati di Prestazione Energetiche e Pratiche per detrazione per il risparmio energetico). Sono un'ambientalista convinto e sogno un pianeta in cui nel mix energetico le fonti fossili siano sempre meno importanti, purtroppo il trend non è questo.

L'inquinamento, le emissioni di CO<sub>2</sub> e i cambiamenti climatici sono dovuti in buona parte a petrolio e affini, voglio quindi analizzare a che cosa è dovuto tale fenomeno e indicare una possibile soluzione.

Per quanto riguarda le fonti energetiche voglio presentare in maniera più possibile obiettiva, tenendo conto di quanto ho premesso prima, le alternative alle fonti fossili.

Con questa tesi vorrei spiegare da dove si è originata l'idea della tassazione sulle fonti fossili, partendo da Arthur Cecil Pigou e le imposte pigouviane approfondendo le tematiche relative alle esternalità ambientali negative, i vantaggi di tale tassazioni e tutte le possibili implicazioni (positive e negative di una tale tassazione).

Vorrei infine approfondire il pensiero del Prof. Gregory Markiw (Noto Economista Statunitense).

A conclusione del lavoro vorrei spiegare il perché è così difficile applicare questo tipo di tassazione e gli ostacoli Politici alla sua realizzazione.

## 2 Cenni storici sull'utilizzo dell'energia

L'ENERGIA è la capacità o potenzialità di un sistema di produrre lavoro o trasferire calore,



gli esseri umani hanno avviato l'utilizzo di fonti energetiche per la soddisfazione di numerosi bisogni di natura primari.

Fin dall'inizio della sua utilizzazione appare evidente il ricorso all'energia termica del fuoco, così come successivamente, per le necessità connesse all'attività agricola e alla realizzazione dei primi utensili, l'energia meccanica è stata fornita dall'uomo stesso e dagli animali (energia muscolare), dal vento (energia eolica) e dell'acqua dei fiumi (energia gravitazionale); direttamente o attraverso apposite canalizzazioni.

### 2.1 Da economia chiusa ad economia aperta

Nei secoli successivi alla caduta dell'Impero Romano, il quadro energetico resta sostanzialmente statico, a fronte dell'affermarsi di modelli sociali (feudalesimo, economia curtense di auto – produzione).

La rarefazione degli scambi blocca il processo di specializzazione il progresso tecnico, le forme di utilizzo di energia sono sempre legate allo sfruttamento di risorse locali.

Nell'Europa Centro – Occidentale, solo a partire dal X secolo d.C., con la ripresa delle correnti di traffico, vengono promosse la specializzazione delle produzioni e il progresso tecnico e con esso alcune innovazioni di rilievo nel campo dell'utilizzo efficiente dell'energia.

Le innovazioni tecnologiche del Medioevo e del Rinascimento, la formazione dei grandi stati nazionali nell'Europa Occidentale, le scoperte geografiche e soprattutto la Rivoluzione Scientifica conducono ad una prima svolta nella relazione tra attività dell'uomo ed uso dell'energia.

Tuttavia, anche in questa fase l'attività produttiva dipende ancora dai convertitori animati (uomini e animali) utilizzati in modo più efficiente e da un impiego più esteso dell'energia eolica e gravitazionale (idraulica).

## 2.2 Il punto di svolta:

Il modello di utilizzo delle fonti di energia subisce un drastico cambiamento, con fondamentali conseguenze di ordine economico e sociale, nella 2° metà del XVIII secolo. In questo senso la Rivoluzione Industriale può essere interpretata come il processo che permise lo sfruttamento su vasta scala di nuove fonti di energia per mezzo di convertitori inanimati (le macchine).

Nel caso specifico dell'Inghilterra, la ricerca di metodi di produzione più efficienti fu condizionato dall'insieme delle pressioni economiche che si sviluppano contestualmente alla nuova tecnologia delle fonti di energia. Coloro che introducevano i nuovi metodi, eccetto J.Watt (dotato di una preparazione e di un metodo scientifico sistematici) erano uomini d'affari concreti impegnati a risolvere problemi concreti.

Alcuni esempi:

1. Vapore a pressione - fusione del ferro con il coke (Wilkinson 1776).
2. Filatoio intermittente (Crompton 1779).
3. Fornace a riverbero con processo di pudellatura (Cort 1784).
4. Telaio meccanico (Cartwright 1785).

La macchina a vapore (Watt 1769) mette in pratica, ancor prima della sua concettualizzazione (Joule, principi della termodinamica), il principio fisico della trasformazione dell'energia termica (fornita dalla combustione di legna e carbone) in energia meccanica.

Anche se il rendimento energetico delle prime macchine a vapore era limitato il loro impatto sul sistema economico è dirompente.

Esse consentono la rimozione della strozzatura alla crescita costituita dalla limitata disponibilità di energia meccanica aprendo nuove prospettive nel campo della produzione industriale e dei trasporti.

I cambiamenti sono radicali anche a livello dei rapporti sociali. L'introduzione dei convertitori inanimati di energia conduce al sistema di fabbrica; rispetto ai proprietari terrieri, contadini, artigiani, mercanti delle epoche precedenti, si affermano la borghesia imprenditoriale e operai che lavorano con "schiavi meccanici" (macchine) alimentati da energia inanimata.

## 2.3 Cambiamento storico dell'utilizzo delle fonti energetiche:

Il consumo di energia del pianeta intorno al 1800 è di 10-15 milioni di TEP (tonnellate equivalenti di petrolio) e nei 50 anni dopo i consumi si quintuplicano, nei successivi 50 anni si moltiplicano per 8.

### 2.3.1 L'era del Carbone:

Si pone il problema dello sfruttamento del combustibile fossile, in particolar modo il carbone, il legname ovviamente non è più sufficiente, continuando ad utilizzare il legno per produrre energia termica con la quale produrre energia meccanica, il pianeta sarebbe oggi completamente desertico e senza vita.

L'Inghilterra ha goduto di un grande vantaggio legato alla tecnologia del convertitore e alla tecnologia di produzione dei materiali che servono a produrre le macchine che usano l'energia e alla disponibilità di giacimenti di carbone.

Il problema del carbone in termini geopolitici è relativamente marginale. Le fonti di energia diventano un problema geopolitico quando diventano importanti il gas e il petrolio. Il carbone è tra le tre fonti fossili è quella distribuita più uniformemente sul pianeta, non significa che ci sia ovunque anche perché quando noi parliamo di riserva (disponibilità di risorsa) non inerisce all'esistenza della risorsa, ma alla disponibilità della risorsa. Il problema delle riserve è di tipo ECONOMICO.

Per riserve si intendono i giacimenti attualmente conosciuti e sfruttati perché convenienti dal punto di vista economico, le risorse, invece rappresentano una stima di tutto ciò che ad oggi non è stato scoperto e tutto ciò che è stato scoperto ma ad oggi non è conveniente sfruttare per le ragioni sociopolitiche o di prezzo delle Fonti alternative. Il concetto di riserve è quindi dinamico perché può mutare la condizione sociopolitica (costi), e di mercato (prezzi).

Il carbone come fonte fossile e le macchine che usano l'energia meccanica prodotta dalla macchina a vapore rendono l'energia umana e animale meno importanti economicamente. L'uso del carbone diventa la caratteristica fondamentale del 19° secolo. Fino alla metà dell'800 il settore dei trasporti è relativamente poco interessato dalla rivoluzione della macchina a vapore, ma verso la seconda metà del secolo, nei trasporti, l'introduzione della macchina a vapore e dei suoi derivati determina una rivoluzione ancor più rivoluzionaria, ad esempio la sostituzione della nave a vela con la nave a vapore.

I vantaggi della nave a vapore: la nave a vela deve essere aerodinamica e idrodinamica, è sottile, questo non si concilia molto con l'elevata capacità di carico; mentre la nave a vapore

non ha bisogno di questa caratteristica, può essere anche di dimensioni considerevoli. Il secondo vantaggio, forse ancora più importante, è che la nave a vela non si poteva sapere esattamente la data di arrivo! Il tempo di viaggio è molto variabile.

Successivamente nasce un più efficiente mezzo di trasporto dopo la nave: il settore ferroviario.

#### RIVOLUZIONARIO PROGRESSO.

Anche quando il carbone vive la sua era d'oro (seconda metà dell'800) esso rappresenta più del 90% del fabbisogno energetico mondiale, si iniziano ad utilizzare altre fonti: gas, petrolio, i derivati del petrolio.

Nel 1900 93% è carbone, 4% petrolio, 2% gas e 0.5% energia elettrica primaria.

Già alla vigilia della prima guerra mondiale, il fabbisogno energetico stimato è di 880 milioni di TEP, e la % di carbone è 92.2%: tra il 1900 e il 1913 il carbone ha raggiunto il massimo, ci sono altre fonti che pesano pochissimo ma che stanno crescendo molto velocemente.

Il carbone ha poi diminuito successivamente la propria quota a favore Petrolio ma aumenterà notevolmente a partire dal 2000, soprattutto per via del grande sviluppo delle economie asiatiche India e Cina.

### 2.3.2 **L'era del Petrolio:**

Il Petrolio prende sempre più piede...Il 1913 è un anno interessante anche da un punto di vista strettamente geopolitico: presenza di due superpotenze mondiali: l'impero britannico e quello russo e di tre grandi potenze: Francia, Impero Tedesco e l'Austria e di una sesta potenza che era già la prima economia del mondo: USA.

Il grosso conflitto era tra l'impero britannico, l'impero russo e la Germania (già divenuta la seconda potenza a livello mondiale). Il problema dell'Inghilterra era quello di fermare la potenziale aggressione della Germania. Le navi dovevano essere molto molto veloci, la stragrande maggioranza viaggiava a carbone. Nel 1913 vennero scoperti i primi giacimenti di petrolio in Iran e questo fu molto importante. Per alimentare la flotta inglese serviva l'olio combustibile, per avere l'olio combustibile serviva il greggio e per non dipendere dall'Iran, venne creata una partnership con il governo persiano: l'English petroleum.

Questo per farci capire come fin dalle origini del suo sfruttamento il petrolio diventa una questione geopolitica.

Il motore a combustione interna rappresenta lo strumento attraverso cui si rende economicamente proponibile lo sfruttamento del petrolio. Già prima dello scoppio della 1°

guerra mondiale si assiste ad una parziale sostituzione del carbone con i prodotti petroliferi. L'affermazione del petrolio come fonte energetica si rende possibile grazie allo sviluppo del motore a scoppio e allo sviluppo della raffinazione. Mentre il carbone può essere usato così com'è, il petrolio deve essere trasformato. Nella seconda metà dell'Ottocento nasce questa tecnologia, la raffinazione, che permette di produrre i derivati del petrolio. Infatti, prima della raffinazione il petrolio aveva sempre avuto un bacino di utenza economico molto ridotto, veniva infatti usato per l'illuminazione, il riscaldamento, e gli usi non energetici.

Se è vero che l'assetto energetico rimane invariato per decine di milioni di anni fino alla metà del 700, è anche vero che dalla seconda metà del 700 a oggi subisce rilevanti modifiche, figlie della rivoluzione scientifica.

La fine del 1800 vede non solo la progressiva affermazione dei derivati del petrolio ma vede anche lo sviluppo a livello industriale dell'energia elettrica primaria. Si tratta di una fonte energetica radicalmente nuova, estremamente flessibile perché può essere utilizzata sia per generare luce, per produrre calore e soprattutto per produrre energia meccanica con un livello di efficienza molto elevato. Nel periodo tra il 1860-1915, durante seconda rivoluzione industriale, l'industria elettrica ed elettromeccanica rappresentano due dei tanti settori che emergono con la 2° rivoluzione industriale. Alcuni sono radicalmente nuovi: industria elettrica, elettromeccanica, chimica di base e fine, farmaceutica, medicina e poi il settore dei mezzi di trasporto di massa. Il settore siderurgico non è radicalmente nuovo.

Ciò che porta la rivoluzione industriale è la profonda riorganizzazione dei processi manifatturieri. Il carbone rimane la fonte primaria di gran lunga più rilevante, e i suoi usi sono davvero tanti: dall'uso domestico all'uso industriale, ai mezzi di trasporto.

All'inizio del 900 le navi che usano l'olio combustibile sono poche e sono quasi tutte navi da combattimento. I vantaggi dell'olio combustibile sono: ha un potere calorico maggiore rispetto al carbone, è anche e soprattutto un vantaggio di stabilità. La nave alimentata a carbone ha grossi problemi in quanto deve essere contenuto ovunque possibile e deve essere portato alle caldaie manualmente facendo attenzione a svuotare la nave di carbone in modo equilibrato. La nave con il combustibile liquido sfrutta il principio dei vasi comunicanti ed è ovviamente molto più pratico, economico ed efficiente.

Dopo la Prima Guerra Mondiale l'industria petrolifera mondiale, che prima era americana, comincia a diventare un'industria che si sviluppa in altri paesi

Nel campo dei trasporti abbiamo la trasformazione più rilevante: dopo la 1° guerra mondiale si assiste ad una massiccia trasformazione dello stock esistente dall'uso del carbone all'uso del combustibile liquido. Il cambiamento grosso si ha con lo sviluppo della motorizzazione privata di massa: sviluppo fortemente asimmetrico e differenziato nel tempo per quanto

riguarda gli USA da un lato e l'Europa e il resto del mondo dall'altro. In Europa è un fenomeno successivo alla Seconda Guerra Mondiale, mentre negli USA noi abbiamo già negli anni 20-30 un embrione di motorizzazione privata di massa.

Il periodo successivo alla Prima Guerra Mondiale vede affermarsi questo nuovo assetto energetico.

Se andiamo a fotografare l'utilizzo delle fonti è lo stesso di quello attuale, ma il modello che si viene a sviluppare dagli anni 20 agli anni 50 è un modello caratterizzato da un'ampia disponibilità di energia di origine fossile A COSTI ESTREMAMENTE BASSI. Questi costi molto bassi sono legati in misura rilevante alla forma di controllo delle fonti esercitata a livello mondiale, nel senso che i paesi che utilizzavano l'energia (i paesi industrializzati) fino alla fine degli anni 60 hanno controllato politicamente ed economicamente i paesi dove venivano prodotte le fonti primarie di energia e quindi il prezzo che si è venuto a generare era il prezzo dell'utilizzatore, ovvero un prezzo conveniente alle esigenze dell'utilizzatore.

Nel 1925 il carbone pesa da solo l'80%, il petrolio il 14%, il gas 4%, l'energia elettrica primaria il 2%. Il carbone non è più il 93%, è l'80% e rimarrà la fonte principale, la prima fonte fino al 1965.

Fino a metà degli anni 60 il carbone rimarrà la prima fonte. Queste quote fanno riferimento al bilancio energetico mondiale e sono molto diverse se andiamo a considerare le singole aree del pianeta. Analizzando il bilancio energetico degli USA e il bilancio energetico dell'Europa Occidentale vediamo che negli USA il carbone pesa molto di meno dell'80% e il petrolio molto di più del 14% mentre nell'Europa Occidentale il contrario. Nel 1925, nel solo Nord America il fabbisogno energetico supera il mezzo miliardo di TPE e la quota dei combustibili solidi è 75%, il petrolio sfiora il 20%, il gas il 5%. Il modello energetico degli Stati Uniti, ovvero quello che vede una forte crescita del peso del petrolio, si afferma in Europa Occidentale in modo molto più lento.

Nel 1938 in Europa Occidentale il carbone copre ancora l'88% del fabbisogno energetico. Il carbone non si usa più in misura rilevante per i mezzi di trasporto. L'uso dell'energia elettrica tra il 1925 e il 1938 registra un ulteriore incremento e il carbone vede lentamente perdere quota. Il fabbisogno energetico risulta in ulteriore crescita, supera 1.2 miliardi di TEP e il rapporto tra le due grandi aree sviluppate non potrebbe essere più diverso: In Europa Occidentale carbone, greggio e gas contano 88%, negli USA siamo al 53% Petrolio, 31% carbone, 12% gas.

Nella Seconda Guerra Mondiale è evidente come la fonte petrolifera abbia raggiunto un ruolo geopolitico davvero importante. Il petrolio in Europa pesa ancora molto poco, ma la Seconda

Guerra Mondiale è contrassegnata dal movimento, fatto dalle navi, aerei, carri armati, autocarri che trasportano la logistica e i soldati che si muovono grazie ai derivati del petrolio.

È vero che l'uso dei derivati del petrolio è limitato ma nell'ambito della tecnologia militare è decisivo!!!!

### **2.3.2.1 L'età d'oro dell'energia a basso costo**

25 anni in cui il prezzo dell'unica calorica del petrolio è molto più basso del prezzo dell'unità calorica di una fonte concorrente.

Si creano due tipi di ricadute diverse concorrenti per quanto riguarda i paesi già industrializzati e per quanto riguarda i paesi meno industrializzati e molto poveri di fonti di energia.

#### **1° gruppo: Francia, Regno Unito e Repubblica Federale di Germania.**

Sono paesi che hanno già una consistente tradizione industriale, sono potenze industriali ricche di carbone. Il risultato che deriva dalla convenienza del petrolio è lo switch tra carbone e petrolio: il petrolio è più economico e più flessibile. Il carbone viene sostituito con il petrolio e questo sposta verso destra la curva di offerta aggregata. Abbiamo un aumento del PIL effettivo e una ridottissima dinamica inflazionistica, un boom economico non inflazionistico, perché sostenuto da una fonte energetica che al posto di iniettare inflazione inietta deflazione.

#### **2° gruppo: Italia e Giappone.**

Il Giappone utilizzava il carbone, ma per le navi. Alla fine della guerra in Giappone non c'è più nulla, tutto deve essere ricostruito da capo. Italia e Giappone godono dei vantaggi dell'arretratezza relativa, che passano di colpo da una fase quasi preindustriale ad una fase industriale basata sul petrolio, saltando praticamente la fase del carbone.

Grazie al petrolio a basso costo, si ritrovano nelle condizioni di costo energetico analoghe a quelle del primo gruppo; questo perché non esiste il problema della dotazione impiantistica costruita sulla base del carbone, che deve essere riadattata per la nuova fonte, il petrolio.

Italia e Giappone riescono a fare questo grazie al fatto che non c'è l'inerzia e la resistenza legata a dotazioni impiantistiche incentrate sul ruolo della fonte precedente, ovvero il carbone e pertanto il nuovo paradigma tecnologico a base petrolio si afferma molto più velocemente.

Questi paesi intraprendono un processo di sviluppo molto più intenso sia rispetto al periodo precedente alla 2° guerra mondiale, sia rispetto alle altre potenze.

Essendo il petrolio abbondante e poco costoso, spiazza qualsiasi altra alternativa e quindi in moltissimi settori dove prima si utilizzavano altre fonti si impone il Greggio.

Ovviamente ci sono gli effetti collaterali: un sistema produttivo, che per 25 anni si sviluppa sulla base della disponibilità di una fonte molto abbondante e poco costosa tende ad usare questa fonte in modo poco efficiente, tende a non investire in fonti alternative e a non andare a cercare petrolio in casa propria.

Questi 25 anni rappresentano un eccezionale portatore di dipendenza dei sistemi economici industrializzati non dal petrolio, ma dal petrolio a basso costo. Nel momento in cui il petrolio cesserà di essere a basso costo è chiaro che questo porterà ad uno shock, tanto più forte quanto più il paese avrà tratto vantaggio nell'età del petrolio a basso costo di tale fonte.

### **2.3.2.2 Paradigma Fordista:**

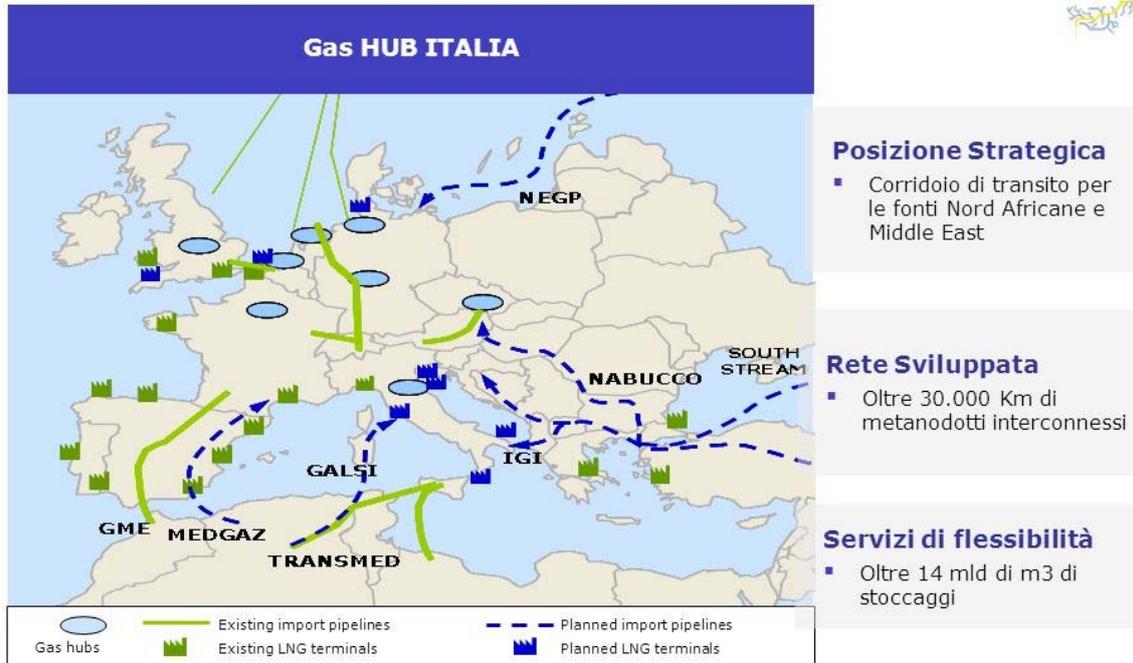
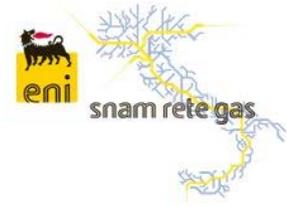
La situazione è idilliaca: sostanziale assenza di vincoli economici, l'economia può crescere illimitatamente perché di energia ce n'è in abbondanza e costa pochissimo. La conseguenza è una forte crescita del PIL mondiale, lo sviluppo di un mercato di beni intermedi strumentali e di consumo ad elevato contenuto energetico (beni costruiti utilizzando grandi quantità di energia) o che per funzionare hanno bisogno di grandi quantità di energia, sostenuta dal basso costo. Il petrolio e tutti i suoi derivati a basso costo generano un assetto energetico ad alto consumo di energia, perché non ci sono incentivi economici all'uso efficiente. Negli anni 60 e nei primissimi anni 70 si utilizzavano beni costruiti con grandi quantità di energia che per il loro uso richiedevano grandi quantità di energia, sostenuti da un costo è basso.

Dal punto di vista del meccanismo del mercato ciò è perfettamente ragionevole anche se non lo è dal punto di vista macroeconomico e geopolitico, in quanto crea una progressiva dipendenza dei sistemi industriali dalla disponibilità di energia molto abbondante e a basso costo.

Il paradigma di sviluppo che ha caratterizzato l'economia industriale, dalla fine della 2 guerra mondiale all'inizio degli anni 70, è il paradigma Fordista: produzione industriale su grande scala, standardizzazione della produzione, consumi di massa ed energia abbondante a basso costo.

### 2.3.2.3 Gas: Problemi strategici

#### Sviluppo Hub



15

L'uso del gas è strettamente collegato alla presenza di infrastrutture di trasporto. A livello mondiale il 71% del gas nel 1973 era prodotto dai paesi industrializzati, ovvero quelli che per primi avevano sviluppato infrastrutture di trasporto. Il gas naturale è stato per tantissimo tempo un settore esclusivamente statunitense, proprio perché gli USA erano il primo paese che aveva sviluppato una rete di infrastrutture di trasporto adeguata e ancora oggi sono l'unico paese al mondo dove si possa davvero parlare di mercato del gas.

Ha senso parlare di mercato mondiale del petrolio perché il petrolio viaggia nell'oceano e quindi qualunque petroliera può trasportare greggio da un qualsiasi terminale di imbarco ad un qualsiasi terminale di scarico in qualunque parte del mondo.

Essendo possibile trasportare il petrolio ovunque, si può parlare di mercato mondiale del petrolio, ma non è lo stesso per il gas. Non esiste un mercato mondiale del gas, ma coesistono se vogliamo forzare la realtà, 3 mercati del gas: uno è il mercato del Nord America, l'altro è il mercato Europa - Asia Occidentale, mentre l'ultimo è il mercato dell'Asia Orientale. Queste tre aree non comunicano tra di loro, ed è per tale motivo che non esiste un mercato mondiale del gas: se ci fosse un eccesso di offerta in una di queste aree, questo non potrebbe scaricarsi su un'altra area che ha un eccesso di domanda.

Si pensa che nei prossimi anni il Nord America avrà un eccesso di offerta di gas, ovvero produrrà più gas di quanto servirà, ma questo non significa che tale eccesso di gas andrà a rifornire l'Europa e costituire ad esempio un'alternativa al gas russo. L'unico modo per trasportare il gas diversamente dai gasdotti sono le navi, estremamente costose, che però non bastano come nel caso del petrolio, perché c'è necessità di un impianto di liquefazione

Pertanto, gli investimenti necessari sarebbero enormi e richiederebbero molti anni per essere realizzati e ammortizzati. Ciò non significa che non possano essere fatti, ma che esiste un'inerzia veramente forte alla formazione di un mercato transatlantico del gas.

C'è un mercato del gas tra Europa e Asia Occidentale: nella zona dell'Asia Occidentale c'è un eccesso di offerta (produttore netto), in Europa c'è un eccesso di domanda (utilizzatore netto), e c'è quindi un flusso monodirezionale dall'Asia Occidentale verso l'Europa. Non è un vero e proprio mercato perché non ha la caratteristica di mercato di borsa.

Flussi da Sud verso Nord per quanto riguarda il bacino mediterraneo, da Nord a Sud per quanto riguarda il Mare del Nord e da Est a Ovest per quanto riguarda la Russia. L'utilizzatore netto è la grande area industriale che coincide con l'Europa.

Questa struttura delle forniture ovvero un'area centrale utilizzatrice netta e tre grandi aree periferiche fornitrici nette, ha originato una rete che consentiva di fornire il gas spingendo in una sola direzione (rete come polo direzionale).

Negli ultimi anni si sta cercando di dotare una parte dei gasdotti europei di inversione di flusso, in modo particolare l'obiettivo è quello di rendere meno vulnerabili zone come i Balcani. I Balcani erano caratterizzati dalla fornitura di gas russo e quando i paesi come Ungheria, Romania, Slovacchia facevano parte del blocco Sovietico, ovviamente veniva fornito dalla Russia. Ora che fanno parte della NATO questi paesi hanno un unico fornitore di gas che è sempre la Russia solo che ovviamente in situazioni che nessuno auspica, il gas può essere usato come arma politica. L'obiettivo è pertanto quello di ridurre la vulnerabilità strategica degli approvvigionamenti di questi paesi (questi paesi hanno un unico fornitore di gas che è la Russia, mentre l'Italia ha la Russia, l'Algeria e il Nord Europa) e quindi dotarsi di gasdotti con centrali di pompaggio che facciano anche il flusso interno.

Questo riduce moltissimo la vulnerabilità strategica, sia fattori geopolitici sia di altra natura (incidenti, attentati, eventi climatici) e garantisce la creazione di un mercato vero, perché a questo punto il gas che viene dall'Algeria e quello che viene dalla Russia possono competere tra di loro.

Fino a quando in Bulgaria l'unico gas che arrivava era quello della Russia, la Bulgaria non aveva altra scelta che firmare un contratto a lungo termine di fornitura. Non poteva firmare un contratto con più di un operatore perché non esistevano i collegamenti che consentivano a

all'altro operatore di portare il gas. La presenza di gasdotto con inversione di flusso garantisce una maggiore flessibilità di mercato e quindi la presenza di una vera e propria borsa del gas.

Il mercato dell'Asia Orientale consiste in navi che dal Medio Oriente forniscono gas alla Cina, Giappone e Corea del Sud. Lo scenario è cambiato in modo radicale con l'accordo firmato nel 2014 tra il Medio Oriente e la Cina, che prevede la costruzione di un gasdotto che fornisca per 30 anni da quando esso sarà completato 38 miliardi di metri cubi di gas l'anno.

