

Facoltà di Ingegneria
CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA EDILE
**Sistemi domotici per l'edilizia
residenziale e pubblica**



Lezione 7

Multimedia e compressione dei file multimediali

Vittorio Miori

Rolando Bianchi Bandinelli



Laboratorio di domotica

Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo"
Consiglio Nazionale delle Ricerche

Legno e pietre le ho prese dagli altri
La struttura è mia

<http://www.corsodomotica.it>



Audio/video digitale

La rappresentazione e la
compressione dei file multimediali

Audio/video analogico e digitale

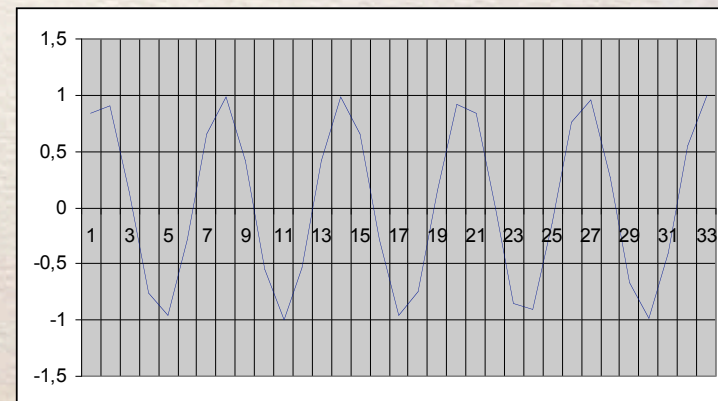
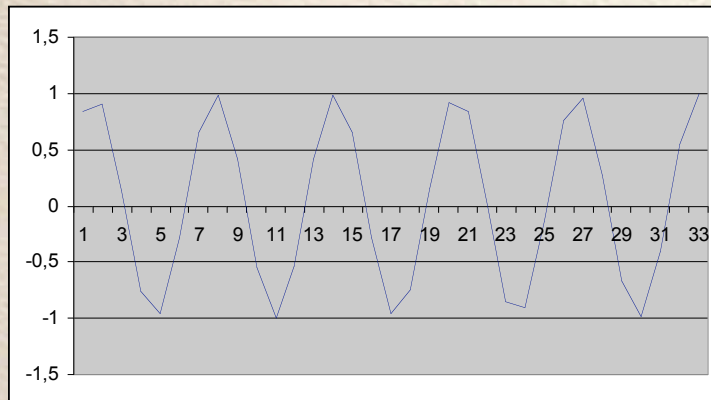
- In una abitazione si pone spesso il problema di trasportare audio e video
 - diffusione della musica in vari ambienti,
 - riproduzione di film in schermi disposti lontano dalla sorgente,
 - Mostrare le riprese del videocitofono,
 - Ecc.
- Talvolta si devono stendere appositi cablaggi per il trasporto di audio/video analogici;
- Talvolta si può usare un bus digitale esistente (bus domotico o bus TCP/IP) – audio/video digitali

Audio/video analogico e digitale

- Si rimanda ad altri corsi il trattamento dei segnali analogici
- Si prende in esame in questa parte il trattamento di segnali digitali e la loro compressione

Audio digitale

Considerando di dover descrivere in modo digitale l'onda che rappresenta un suono (figura di sinistra) possiamo disegnare una griglia (figura di destra) e considerare il valore dell'ordinata dei punti di incontro tra griglia e onda.



Audio digitale

Il campionamento

- La descrizione numerica dell'onda rappresentata nella figura precedente è mostrata sulla destra
- Dalla descrizione digitale è possibile risalire all'onda
- Risulta evidente che l'onda ricreata dalla descrizione digitale risulterà simile a quella di partenza quanto più
 - è fitta la griglia - > frequenza di campionatura
 - è precisa la misura dell'ordinata (maggiore numero di decimali o di bit) – > PROFONDITA'

1	0,841471
2	0,909297
3	0,14112
4	-0,7568
5	-0,95892
6	-0,27942
7	0,656987
8	0,989358
9	0,412118
10	-0,54402
11	-0,99999
12	-0,53657
13	0,420167
14	0,990607
15	0,650288
16	-0,2879

17	-0,9614
18	-0,75099
19	0,149877
20	0,912945
21	0,836656
22	-0,00885
23	-0,84622
24	-0,90558
25	-0,13235
26	0,762558
27	0,956376
28	0,270906
29	-0,66363
30	-0,98803
31	-0,40404
32	0,551427
33	0,999912

Audio digitale

- Per descrivere un'onda audio occorre quindi fornire i valori dell'ordinata dell'onda rilevata più volte al secondo
- Per una registrazione di altissima qualità si usano
 - decine di misurazioni al secondo (griglia fitta)
 - Misure accurate = numeri con molti decimali
- Un CD audio standard usa numeri di 16 bit e una griglia di 44'100 Hz (44'100 misure al secondo - massimo e minimo)

Perché 44.100 Hz?

- Per definire un ciclo di sinusoide occorrono almeno 2 punti (massimo e minimo)
- Il suono udibile va circa da 20 a 20.000 Hz [vedi curva di Fletcher & Manson]
- Per ascoltare 20.000 Hz occorrono quindi 40.000 punti.
- Se si perde anche solo un punto si perde parte della frequenza udibile. È stato aggiunto perciò a 20.000 Hz un semitono arrivando a 22.050 Hz e quindi 44.100 campioni

La dinamica

- La dinamica è la differenza tra il valore del volume massimo e di quello minimo di un programma sonoro
- La chitarra è meno dinamica del pianoforte che a sua volta è meno dinamica del tamburo
- La dinamica di un supporto musicale (audio cassetta, vinile, CD, DVD) è data tra la differenza tra il rumore di fondo (fruscio) proprio del supporto e il volume massimo che può emettere senza distorcere.

Il DeciBell

- Il decibel (simbolo dB) è un'unità di misura di tipo logaritmico che esprime il rapporto fra due livelli di cui uno, quello al denominatore, preso come riferimento;
- È un sottomultiplo del poco usato Bel: 10dB = 1B.
- La differenza in dB fra due numeri (o due grandezze fisiche dello stesso tipo), come due potenze N1 e N2:

$$PowerRatio_{db} = 10 \log_{10} \left(\frac{N1}{N2} \right)$$

- La dinamica di un segnale viene espressa in decibel, come rapporto fra l'ampiezza massima e quella minima che assume lungo l'arco della sua durata

Perché 16 bit di profondità?

- Un “tutto” [fff fortissimo] orchestrale può arrivare a 120 dB spl (Sound Pressure Level)
- L’orecchio umano ha circa 20 dB di rumore interno
- Per creare un supporto che si avvicini al valore del “tutto” orchestrale occorre ottenere una dinamica di circa 100 dB che sommato ai 20 dB (rumore di fondo dell’orecchio) si arriva appunto ai 120 db
- Da questi calcoli (e altri calcoli) si deriva che 16 bit sono sufficienti per ottenere una buona dinamica
- La dinamica dei supporti musicali
 - Di un’audio cassetta è circa 60 dB (deci Bell)
 - Di un vinile è circa 76 dB
 - Di un CD è esattamente 96 dB (ottenibili con 16 bit)
 - DVD audio (ottenibili con 24 bit - 192 KHz)

Capienza di un CD standard

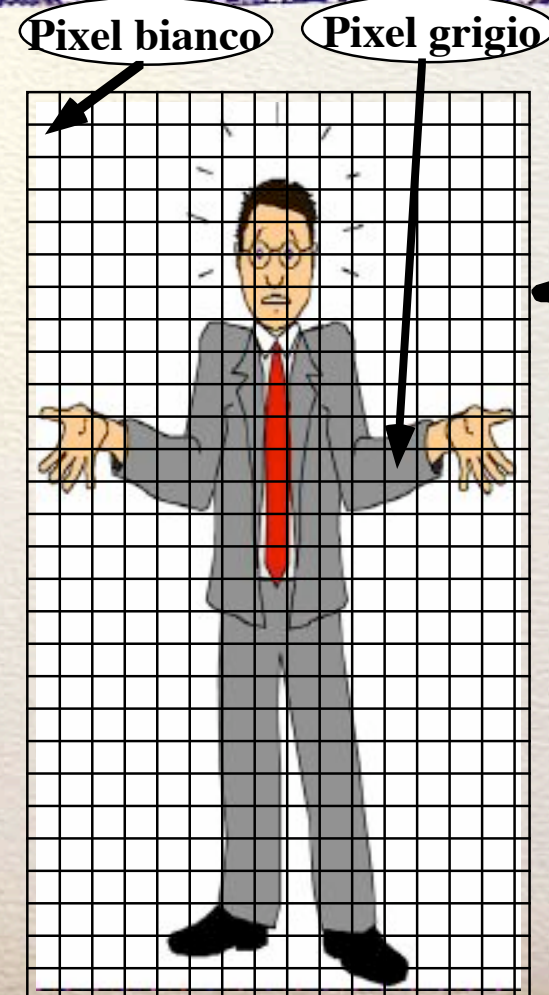
- Per un secondo di audio (qualità standard di un “CD audio“) occorrono 44'100 misure ciascuna di 16 bit (2 byte)
- Un'ora di audio
 - = $44'100 \times 3'600 \text{ sec.} \times 2 \text{ byte} =$
 - 317'520'000 byte
- Un'ora di audio stereofonico (2 canali – destro e sinistro) = 635'040'000
 - Ovvero 606 MB
- Un CD standard contiene 650 MB = 74 min

Bitrate di un CD






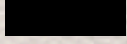
- Per bitrate si intende il numero di bit che ogni secondo di suono consuma e si misura con bps (1.000 bps=1 Kbps)
- Per un secondo di audio (qualità CD standard) occorre:
 - 44·100 misure ciascuna di 16 bit per 2 canali (stereo) cioè 1.411.200 bps ovvero circa 1.378 Kbps

Grafica digitale

- Analogamente all'audio per digitalizzare un'immagine la si considera inserita in una griglia e si associa un numero ad ogni colore presente nel disegno
- Ogni quadratino (detto pixel) della figura ha un colore e quindi un numero che lo rappresenta.
- La sequenza dei numeri associati ai pixel è la rappresentazione digitale dell'immagine



Metodi per indicare il colore

- Tecniche comuni per indicare i colori sono quelle che a partire da pochi colori fondamentali indicano la quantità di ogni colore (aggiuntivo o sottrattivo).
- Esempio:
 - RGB (Red, Green, Blue) -valore da 0 a 255
 - “EAC42C” indica 234 di rosso, 196 di verde e 44 di blu 
 - “000000” assenza di colori = nero 
 - “FFFFFF” Presenza completa dei colori = bianco 
 - CMYK (Ciano, Magenta, Giallo, Nero) – in percentuale
 - C 10% - M 20% - Y96% - K 0% = RGB “EAC42C” 
 - 0%,0%,0%,0% = bianco 
 - 100 % di tutti i colori = nero 

Qualità di una immagine

- La figura presa in esame ha solo 5 colori; una fotografia può avere migliaia di colori (sfumature)
- Analogamente alle tecniche per digitalizzare l'audio, risulta evidente che la figura ricreata dalla descrizione digitale risulterà simile a quella di partenza quanto più
 - è fitta la griglia (risoluzione dell'immagine)
 - è precisa la misura del colore (maggiore numero di bit)

Risoluzioni attuali

- Le prime macchine fotografiche e i telefoni cellulari (fotografi) avevano una risoluzione di $640*480=307.200$ punti (VGA) con poche migliaia di colori
- I cellulari fotografi attuali arrivano a 3,2 Mpixel (oltre 3 milioni di pixel) con milioni di colori
- Le macchine fotografiche attuali di qualità standard usano risoluzioni intorno a 5Mpixel con punte di 20Mpixel per quelle professionali
- Gli scanner in qualità standard usano 300 punti per pollice, ma possono arrivare molto più su.

Animazioni (filmati)

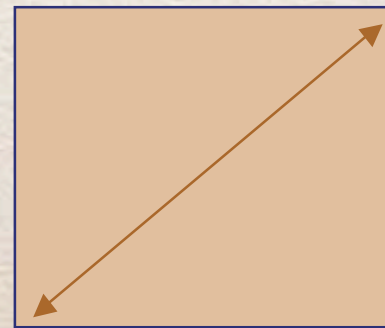
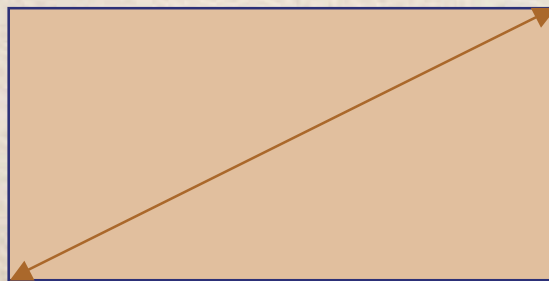
- Le animazioni sono sequenze di immagini (detti fotogrammi o *frame*) mostrate in veloce sequenza (20-30 fotogrammi al secondo)
- Maggiore qualità si ottiene
 - Maggior numero di fotogrammi
 - Maggiore qualità di ciascun fotogramma
 - Maggiore qualità audio

Animazione (Film, TV,...)

- L'animazione si ottiene con una rapida successione di immagini...
- Cinema 24 Fotogrammi per secondo (fps - Frame per second)- risoluzione molto alta
- TV Pal (Europa) 25 fps - 576 linee visibili (625)
- TV NTSC (USA) 30 fps - 480 linee visibili (550)
- Cinema amatoriale (super 8) 18-24 fps
- Il numero di pixel per ogni riga è 720
- Solo la TV usa frame interlacciati (si rinnovano prima le righe dispari poi quelle pari)

Diverse dimensioni

- La proporzione tra altezza e larghezza può essere diversa
 - Gli schermi sono spesso 4/3 o 16/9
 - I filmati hanno proporzioni ancora diverse (sono descritte nel retro dei DVD)
- I pixel sono quadrati nei 16/9 e rettangolari nei 4/3 (0,9375:1)
- La misura di uno schermo si prende in diagonale



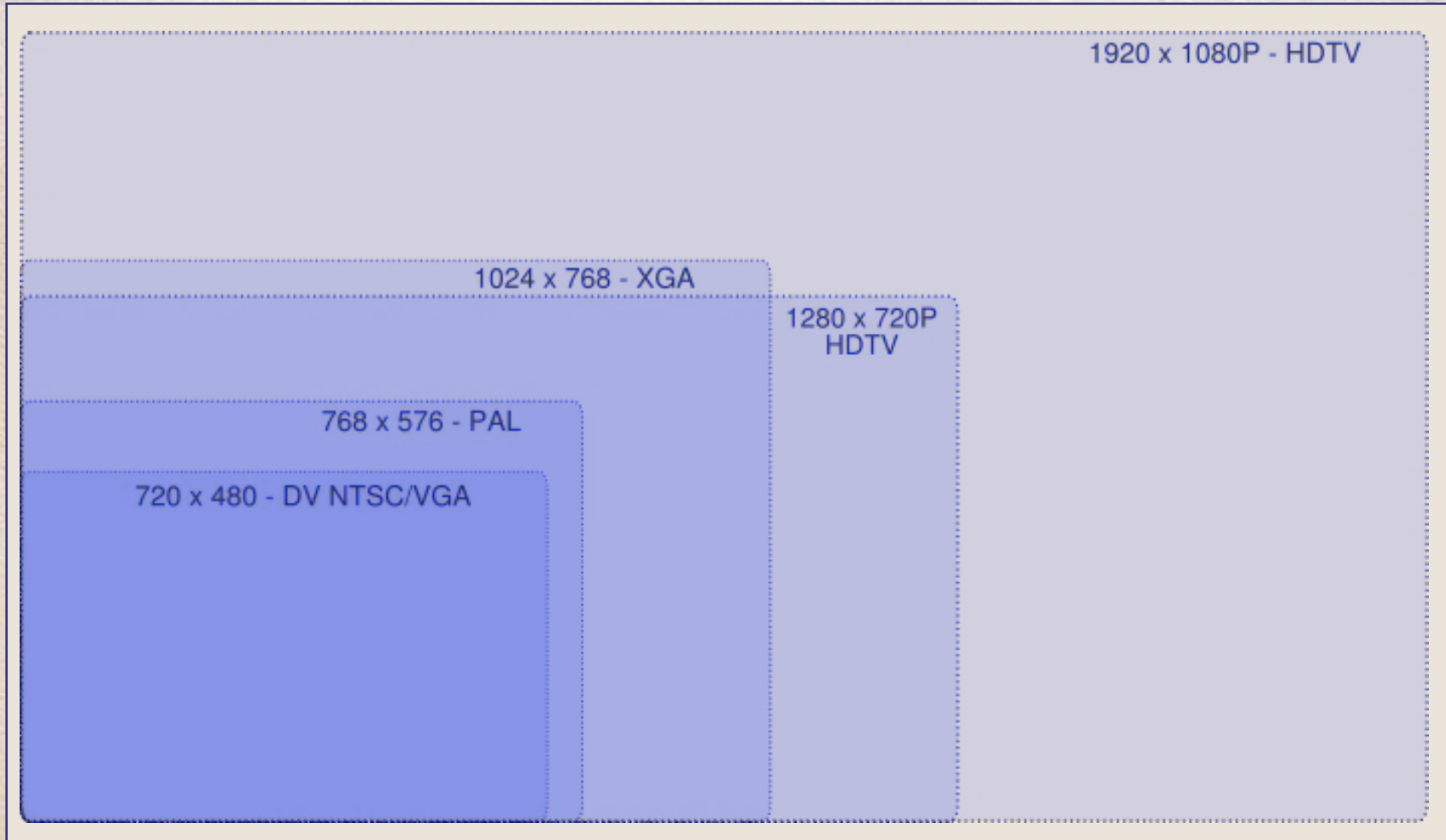


La risoluzione delle animazioni

- Televisione tradizionale
 - NTSC < $480 \times 720 = 345.700$ (interlacciata)
 - PAL < $576 \times 768 = 442.368$ (interlacciata)
- Televisione alta definizione (satellite)
 - Risoluzione 1024×768
- Filmati con telecamere amatoriali
 - Risoluzione mediamente di 800.000 pixel



La risoluzione delle animazioni (da wikipedia)



Bitrate e trasmissione

- Per ascoltare un CD audio il bitrate è 1.378 Kbps (Kilo bit per secondo) ovvero 172 KiloByteyte al secondo
- Per un filmato in qualità standard PAL occorre trasportare (solo video senza audio):
 - $576 \times 768 = 442.368$ pixel per frame
 - 25 frame al secondo
 - $442.368 \times 25 = 11.059,200$ Kilo pixel al secondo
 - Se ogni pixel viene rappresentato con 3 byte (RGB) la quantità di byte è 33.178 Kbyte per secondo ovvero 256.420,8 Kbit per secondo
 - A questo va aggiunto l'audio



Rapporto qualità / grandezza del file

Per ottenere qualità:

- **Audio**
 - > frequenza di campionatura e > profondità
 - Cioè maggior numero di bit (al secondo)
- **Immagine**
 - > risoluzione e > precisione del colore
 - Cioè maggior numero di bit
- **Animazione**
 - > qualità dei fotogrammi, > qualità audio - > numero di fotogrammi
 - Cioè maggior numero di bit (al secondo)
- **Per trasportare (e memorizzare) audio/video di qualità occorre utilizzare bus veloci non sempre compatibili con i bus domotici**

MA

Compressione

- Per trasmettere un audio/video in tempo reale occorre un bus dati molto veloce; ma...
- È possibile memorizzare file di testo, un'immagine, un'animazione con buona qualità e poi con i metodi di compressione ridurre lo spazio necessario per memorizzarlo (e quindi per trasmetterlo). Quando però dovremo utilizzare il file, dovremo riportare il file alla grandezza originale per ottenere la qualità di partenza

La compressione dei file

Quando serve ridurre lo spazio occupato da archivi, possiamo utilizzare il metodo della compressione tenendo presente che:

- Un file compresso richiede solitamente **minore** spazio per la memorizzazione (e $<$ velocità per la trasmissione)
- Un file compresso richiede sempre **maggiore** tempo di calcolo per l'elaborazione
- Non sempre riusciamo a comprimere un file risparmiando spazio (es.: comprimere un file già compresso produce un file di maggiori dimensioni)
- Esistono numerosi metodi di compressione che devono essere scelti in base alla tipologia del file da comprimere
- Alcuni metodi non perdono informazione, mentre altri possono perdere le informazioni meno utili

Utilità della compressione

- Comprimere file può servire per:
- Permettere di registrare un archivio un un supporto (es.: un dischetto) che contiene meno caratteri (byte) di quelli che formano il file
- Archiviare vari file senza occupare troppo spazio disco
- Permettere la trasmissione di grossi archivi attraverso una rete non abbastanza veloce per ottenere tempi ragionevoli

Compressione dei file con metodo RLE

- Metodo adatto alla compressione di archivi testo: eliminare i caratteri ripetuti per più di quattro volte, sostituendoli da un marcatore, dal carattere ripetuto e dal numero delle occorrenze soppresse
- **VEDERE ESEMPIO NEI PROSSIMI DUE LUCIDI**



Compressione di file

Tabella P non compressa

Tabella P

Nome	Cognome	Città	Provincia	Attività
11111111112222222222333333333344444444445555555555666666666677777777778				
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890				
Giovanni	Bianchi	Castellammare di Stabia	Napoli	Perito Industriale
Aldo	Neri	Asciano	Siena	Perito Industriale
Mario	Rossi	Castellammare di Stabia	Napoli	Ragioniere
Giuseppe	Verdi	Busseto	Parma	Musicista
Riccardo	Muti	Milano	Milano	Musicista
.....				
Domenico	Parlanti	Milano	Milano	Perito industriale
Vittorio	Gasman	Roma	Roma	Attore
Nino	Taranto	Napoli	Napoli	Attore

Tracciato record:

- Nome (25 caratteri),
- Provincia (15 caratteri),
- Cognome (25 caratteri),
- Attività (20 caratteri)
- Città (31 caratteri)

Num. righe: 15.000 (25+25+31+15+20 car. per 15.000 righe=1.740.000 car.)

Nota: P non entra su un dischetto da 1440 KB



Tabella P compressa con metodo RLE

Tabella P

Nome	Cognome	Città	Provincia	Attività
<pre> 11111111112222222222333333333344444444445555555555666666666677777777778 1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890 Giovanni# 17Bianchi# 18Castellammare di Stabia# 8Napoli# 9Perito Industriale Aldo# 21Neri# 21Asciano# 24Siena# 10Perito Industriale Mario# 20Rossi# 20Castellammare di Stabia# 8Napoli# 9Ragioniere# 10 Giuseppe# 17Verdi# 20Busseto# 24Parma# 26Musicista# 6 Riccardo# 17Muti# 21Milano# 25Milano# 6Musicista# 6 </pre>				

Le righe marroni sono state aggiunte per facilitare il conteggio dei caratteri. Consideriamo come marcatore il carattere “#” e gli spazi ripetuti in ogni campo: dopo il nome della prima riga segue il marcatore, uno spazio (il carattere soppresso) e il numero degli spazi soppressi - non tutti i campi possono essere compressi (come ad esempio quello dell’attività) perché altrimenti diverrebbero più lunghi.



Compressione RLE (Run Length Encoding)

Tabella P

Nome	Cognome	Città	Provincia	Attività	
11111111112222222222333333333344444444445555555555666666666677777777778					
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890					
Giovanni#	17Bianchi#	18Castellammare di Stabia#	8Napoli#	9Perito Industriale	
Aldo#	21Neri#	21Asciano#	24Siena#	10Perito Industriale	
Mario#	20Rossi#	20Castellammare di Stabia#	8Napoli#	9Ragioniere#	10
Giuseppe#	17Verdi#	20Busseto#	24Parma#	26Musicista#	6
Riccardo#	17Muti#	21Milano#	25Milano#	6Musicista#	6
.....					

Righe non compresse lunghe $25+25+31+15+20=116$

Le prime cinque righe sono di 76, 54, 67, 53, 51 che mediamente viene circa 60 caratteri a riga ossia il 52% dell'originale.

Possiamo ipotizzare che tale risparmio sia uguale a quello di tutto il file che prima occupava **1,7 Mbyte** e quindi compresso al 52 % diviene **884 Kbyte**

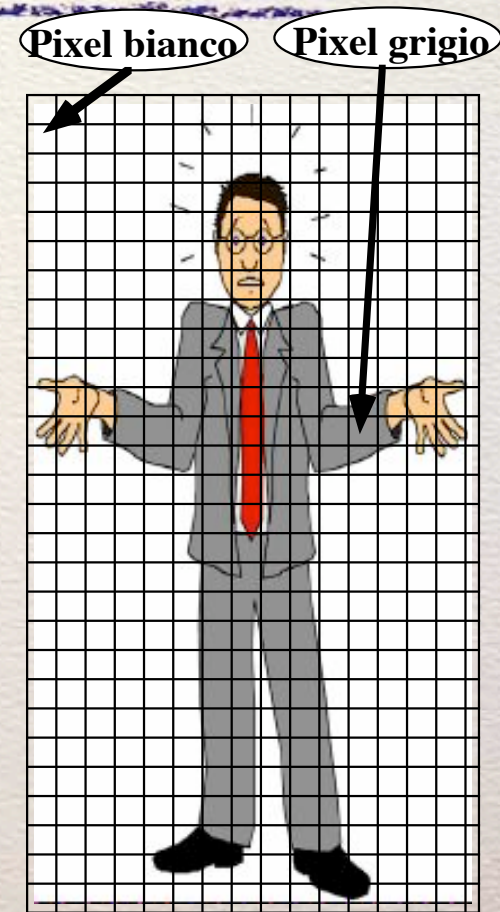
Nota: P entra su un dischetto da 1440 KB

Considerazioni

- Dato il file compresso è facile tornare al file originale (espansione del file)
- Comprimere un file con questo metodo e poi espanderlo non comporta nessuna perdita di informazioni

Considerazione sul metodo di compressione RLE

- Il metodo di compressione RLE indicato potrebbe funzionare egregiamente anche per archivi che rappresentano una immagine:
- I dati numerici di un file immagine rappresentano il colore di un puntino detto "pixel"
- Tutte le zone di ugual colore, quando compresse, verranno rappresentate da un marcatore, dal valore del colore e dal numero di punti che formano la zona





Altri metodi di compressione

- **L'algoritmo RLE** (Run Length Encoding) sopprime sequenze ripetute di un carattere sostituendole con solo 2 caratteri – Efficiente se molti caratteri ripetuti
<http://www.diodati.org/scritti/2001/algoritmi/index.asp>
- **L'algoritmo Huffman** - anno 1952 - sostituisce i caratteri meno frequenti in un file con una codifica lunga e quelli più frequenti con una codifica corta ottenendo una compressione del file. – Efficienza se differenza di frequenza di caratteri elevata
<http://www.cs.sfu.ca/CC/365/li/squeeze/Huffman.html>
- **L'algoritmo LZW** (Lempel-Ziv-Welch) - anno 1977/1984 – Crea un dizionario di codifiche delle stringhe che si ripetono in un file e sostituisce tali stringhe con il simbolo. Metodo proprietario di Unisys.
<http://www.cs.sfu.ca/CC/365/li/squeeze/LZW.html>

Nota: Leggere articolo di Michele Diodati (3 dicembre 2001)



Metodi di compressione

Lossless e Lossy

- I metodi (**lossless**) sopra accennati (RLE, Huffman, LZW) permettono di ricostruire il file originale senza nessuna perdita di informazione
- Non sempre sono applicabili (fanno risparmiare spazio)
- Richiedono tempo macchina aggiuntivo per elaborare un file
- Esistono altri metodi (**lossy**) che a fronte di perdita di dati meno significativi permettono risparmi molto maggiori
- Il “**fattore di compressione**” (compression rate) è il rapporto tra la grandezza in byte del file non compresso e la grandezza dello stesso file compresso

Grafica

- I files grafici si possono comprimere utilizzando i metodi appena descritti
- Inoltre:
 - Si possono utilizzare “tavolozze di colori” meno ricche (minor numero di colori). Il numero di bit necessari per rappresentare tutti i colori di una tavolozza ridotta è sicuramente minore di quello necessario per rappresentare la tavolozza completa.
 - Si possono utilizzare altri algoritmi più complessi che ricercano elementi che si ripetono...