Questo richiederà investimenti elevatissimi e la Russia si farà finanziare in parte dalla Cina, ovvero la Cina anticiperà una parte dei pagamenti alla Russia, creando così un legame molto forte tra Cina e Russia.

Il gas viaggia molto meno del petrolio: se rapportiamo le esportazioni alla produzione otteniamo circa il 24%, quindi se la metà del petrolio nel mondo viaggia, solo un quarto del gas prodotto nel mondo fa lo stesso.

Gli USA grazie allo sviluppo del gas estratto dalle formazioni argillose è tornato ad essere il primo produttore mondiale, che lo utilizza pienamente e addirittura ne importa una piccola quota dal Canada (tra i 5 principali produttori). Il Qatar è una piccola regione della penisola arabica che è il terzo produttore mondiale.

La Cina è il sesto produttore mondiale ed è anche il quinto importatore, la Norvegia è il settimo produttore mondiale e il terzo esportatore (vende quasi tutto il gas che estrae). Il primo esportatore mondiale è la Russia mentre (Germania, Italia, Turchia, Francia, Regno Unito, Spagna) sono i principali clienti.

I due maggiori esportatori mondiali sono la **Russia** e gli **Stati Uniti**.

Nel 1973 si estraevano nel mondo 3 miliardi di tonnellate di gas, oggi quasi 8.

#### **2.3.2.4 Petrolio VS Gas (gli albori della convenienza)**

Nel 1970 il gas pesa già più del 17% del fabbisogno energetico mondiale.

Nel decennio successivo si inizia a produrre energia elettrica con il gas e a livello mondiale.

È vero che è abbastanza facile trovare il gas però è anche vero che giacimenti di gas sono enormi, sui quali vale la pena investire nelle enormi infrastrutture di trasporto e di estrazione, sono pochi e anche concentrati. Per cui, mentre all'inizio si pensava che il gas era una fonte geopoliticamente meno delicata del petrolio, adesso noi possiamo confermare che non sia così. L'Europa Occidentale, il Giappone iniziano a cercare gas. È evidente che un'altra delle ricadute dell'età d'oro è stato il limitatissimo sviluppo della produzione nucleare.

La tecnologia nucleare è molto complessa e genera moltissimi rischi.

Ha convenienza economica solo in alcuni paesi: quelli che hanno sviluppato l'industria nucleare a fini militari cioè USA, Unione Sovietica, Francia, Inghilterra e Cina.

Il paese tra i 4 che ha il peso maggiore della produzione da fonte nucleare? Quello che ha bisogno più degli altri di giustificare gli enormi investimenti fatti nel nucleare, cioè la Francia. Gli Usa sono la superpotenza militare quindi ovviamente possiedono un'industria nucleare. La Francia si è voluta dotare di una capacità nucleare autonoma, per usarla soprattutto come Deterrente.

Questo periodo ha visto una fortissima espansione del petrolio rispetto a tutte le altre fonti, la quale ha condotto nel 1965 al raggiungimento da parte di esso della prima posizione a livello mondiale, seguito da carbone e gas.

In questo stesso periodo il costo del petrolio era basso, portando ad uno "spiazzamento" rilevante di tutte le altre fonti. Infatti, in quel periodo si richiedeva:

1. Che l'economia mondiale crescesse a tassi accelerati
2. Il prezzo del petrolio fosse tale da spiazzare le fonti alternative, che non ci fosse un incentivo economico rilevante a soddisfare il fabbisogno energetico crescente con fonti diverse dal petrolio.

Tutto ciò a prescindere dalle problematiche geopolitiche che un'eccessiva dipendenza dei sistemi economici industrializzati dal petrolio poteva far insorgere: il fatto che il petrolio a basso costo di estrazione non sia distribuito uniformemente nel sottosuolo del pianeta genera la seguente situazione: ci sono aree del pianeta che sono in grado di estrarre molto più petrolio di quanto non ne utilizzino in loco e altre aree che utilizzano molto più petrolio di quello che possono convenientemente estrarre in loco. Il petrolio quindi deve viaggiare dalle prime alle seconde. E da un punto di vista logistico questo significa far nascere problemi di investimenti in terminali di imbarco, di ricezione e soprattutto in petroliere. [La petroliera è un bene strumentale che ha una vita utile di almeno 30 anni, considerando anche il suo costo.

Questa problematica geopolitica non si riduce agli aspetti logistici. Riguarda anche il controllo delle rotte: protezione delle navi da un qualsiasi tipo di minaccia, ricordiamoci ad esempio il periodo della guerra fredda (dopo la 2° guerra mondiale fino agli anni 70, 90). Questo è sostanzialmente assicurato dal fatto che Stati Uniti per tutta la guerra fredda e anche oggi è la più imponente potenza navale, e questo garantisce la sicurezza dei rifornimenti.

Problema di carattere politico contrattuale: non basta assicurare la sicurezza delle rotte, ma bisogna assicurare anche la continuità dei contratti. Le relazioni con i paesi di origine delle esportazioni di petrolio. I paesi esportatori di petrolio sono quasi tutti ex colonie. Infatti, anche dopo il raggiungimento dell'indipendenza e fino almeno all'inizio degli anni 60,

assistiamo ad un controllo assoluto delle politiche di estrazione da parte delle compagnie petrolifere occidentali, (Mayors), grandi multinazionali occidentali.

Nel momento in cui i paesi esportatori e produttori di petrolio diventano veramente INDIPENDENTI, e quindi fanno un controllo delle esportazioni del petrolio, possono usare quest'arma come arma politica, ma soprattutto economica. Il boicottaggio non è una strategia sostenibile, soprattutto da parte di un paese le cui uniche risorse finanziate derivano dall'esportazione del greggio. Se si inizia a boicottare i clienti non vendendo petrolio le spese maggiori le ha prima l'esportatore, in quanto a livello mondiale le scorte di greggio sono tantissime. Ogni paese ha una sua scorta e la più grande scorta è rappresentata dalle migliaia di petroliere presenti in ogni istante in mare nel mondo, enorme stock di petrolio viaggiante che dura per mesi.

È chiaro che tanti anni di petrolio abbondante a basso costo sono un problema:

1. Il petrolio a basso costo disincentiva l'uso efficiente dell'energia.
2. Il petrolio a basso costo disincentiva la sostituzione con altre fonti, anzi incentiva la sostituzione delle altre fonti con il petrolio.
3. Il petrolio a basso costo disincentiva la ricerca di petrolio in giacimenti ad alto costo di estrazione.

## 3 Fonti di energia:

### 3.1 Petrolio:

Il **petrolio** (termine che deriva dal latino *petroleum*, composto di *petra*, "roccia", e *oleum*, "olio", cioè "olio di roccia), anche detto **oro nero**, è un liquido infiammabile, viscoso, di colore che può andare dal nero al marrone scuro, passando dal verdognolo fino all'arancione, che si trova in alcuni giacimenti dentro gli strati superiori della crosta terrestre.



È detto greggio o grezzo il petrolio così come viene estratto dai giacimenti, cioè prima di subire qualsiasi trattamento teso a trasformarlo in successivi prodotti lavorati. Quasi sempre ha una densità minore di quella dell'acqua. È composto da una miscela di vari idrocarburi, sostanze formate solo da idrogeno e carbonio (in prevalenza alcani, ma con variazioni nell'aspetto, nella composizione e nelle proprietà fisico-chimiche).

#### 3.1.1 Rapporto tra Riserve e produzione:

(R/B).

A livello mondiale il rapporto R diviso P per il petrolio è tra i 50 e 60 anni. I consumi annuale pro capite di petrolio più elevati si registrano in Stati Uniti, Canada, Arabia Saudita, Islanda e Belgio circa 3 tonnellate. Per l'Italia il valore compreso tra 2,25 e 3. I flussi principali sono quelli diretti dal Medio Oriente all'Asia, dalla federazione russa all'Europa e dal Medioriente all'Europa (fig.1)

Nella pagina successiva (fig.2) il grafico mostra la distribuzione delle riserve di petrolio (migliaia di barili) e la variazione delle riserve nel 1996 – 2005 -2015

Fig.1

**Major trade movements 2015**  
Trade flows worldwide (million tonnes)

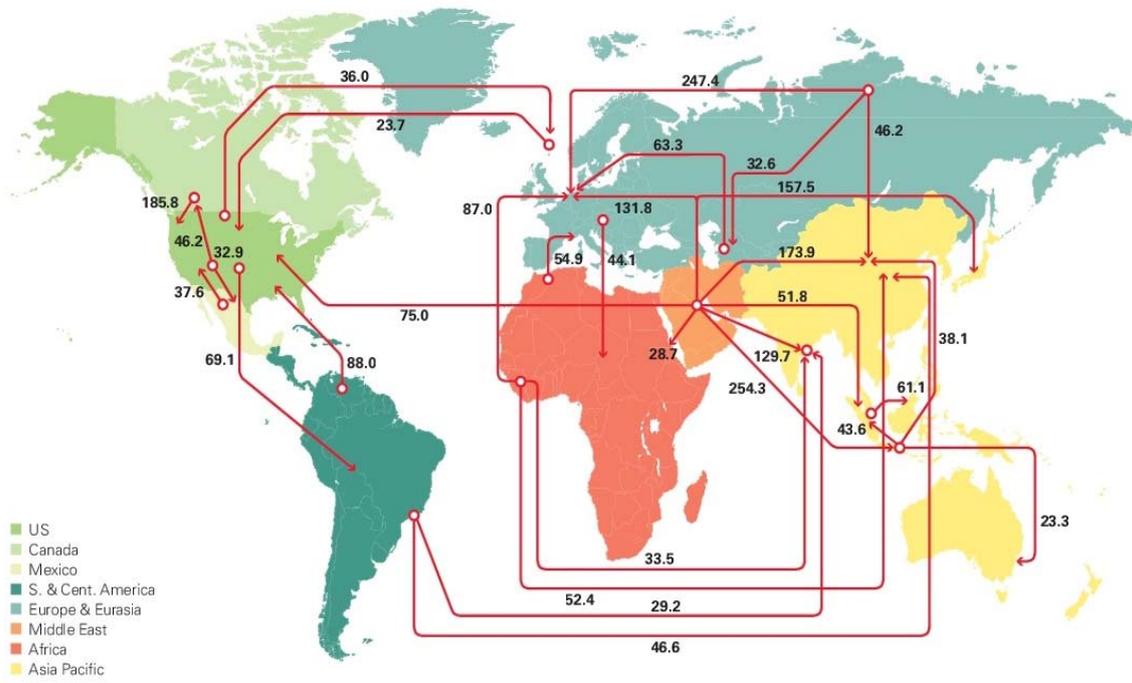
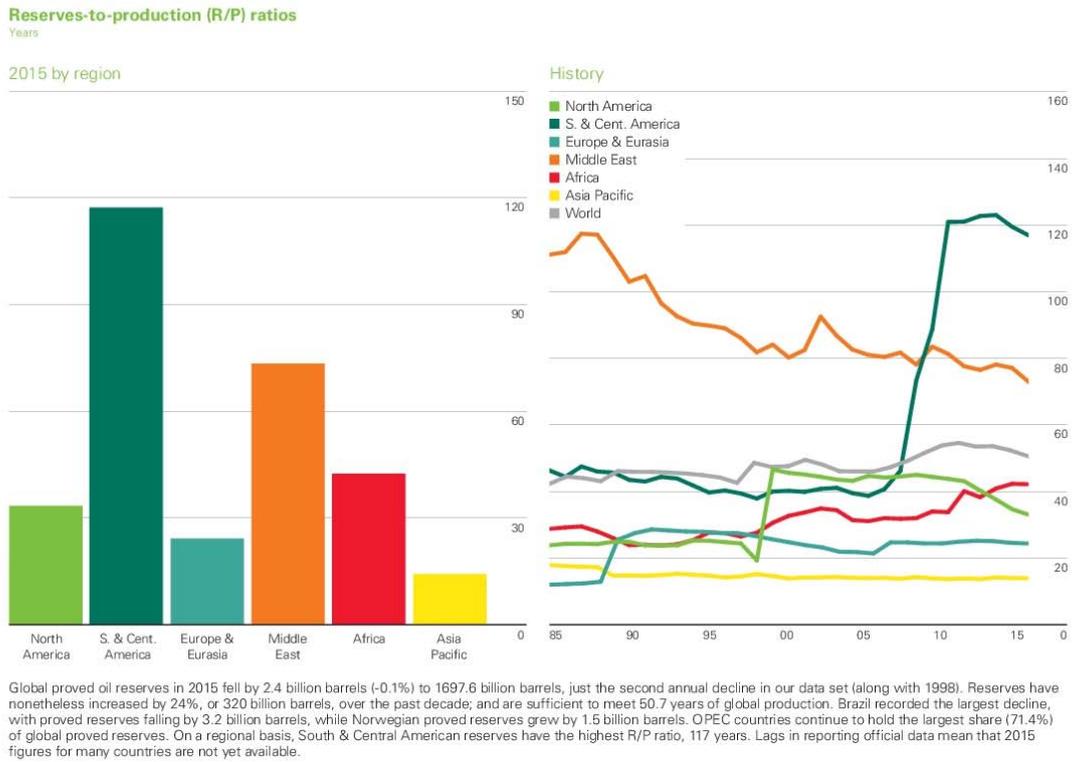


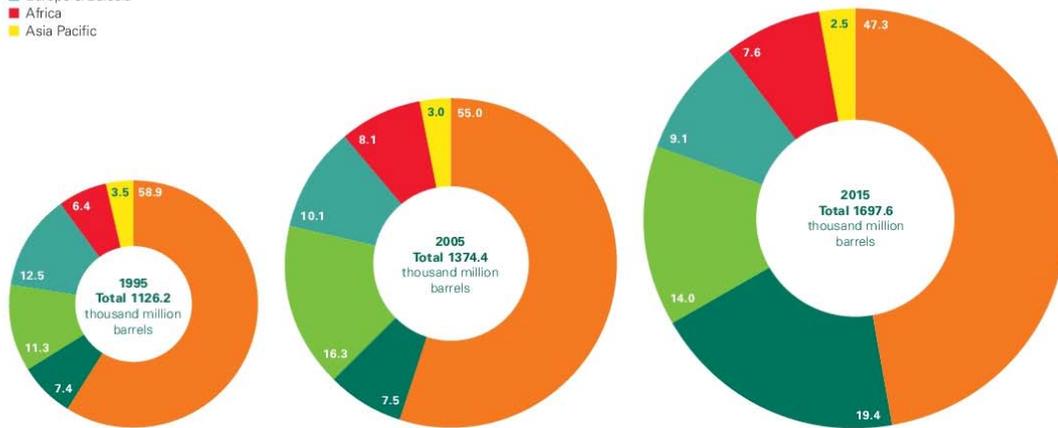
Fig 2



### Distribution of proved reserves in 1995, 2005 and 2015

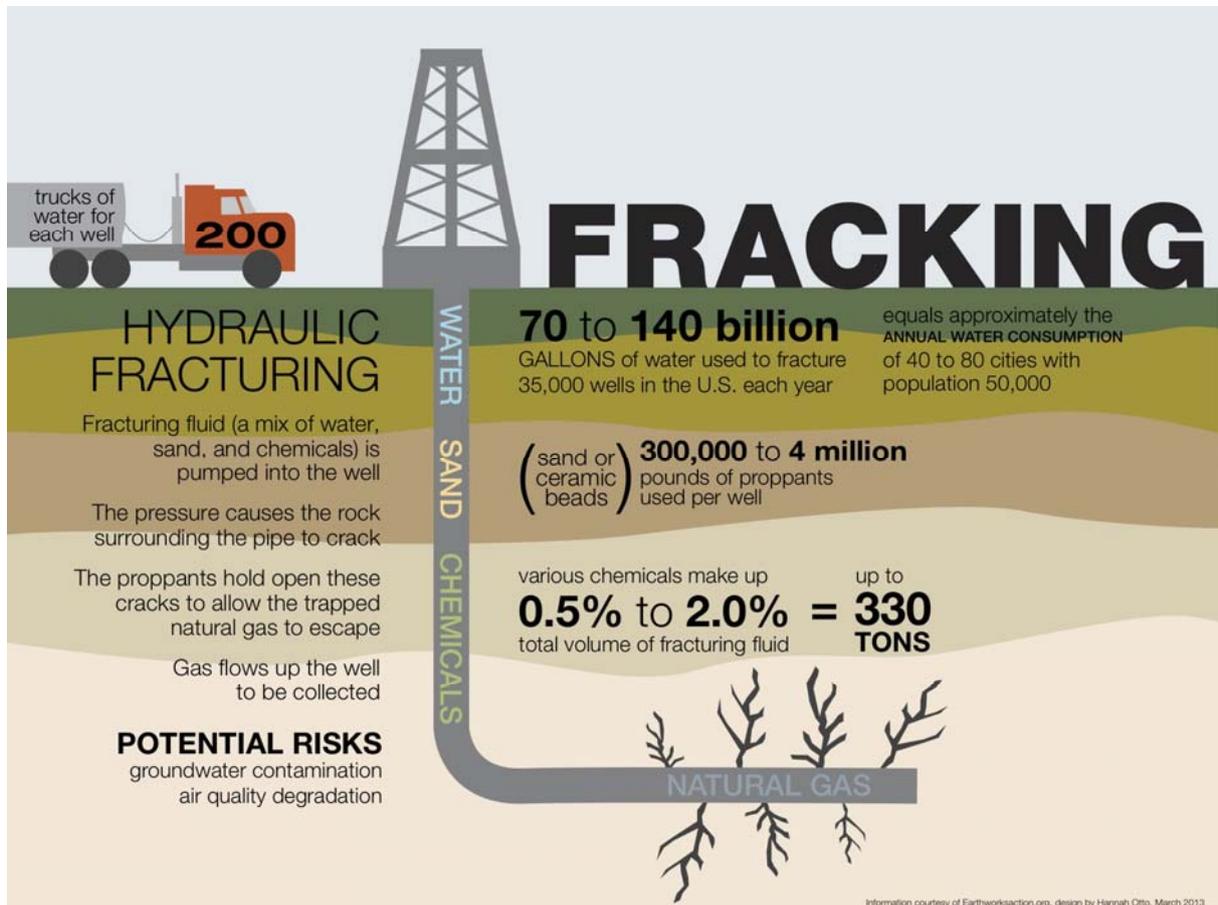
Percentage

- Middle East
- S. & Cent. America
- North America
- Europe & Eurasia
- Africa
- Asia Pacific



(Fig 1 e 2 → Fonte: BP Statistical Review of World Energy June 2016)

### 3.1.2 Tecniche di estrazione:



Oltre alle normali tecniche di perforazione sta prendendo piede, in particolare negli Stati Uniti, una tecnica chiamata Fracking: nota anche come fratturazione idraulica, questa tecnica viene eseguita dopo una trivellazione all'interno di una formazione di roccia contenente idrocarburi. Ha lo scopo di aumentarne la permeabilità per migliorare la produzione del petrolio o del gas dalle argille che si trovano in un giacimento. In particolare, il fracking consiste nell'iniezione di grandi quantità di acqua, sabbia e sostanze chimiche in profondità e a un'elevata pressione, in modo da liberare petrolio e gas naturale dalle formazioni rocciose nel cuore della Terra. Utilizzata soprattutto negli Stati Uniti è fortemente discussa questa tecnica perché è costosa, e l'utilizzo di grandi quantità di acqua e sostanze chimiche può portare a notevoli problemi che vanno dalla contaminazione delle acque sotterranee all'innescare di terremoti.

## 3.2 Gas Naturale:

Il gas naturale è costituito da idrocarburi gassosi che si trovano nel sottosuolo da dove



fuoriescono spontaneamente o sono estratti mediante perforazioni. I gas naturali hanno origine da formazioni geologiche e sono legati ai giacimenti di petrolio o di carbon coke. Come tutti i combustibili anche questo è utilizzato dall'uomo per la produzione di calore e di energia. In determinate condizioni ambiente ed in presenza di ossigeno il

gas può bruciare ad alta temperatura con elevato potere calorifico. E' l'ultima fonte di energia fossile ad essere sfruttata a livello mondiale. Agli inizi del Novecento il gas naturale era liberato nell'atmosfera o bruciato nei pozzi petroliferi. Era infatti troppo costoso utilizzarlo in altri modi. Negli anni '70 iniziarono a diffondersi le tecnologie per lo stoccaggio e il trasporto del gas naturale (gasdotti, navi cisterna, ecc. ) trasformando il gas naturale da prodotto di scarto della produzione petrolifera a una materia prima energetica di primaria importanza.

La principale difficoltà nell'utilizzo del gas naturale è il trasporto. I gasdotti sono economici, ma non permettono l'attraversamento di oceani e spesso, quando si tratta di gasdotti internazionali, passano in territori di altri stati, i quali potrebbero interromperne il flusso per motivi politici o altro. Vengono utilizzate anche navi per il trasporto di gas naturale liquefatto, definite metaniere, ma hanno costi più alti e problemi di sicurezza. In molti casi, come ad esempio nei pozzi petroliferi in Arabia Saudita, il gas naturale che viene recuperato durante l'estrazione del petrolio, non potendo essere venduto con profitto, viene bruciato direttamente sul posto. Questa dispendiosa pratica è illegale in molti stati, poiché rilascia gas nell'atmosfera terrestre. Invece di venire bruciato, il gas, viene sempre più frequentemente re-iniettato nel giacimento petrolifero per mantenerne alta la pressione e quindi consentire l'estrazione di tutto il petrolio in esso contenuto. Il gas naturale viene compresso per essere immagazzinato.

## Gasdotti

Sono di gran lunga la modalità di trasporto più diffusa. Una volta individuato il tracciato, si



scava una trincea profonda alcuni metri e si posano i tubi di acciaio della condotta, saldati tra loro e isolati dall'esterno.

All'interno delle tubazioni la pressione è molto elevata quindi onde evitare fughe, le saldature sono controllate con radiografie e apparecchiature elettroniche di controllo.

Per mantenere costante la velocità del gas, ogni 100 – 200 km si ostruiscono stazioni di compressione che mantengono

la pressione dei tubi e consentono al gas di avanzare alla Velocità di 20 – 30 km/h.

Gli enormi investimenti, richiesti dalla costruzione dei grandi gasdotti internazionali, comportano quindi lunghissimi tempi di sfruttamento continuativo per essere economicamente vantaggiosi.

Quando si costruisce un gasdotto internazionale, a differenza di quanto avviene nel caso del petrolio ove il trasporto navale presenta una elevata flessibilità, si crea un rapporto fortemente idiosincratico tra il paese esportatore e il paese importatore.

Se il venditore non immette gas, il compratore resterà senza rifornimenti al punto di immissione sulla rete nazionale. Ma se il compratore non consuma il gas che proviene da quell'interconnessione, il venditore è costretto a tenere il gas nei giacimenti collegati. Ne derivano implicazioni rilevanti nelle relazioni bilaterali tra paesi, anche a livello politico.

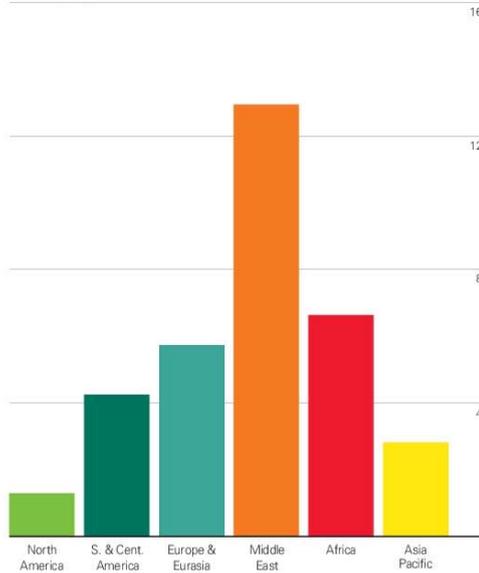
In figura è possibile osservare le principali “Vie del Gas”



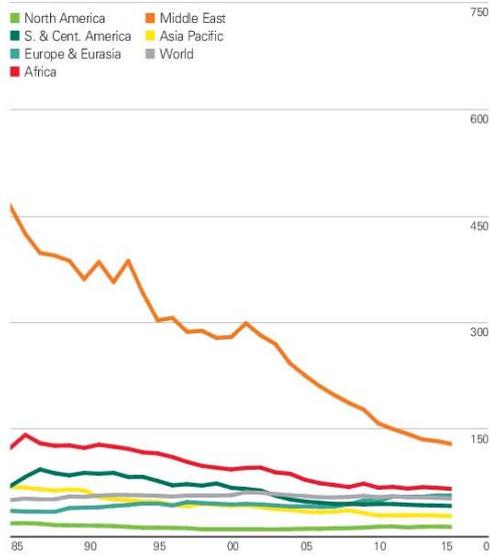
Nella figura seguente è possibile osservare la distribuzione delle riserve di gas naturale

**Reserves-to-production (R/P) ratios**  
Years

2015 by region



History

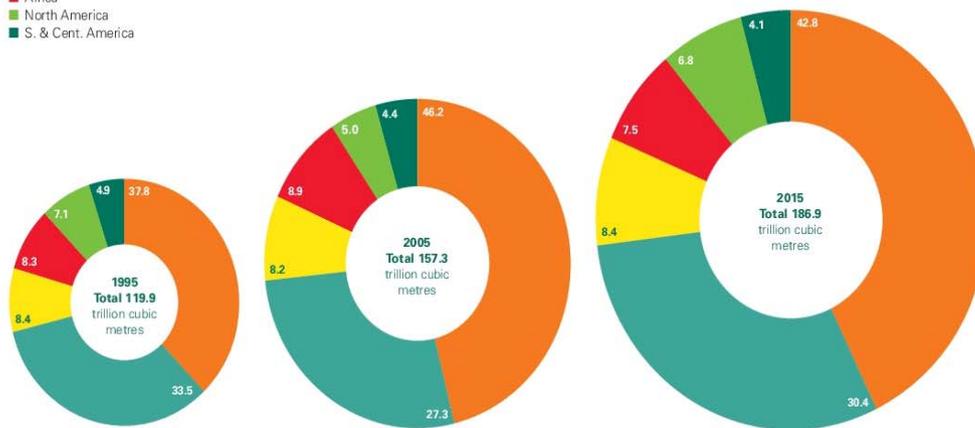


As was the case for oil, global proved natural gas reserves in 2015 fell slightly, (by 0.1 trillion cubic metres (tcm), or -0.1%) to 186.9 tcm, sufficient to meet 52.8 years of current production. Small declines in Russian and Norwegian reserves drove the decline. Reserves have increased by 29.6 tcm over the past decade. The Middle East region holds the largest proved reserves (80 tcm, 42.8% of the global total), and has the highest regional R/P ratio (129.5 years). Lags in reporting official data mean that 2015 figures for many countries are not yet available.

**Distribution of proved reserves in 1995, 2005 and 2015**

Percentage

- Middle East
- Europe & Eurasia
- Asia Pacific
- Africa
- North America
- S. & Cent. America



### 3.3 Carbone:



Il carbone è il più uniformemente distribuito sulla crosta terrestre rispetto agli altri combustibili.

Anche il carbone, è consumato nelle macro aree geografiche di produzione. Il principale produttore di carbone, ma anche consumatore è l'Asia ed in particolare la Cina. Gli Stati Uniti, la Cina e l'Australia risultano i paesi che utilizzano di più il carbone.

Il carbone è un combustibile fossile estratto nelle miniere sotterranee, in genere a cielo aperto. La formazione del carbone risale a circa 345 milioni di anni fa, quando un clima caldo umido ed un'elevata concentrazione di  $CO_2$  favorirono la crescita di alberi enormi. La loro morte di questi ultimi (a causa di inondazioni) e la successiva degradazione, veicolata da funghi e batteri, hanno portato a quelli che conosciamo come carboni fossili.

È un combustibile pronto all'uso, non necessita quindi di essere lavorato.

Il Carbone formatosi tra rocce sedimentarie è di colore nero o bruno scuro; è composto principalmente da carbonio, tracce di idrocarburi, oltre a vari altri minerali accessori assortiti, compresi alcuni a base di zolfo che durante la combustione portano alla formazione di  $SO_x$  (Anidridi dello zolfo, altamente inquinanti).

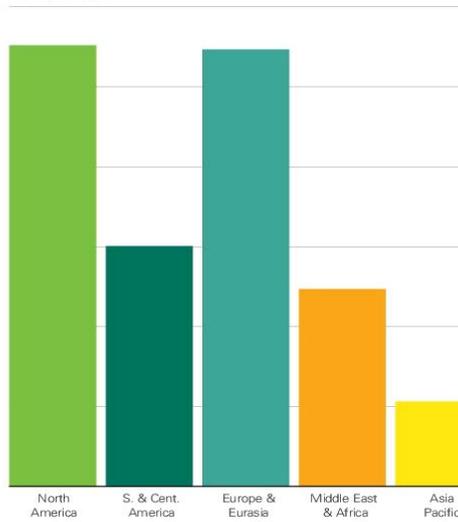
L'uso del carbone per la produzione di energia è globalmente uno dei fattori principali dell'emissione di anidride carbonica nell'atmosfera terrestre: principale causa dell'effetto serra e del surriscaldamento globale.

Nella pagina successiva è possibile osservare la distribuzione del Carbone

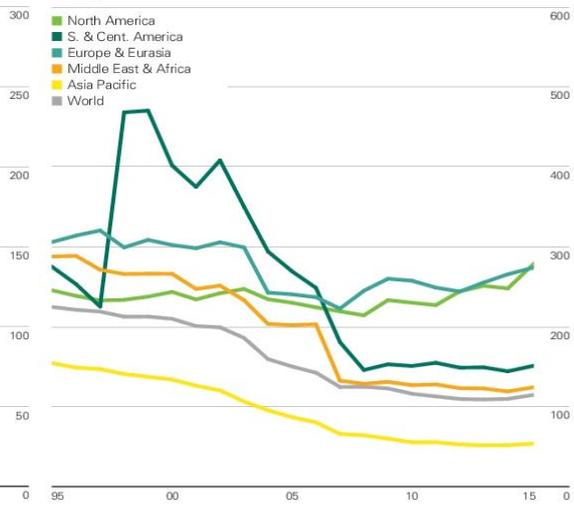
### Reserves-to-production (R/P) ratios

Years

2015 by region



History

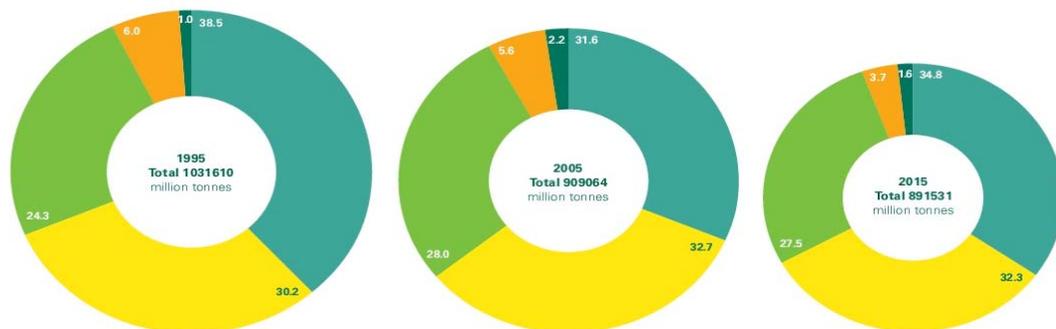


World proved coal reserves in 2015 were sufficient to meet 114 years of global production, by far the largest R/P ratio for any fossil fuel. By region, Europe & Eurasia holds the largest proved reserves while North America has the highest R/P ratio – 276 years. The Asia Pacific region holds the second-largest reserves, but higher rates of production – accounting for 70.6% of global output – leave it with the lowest regional R/P ratio (53 years).

### Distribution of proved reserves in 1995, 2005 and 2015

Percentage

- Europe & Eurasia
- Asia Pacific
- North America
- Middle East & Africa
- S. & Cent. America



Source: World Energy Resources 2013 Survey, World Energy Council.

(Fonte: BP Statistical Review of World Energy June 2016)

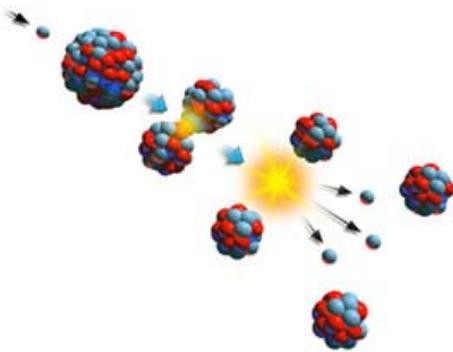
## 3.4 Energia Nucleare



L'energia nucleare è una fonte primaria, ovvero è presente in natura e non deriva dalla trasformazione di un'altra forma di **energia**. L'**energia atomica** non è considerabile rinnovabile, anche se alcuni la ritengono tale.

L'**energia** può essere ottenuta in due modi: per **fissione nucleare** o per **fusione nucleare**.

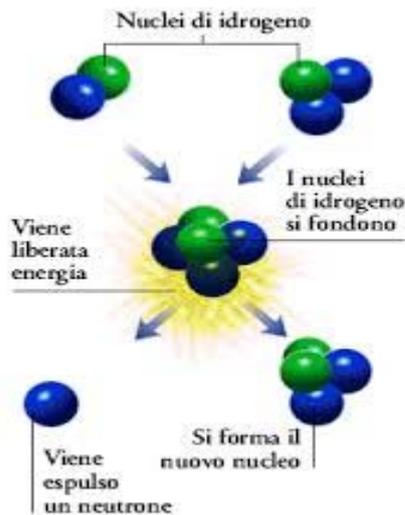
### 3.4.1 Fissione:



In questa reazione i nuclei degli atomi con alto numero atomico, come l'uranio e il torio, vengono spezzati poiché bombardati da neutroni producendo così nuclei di numero atomico minore, diminuendo la propria massa totale e liberando una grande quantità di **energia**. Per ogni nucleo rotto si liberano 2-3 neutroni che colpiscono un altro nucleo, innescando una reazione a catena. Solitamente viene fissato il nucleo dell'uranio 235 presente in natura con la percentuale dello 0,7%. Infatti, il minerale estratto

viene frantumato e, tramite vari processi chimici, trasformato in ossido d'uranio di colore giallo, da qui il nome "yellow cake". Successivamente l'ossido viene convertito in gas: esafluoruro di uranio. Questo subisce una filtrazione sino a diventare uranio 235, a sua volta confezionato in pastiglie di 7 gr ciascuna e poi inserito in barre di zirconio di 4 m. Le barre, assemblate in strutture quadrate, costituiscono il combustibile che viene immesso nel reattore. Il calore emesso dalla fissione serve a generare vapore che mette in moto una turbina a vapore, collegata ad un generatore di corrente, vengono poi allacciate a un trasformatore che riduce il voltaggio. Tutti i reattori sono dotati di un sistema di barre di controllo che permette di regolare la reazione e quindi la potenza generata, nonché di aperture per consentire l'inserimento del materiale fissile e l'estrazione del "combustibile" esaurito. La ragione per cui si sono sviluppati reattori ad U235 è che essi producono plutonio, utile in tempi di corsa agli armamenti.

### 3.4.2 Fusione:



Idrogeno, il deuterio o il trizio, si fondono dando origine a nuclei più pesanti e rilasciando una notevole quantità di energia sotto forma di raggi gamma, molto superiore a quella rilasciata nella fissione. La costruzione di reattori presenta enormi difficoltà soprattutto date dalla temperatura che deve essere superiore ai 100milioni di gradi e finora nessuna struttura regge tale stato termico. Un secondo problema è quello del controllo della reazione dato che gli scienziati sono riusciti a creare una fusione incontrollata nelle bombe termonucleari o a idrogeno. Questo accorpamento nucleare presenterebbe anche grandi vantaggi: l'ampia disponibilità dei

combustibili in natura (nell'acqua) e la minor quantità di scorie prodotte; è comunque tutt'oggi una fonte teorica perché non esiste ancora nessuna centrale a fusione.

Un altro aspetto è il ruolo tutto sommato marginale del nucleare, avendo un bassissimo contributo nel Mix energetico mondiale.

### 3.4.3 Peso del Nucleare sul Mix Energetico:

Il nucleare oggi rappresenta una quota estremamente bassa del fabbisogno energetico mondiale.

Oggi il nucleare pesa – del 5% del totale. In realtà questa crescita (nel 1973 - dell'1%, oggi 5%) bisogna analizzarla bene: perché nel 1990 il nucleare pesava già il 5%, ciò significa che il nucleare fa un grandissimo salto dall'inizio degli anni 70 alla fine degli anni 80, dopo di che cresce come l'aggregato.

Il nucleare a livello mondiale ricopre una quota ridotta: nonostante il forte aumento del prezzo del petrolio a partire dal 1973. Peso delle fonti fossili nel 1973 (85%), peso delle fonti fossili oggi (82%), stiamo sempre tra l'80 e il 90 e le stime non prevedono un cambiamento significativo da qui al 2035.

### 3.4.4 Vantaggi e Svantaggi:

Oggi una centrale elettro-nucleare non presenta una convenienza di costo assoluto significativamente maggiore di una centrale termo-elettrica di ultima generazione. Il kwh nucleoelettrico e il kwh termoelettrico, non differiscono in maniera significativa.

Svantaggio nucleare: se c'è un incidente è un problema enorme.

Teniamo conto che alcuni incidenti nucleari sono avvenuti per incoscienza o errori umani (Vedi Chernobyl), ma altri incidenti sono dovuti a casi fortuiti (Vedi Fucuscima).

Sono una serie di incidenti, incluse quattro distinte esplosioni, avvenuti presso la centrale nucleare omonima situata presso Naraha nella Prefettura di Fukushima, in Giappone, a seguito del terremoto e maremoto del Tōhoku dell'11 marzo 2011.



Anche se non si presentano incidenti, il problema delle scorie è irrisolto, quando essa ha finito il suo ciclo si costruisce un sarcofago e si spera che non succedano ulteriori problemi (Vedi Chernobyl immagine seguente)



### Vantaggi nucleare: uno economico e l'altro geopolitico

1. Vantaggio economico. E' vero che un kwh nucleare dell'attuale generazione non costa mediamente molto meno di un kwh termo-elettrico, ma c'è una notevole differenza: se il prezzo del combustibile fossile raddoppia il costo del kwh termoelettrico ne risente molto, ma se il prezzo del combustibile fissile (Uranio) raddoppia, il prezzo del kwh nucleare non subisce praticamente nessuna variazione. Questo perché nel prezzo del kwh termoelettrico il peso del combustibile fossile pesa molto, mentre nel prezzo del kwh nucleare il peso del combustibile fissile non pesa quasi nulla. Il kwh nucleare è tutto dato dall'ammortamento dei costi della centrale (non incorpora costi variabili) ma ha un enorme costo fisso iniziale.

Un paese che ha una significativa incidenza del nucleare sulla sua produzione elettrica è un paese che risente meno degli shock di prezzo dei combustibili fossili.

2. Vantaggio geopolitico. Almeno per ora, dal punto di vista geopolitico, l'uranio non è un problema. I paesi produttori di materiale fissile sono paesi non delicati geopoliticamente, quindi non presentano i problemi tipici dei paesi produttori ed esportatori di petrolio (Arabia Saudita, Iran, Iraq).

Ha senso rientrare nel nucleare?? Dal mio punto di vista NO!!!! “Se noi costruissimo 5 centrali da 2000 MGW nucleari ci vorrebbero almeno 10 anni per entrare in funzione e sarebbero centrali di 3° generazione. Oggi la terza generazione delle centrali nucleari è alla fine del suo ciclo di sviluppo e quindi quando le nostre ipotetiche centrali nucleari di 3 generazione diventerebbero operative comincerebbero ad entrare in funzione le centrali di 4 generazione, le quali sarebbero più efficienti e sicure da un punto di vista ambientale.

Nella pagina successiva è possibile osservare alcuni dati sulla produzione di Energia nucleare.

## Nuclear energy

### Consumption\*

Million tonnes oil equivalent	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Change 2015 over 2014	2015 share of total
US	186.3	187.5	192.1	192.0	190.3	192.2	188.2	183.2	187.9	189.9	<b>189.9</b>	♦	32.6%
Canada	20.7	22.0	21.0	21.6	20.2	20.4	21.0	21.3	23.2	24.2	<b>23.6</b>	-2.5%	4.0%
Mexico	2.4	2.5	2.4	2.2	2.4	1.3	2.3	2.0	2.7	2.2	<b>2.6</b>	19.6%	0.4%
<b>Total North America</b>	<b>209.4</b>	<b>212.0</b>	<b>215.4</b>	<b>215.8</b>	<b>212.9</b>	<b>213.9</b>	<b>211.5</b>	<b>206.5</b>	<b>213.8</b>	<b>216.3</b>	<b>216.1</b>	-0.1%	37.1%
Argentina	1.6	1.7	1.6	1.7	1.9	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	<b>1.6</b>	23.5%	0.3%
Brazil	2.2	3.1	2.8	3.2	2.9	3.3	3.5	3.6	3.5	3.5	<b>3.3</b>	-4.2%	0.8%
Chile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colombia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ecuador	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peru	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trinidad & Tobago	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Venezuela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Other S. & Cent. America	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total S. &amp; Cent. America</b>	<b>3.8</b>	<b>4.9</b>	<b>4.4</b>	<b>4.8</b>	<b>4.8</b>	<b>4.9</b>	<b>5.0</b>	<b>5.1</b>	<b>4.9</b>	<b>4.8</b>	<b>5.0</b>	3.4%	0.8%
Austria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Azerbaijan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Belarus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Belgium	10.8	10.6	10.9	10.3	10.7	10.8	10.9	9.1	9.6	7.6	<b>5.9</b>	-22.6%	1.0%
Bulgaria	4.2	4.4	3.3	3.6	3.5	3.5	3.7	3.6	3.2	3.6	<b>3.5</b>	-3.1%	0.6%
Czech Republic	5.6	5.9	5.9	6.0	6.2	6.3	6.4	6.9	7.0	6.9	<b>6.1</b>	-11.5%	1.0%
Denmark	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Finland	5.3	5.2	5.4	5.3	5.4	5.2	5.3	5.3	5.4	5.4	<b>5.3</b>	-1.4%	0.9%
France	102.2	101.9	99.5	99.4	92.7	96.9	100.0	96.3	95.9	98.8	<b>99.0</b>	0.2%	17.0%
Germany	36.9	37.9	31.8	33.7	30.5	31.8	24.4	22.5	22.0	22.0	<b>20.7</b>	-5.8%	3.6%
Greece	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hungary	3.1	3.0	3.3	3.4	3.5	3.6	3.5	3.6	3.5	3.5	<b>3.6</b>	1.2%	0.6%
Ireland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Italy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kazakhstan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lithuania	2.3	2.0	2.2	2.2	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Netherlands	0.9	0.8	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.7	0.9	<b>0.9</b>	-0.3%	0.2%
Norway	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Portugal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Romania	1.3	1.3	1.7	2.5	2.7	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	<b>2.6</b>	-0.3%	0.5%
Russian Federation	33.4	35.4	36.2	36.9	37.0	38.6	39.1	40.2	39.0	40.9	<b>44.2</b>	8.0%	7.6%
Slovakia	4.0	4.1	3.5	3.8	3.2	3.3	3.5	3.5	3.6	3.5	<b>3.4</b>	-2.3%	0.6%
Spain	13.0	13.6	12.5	13.3	11.9	14.0	13.1	13.9	12.8	13.0	<b>12.9</b>	-0.2%	2.2%
Sweden	16.6	15.5	15.3	14.6	11.9	13.2	13.8	14.6	15.1	14.8	<b>12.9</b>	-12.6%	2.2%
Switzerland	5.2	6.3	6.3	6.2	6.2	6.0	6.1	5.8	5.9	6.3	<b>5.3</b>	-16.2%	0.9%
Turkey	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Turkmenistan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ukraine	20.1	20.4	20.9	20.3	18.8	20.2	20.4	20.4	18.8	20.0	<b>19.8</b>	-0.9%	3.4%
United Kingdom	18.5	17.1	14.3	11.9	15.6	14.1	15.6	15.9	16.0	14.4	<b>15.9</b>	10.3%	2.7%
Uzbekistan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Other Europe & Eurasia	1.9	1.9	1.9	2.0	1.9	1.8	2.0	1.8	1.7	2.0	<b>1.9</b>	-4.5%	0.3%
<b>Total Europe &amp; Eurasia</b>	<b>285.4</b>	<b>287.1</b>	<b>275.9</b>	<b>276.3</b>	<b>265.0</b>	<b>272.9</b>	<b>271.5</b>	<b>266.7</b>	<b>262.9</b>	<b>266.2</b>	<b>264.0</b>	-0.8%	45.3%
Iran	-	-	-	-	-	-	†	0.3	0.9	1.0	<b>0.8</b>	-18.6%	0.1%
Israel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kuwait	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qatar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saudi Arabia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
United Arab Emirates	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Other Middle East	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total Middle East</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>†</b>	<b>0.3</b>	<b>0.9</b>	<b>1.0</b>	<b>0.8</b>	-18.6%	0.1%
Algeria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Egypt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
South Africa	2.7	2.4	2.7	3.1	3.1	2.9	3.2	2.8	3.4	3.3	<b>2.4</b>	-25.7%	0.4%
Other Africa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total Africa</b>	<b>2.7</b>	<b>2.4</b>	<b>2.7</b>	<b>3.1</b>	<b>3.1</b>	<b>2.9</b>	<b>3.2</b>	<b>2.8</b>	<b>3.4</b>	<b>3.3</b>	<b>2.4</b>	-25.7%	0.4%
Australia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bangladesh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
China	12.0	12.4	14.1	15.5	15.9	16.7	19.5	22.0	25.3	30.0	<b>38.6</b>	28.9%	6.6%
China Hong Kong SAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
India	4.0	4.0	4.0	3.4	3.8	5.2	7.3	7.5	7.5	7.8	<b>8.6</b>	9.5%	1.5%
Indonesia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Japan	66.3	69.0	63.1	57.0	65.0	66.2	36.9	4.1	3.3	-	<b>1.0</b>	-	0.2%
Malaysia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
New Zealand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pakistan	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6	0.5	0.9	1.0	1.2	1.1	<b>1.1</b>	-4.7%	0.2%
Philippines	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Singapore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
South Korea	33.2	33.7	32.3	34.2	33.4	33.6	35.0	34.0	31.4	35.4	<b>37.3</b>	5.3%	6.4%
Taiwan	9.0	9.0	9.2	9.2	9.4	9.4	9.5	9.1	9.4	9.6	<b>8.3</b>	-14.0%	1.4%
Thailand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vietnam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Other Asia Pacific	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total Asia Pacific</b>	<b>125.2</b>	<b>128.7</b>	<b>123.3</b>	<b>119.7</b>	<b>128.2</b>	<b>131.7</b>	<b>109.1</b>	<b>77.8</b>	<b>78.1</b>	<b>83.9</b>	<b>94.9</b>	13.0%	16.3%
<b>Total World</b>	<b>626.4</b>	<b>635.0</b>	<b>621.8</b>	<b>619.8</b>	<b>613.9</b>	<b>626.3</b>	<b>600.4</b>	<b>559.3</b>	<b>564.0</b>	<b>575.5</b>	<b>583.1</b>	1.3%	100.0%
of which: OECD	532.4	537.6	521.8	517.1	511.5	521.2	488.4	444.1	447.2	450.2	<b>447.6</b>	-0.6%	76.8%
Non-OECD	94.0	97.4	100.0	102.7	102.4	105.1	111.9	115.2	116.8	125.3	<b>135.5</b>	8.1%	23.2%
European Union	226.0	224.4	211.8	212.3	202.5	207.6	206.3	199.8	198.6	198.5	<b>194.1</b>	-2.2%	33.3%
CIS	54.1	56.4	57.7	57.8	56.3	59.3	60.1	61.1	58.4	61.5	<b>64.6</b>	5.2%	11.1%

\*Based on gross generation and not accounting for cross-border electricity supply. Converted on the basis of thermal equivalence assuming 38% conversion efficiency in a modern thermal power station.

†Less than 0.05.

\*Less than 0.05%.

Note: Nuclear energy data expressed in terawatt-hours is available at [bp.com/statisticalreview](http://bp.com/statisticalreview)

(Fonte: BP Statistical Review of World Energy June 2016)

## 3.5 Idroelettrico

Un'altra possibilità offerta dalle risorse rinnovabili è l'**energia idroelettrica**, una fonte del tutto naturale che consente di ricavare energia dal movimento delle masse d'acqua.

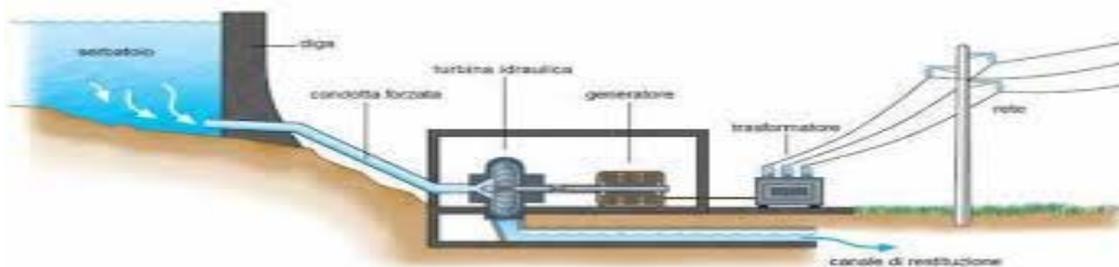


L'energia idroelettrica consente di **sfruttare l'energia potenziale che hanno le masse d'acqua** poste su colline e montagne ad una certa quota di altezza. Queste masse d'acqua, trattenute tramite la costituzione di dighe che creano dei bacini artificiali, hanno un'energia intrinseca non sfruttata (potenziale) che è costituita dall'energia cinetica che sono in grado di produrre se, in

caduta, superano un certo dislivello.

Questa energia potenziale è quindi di tipo gravitazionale, basata quindi sulla forza di gravità terrestre.

### 3.5.1 Come funziona:



Esistono più tipologie di dighe adatte a questo scopo: da un lato, le regioni montane sono ideali per realizzare **dighe con caduta dell'acqua da grandi altezze**, dall'altro si sfruttano le **acque fluviali** anche quando superano dislivelli minori, anche se il fiume deve avere un flusso costante e senza periodi di "secca"

Come avviene questa "caduta" dai bacini artificiali? L'acqua viene trasportata verso valle tramite dei **condotti con percorso obbligatorio**, liberando così l'energia cinetica. Tali tubazioni presentano un imbocco largo dal lato della diga e un'uscita stretta dal lato della centrale. In questo modo l'acqua esce ad una velocità maggiore impattando con più energia che alimentano le pale di una o più turbine.

L'energia cinetica infatti viene **raccolta nella centrale idroelettrica posta a valle**, attraverso un'apposita turbina che a sua volta genera energia elettrica.

L'energia elettrica così ricavata dall'energia potenziale del bacino d'acqua, può essere sfruttata all'istante, o anche essere **immagazzinata per far fronte a richieste successive**.

Questa seconda opzione rende l'energia molto appetibile, e diviene possibile grazie ad apposite centrali idroelettriche di generazione e pompaggio.

L'energia di tipo idroelettrico che si ricava da questo processo, dunque, è una fonte energetica assolutamente pulita ad emissioni zero, e rinnovabile.

La diga è fondamentale in quanto la conca artificiale in cui viene immagazzinata l'acqua del bacino, infatti, è indispensabile per alzare il livello dell'acqua stessa, aumentando massa e altezza del liquido. Così facendo, diventa possibile sfruttare masse a dislivelli maggiori, generando quantità nettamente superiori di energia elettrica.

### **3.5.2 Idroelettrico in Italia:**

Oggi questo tipo di energia è **la prima alternativa alle fonti non rinnovabili nel nostro Paese**, arrivando a fornire ben **il 15% di tutta l'energia italiana**. In passato era ancora più importante, tanto che agli inizi del Novecento costituiva l'asse portante dell'energia italiana, prodotta quasi interamente in questo modo, sebbene con inferiori risorse tecniche e tecnologiche.

### **3.5.3 Vantaggi:**

Per prima cosa, si tratta di una fonte **energetica assolutamente pulita e a emissioni zero**, anche l'ambiente circostante ad una centrale idroelettrica è generalmente pulito, senza nessuna contaminazione dell'aria.

**I costi dell'energia così prodotta si mantengono tra i più bassi** e la stessa energia può essere prodotta continuamente in modo del tutto naturale. Questo perché anche i costi di manutenzione e di funzionamento sono relativamente bassi una volta realizzata la centrale, e la portata stessa della centrale è da due a dieci volte più elevata in confronto ad un impianto a carbone o nucleare.

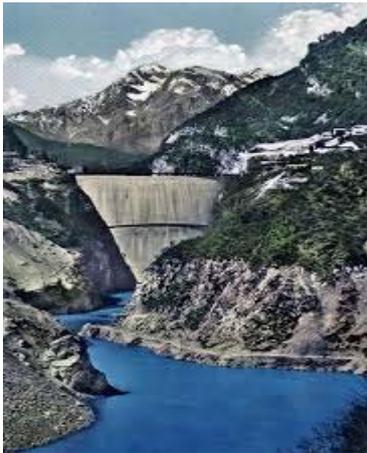
La realizzazione delle dighe adiacenti alle centrali, favoriscono il contenimento dell'acqua evitando improvvise inondazioni e regolando il getto dell'acqua in modo fluido e regolare.

Le centrali possono essere tempestivamente attivate o disattivate nel giro di qualche minuto, con l'apertura e la chiusura delle chiuse idrauliche. Il sistema permette così anche di **coprire**

senza problemi eventuali picchi nella richiesta di energia dalle zone circostanti. Una possibilità che invece non è realizzabile con le centrali termoelettriche o nucleari, esse infatti necessitano di più tempo per attivarsi e non possono essere spente senza lunghi tempi di riattivazione.

### 3.5.4 Svantaggi:

Tuttavia, alcuni svantaggi sono noti. Una centrale idroelettrica, ad esempio, **non può essere costruita in qualunque posto** perché sono necessari degli elementi contingenti al territorio.



Stiamo parlando della vicinanza di un fiume di portate sufficienti a fornire l'immagazzinamento dell'acqua, della possibilità di far "saltare" l'acqua da altezze consistenti necessaria per sprigionare più energia, dello spazio sufficiente per la creazione di dighe che raccolgano l'acqua stessa. Infine, la creazione di una diga è possibile soltanto se il territorio lo permette in base alle caratteristiche geologiche del terreno, quest'ultimo aspetto è stato totalmente trascurato per la diga del Vajont.

L'insieme di queste necessità fa sì che sono necessari attenti studi per poter individuare quei punti in cui la realizzazione di una centrale idroelettrica diventa possibile.



Un altro ordine di problemi è causato dalla necessità di spazio per la costruzione del complesso diga e centrale idroelettrica. Il sistema ha infatti bisogno di occupare molto spazio e quindi questo può portare **alla riduzione o alla scomparsa di habitat adatti alla vita degli animali o di aree agricole utilizzabili dall'uomo**. Inoltre, la presenza

della diga fa sì che gli individui della fauna acquatica non sono più liberi di nuotare liberamente in direzione del mare, con la conseguenza che anche la vita nell'acqua del fiume può ridursi notevolmente.

Le stesse dighe bloccano anche il trasporto di materiali solidi dei fiumi, come ghiaia e sabbia, alterando il riequilibrio naturale dell'erosione del mare lungo la costa: **si può quindi dar luogo a fenomeni di erosione costiera**.

Recentemente **La diga di Oroville**, negli U.S.A., che ha costretto 200.000 persone all'evacuazione ed ha tenuto con il fiato sospeso per giorni interi la California.

**Il 7 febbraio 2017** si aprì, nello sfioratore della diga, il canale in cemento armato che canalizza le acque che devono essere espulse dal lago artificiale, **una grossa apertura**. L'acqua tumultuosa (in quei giorni c'erano state importanti precipitazioni) allargò rapidamente l'apertura, erodendo in pochissimo tempo il terreno sottostante e mettendo a rischio la tenuta della diga, che **avrebbe potuto essere erosa a valle**



Tutti questi fattori (vantaggi e svantaggi) vanno tenuti caldamente in considerazione prima della realizzazione di una centrale idroelettrica, valutandoli con estrema attenzione; per evitare disastri e garantire la tenuta delle dighe. La stessa realizzazione della diga – oggi – è però garanzia di massima sicurezza.

fonti: <http://www.siallerinnovabili.it>

Nella tabella seguente è possibile osservare alcuni dati sulla produzione di energia idroelettrica nel mondo.