Compressione grafica

- In generale una fotografia ha moltissimi colori (sfumature)
- Non si perde moltissimo se dimezziamo la quantità di colori considerando uguali quelli più simili.
- Le due figure sotto hanno un diverso numero di colori e uguale risoluzione, ma a causa della qualità dello schermo o del proiettore possono risultare uguali. In stampa sono decisamente riconoscibili.



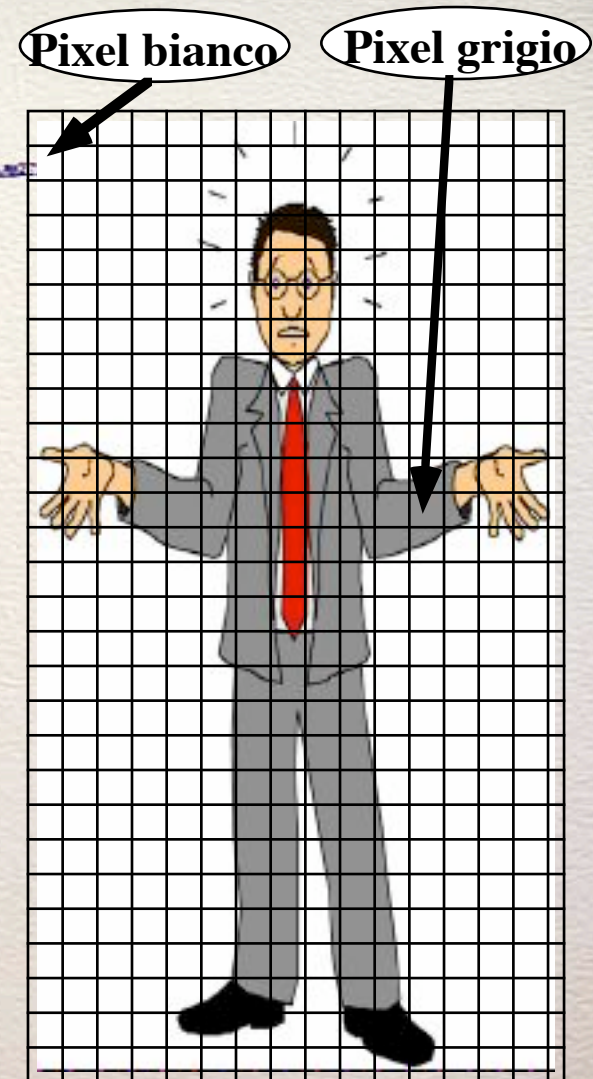
64 colori



Milioni di colori

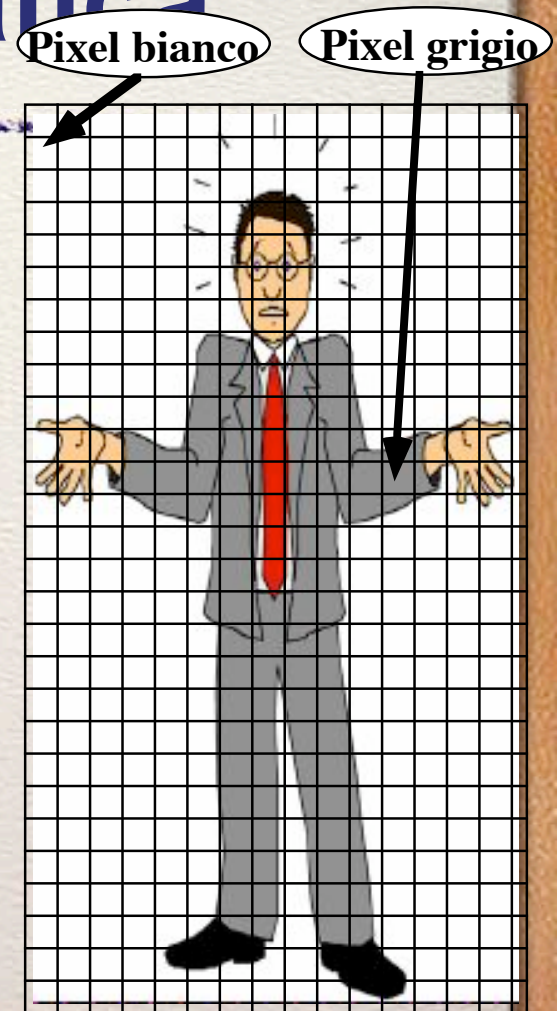
Riflessione sulla risoluzione

- Tanto più fitta è la rete che applichiamo (detta risoluzione) tanto più bella risulta l'immagine e tanto più spazio occorre per memorizzare il file (si memorizza un maggior numero di pixel)
- Quando si spedisce una immagine attraverso la rete destinata ad uno schermo, non conviene utilizzare definizioni più alte di quelle che lo schermo è in grado di mostrare (tipicamente intorno a 100 pixel per pollice)
- Quando si vuole stampare un testo si deve utilizzare almeno una risoluzione di 300 punti per pollice
- Se si stampano fotografie si inizia con 600 pixel per pollice, ma se si vuole un buon risultato si arriva anche a 1200 e oltre
- Con un semplice calcolo si può verificare che i file diventano enormi
- Si utilizzano **sistemi di compressione consoni**



Compressione grafica

- Le sequenze di punti bianchi (come quelle dei grigi) possono essere compresse con l'algoritmo RLE
- Nell'esempio della figura a destra anche utilizzando una buona risoluzione si otterrebbe una grande compressione essendo la figura composta da soli 5 colori (nero, bianco, rosso, grigio e color carne).
- In generale fumetti e cartoni animati non hanno molti colori





Compressione grafica *lossy*

- **GIF** (Graphic Interchange Format) Riduce il numero di colori (da 2 se bianco/nero a 256 massimo) e applica la compressione LZW. Royalties dovute a Unisys per LZW [.gif]
- **JPEG** (Joint Photographic Expert Group, 1986) una complessa serie di algoritmi, approvata come standard ISO nell'agosto del 1990. Applica la compressione Huffman. [.jpg]

<http://www.w3.org/Graphics/JPEG/itu-t81.pdf>

- **JPEG 2000** Successore di JPEG. [.jp2]
- **PNG** (PNG's Not GIF) Efficienza senza royalties

GIF Compuserve

GIF (Graphic Interchange Format) introdotto da Compuserve nel 1987

Riduce il numero di colori

partendo dai classici 24 bit del sistema RGB si arriva a 2 se bianco/nero o a 256 colori al massimo)

successivamente applica la compressione LZW.

Royalties dovute a Unisys per l'uso del metodo di compressione LZW (Royalties scadute il 1 ottobre 2006)

Si ottiene perdita nella precisione del colore, ma non nella qualità

[Estensione: ".gif"]

PNG

(Portable Network Graphics)

Il PNG è stato creato nel 1995 da un gruppo di autori indipendenti, dopo che i detentori del brevetto LZW (usato per GIF) nel 1994, dopo averlo ignorato per molti anni, decisero improvvisamente di chiedere un pagamento per ogni programma che lo utilizzasse.

è stato approvato il 1 ottobre 1996 dal World Wide Web Consortium (W3C), come oggetto del Request for Comments (RFC) 2083.

Scherzosamente dicono che l'acronimo significa: "PNG's Not GIF"

Migliora le qualità di GIF anche se molto simile

Estensione: ".PNG"

JPEG e JPEG2000

(Joint Photographic Experts Group)

La compressione Jpeg implica una perdita di informazioni

un comitato ISO/CCITT che ha definito il primo standard internazionale

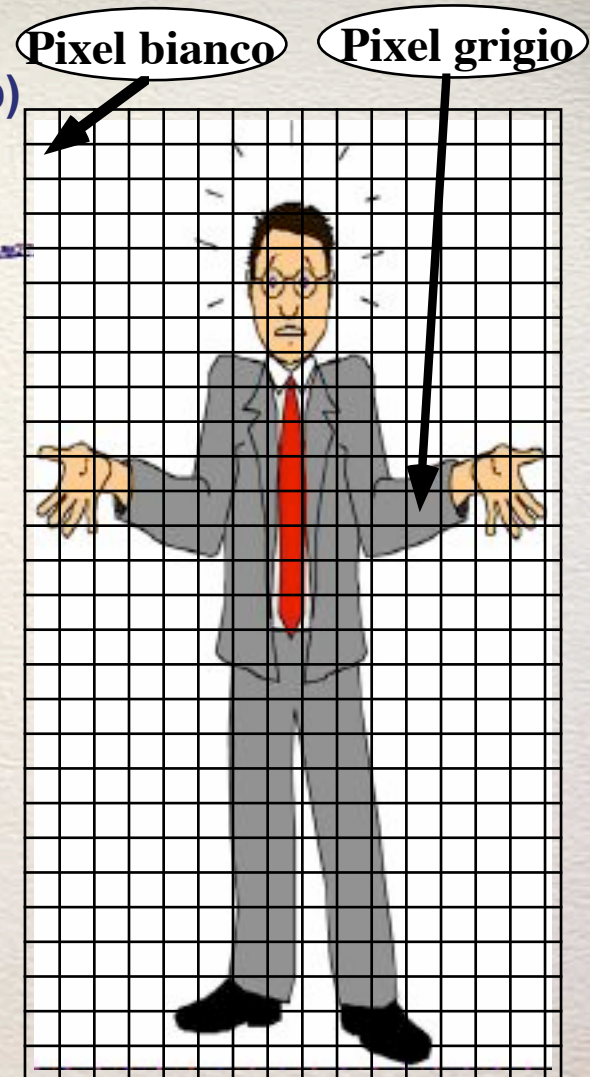
La compressione JPEG riesce a comprimere più o meno a seconda della qualità richiesta dall'utente

Se si chiedono compressioni spinte verranno considerati uguali anche pixel con lieve variazione di colore e la figura, pur non perdendo risoluzione, mostrerà evidenti segni di "retinatura"

Con livelli meno spinti di risoluzione la perdita di informazione e di qualità risulta irrilevante e la compressione rimane comunque buona

Jpeg 2000 evoluzione di Jpeg - molto più efficiente

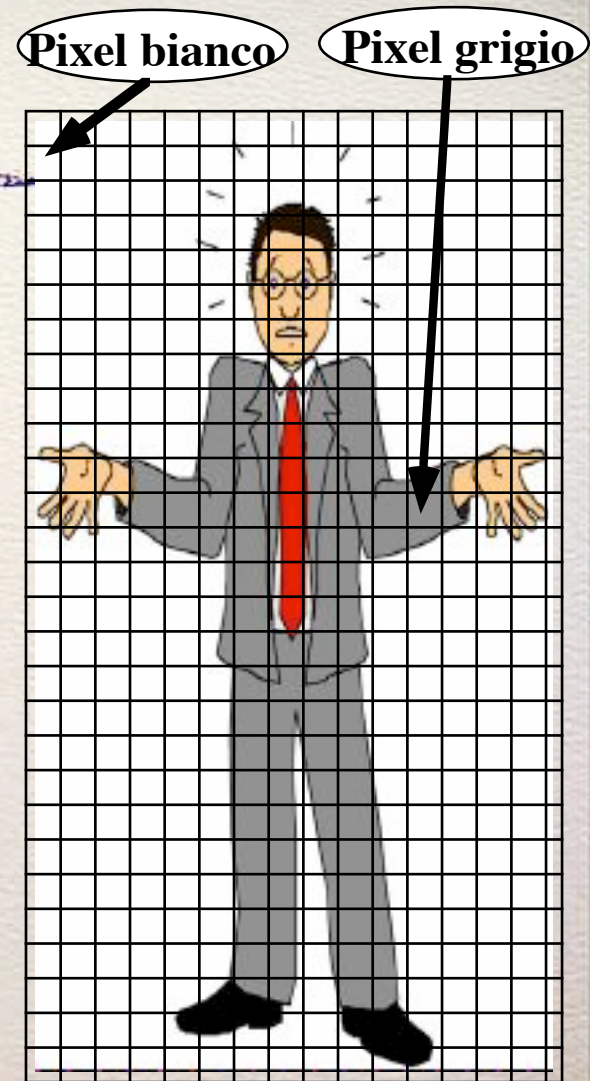
Estensione: ".JPG"



JPEG e JPEG2000

(Joint Photographic Experts Group)

- La compressione Jpeg implica una perdita di informazioni
- un comitato ISO/CCITT che ha definito il primo standard internazionale
- La compressione JPEG riesce a comprimere più o meno a seconda della qualità richiesta dall'utente
- Se si chiedono compressioni spinte verranno considerati uguali anche pixel con lieve variazione di colore e la figura, pur non perdendo risoluzione, mostrerà evidenti segni di "retinatura"
- Con livelli meno spinti di risoluzione la perdita di informazione e di qualità risulta irrilevante e la compressione rimane comunque buona
- Jpeg 2000 evoluzione di Jpeg - molto più efficiente
- Estensione: ".JPG"



Compressione video

Principi generali

Ogni fotogramma può essere codificato con i metodi visti per la grafica

Inoltre:

Ad ogni fotogramma può essere soppressa la parte uguale al fotogramma precedente

Possono essere individuati oggetti che si muovono e descritti una sola volta (ma va descritto il movimento e la parte di sfondo che lascia scoperta muovendosi...)

.....

MPEG

- Motion Picture coding Experts Group - Gruppo di lavoro delle organizzazioni per la definizione di standard ISO/IEC
- Gli standard MPEG (Audio/video) fanno complicate analisi dei segnali per eliminare componenti non facilmente percepibili (compressione di tipo percettivo)
- Le analisi dei metodi MPEG sono resi possibili dalle attuali potenze dei processori
- Richiedono in generale tempi relativamente lunghi per la codifica e tempo reale in decodifica

Compressioni per audio/video

- Una esigenza comune degli audio/video è quella di permettere algoritmi semplici (veloci da eseguire) per la decompressione anche a scapito della velocità con cui si può comprimere (la compressione di un film in MPEG2 per la registrazione di un DVD impiega molte ore di macchine potenti, mentre la decompressione viene eseguita in tempo reale dai lettori DVD mentre si guarda il film)
- Le tecniche di compressione audio/video sono molto raffinate. Esempio:
 - In una sequenza di fotogrammi di ogni fotogramma (escluso il primo) si registra solo la parte che differisce dal precedente. Si riprende un oggetto in movimento da lontano con una telecamera fissa, solo le sequenze dell'oggetto (che rappresenta una minima parte dello schermo) vengono registrate; si può notare durante le trasmissioni televisive via satellite, che quando il panorama è fermo la trasmissione è ottimale, mentre quando si sposta la telecamera avvengono strani scatti e la risoluzione peggiora
 - In certe compressioni audio (MP3) il compressore esegue una dettagliatissima analisi del file ed arriva a eliminare le frequenze più deboli se sovrastate da frequenze vicine potenti perché non sarebbero comunque udibili



Compressione Audio e Animazioni

MPEG 1 1992	Video CD (2 Cd per 1 film) - Qualità inferiore alla TV simile a quella VHS - 3 livelli (Layer) - Famoso MP3
MPEG 2 1994	TV Digitale (Satellitare, terrestre, ecc) - DVD (1 DVD per 1 film) (TV vari sistemi digitali: DVB-T, DVB-C, DVB-H, DVB-S)
MPEG 3	Pensato per TV ad alta definizione non ancora sviluppato (attualmente usato MPEG2)
MPEG 4 1999	Oggetti composti separatamente con possibilità di esclusione - Famosi AAC (Advanced Audio Coding), DivX e XviD
MPEG 7 2001	Per rappresentazione, filtraggio, gestione di informazioni multimediali
MPEG 21	È in studio per evitare pirateria

Compressioni per audio/video MPEG

Mpeg Versione 1 tipicamente utilizzata sui video-CD con scarso successo in quanto

- Un film di 120 minuto entra in due CD

- Per contenere lo spazio la qualità non era significativamente superiore a quella di un nastro VHS

- Per non dover comprimere ulteriormente a discapito della qualità non si può aggiungere l'opzione multilingua

Codec

- I codec (Codifica e decodifica) sono componenti software preposti alla codifica e decodifica di filmati e di audio. La loro qualità è fondamentale
- Si usano con programmi adatti alla compressione (conversione) di audio/video o adatti alla visualizzazione
 - esempio di programmi freeware che non devono mancare su computer (MacOS o Win): **Itunes** (audio), **Windows Media Player** (audio/video), **QuickTime** (audio/video e codificatore), **Videolan** (video), **VirtualDub** (programma codificatore solo PC), (Nero-PC/Toast-MacOS codifica e masterizzazione)
- Sono presenti su lettori DVD moderni; alcuni lettori permettono l'aggiornamento dei codec

Altri programmi

- MacOS:
 - DVDripper
 - HandBrake
- IRipDVD
- D-vision
- MacTheRipper
- Windows:
 - VurtualDub
 - DivX video duplicator (Easy/Pro)
- In gergo Rappare (To rip = strappar via, rapinare) significa estrarre l'informazione da un DVD
- **ATTENZIONE!** In molti paesi copiare DVD commerciali non è legale! È possibile copiare solo materiale di nostra proprietà come i filmati di telecamere (vedi **legge Urbani** - particolarmente severa su scaricamenti da Internet peer-to-peer) La legge è ancora soggetta a modifiche: si tende a permettere registrazioni televisive e copie personali, ma...

Formati Audio più comuni

- MP3 (Mpeg 1)- il più conosciuto (vedi prossimi lucidi)
- Wave (AIFF)- audio non compresso di varie qualità
 - 16 bit - 22 KHz qualità “Radio FM”
 - 16 bit - 44,1 KHz qualità “CD audio”
 - 16 bit - 48 KHz qualità “DVD Video”
 - 24 bit - 192 KHz qualità “Dvd audio”
- Wma (Windows media audio) esiste anche in versione lossless (compressione circa 50%). In versione lossy è più efficiente di MP3: 96 Kbs paragonabile a MP3 128 Kbs
- AAC (Mpeg 4) 96 Kbs paragonabile a MP3 128 Kbs (vedi prossimi lucidi)

Codifica MPEG 1 Layer 3 (MP3)

- MP3 (audio) diventa famoso perché utilizzato in internet per scaricare musica e per streaming. In commercio lettori MP3 a basso costo. Molta compressione (circa 1 Mb a minuto contro i 10 dell'AIFF dei CD) e buona qualità.
- Il layer III usa la codifica Huffman per la compressione *lossy*
- Si cominciano a trovare registratori audio MP3

Bitrate di audio Mp3

- Un segnale audio digitale di un Mp3 di qualità Cd ha un bitrate di 128 Kbps (Bitrate del CD circa 1.378 kbps)
 - 64 kbps qualità mediocre;
 - 112 kbps suono sufficientemente buono;
 - 128 kbps molto vicini all'originale;
 - 160 e 192 kbps non è possibile percepire differenze con l'originale;
 - 256 kbps anche i più fanatici ascoltatori saranno soddisfatti;



AAC (Advanced Audio Coding) e altri codec audio

- AAC confrontabile con MP3 (AAC a 96 kbps ha stessa qualità di MP3 a 128 kbps)
- Licenza necessaria solo per produttori di HW/SW commerciale - la concorrenza si basa sul costo dei due
- Presente in Itunes (e IPOD): si può selezionare Mp3 o AAC
 - Vedi articolo *“Comparing AAC, MP3 and TwinVQ Lossy Compression of Audio”*
- Altri codec audio
 - Microsoft Windows Media 4.
 - AAC - implementation by FhG-IIS.
 - MP3 - or close to it, by Opticom.
 - Q-Design Music Codec 2 - prototype version of that for Quicktime.
 - Real Networks 5.0.
 - Real Networks G2. Newer, widely used system based on "DolbyNet".
 - Yamaha Sound VQ

MPEG 4 (DivX e XviD)

- Sistema studiato in Microsoft per fare streaming e uscito abusivamente.
- Sviluppo di DivX come standard proprietario che, apportando variazioni, rendeva legale il sistema uscito da Microsoft
- XviD nato in concorrenza di DivX, ma open source
- Codec DivX (adware) e XviD (freeware) disponibili gratuitamente
- Stessa qualità di Mpeg 2 ma compressione 3 volte superiore
- Ogni rilascio tende a migliorare le prestazioni del precedente e del concorrente...
- In vendita molti lettori DVD compatibili con DivX e XviD.

MPEG 4 (DivX e XviD)

- Prima versione MS-MPEG4 codec (non permetteva la codifica da parte dell'utente)
 - DivX 3.xx illegale evoluzione di MS MPEG-4
 - DivX 4.xx legale evoluzione
 - DivX 5.xx ultima versione (5.21)
 - DivX 5.21 PRO a pagamento
 - DivX 5.21 adware (in certe vers. meno potente del PRO)
- DivX 6.xx in fase di realizzazione dovrebbe permettere molta più qualità
- XviD (Open source) creato con lo scopo di rendere gratuito il codec e superare in qualità DivX
- I lettori di DVD in grado di leggere MPEG-4 in genere sono compatibili con DivX e XviD

Tipi di frame DivX

- I-frame (Key frame) Fotogramma completo (almeno uno ogni nuova scena). > k-frame = > spazio e > qualità
- P-frame (Predicted frame) Solo differenze rispetto al frame precedente
- B-frame (Bidirectional) Differenze rispetto al precedente e al successivo

Lettori domestici di DVD

- I lettori domestici di DVD, anche se economici, sono spesso compatibili con:
 - MPEG 2 - Normali DVD in commercio
 - MPEG 1 - Vecchi Video CD
 - MPEG 1 Layer 3 - MP3
 - MPEG 4 - DivX e XviD
 - JPEG - Fotografie digitali
 - Kodak PDC (PhotoCD)
 - ...



Ricadute della compressione

- Animazioni trasmesse via Internet come streaming e come file
- Televisione via Web (vedi <http://www.raiclick.it/>)
- Televisione digitale (terrestre e satellitare)
- Trasmissione video su bus domotici non particolarmente
- veloci e costosi (videocitofoni, teleconferenze, ecc.)

Capienza CD e DVD

<u>Codifica</u>	Tipo	CD (700 MB)	DVD (4,7 GB)
MP3 128 Kbs	Audio Qualità discreta	700 min 12 ore	80 ore > 3 giorni
DivX XviD	Video Qualità discreta	2 ore	12 ore
AAC 96 Kbs	Audio	930 min 15 ore	106 min > 4 giorni

TV Digitale ...

- La TV analogica in Italia verrà sostituita da quella digitale terrestre
- Esperimento italiano per risolvere il problema della penuria di canali analogici (vincoli strutturali)
- **TV analogica**
 - 51 frequenze - Ogni rete nazionale ne utilizza 3 - totale 17 r. n.
 - Legge 249/67:
 - 11 reti nazionali a operatori nazionali (2/3)
 - 6 reti nazionali a operatori regionali (1/3)
- **TV digitale**
 - 54 frequenze - Ogni rete nazionale ne utilizza 3 - totale 18 r. n.
 - 12 reti nazionali a operatori nazionali
 - 6 reti nazionali a operatori regionali
 - Ogni rete può trasportare 4/5 programmi di buona qualità o più di qualità inferiore ($20 : 5 = 4$ Mbps)
 - Totale > 50 progr. naz. + > 25 progr. reg. per ciascuna regione

DVB

<http://www.dvb.org/>

- L'acronimo DVB (Digital Video Broadcasting, Diffusione Video Digitale) rappresenta un insieme di standard aperti ed accettati a livello internazionale, concepiti per lo sviluppo e la diffusione della televisione digitale.
- DVB Project, un consorzio industriale con più di 270 membri,
- Comitato Tecnico Congiunto (Joint Technical Committee, JTC)
 - Istituto Europeo per gli Standard di Telecomunicazione (European Telecommunications Standards Institute, ETSI),
 - Comitato Europeo per la Standardizzazione Elettrotecnica (European Committee for Electrotechnical Standardization, CENELEC),
 - dell'Unione Europea per la Radiodiffusione (European Broadcasting Union, EBU).
- Questi standard possono essere scaricati gratuitamente dal sito ETSI previa registrazione libera

TV Digitale ...

- TV tradizionalmente “analogica”
 - vengono trasmesse sequenze di pixel
 - PAL: 625 righe x n pixel = t pixel
- Lo standard digitale DVB (Digital Video Broadcasting) usa la compressione **Mpeg 2** e viene usato in 3 varianti:
 - DVB-T (digitale terrestre) 14-24 Mbps
 - DVB-S (da satellite) 38,015 Mbps
 - DVB-C (via cavo) 38,015 Mbps
- In ogni canale transitano più programmi che quindi devono avere un bitrate totale limitato. I singoli programmi sono codificati in Mpeg 2:
 - DVB-S e DVB-C: 4-6 Mbps (i Dvd usano 6-8)
 - DVB-T: < 2 Mbs (qualità VHS equivale a 1,5 Mbps)

TV Digitale ...

	Standard	Capacità max trmissione	Capacità utile trmiss.	Compress.
DVB-S (satellite)	ETS 300 421	55 Mbps	38 Mbps	Mpeg 2 4-6 Mbps
DVB-C (cavo)	ETS 300 429	27-41 Mbps	38 Mbps	Mpeg 2 4-6 Mbps
DVB-T (terrestre)	ETS 300 744	39 Mbps	14-24 Mbps	Mpeg 2 ~2 Mbps
DVB-H (UMTS)				
DVD		-	-	Mpeg 2 6-8 Mbps
Video-CD		-	-	Mpeg 1
VHS (analogico)		-	-	Equivalente 1.5 Mbps

TV Digitale ...caratteristiche

- La TV digitale adotta tre diversi tipi di modulazione che permettono adattamenti all'ambiente (monti, grandi superfici d'acqua, ecc.) e al tipo di ricezione (mobile, con antenne a stilo, ecc.)
- In generale la tv digitale o si vede bene (il ricevitore riesce a decodificare i pacchetti che arrivano) o non si vede affatto.
- A differenza dell'analogico, ricevere da due trasmettitori uguali non diminuisce il segnale, ma lo aumenta.
- A distanza ≤ 20 Km dal trasmettitore basta usare un'antenna interna al ricevitore, oltre 80 Km non si riceve





Continuare con la lezione 8



Facoltà di Ingegneria
CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA EDILE
**Sistemi domotici per l'edilizia
residenziale e pubblica**



Lezione 8

Risparmio energetico e produzione energia

Vittorio Miori

Rolando Bianchi Bandinelli



Laboratorio di domotica

Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo"
Consiglio Nazionale delle Ricerche

Legno e pietre le ho prese dagli altri
La struttura è mia

<http://www.corsodomotica.it>





Domotica

(richiamo)

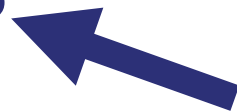
L'importanza dell'energia

OFFRE:

- Confort
- Sicurezza
- Maggiore autonomia
(anche per persone con esigenze speciali)
- Risparmio energetico
- Divertimento
- Controllo remoto
- Accesso a servizi esterni

SFRUTTA:

- Interfacce amichevoli
- Tecnologie
mobili/ wireless
- Integrazione
- Comunicazione
- Reti
- ...