(Fonte: BP Statistical Review of World Energy June 2016)

## Hydroelectricity

### Consumption\*

Million tonnes oil equivalent	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Change 2015 over 2014	2015 share of total
US	61.8	66.1	56.6	58.2	62.5	59.5	73.0	63.1	61.4	69.3	57.4	-3.2%	6.4%
Canada	81.9	79.9	83.2	85.4	83.4	79.5	85.0	86.1	83.7	86.6	86.7	0.1%	9.7%
Mexico	6.2	6.9	6.1	8.8	6.0	8.3	8.1	7.1	6.2	8.6	6.8	-21.2%	0.8%
<b>Total North America</b>	<b>150.0</b>	<b>152.8</b>	<b>145.9</b>	<b>152.5</b>	<b>151.9</b>	<b>147.3</b>	<b>166.1</b>	<b>156.3</b>	<b>156.3</b>	<b>154.5</b>	<b>150.9</b>	<b>-2.3%</b>	<b>16.9%</b>
Argentina	9.0	9.9	8.6	8.5	9.3	9.2	9.0	8.4	9.3	9.3	9.6	2.3%	1.1%
Brazil	76.4	78.9	84.6	83.6	88.5	91.3	96.9	94.0	88.5	84.5	81.7	-3.3%	9.1%
Chile	6.0	7.0	5.2	5.7	5.9	5.0	4.7	4.6	4.5	5.2	5.3	1.5%	0.6%
Colombia	8.9	9.6	10.0	10.4	9.2	9.2	11.0	10.8	10.0	10.1	10.1	-0.1%	1.1%
Ecuador	1.5	1.6	2.0	2.5	2.1	2.0	2.5	2.8	2.5	2.6	3.0	14.3%	0.3%
Peru	4.1	4.4	4.4	4.3	4.5	4.5	4.9	5.0	5.1	5.0	5.3	4.9%	0.6%
Trinidad & Tobago	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Venezuela	17.4	18.4	18.8	19.6	19.4	17.3	18.8	18.5	18.9	16.7	17.3	3.3%	1.9%
Other S. & Cent. America	18.2	18.4	19.4	19.5	19.2	20.2	20.6	21.3	22.0	20.9	20.7	-0.8%	2.3%
<b>Total S. &amp; Cent. America</b>	<b>141.5</b>	<b>148.3</b>	<b>153.0</b>	<b>154.1</b>	<b>158.1</b>	<b>158.8</b>	<b>168.4</b>	<b>165.3</b>	<b>160.6</b>	<b>154.4</b>	<b>152.9</b>	<b>-1.0%</b>	<b>17.1%</b>
Austria	8.3	8.1	8.4	8.7	9.3	8.7	7.7	9.9	9.5	9.3	8.3	-10.4%	0.9%
Azerbaijan	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.8	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	26.0%	•
Belarus	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	-	•
Belgium	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	†	†	0.1	0.1	0.1	0.1	6.3%	•
Bulgaria	1.0	0.9	0.7	0.7	0.8	1.1	0.7	0.7	0.9	1.0	1.3	25.7%	0.1%
Czech Republic	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.4	-6.0%	•
Denmark	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	-	•
Finland	3.1	2.6	3.2	3.9	2.9	2.9	2.8	3.8	2.9	3.0	3.8	25.3%	0.4%
France	11.6	12.8	13.2	14.5	13.0	14.3	10.3	13.4	15.8	14.0	12.2	-13.0%	1.4%
Germany	4.4	4.5	4.8	4.6	4.3	4.7	4.0	5.0	5.2	4.4	4.4	-1.4%	0.5%
Greece	1.1	1.3	0.6	0.7	1.2	1.7	0.9	1.0	1.4	1.0	1.3	24.1%	0.1%
Hungary	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	-	•
Ireland	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	13.8%	•
Italy	8.2	8.4	7.4	9.4	11.1	11.6	10.4	9.5	11.9	13.1	9.9	-24.2%	1.1%
Kazakhstan	1.8	1.8	1.8	1.7	1.6	1.8	1.8	1.7	1.7	1.9	1.8	-4.3%	0.2%
Lithuania	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-13.4%	•
Netherlands	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	-	•
Norway	30.9	27.0	30.2	31.5	28.3	26.4	27.2	32.1	29.0	30.6	31.1	1.5%	3.5%
Poland	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	-16.0%	•
Portugal	1.1	2.5	2.3	1.5	1.9	3.7	2.6	1.3	3.1	3.5	2.0	-44.4%	0.2%
Romania	4.6	4.2	3.6	3.9	3.5	4.5	3.3	2.7	3.3	4.2	3.7	-11.9%	0.4%
Russian Federation	39.5	39.6	40.5	37.7	39.9	38.1	37.3	37.3	41.3	39.7	38.5	-3.0%	4.3%
Slovakia	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.2	0.8	0.9	1.1	1.0	0.9	-9.8%	0.1%
Spain	4.0	5.8	6.2	5.3	6.0	9.6	6.9	4.6	8.3	8.8	6.3	-28.8%	0.7%
Sweden	16.4	14.0	15.0	15.6	14.8	15.2	15.2	17.9	13.9	14.5	16.9	16.7%	1.9%
Switzerland	7.1	7.0	8.0	8.2	8.1	8.2	7.2	8.6	8.6	8.5	8.5	0.6%	1.0%
Turkey	9.0	10.0	8.1	7.5	8.1	11.7	11.8	13.1	13.4	9.2	15.1	64.6%	1.7%
Turkmenistan	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	-	•
Ukraine	2.8	2.9	2.3	2.6	2.7	2.9	2.4	2.4	3.1	1.9	1.4	-25.7%	0.2%
United Kingdom	1.1	1.0	1.1	1.2	1.2	0.8	1.3	1.2	1.1	1.3	1.4	7.4%	0.2%
Uzbekistan	2.0	2.1	1.4	2.6	2.1	2.5	2.3	2.5	2.6	2.3	2.5	5.1%	0.3%
Other Europe & Eurasia	19.5	18.9	17.7	18.5	20.3	23.4	19.4	19.8	22.5	21.7	21.5	-0.8%	2.4%
<b>Total Europe &amp; Eurasia</b>	<b>180.5</b>	<b>178.3</b>	<b>179.5</b>	<b>183.1</b>	<b>184.0</b>	<b>197.5</b>	<b>178.4</b>	<b>191.2</b>	<b>202.8</b>	<b>196.7</b>	<b>194.4</b>	<b>-1.2%</b>	<b>21.8%</b>
Iran	3.0	4.2	4.1	1.7	1.5	2.2	2.4	2.8	3.4	3.4	4.1	20.4%	0.5%
Israel	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†	-	•
Kuwait	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qatar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saudi Arabia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
United Arab Emirates	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Other Middle East	2.2	2.5	2.2	1.5	1.3	1.9	1.9	2.3	2.0	1.4	1.8	33.2%	0.2%
<b>Total Middle East</b>	<b>5.1</b>	<b>6.6</b>	<b>6.3</b>	<b>3.2</b>	<b>2.8</b>	<b>4.0</b>	<b>4.3</b>	<b>5.1</b>	<b>5.4</b>	<b>4.8</b>	<b>5.9</b>	<b>24.0%</b>	<b>0.7%</b>
Algeria	0.1	†	0.1	0.1	0.1	†	0.1	0.1	†	†	†	-24.9%	•
Egypt	2.9	2.9	3.5	3.3	2.9	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	-	0.3%
South Africa	0.3	0.7	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	-	•
Other Africa	17.0	18.1	17.7	18.2	19.0	21.1	20.5	22.1	23.5	23.8	23.8	•	2.7%
<b>Total Africa</b>	<b>20.2</b>	<b>21.8</b>	<b>21.5</b>	<b>21.9</b>	<b>22.3</b>	<b>24.5</b>	<b>24.0</b>	<b>25.4</b>	<b>26.8</b>	<b>27.0</b>	<b>27.0</b>	<b>*</b>	<b>3.0%</b>
Australia	3.6	3.6	3.3	2.7	2.5	3.8	3.2	3.8	4.4	3.3	3.1	-5.1%	0.3%
Bangladesh	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	58.6%	•
China	89.8	98.6	109.8	144.1	139.3	163.4	158.2	197.3	208.2	242.8	254.9	5.0%	28.5%
China Hong Kong SAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
India	22.0	25.4	27.7	26.0	24.0	25.0	28.8	26.2	29.8	29.6	28.1	-4.9%	3.2%
Indonesia	2.4	2.2	2.6	2.6	2.6	3.9	2.8	2.9	3.8	3.4	3.6	5.9%	0.4%
Japan	17.9	20.4	17.5	17.5	16.4	20.6	19.3	18.3	19.0	20.0	21.9	9.1%	2.4%
Malaysia	1.2	1.6	1.5	1.9	1.6	1.6	1.8	2.1	2.7	3.1	3.3	8.9%	0.4%
New Zealand	5.3	5.3	5.3	5.1	5.6	5.6	5.7	5.2	5.2	5.5	5.8	9.9%	0.6%
Pakistan	6.4	7.1	6.8	6.4	6.4	6.8	6.9	6.7	7.1	7.4	7.8	5.2%	0.9%
Philippines	1.9	2.2	1.9	2.2	2.2	1.8	2.2	2.3	2.3	2.1	2.2	7.5%	0.2%
Singapore	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
South Korea	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.8	1.0	0.9	1.0	0.9	0.7	-24.2%	0.1%
Taiwan	0.9	0.9	1.0	1.0	0.8	0.9	0.9	1.3	1.2	1.0	1.0	3.5%	0.1%
Thailand	1.3	1.8	1.8	1.6	1.6	1.2	1.8	1.9	1.2	1.2	0.9	-27.2%	0.1%
Vietnam	3.7	4.5	5.1	5.9	6.8	6.2	9.3	11.9	12.9	13.6	14.4	6.4%	1.6%
Other Asia Pacific	6.7	7.6	8.2	8.6	8.3	10.2	11.4	11.3	13.7	13.0	14.1	8.6%	1.6%
<b>Total Asia Pacific</b>	<b>164.1</b>	<b>182.3</b>	<b>193.5</b>	<b>226.5</b>	<b>218.7</b>	<b>252.1</b>	<b>254.4</b>	<b>292.2</b>	<b>312.9</b>	<b>346.9</b>	<b>361.9</b>	<b>4.3%</b>	<b>40.5%</b>
<b>Total World</b>	<b>661.4</b>	<b>690.2</b>	<b>699.7</b>	<b>741.4</b>	<b>737.9</b>	<b>784.2</b>	<b>795.5</b>	<b>835.6</b>	<b>864.8</b>	<b>884.3</b>	<b>892.9</b>	<b>1.0%</b>	<b>100.0%</b>
of which: OECD	294.5	299.9	291.5	302.8	299.3	309.2	314.2	316.2	321.1	317.3	314.6	-0.8%	35.2%
Non-OECD	366.9	390.3	408.2	438.6	438.5	475.0	481.4	519.3	543.7	567.0	578.3	2.0%	64.8%
European Union	70.3	71.3	71.2	75.3	75.0	85.6	71.0	76.2	83.8	84.5	76.4	-9.6%	8.8%
CIS	54.1	54.3	54.1	51.5	53.1	53.0	51.9	51.9	56.5	53.3	51.5	-3.3%	5.8%

\*Based on gross primary hydroelectric generation and not accounting for cross-border electricity supply. Converted on the basis of thermal equivalence assuming 38% conversion efficiency in a modern thermal power station.

†Less than 0.05.

\*Less than 0.05%.

Note: Hydroelectricity data expressed in terawatt-hours is available at [bp.com/statisticalreview](http://bp.com/statisticalreview)

## 3.6 Solare:

L'**energia solare** è una delle principali fonti di **energia rinnovabile**. Per energia solare si intende la produzione di energia termica ed elettrica ottenuta sfruttando i raggi solari. È la fonte "madre" di tutte le fonti energetiche sulla Terra ed è una fonte di **energia primaria**.



L'energia solare è enorme. È considerata una fonte di energia rinnovabile e inesauribile. Il Sole irraggia il nostro pianeta per una potenza di circa 180 mila miliardi di kilowatt. Una parte dei raggi solari viene riflessa dall'atmosfera terrestre verso lo spazio

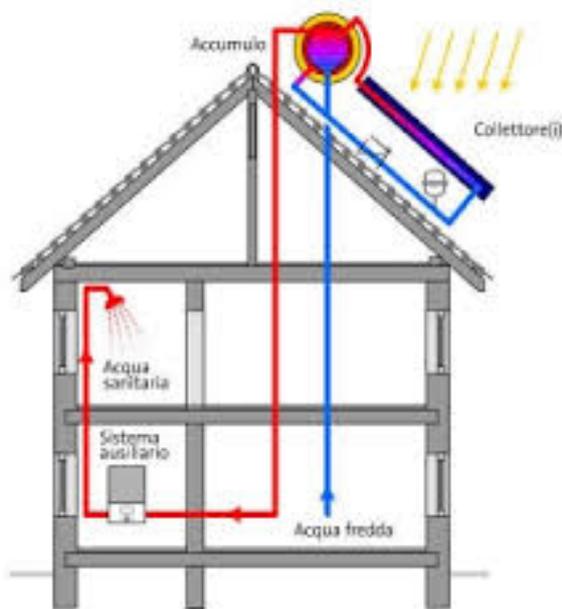
esterno. In qualsiasi momento il Sole irraggia sull'orbita terrestre una energia pari a  $1,3 \text{ kW} / \text{m}^2$ . Complessivamente, giunge fino alla superficie terrestre circa 1 kilowatt di energia solare per metro quadro.

### 3.6.1 Come sfruttare l'energia solare:

**Solare fotovoltaico:** Con questa tecnologia si converte l'energia solare direttamente in energia elettrica tramite l'ausilio delle proprietà fisiche di alcuni semiconduttori (ex Silicio) quando sono sollecitati dalla luce solare. Può essere applicato sia in campo domestico con piccoli impianti per fornire la corrente elettrica per la casa, ma anche in campo industriale con grossi impianti per alimentare le apparecchiature all'interno della fabbrica, infine tramite campi



fotovoltaici viene reimmessa in rete.



**Solare termico:** E' una tecnologia in grado di catturare l'energia termica dei raggi solari per riscaldare l'acqua sanitaria contenuta in un serbatoio di accumulo tramite uno scambiatore di calore, viene quindi utilizzata soprattutto in campo domestico per alimentare i bollitori di accumulo delle caldaie.

**Pannello solare a concentrazione:** Il pannello solare a concentrazione cattura i raggi



solari tramite un sistema di specchi parabolici a struttura lineare che li concentrano verso un unico punto in cui scorre un fluido termovettore o verso una caldaia. Quando si parla di **energia solare a concentrazione** si fa riferimento alla tecnologia tipica di un **impianto solare termodinamico** noto anche come **centrale solare termoelettrica** o **centrale solare a concentrazione**.

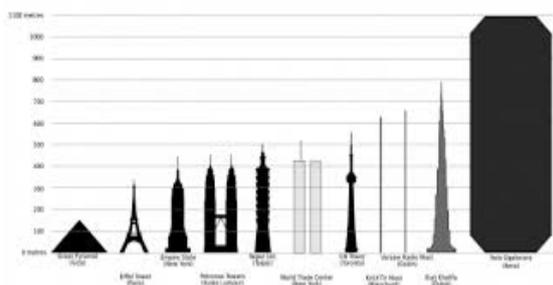
### 3.6.2 Caso Gigafactory

Elon Musk: E' un imprenditore e inventore sudafricano naturalizzato statunitense. È conosciuto soprattutto per aver creato la Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX), di cui è amministratore delegato e CTO, e la Tesla Motors, di cui è presidente del consiglio di amministrazione e amministratore delegato. Inoltre, è presidente di SolarCity e ha cofondato PayPal e OpenAI. Ha anche proposto un sistema di trasporto super veloce conosciuto come Hyperloop. Nel dicembre 2016 ha fondato un'azienda chiamata The Boring Company. A dicembre 2016, Musk si è posizionato alla 21ª posizione nella Lista delle persone più potenti del mondo secondo la rivista Forbes.



Fra i tanti suoi progetti c'è la Gigafactory che è stata inaugurata nel luglio del 2016, ma è ancora in costruzione: fino a pochi mesi prima dell'inaugurazione, **solo il 14 per cento** delle sue strutture totali era stata finita. Quando sarà ultimata, si stima che sarà più grande di 100 campi da football messi insieme. Sarà anche uno degli edifici più estesi al mondo, secondo solo al cantiere Boeing di Everett, nello stato di Washington. Gigafactory è stata costruita in Nevada dopo una fase di progettazione di diversi anni, a cui ha collaborato anche Panasonic. *The Verge* ha stimato che Tesla beneficerà di circa 1,3 miliardi di dollari di agevolazioni fiscali concesse dal Nevada, e che in cambio fornirà lavoro a un indotto di più di 22mila persone.

Confronto tra Gigafactory e Altri edifici nel Mondo:



Elon Musk sostiene che la transizione verso l'energia sostenibile sarà un braccio di ferro contro i produttori di combustibili fossili. Gli imprenditori dell'industria fossile sono i più potenti al mondo e hanno il denaro per influenzare chiunque. Il Team di esperti di Tesla ha calcolato che sarebbero sufficienti 100 Gigafactory al mondo per soddisfare i fabbisogni energetici di tutto il pianeta. Ovviamente è un obiettivo impossibile per una azienda come la Tesla ma Il CEO del gruppo sostiene che bisognerà incentivare altre aziende a investire in progetti come questo, tentando di scardinare la schiacciante dominanza dei combustibili fossili nella produzione di energia.

### 3.7 Eolico:



Publicato il rapporto dal Global Wind Energy Council (GWEC). Crescita nel settore eolico, nel 2016 la capacità cumulativa è cresciuta del 12,6% toccando i 486,8 GW.

Si tratta di un risultato importante, l'eolico può ormai competere con le fossili, garantisce crescita sostenibile e di conseguenza occupazione. Diventa quindi importante arrivare a un sistema di energia a basso impatto ambientale il prima possibile se vogliamo soddisfare i nostri cambiamenti climatici e gli obiettivi di sviluppo.

A capo di questa crescita nel settore eolico c'è la Danimarca che conta il 40 per cento di energia dal vento nel suo mix energetico, seguita da Uruguay, Portogallo e Irlanda con ben oltre il 20%, Spagna e Cipro intorno al 20%, Germania al 16%.

Nei grandi mercati della Cina, Stati Uniti e Canada l'eolico conta rispettivamente il 4%, 5,5% e 6%.

GWEC (**Global Wind Energy Council**) prevede che nel 2017 saranno installati quasi 60 GW di nuovi impianti, arrivando a una nuova potenza annuale di circa 75 GW entro il 2021, il che significa che la capacità installata cumulata arriverà ad oltre 800 GW entro la fine del 2021.

La Cina continuerà a guidare tutti i mercati, l'India è tra i paesi che cresceranno maggiormente. Buone prospettive anche per lo sviluppo del settore eolico per l'Africa, guidato dal Kenya, dal Sudafrica e dal Marocco.

Per quanto riguarda l'Europa le aspettative sono che il settore proceda in linea con i suoi obiettivi per il 2020, si prevede che il Vecchio continente installi circa 73 GW di nuova energia eolica nel periodo fino al 2021. Le installazioni cresceranno nel 2017 e negli anni successivi, tenendo conto del miglioramento della tecnologia e della riduzione dei prezzi. I prezzi bassi hanno attirato l'attenzione di molti altri paesi, in particolare in Nord America e in Asia.

### 3.7.1 Energia eolica, vantaggi

L'energia eolica è una fonte rinnovabile che sfrutta una tecnologia matura ma che ancora vede diverse prospettive di miglioramento. Tra i vantaggi principali si può citare:

- L'eolico è una valida fonte di energia rinnovabile. Svincola la produzione di elettricità dai combustibili fossili. Il vento è una fonte abbondante, inesauribile e disponibile in moltissime località del globo.
- Rispetto al **fotovoltaico**, un **parco eolico** occupa una superficie inferiore.
- L'eolico è una fonte di energia pulita a basso impatto ambientale. Non produce gas tossici e le stesse turbine eoliche possono affrontare un lunghissimo ciclo di vita prima di essere destinate allo smaltimento.
- Un **impianto eolico** è reversibile, ciò significa che la superficie occupata dal parco può essere ripristinata facilmente per rinnovare il territorio pre-esistente.
- I costi dell'impianto eolico e la manutenzione delle turbine sono relativamente contenuti. Un costo per ogni kW prodotto, in zone molto ventose, è piuttosto basso.

### 3.7.2 Energia eolica, svantaggi

Vi sono delle condizioni affinché un parco eolico possa garantire utili e generare energia pulita. In caso di grandi **turbine eoliche**, è necessario che il vento abbia una direzione regolare e che superi i 12 km/h per garantire una certa produzione di elettricità.

Mettendo da parte gli inconvenienti tecnici che vanno risolti con un'attenta progettazione e installazione dell'impianto, è possibile elencare gli **svantaggi** di una centrale eolica in tre punti.

- Il vento, così come le condizioni atmosferiche, è relativamente imprevedibile quindi non è possibile stimare, con esattezza, un piano di rientro dell'investimento.
- Le grandi **centrali eoliche** hanno un forte impatto paesaggistico e sono visibili da elevate distanze. L'altezza media delle **turbine eoliche** dei grandi impianti oscilla tra i 50 – 80 metri con pale rotanti che salgono in verticale per altri 40 metri. *importante sottolineare che l'impatto paesaggistico non è uno svantaggio sentito da tutti. Ad*

aggravare l'impatto paesaggistico è la maggiore convenienza d'installazione. In genere, il vento soffia più forte sulle coste, nei luoghi collinari e sulle montagne, per questo un parco eolico "*andrebbe*" a deturpare un bene paesaggistico. Sottolineiamo "*andrebbe*" perché sono molti i fotografi, gli artisti e le comunità che sostengono l'eolico affermando che le turbine non hanno alcun impatto visivo negativo, neanche su paesaggi costieri o rupestri.

- Gli impianti eolici possono avere un impatto negativo sull'avifauna locale, soprattutto tra i rapaci notturni. L'impatto sull'avifauna è dettato dalle pale rotanti che arrivano a muoversi fino a una velocità di 70 km all'ora. Gli uccelli non sono in grado di riconoscere visivamente le pale che si muovono così velocemente schiantandosi fatalmente.
- Ultimo può essere l'inquinamento acustico dovuto al movimento delle pale.

Fonte://www.ideegreen.it

Fonte:http://www.energia-eolica.it

## 3.8 Energia delle Maree



Le maree sono originate dall'azione gravitazionale che il sole e la luna esercitano sugli oceani. Tale fenomeno provoca l'innalzamento e l'abbassamento del livello del mare due volte al giorno. Le correnti di marea sono correnti in rapido movimento causate dallo spostamento delle acque associato alla differenza di altezza dell'acqua, è quindi simile

al meccanismo di sfruttamento dell'energia idroelettrica.

Si basa, prevalentemente, sullo spostamento orizzontale delle grandi masse d'acqua dovuto all'effetto gravitazionale della **Luna** e del **Sole** sul nostro pianeta. La quantità di energia disponibile dipende dalla portata e dalla velocità della corrente. Poiché sappiamo in che modo il sole e la luna si muovono intorno al nostro pianeta, è possibile prevedere con una certa precisione la quantità di energia che è possibile catturare. Si stima che l'energia delle maree in tutto il mondo sia in grado di produrre oltre 3000 gigawatt (GW), ma solamente il 3% si trova in luoghi in cui è facile catturarla.

Dal 1966 è in funzione un impianto che sfrutta questo principio sull'estuario del fiume Range nella Manica in Francia.

Esistono diversi modi per utilizzare l'energia delle maree: dalla cattura in lagune o bacini, alle turbine sottomarine, simili a eliche nei flussi di marea. Quando la marea sale le lagune o i bacini artificiali intrappolano l'acqua costringendola a passare attraverso turbine che producono elettricità durante il loro riempimento. L'acqua viene poi rilasciata lentamente attraverso le turbine per produrre elettricità quando la marea scende. Su un estuario si possono costruire gli sbarramenti di marea. Come le lagune, essi trattengono l'acqua e creano un dislivello di marea. L'acqua viene poi rilasciata attraverso le turbine per produrre elettricità. I dispositivi sono installati direttamente all'interno dei flussi di marea ed estraggono l'energia quando l'acqua scorre attraverso e sopra le pale come un aerogeneratore.

### 3.8.1 Vantaggi:

L'energia mareomotrice è una fonte di energia pulita e rinnovabile. È una fonte di energia pulita in quanto non produce gas serra o inquinamento. È una fonte di energia rinnovabile in quanto sfrutta l'energia cinetica dello spostamento delle acque dovute alle maree, un fenomeno naturale che si ripete periodicamente per l'effetto gravitazionale del Sole e della

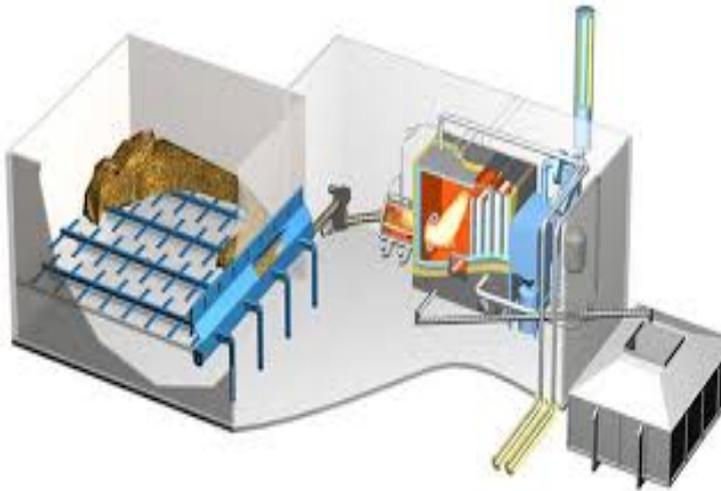
Luna sulle masse d'acqua del nostro pianeta. Lo sfruttamento del moto delle acque non esaurisce la fonte di energia.

### 3.8.2 Svantaggi:

- **Energia intermittente.** Come altre fonti di energia rinnovabili anche l'energia mareomotrice è caratterizzata dall'intermittenza e dalla discontinuità. La marea è un fenomeno naturale che si verifica periodicamente a cadenze regolari, in base alle fasi lunari e solari. La produzione di energia raggiunge i suoi livelli massimi nei giorni di maggiore flusso di acqua. Quando il flusso è minimo, invece, lo spostamento della massa d'acqua è insufficiente alla generazione di energia elettrica. In tali giorni la centrale non produce energia (discontinuità).
- **Elevato dislivello di marea.** Un altro limite della fonte di energia mareomotrice è la difficoltà di collocazione degli impianti. Soltanto in pochi zone si registra un dislivello di acqua sufficiente a far funzionare le centrali mareomotrici. I siti idonei allo sfruttamento delle forze di marea sono, infatti, molto limitati.
- **Sedimentazione fluviale.** Nelle centrali mareomotrici fluviali la presenza degli impianti sulla foce del fiume può causare la formazione della sedimentazione. Nel corso del tempo le particelle sospese nell'acqua tendono ad accumularsi creando un ostacolo al passaggio dei flussi d'acqua, rendendo necessaria una periodica operazione di manutenzione e di pulizia degli impianti. Questo fenomeno innalza il costo di gestione dell'impianto.
- **Erosione e paesaggio.** Come qualsiasi opera marittima artificiale (porto, piattaforma, diga, ecc.) anche la centrale mareomotrice ha un impatto sul flusso naturale dell'acqua e, quindi, sull'erosione della costa e sull'habitat naturale. La presenza degli impianti mareomotrici può, inoltre, essere soggetta a critiche per l'eventuale impatto sul paesaggio.