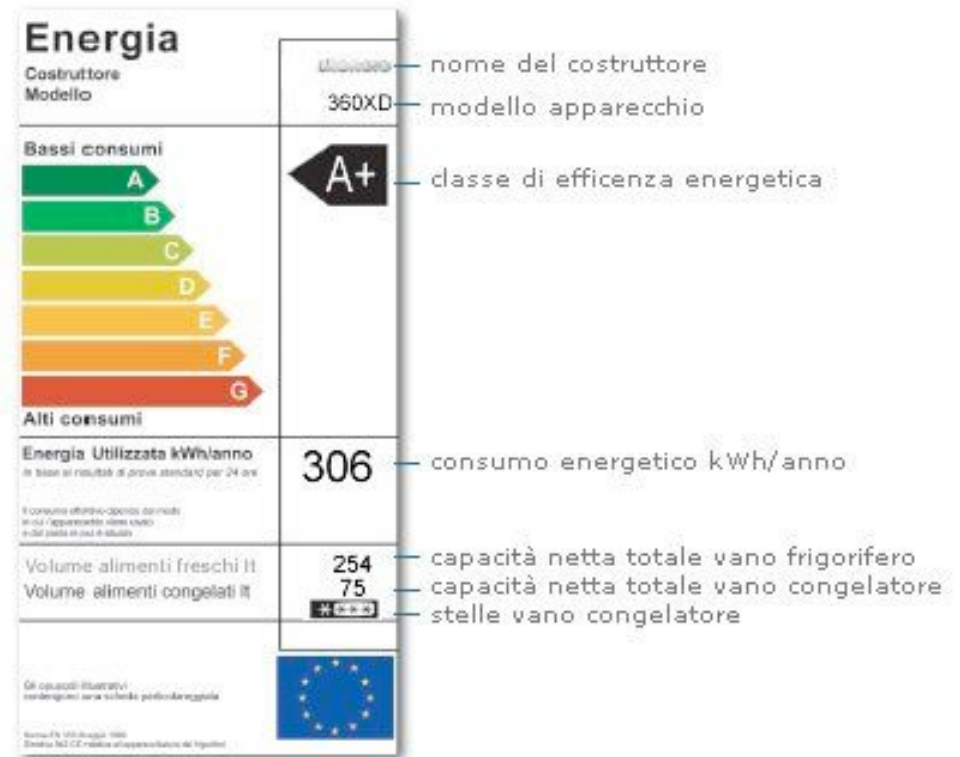


Domotica e risparmio

- La domotica può fare molto per il risparmio energetico (come illustrato nel seguito), ma è impotente se:
 - Si usa in case che disperdono calore (es.: finestre con spifferi, con vetri singoli, pareti sottili o di materiale inadatto, ecc.) o energia elettrica (es.: vecchi impianti non a norma)
 - Si usano fonti di energia inadatte (es.: energia elettrica per riscaldare)
 - Si utilizzano vecchie caldaie a basso rendimento
 - In generale se sprechiamo energia non ottimizzando il modo di utilizzarla.
- **Risparmiare energia non significa rimanere al freddo o al buio**, ma ottimizzare i modi di impiegarla migliorando in molti casi il comfort (vedi esempio del seguito)
- Ottimizzare l'uso dell'energia non significa spendere soldi, ma investire (spesso a costo zero) per poi avere un ritorno e poi un guadagno (es.: vedi esempi del fotovoltaico)

Nei prossimi anni ...

- È previsto che tutte le case (prima una parte e poi tutte) vengano classificate nello stesso modo come oggi facciamo con gli elettrodomestici
- Di conseguenza (come avviene per gli elettrodomestici) le classi “A++” assumeranno nel mercato maggior valore delle classi “G”



Esempio di risparmio energetico



Controllo temperatura Inverno

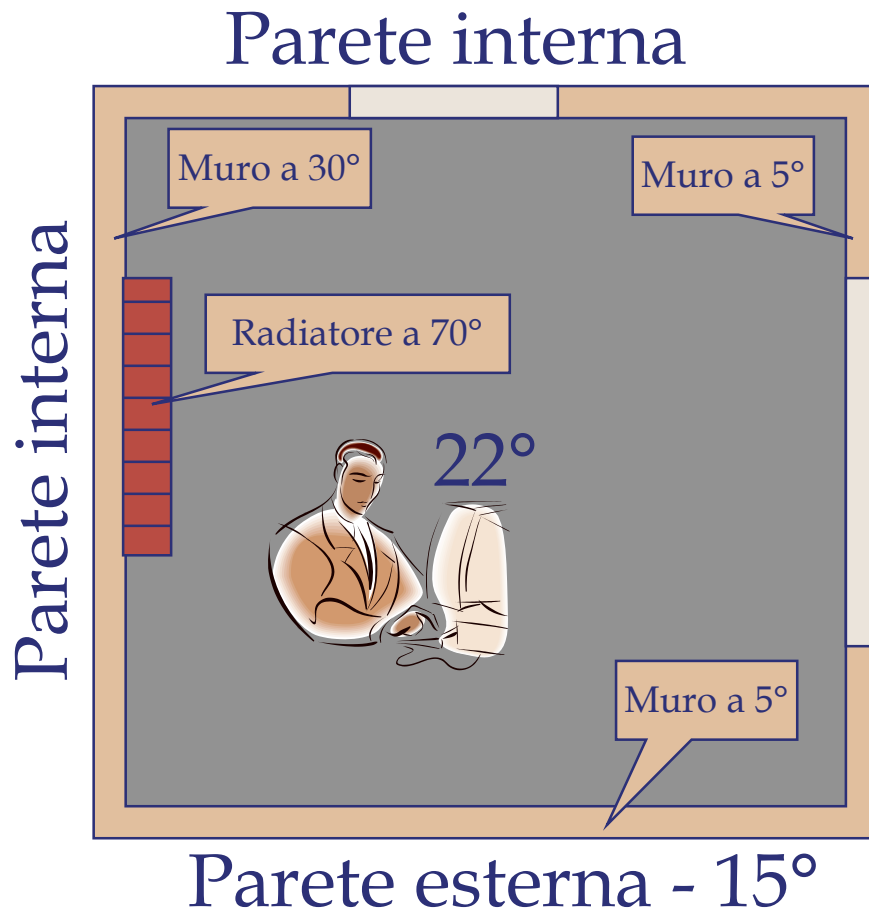
- Controllare la temperatura di ogni singolo ambiente
 - maggiore spesa in termostati ed elettro-valvole, ma minori consumi energetici
- Impostare temperature più basse nei locali non utilizzati
 - sensori di presenza
- Abbassare la temperatura durante le assenze
 - Al rientro, provenendo dall'esterno con temperature basse, non si nota la temperatura dell'abitazione ridotta rispetto al normale e il sistema avrà tutto il tempo di riportarla a regime
- **I controlli automatici sono sicuramente più efficienti dei controlli manuali**



Controllo temperatura Estate (come per inverno)

- Controllare la temperatura di ogni singolo ambiente
 - maggiore spesa in termostati ed elettro-valvole, ma minori consumi energetici
- Impostare temperature più alte nei locali non utilizzati
 - sensori di presenza
- Diminuire la temperatura durante le assenze
 - Al rientro, provenendo dall'esterno con temperature alte, non si nota la temperatura dell'abitazione aumentata rispetto al normale e il sistema avrà tutto il tempo di riportarla a regime
- **I controlli automatici sono sicuramente più efficienti dei controlli manuali**

Temperatura e confort



Parete esterna - 15°

La persona che sosta al centro della stanza ha una temperatura di 22°, ma noterà un senso di malessere e se vuole aerare deve aprire la finestra

...



Radiatore sotto pavimento

Oggi ne esistono molti tipi

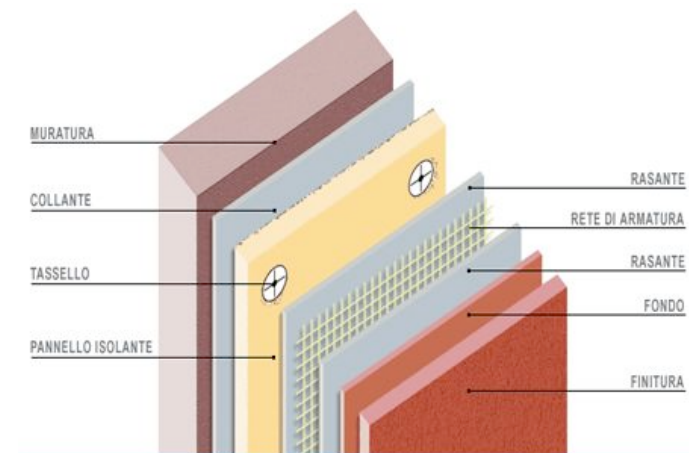


La temperatura richiesta per questo tipo di riscaldamento è molto più bassa di quella richiesta dai normali radiatori e si ottiene più confort e più risparmio energetico

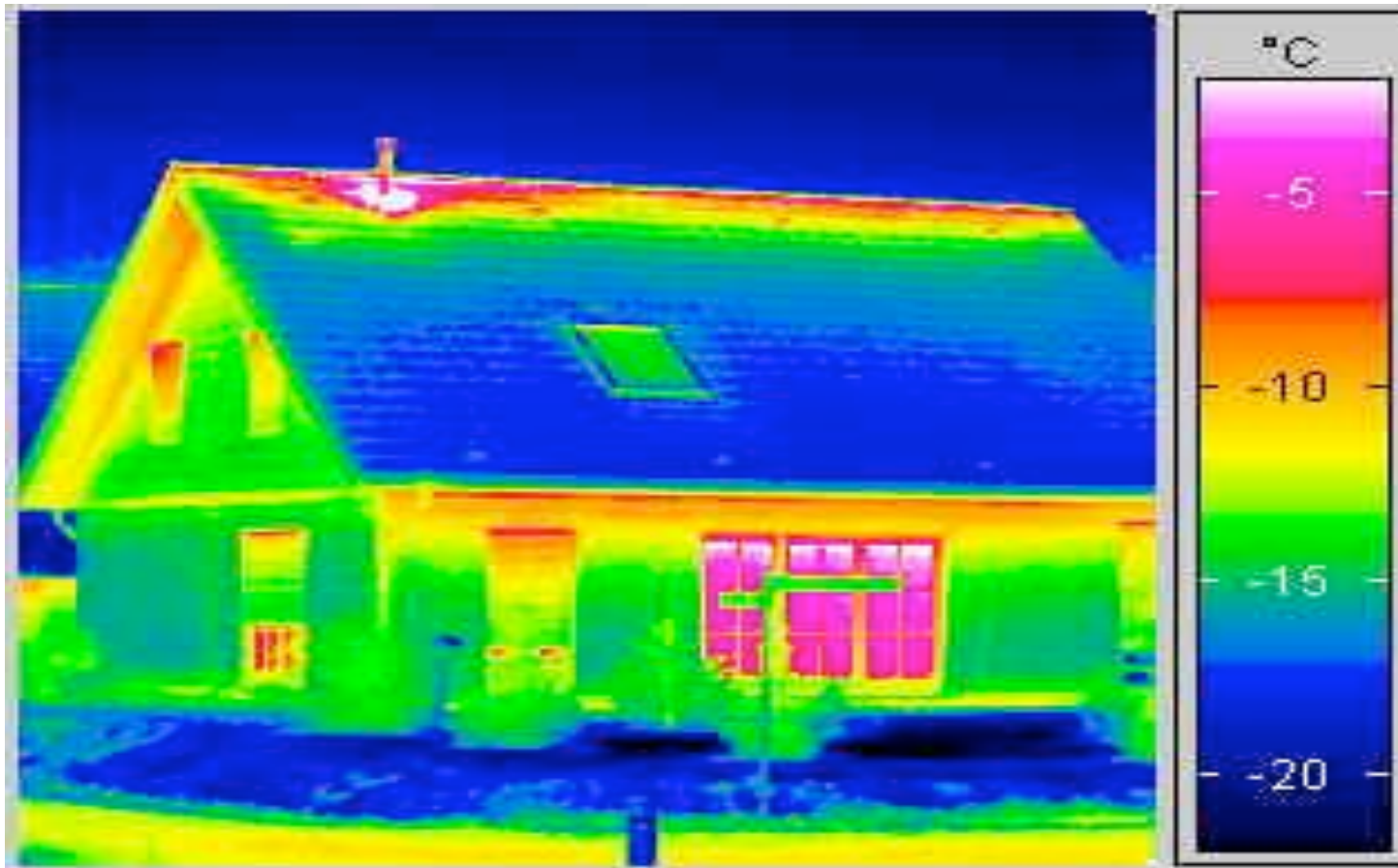
Coibentazione



- Molte tecniche e molti nuovi materiali per la coibentazione
- Evitare ponti termici
- Doppi o tripli vetri alle finestre

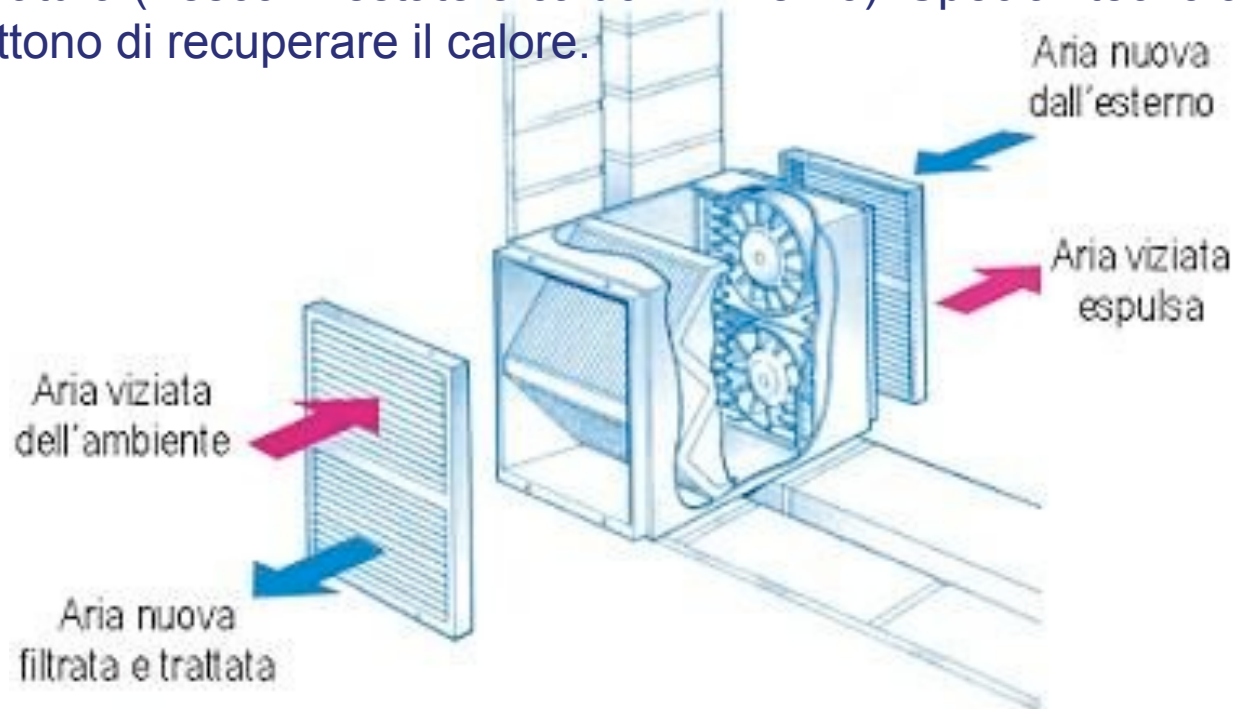


Termo-foto per controllo



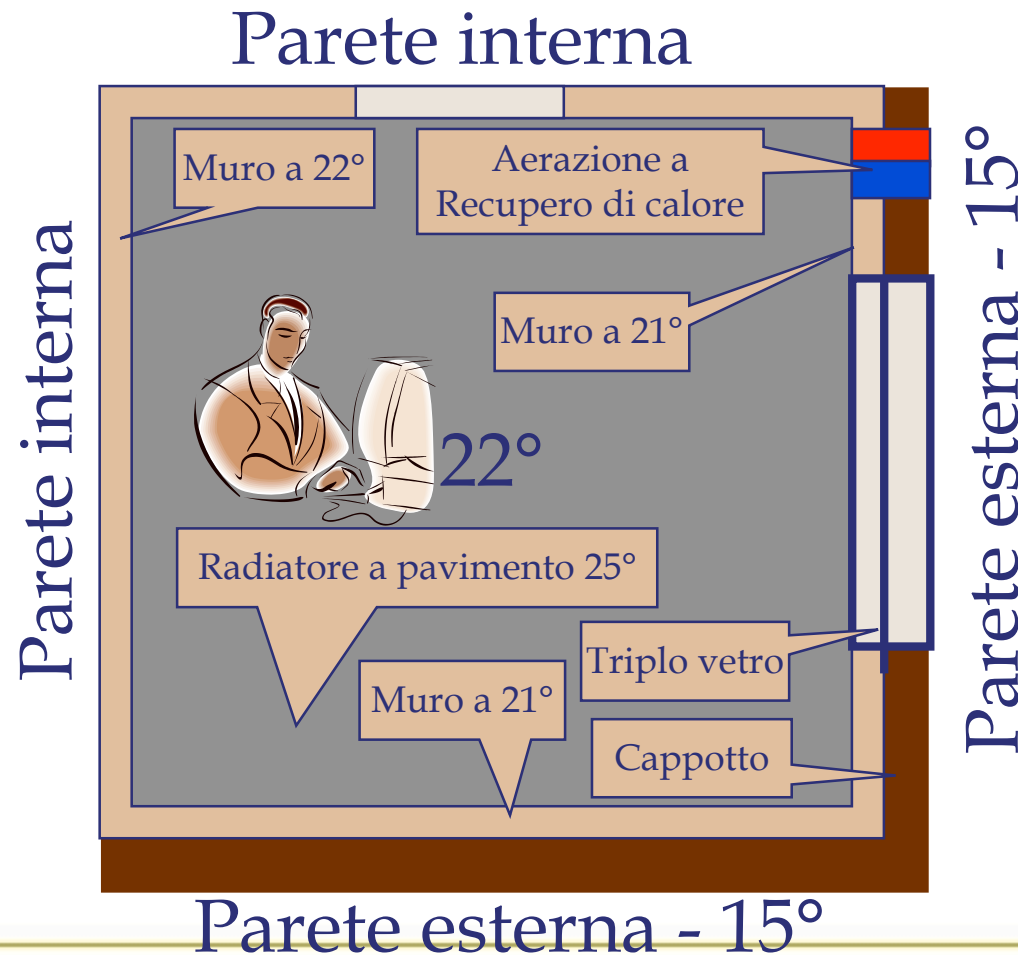
Areazione a recupero di calore

In un ambiente chiuso l'aria si carica di umidità a causa del respiro ("aria viziata"). Si devono quindi aerare i locali ogni tanto evitando la perdita di temperatura (fresco in estate e caldo in inverno). Speciali tecnologie permettono di recuperare il calore.



Temperatura e confort

Con la corretta progettazione

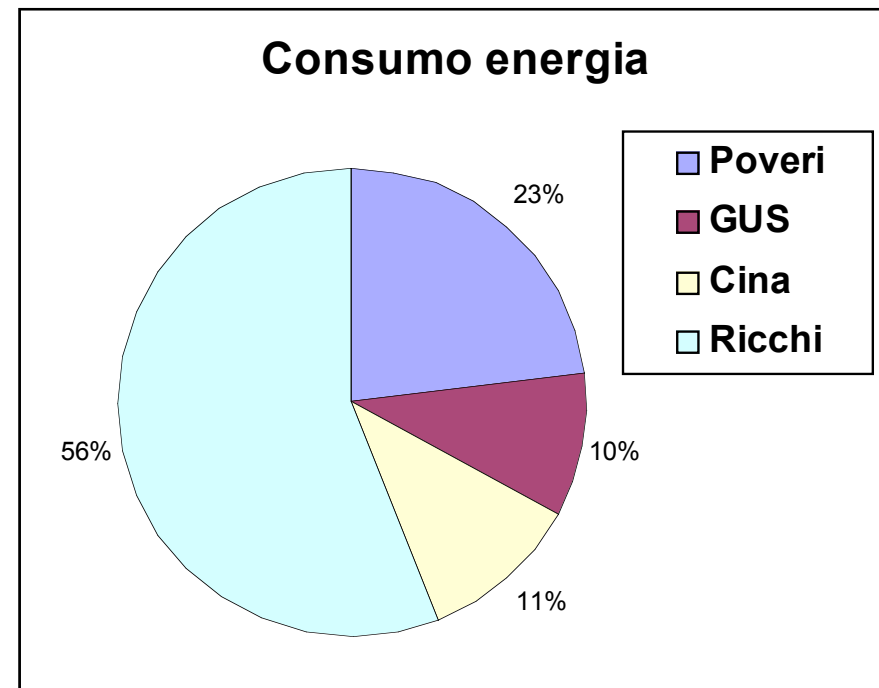
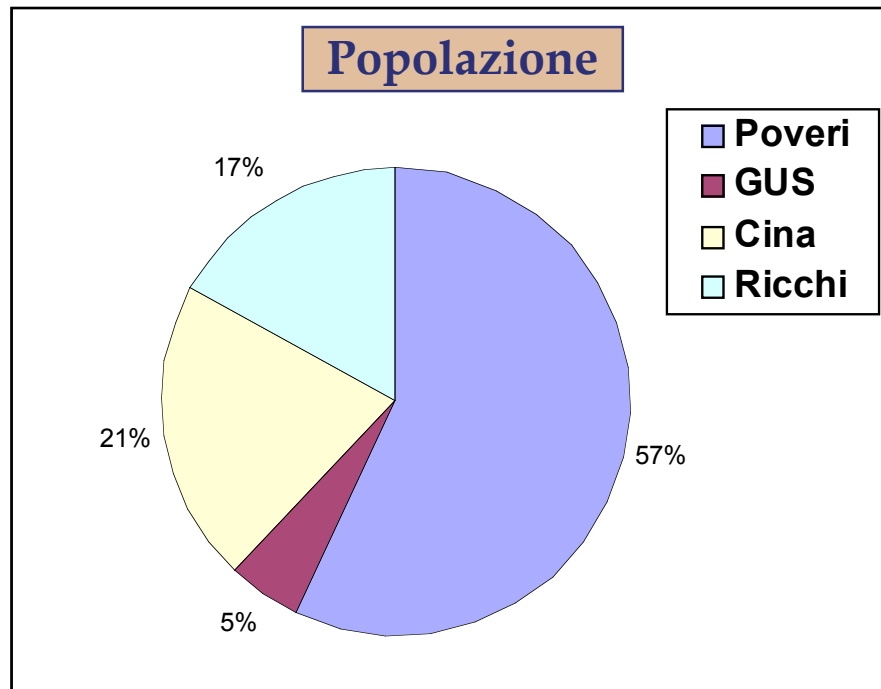


La persona che sosta al centro della stanza ha la temperatura di confortevole e non deve aprire la finestra per aerare la stanza

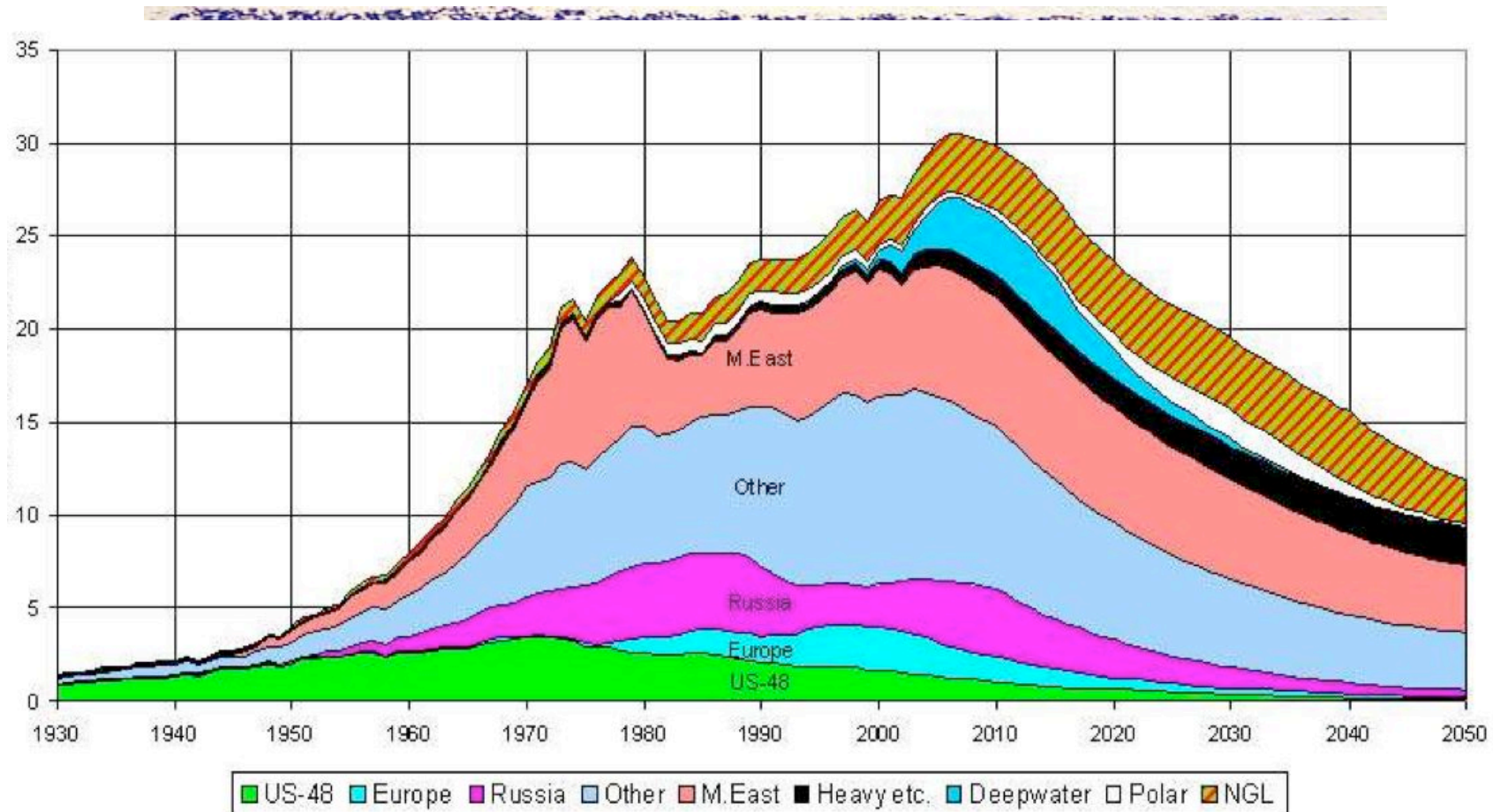
La situazione energetica

Oggi e domani

Chi consuma energia



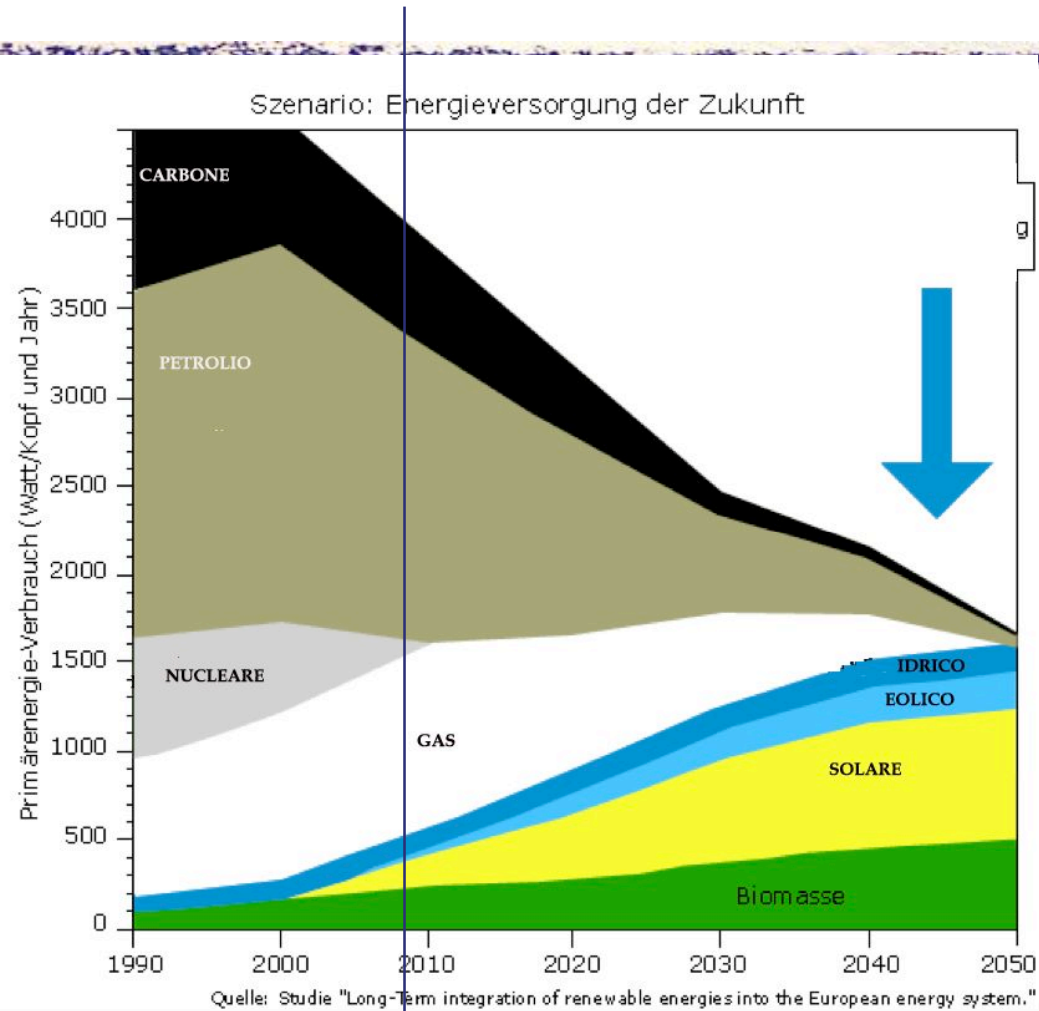
Chi consuma e chi consumerà



Energia oggi

- La maggior parte dell'energia che consumiamo è prodotta utilizzando **petrolio** (vedi prossimi lucidi)
- Il petrolio viene utilizzato da pochi anni e durerà ancora pochissimo (vedi prossimi lucidi)
- Anche gli altri fossili (carbone, ecc.) dureranno poco ...
- Usare fossili significa liberare in pochi anni tutta la CO₂ nell'atmosfera che si è accumulata in milioni di anni
- All'aumento di CO₂ corrisponde un aumento di temperatura della terra (vedi prossimi lucidi)
- Un aumento di temperatura incontrollata può provocare (oltre allo scongelamento dei ghiacciai e delle calotte polari, l'innalzamento del mare, ecc.) condizioni non adatte alla sopravvivenza della vita umana

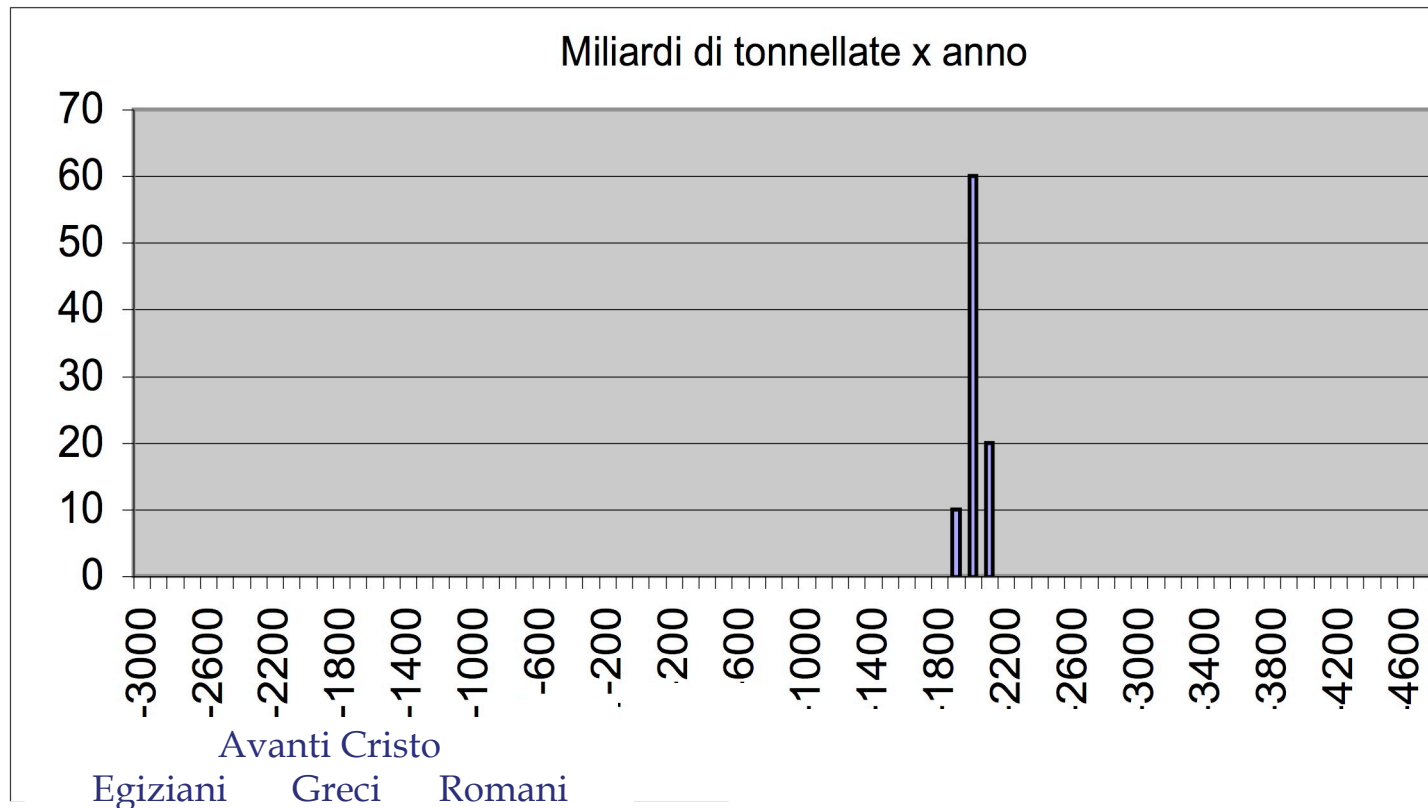
Previsione uso energia a lungo termine



oggi

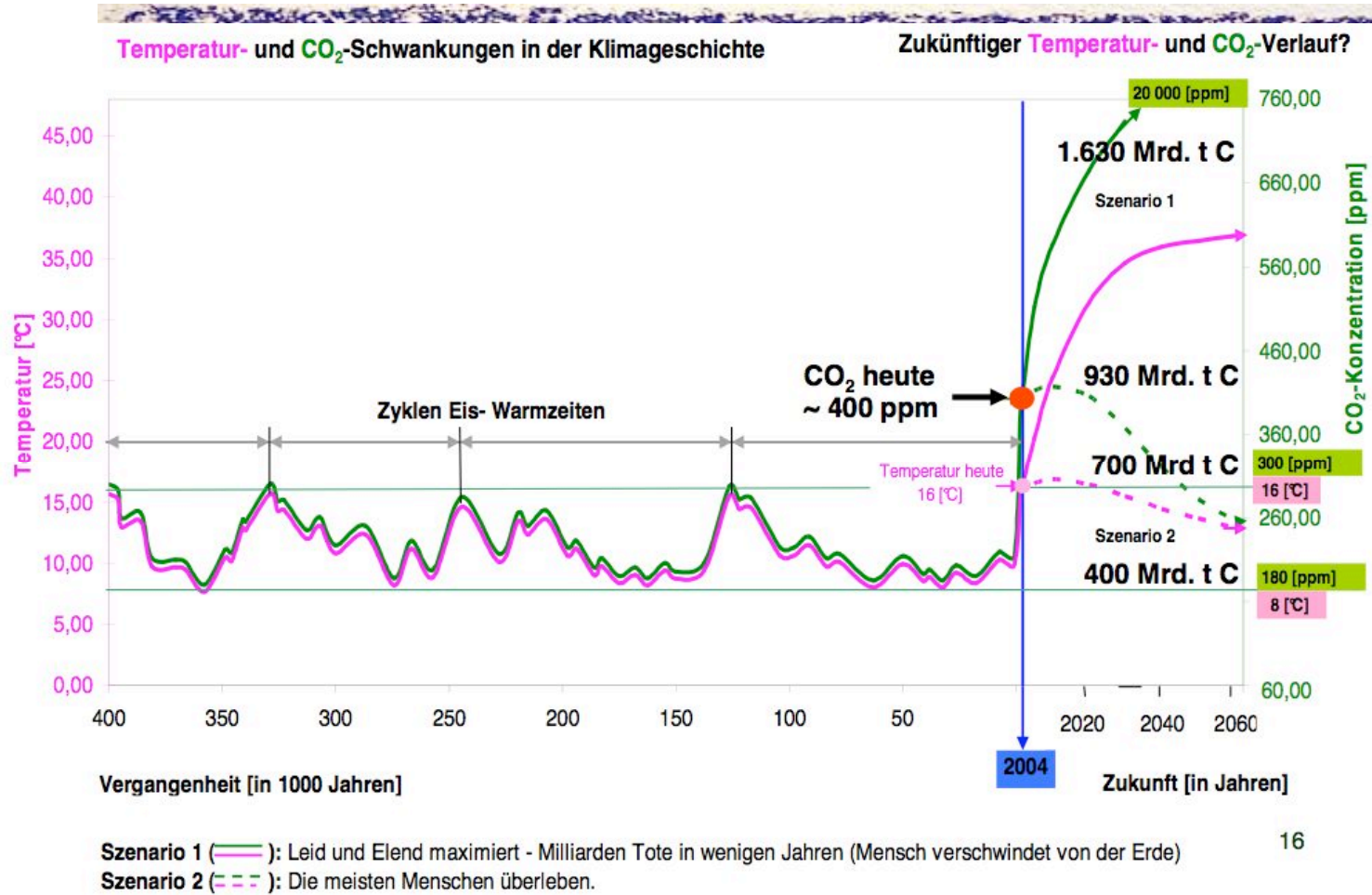
Consumo del petrolio

moda di un breve periodo



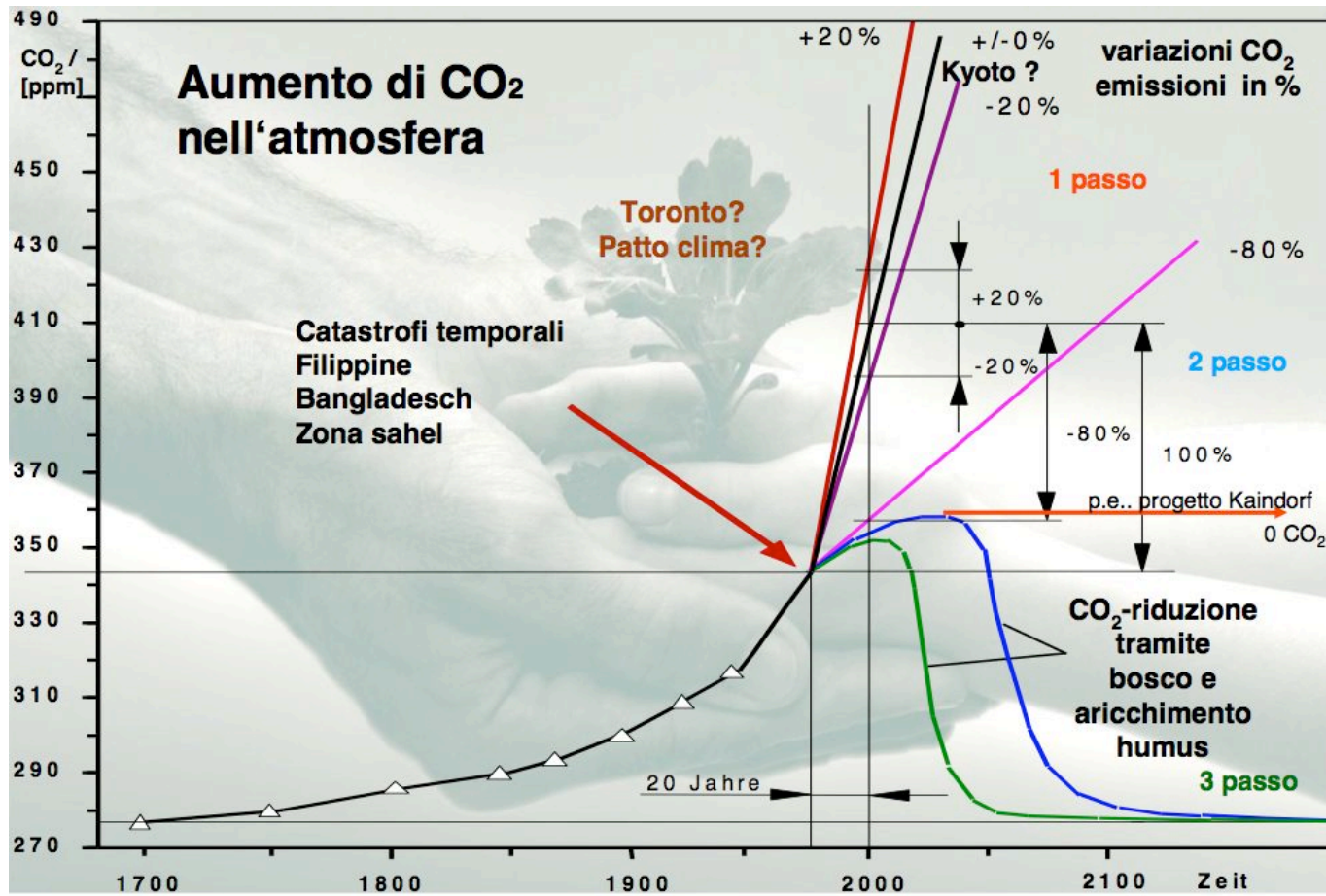


L'aumento di temperatura è influenzato dalla presenza di CO₂ (effetto serra)



Cosa dobbiamo fare se vogliamo sopravvivere

(Riduzione gas serra)





Risparmio e produzione energia con fonti rinnovabili

- Risparmio domotico (intelligente)
- Geotermico
 - uso di acqua calda dei soffioni
 - sfruttamento della temperatura del sottosuolo
- Sfruttamento bio masse
 - Produzione Gas
 - Utilizzo combustibili rinnovabili (non fossili)
- Pannelli solari
 - Produzione acqua calda sanitaria
 - Foto Voltaico
- Eolico
- Idroelettrico
- Altre da ricercare come lo sfruttamento delle maree, dei fulmini, della pressione osmotica, ecc.



Tipologia di fonte e caratteristiche economico-ambientali

Tipo energia	Costo (€/MWh)	Gas ad effetto serra (kg equiv di CO ₂ /MWh)	Dipendenza della UE dalle importazioni		Efficienza energetica	Durata delle riserve attuali
			2005	2030		
Gas naturale	35-70	400-440	57 %	84 %	40-50 %	64 anni
Petrolio	70-80	550	82 %	93 %	30 %	42 anni
Carbone	30-50	750-800	39 %	59 %	40-48 %	155 anni
Nucleare	40-45	15	100 %	100 %	33 %	85 anni
Biomasse	25-85	30	0	0	30-60 %	Rinnovabile
Eolica						
In terra	35-175	30	0	0	95-98 %	Rinnovabile
In mare	50-170	10	0	0	95-98 %	Rinnovabile
Idraulica						
+10 MW	25-95	20	0	0	95-98 %	Rinnovabile
- 10 MW	45-90	5	0	0	95-98 %	Rinnovabile
Solare	140-430	100	0	0	10-15%	Rinnovabile

Fonte: Commissione Europea



Il fabbisogno nazionale di energia elettrica

prodotta dall'Italia circa 303.000 GWh annui (2004)

- 71,7% centrali termoelettriche
 - bruciano principalmente combustibili fossili in gran parte importati dall'estero
 - piccole percentuali - inferiori al 2% - fanno riferimento a biomassa, rifiuti industriali o civili e combustibile nazionale.
- 14,3% fonti rinnovabili (idroelettrica, geotermica, eolica e fotovoltaica)
- 13,9% é importata direttamente all'estero (circa 40.000 GWh all'anno)
- Attualmente l'Italia figura tra i maggiori importatori mondiali di gas naturale, proveniente principalmente dalla Russia e dall'Algeria; un ulteriore gasdotto sottomarino (Greenstream) dovrebbe in futuro far crescere sensibilmente la quota di gas importata dalla Libia.
- Nonostante ciò, l'Italia rimane ancora oggi tra i paesi europei maggiormente dipendenti dal petrolio per la produzione di energia elettrica.

Centrali termoelettriche italiane

sono alimentate a

- gas naturale (59,2% nel 2005)
- carbone (17,3%)
- derivati petroliferi (14,2%)
- Percentuali minori (circa il 2,3%) fanno riferimento a gas derivati
 - gas di acciaieria
 - gas di altoforno
 - gas di cokeria
 - gas di raffineria)
- un generico paniere di "altri combustibili" (circa il 7%) in cui sono comprese diverse fonti combustibili "minori", sia fossili che rinnovabili (biomassa, rifiuti, coke di petrolio, Orimulsion, bitume e altri)

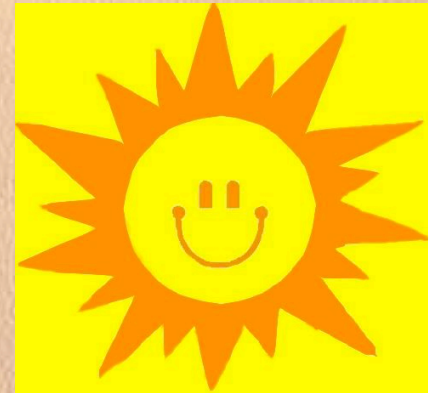
Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in Italia (GWh)

Fonti	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Idroelettrico	37.781	44.205	46.810	39.519	36.674	42.744
Eolico	10	563	1.179	1.404	1.458	1.847
Fotovoltaico	13	16	16	18	23	27
Geotermoelettr.	3.436	4.705	4.507	4.662	5.341	5.437
Rifiuti urbani	168	804	1.259	1.428	1.812	2.277
Legna	116	537	644	1.052	1.648	2.190
Biogas	103	566	684	943	1.033	1.170
Totale	41.627	51.396	55.100	49.097	47.989	55.692

Fonte: ENEA, *Rapporto Energia e Ambiente 2005*

Considerazioni economiche

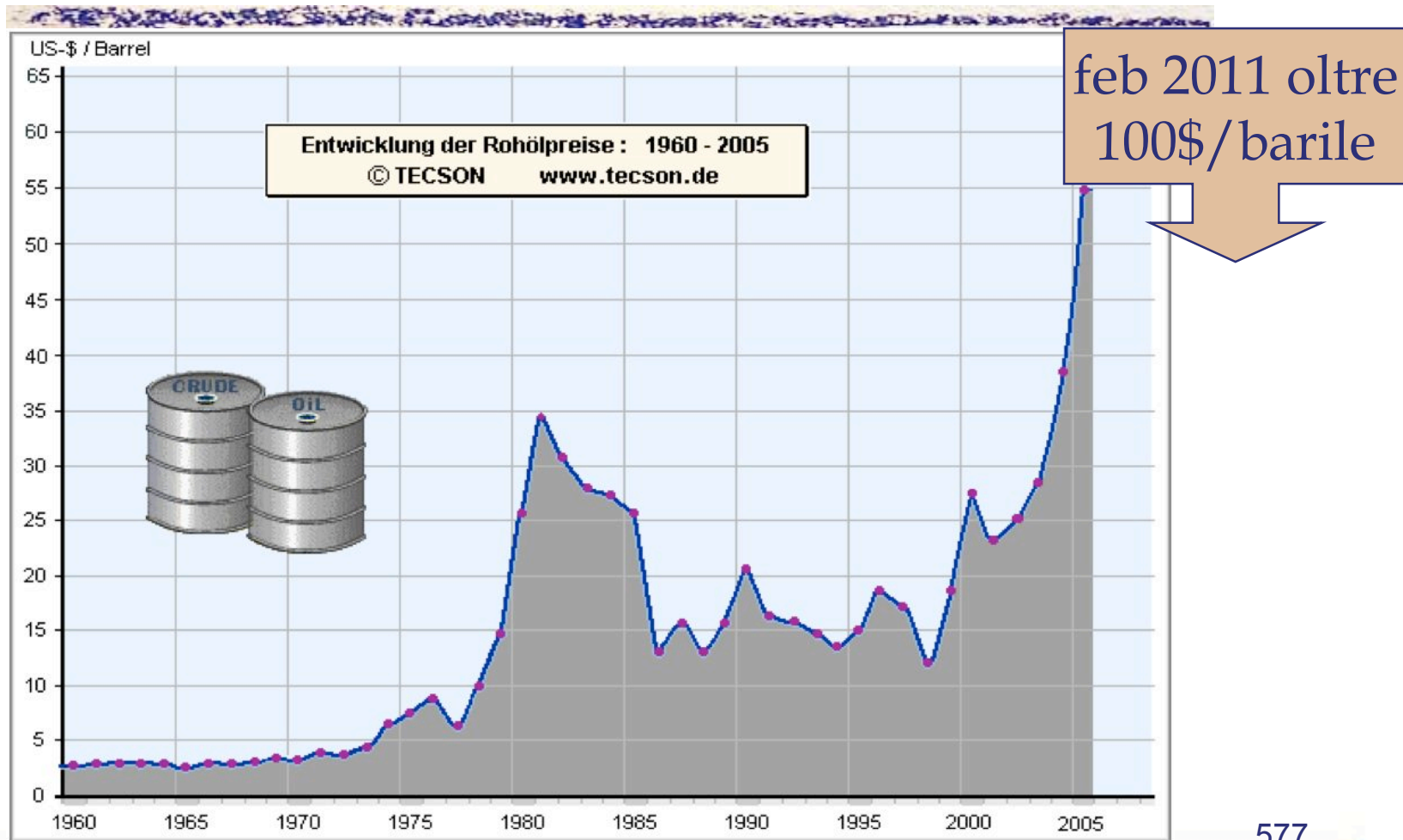
Costi e contributi statali



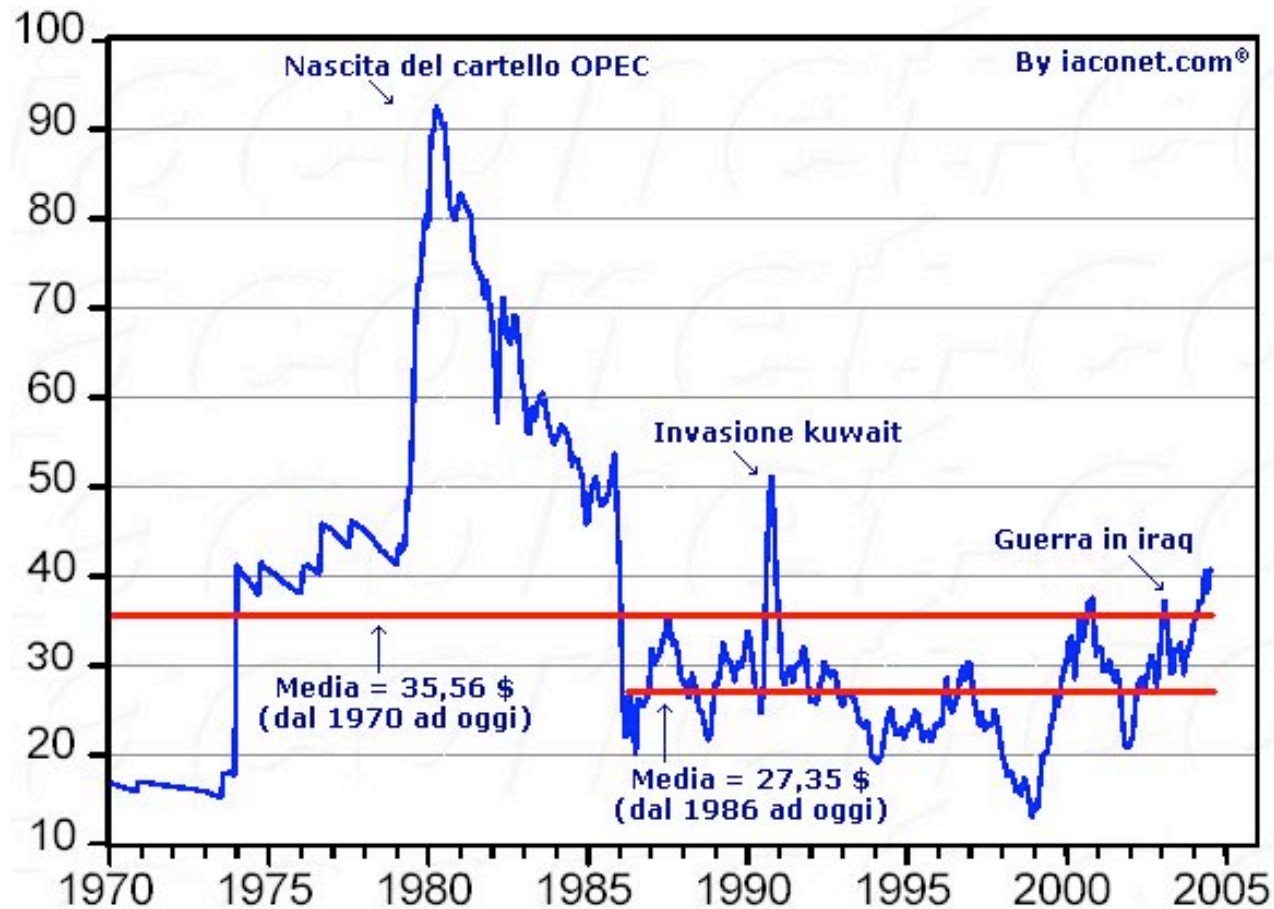
Considerazioni generali

- Con i costi attuali dei carburanti fossili (carbone e idrocarburi) usare energie alternative non sarebbe conveniente, ma ...
 - Il petrolio si sta esaurendo (i pessimisti dicono 20 anni) ed è facile prevedere che i costi dei fossili saranno in rapida ascesa (vedi grafico nel seguito)
 - Bruciare carburante fossile significa liberare nell'atmosfera l'anidride carbonica che si è accumulata in migliaia di anni.
 - Lo stato, onde evitare sanzioni previste nei vari accordi internazionali, offre incentivi che rendono le energie da fonti rinnovabili convenienti economicamente