## 3.9 Biomassa:

L'energia prodotta da impianti a biomassa o biogas possiamo definirla energia da fonte rinnovabile? Stando a quello che dice il prof. Gianni Tamino (biologo e politico italiano) sicuramente no



“si può parlare di fonti rinnovabili solo se nel territorio di origine e nel tempo di utilizzo quanto consumato si ripristina” Ciò vale per l'energia solare, eolica e idrica, ma non si applica totalmente alle biomasse intese come materiale prodotto da piante e destinato alla combustione o alla digestione anaerobica.

### 3.9.1 Come funzionano le centrali a biomasse:

Esistono centrali di tre tipi

- Biomasse solide (legno, cippato, paglia, ecc.), sono impianti tradizionali con forno di combustione della biomassa solida, caldaia che alimenta una turbina a vapore accoppiata ad un generatore.
- Biomasse liquide (oli vari: palma, girasole, soia, ecc.); sono impianti, alimentati da biomasse liquide (oli vegetali, biodiesel), costituiti da motori accoppiati a generatori (gruppi elettrogeni).
- Biogas ottenuto da digestione anaerobica (utilizzando vari substrati: letame, residui organici, mais o altro). Da tener presente che una centrale a biogas con colture dedicate può ricorrere legalmente anche alla Forsu (frazione organica rifiuti solidi urbani) in base al DL n°387 del 29/12/2003 e alla sentenza del Consiglio di Stato Sez. V n°5333 del 29/07/2004.

Le centrali a biomasse funzionano per combustione: a temperature che di solito superano gli 800°C, trasformano la materia delle biomasse (solide o liquide) in energia sotto forma di calore.

Il calore alimenta una caldaia che può fornire riscaldamento (c.d. Co-generazione e teleriscaldamento, cioè lo sfruttamento dell'energia termica per riscaldare l'abitato circostante aumentando l'efficienza energetica dell'impianto che ne rappresenta circa il 70-75% della

produzione) o produrre il vapore necessario per azionare una turbina e produrre energia elettrica (che rappresenta il 25-30% del potenziale energetico dell'impianto).

Le centrali a biogas funzionano attraverso un processo di fermentazione-digestione-metanizzazione: trasformano la materia attraverso la "digestione anaerobica" che, in assenza d'aria e per mezzo di batteri che si nutrono della sostanza organica, producono gas/metano e digestato.

### **3.9.2 Il digestato è un rifiuto (codice CER: 190600-03-04-05-06)**

Il gas captato dalle vasche di fermentazione viene immesso in centrali a gas con motori con potenza solitamente inferiore a 1MW elettrico, dove per mezzo della combustione produce energia elettrica e calore.

### **3.9.3 Centrali a biomassa, chi trae il maggior profitto?**

(fonte: <http://www.eco-magazine.info/>)

Il business maggiore è sicuramente per chi realizza l'opera, per beneficiare di generosi incentivi statali previsti per le "fonti rinnovabili". Senza incentivi statali verrebbe meno la ragione economica principale di questa attività. E' plausibile che tali impianti vengano in futuro utilizzati per il trattamento di rifiuti. Infatti, la frazione organica dei rifiuti solidi urbani (Forsu) è equiparata alle biomasse con decreto ministeriale. Facile prevedere che una volta costruite queste centrali, invece di essere alimentate con biomasse agricole, di cui l'Italia non dispone a sufficienza e che hanno un costo sempre maggiore, potranno essere alimentate con Forsu (Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano), infatti il conferimento della Forsu vale da 80 a 110 €/t, il verde circa 60 €/t e i fanghi da depurazione circa 90 €/t.

Se pensiamo che una centrale a biomasse solide della potenza di 1 MW accesa tutto l'anno, tutti i giorni 24 h al giorno consuma 14.400 t/anno di materia prima due sono le considerazioni:

- L'enorme inquinamento derivante dalla combustione di una così elevata quantità di materiale non è limitato soltanto all'entità dei fumi, delle ceneri e delle micro-particelle emesse nell'aria, ma bisogna anche considerare i flussi indiretti, ad esempio il traffico di camion necessario per il continuo rifornimento della biomassa da bruciare.
- Spesso poi la biomassa arriva da molto lontano e questo è assolutamente un controsenso; bisognerebbe bruciare solo "materiale reperito in zona". Non è difficile capire come sia impossibile raggiungere tali quantità solo con le potature degli alberi

o con il legname residuo del taglio consueto dei boschi in zona. Quindi il materiale da bruciare viene da forniture diverse, incluse importazioni di cippato a prezzo più economico, spesso proveniente dall'estero, anche da zone altamente inquinate o da paesi in via di sviluppo che subiscono il "land grabbing" (accaparramento di terreni da parte di società straniere).

Le centrali a biomasse tecnicamente possono bruciare qualsiasi tipo di combustibile secco, purtroppo in molti casi è stato accertato che in alcuni casi venivano inceneriti illegalmente anche altri prodotti (immondizia, plastica, gomma). Inoltre, il Decreto Ministeriale (DM 6 luglio 2012 "nuovi incentivi alle rinnovabili") ha introdotto la possibilità di alimentare le centrali a biomassa anche con Combustibile Solido Secondario (CSS) cioè il rifiuto secco trattato. Quindi è purtroppo possibile "per decreto" bruciare lecitamente i rifiuti in questo tipo di impianti.

Da quanto esposto sorgono spontanee due considerazioni: la prima che dietro l'etichetta BIO chi promuovono impianti che hanno spesso le carte in regola per partecipare al ricchissimo business del trattamento dei rifiuti; la seconda che i cittadini pagano quindi 3 volte: con i soldi per gli incentivi, con le tasse per lo smaltimento dei rifiuti e ancor più importante con la salute il proliferare di questi impianti.

### **3.9.4 Rischi del Biogas?**

(fonte: <http://www.eco-magazine.info/>)

Per alimentare una centrale da 1 MW a colture dedicate (mais) serve coltivare circa 300 ettari di terreno. Poiché i vegetali necessari alla fermentazione non sono destinati all'alimentazione umana e poiché quello che conta è la resa.

I terreni coltivati vengono devastati irrorandoli con dosi massicce di fertilizzanti e di pesticidi, nonché moltissima acqua che finiscono per inquinare il terreno stesso e le falde acquifere sottostanti. La stessa combustione del biogas è fonte di emissioni tossiche. Il biogas è più inquinante del metano perché contiene metano soltanto al 55/60%.

Gli impianti di bio-digestione non riescono a neutralizzare completamente i batteri presenti, in particolare i clostridi che sono batteri termoresistenti (a questa famiglia appartengono i batteri che provocano botulismo e tetano).

In Germania alcuni ricercatori hanno suggerito che l'epidemia di Escherichia Coli che ha colpito la Germania nell'estate del 2011, causando 18 morti e le migliaia di casi di botulismo osservato negli animali tra l'estate del 2011 e l'inizio del 2012, sarebbero state causate dalla presenza di centrali a biogas. Le quantità annue di inquinanti immesse in atmosfera sono

rilevanti: tonnellate di sostanze pericolose come ossidi d'azoto e zolfo inquinano ambiente e popolazione, e producono piogge acide (derivanti da combustione di sostanze contenente zolfo). Sulla base del biogas bruciato (circa 8,5 milioni di mc) e del contenuto medio di metano (tra 50 e 65%), si può affermare con una certa approssimazione, che un motore di quasi 1MW brucerà un quantitativo di metano equivalente a quello di circa 1.500 case di oltre 100 mq di superficie (consumo annuo di circa 1.600mc) ciascuna, ma con le emissioni sommate e concentrate in un solo punto, con gravi rischi per la popolazione adiacente.

### **3.9.5 Centrali a biomassa: Rischi per la salute e per l'ambiente?**

(fonte: <http://www.eco-magazine.info/>)

Con le centrali a combustione diretta di biomasse l'impatto ambientale è molto gravoso, soprattutto in relazione al fatto che vengono considerate biomasse anche materiali altamente inquinanti (elenco D.M. 6 luglio 2012). Tutte le biomasse bruciate liberano in atmosfera quantità enormi di sostanze altamente inquinanti che per ricaduta vanno ad inquinare l'ambiente e in particolare i terreni agricoli, oltre a formare ulteriori aggregazioni chimiche inquinanti che vanno a depositarsi anche nei polmoni di animali ed esseri umani. Infatti, a temperature elevate, fino ad 800° C, gli impianti liberano fumi con molte sostanze inorganiche che li volatilizzano per poi ricombinarsi sotto forma di polveri sottili ovvero di particolato (ex PM 10)

Questo termine, indicato con la sigla PM, designa piccolissime particelle solide o liquide del diametro del micron che rimangono sospese nell'aria per periodi variabili e dipendenti dalla loro massa e diametro prima di ricadere al suolo. Le particelle hanno un diametro che può variare da un paio di nanometri fino a 100 micron e in base a questa caratteristica possono avere una diversa penetrazione nell'apparato respiratorio di animali e persone fino a penetrare direttamente nel sangue quando il particolato diventa ultra-fine, causando moltissimi problemi medici.

Il termine "bio" viene utilizzato per attribuire una valenza positiva e significa "vita" a questo tipo di impianti in modo da poterli ascrivere al mondo della cosiddetta "green economy". In questo caso il termine "Bio" non è usato in maniera propria.

Un'ultima considerazione riguarda il Biodiesel, l'idea è produrre un combustibile oleoso partendo da oli. Durante il processo di Trans-esterificazione si può rompere la molecola dei grassi per produrre un liquido avente viscosità simile a quella del gasolio.

Dal mio punto di vista la produzione di Biodiesel dovrebbe essere limitata all'utilizzo di materie prime di scarto e locali (vegetali o animali), produrre biodiesel partendo dall'olio di Palma e contribuire alla devastazione di intere foreste è pura follia!

Il drammatico aumento nella produzione di biocarburanti, tra cui l'etanolo, triplicato tra il 2000 e il 2007, e la necessità di una quantità oscillante tra 1.000 e 4.000 litri d'acqua per produrre un solo litro di biocarburante, hanno aggiunto ulteriori pressioni a quelle già esistenti.

Una conclusione, dal mio punto di vista, gli impianti a Biomassa devono essere di dimensioni medie piccole, alimentati da materiali organici prodotti in luoghi adiacenti all'impianto produttivo.

### **3.10 Termovalorizzazione (Incenerimento rifiuti):**

(fonte:www.greenpeace.it)

La formazione delle sostanze inquinanti, emesse in forma solida e gassosa da un inceneritore, dipende da diversi fattori quali: la tipologia del rifiuto trattato (composizione chimica), le condizioni di combustione e quelle operative dei sistemi di abbattimento degli inquinanti.



Le sostanze chimiche emesse dal camino di un inceneritore comprendono:

- 1) Composti organici del cloro (le note diossine, furani, PCB - policlorobifenili),
- 2) IPA (idrocarburi policiclici aromatici),
- 3) VOC (composti organici volatili),

Ma anche elementi in minime quantità quali (piombo, cadmio e mercurio), acido cloridrico, ossidi di azoto, ossidi di zolfo ed ossidi di carbonio. Molti di questi composti si disperdono in atmosfera insieme alle polveri, alle ceneri di fondo (che si depositano alla base della caldaia durante il processo di combustione) e alle ceneri volanti.

E' ovviamente quasi impossibile trattenerle dai sistemi di filtraggio aereo.

### Le caratteristiche degli inquinanti

Molti composti emessi da un termodistruttore sono persistenti, cioè resistenti ai processi naturali di degradazione, bioaccumulabili, perché si accumulano nei tessuti degli animali viventi trasferendosi da un organismo all'altro lungo la catena alimentare (fino a giungere all'uomo) e tossici, in quanto sono sostanze che per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono comportare patologie acute o croniche fino a poter determinare la morte dell'organismo esposto.

#### 3.10.1 **Vantaggi:**

Gli aspetti ambientali positivi della termovalorizzazione sono:

- La riduzione del volume dei rifiuti di circa il 90%;
- mancata emissione in discarica dei cosiddetti gas serra;
- recupero termico di sostanze che diversamente sarebbero conferite in discarica.
- la produzione di energia elettrica e termica dai rifiuti consente il risparmio di fonti convenzionali di energia quali i fossili.

#### 3.10.2 **Svantaggi:**

- Rischio sanitario - Molti degli inquinanti emessi come le diossine e i furani sono composti cancerogeni e altamente tossici. L'esposizione al cadmio può provocare patologie polmonari ed indurre tumori. Il mercurio, sotto forma di vapore, è dannoso al sistema nervoso centrale ed i suoi composti inorganici agiscono anche a concentrazioni molto basse.
- Rischio ambientale - Le sostanze contaminanti emesse da un inceneritore per via diretta o indiretta inquinano l'aria, il suolo e le falde acquifere. Nonostante i moderni sistemi di abbattimento degli inquinanti riescano a limitare le dispersioni atmosferiche, la natura della maggior parte degli inquinanti emessi è tale da porre problemi anche a bassa concentrazione. Inoltre, la loro caratteristica di resistenza alla degradazione naturale ne determina un progressivo accumulo nell'ambiente.
- Non eliminano il problema delle discariche - Nonostante la diminuzione di volume dei rifiuti prodotti, il destino delle ceneri e di altri rifiuti tossici prodotti da un inceneritore è comunque lo smaltimento in discarica per rifiuti speciali, molto costosi e pericolosi.

- Non servono a risolvere le emergenze - La costruzione di un impianto di incenerimento richiede diversi anni di lavoro (almeno 4-6 anni) e pertanto non può essere considerato una soluzione all'emergenza per i rifiuti. Sicuramente è un investimento a lungo termine.
- Richiedono ingenti investimenti economici - Sono impianti altamente costosi (almeno 60 milioni di euro) e a bassa efficienza che necessitano di un apporto di rifiuti giornaliero e continuo, in netta opposizione ad ogni intervento di prevenzione della loro produzione e pericolosità, principi che sono alla base della gestione dei rifiuti dell'Unione europea.
- Disincentivano la raccolta differenziata - Questo sistema di raccolta in Italia si aggira intorno al 13 %, una percentuale irrisoria la cui crescita sarà fortemente penalizzata se la gestione dei rifiuti prenderà la via della combustione.
- Creano una quota minima di occupazione - La costruzione e l'esercizio di un impianto determina un livello occupazionale inferiore al personale impiegato nelle industrie del riciclaggio dei materiali pubbliche e private che potrebbe offrire dai 200.000 ai 400.000 posti di lavoro nell'Unione europea!!!!
- Non garantiscono un alto recupero energetico - Il risparmio di energia che si ottiene dal riciclare più volte un materiale o un bene di consumo è molto superiore all'energia prodotta dalla combustione dei rifiuti. La plastica, che rappresenta circa l'11% in peso dei rifiuti urbani, è l'unica frazione merceologica la cui combustione è più vantaggiosa del riciclaggio: ciò è dovuto al suo elevato potere calorifico (ottimo per il processo di incenerimento) e allo scarso valore commerciale della plastica riciclata (un materiale plastico riciclato, infatti, può essere utilizzato una sola volta ed esclusivamente in applicazioni minori, come l'arredo urbano, fibre tessili e materiali per l'edilizia).

Per quanto riguarda la gestione dei rifiuti solidi urbani è bene, dal mio punto di vista:

- Favorire la prevenzione
- Potenziare il riutilizzo e il riciclo
- Incentivare il recupero
- Ridurre al minimo gli imballi

### 3.11 Riepilogo Fonti Energetiche: Vantaggi e Svantaggi

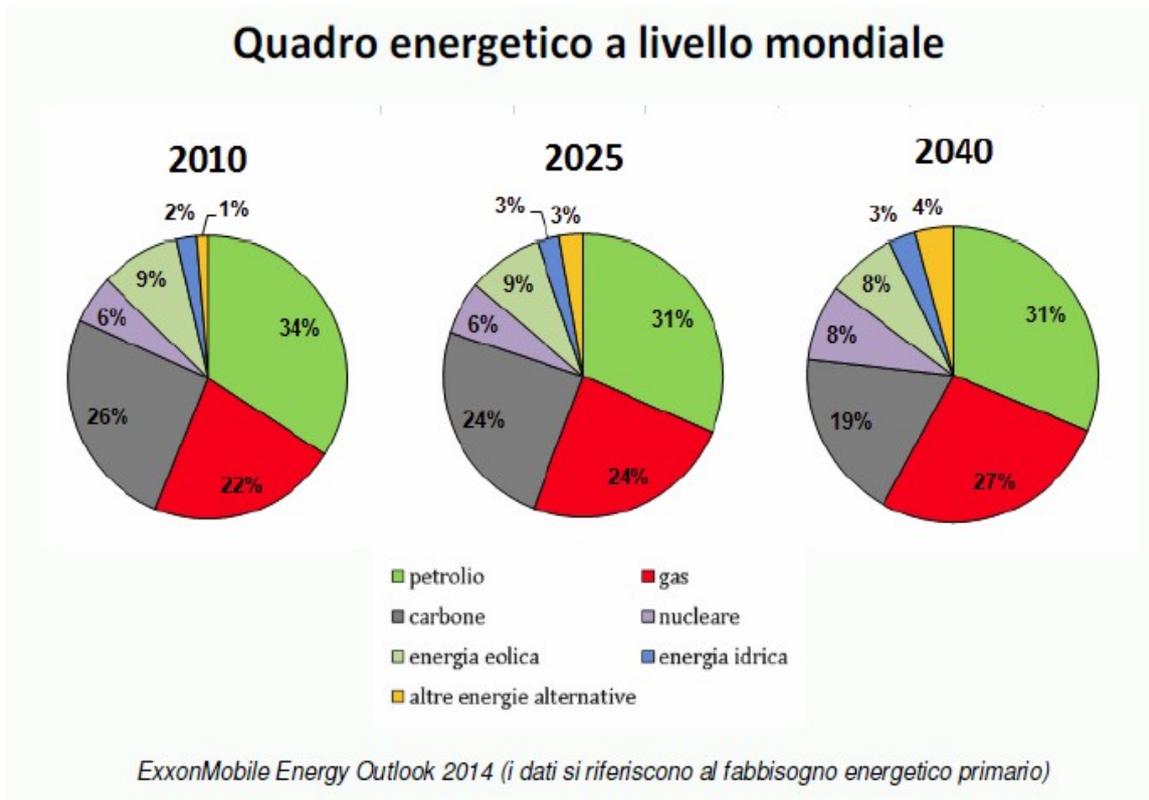
La tabella seguente è un riepilogo qualitativo dei vantaggi e svantaggi delle diverse fonti energetiche

<b>VANTAGGI</b>	<b>SVANTAGGI</b>
<b>Petrolio</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto potere calorifico</li> <li>• Facilità trasporto</li> <li>• Flessibilit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Divario produzione/consumi</li> <li>• Problemi ambientali (incidenti, inquinamenti)</li> <li>• Instabilità geopolitica</li> </ul>
<b>Gas</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativamente più pulito del Petrolio</li> <li>• Riserve più consistenti del petrolio (buona distribuzione geografica)</li> <li>• Facilità trasporto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rischi di fughe</li> <li>• Gas ad effetto serra (ex GWR a 20 anni è 72 volte superiore alla CO<sub>2</sub>) la combustione comunque produce CO<sub>2</sub></li> </ul>
<b>Carbone</b>	
Distribuzione terrestre uniforme, pochi investimenti	Il più inquinante dei combustibili fossili
<b>Nucleare</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indipendenza energetica</li> <li>• Lunga durata (breezer)</li> <li>• Facile trasporto</li> <li>• Assenza inquinamento da CO<sub>2</sub></li> </ul>	<p>FUSIONE: Problemi tecnici (t. 100 mil. gradi)</p> <p>FISSIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempi di costruzione lunghi (13-16 anni)</li> <li>• Costi fissi elevati (in costruzione e sicurezza)</li> <li>• Rischi: esplosioni/fughe</li> <li>• Scorie: stoccaggio (durata e luogo) e loro trasporto</li> <li>• Ricatti monopolio: (Concentrazione riserve 70% in 4 paesi) Concentrazione tecnologia (80% USA) en costosa</li> <li>• Obiettivo per il terrorismo</li> <li>• Legame con l'industria bellica</li> </ul>

<b>ACQUA (e. idroelettrica)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• gratuita</li> <li>• pulita</li> <li>• riciclabile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• costo impianti</li> <li>• modifiche micro-clima, paesaggio, vita squilibri ambientali (alluvioni)</li> </ul>
<b>SOLE (e. solare)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbondante (50.000 mild. barili p./anno)</li> <li>• Inesauribile (fonte rinnovabile)</li> <li>• Disponibile ovunque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensioni impianti (1000 Mw = 3500 ha. specchi) e costi fissi elevati</li> <li>• Accumulo calore</li> <li>• Effetti ecologici (limitati) e</li> <li>• Inquinamento paesaggistico</li> </ul>
<b>VENTO (e. eolica)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rinnovabile</li> <li>• Pulita</li> <li>• Costi relativamente contenuti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irregolare (non affidabile)</li> <li>• Problema accumulo</li> <li>• Problema dimensione (1000 Mw) richiedono 2000 torri eoliche).</li> <li>• Inquinamento paesaggistico</li> </ul>
<b>MAREE (e. marina)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rinnovabile</li> <li>• Pulita</li> <li>• Potenza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodica</li> <li>• Tecnica in fase di studio</li> </ul>
<b>BIOMASSA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbondante e disponibile ovunque</li> <li>• Rinnovabile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scelta spazi da utilizzare (agricoltura o energia?)</li> </ul>
<b>Termovalorizzazione</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione del volume dei rifiuti di circa il 90%;</li> <li>• Mancata emissione in discarica dei cosiddetti gas serra;</li> <li>• recupero calore</li> <li>• Risparmio di combustibili fossili</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pongono un rischio sanitario</li> <li>• Rischio ambientale</li> <li>• ingenti investimenti economici</li> <li>• Disincentivano la raccolta differenziata</li> <li>• Non creano alta occupazione</li> <li>• Non garantiscono un alto recupero energetico</li> </ul>

### 3.12 Previsioni Mix Energetico

Dai dati che emergono dall'immagine sotto riportata il Mix Globale cambierà poco in futuro, ma sovvertire queste statistiche è possibile ed auspicabile per prevenire scenari apocalittici.



## 4 Inquinamento e problemi climatici:



L'inquinamento atmosferico è l'alterazione delle condizioni naturali dell'aria, dovuta alle emissioni dei gas di scarico di autoveicoli, caldaie, centrali elettriche, fabbriche, impianti di incenerimento. Le sostanze inquinanti più diffuse in atmosfera sono il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ), gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ), il monossido di carbonio ( $\text{CO}$ ), l'ozono, il benzene, gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), le polveri (soprattutto il particolato di diametro inferiore a 10 milionesimi di metro, il  $\text{Pm}_{10}$ ) e il piombo. Il problema dell'inquinamento atmosferico si concentra soprattutto nelle aree metropolitane, dove il traffico, gli impianti industriali e il riscaldamento degli edifici hanno effetti dannosi sulla qualità dell'aria e sulla salute degli abitanti.

Uno degli inquinanti più pericolosi per l'uomo e più diffusi nelle città è il  $\text{Pm}_{10}$ : uno studio realizzato dall'Organizzazione mondiale della sanità ha stimato che nei grandi centri italiani, a causa delle concentrazioni di particolato sottile superiori ai  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , muoiono oltre 8 mila persone ogni anno. E uno dei principali responsabili dell'inquinamento da  $\text{Pm}_{10}$  è il traffico urbano: i trasporti stradali, infatti, producono più di un quarto del totale delle emissioni. E la metà circa degli ossidi di azoto, del monossido di carbonio e del benzene presenti nell'aria delle città. Per gli ossidi di zolfo, invece, la fonte primaria è il settore industriale, e soprattutto la produzione di energia, cui si devono i 3/4 del totale delle emissioni. Se il traffico urbano è il grande nemico dell'aria delle città, i maggiori responsabili sono soprattutto le automobili, che contribuiscono, sul totale emesso dal trasporto stradale, ad un terzo del  $\text{Pm}_{10}$ , al 40% circa degli  $\text{NO}_x$ , a due terzi del benzene e della  $\text{CO}_2$ .

### 4.1.1 Riscaldamento globale:

**Il riscaldamento globale** è un fenomeno recente, cominciato di pari passo con la crescente industrializzazione del mondo. La temperatura media della Terra e degli oceani aumenta sempre di più, con gravi danni ambientali, e drammatiche conseguenze sull'uomo, sugli animali e su tutte le specie viventi della terra.



Cosa ha causato (e sta causando tuttora) il **riscaldamento globale**?

Ormai quasi tutta la comunità scientifica è concorde nell'affermare che il riscaldamento globale è un fenomeno in costante aumento e che questo fenomeno è stato causato dalle attività umane che aumentano le concentrazioni di gas serra nell'atmosfera: attività industriali, deforestazione, combustione di combustibili fossili, ma anche agricoltura e soprattutto allevamento intensivi, su scala industriale dunque, ultimo ma non per importanza l'aumento demografico.

#### 4.1.1.1 Impatto delle attività industriali:



Il ruolo dell'industria viene riconosciuto all'interno delle Agende 21, i piani di azione ambientale del XXI secolo che hanno come obiettivo lo "sviluppo sostenibile", inteso come sviluppo organico di un sistema complesso in cui interagiscono diversi aspetti: quello sociale, economico ed ambientale.

I principi di cambiamento nelle tecnologie di produzione e nei prodotti finiti, quali: strategie di prevenzione, processi produttivi più efficienti, tecnologie più pulite nel ciclo di vita di un prodotto, riduzione degli impatti sull'ambiente e dell'uso di risorse non rinnovabili ecc. Principi che nella maggior parte dei casi non vengono ancora implementati dalle industrie a parte casi eccezionali di impegni concreti e talora volontari da parte di alcuni operatori del settore, volti all'identificazione di processi produttivi "puliti" e di materiali alternativi e più ecologici.

#### 4.1.1.2 Deforestazione:

(Fonte: <http://www.ilfattoquotidiano.it>)



Insieme all'industria del legno, quella dell'olio di palma è la maggiore responsabile della **deforestazione** nel sud-est asiatico, in particolare Malesia ed Indonesia. Tra il 2000 ed il 2012 l'**Indonesia** ha perso 6,02 milioni di ettari di foresta tropicale (60.000

chilometri quadrati), un'area grande all'incirca come la superficie dell'intera Irlanda. E nel 2012 la deforestazione ha colpito ben **840mila ettari** contro i 460mila del Brasile. E la principale causa di tutto questo è da imputare all'olio di palma. L'**olio di palma** ha caratteristiche che lo rendono apparentemente indispensabile per le industrie dolciarie in generale, non vengono caricati sul prodotto. In questo caso le esternalità ambientali sono rappresentate dalla scomparsa della foresta primaria. Al posto di un ambiente unico, ricchissimo di **biodiversità**, ecco estese piantagioni di arbusti tutti uguali volti a soddisfare le più svariate "esigenze" della nostra società.

#### 4.1.1.3 Combustione combustibili fossili:



I combustibili fossili hanno prodotto 3/4 dell'incremento di CO<sub>2</sub> negli ultimi 20 anni

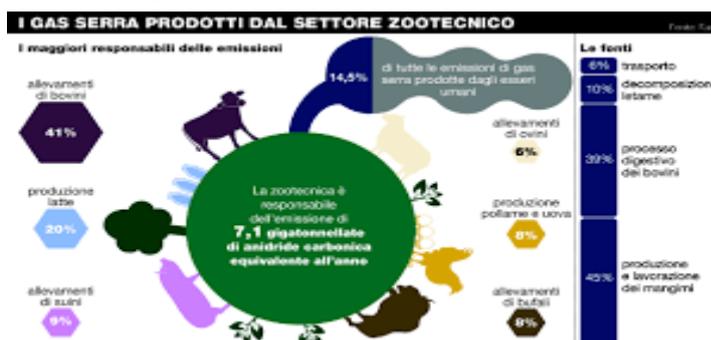
Le emissioni globali di CO<sub>2</sub> nel 1990 erano di 21,4 miliardi di tonnellate. Nel 2015 siamo a quota 36 miliardi di tonnellate. E' da sottolineare che un lasso di tempo tra emissioni di CO<sub>2</sub> e il loro effetto: le conseguenze meteorologiche delle odierne emissioni le vedremo solo nei prossimi decenni.

L'incremento di circa 2 ppm all'anno è legato principalmente all'uso di combustibili fossili.

Secondo l'Ipcp Summary for Policymakers, la combustione dei combustibili fossili ha prodotto circa 3/4 dell'incremento di anidride carbonica negli ultimi 20 anni.