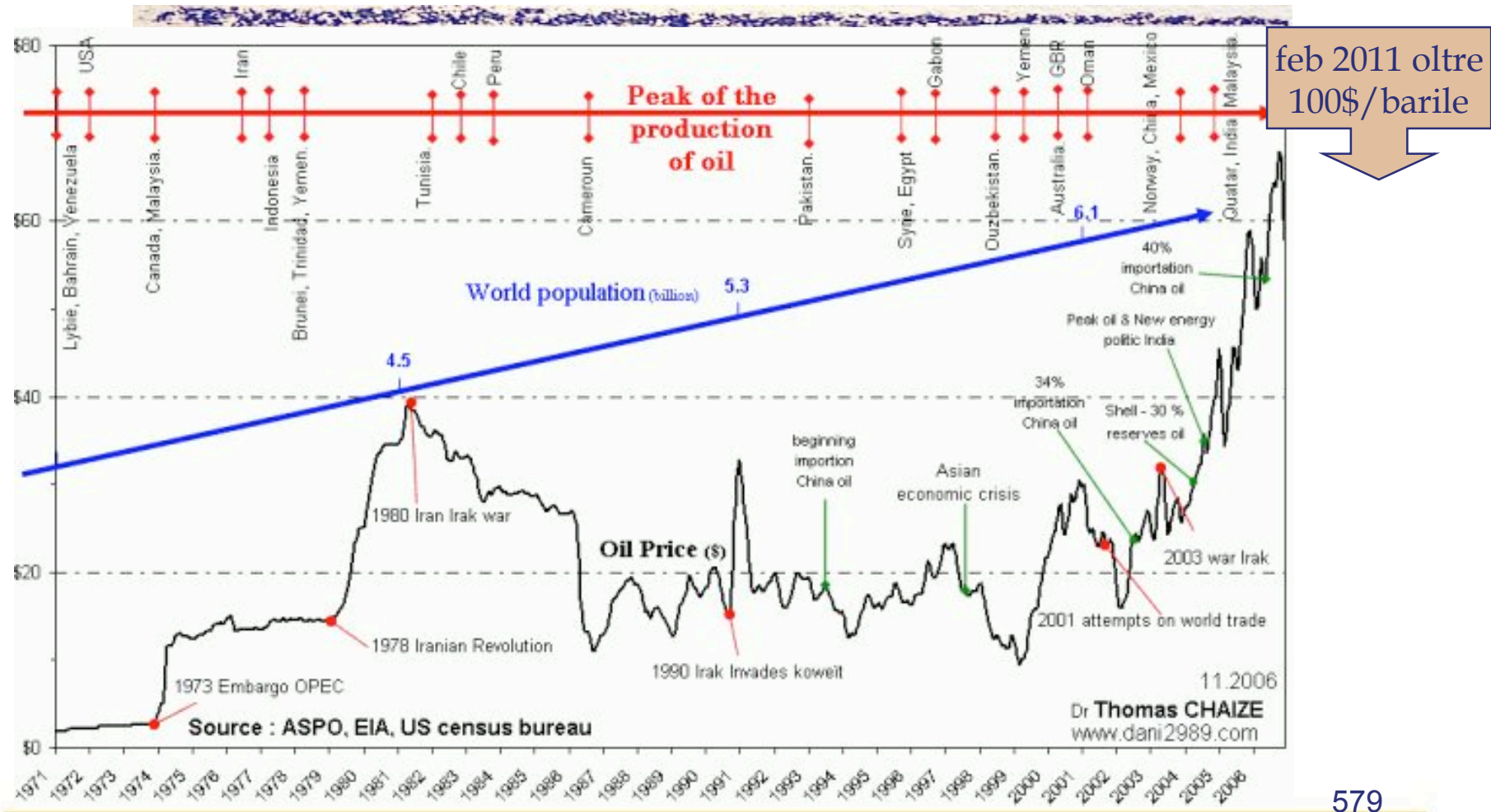
Costo del petrolio (\$ x barile)

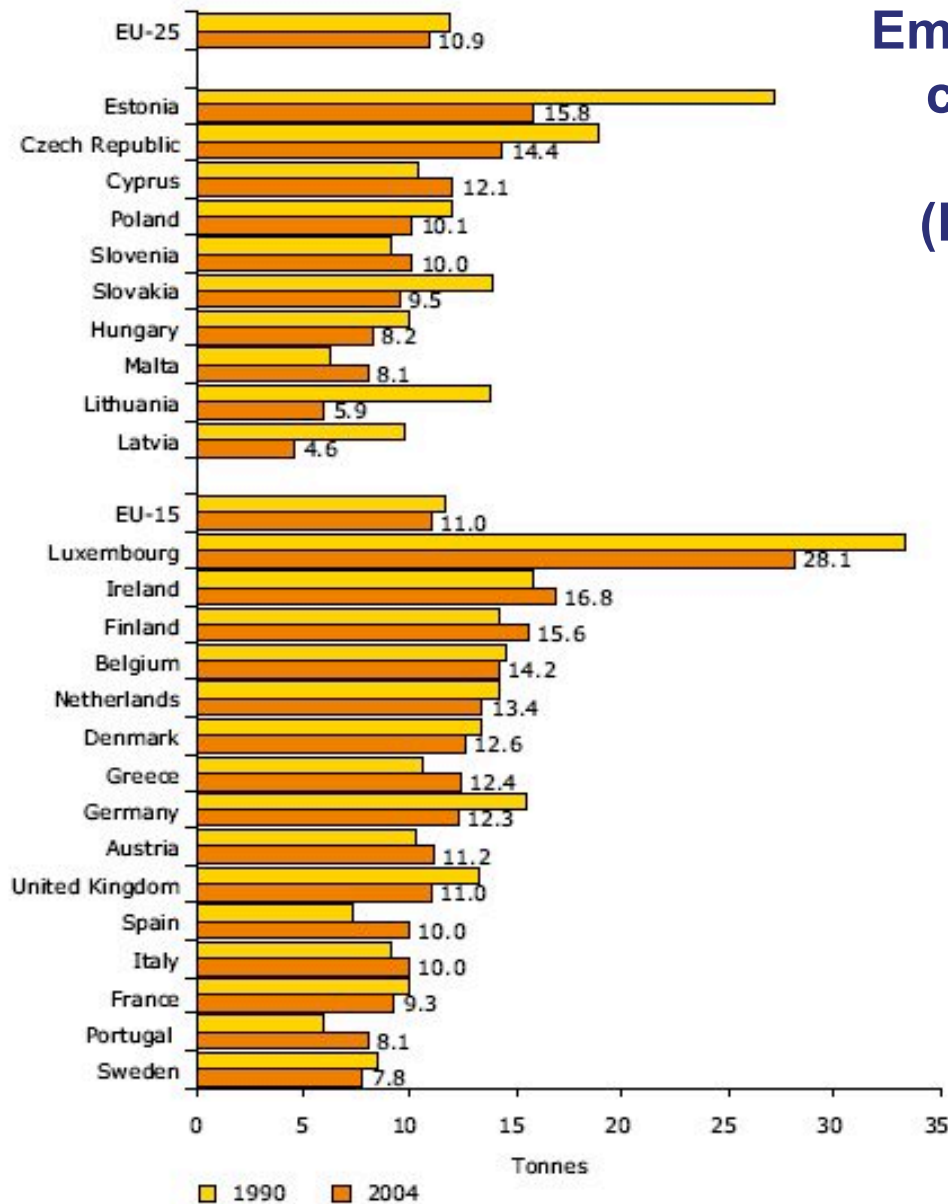


Costo del petrolio nel passato



Costo del petrolio e popolazione





Emissioni Gas serra per ciascuno degli Stati Membri (EU-25, 1990 e 2004)

La maggior parte dei paesi ha diminuito dal 1990 (■) al 2004 (■) l'emissione dei gas serra; l'Italia in contro tendenza



Cosa ha fatto l'UE in materia

Politiche

- Libro Bianco del 1997 sulle FER
- Fare di più con meno – Libro Verde sull'efficienza energetica
- Verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico – Libro Verde

Legislazione

- Direttive europee sulle rinnovabili e edifici.
 - Direttiva 2001/77/CE del parlamento e del consiglio, del 27 Settembre 2001, sulla promozione di energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità (nota come E-FER o RES-E Directive)
 - Direttiva 2003/30/CE sulla promozione dell'utilizzo di biocombustibili o altri carburanti "rinnovabili" per i trasporti
- EPBD - Direttiva 2002/91/CE "Rendimento energetico degli edifici"
- Direttiva 2004/8/CE sulla promozione della cogenerazione

- Programmi comunitari di supporto

Iniziative

I vantaggi dell'energie rinnovabili

- Sono inesauribili – un'intera vita
- Sono ecologici, senza rischio e locale
- godono di accettazione diffusa
- Avvantaggia la classe media e l'artigiano
- Sono un motore per l'occupazione
- Non sono nocivi

Contributi statali

- Lo stato italiano ha firmato l'accordo di Kyoto e si è impegnato a ridurre l'emissione di CO₂ derivante da carburante fossile
- Se non rispetterà gli accordi dovrà pagare sanzioni altissime oltre a rovinare l'ambiente
- Dare incentivi per rendere vantaggioso l'uso di energie alternative costa allo stato circa 5 volte meno delle sanzioni
- Nella finanziaria 2007 prevede contributi che se richiesti saranno garantiti per i prossimi 20 anni

Domotica e risparmio energetico



HVAC automatici risparmiano più di una persona anche se scrupolosa

- **Con un sistema domotico** è facile rilevare la presenza/assenza in un ambiente o in tutta la casa - Facilmente potremo abbassare (alzare d'estate) automaticamente la temperatura di qualche grado per assenze brevi e di molti gradi per assenze prolungate
- Considerando che il freddo si percepisce meno al rientro in casa se si proviene dall'esterno, si potrebbe regolare una temperature inferiore fino alla presenza (viceversa d'estate).
- Aprire/chiudere tapparelle quando c'è il sole e si manifesta l'effetto serra - evitare in estate e favorire in inverno
- Spegnerne automaticamente il sistema HVAC in caso di finestre o porte aperte o di lunga assenza.
- Questi e molti altri accorgimenti automatizzati da un sistema domotico, permettono notevoli risparmi
- Considerazioni analoghe valgono anche per il raffreddamento



Sistemi luci automatici risparmiano

- Le luci possono essere automatizzate e accendersi automaticamente quando si entra in casa
- Sistemi di rilevamento presenza possono regolare benissimo le luci di una zona di passaggio (Corridoi, marciapiedi, giardini, aule, ecc.)
- Nelle zone dove si potrebbe dormire (o fare semplicemente una pennichella come davanti alla televisione, un comodo divano, ecc.) i normali sensori sensori di presenza a infrarossi potrebbero scambiare l'immobilità di una persona con l'assenza. Occorre qualcosa di più sofisticato (RFID?)



Caso Università di Bremen (Germania)

Vedi articolo alla Conferenza scientifica KNX 2006 di Vienna (sito web di KNX)
e articolo Conferenza scientifica KNX 2005 di Pisa (sito web di KNX)

• Considerazioni preliminari

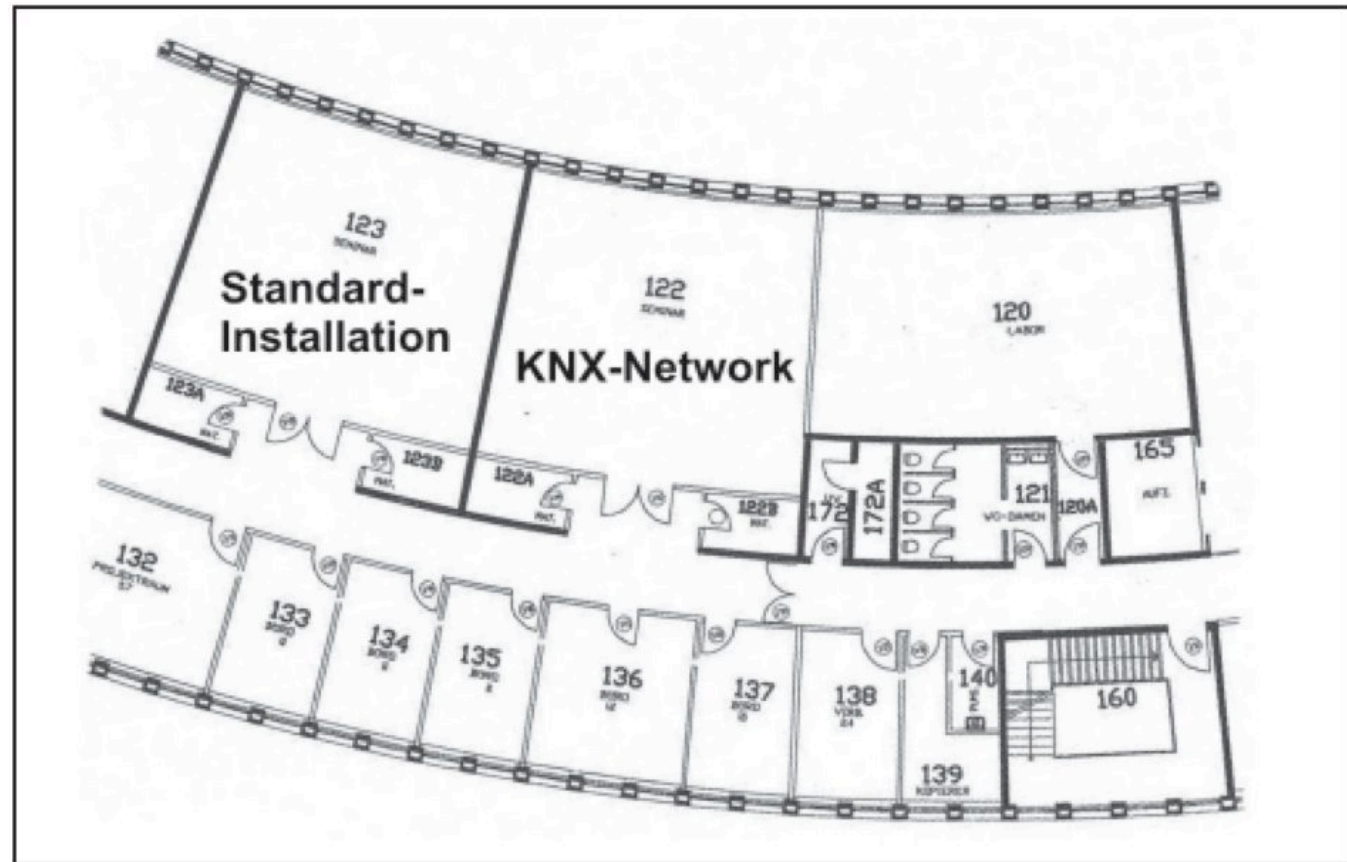
- Progetto del gruppo diretto dal prof. Dr. - Ing. Mevekamp
- Circa il 33% della necessità di energia è dovuta al riscaldamento
- Grossi risparmi di tale energia possono essere ottenuti con accorgimenti costruttivi (Isolamento);
- Ulteriori risparmi possono essere ottenuti con l'impiego di un sistema intelligente come Konnex

• Edificio “Centro per le tecnologie dell'informazione e multimediali”

- Palazzo costruito nel 2002 con esigenze di energia di 60-75 Kwh/m².
- 2 aule identiche furono prese in esame:
 - Una con cronotermostati standard
 - L'altra con controlli KNX

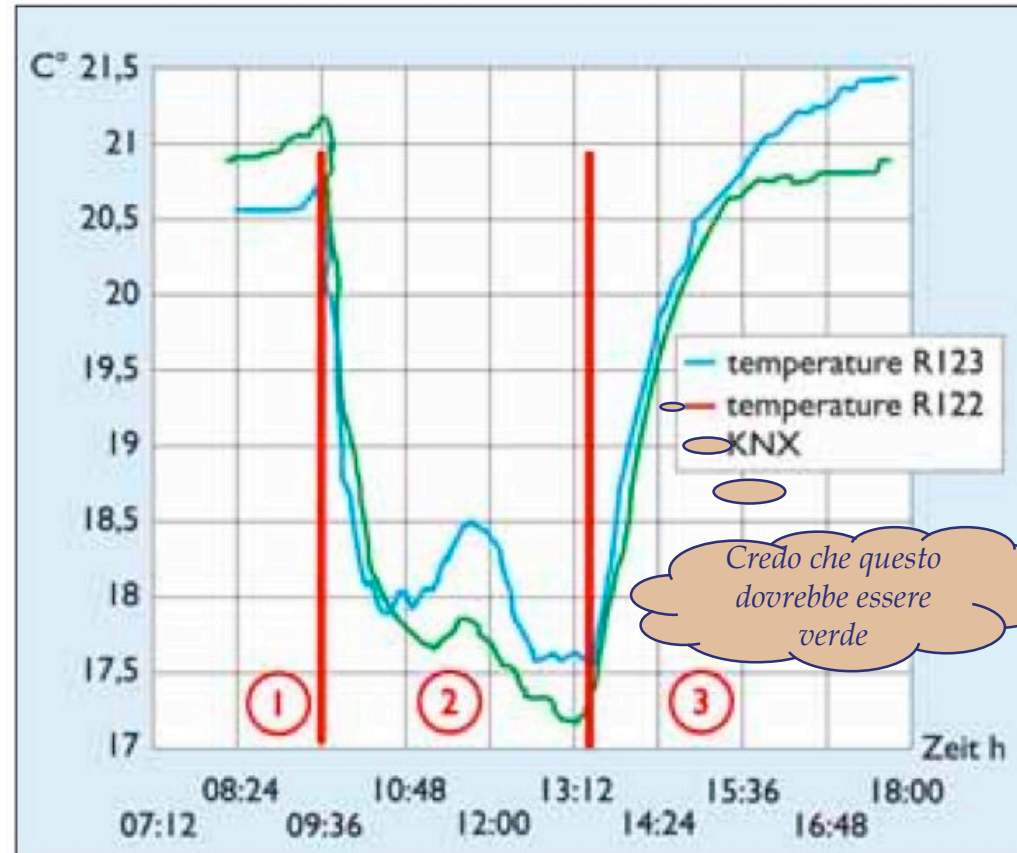
Centro per le tecnologie dell'informazione e multimediali

- Palazzo costruito nel 2002
- esigenze di energia di 60-75 Kwh/m²
- 2 aule identiche furono prese in esame:
 - Una con cronotermostati standard
 - L'altra con controlli KNX



Temperature delle due stanze a confronto (quella con KNX è leggermente più calda)

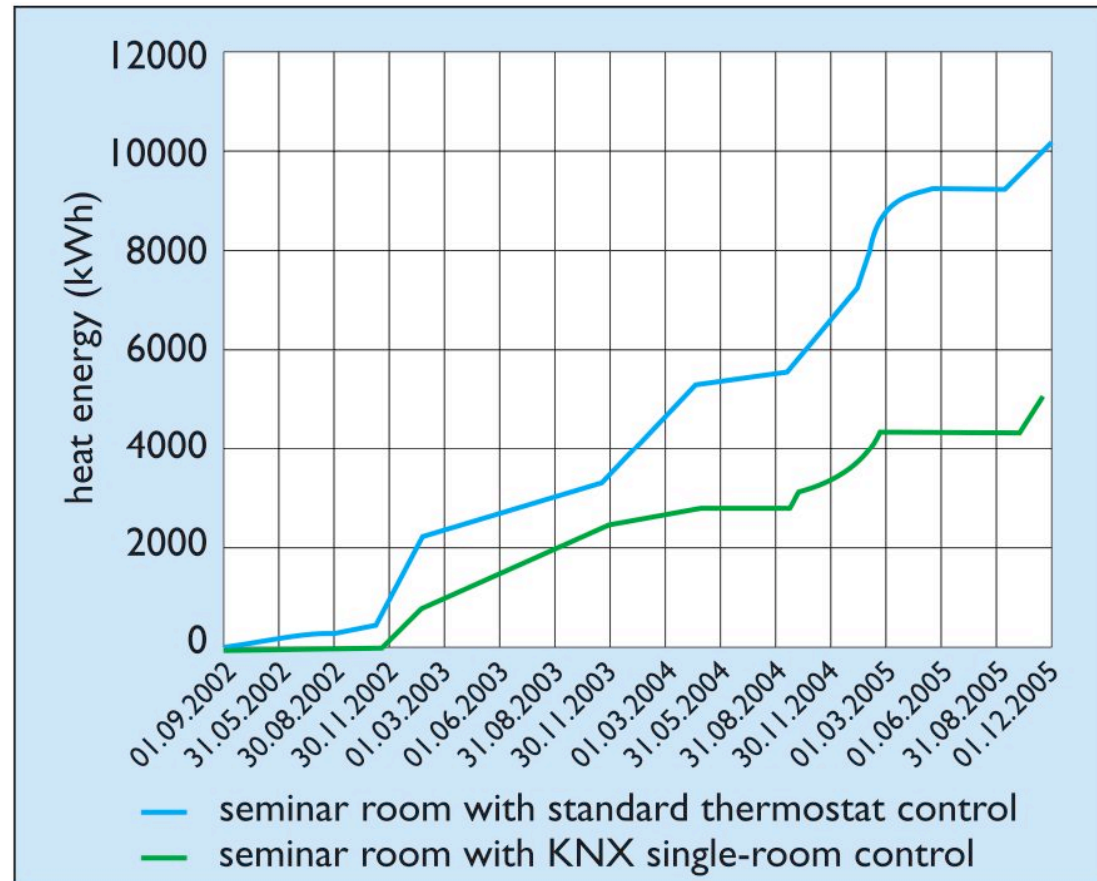
- Sono state analizzate le temperature delle stanze nei vari periodi (utilizzo, non utilizzo)
- I periodi di non utilizzo ambedue le stanze si mettevano a risparmio energetico
- Le temperatura della stanza 122 (con KNX) era 0,3° C più calda della 123 (standard)





Risparmio sul riscaldamento

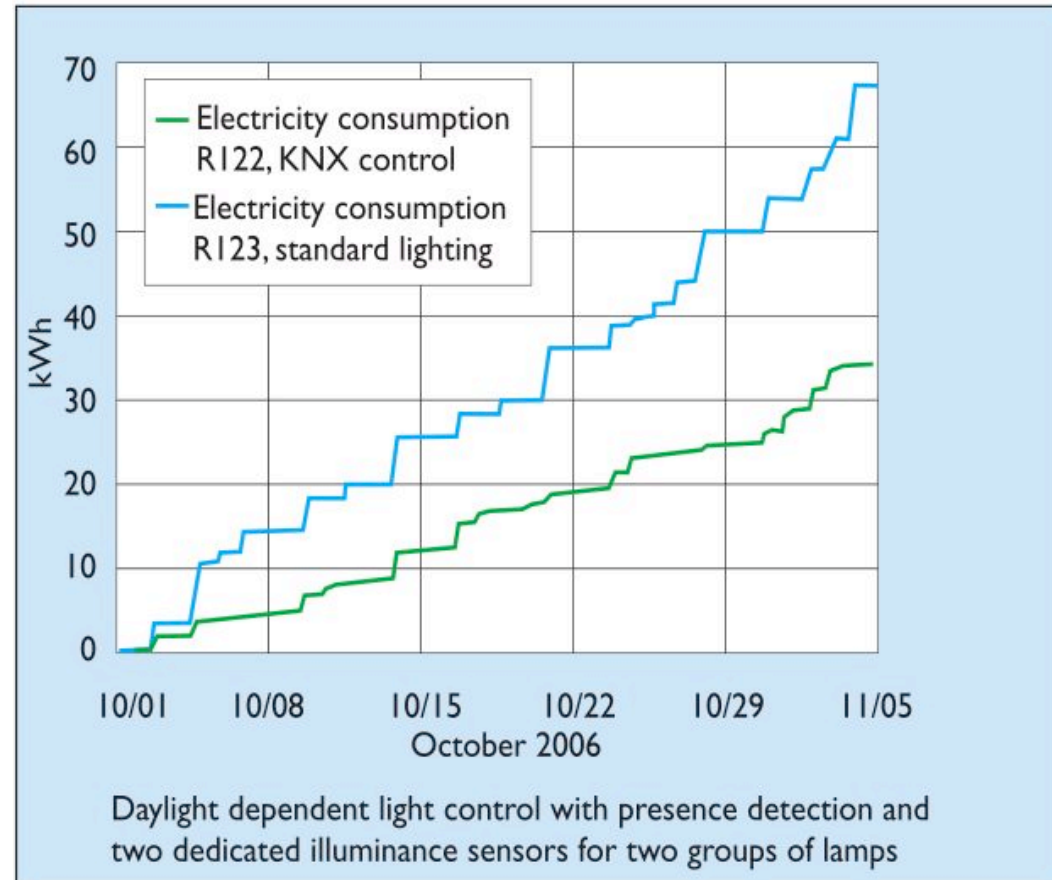
Dal 2002 al 2005 la stanza con Konnex ha risparmiato circa il 50%





Risparmio con KNX sulla luce

- Richiesta energetica per illuminazione x anno 500 MWh/a (maggiore di quella per riscaldamento 435-485 MWh/a)

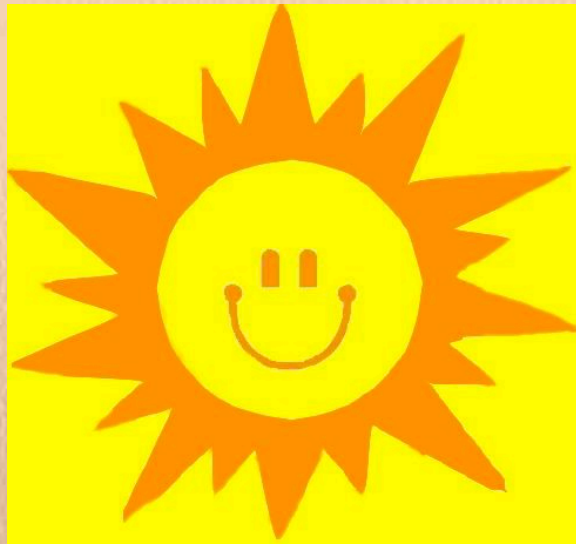




Come possiamo diminuire il bisogno energetico delle nostre case?

- Eliminare le perdite di calore
 - **Porte e finestre con buona tenuta** e con vetri doppi o tripli e vetro-camera
 - **Coibentare le pareti** (es.: le pareti di case degli anni '70 erano doppie per legge: si può riempire l'intercapedine con apposite sostanze coibentanti ottenendo grossi vantaggi)
 - **Tapparelle per la notte** (domotiche?)
 - Chiusure/aperture automatiche (domotiche) per diminuire in estate l'effetto serra e viceversa in inverno
- Controlli intelligenti (domotici) degli impianti HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning)
- Controlli automatici luci
- Utilizzare solo elettrodomestici con classe "A++"
- Utilizzare lampade a basso consumo dove possibile e minimizzare l'uso di lampade alogene
- Utilizzare tetti, parcheggi (mettere tettoia) e altri spazi per sfruttare pannelli solari, energia geotermica, ecc.
- **Gli investimenti fatti rientrano in pochi anni e in molti casi sono completamente a carico dello Stato (vedi contributi)**

Pannelli solari Fotovoltaico



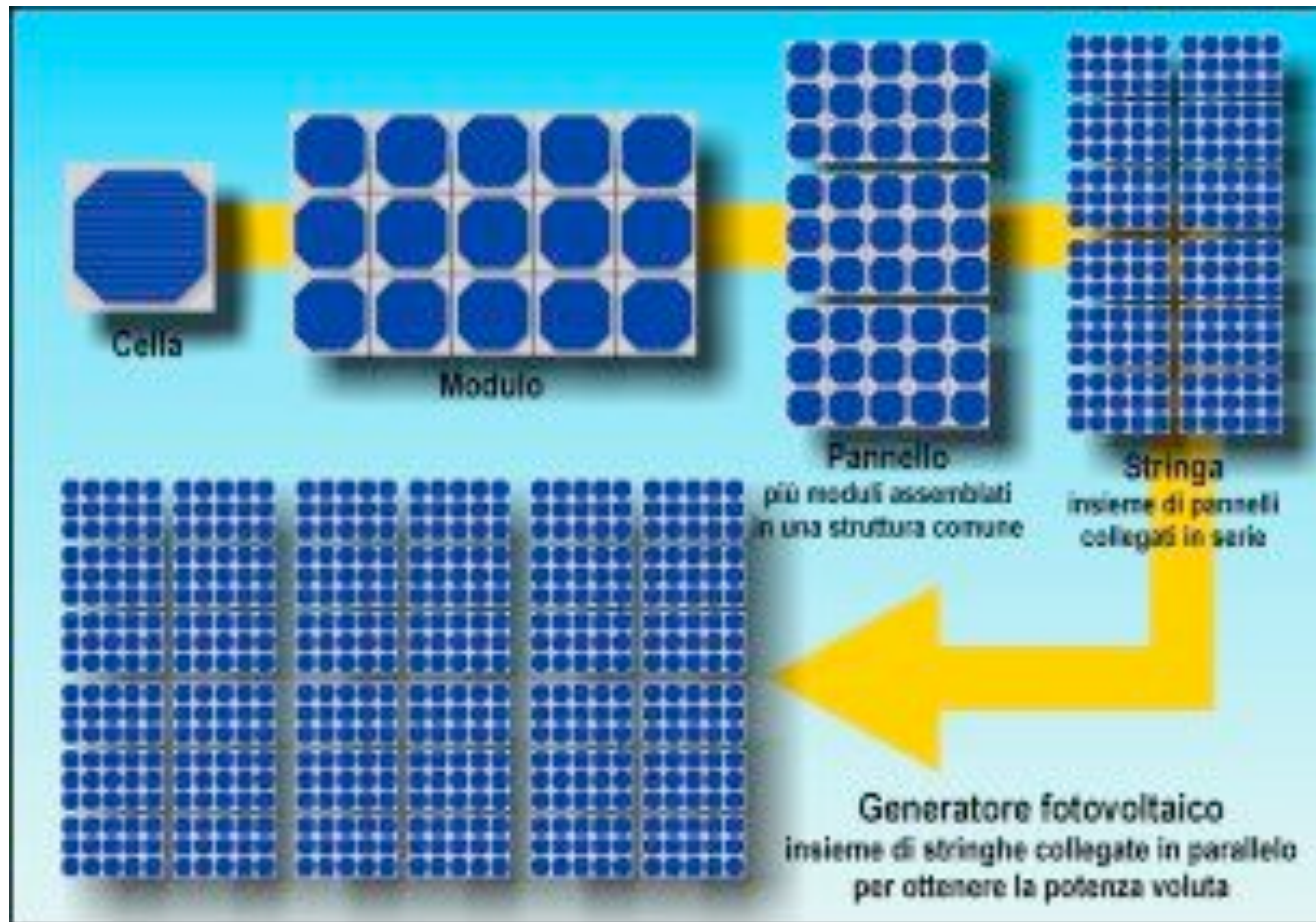
L'energia solare

- Il sole è inesauribile
- È la fonte energetica presente in tutto il pianeta
- L'energia solare è circa 15.000 volte superiore al fabbisogno energetico mondiale
- L'energia solare di 2 m² di suolo equivale a circa 3.000 kWh che è circa il consumo annuale medio di una famiglia (i pannelli fotovoltaici non immagazzinano tutta l'energia e servono più m²)
- A titolo indicativo si considera che alle latitudini dell'Italia centrale, un m² di moduli fotovoltaici di buona qualità possa produrre in media:
 - 0,35 kWh/giorno nel periodo invernale
 - 0,65 kWh/giorno nel periodo estivo
 - 180 kWh/anno

Vantaggi del fotovoltaico

- Assenza di emissioni
- Risparmio dei combustibili fossili
- Affidabilità dovuta all'assenza di parti in movimento (durata oltre 25 anni)
- Costi di manutenzione ridotti
- Modularità dell'impianto
 - Pannelli per 1 KWh costo medio 6.000 €
- Incentivi statali

Dalla cella al generatore





Composizione degli impianti fotovoltaici

- **Pannelli FV in silicio** - potenza (corrente continua) tra 80 e 300 W, peso circa 18 Kg, superf. 1,5 mq

– Monocristallino



– Policristallino



– Amorfo

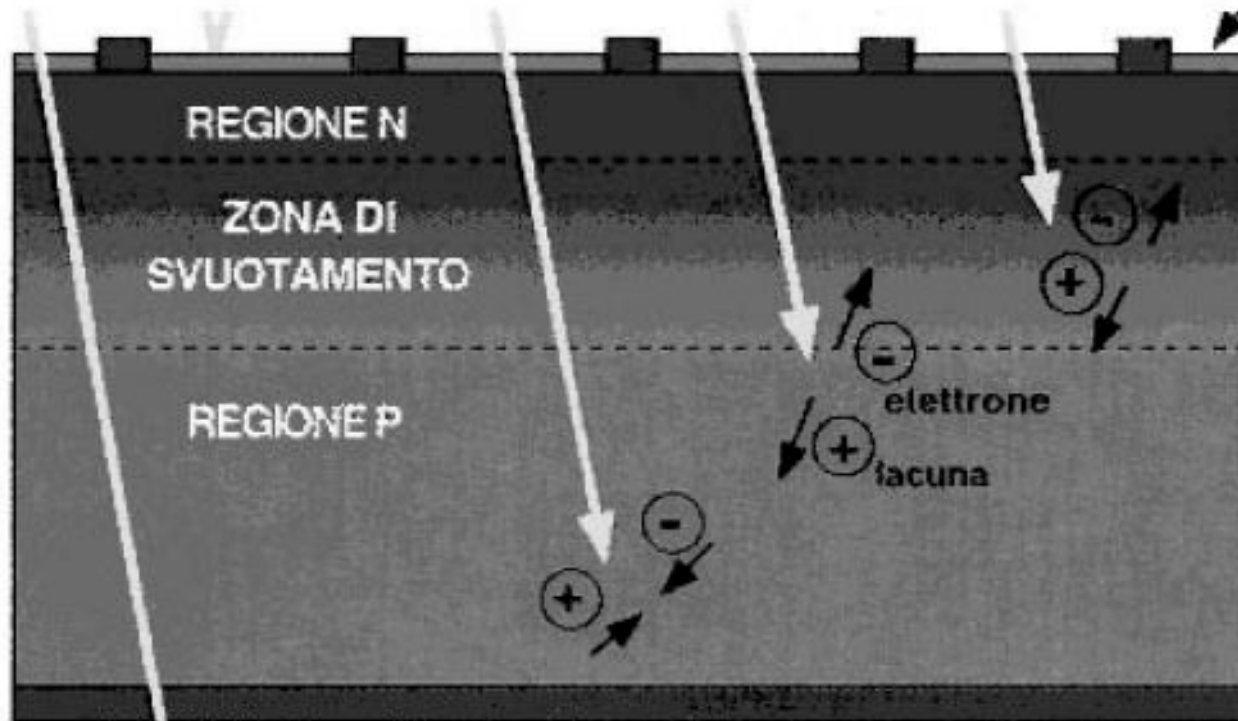


- **Strutture di sostegno** - sopportano il peso e devono considerare i venti
- **Inverter** - Dispositivo per trasformare la corrente continua in corrente alternata

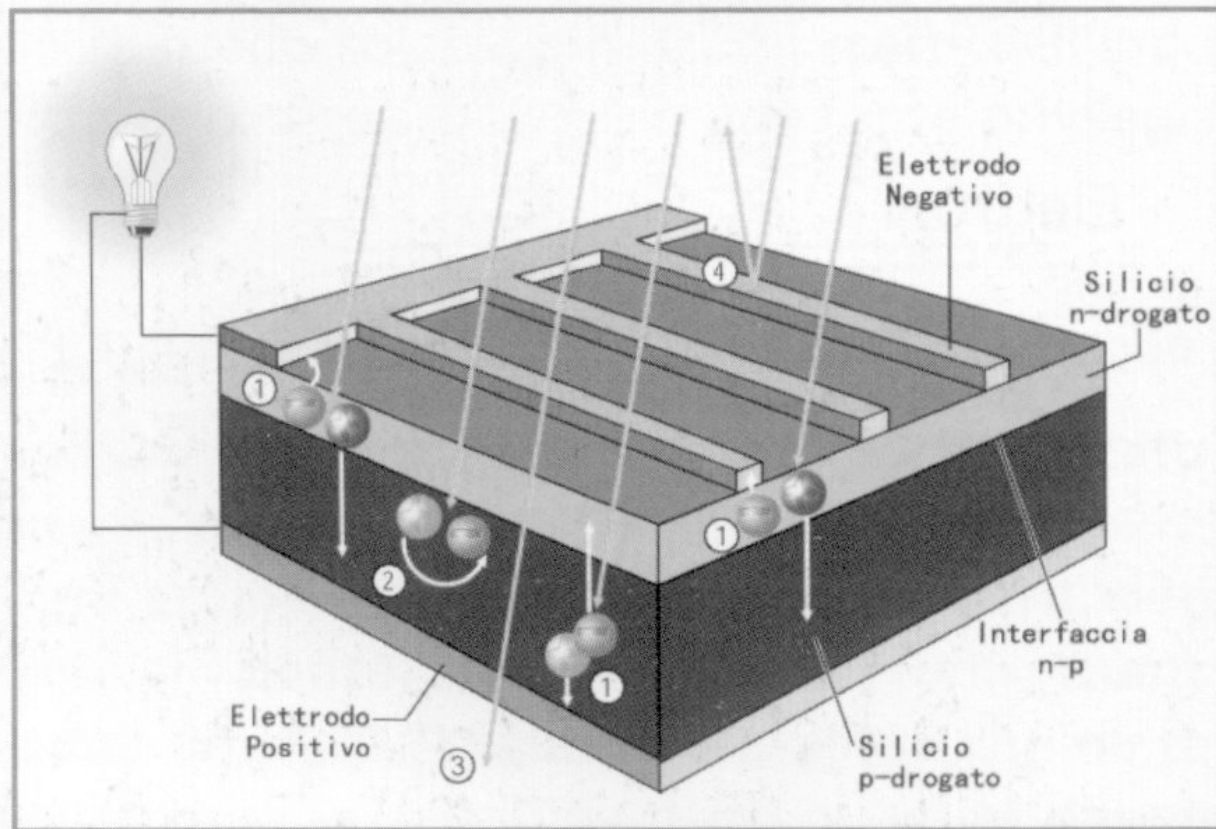
Prestazioni dei diversi materiali

Tecnologia FV di riferimento	Superficie m ² /kWp
Silicio cristallino	6 ÷ 10
Silicio amorfo	15 ÷ 20
CIS	11 ÷ 13
Altre tecnologie thin-film	12 ÷ 16

La cella fotovoltaica



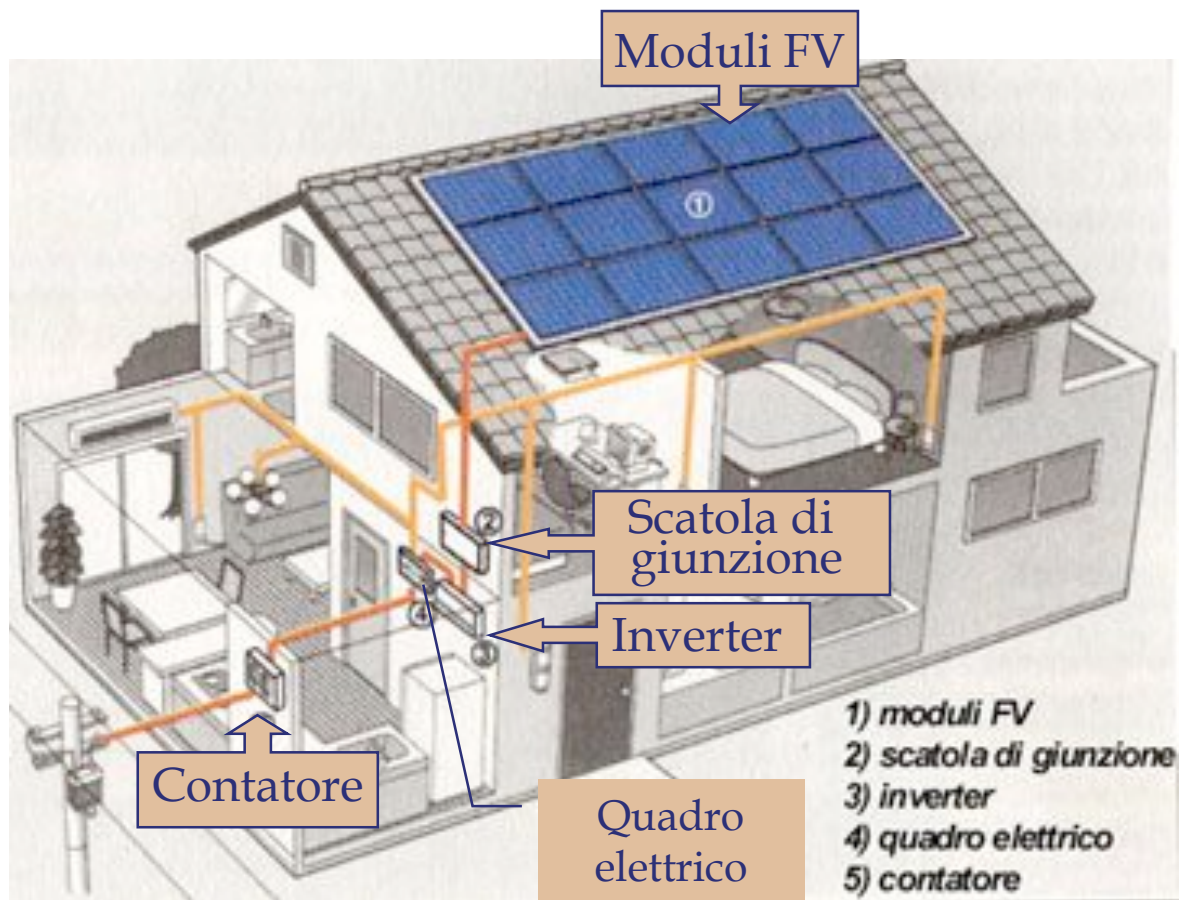
Funzionamento della cella fotovoltaica





Elementi di un impianto fotovoltaico

(Fonte: Roma Energia)



Come installare i sistemi FV

- Direttamente su tetti inclinati o integrati con essi
- Su tetti piani o integrati con essi
- Su facciate o integrati con esse
- Su tetti semitrasparenti
- Come dispositivi di ombreggiamento

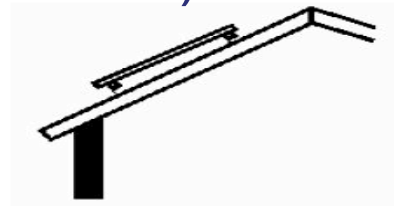
Considerazioni

- disponibilità dello spazio necessario per installare i moduli (per ogni kWp di potenza installata occorrono circa 7/8/12 mq di moduli in silicio (mono/policristallino/amorfo));
- corretta esposizione ed inclinazione della suddetta superficie. Le condizioni ottimali per l'Italia sono:
 - **esposizione** SUD (accettata anche SUD-EST, SUD-OVEST, con limitata perdita di produzione)
 - **inclinazione** 30-35° gradi;
 - **assenza di ostacoli** in grado di creare ombreggiamento.

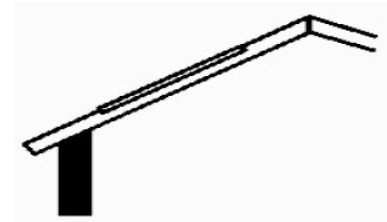
Inclinazione

(fonte ENEL-SI)

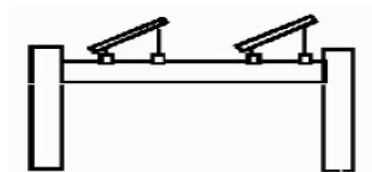
- Pannelli verticali e orizzontali producono meno
- Pannelli montati su superficie piana rendono circa 1/3 (devono essere distanziati per evitare si facciano ombra tra loro)



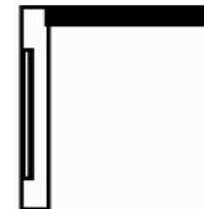
posa "retrofit" sopra il tetto



posa integrata nella copertura



posa su terrazzo



posa integrata in facciata verticale

Utilizzo

(fonte ENEL-SI)

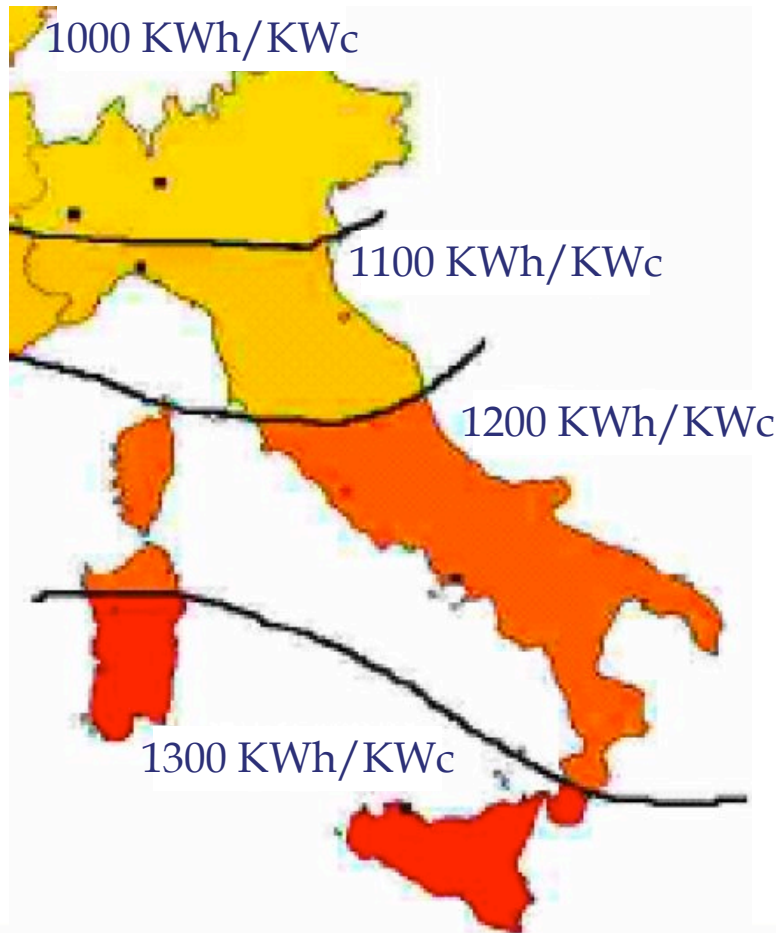
- Possono essere collegati alla rete elettrica del fornitore per fornire energia elettrica di giorno e riprenderla di notte
 - Fino a 6 kWp si collegano alla rete in bassa tensione (220 V)
 - impianti di taglia compresa tra 6 kWp e 20 kWp devono essere connessi obbligatoriamente alla trifase
 - Oltre 20 kW l'impianto si considera una centrale e si collega alla rete a media tensione (prima della cabina elettrica)
- Possono essere collegati ad un sistema di accumulatori per caricarli di giorno e riprendere energia di notte



Fattori di correzione

A Nord produce meno che a sud

(fonte ENEL-SI)



Orientamento	Inclinazione			
	0° —	30° ↗	60° ↘	90°
EST ↖	0,93	0,90	0,78	0,55
SUD-EST ↗	0,93	0,96	0,88	0,66
SUD ↓	0,93	1,00	0,91	0,68
SUD-OVEST ↘	0,93	0,96	0,88	0,66
OVEST ↖	0,93	0,90	0,78	0,55

Energia elettrica in rete

- L'energia prodotta può essere **scambiata** con Enel in cambio di energia consumata (eventuali eccedenze si perdono)
 - Contratto Net Metering / Massimo 20KWp
- L'energia prodotta può essere **venduta** a Enel (prezzo di vendita poco meno di 0,10 €/KWh)
- Viene concesso un incentivo statale appena entra in funzione l'impianto
 - Massimo 1.200 KWp

Il Net Metering (1)

(fonte ENEL-SI)

- Il "net metering" o "scambio di energia alla pari" è un meccanismo che regola l'immissione ed il prelievo dell'energia elettrica dalla rete (Delibera AEEG 224/2000 e 28/2006). E' un servizio erogato dalla società elettrica che esegue l'allacciamento dell'impianto fotovoltaico alla rete pubblica.
- Possono giovare di questo sistema tutti gli impianti allacciati alla rete che producono energia elettrica mediante l'utilizzo di fonti rinnovabili e che hanno una potenza compresa tra 1 e 20 kW (fotovoltaico, mini-eolico, mini-idro...), per tutta la durata di vita utile dell'impianto.
- Il funzionamento è il seguente: l'energia (kWh) prodotta dall'impianto e non assorbita dalle utenze elettriche (lampade, elettrodomestici, macchinari...) viene immessa in rete e misurata da un apposito contatore. Alla fine dell'anno la società elettrica effettua un conguaglio tra energia assorbita ed energia immessa; al cliente viene rimborsata una quota dell'energia assorbita pari a quella immessa in rete durante l'arco dell'anno.

Il Net Metering (2)

(fonte ENEL-SI)

- Non è prevista alcuna remunerazione dell'eventuale saldo positivo d'energia immessa in rete, risultante dal conguaglio annuale, ma questa quantità d'energia elettrica può essere portata a credito per gli anni successivi, fino ad un massimo di tre anni. Se l'impianto è sovradimensionato rispetto ai consumi ed il credito è sistematico, esso viene di fatto perduto.
- Il Net Metering **può essere cumulato con il beneficio proveniente dal meccanismo di incentivo** in conto energia.



La vendita di energia elettrica

(fonte ENEL-SI)

- La parte di energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico che non viene consumata dalle utenze (illuminazione, elettrodomestici, macchine, ecc...) viene ceduta alla rete elettrica di distribuzione. Tale quota di energia può essere venduta alla società elettrica ad un prezzo stabilito dall'Autorità dell'Energia Elettrica e del Gas.
- Per poter vendere energia elettrica è necessario:
 - avere una Partita IVA;
 - stipulare ogni anno una convenzione con la società elettrica che ha un costo variabile in funzione dell'energia venduta;
 - espletare le pratiche per l'officina elettrica (solo per impianti >20kWp).
 - La vendita dell'energia elettrica esclude la possibilità di beneficiare del servizio di "Net Metering"



Vendita dell'energia o Net Metering?

(fonte ENEL-SI)

- Il proprietario di un impianto con potenza da 1 a 20 kWp ha dei benefici economici maggiori nello scegliere il servizio di Net Metering, se la quantità di energia elettrica prodotta dall'impianto non supera i propri consumi su base annua.
- Con il Net Metering si semplificano inoltre tutti gli adempimenti amministrativi ed i costi connessi.
- Va considerato che l'energia prodotta viene venduta a circa 10 centesimi di € e si acquista a circa 20 centesimi di €
- Considerando un consumo di elettricità di una abitazione monofamiliare intorno ai 3.000-4.000 kWh/anno, e conoscendo la potenza del proprio impianto, si calcola rapidamente quanto fa risparmiare l'impianto in termini economici (tabella precedente) e in termini di consumi
- Un impianto da 2 kWp nell'Italia centro-sud produce 2400 kWh (vedi mappa dell'Italia nei lucidi precedenti)



Contributo statale concesso per 20 anni

Dimensioni dell'impianto	Tariffe incentivo statale per tipologia impianto		
	Nessuna integrazione architettonica	Parziale integrazione architettonica	Integrazione architettonica
1 - 3 KWp	0,40 €/KWh	0,44 €/KWh	0,49 €/KWh
3 - 20 KWp	0,38 €/KWh	0,42 €/KWh	0,46 €/KWh
> 20 KWp	0,36 €/KWh	0,40 €/KWh	0,44 €/KWh



ESEMPIO 1: vendita energia

- Ho circa 900 m² di terreno (tetto) in Italia centrale e inclinato di circa 30° rivolto a sud.
- Posso installare un impianto da 100KWp spendendo 6.000 € x 100 = **600.000 €**
- Chiedo un mutuo alla banca di **600.000 €** da restituire in 20 anni (30.000 €/anno + interessi) - Garantisce lo stato
- Produco 1200KWh x 100 anno = **120.000 KWh** annui
- Vendo 120.000 KWh anno a circa 0,10 € = **12.000 €**
- Ricevo contributo statale 120.000 x 0,40 = **48.000 €**



ESEMPIO 1: Conclusioni

Ho un campo/tetto da circa 1.000 m ²	
Investo un capitale che non ho (banca)	-600.000
Vendo per 20 anni energia (12.000 x 20)	240.000
Ricevo contributi per 20 anni (48.000 x 20)	960.000
Interessi + manutenzione (600.000 x 20% ?)	-120.000
TOTALE	480.000
Dopo 20 anni l'impianto è mio e lo posso ancora utilizzare per 5 anni, ma senza il contributo statale	
Ho affittato il campo a 24.000 € annui ?	



ESEMPIO 2: scambio energia

- Ho circa 20 m² di tetto in Italia centrale e inclinato di circa 30° rivolto a sud.
- Posso installare un impianto da 2/3 KWp spendendo 6.000 € x 2 = circa **15.000 €**
- Chiedo un mutuo alla banca di **15.000 €** da restituire in 20 anni (750 €/anno + interessi) - Garantisce lo stato
- Consumo annualmente 3.000 KWh x 0,20 € = **600 €**
- Produco oltre 1.200 KWh x 2 all'anno = 2.500 KWh
- Risparmio ogni anno energia 2500 KWh x 0,20 € = **500 €**
- Ricevo contributo statale 2.500 x 0,40 = **1.000 €**



ESEMPIO 2: Conclusioni

Ho un tetto da circa 20 m ²	
Investo un capitale che non ho (banca)	-15.000
Risparmio energia per 20 anni (500 € x 20)	10.000
Ricevo contributi per 20 anni (1.000 x 20)	20.000
Interessi + manutenzione (15.000 x 20% ?)	-3.000
TOTALE risparmio	12.000
Dopo 20 anni l'impianto è mio e lo posso ancora utilizzare per oltre 5 anni, ma senza il contributo statale	
Ho utilizzato un tetto e risparmio oltre 12.000 in 20 anni ?	

Esempio 3

- Considerando un consumo di elettricità di una abitazione mono-familiare intorno ai 3.000-4.000 kWh/anno, e conoscendo la potenza del proprio impianto, si calcola rapidamente quanto fa risparmiare l'impianto in termini economici (tabella precedente) e in termini di consumi



Esempio 3

	1 kWp<P<20kWp			
Potenza impianto	1kW	3kW	5kW*	20kW
Prod. Attesa** annua in kWh	1.150	3.450	5.750	23.000
Superficie necessaria in mq	8	24	40	160
Incentivazione conto energia				
Tariffa €/kWh	0.445	0.445	0.445	0.445
Guadagno €/kWh	512	1.535	2.559	10.235
Costo dell'energia fornita da ENEL				
Costo del kWh, €/kWh	0.18	0.18	0.16	0.12
Spesa evitata €/anno	207	621	920	2.760
Beneficio economico in 20 anni				
Risparmio sulla bolletta*** €	4.140	12.420	18.400	55.200
Guadagno in conto energia €	10.240	30.700	51.180	20.4700
Totale beneficio economico €	14.340	43.120	69.580	259.900
Costo impianto**** €	7.000	20.500	33.500	130.000
Vantaggio economico netto €	7.200	22.620	37.080	129.900
Tempo ammortamento impianto				
Anni	9.76	9.51	9.62	10

Legenda

* Per impianti di taglia superiore ai 6 kWp ci si deve connettere obbligatoriamente in trifase.