L'Ipcp, il Climate Panel dell'Onu, afferma nei suoi documenti ufficiali che è "assolutamente verosimile che l'uso dei combustibili fossili sia la causa principale del riscaldamento globale degli ultimi 50 anni". Gran parte delle emissioni climalteranti in atmosfera derivano dai combustibili fossili, sia per uso energetico che per i trasporti (auto, camion, navi, aerei)

#### 4.1.1.4 Agricoltura e allevamenti Intensivi:



Esistono diversi tipi di impiego del terreno. La variazione nel loro impiego è principalmente legata alla richiesta di cibo, alla crescita della popolazione o alle variazioni nelle

diete. In questi ultimi anni si sta assistendo al cambiamento delle abitudini alimentari di alcune zone dell'Asia che grazie al miglioramento della loro condizione economica stanno iniziando piuttosto a indirizzarsi verso diete più ricche di carne.



L'agricoltura e l'allevamento intensivo, ma anche le colture a sommersione (come ad esempio il riso) producono due gas serra molto importanti per l'effetto serra: il protossido d'azoto e il metano.

L'agricoltura è responsabile dell'immissione di enormi quantità di protossido di azoto nell'atmosfera a causa dell'uso massiccio di fertilizzanti che ne sono la principale fonte di emissione.

Inoltre, l'uso smoderato di fertilizzanti, specialmente a base di azoto, contamina il suolo e inquina l'acqua causando gravi degni ambientali.

A contribuire ulteriormente vi è la maggior produzione di metano da fermentazione dovuta ad un grande incremento dell'allevamento intensivo e delle colture a sommersione.

La produzione animale incide in modo significativo sulle emissioni di metano nel mondo, dovuto principalmente alla digestione del cibo: circa 80 milioni di tonnellate di metano entrano nell'atmosfera ogni anno; si prevede che nel 2030 saranno 128 milioni di tonnellate.

L'espansione della produzione animale è una delle cause principali dietro la distruzione delle foreste pluviali tropicali, specialmente in America latina. Disboscare e bruciare le foreste provoca il rilascio nell'atmosfera di grandi quantità di anidride carbonica.

La coltivazione del riso, infine, contribuisce alle emissioni di metano per quasi il 20%.



Lo scienziato Gidon Eshel, sostiene che il 70% dei terreni coltivati è destinati all'allevamento bovino negli USA! I bovini oltre a consumare terreno per la loro alimentazione emettono gran parte di un potentissimo gas ad effetto serra: il Metano. La percentuale delle coltivazioni destinate al consumo vegetale umano negli USA è solo l'1%. Mentre il 70% viene destinato all'alimentazione del bestiame (bovini in particolare).

Un solo hamburger equivale all'emissione di CO<sub>2</sub> di 42 miglia di una automobile.

Scegliendo la carne bianche si diminuirebbe la superficie coltivata dell'80% e del 90% le emissioni di metano.

#### 4.1.1.5 Società dell'informazione:

Molti pensano che Internet e la nuova società dell'informazione, ha portato e porterà molti



benefici alle persone. E'innegabile che Internet e le nuove tecnologie, se utilizzate correttamente, possono essere un innegabile vantaggio in molti settori, ma alcune voci iniziano a deviare dal pensiero dominante. Infatti, è probabile che la società delle informazioni porti una più alta mobilità, e tendenze crescenti di consumo, possibilmente aumentando i materiali ed i flussi globali anche se l'informazione è immateriale.

Questo fenomeno è noto come l'effetto di rimbalzo, che afferma che gli aumenti di efficienza non fanno diminuire ma aumentano il livello del consumo delle risorse.

Il settore dei servizi contribuisce con la parte più grande nel PIL nella maggior parte dei paesi industrializzati ed è inoltre il settore con i più alti tassi di crescita. La domanda cruciale per il dibattito sulla sostenibilità è allora se questo sviluppo conduce ad una diminuzione degli impatti ambientali.

Uno studio pubblicato nel 1997 ha confrontato lo sviluppo di uso di materiali per unità di PIL. dal 1970 al 1994 negli Stati Uniti, in Germania, nei Paesi Bassi e nel Giappone. I risultati indicano che di P.I.L. Sarebbe stato generato per lo più da aziende di servizi meno intensive di materiali.

Società di servizi sarà quindi sinonimo di sostenibilità? Per rispondere bisogna evidenziare che il settore dei servizi continua a svilupparsi più velocemente del manifatturiero, questo necessariamente non implica una diminuzione delle quantità totali delle risorse fisiche mobilitate o una diminuzione ne impatti ambientali.

La crescita assoluta può quindi più che compensare (ovviamente in senso negativo) i guadagni degli spostamenti settoriali.

Inoltre, lo spostamento settoriale verso un'economia di servizi in paesi sviluppati porta inevitabilmente all'outsourcing crescente di industria manifatturiera verso i paesi in dell'emisfero occidentale. Vanno valutati quindi i flussi nascosti che contribuiscono inevitabilmente all'aumento dell'impatto ambientale complessivo e va anche tenuto conto delle normative ambientali meno restringenti di questi paesi.

#### 4.1.1.6 Impatto dell'aumento demografico:

Fonte: <http://www.biosost.com>



Il 1° gennaio 2015 la popolazione della Terra ha raggiunto i 7,2 miliardi di persone e il contatore avanza alla velocità di +140 abitanti al minuto.

Si stima che il numero degli abitanti della Terra fosse di circa 250 milioni attorno all'anno Mille, di circa 500 milioni nel 1650 per raggiungere, agli inizi dell'Ottocento, il miliardo. La velocità di accrescimento è aumentata nel tempo: il tasso di incremento annuo è stato inferiore allo 0,5% dal 1650 al 1850, crescendo al 0,69% nel periodo 1850-1950. La massima espansione della popolazione mondiale si è registrata nel periodo 1950-2000, dove l'incremento annuo è stato dell'1,79%.

Il massimo livello della crescita demografica mondiale si è verificata agli inizi degli anni 60 dello scorso secolo, quando la popolazione mondiale era nettamente divisa in due parti: da una parte il mondo occidentale industrializzato (circa un miliardo di abitanti) ricco, molto longevo e poco prolifico; dall'altra la restante parte del mondo, i paesi cosiddetti in via di sviluppo (circa due miliardi di abitanti) poveri, poco longevi e molto prolifici.

Dagli anni 60 è iniziato un processo di “convergenza” mondiale, verso minori livelli di fertilità e maggiori livelli di longevità che ha interessato soprattutto i paesi asiatici (in primo luogo il paese più popoloso del mondo, la Cina). E' un processo che estendendosi a tutti i continenti e a tutti i paesi, sia pure con diverse velocità e con persistenti, profonde disuguaglianze, sta producendo due fondamentali conseguenze: a) il rallentamento nella crescita della popolazione mondiale e insieme una redistribuzione del numero degli abitanti tra i vari continenti; b) il progressivo invecchiamento della popolazione mondiale.

Se erano stati necessari meno di 40 anni (dal 1960 al 1999) per produrre il raddoppio della popolazione mondiale (da 3 a 6 miliardi di abitanti), la progressiva riduzione della fertilità e della conseguente contrazione della massa di donne in età fertile sta fortemente rallentando il ritmo di crescita della popolazione della Terra, che tuttavia è diseguale nelle varie regioni del mondo: fortemente contenuto in Europa, ancora molto sostenuto in Africa.

Le più attendibili proiezioni delle Nazioni Unite ci consegnano per il 2050 una Terra con poco più di 9 miliardi di persone, in cui cresce la percentuale di popolazione africana (+8,4% rispetto al 2000) e si contrae ulteriormente la percentuale della popolazione europea (solo il 7,6% della popolazione mondiale, - 4,3% rispetto al 2000).

Secondo gli esperti la differenza di crescita tra i paesi occidentali ed i Paesi in via di sviluppo porterà ad un aumento della povertà nel mondo. Purtroppo, le risorse della Terra probabilmente non saranno più necessarie per tutti.

Nel 2008, l'ONU ha evidenziato che la brusca crescita della popolazione mondiale, il cambiamento climatico, una diffusa incapacità gestionale e la crescente domanda di energia hanno accentuato la pressione su risorse idriche mondiali che stanno diminuendo. Secondo un Rapporto elaborato con il concorso di 24 agenzie delle Nazioni Unite, con una popolazione mondiale ormai attestata a oltre 7 miliardi, alcuni Paesi hanno già toccato i limiti delle proprie risorse idriche.

“Il cambiamento climatico renderà questa situazione ancora più drammatica”, ha dichiarato William Cosgrove, coordinatore ONU del “World Water Development Report”. “Non solo perché aumenterà la variabilità del clima, ma anche perché provocherà un incremento della già esistente pressione sulle risorse idriche”.

Il Rapporto prevede che, a causa del cambiamento climatico, entro il 2030, quasi la metà della popolazione mondiale vivrà in aree ad alto stress idrico, tra cui l'Africa che conterà tra 75 e 250 milioni di persone sottoposte a tale pressione. Inoltre, la scarsità d'acqua in alcune zone aride e semiaride provocherà lo spostamento di un numero di persone comprese fra 24 e 700 milioni.

La pressione sulle risorse idriche aumenta drammaticamente anche con il miglioramento della qualità della vita, la crescita dei centri urbani e l'incremento dei livelli di consumo, tutti fattori che determinano di conseguenza un'impennata della domanda di energia.

Il bisogno globale di energia è destinato ad aumentare del 60% entro il 2030 – secondo una previsione dell'Agenzia Internazionale per l'Energia – e la domanda di energia arriverà dai Paesi in via di sviluppo mentre il consumo di energia idroelettrica è destinato anch'essa ad aumentare del 60%.

Secondo nuove stime delle Nazioni Unite, la popolazione mondiale si attesterà a 9 miliardi nel 2050, un incremento dovuto soprattutto ai paesi in via di sviluppo.

Bisogna assolutamente chiedersi quanto sia sostenibile la crescita economica e demografica dell'uomo. La biosfera e gli ecosistemi della Terra sono troppo fragili per sostenere tale crescita.

Quello che si rivela importante è quindi l'uso che si fa delle risorse e la capacità di evitare il più possibile gli sprechi. Quindi rivedere l'uso e frenare l'estremo consumo delle risorse che caratterizza i nostri giorni – e ciò a cominciare dai paesi “ricchi”, i paesi del consumo di massa – in modo da evitare che paesi in rapida crescita economica seguano la direzione di quelli del mondo ricco: oggi gli africani e gli asiatici più poveri producono 0,1 tonnellate di

CO<sub>2</sub> ogni anno rispetto alle 20 tonnellate di ogni nordamericano. La crescita sta aiutando centinaia di milioni di uomini a sfuggire dall'estrema povertà ma è forte il rischio che questo processo avvenga sullo stesso modello delle ricche nazioni dell'Europa e dell'America settentrionale, che per raggiungere le loro posizioni hanno divorato molte, troppe, risorse, con conseguenze forti per il pianeta. D'altronde, le parti del mondo in cui le popolazioni sono in più rapida crescita sono anche quelle più vulnerabili ai cambiamenti climatici, alle conseguenze del riscaldamento globale, alla penuria di acqua, alle migrazioni di massa e al calo delle derrate alimentari.

Se non si prendono gli adeguati provvedimenti, la storia insegna che un calo della capacità di crescita economica delle società provocherà inesorabilmente un aumento delle tensioni sociali con le conseguenze che tutti conosciamo.

#### 4.1.1.7 Efficienza energetica:



Una causa sicura del consumo di combustibili fossili ed in particolare del metano e gasolio sono gli edifici mal isolati.

Efficienza energetica indica dunque la capacità di riuscire a “fare di più con meno”, adottando le migliori tecnologie/tecniche disponibili sul mercato e un comportamento più consapevole e responsabile verso gli usi energetici. Questo

implica dunque uno sfruttamento più razionale dell'energia, eliminando sprechi dovuti al funzionamento e alla gestione non ottimale di sistemi semplici (motori, caldaie, elettrodomestici) e complessi (edifici in cui viviamo o lavoriamo, industrie, mezzi di trasporto) sia a livello locale, sia di un intero Paese.

Non potendo affrontare tutti gli aspetti, vorrei approfondire l'efficienza degli edifici, che contribuiscono in maniera significativa al consumo di Combustibili fossili. Molti edifici in Italia (e in tutto il mondo) sono involucri vecchi che non sono stati mai ristrutturati e a cui sono stati fatti pochissimi lavori di efficienza energetica.

Molti edifici in Italia sono in classe energetica G e consumano in media 30 volte di più rispetto ad un edificio in classe A.

L'ENEA (Agenzia Nazionale Efficienza Energetica) con i governi che si sono avvicinati in questi anni sta favorendo il recupero e la valorizzazione del patrimonio immobiliare nazionale con incentivi (oggi dal 65% al 75%)

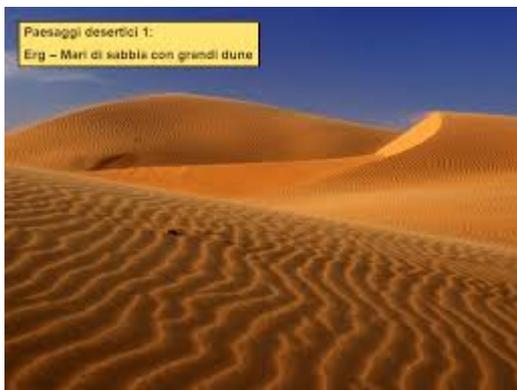
Queste agevolazioni fiscali consistono in una detrazione dall'IRPEF o dall'IRES, concessa per la realizzazione di interventi che aumentino il livello di efficienza energetica degli edifici esistenti e dotati di impianti di riscaldamento.

#### 4.1.2 Conseguenze del riscaldamento Globale:

- Aumento del livello del mare con conseguente rischio di inondazioni



- Aumento desertificazione



- Siccità





### 4.1.3 Come fermare il riscaldamento globale?

(fonte: <http://www.nationalgeographic.it>)

Pericoli per le attività umane (come ad esempio la produzione agricola)  
Come possiamo fermare il **riscaldamento globale**?

Purtroppo, gli sforzi intrapresi finora sono pochi e troppo poco incisivi: il protocollo di Kyoto (in cui peraltro gli Stati Uniti, grandi "inquinatori" del mondo erano assenti), la COP15 a Copenhagen e la conferenza sul clima di Cancun non hanno portato ai risultati sperati.

C'è chi ipotizza un "ritorno alle origini" fermando la crescita ed addirittura intraprendendo un percorso di decrescita, ma forse, senza esagerare, basterebbe utilizzare tutte le conoscenze acquisite finora ad esempio per promuovere uno sviluppo sostenibile, che sappia fare buon uso delle fonti energetiche rinnovabili, e soprattutto promuovere una coscienza volta al risparmio energetico ed al riuso.

Il pianeta si sta riscaldando ovunque, dal Polo Nord al Polo Sud. A livello globale, la temperatura è salita più di 0,8° C, e ancor di più nelle regioni polari, particolarmente sensibili ai cambiamenti climatici. Gli effetti dell'innalzamento delle temperature non restano ad aspettare un lontano futuro: sono già in atto. Segnali si manifestano ovunque, e alcuni di questi sono sorprendenti. Il riscaldamento non solo sta provocando lo scioglimento dei ghiacciai e delle banchise, ma sta anche modificando la distribuzione delle precipitazioni e spingendo gli animali a muoversi. Alcune conseguenze dell'innalzamento delle temperature si manifestano di già.

I ghiacciai si vanno sciogliendo in tutto il mondo, specialmente ai poli. Ciò riguarda i ghiacciai di montagna, le calotte di ghiaccio che ricoprono l'Antartide occidentale e la Groenlandia, e il mar glaciale artico.

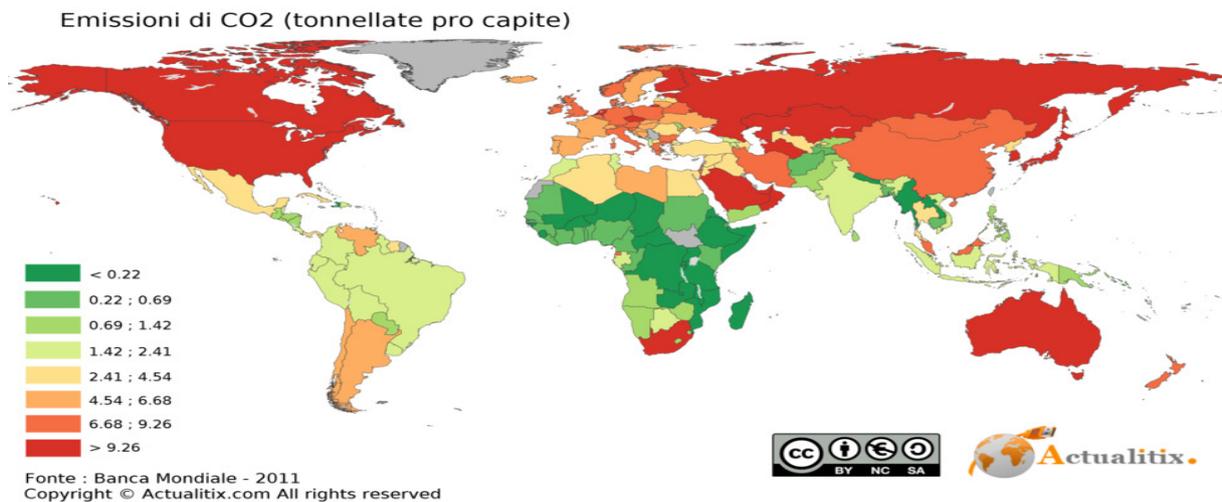
Il ricercatore Nill Fraser ha monitorato la diminuzione in Antartide dei pinguini di Adelia, la cui popolazione è precipitata dalle 32.000 coppie riproduttive di 30 anni fa alle 11.000 attuali. Nel corso del secolo scorso il livello del mare si è innalzato più velocemente. Alcune specie di farfalle, di volpi e di piante alpine si sono spostate più a nord o in zone più alte e più fredde. Le precipitazioni (di pioggia e di neve) sono mediamente aumentate in tutto il mondo. I coleotteri scolitidi delle picee dell'Alaska sono nel pieno di un'espansione provocata da 20 anni di estati calde con il risultato che hanno masticato già 4 milioni di ettari.

Se il riscaldamento dovesse continuare, ulteriori effetti potrebbero manifestarsi più avanti nel corso del secolo: ci si aspetta che il livello dei mari cresca tra i 18 e i 59 centimetri entro i prossimi cento anni, e che a questi centimetri possano aggiungersene altri 10-20, derivanti dal continuo scioglimento dei poli. Ci sono buone probabilità che uragani e altre tempeste

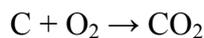
diventino più violenti. Le specie che dipendono le une dalle altre potrebbero non essere più in sincronia. Per esempio, le piante potrebbero sbocciare prima che gli insetti impollinatori diventino attivi. Alluvioni e siccità diventeranno più comuni. Il livello delle precipitazioni in Etiopia, dove la siccità è già diffusa, potrebbe scendere del 10% nei prossimi 50 anni. Ci sarà minore disponibilità di acqua dolce.

Se la cappa di ghiaccio di Quelccaya in Perù dovesse continuare a sciogliersi all'attuale velocità, nel 2100 scomparirà del tutto, lasciando migliaia di persone che ne dipendono per l'acqua potabile e l'elettricità, prive di una delle due fonti. Alcune malattie si diffonderanno, come la malaria che è trasmessa dalle zanzare. L'ecosistema cambierà – alcune specie si sposteranno più a nord o diventeranno più forti; altre non saranno capaci di muoversi e potrebbero estinguersi. Martyn Obbard, biologo della fauna selvatica, ha constatato che, a partire dalla metà degli anni '80, gli orsi polari, che hanno meno ghiaccio in cui vivere e meno pesce da mangiare, sono notevolmente dimagriti. Ian Stirling, biologo esperto di orsi polari, ha riscontrato una situazione analoga nella Baia di Hudson. Teme che, se il ghiaccio marino scomparisse, anche gli orsi polari scomparirebbero.

## 4.1.4 Emissioni di CO2 nel mondo:



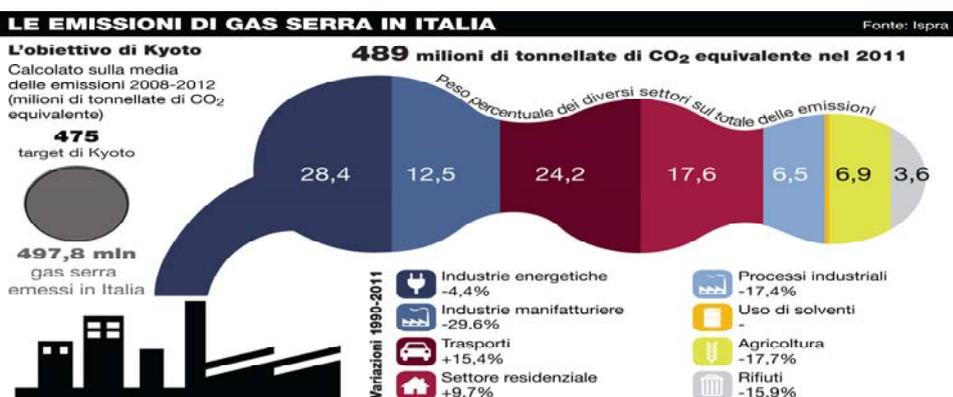
La CO<sub>2</sub> emessa da tutti i processi di combustione dei combustibili fossili per reazione fra carbonio e ossigeno contenuto nell'aria.



L'aumento del combustibile fossile consumato negli ultimi decenni ha fatto salire la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'aria. Le principali responsabili di emissioni di CO<sub>2</sub> sono la generazione di energia elettrica, seguono il settore dei trasporti e quello industriale e le costruzioni. Le emissioni di CO<sub>2</sub> sono soprattutto concentrate nei paesi più industrializzati Cina in primis e Stati Uniti in seconda battuta.

## 4.1.5 Emissioni di CO2 in Italia

A livello italiano i processi energetici, in particolar modo gli impianti di generazione dell'energia elettrica, i trasporti e il settore industriale nonché le costruzioni seguono



l'andamento mondiale. Le emissioni negli ultimi anni sono diminuite leggermente, ciò dovuto a un calo della produzione. Ma anche

all'aumento delle rinnovabili.

#### 4.1.6 Effetto serra:

Da milioni di anni la terra è costantemente irraggiata dalle radiazioni elettromagnetiche provenienti dal sole, scaldano il nostro pianeta e danno origine alla vita. Quello che citiamo spesso come "il problema dell'effetto serra" è in realtà un fenomeno naturale da sempre presente sulla terra. Dall'effetto serra deriva la temperatura terrestre. Senza l'effetto serra la temperatura del globo sarebbe in media 30 gradi più fredda, ovvero oscillerebbe intorno ad una temperatura di  $-18^{\circ}\text{C}$

**Perché si parla di effetto serra?** Il problema è causato dall'eccessiva presenza di questi gas nell'atmosfera tale da causare l'aumento della temperatura terrestre. I principali gas serra sono l'anidride carbonica, il metano e il vapore acqueo. Questi gas svolgono due importanti funzioni:

- Filtrano le radiazioni provenienti dal sole, evitando in tal modo di far giungere fino alla superficie terrestre quelle più nocive per la vita.
- Ostacolano l'uscita delle radiazioni infrarosse. I raggi solari rimbalzano sul suolo terrestre dirigendosi nuovamente verso l'alto. I gas serra presenti nell'atmosfera impediscono la loro completa dispersione nello spazio, facendoli nuovamente cadere verso il basso. Come una gigantesca serra.

##### 4.1.6.1 Quanto durerà la CO<sub>2</sub> in atmosfera oggi?

###### Le responsabilità dell'uomo:

Le emissioni di anidride carbonica sono il principale nemico da combattere.

L'80% delle emissioni di anidride carbonica proviene dalla combustione del petrolio, del metano e del carbone. Un inquinamento cresciuto esponenzialmente con l'industrializzazione delle attività umane. Nel Novecento, il livello di CO<sub>2</sub> in atmosfera è aumentato del 40% rispetto al secolo precedente come conseguenza dello sviluppo dei trasporti (in particolare l'invenzione dell'automobile come bene di massa).

Il problema dell'effetto serra si aggrava ulteriormente considerando la terra come "sistema complesso". **La CO<sub>2</sub> ha una durata media in atmosfera di circa 100 anni. Anche se idealmente** smettessimo oggi di produrre emissioni di CO<sub>2</sub> non riusciremmo comunque a ridurre in breve tempo la presenza di anidride carbonica nell'atmosfera. Le reazioni dell'ambiente sono quindi discontinue e irreversibili e non mostrano immediatamente i loro reali effetti o conseguenze. Si accentuano i fenomeni meteo estremi come gli uragani, le tempeste e le inondazioni. Nessuno però può dire con certezza quali siano le reali conseguenze a livello planetario. Un motivo in più per affrontare con estrema urgenza il problema.

## 4.2 Altri Gas Clima-alteranti

La CO<sub>2</sub> non è solo il gas che provoca l'effetto serra ci sono altri gas che hanno effetti simili, a volte anche più dannosi, fortunatamente vengono emessi in piccole quantità. Gli altri gas che hanno effetto serra sono il metano, il protossido di azoto, l'es fluoruro di zolfo, i fluidi refrigeranti.

Si parla quindi di CO<sub>2</sub> equivalente per considerare anche questi gas. Per considerare questi gas e quindi si usa gli indici GWP (Global Warming Potential). È stato assunto potenziale pari a uno l'effetto serra di 1 kg di CO<sub>2</sub> dal quale sono derivati tutti gli altri gas ad effetto serra. È stato assunto un certo periodo di tempo tipicamente è considerato quello di 100 anni periodo in cui tali gas vengono distrutti dalle radiazioni UV. E' possibile calcolare le Tonnellate equivalenti di CO<sub>2</sub>

**Tonnellata di CO<sub>2</sub> equivalente:** è un'unità di misura che permette di pesare insieme emissioni di gas serra diversi con differenti effetti climalteranti. Ad esempio, una tonnellata di metano che ha un potenziale climalterante 21 volte superiore rispetto alla CO<sub>2</sub>, viene contabilizzata come 21 tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalente. In questo modo è possibile paragonare tra di loro gas diversi, quando si considera il loro contributo all'effetto serra. Maggiore è il GWP, maggiore il contributo all'effetto serra.

I potenziali climalteranti dei vari gas (GWP) sono stati elaborati dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Ad esempio:** 2,4 Kg di R410 corrispondono a 5 tonnellate CO<sub>2</sub> equivalenti di R410a.

**COMPOSTO      GWP      NOTE**

<u>CO2</u>	1	riferimento
<u>R12</u>	8500	CFC
<u>R11</u>	4000	CFC
R500	8500	miscela di R12 e R152a
R502	4300	miscela di R22 e R115
<u>R22</u>	1700	HCFC
<u>R123</u>	90	HCFC
<u>R134a</u>	1550	HFC
<u>R290</u>	3	idrocarburo
R407c	1610	miscela di R32, R125 e R134a
<u>R410a</u>	2090	miscela di R32 e R125
CH4 (metano)	24	idrocarburo
N <sub>2</sub> O	275	Protossido di azoto

## 5 Dal problema alle possibili soluzioni

### 5.1 Storia degli accordi sul clima

Fonte:

(<http://www.minambiente.it/la-spaginatoria-degli-accordi-internazionali-sul-clima>)

#### **1988 – Creazione del Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico.**

Viene convocato un comitato scientifico di alto livello per studiare le cause, gli impatti dei cambiamenti climatici e le possibili soluzioni al problema.

**1992 – Adozione della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (Unfccc).** La Conferenza sull'ambiente e sullo sviluppo delle Nazioni Unite, denominata anche "Summit della Terra", svoltasi a Rio De Janeiro, adotta la Convenzione quadro. La Convenzione ha come obiettivo "la stabilizzazione delle concentrazioni dei gas serra in atmosfera a un livello abbastanza basso per prevenire interferenze antropogeniche dannose per il sistema climatico".

**1997 – Adozione del Protocollo di Kyoto.** Il più importante strumento attuativo della Unfccc viene adottato durante la terza sessione della Conferenza delle Parti (Cop3) tenutasi a Kyoto in Giappone. Il Protocollo di Kyoto prevede riduzioni o limitazioni quantitative delle emissioni di gas serra per trentotto paesi industrializzati e l'Unione Europea con la possibilità di utilizzare meccanismi flessibili, come lo scambio di quote di emissioni. Entra in vigore nel 2005, senza la ratifica degli Stati Uniti.