** Produzione attesa calcolata per una radiazione solare al nord Italia di 1150 kWh/m²

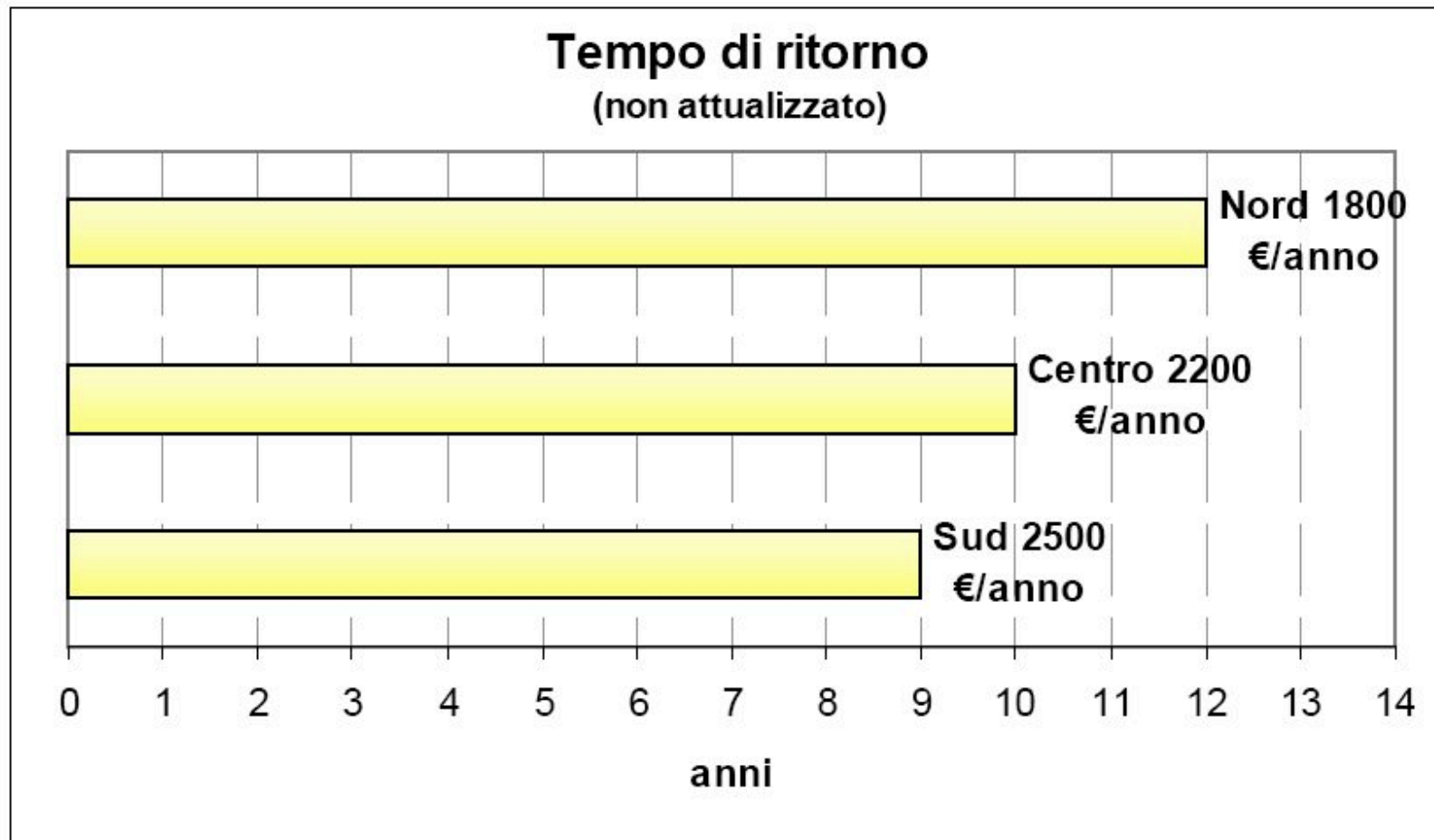
*** Stima del risparmio dell'energia nella condizione in cui il prezzo resti lo stesso nei 20 anni

**** I valori espressi hanno carattere indicativo e variano a seconda delle diverse applicazioni



Rientro dell'investimento

Durata media dell'impianto 25 anni)





Esempio di preventivi in Internet

http://www.ecoemmegi.it/index_file/page0009.htm

Consumo annuo Scatti Kw.	Costo Unitario energia ENEL	Spesa in bolletta ogni anno	Impianto fotovoltaico Kwp.	Produzione energia in un anno Centro Italia KW	Risparmio in bolletta		Ecoincentivo impianti semintegrati sul tetto		Ecoincentivo + risparmio in bolletta	Costo Impianto
					Valore Unitario	Ricavo	Valore Unitario	Ricavo		
2.000	0,18	360	1,5	1.950,00	0,18	351	0,44	858	1.209,00	12.375
2.500	0,18	450	1,9	2.470,00	0,18	444,6	0,44	1.086,80	1.531,40	14.630
3.000	0,18	540	2,3	2.990,00	0,18	538,2	0,44	1.315,60	1.853,80	18.216
3.500	0,18	630	2,6	3.380,00	0,18	608,4	0,44	1.487,20	2.095,60	19.448
4.000	0,18	720	3	3.900,00	0,18	702	0,44	1.716,00	2.418,00	21.450
4.500	0,18	810	3,4	4.420,00	0,18	795,6	0,42	1.856,40	2.652,00	24.310
5.000	0,18	900	3,8	4.940,00	0,18	889,2	0,42	2.074,80	2.964,00	27.170
6.000	0,18	1.080,00	4,2	5.460,00	0,18	982,8	0,42	2.293,20	3.276,00	30.030
7.500	0,18	1.350,00	5,6	7.280,00	0,18	1.310,40	0,42	3.057,60	4.368,00	36.960
10.000	0,18	1.800,00	7,5	9.750,00	0,18	1.755,00	0,42	4.095,00	5.850,00	49.500
15.000	0,18	2.700,00	11,5	14.950,00	0,18	2.691,00	0,42	6.279,00	8.970,00	75.900



Software per la progettazione FV

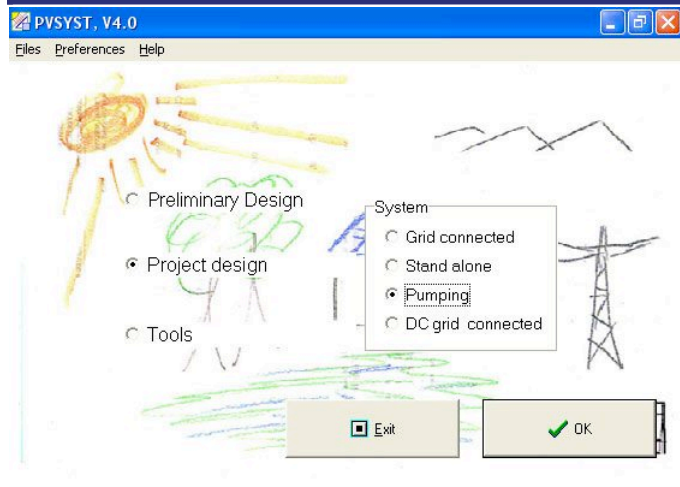
I principali software

Software	Contatti
Tetti FV	www.studioiesl.com
Sole Pratico	www.tecnosolare.it
PVSol	www.solardesign.co.uk
PV-CAD	www.iset.uni-kassel.de
PV-SYST	www.unige.ch/en



Fonte: www.tecnosolare.it

Esempi di software per la progettazione di sistemi fotovoltaici



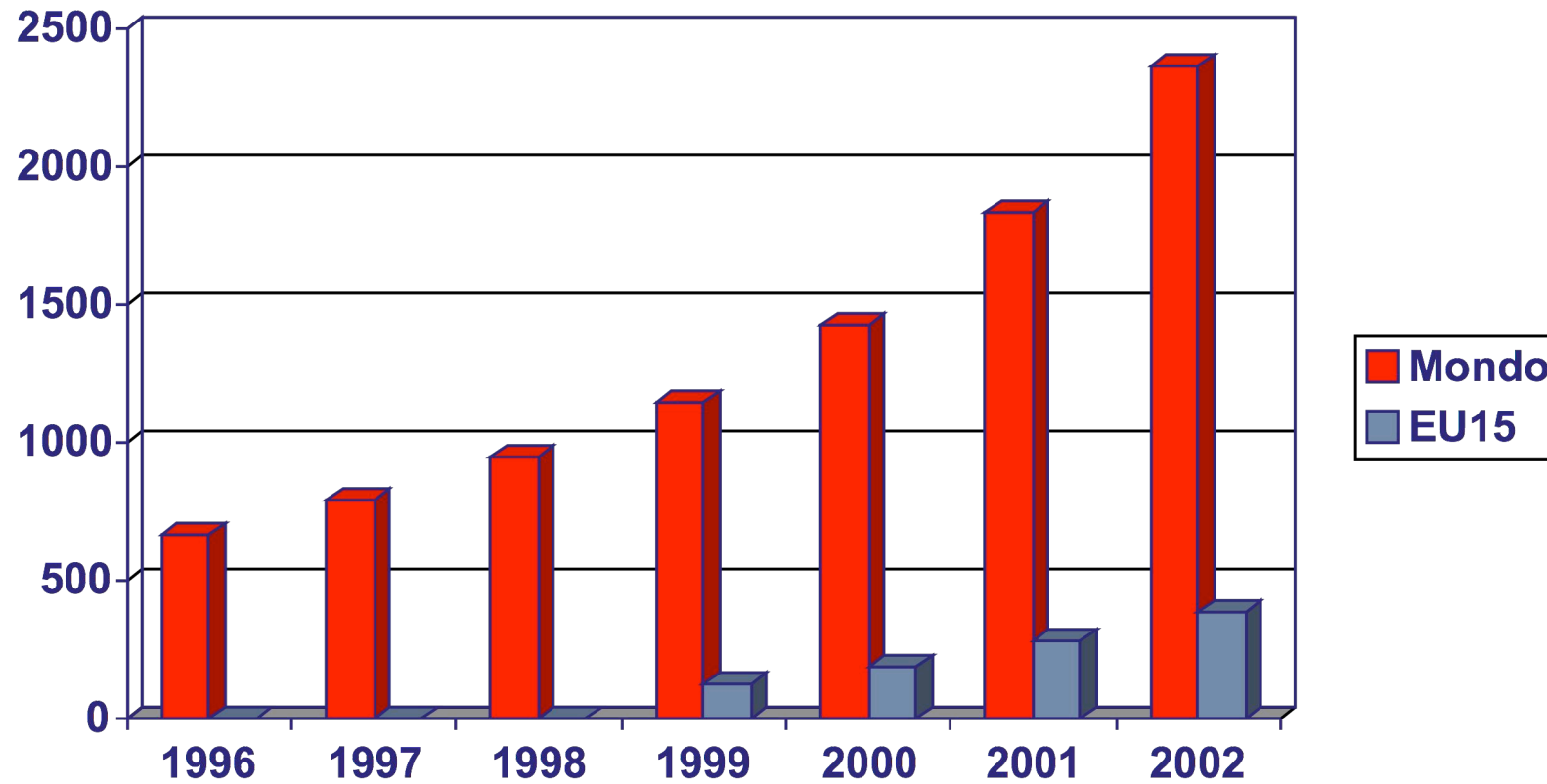
Fonte: www.unige.ch



Radiazione media giornaliera su base mensile Provincia di Reggio Calabria

	Piano orientato a sud e inclinato di 30° (kWh/m ² giorno)	Piano orientato a sud inclinato di 45° (kWh/m ² giorno)	Piano orientato a sud inclinato di 60° (kWh/m ² giorno)
Gennaio	3,40	3,65	3,79
Febbraio	4,31	4,38	4,40
Marzo	4,94	4,98	4,74
Aprile	5,39	5,09	4,55
Maggio	5,89	5,30	4,50
Giugno	6,09	5,33	4,42
Luglio	6,16	5,45	4,55
Agosto	5,82	5,35	4,65
Settembre	5,13	5,01	4,61
Ottobre	4,52	4,71	4,61
Novembre	3,48	3,81	3,89
Dicembre	3,09	3,57	3,73
TOTALE			

Fotovoltaico (MWp)





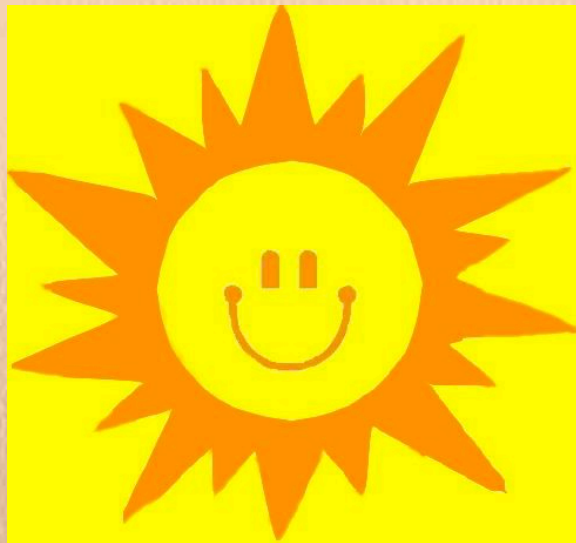
Capacità installata FV nell'Unione Europea (in MWp)

	2004 Cumulated power			2005 Cumulated power		
	On-grid	Off-grid	Total	On-grid	Off-grid	Total
Germany	908,000	26,000	934,000	1 508,000	29,000	1 537,000
Spain	23,900	13,400	37,300	37,600	14,200	51,800
Netherlands	44,310	4,769	49,079	45,857	4,919	50,776
Italy	18,700	12,000	30,700	25,200	12,300	37,500
France	8,000	18,300	26,300	12,967	20,076	33,043
Luxembourg	23,200	0,000	23,200	23,266	0,000	23,266
Austria	16,493	2,687	19,180	21,126	2,895	24,021
United Kingdom	7,386	0,778	8,164	9,786	0,878	10,664
Greece	1,257	3,288	4,544	1,412	4,032	5,444
Sweden	0,194	3,672	3,866	0,254	3,983	4,237
Finland	0,193	3,509	3,702	0,223	3,779	4,002
Portugal	0,500	2,200	2,700	0,600	2,700	3,300
Denmark	2,035	0,255	2,290	2,335	0,295	2,630
Belgium	1,210	0,053	1,263	1,712	0,053	1,765
Cyprus	0,255	0,090	0,345	0,490	0,135	0,625
Czech Republic	0,269	0,147	0,416	0,380	0,150	0,530
Poland	0,069	0,165	0,234	0,085	0,232	0,317
Ireland	0,000	0,100	0,100	0,000	0,300	0,300
Slovenia	0,006	0,094	0,100	0,118	0,098	0,216
Hungary	0,055	0,083	0,138	0,085	0,091	0,176
Slovakia	0,000	0,060	0,060	0,000	0,060	0,060
Lithuania	0,000	0,017	0,017	0,000	0,017	0,017
Malta	0,006	0,000	0,006	0,015	0,000	0,015
Latvia	0,000	0,004	0,004	0,000	0,005	0,005
Estonia	0,000	0,002	0,002	0,000	0,003	0,003
Total EU	1 056,038	91,673	1 147,710	1 691,511	100,201	1 791,712

Source: EurObserv'ER 2006

Pannelli solari

Produzione acqua calda



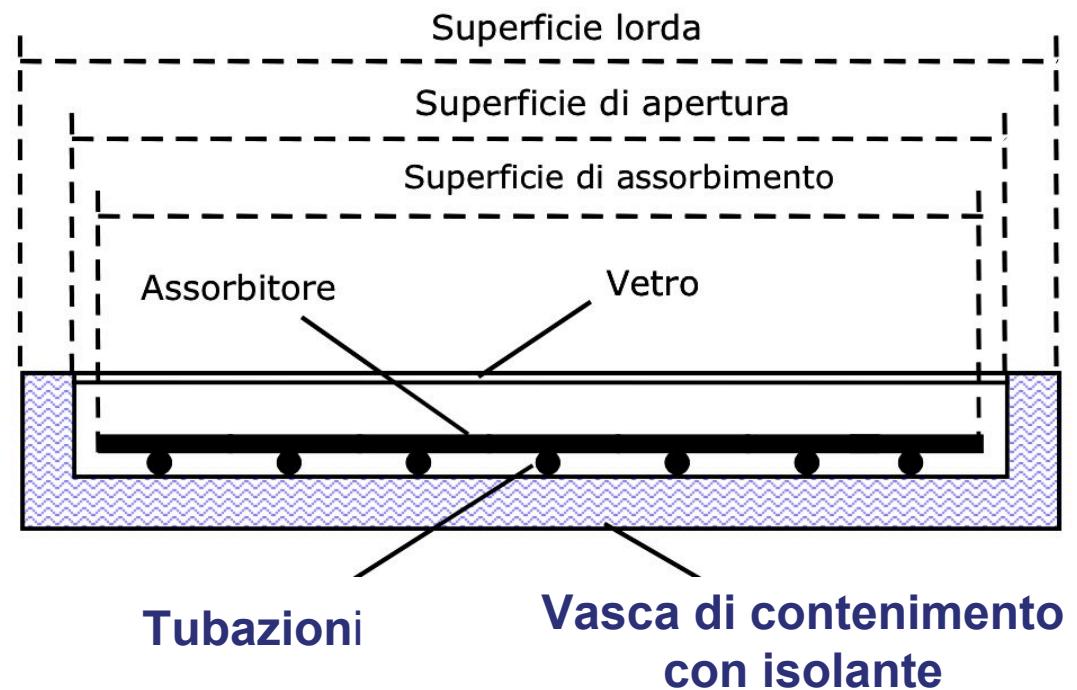
Produzione acqua calda

- produzione di acqua calda sanitaria (ACS) per abitazioni, alberghi, palestre, uffici etc.
- riscaldamento piscine (coperte e scoperte)
- riscaldamento degli ambienti in inverno

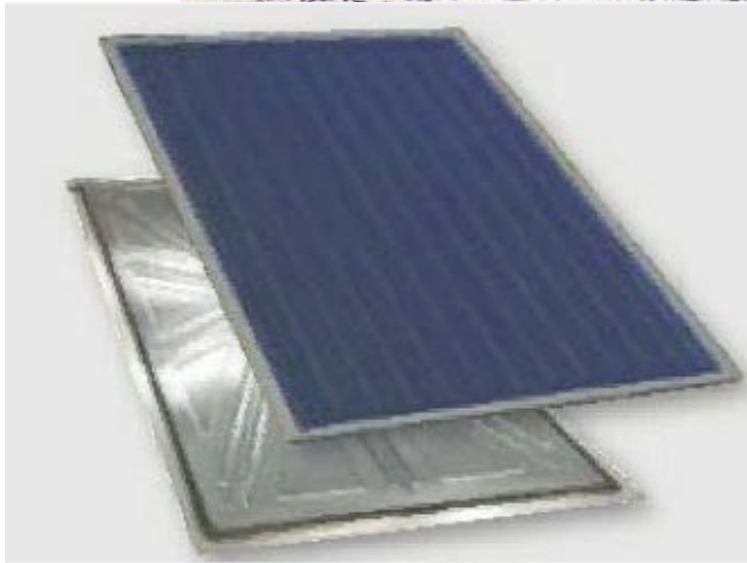
Pannello piano

Il tipo di pannello solare più utilizzato è quello piano

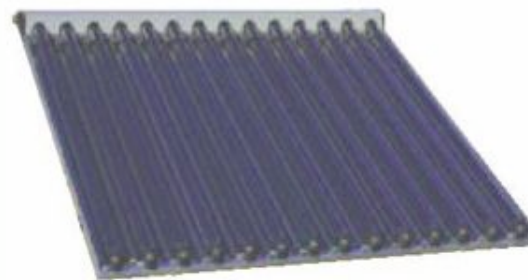
- Sotto vuoto
- Vetrato
- Non vetrato



Varianti del pannello solare



Collettore vetrato piano



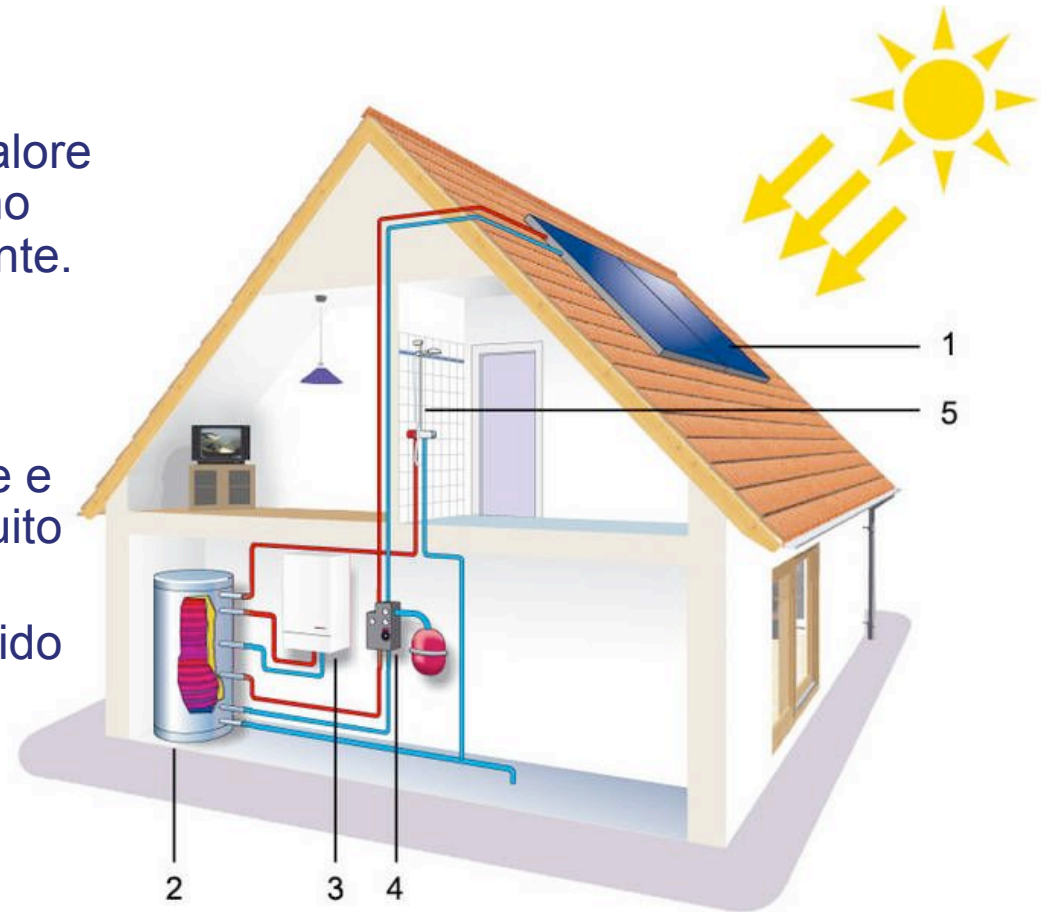
Collettore sotto vuoto



Collettore non vetrato

Funzionamento

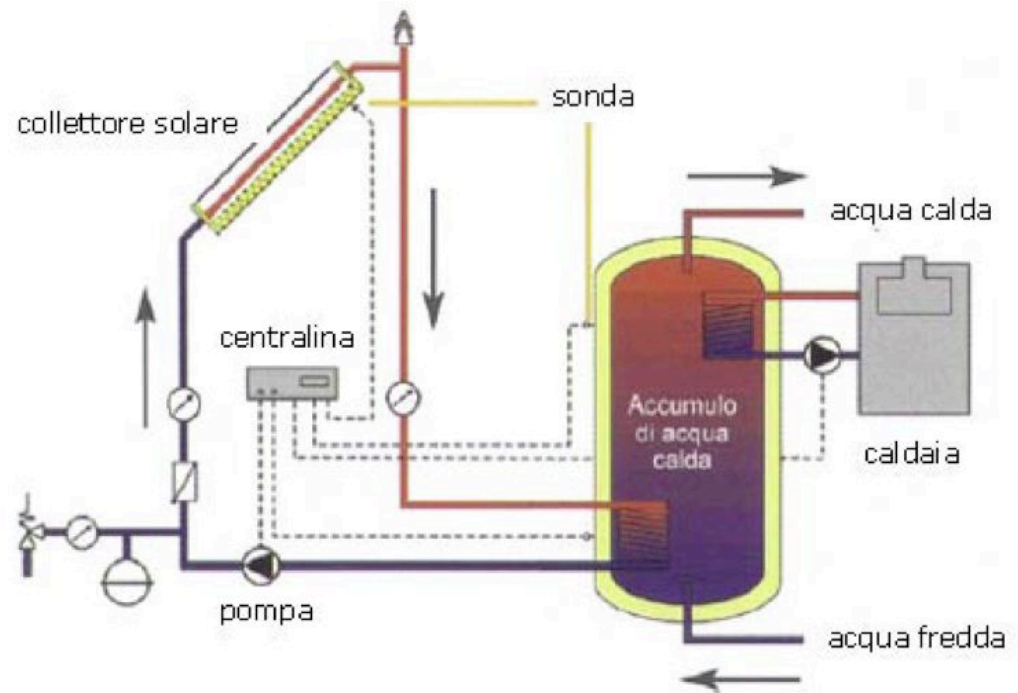
- Il collettore solare converte in calore la luce che penetra al suo interno attraverso la copertura trasparente.
- La piastra captante trasferisce il calore assorbito a un sistema di canali contenenti un fluido termovettore che assorbe calore e lo trasferisce a un secondo circuito in serbatoio di accumulo.
- Dopo la cessione di calore, il fluido raffreddato torna al collettore mentre l'acqua calda si dispone negli strati più alti del serbatoio.



Circolazione naturale o forzata



Impianto a circolazione naturale



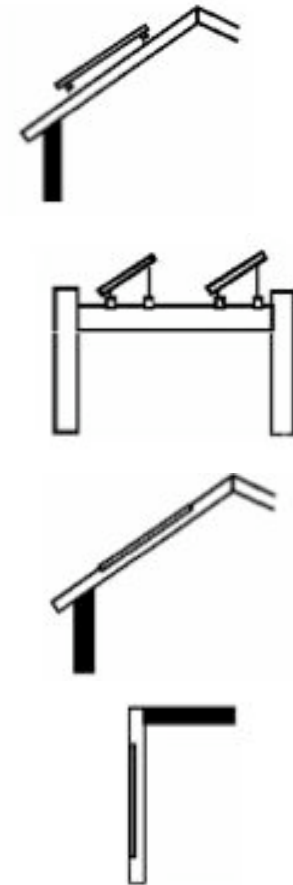
Impianto a circolazione forzata

Accumulo

- Una caldaia a gas ad ogni accensione emette 3 - 4 secondi di gas incombusto ad ogni accensione e 1 - 2 secondi ad ogni spegnimento
- Una caldaia a gas **senza accumulo** può venire accesa in un giorno varie decine di volte
- 365 giorni all'anno x 20 accensioni, spegnimento (5 sec) = 36500 secondi = oltre **10 ore di gas liberato (sprecato!)**

Posizionamento del pannello solare

- Le figure mostrano pannelli appoggiati sul tetto, su superficie piana e integrati
- Esposizione a sud inclinata di 30° d'estate, 45° in inverno (in inverno i raggi solari non sono esattamente verticali). Altre inclinazioni riducono leggermente la produzione
- Esposizione a sud-est o sud-ovest provocano una limitata perdita di produzione





Dimensionamento di massima d'impianti per produzione ACS

	Impianti familiari	Pluri familiari	Hotel
Superficie collettore piano (mq/persona)	0,7 - 1,2	0,5 - 1	
Superficie collettore sottovuoto (mq/persona)	0,5 - 0,8	0,4 - 0,7	
Superficie collettore piano (mq per ogni 100 l consumo medio ACS)			0,5 - 1
Superficie collettore sottovuoto (mq per ogni 100 l consumo medio ACS)			0,4 - 0,7
Volume accumulo (litri/persona)	40 - 70	40 - 70	
Volume accumulo (litri per ogni 100 l consumo medio ACS)			50 - 80
Copertura ACS con solare (%)	60 - 80	50 - 70	40 - 60



Dimensioni pannelli solari per riscaldamento

Dimensionamento di massima d'impianti di supporto al riscaldamento ambienti	Edifici monofamiliari
Superficie collettore piano (mq x 10 mq abitazione)	0,7 - 1
Superficie collettore sottovuoto (mq x 10 mq abitazione)	0,5 - 0,8
Volume di accumulo (litri x mq superficie installata)	50
Copertura Riscaldamento con solare (%)	15 -30

Dimensionamento di massima d'impianti solari per piscine Piscine	Piscine all'aperto
Superficie collettore piano (mq x mq superficie piscina)	0,5 – 1
Copertura solare (%)	70 – 90

Vantaggio economico

- Durata impianto 20 anni
- Costo impianto da 5 mq da 2.000 € a 4.000 €
- Ritorno economico
 - Se si sostituisce l'energia elettrica: 4/5 anni
 - Se si sostituisce il metano: 8/9 anni



Solare termico

Fonte: Min. Ambiente



- Un metro quadrato di collettore solare può scaldare a 45÷60 °C tra i 40 ed i 300 litri d'acqua in un giorno a secondo dell'efficienza che varia con le condizioni climatiche e con la tipologia di collettore. Le tecnologie per utilizzare l'energia solare al fine di produrre calore sono di tre tipi: a bassa, media e alta temperatura.
- **Bassa temperatura:** per riscaldamento di liquido o aria (per edifici). Temp. ≤ 100 gradi
- **Media temperatura:** per forni solari in ambito prevalentemente industriale. Temp. > 250 gradi
- **Alta temperatura:** per industria chimica e altre. Temp. > 500-600 gradi

Utilizzi:

Produzione acqua calda sanitaria (ACS) – in Grecia e Sud Europa vengono generalmente impiegati sistemi del tipo “Indirect Remote storage” o “Close-coupled thermosifon Systems”.