**2005 – La Direttiva "Emissions Trading" dell'Unione Europea entra in vigore.** Inizia la prima fase dell'European Union Emissions Trading Scheme, il primo e più grande sistema di scambio di emissioni nel mondo.

**2008 – Inizia il primo periodo di impegno del Protocollo di Kyoto.** Trentasette paesi industrializzati e l'Unione Europea si impegnano a ridurre le loro emissioni in media del cinque per cento rispetto ai livelli del 1990 entro il 2012.

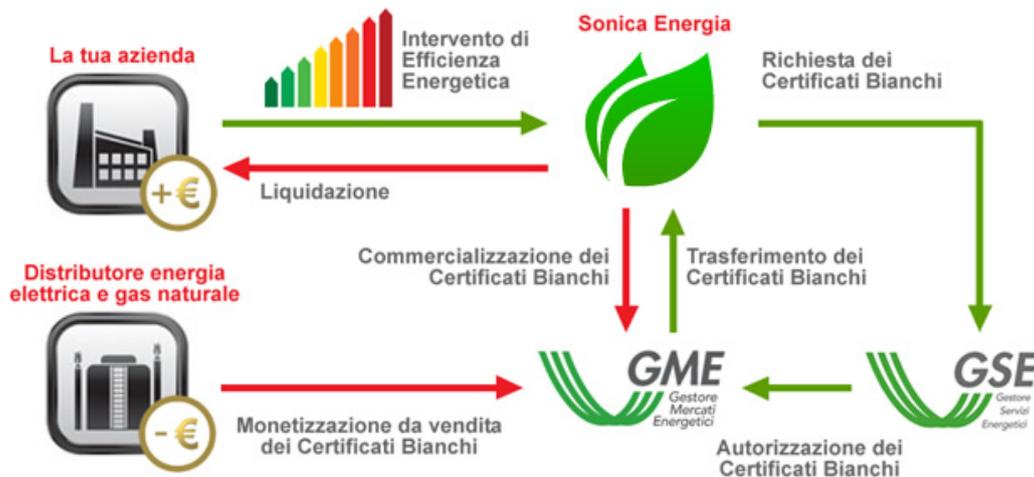
**2009 – Impegno finanziario per il clima.** Alla Cop15 a Copenaghen, i paesi sviluppati assumono l'impegno di mobilitare congiuntamente – a partire dal 2020 – risorse pari a 100 miliardi di dollari all'anno. Tali risorse finanziarie serviranno ad assistere i paesi in via di sviluppo nell'attuazione di misure di mitigazione e di adattamento.

**2011 – Intesa su una nuova piattaforma per negoziare un accordo post-2020.** Le Parti della UNFCCC lanciano l'Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action (ADP), un organo sussidiario della Convenzione con il mandato di giungere a un nuovo accordo vincolante che, a partire dal 2020, regoli le emissioni di gas serra per tutti i paesi entro il 2015. Congiuntamente ci si accorda per un secondo periodo di riduzione sotto il Protocollo di Kyoto (che verrà formalmente adottato l'anno successivo).

**2012 – Adozione dell'Emendamento di Doha.** Le Parti aderenti al Protocollo di Kyoto adottano, attraverso un emendamento, il secondo periodo di impegno per i paesi industrializzati dal 2013 al 2020. I paesi interessati si impegnano a ridurre le loro emissioni di almeno il 18 per cento rispetto ai livelli del 1990 entro il 2020.

**2014 – Intesa sulla “Lima Call for Climate Action”.** La Cop 20, riunita a Lima, riafferma la necessità che tutti i paesi presentino entro il primo quadrimestre del 2015, o comunque prima della conferenza di Parigi del 2015, il contributo nazionale di riduzione di emissioni per il nuovo accordo, che dovrà essere concentrato sulla mitigazione ovvero sulle riduzioni/limitazioni delle emissioni di gas serra e che potrà contenere anche eventuali azioni di adattamento. Tali contributi dovranno essere chiari, trasparenti e contenere informazioni quantificabili.

## 5.2 I Certificati Bianchi:



Sono detti anche titoli di efficienza energetica (TEE), attestano il conseguimento di risparmi energetici attraverso l'applicazione di tecnologie e sistemi efficienti. Tali titoli sono emessi dal gestore del Mercato elettrico GM in base ai risparmi conseguiti e certificati dall'autorità.

Ogni certificato equivale a risparmi di 1 Tep (Unità convenzionale di tonnellate di petrolio equivalente valido per tutte le fonti di energia tenuto conto del loro potere calorifero).

Ogni anno vengono fissati obiettivi di risparmio energetico e a distributori di energia elettrica e gas obiettivi consistenti nel tempo, raggiungibili tramite interventi presso i consumatori finali (esempio caldaia condensazione, isolamento, sostituzione infissi, lampadine ad alta efficienza) o anche a livello industriale per aumentare l'efficienza dei processi industriali. Per dimostrare di aver raggiunto risparmio energetico e quindi non avere sanzioni il distributore deve consegnare l'autorità numero di TEE equivalenti all'obiettivo obbligatorio. Sta all'autorità valutare risparmio energetico conseguiti dei singoli interventi e autorizza il gestore del mercato energetico l'emissione di certificati.

L'Italia è la prima al mondo da applicare questo strumento alla promozione dell'efficienza energetica negli usi finali e seguita poi in seguito ad approfonditi studi di analisi della commissione europea, all'agenzia internazionale per l'energia e di un numero significativo di paesi europei ed extra europei.

Mediante la direttiva 32/2006 la commissione europea esplicitamente indicato i certificati bianchi come gli strumenti che gli Stati membri possono utilizzare per contenere i consumi energetici del 9% al 2016. La direttiva prevede che il 2021 la commissione valuterà l'opportunità di introdurre un mercato europeo dei certificati bianchi. Ad oggi solo la Francia ha introdotto un sistema simile a quello italiano. Anche la Polonia ha un meccanismo simile.

Il mercato dei titoli: in alternativa gli interventi di risparmio energetico distributori possono scegliere di soddisfare gli obblighi a carico loro acquistando da terzi e titoli di efficienza energetica. La compravendita dei titoli avviene attraverso un contratto bilaterale o tramite il mercato di efficienza energetica, organizzato e gestito dal gestore Del mercato energetico sulla base di regole stabilite nel 2006 dall'ente Isa con autorità. Il contributo delle tariffe: l'autorità determina ogni anno il contributo attualmente è di 100 € per ogni TPE è finanziato tramite un piccolo prelievo delle tariffe di distribuzione energia elettrica e gas in modo che la gravi sulla bolletta se inferiore al beneficio economico complessivo derivante dall'attuazione del meccanismo (da sei a 12 volte). Anche consumatori finali ne avranno beneficio.

Fonte: <http://www.gse.it/it/CertificatiBianchi/Pages/default.aspx>

## 5.3 Tassare la CO2



Una possibile soluzione è l'introduzione di una tassa sui combustibili fossili che emettono CO<sub>2</sub>.

La Carbon Tax

### 5.3.1 Che cos'è la carbon tax:

La **carbon tax** è la tassa sulle risorse energetiche che emettono CO<sub>2</sub> in atmosfera.

È un'ecotassa, il cui obiettivo è quello di inglobare i costi intrinseci degli effetti dei gas serra sull'ambiente che, secondo gli economisti, dovrebbe portare ad un'automatica regolamentazione del mercato.

Essendo indirizzata contro un comportamento negativo, è classificata come tassa Pigouviana (dal nome di Arthur Cecil Pigou che per primo propose una soluzione al problema dei costi pubblici).

L'UE ha discusso una Carbon Tax per i suoi stati membri, oltre ad una Emission Trading che si discosta dalla Carbon Tax poiché:

- il pagamento per le emissioni non è riscosso da un organo di governo
- il prezzo per unità di emissione non è fissato come nei sistemi di tassazione, ma piuttosto come un prezzo di mercato fluttuante.

**Nella teoria economica, l'inquinamento è considerato un'esternalità negativa** che rappresenta parte del costo sociale di produzione che non è compreso nel costo privato dei produttori. Il risultato è che le aziende considererebbero meno costoso inquinare che trovare altri mezzi di produzione perché non tutti i costi di produzione sono stati "internalizzati". Per risolvere questo problema, Pigou propose una tassa sulla merce, la cui produzione era la causa delle esternalità negative che riflettevano i costi di produzione sulla società, quindi internalizzando tutti i costi legati alla produzione di merci. La carbon tax è una tassa indiretta in opposizione alle tasse dirette, come le entrate fiscali.

Le esternalità sono la causa del fallimento del mercato poiché ostacolano l'uso efficiente del bene pubblico (in questo caso risorse ambientali) facendo cadere sulla società intera il costo ambientale "generato" dall'inquinatore.

### **Gli strumenti di politica ambientale:**

Sono meccanismi che impongono al soggetto inquinatore di osservare le richieste fatte dalle autorità di controllo.

Esse si dividono in 3 categorie:

- Strumenti volontari (es. Emas, ISO 14000) → Certificazione Ambientale
- Standard regolativi. Sono in genere suddivisibili in 4 tipologie standard di emissione, di processo, di qualità e di prodotto. Pur regolando standard di efficienza i limiti sono legati al fatto che non diversificano le diverse realtà e non costituiscono un incentivo all'attuazione di meccanismi virtuosi tali da ridurre drasticamente il problema.
- Strumenti economici. Rappresentano la modifica dei prezzi di beni e servizi per mezzo di azioni governative che impattano sui costi di produzione e consumo.

Si distinguono 2 tipologie di strumenti:

1) Gli incentivi/sovvenzioni/sussidi

2) Tasse: Preferite dagli economisti perché sono più eque e riducono le barriere all'entrata favorendo l'elasticità alla domanda.

A quest'ultima categoria appartiene anche la Carbon Tax. Lo scopo di una Carbon Tax è quindi sia finanziario che ambientale.

### **Propositi economici**

Assumendo le esternalità negative associate alla produzione di CO<sub>2</sub>, una tassa globale sulle emissioni di anidride carbonica provocherebbe miglioramenti sull'efficienza economica in proporzione al miglior utilizzo delle entrate. Il raggiungimento degli obiettivi desiderati con l'introduzione di una Carbon Tax impone che questa venga applicata a livello macro e associata ad altri meccanismi virtuosi quali l'Emission Trading. Al contrario, se ad esempio gli USA imponessero una Carbon Tax, molte industrie ad alto consumo energetico migrerebbero semplicemente in nazioni senza Carbon Tax, e molte di queste sarebbero Stati in via di sviluppo che sono attualmente drammaticamente meno efficienti dal punto di vista

energetico. Questo provocherebbe semplicemente una sostanziale stagnazione economica degli Stati Uniti senza miglioramenti nelle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Molti economisti ritengono che una Carbon Tax imposta su una base meno che globale avrebbe tutt'al più un impatto nullo sulle emissioni inquinanti mondiali e causerebbe semplicemente la stagnazione economica dei Paesi che la imponessero, serve quindi un coordinamento a livello mondiale basato su accordi politici ed economici.

**Dalla Carbon Tax saranno esclusi settori già compresi nell'Emission Trading Scheme**, mentre gli altri settori saranno coinvolti nella logica "chi inquina paga". I proventi della Carbon Tax andranno destinati al sostegno degli investimenti pubblici e privati nella riduzione dell'intensità di Carbonio nell'economia, anche attraverso il potenziamento del "Fondo Rotativo del Protocollo di Kyoto".

Tale meccanismo rappresenterà un valido incentivo per il raggiungimento del Piano 20-20-20, (Ridurre le emissioni di gas serra del 20 %, alzare al 20 % la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili e portare al 20 % il risparmio energetico: il tutto entro il 2020).  
rappresentante l'obiettivo europeo per il post Kyoto.

**La roadmap europea** è volta all'affermazione del ruolo trainante del Vecchio Continente in tema di economia ambientale e punta al superamento degli obiettivi standard elevando l'obiettivo al 2020 ad una riduzione di CO<sub>2</sub> del 25%, del 40% al 2030, del 60% al 2040 e dell'80% al 2050 rispetto ai livelli del 1990.

La Carbon TAX, oltre ad altri strumenti come i certificati Bianchi, potrebbe essere lo strumento efficace per la lotta ai cambiamenti climatici.

La CO<sub>2</sub> più importante gas ad effetto serra. La CO<sub>2</sub> è immessa in atmosfera dalla combustione delle fonti fossili di energia – carbone, petrolio, gas naturale.

Con la Carbon tax verrebbero tassate le fonti di energia attualmente più utilizzate. L'utilizzo delle fonti cosiddette pulite – vento, sole, idro e il nucleare non generano direttamente CO<sub>2</sub>: come tali esse non sono soggette a questa forma di tassazione.

L'anidride carbonica, come altri gas, è un gas clima-alterante.

Grazie alle conoscenze scientifiche sui danni dei cambiamenti climatici che sempre più vanno consolidandosi e facendosi più precise a motivare la necessità di adottare delle politiche di riduzione delle emissioni di gas-serra, di cui la Carbon tax, insieme agli schemi di scambio dei permessi di emissioni, o i certificati bianchi ne sono un esempio. Circa tre quarti delle emissioni globali di CO<sub>2</sub> sono legate ai combustibili fossili, i quali a loro volta contano per circa l'85% dei consumi mondiali di energia.

Nonostante la crescente recente penetrazione delle fonti rinnovabili e la quota minima del nucleare, la crescita economica mondiale è ancora purtroppo oggi fortemente legata ai combustibili fossili, quindi andrebbe a colpire il maggior responsabile ad oggi.

La Carbon tax ha cominciato a divenire oggetto di considerazione e dibattito in concomitanza con la crescente presa di coscienza circa il fenomeno dei cambiamenti del clima. A livello internazionale ed istituzionale possiamo datare questo momento con gli inizi degli anni '90, in particolare con l'istituzione dell'IPCC (1988), la pubblicazione del suo primo rapporto (1990) e la costituzione dell'UNFCCC durante l'Earth Summit di Rio de Janeiro (1992).

La carbon TAX è stata poi oggetto di attenta considerazione da parte della Commissione europea fino dal 1991. Nonostante le motivazioni e i vantaggi di questo strumento di politica ambientale siano solidi e noti da tempo agli economisti, sebbene sia stata e sia tuttora oggetto di attenzione da parte di esperti e di policy makers, la tassazione del carbonio è oggi solo applicata a livello nazionale, particolarmente in Europa e in maniera ancora poco efficace ovunque.

Quando ciò è stato fatto le aliquote sono state fissate a livelli relativamente contenuti ed hanno previsto esenzioni per molte industrie energivore per i motivi prima citati. Più in generale, diversi paesi OECD (**Organizzazione per la cooperazione economica europea**) hanno adottato forme di tassazione dei prodotti energetici e dei veicoli a motore che solo indirettamente sono legate al contenuto di carbonio e quindi alle emissioni di CO<sub>2</sub>.

### **5.3.2 Esternalità ambientali e motivazioni economiche della Carbon Tax**

La Carbon tax è una forma specifica di tassazione dell'inquinamento. La teoria economica considera l'inquinamento (dell'aria, dell'acqua, del terreno, ecc.) un'esternalità negativa.

Gli economisti distinguono fra due forme di esternalità.

- Positiva è qualcosa che avvantaggia la società, ma dal quale il produttore non può completamente trarre dei guadagni.
- Negativa invece non costa al produttore nulla, ma è costosa alla società.

Un esempio di esternalità positive possono essere il mantenimento dell'ambiente o la ricerca ambientale. Un ambiente più pulito certamente crea vantaggi la società ma non aumenta direttamente i profitti per l'azienda responsabile di esso (è normalmente un costo). Inoltre, la

ricerca ed i nuovi guadagni che l'azienda responsabile di essi non può completamente capitalizzare.

Le esteriorità negative, che in generale sono molto più comuni, sono ad esempio l'inquinamento. Un'azienda che inquina non perde soldi, ma la società prende carico di questi costi facendo cura del problema causato dall'inquinamento. Il problema quindi è che le aziende non misurano completamente i costi economici delle loro azioni, esse infatti non devono sottrarre questi costi dai loro redditi. Ciò può condurre ad inefficienze.

Poiché né il mercato né gli individui privati sono tenuti a impedire questa inefficienza nell'economia, va regolamentata e quindi i governi coordinati a livello mondiale devono intervenire.

L'obiettivo di base dei governi dovrebbe essere quello di forzare le aziende a internalizzare costi esterni. Ciò significa che se l'inquinamento di una azienda genera dei costi, i governi dovrebbero forzare l'azienda a pagare quel costo.

La parte più rilevante di queste esternalità è l'incremento permanente dell'emissione di CO<sub>2</sub> (principalmente da traffico privato e dal settore dei trasporti, che causa cambiamento globale del clima effetto serra).

Il problema dei costi ambientali nel mercato esteri inoltre è fortemente legato alle norme di scambio globale.

Contrariamente al pensiero neoclassico dominante un grande numero di economisti ecologici precisa che le strategie commerciali di liberalizzazione sono un motivo affinché i produttori massimizzino l'esternalità dei costi ambientali per trarne vantaggi assoluti.

Questa esternalizzazione si presenterà ovviamente con maggiore consistenza in quei paesi con poche norme ambientali. La metodologia della contabilità del flusso di materiale, sviluppata all'istituto Wuppertal in Germania, permette una quantificazione delle esternalità ambientali in termini fisici (tonnellate) tenendo anche conto dei "flussi nascosti" di un prodotto che sono definiti come la somma di tutti i materiali che non sono inclusi fisicamente nel prodotto economico in considerazione, ma che sono stati necessari per la produzione, l'uso, il riciclaggio e l'eliminazione. Questi flussi nascosti non entrano direttamente nel sistema economico, ma sono riconosciuti come esternalità ambientali.

Nelle moderne economie di mercato chi svolge attività di produzione o consumo che genera inquinamento (emissioni di CO<sub>2</sub> in questo caso) non sostiene il costo sociale del danno ambientale causato. "Chi inquina paga", la tassazione ambientale ha precisamente lo scopo di "internalizzare" il costo dell'esternalità, andando ad aggiungere ai costi privati che il produttore deve sostenere (o al prezzo che il consumatore deve pagare).

Le esternalità sono, come dicono gli economisti, una causa di fallimento del mercato poiché non viene attribuito un prezzo ad un bene/male. La Carbon tax è perciò un metodo per attribuire un prezzo al carbonio. Nel caso specifico della Carbon tax, dunque, chi utilizza per ragioni di produzione (per esempio, di elettricità) o di consumo (per esempio, per mobilità o riscaldamento) fonti di energia la cui combustione genera emissioni di anidride carbonica provoca un danno esterno per l'intera collettività mondiale – generazioni presente e future – dovuta alle alterazioni del clima che ciò innesca.

Gli effetti oggi purtroppo sono già pagati dai danneggiati, anziché dai diretti responsabili.

L'economista Arthur Pigou per primo propose una soluzione economica al problema delle esternalità ambientali negative. Nel 1932 egli suggerì una tassa sulla merce la cui produzione genera tali esternalità, l'aliquota doveva essere pari al costo del danno marginale causato in corrispondenza del livello ottimo di inquinamento.

Da qui si possono avere 2 importanti risultati:

- 1) la tassa proporzionale alle unità di fonte inquinante costituisce un aumento dei costi che induce il produttore a contenere il livello di inquinamento/emissioni rispetto al caso non regolato;
- 2) se la tassa è fissata come descritto, questo livello di inquinamento è quello socialmente ottimo (ovviamente impossibile azzerarlo) tenendo conto dell'esigenza di produrre servizi energetici con quella di contenere le emissioni inquinanti.

### **5.3.3 Base imponibile e aliquota della Carbon tax:**

Quanto ipotizzato da Pigou è teoricamente chiaro, ma la sua traduzione in pratica risulta molto difficilmente applicabile. Per ogni livello di inquinamento/emissione, infatti, è assai difficile conoscere o potere stimare il costo del danno ambientale, specialmente quando si tratta di un fenomeno globale come i cambiamenti climatici i cui impatti che, come già ampiamente commentato, si diffondono e variano nello spazio e nel tempo.

Gli economisti del clima ricorrono tipicamente a simulazioni di modelli economico-climatici che sotto differenti ipotesi di stabilizzazione delle concentrazioni di gas-serra (450ppm, 550ppm, 650ppm) producono sentieri ottimali di valori dell'aliquota fiscale.

Poiché, per quanto detto, tali impatti sono destinati a diventare più gravi nel tempo, tali aliquote crescono progressivamente nel tempo (nel caso di stabilizzazione a 450ppm, secondo l'economista Richard Tol, la Carbon tax dovrebbe mediamente salire da 102 \$/tCO<sub>2</sub> nel 2020

a 4004 \$/tCO<sub>2</sub> nel 2100). Nella pratica sono i governi nazionali a definire base imponibile ed aliquote.

I governi dovrebbero decidere:

- Quali combustibili o fonti tassare. Comunemente le Carbon tax sono imposte su carburanti e altri prodotti petroliferi, carbone e gas naturale. Certe industrie, come vedremo più sotto, sono spesso esentate o caricate di aliquote ridotte.
- Introdurre una tassazione upstream o downstream.

Tassare le fonti a monte può fornire un modo amministrativamente efficiente per raccogliere i ricavi fiscali, mentre tassare a valle fonti come elettricità e di gas possono un segnale più diretto ai consumatori. Le aliquote fiscali variano da giurisdizione a giurisdizione, in parte secondo la loro funzione.

Il gas naturale è di norma tassato meno rispetto ai derivati del petrolio e a loro volta del carbone. Ma la scelta del livello di aliquota è da imputarsi a ragioni mere di bilancio. Questo fatto le rende meno tasse sul carbonio e più tasse semplicemente indirette. Alcune delle aliquote più alte sono comunque state imposte in Europa: in Svezia l'aliquota standard equivale a 105 \$/tCO<sub>2</sub> (per l'industria essa scende a 23\$), la tassa sulla benzina in Norvegia corrisponde a 62 \$/tCO<sub>2</sub>, mentre in Finlandia l'aliquota è pari a \$30.

Dal momento che la Carbon tax attribuisce un costo al carbonio emesso, essa è uno strumento di prezzo (gli standard e le misure di "comando e controllo" sono invece strumenti di quantità) e un riferimento può essere costituito dal prezzo dei permessi di emissioni nei sistemi di cap-and-trade: tale meccanismo prevede due passi:

- **Cap:** fissa un limite massimo alle emissioni, limite che ovviamente di anno in anno va in calando (cioè diventa sempre più stringente);
- **Trade** prevede che il governo, l'autorità (che dovrebbero essere mondiali, se no il problema è che le emissioni non rispettano i confini di stato!) distribuisca un certo quantitativo di "azioni" che non sono altro che "autorizzazioni ad inquinare"; in tal modo le aziende virtuose potranno usare meno di tali buoni, e venderli ad altre aziende meno virtuose che, per poter continuare ad operare, dovranno acquistare il cosiddetto "diritto ad inquinare" (o a produrre CO<sub>2</sub>). come l'ETS europeo **Sistema di scambio di quote di emissione dell'Unione Europea o I certificati Bianchi.**

Il Sistema per lo scambio di quote emissione di gas a effetto serra dell'UE (European Union Emissions Trading Scheme - EU ETS) è una delle principali misura dell'Unione Europea per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra nei settori industriali a maggior impatto sui cambiamenti climatici.

Nella proposta francese, con riferimento al prezzo iniziale dei permessi sull'ETS della UE, l'aliquota era di circa 25\$/tCO<sub>2</sub>. Per contro, alcuni tra i tassi più bassi sono vigenti in California. Altri paesi che hanno unilateralmente introdotto forme di tassazione del carbonio includono British Columbia, Cile, Islanda, Giappone, Messico, Sud Africa, Svizzera.

#### **5.3.3.1 Tasse dirette e indirette:**

**Le imposte dirette** sono quelle che colpiscono una manifestazione immediata della capacità contributiva del soggetto passivo: sono, ad esempio, imposte che colpiscono il patrimonio o il reddito.

**Le imposte indirette** sono tutte quelle imposte che non colpiscono i guadagni prodotti da una persona, ma quelle somme di denaro che vengono spese in qualsiasi modo. Sono due gli esempi che si possono fare riguardanti questa imposta ossia l'iva e le accise sulla benzina. L'iva è una imposta che viene applicata su ogni oggetto, servizio offerto all'interno dello stato o dallo stato italiano.

#### **5.3.4 Svantaggi e vantaggi della Carbon tax:**

Come qualsiasi altra iniziativa anche la carbon tax ha vantaggi e svantaggi:

#### **5.3.5 Carbon Tax: una tassa indiretta**

Come detto la Carbon tax è una tassa indiretta, e come tale regressiva, una caratteristica condivisa da tutte le tasse sull'energia. Il maggiore onere sui consumatori a basso reddito rispetto ai ceti più abbienti costituisce un'importante considerazione nel disegno di queste forme di tassazione e ne costituisce anche una tipica criticità. Poiché gli aspetti di equità sono sempre molto importanti in materia fiscale spesso la tassazione ambientale, è assolutamente necessario che sia accompagnata a misure di compensazione a favore dei gruppi sociali più vulnerabili, come pensionati, disoccupati e famiglie a basso reddito. Questo è il caso di tasse sui combustibili per il riscaldamento o sull'elettricità che tendono ad essere regressive (Imposta il cui ammontare aumenta in misura meno che proporzionale all'aumentare della *base imponibile*). Nel complesso, tuttavia, si è visto che l'IVA tende ad essere tre volte più regressiva delle tasse ambientali nel loro complesso.

Va tenuto conto inoltre tasse sui carburanti e sui veicoli si rivelano in realtà progressive, dal momento che contribuenti con redditi elevati tendono a guidare mezzi più costosi, più performanti e quindi più "assetati" di carburante rispetto a persone con redditi bassi.

### 5.3.6 Re-investimento della Carbon TAX:

Esistono diversi modi per mitigare gli effetti negativi della regressività:

I ricavi della Carbon tax possono essere infatti riciclati sostanzialmente in tre modi, finanziando:

- 1) Programmi di mitigazione delle emissioni (fonti rinnovabili, efficienza energetica), distribuendo ad esempio incentivi per acquisto di auto più ecologiche o interventi di efficientamento delle abitazioni.
- 2) Programmi di riduzione delle tasse sul reddito.

Per esempio, il Governo della British Columbia prevede un “climate action tax credit” una riduzione cioè del 5% delle aliquote di tassazione personale sul reddito dei primi due scaglioni. In Francia il Presidente Sarkozy aveva previsto un piano per restituire tutti i ricavi alle famiglie e alle imprese attraverso una riduzione delle tasse sul reddito o attribuendo un “green check”

- 3) Riduzioni del deficit pubblico o degli oneri sul debito pubblico.

La scelta della modalità è legata agli obiettivi complessivi che il Governo persegue e alla sua accettabilità politica. Gli economisti chiamano “doppio dividendo” la possibilità che la tassazione ambientale consenta ad un tempo di migliorare l’ambiente e di contribuire ad aumentare i livelli occupazionali mediante un opportuno utilizzo del gettito fiscale. La letteratura economico-ambientale ha di recente dedicato un crescente interesse a questa ipotesi, particolarmente rilevante per i paesi europei caratterizzati da mercati del lavoro scarsamente flessibili. Gli studi teorici ed i risultati di indagini quantitative inducono a ritenere che provvedimenti fiscali di questo tipo possano effettivamente raggiungere il doppio obiettivo ambientale ed occupazionale. Interventi a riduzione dei contributi sociali gravanti sul costo del lavoro a fronte dell’introduzione di forme di tassazione dell’energia e della CO<sub>2</sub> sono stati operati in Danimarca (1994), Olanda (1996), UK (1996), Finlandia (1997), Germania (1999) e nella proposta italiana (1999).

Questi interventi sono normalmente gli assi portanti delle proposte di “riforma fiscale ambientale” discusse soprattutto in sede europea. Se nel breve periodo la Carbon tax offrirebbe il duplice vantaggio di indurre un più efficiente uso dell’energia e di riorientare la scelta di consumo verso fonti pulite alterando i prezzi relativi delle varie fonti, in una prospettiva di più lungo termine essa fornirebbe l’incentivo a investire in tecnologie cui siano associate emissioni più basse se non addirittura nulle.

4) Ricerca: Questa azione può essere rafforzata da un utilizzo dei proventi della tassa a favore di incentivi e sussidi alla ricerca e all'adozione di nuove tecnologie pulite e di programmi di efficientamento energetico.

### **5.3.7 Rischi Di Leakege:**

Le Carbon tax hanno un impatto anche sul business. Le imprese possono manifestare ostilità nei confronti di questa forma di tassazione lamentando un aggravio dei costi dell'energia specie per industrie cosiddette energivore (produzione e alla lavorazione di metalli, vetro, plastica e carta, petrolchimiche, elettriche) e da quelle industrie molto esposte alla concorrenza internazionale soprattutto da parte di realtà dove la politica ambientale è più debole o completamente assente. In questo caso il rischio, o spesso la minaccia, è quella del cosiddetto Carbon leakage. Alcune aziende potrebbero decidere di delocalizzare gli impianti a causa dei più alti costi del carbonio.

La soluzione prevista dai policy makers in questo caso consiste nella totale esenzione o più spesso nella concessione di aliquote fiscali ridotte. In Svezia, come già accennato sopra, l'aliquota per l'industria si riduce ad un quarto da 105 \$/tCO<sub>2</sub> a 23 \$/tCO<sub>2</sub>, mentre in Danimarca le imprese che sottoscrivono con il Ministero dei trasporti e dell'energia accordi di risparmio energetico possono pagare tasse ridotte.

Negli ultimi anni si è andata intensificando la discussione su misure che potrebbero essere adottate per indurre paesi che non l'hanno a dotarsi di tasse sul carbonio. Si tratta soprattutto dei cosiddetti "Border tax adjustments", ovvero tariffe doganali sulle importazioni, sconti sulle esportazioni o obbligo per gli importatori di restituzione delle quote di carbonio per la quantità di CO<sub>2</sub> che viene emessa in conseguenza della produzione di un bene. Se da un lato non vi è ancora consenso tra gli economisti circa l'efficacia di una simile misura, dall'altro il WTO (**Organizzazione mondiale del commercio**) ad oggi non ha ancora emanato una normativa specifica relativa a forme di tassazione legate al clima di rilevanza per la libertà degli scambi commerciali.

### **5.3.8 Interazione e possibile coesistenza tra Carbon tax e altri strumenti.**

Gli schemi di scambio dei permessi d'inquinamento sono noti come cap-and-trade, tale meccanismo funziona attraverso un sistema di scambio delle emissioni di anidride carbonica (*Trade*) tra le imprese e tra i paesi, cercando di mantenere sempre un livello massimo generale

(*Cap*) che non deve essere superato. Di conseguenza, non è più importante chi emette e quanto emette finché il livello globale delle emissioni rimane sotto il limite massimo.

Da un punto di vista amministrativo introdurre e gestire una tassa sul carbonio è probabilmente più semplice, mentre uno schema di scambio di permessi è un meccanismo più adatto ai lavori, non contiene la parola “tassa” pur perseguendone gli stessi fini, privo di un supporto pubblico a causa della sua ambiguità. È stato osservato come la tassa abbia il vantaggio, rispetto all’altro strumento, di fornire un segnale di prezzo alle imprese che consenta loro di pianificare a lungo termine strategie e investimenti in tecnologie a basso contenuto di carbonio, visto che le tecnologie energetiche sono di vita lunga o molto lunga. Di contro, queste stesse imprese soffrirebbero la volatilità dei prezzi del carbonio che si potrebbe verificare nei meccanismi di cap-and-trade. Si aggiunga infine che la tassa genera sempre ricavi fiscali da utilizzare, mentre gli scambi di permessi generano entrate solo quando la loro distribuzione iniziale avviene mediante asta, pratica che raramente è stata finora pienamente utilizzata. In ogni caso la Carbon tax e il cap-and-trade non vanno visti come strumenti alternativi per ridurre le emissioni, ma complementari, come in molte realtà sta già avvenendo o presto avverrà.

### **5.3.9 Carbon Tax in Europa**

L’esperienza europea Finlandia (1990), Svezia (1990), Norvegia (1991) e Danimarca (1992) sono stati i primi paesi ad avere introdotto tasse finalizzate alla riduzione delle emissioni di anidride carbonica. In concomitanza sono stati varati pacchetti di riduzione delle tasse sul reddito così da rendere le tasse sul carbonio complessivamente neutre rispetto al bilancio pubblico. Questa tendenza è stata seguita dai Paesi Bassi (1996), Slovenia (1997), Germania (1998) e Regno Unito (2000). Mentre quest’ultimo ha introdotto una vera e propria “climate change levy” sui combustibili fossili, la Germania ha scelto di aumentare lo spettro delle sue tasse sull’energia come parte di una “riforma fiscale ambientale”. Svizzera e Irlanda si sono aggiunte rispettivamente nel 2008 e 2010.

### **5.3.10 Carbon tax in Italia**

La carbon Tax è stata introdotta nel 1998 ma non ha mai visto concreta attuazione. Inserita nella Legge Finanziaria per il 1999 con l’obiettivo di ridurre le emissioni inquinanti secondo gli impegni assunti dall’Italia a Kyoto nel 1997, essa prevedeva aliquote più pesanti su carbone rispetto a olio combustibile e diesel e quindi a gas naturale, inizialmente basse nel 1999 e decisamente più elevate nel 2005. Ma l’aspetto di originalità per quel tempo era la previsione secondo cui, del previsto gettito di oltre 2000 miliardi di lire per il 1999, oltre il

60% dovesse essere impiegato per ridurre il costo del lavoro tramite la riduzione degli oneri sociali. Mentre il 31% sarebbe stato destinato a misure di compensazione, il restante 8.4% era finalizzato a finanziare progetti di miglioramento dell'efficienza energetica. In molti paesi la tassazione energetica è stata ampiamente sperimentata, tipicamente quella sui carburanti, ma con motivazioni di budget e raramente con un'esplicita finalizzazione alle emissioni.

Un importante esempio è la tassazione energetica a livello UE secondo la Direttiva 2003/96/EC. I prodotti energetici sono tassati solo quando usati come carburanti e per riscaldamento. La tassazione si applica all'elettricità sebbene varie esenzioni possono essere previste dai Paesi membri. Sono esclusi gli usi di prodotti energetici come materie prime in processi di riduzione chimica, elettrolitici, metallurgici e mineralogici. Il livello di tassazione non può essere inferiore alle aliquote minime fissate dalla Direttiva (i minimi sono più alti nei trasporti che nel riscaldamento), i biocombustibili possono essere esentati mentre la base imponibile sono i volumi nel caso degli oli minerali e il contenuto energetico nel caso di carbone, gas ed elettricità. Alla luce dell'introduzione nel 2005 dell'ETS e nel 2008 dei nuovi target di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> del pacchetto 20-20, che prevedono obblighi nazionali differenziati di riduzione nei settori non coperti dall'ETS, nel 2011 la Commissione ha avanzato una proposta di revisione della direttiva del 2003. La tassa dovrebbe basarsi in parte sul contenuto energetico e in parte sul contenuto di CO<sub>2</sub>. Le aliquote minime sarebbero introdotte per stadi fino al 2018: la parte sull'anidride carbonica pari a 20€/tCO<sub>2</sub> al 2013 mentre la tassa sul contenuto energetico crescerebbe a 9.6€/GJ entro il 2018. In questo modo la tassa sarebbe "technology neutral" e fornirebbe un incentivo a risparmiare energia a prescindere dalla fonte. A differenza della direttiva vigente, verrebbe introdotto un segnale verso la riduzione della CO<sub>2</sub> e un incentivo allo sviluppo di mercati per le energie alternative. La bozza di direttiva introdurrebbe uno schema europeo di tassazione del carbonio e metterebbe sotto controllo una sufficiente quantità di emissioni al di fuori di quelle di pertinenza dell'ETS. La tassazione sarebbe complementare all'ETS, così da evitare un onere doppio sulle imprese e riguarderebbe settori e imprese che per dimensione sono esclusi dall'ETS. Dopo un lungo processo e nonostante la determinazione della Commissione, intensa è stata l'opposizione di alcuni Stati membri, particolarmente dell'Est europeo come Polonia e Romania. Dal momento che in materia fiscale è richiesta l'unanimità di voto, alla fine nel 2015 la Commissione europea ha ritirato la sua proposta di riforma.

### 5.3.11 Futuro della Carbon tax ed interazioni con i cambiamenti climatici:

I cambiamenti climatici, la cui lotta è il fine ultimo di strumenti come la Carbon tax, sono un fenomeno globale, le cui cause e i cui impatti riguardano l'intero pianeta con tutte le sue nazioni. E' chiaro dunque che un contrasto efficace si può ottenere solo attraverso un'azione coordinata. Il problema è che i costi e gli sforzi non sono distribuiti in modo uniforme tra i paesi: questi saranno perciò disposti a partecipare ad un accordo se i benefici netti percepiti saranno per ciascuno positivi. Data la natura di bene pubblico della lotta ai cambiamenti climatici, ciascun paese individualmente non vorrà sostenere i costi di politiche di cui beneficerebbero anche altri partner che non avessero fatto la loro giusta parte.

Questo effetto, noto come free riding, indurrà ciascun paese perciò a non fare nulla o poco o comunque non quanto sarebbe da parte sua necessario. Il risultato sarà insoddisfacente per tutti: tutti potrebbero stare meglio ma finiscono per stare peggio, un classico esempio di "tragedia dei Commons" di cui faccio un breve riepilogo:

#### **Tragedia dei Commons:**

Nel 1833, l'economista inglese William Forster Lloyd pubblicò un opuscolo nel quale fece l'esempio dei pastori che dividevano un appezzamento di terreno comune su cui ciascuno di essi aveva il diritto di lasciare pascolare le loro mucche. Nei villaggi inglesi, come anche nei paesi di montagna dell'Europa continentale, capitava che i pastori portassero a brucare le loro pecore nelle aree comuni, anche se le pecore mangiano molta più erba rispetto alle mucche. L'autore suggerisce che la situazione possa giungere ad uno sfruttamento eccessivo del pascolo, perché ogni pastore è nella condizione di ricevere un beneficio scaricando il relativo danno sulla risorsa comune, e se ognuno di essi prendesse questa decisione individualmente razionale la risorsa comune potrebbe essere esaurita o addirittura distrutta, a scapito di tutti.

A livello internazionale, per di più, non esiste un'autorità sovranazionale con il potere di fare rispettare accordi e obbligare a perseguire politiche: l'accordo può solo essere volontario e deve risultare conveniente per ciascun paese. La percezione sempre più nitida dei danni dei cambiamenti climatici, favorita da crescente evidenza scientifica e da danni che già oggi cominciano a verificarsi, può essere l'elemento che porti ad un accordo globale quale quello che si è parzialmente ottenuto con l'accordo di Parigi. Molti economisti del clima, come William Nordhaus, si sono pronunciati a favore di una Carbon tax globale, uniformemente introdotta tra i paesi aderenti all'accordo, per i superiori vantaggi che essa avrebbe rispetto ad altre forme di intervento. I fatti però prendono forse un'altra direzione, e cioè quella di una

diffusione di sistemi nazionali o regionali di cap-and-trade che idealmente potrebbero essere successivamente collegati tra di loro, magari all'interno di un accordo sotto l'egida dell'ONU, così da finire per simulare un mercato dei permessi globale.

Se prevarrà un accordo globale, o se i paesi si limiteranno a dichiarare le proprie intenzioni (come con gli attuali INDCs) e ad implementarle unilateralmente, resta il fatto che uno strumento imprescindibile è rappresentato dalla tassazione del carbonio. Questa pare essere la direzione pressoché obbligata nella UE per i settori non-ETS: anche se gli Stati membri mantengono la titolarità della scelta degli strumenti più idonei, è auspicabile e necessario che vi sia un ripensamento a livello europeo rispetto alla proposta di riforma della direttiva sulla tassazione dell'energia così da fissare un terreno comune anche in questa materia e per i settori interessati. Anche in Italia è stata riconosciuta la necessità di rivedere la materia fiscale in questo ambito secondo la legge di delega fiscale del marzo 2014. L'obiettivo di "rivedere la disciplina delle accise sui prodotti energetici e sull'energia elettrica, anche in funzione del contenuto di carbonio e delle emissioni di ossido di azoto e di zolfo" non ha trovato al momento concreta attuazione a causa dello stop della riforma a livello europeo. E' degno di nota il riconoscimento esplicito da parte del Governo del proposito di destinare il gettito fiscale "prioritariamente alla riduzione della tassazione sui redditi, in particolare sul lavoro generato dalla green economy, alla diffusione e innovazione delle tecnologie e dei prodotti a basso contenuto di carbonio e al finanziamento di modelli di produzione e consumo sostenibili, nonché alla revisione del finanziamento dei sussidi alla produzione di energia da fonti rinnovabili". Combinando la crescente consapevolezza e diretta esperienza dei danni dei cambiamenti climatici, unita alla possibilità di riutilizzare il gettito fiscale per alleggerire il peso fiscale sul lavoro e più in generale sui cittadini, farebbe sì che la parola "tassa" possa e debba risultare meno indigesta alla classe politica (preoccupata del consenso elettorale) e alla classe imprenditoriale (giustamente preoccupata per i rischi di perdita di competitività).

Riferimenti Bibliografici: di Marzio Galeotti e Alessandro Lanza (Unimi)

## 5.4 Arthur Cecil Pigou

**Arthur Cecil Pigou** (Ryde, 18 novembre 1877 –Cambridge, 7 marzo 1959) è stato un economista inglese, conosciuto per il suo impegno nell'economia del benessere (considerato ancora oggi uno dei maggiori esponenti)



Pigou fu pioniere dell'economia del benessere: le "imposte pigouviane" (dette anche pigouviane), tasse utilizzate per correggere le esternalità negative, furono così denominate in suo onore.

**Cos'è l'imposta pigouviana?** Come intende portare all'equilibrio della **produzione efficiente** un'impresa? **Come abbiamo visto**, l'impresa non è una realtà che produce in un ambiente vuoto. Il riflesso delle sue attività si ha sia all'interno del proprio ambiente, così come all'esterno. Gli effetti positivi e negativi possono manifestarsi sia in senso economico stretto (variazione dei prezzi sul mercato), che in un senso economico più ampio. In questo secondo caso si parla di **esternalità**.

L'**esternalità negativa** è un costo che ciascuna impresa impone alla società (o ai singoli) per lo svolgimento della propria attività. In un sistema di mercato puro, questo costo non viene risarcito (si pensi, ad esempio, ai danni ambientali e allo sfruttamento del territorio). Al contrario, l'esternalità positiva è il vantaggio prodotto dall'attività della stessa impresa nei confronti di singoli e società, senza che essa ne tragga guadagno economico. L'imposta pigouviana è lo strumento attraverso il quale questi due elementi vengono introdotti nell'economia reale.

In termini di **economia politica**, quanto abbiamo detto si traduce in un **costo marginale sociale** che, a livello astratto, dovrebbe influenzare i volumi di produzione in modo da definire il punto di equilibrio della produzione efficiente.

Per fare in modo che ciò avvenga effettivamente, l'economista inglese **Arthur Cecil Pigou** ha teorizzato l'introduzione di una tassa (l'**imposta pigouviana**, appunto) che da una parte influisce sulla curva dei benefici marginali e dall'altra fornisce alla comunità un introito per sviluppare eventuali **politiche ambientali**, volte a limitare l'impatto sul territorio e la collettività della produzione industriale.

## 5.5 Gregory Mankiw

*Gregory Mankiw è uno degli economisti americani più influenti e produttivi, ed è stato consigliere della Casa Bianca.*



“Gregory Mankiw is a Harvard professor, one of the most influential economists in the world, and a Republican. He served as Chair of the Council of Economic Advisors under President George W. Bush, and advised both the 2008 and 2012 Mitt Romney campaigns for president.

And he thinks the US needs a carbon tax.

In an interview with National Geographic — conducted, incidentally, by actor Leonardo DiCaprio, who stepped into the role of science reporter for "Before the Flood" — Mankiw explained why he believes a carbon tax is the best option for curbing US emissions.

A "carbon tax" is actually a series of taxes that increases the cost of activities like burning coal or buying gasoline that pump carbon dioxide into the atmosphere.

"You want to tax bad activities that have negative effects on other people in society," he said. "We raised the price of cigarettes by putting a tax on cigarettes, people then consume fewer cigarettes."

Carbon dioxide is a key contributor to climate change —accounting for 80.9% of all US greenhouse gas emissions. It gets released into the atmosphere when fossil fuels, wood, and solid wastes burn, and absorbed by plants.

Scientists agree that human activity has caused atmospheric carbon dioxide to spike dramatically in the last half-century to levels not seen on Earth in 15 million years, leading to severe consequences the world over.

(Donald Trump, the chosen presidential nominee of Mankiw's party, does not seem to accept this observable reality.)

"I think trying to appeal to people's social responsibility [to reduce emissions] is really very very hard, because people have lives and they have lots of things to worry about. They don't want to think about climate change every time they do every decision. They can't," Mankiw said.”



“What a carbon tax does is it nudges them in the direction of doing the right thing,” he said. Di Caprio said he was surprised a Republican would support a new tax.

“Well one of the important things to keep in mind is that if you have a carbon tax, you can turn around and cut other taxes in response,” Mankiw said. “For example, the payroll tax. So,

this is a tax shift, rather than a tax hike.”

(fonte:<http://nordic.businessinsider.com/gregory-mankiw-harvard-professor-carbon-tax-2016-11/>)

Durante l'intervista contenuta all'interno del film “Before the flood” il Prof. Mankiw spiega quanto segue:

Egli sostiene che la carta stazione diretta del carbonio sia la soluzione. Si stabilisce un'imposta su ogni attività che immetta biossido di carbonio, le tasse alzano il prezzo dei prodotti e ne scoraggiano i consumi è un principio basilare dell'economia. L'idea è quella di tassare tutte le attività nocive che hanno ripercussioni negative sulla società.

Egli sottolinea che una situazione simile si è già verificato per le sigarette, aumentando il costo è diminuito il consumo. I cambiamenti climatici hanno costi su tutta la comunità. La carbon tax ci permette di scontrarci con questa realtà. Bisognerebbe far emergere un sentimento di responsabilità sociale ma ciò non è facile, perché le persone non possono pensare ai cambiamenti climatici ogni volta che accendo l'automobile perché hanno già tutti loro problemi, non possono sentirsi responsabile ogni volta che fanno una scelta, non si può riversare questa responsabilità interamente sulla popolazione.

### **Perché la carbon tax non è ancora entrata in vigore?**

La Carbon tax indurrebbe la gente a fare la cosa giusta. Aumentando le tasse sul carbonio si potrebbe utilizzare le risorse per diminuire ad esempio la tassazione sul lavoro.

Di Caprio durante l'intervista chiede se tutto ciò è realizzabile dal punto di vista politico, sottolineando che molti politici si ostinano a negare l'evidenza. Mankiw ritiene che i politici sono al servizio dei cittadini, i politici cambiano facilmente idea se l'opinione pubblica viene modificata. I politici cambiano idea in base a come cambiano i sondaggi, secondo il celebre economista i politici fanno esattamente ciò che vuole la gente. Facendo pressione sull'opinione pubblica, e convincendo il popolo i politici saranno costretti ad agire.

## 5.6 Leonardo Di Caprio e il film “Punto di non ritorno” (Before the Flood)

Leonardo Di Caprio, è un notissimo attore Hollywoodiano, Oscar al miglior attore 2016 è



noto anche per la sua sensibilità in campo ambientale, è ambasciatore Onu contro i cambiamenti climatici. Alla vigilia del summit sul clima, martedì a New York si incontreranno 125 capi di Stato e di governo, il segretario Ban Ki-moon ha nominato l'attore "messaggero di pace". Oggi oltre un milione di persone sono scese in piazza per "People's Climate

March", una marcia per difendere il pianeta, per chiedere politiche economiche, energetiche e sociali che tutelino il futuro della Terra. L'attore americano da anni è attivo nelle cause ambientaliste, nel 1998 ha dato vita alla Fondazione Leonardo Di Caprio in difesa delle aree del pianeta ancora rimaste selvagge. "Siamo a un punto di svolta nella storia - ha affermato Di Caprio - stiamo assistendo a rapidi cambiamenti climatici di cui ci viene data notizia ogni settimana".



E sulla nomina di ambasciatore commenta "spero di essere all'altezza del mio compito, che è un onore" Il numero Uno dell'Onu ha spiegato il perché della scelta ricaduta sulla star: "Mi trovo con il signor Di Caprio - ha detto Ban - perché voglio usare il suo potere per raffreddare la temperatura globale. Il pianeta Terra è piccolo e brucia e abbiamo bisogno di voci potenti. Il cambiamento climatico è una questione determinante. Più a lungo ritardiamo la nostra azione più costi dovremo pagare".

Punto di non ritorno Before the Flood, il documentario di Leonardo DiCaprio sul riscaldamento globale e sui suoi effetti sulla Terra è disponibile per tutti, gratuitamente, girato in collaborazione con il National Geographic, Before the Flood ha un solo protagonista: Leonardo DiCaprio che gira il mondo per capire e raccontare come il pianeta si sta riscaldando, quali sono le cause dei cambiamenti climatici e che cosa possiamo fare per arrestare questo processo.



Leonardo DiCaprio è molto attento ai temi del riscaldamento globale (ne ha fatto il fulcro del discorso di ringraziamento per l'Oscar e ha impiegato 3 anni per girare questo film.

## 5.7 Donald Trump:

Quella di Trump è una svolta dalle conseguenze imprevedibili, che potrebbe spingere altri Paesi a seguire la stessa strada e a dire addio a quegli impegni solennemente presi nel 2015 da 195 nazioni per tagliare drasticamente il livello delle emissioni inquinanti. "Gli Stati Uniti cominceranno a negoziare un nuovo accordo sul clima", ha detto Trump. "Vogliamo un accordo che sia giusto. Se ci riusciremo benissimo, altrimenti pazienza", ha aggiunto. Ci sarà quindi "la fine dell'applicazione degli impegni di riduzione", ha aggiunto, "e soprattutto" dei versamenti al Fondo verde per il clima "che costa agli Usa una fortuna".



Trump mantiene così un'altra promessa fatta in campagna elettorale. Fino a un certo punto, però: presupponendo un ritiro totale dall'accordo parigino, ci vorranno quattro anni per completare quell'iter e ciò significa che una decisione finale spetterebbe agli americani quando sceglieranno il loro prossimo Presidente nel 2020.

Dopo un dibattito acceso che ha praticamente diviso in due la Casa Bianca, ha vinto la linea dei conservatori capitanati da Scott Pruitt, l'amico dei petrolieri diventato numero uno dell'Agenzia per la protezione ambientale americana (Epa), e dallo stratega dell'estrema destra Steve Bannon. Sconfitti invece sono stati Gary Cohn, l'ex executive di Goldman Sachs diventato capo degli esperti economici della Casa Bianca e Rex Tillerson, segretario di Stato nonché ex CEO del colosso petrolifero Exxon mobil (che per altro voleva il rispetto dell'accordo sul clima). E il numero uno di Tesla, Elon Musk, ha ribadito che potrebbe uscire dal team presidenziale che si occupa dei cambiamenti climatici.

Già nelle dichiarazioni di Trump durante la campagna elettorale, intervenuto in una Città americana dichiara: "Oggi dovrebbero esserci 21°C invece fa freddissimo" dov'è il riscaldamento globale? Ne abbiamo bisogno.!

Ovviamente tale dichiarazione non ha nessuna validità statistica, una statistica è sensata se il campione rappresentativo è consistente. Basarsi sulla temperatura di una stagione in una località non ha nessun senso. L'evidenza scientifica invece ci dice che la temperatura media del pianeta è aumentata come è possibile evincere dal grafico sottostante.

## 6 Conclusioni

Circa un miliardo di persone al mondo, non hanno accesso all'energia e probabilmente anche essi ambirebbero ad uno stile di vita migliore. Inevitabilmente, se questi individui iniziassero ad avere un consumo pro-capite di energia come USA ed Europa, le conseguenze sarebbero catastrofiche.

Le Isole del Pacifico come le Fiji sono un paradiso a rischio, alcuni villaggi sono già stati evacuati, tutta la Florida e Miami sta spendendo ingenti risorse per imponenti opere di canalizzazione per evitare di essere sommersa nei prossimi decenni.

Il *global warming* è un fenomeno reale e concreto, il 97% dei climatologi sostiene che i cambiamenti climatici sono da imputarsi prevalentemente all'uomo e ai combustibili fossili, il restante 3% molti sostengono sia pagato da Società che fanno a capo della lobby del petrolio.

Oceani e Foreste tropicali hanno la capacità di assorbire la CO<sub>2</sub> ma abbiamo spinto l'ecosistema al limite e siamo vicini al limite del punto di non ritorno.

Le barriere coralline e la popolazione ittica stanno già scomparendo in molte aree del pianeta, la temperatura di alcune zone degli oceani e della terra è già invivibile. In alcune zone è ormai impossibile la coltivazione.

Il colore dei ghiacciai sta cambiando e, volgendo verso un colore più scuro, la variazione cromatica produce un maggiore assorbimento a scapito della riflessione ed innesca un processo di auto-riscaldamento. Il metano intrappolato sotto il permafrost si sta liberando e peggiora ulteriormente la situazione.

Gran parte della popolazione mondiale vive sulle coste, se fosse costretta a emigrare diventerebbe un problema di sicurezza e di competizione per lo sfruttamento delle risorse utili alla sopravvivenza, non solo un problema ambientale.

Ovviamente non è possibile eliminare istantaneamente lo stock impiantistico basato sui combustibili fossili. Infatti, la produzione generale non deve essere ridotta per evitare il collasso globale dell'economia. Inoltre, va considerato che l'economia di certi paesi si basa quasi essenzialmente sui combustibili fossili. Gli obiettivi di una drastica riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> potrebbero essere raggiunti in un orizzonte temporale di 50 anni al fine di permettere che le dinamiche sociali, economiche e tecniche si adattino.

Bisogna però intervenire in termini rapidi al fine di invertire il trend. Le piccole azioni individuali sono importanti ma i cambiamenti devono avvenire da scelte politiche, economiche mirate.

Servono azioni concrete e coordinate a livello mondiale, il riscaldamento globale e l'inquinamento sono una delle sfide più grandi che l'uomo dovrà affrontare, ma come ogni crisi ci possono essere una serie di opportunità, prime fra tutte la redistribuzione del reddito e l'aumento dell'occupazione.

Nel “Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2017” permette di capire come le **fonti rinnovabili**, oltre a costituire un alleato di fondamentale importanza nella lotta ai cambiamenti climatici, siano anche un'enorme opportunità di crescita economica.

La Carbon TAX e i Certificati Bianchi possono innescare un circolo virtuoso passando attraverso alla riduzione dei consumi energetici adottando strategie di efficientamento sia nel campo dell'edilizia che nel settore industriale favorendo impianti più efficienti e l'uso razionale dell'energia.

In Italia con le iniziative sull'efficientamento energetico degli edifici e la detrazione del risparmio energetico si sono fatti passi avanti ma occorre potenziare e favorire tali interventi.

Occorre poi intervenire, sugli impianti più energivori incentivando e promuovendo l'uso di processi meno inquinanti e meno disperdenti.

L'estate 2017 ha messo in evidenza un altro fenomeno legato al riscaldamento globale: la siccità, bisogna quindi intervenire anche sulla rete idrica nazionale per evitare gli sprechi di rete vecchia e inefficiente.

Anche gli ultimi due concetti possono tradursi in risparmi, riduzione inquinamento e occupazione

### **In conclusione**

Il global warming può e deve essere un'opportunità per l'inizio, per l'uomo e la terra ad una nuova era.

## **7 Bibliografia**

L'intera stesura è stata redatta con conoscenze proprie implementate con l'utilizzo di fonti reperite su internet di cui i riferimenti principali sono specificati nei vari paragrafi.

Il Cap 3 è stato scritto rielaborando ed estrapolando gli appunti dell'interessantissimo corso di Economia delle Fonti Energetiche da me frequentato tre anni fa presso il Politecnico.

Alcuni concetti sono stati ispirati dal film documentario “Before The Flood” di Leonardo Di Caprio.