Sistemi a circolazione forzata predominano nel resto dell'Europa. Altri sistemi detti “Direct solar systems” sono scarsamente utilizzati perché l'acqua si raffredda in tempo minore. Per evitare questo problema in Olanda viene utilizzato il “Drain Back System”.

Applicazioni sia per edifici residenziali che per piccoli sistemi installati in ospedali e alberghi in molti paesi europei.



Esempio per un impianto a Roma

Inclinazione ottimale	45 gradi
Orientamento ottimale	0 gradi
Radiazione annua sulla superficie	1778 kWh/mq anno
Efficienza media del sistema	50%
Energia risparmiata annua	889 kWh/mq anno



Costo impianto solare termico in Italia incidenza delle diverse fasi e confronto impianti

	Circolazione forzata	Circolazione naturale
Componenti impianto	40%	50%
Distribuzione	25%	25%
Installazione	30%	20%
Progettazione	5%	5%
Costo di riferimento /m2	550-700€	350-600€
Costo minimo impianto	2.200€	1.400€



Qualche considerazione

fonte EurObserv'Er 2002

- Il mercato europeo si differenzia sensibilmente nei diversi stati membri
- La Germania detiene la quota di mercato maggiore su scala europea; ad essa seguono Grecia e Austria

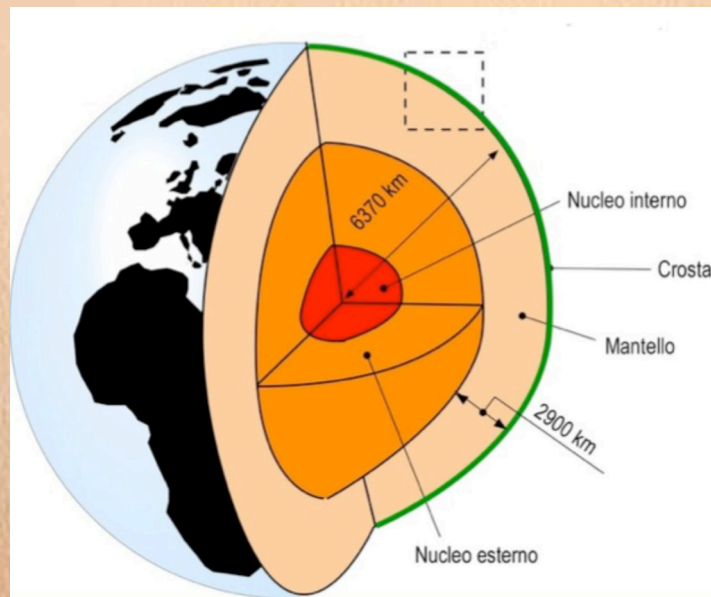
Superficie dei collettori solari installati in EU fino al 2002

	1999	2002
Germania	2.759.000	4.715.110
Grecia	1.975.000	2.850.200
Austria	2.020.000	2.541.960
Francia	536.700	670.000
Italia	255.000	408.450
Olanda	214.200	395.190
Danimarca	219.000	290.320
Spagna	164.000	228.380
UK	140.000	203.420
Portogallo	160.200	199.900
Svezia	149.000	199.250
Finlandia	29.000	43.250
Belgio	38.000	41.320
Irlanda	1.000	4.170
Totale UE	8.660.300	12.790.920

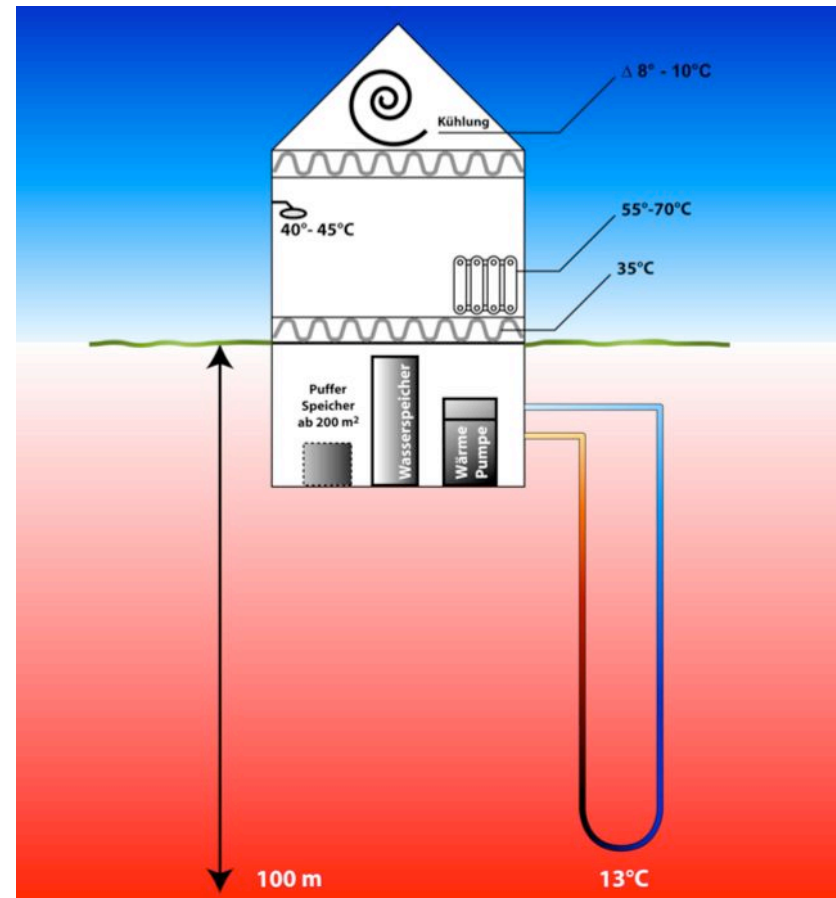
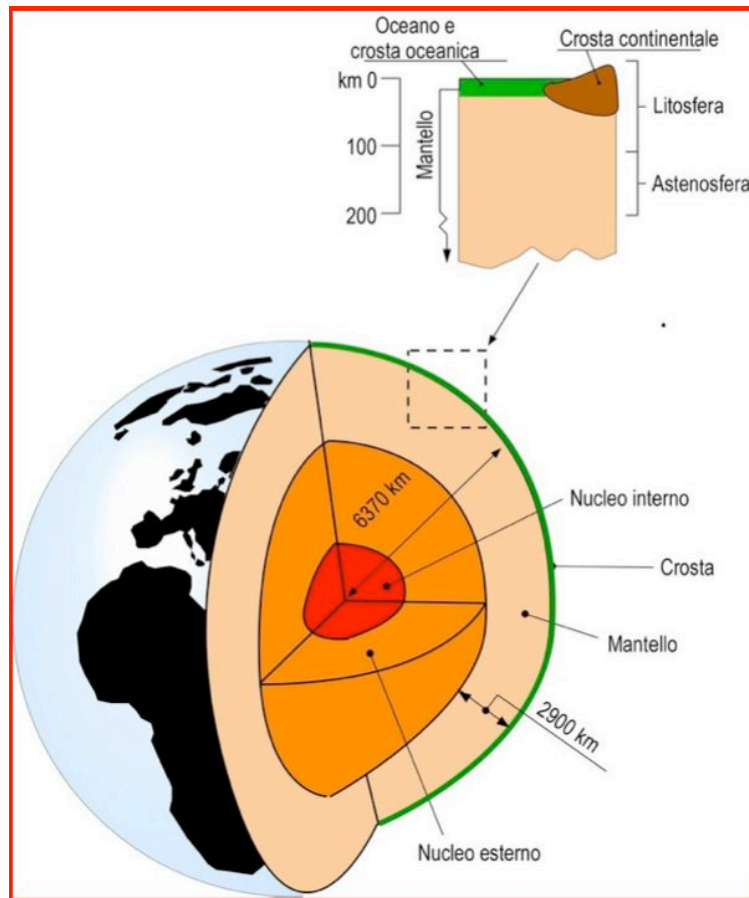
Quote di mercato a fine 2002

Germania	36.9 %
Grecia	22.3 %
Austria	19.9 %
Francia	5.2 %
Spagna	1.8 %
Danimarca	2.3 %
Italia	3.2 %
Portogallo	1.6 %
Olanda	3.1 %
Svezia	1.6 %
UK	1.6 %
Belgio	0.3 %
Irlanda	0.0 %
Finlandia	0.3 %

Geotermica



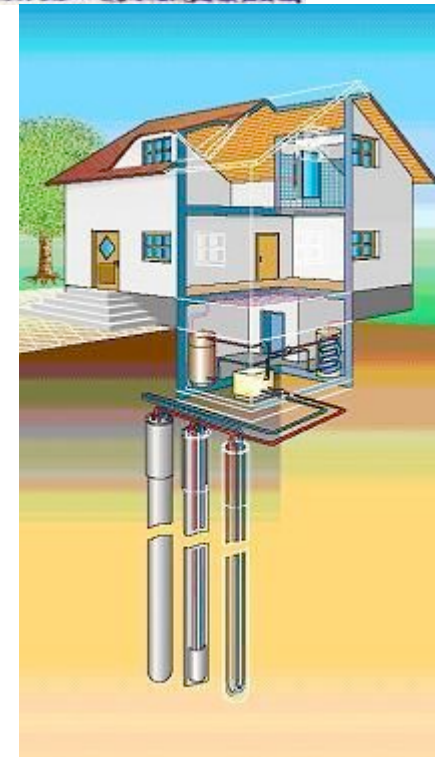
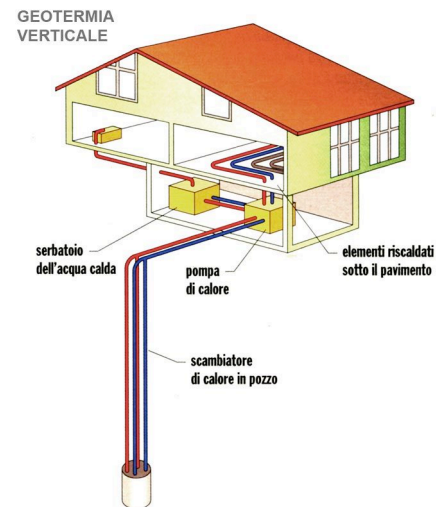
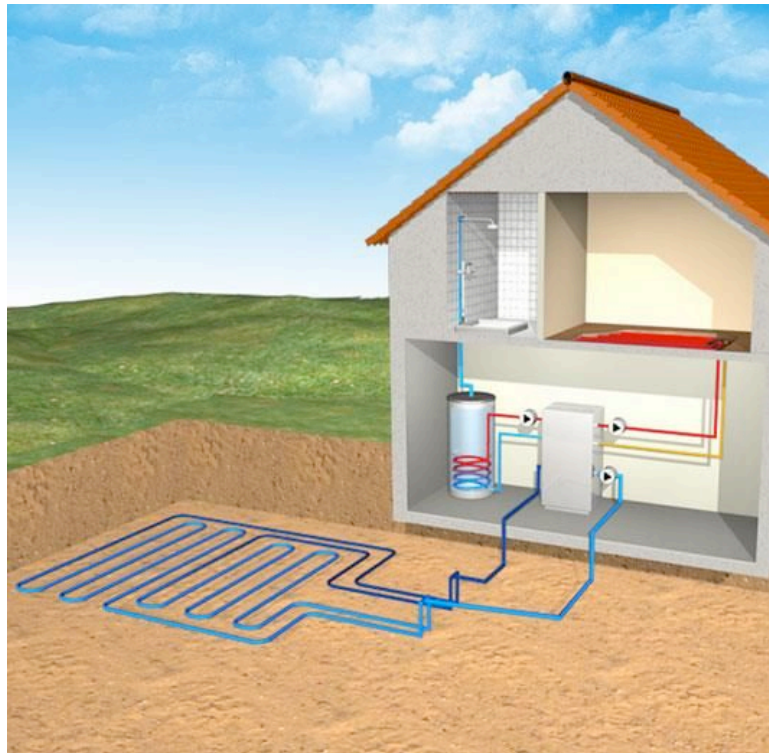
La terra è calda



Caratteristiche

- A 100-150 metri sotto il livello del suolo la temperatura tende a portarsi alla media annuali (13°, 14° o più dalle nostre parti)
- Con una “sonda” dove circola un liquido o un gas, è possibile riportare nell’abitazione la temperatura del sottosuolo (calda d’inverno e fredda d’estate)
- Con poca spesa (circa 20% rispetto al costo del petrolio) si può innalzare o abbassare di qualche grado la temperatura (es.: da 14° a 25° o da 14° a 3°).
- Un opportuno scambiatore (esempio: sistema a pavimento, parete o soffitto o Fancoil - sconsigliati radiatori tradizionali) di calore può riscaldare o raffreddare la casa.
- Temp di ritorno dell’investimento stimato intorno a 6/7 anni senza contare gli incentivi statali
- **È quindi possibile riscaldare in inverno e raffreddare in estate risparmiando ‘80%**

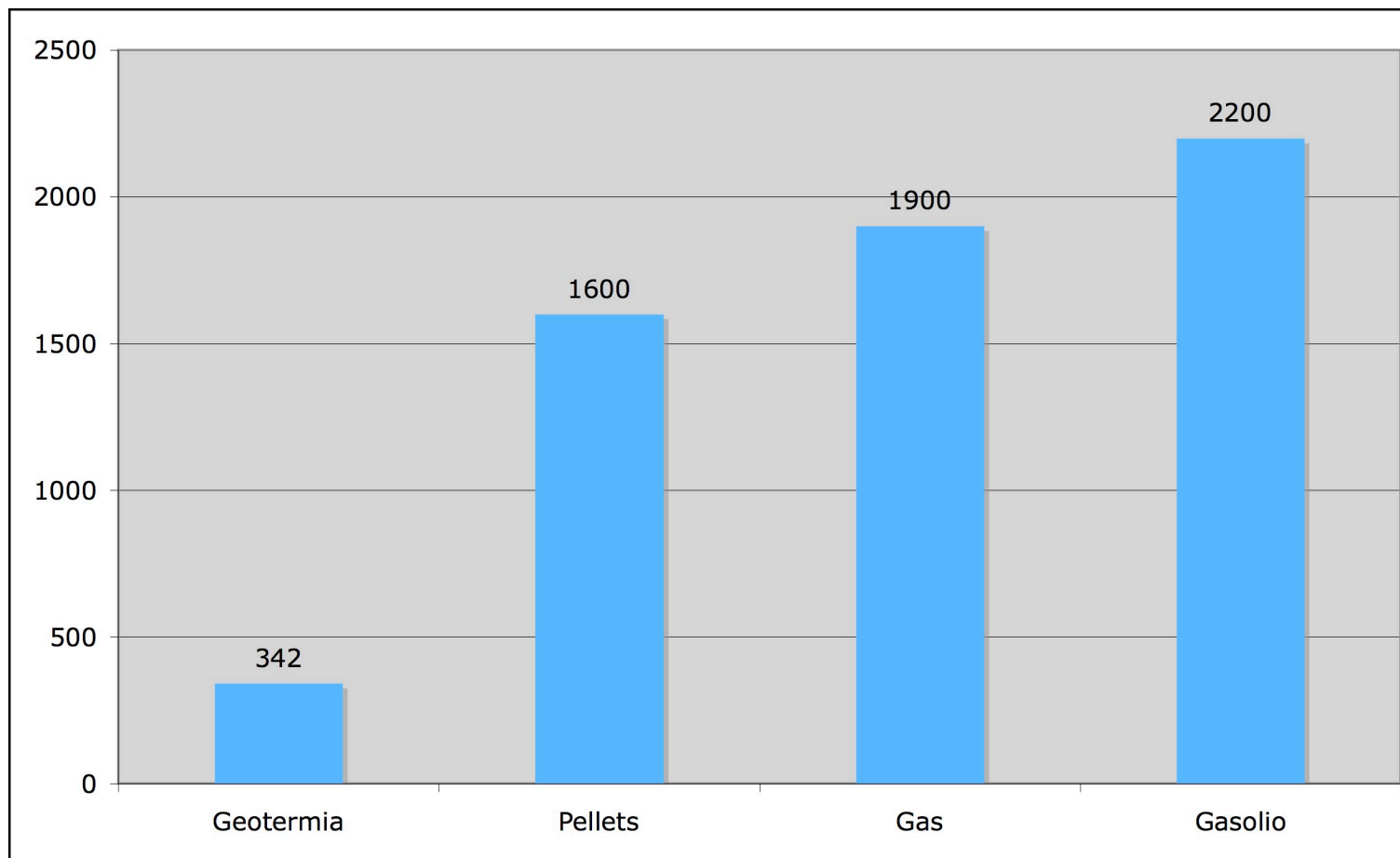
Geotermia orizz. e vert.





Costi annuali a confronto

Calcolati su 100m² di superficie riscaldata



Percentuali

Paese	Percentuali di impianti a pompa di calore geotermici per riscaldamento di abitazioni private di nuova costruzione
Svezia	98%
Svizzera	96%
Austria	38%
...	
Italia	0,5%

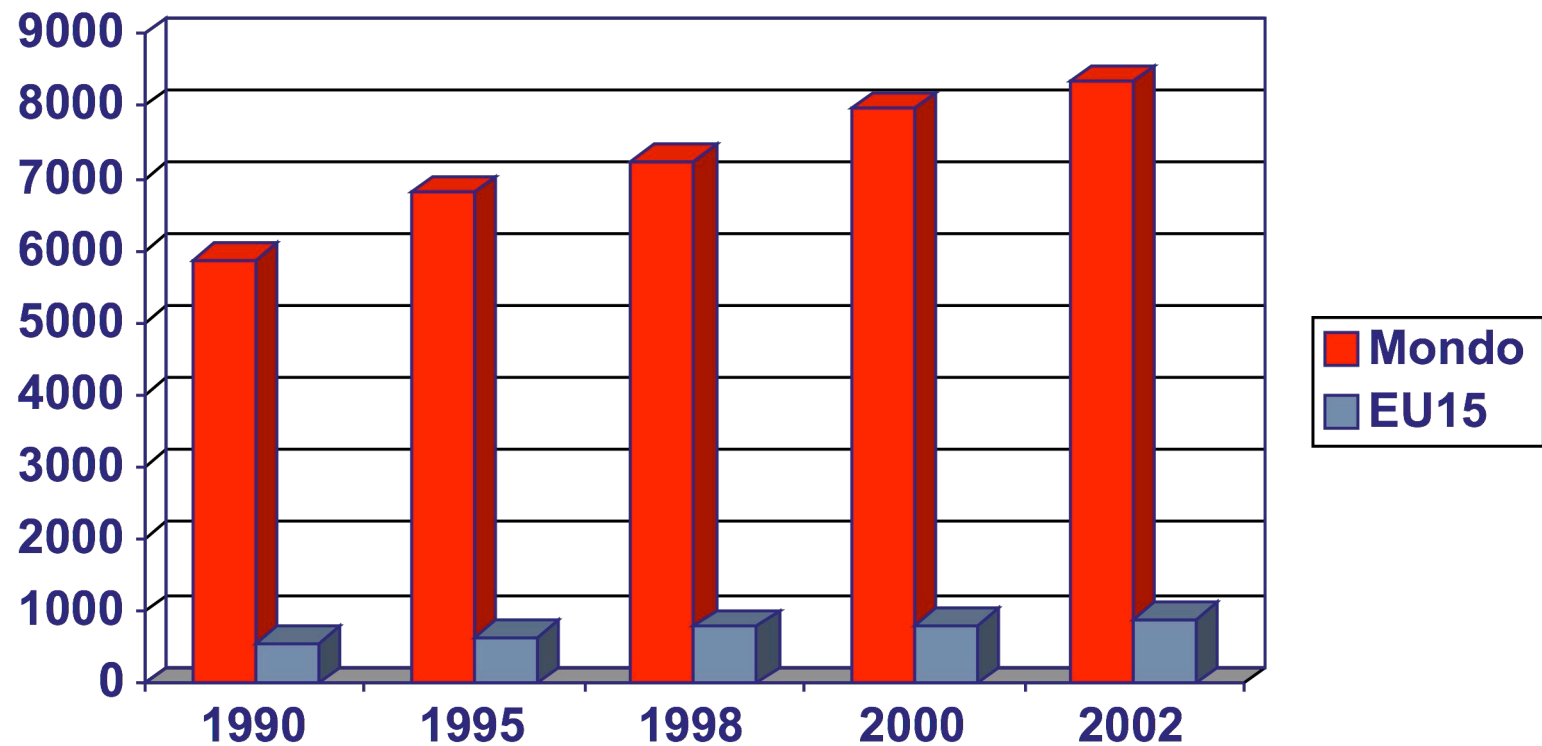
Riscaldamento a pavimento



- Il riscaldamento a pavimento fa circolare acqua o aria a bassa temperatura (25° - 28°) ed, essendo molto più esteso, rende più dei tradizionali radiatori che necessitano di acqua molto calda (50°, 60°, ...);
- In estate può essere utilizzato per raffreddare gli ambienti
- Se posizionato nel soffitto è più efficiente in estate e meno in inverno (l'aria fredda del soffitto scende naturalmente e l'aria calda del pavimento sale da sola).



Geotermia (MWe)





Biomasse



Le biomasse

- **Biomasse combustibili:** materiale vegetale prodotto da coltivazioni dedicate o da trattamento meccanico di coltivazioni agricole non dedicate, da interventi selvicolturali, da lavorazione meccanica di legno vergine e prodotti agricoli, sansa di oliva disoleata;
- **Biocombustibili liquidi:** biodiesel, bioetanolo e biometanolo, olii di semi, ecc.
- **Biomasse da rifiuti etichettati** con la lettera B nell'allegato 1 del DM 5/5/2006 (Individuazione dei rifiuti e dei combustibili derivati dai rifiuti ammessi a beneficiare del regime giuridico riservato alle fonti rinnovabili)
- **Parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani** non compresi nell'allegato 1 del DM 5/5/2006
- **I Biogas:**
 - biogas da discarica, biogas da fanghi di depurazione, biogas da deiezioni animali, biogas da rifiuti agro – industriali (a matrice organica)
 - biogas da sostanze organiche non costituite da rifiuti

Cosa sono le biomasse

- **Legno:**
 - Disponibile sul luogo, prezzo non legato a mercati internazionali.
 - Sorgenti: foreste, residui forestali dalla gestione del bosco, piantagioni a rapida rotazione.
 - Raccolto = area (ha) x produzione annuale – altri usi (espresse in t/ha/anno)
- **Residui agricoli:**
 - Sono i residui della produzione (es. stocchi di mais), dei processi agro-industriali (es. lolla di riso)...
 - I fattori che ne influenzano la disponibilità sono: variazioni del clima, area disponibile, perdite,...
- **Colture dedicate:**
 - Colture erbacee, colture zuccherine, piante acquatiche, piante oleaginose.

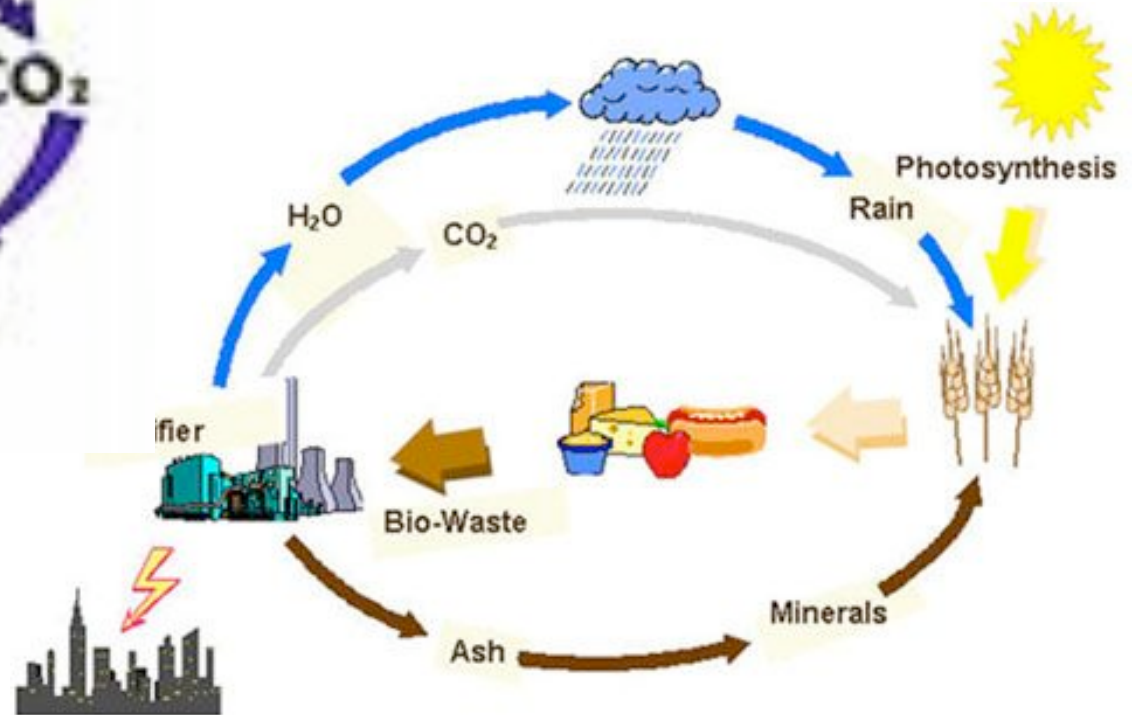
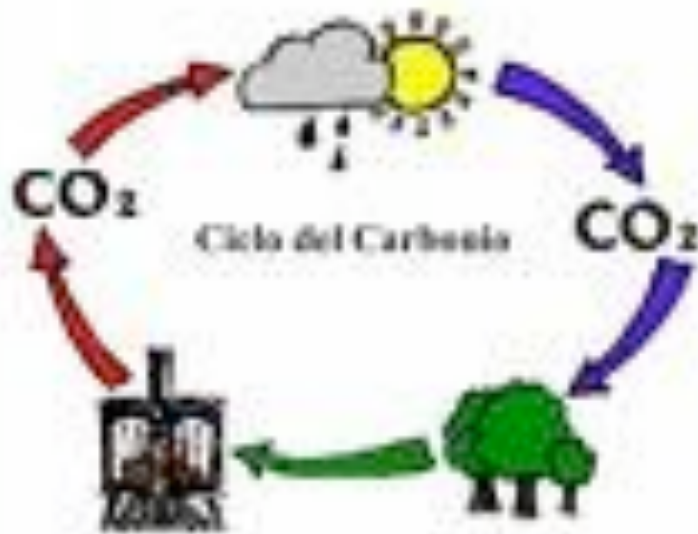
Fossile o biomassa?

- Fossile
 - La scorta di materiale fossile (carbone, idrocarburi come petrolo e gas) accumulata in milioni di anni si esaurisce presto e non si rinnova in tempi ragionevoli
 - Bruciare materiale fossile significa liberare nell'aria CO₂ (l'anidride carbonica) immagazzinata in milioni di anni e alterare l'equilibrio dell'atmosfera che ha permesso la vita (questo tipo di vita)
- Biomassa
 - La biomassa si può rinnovare in tempo utile
 - Bruciare una biomassa significa liberare nell'aria una quantità di CO₂ che viene riutilizzata (immagazzinata) dalle piante vive (ciclo clorofilliano) senza alterare l'equilibrio dell'atmosfera

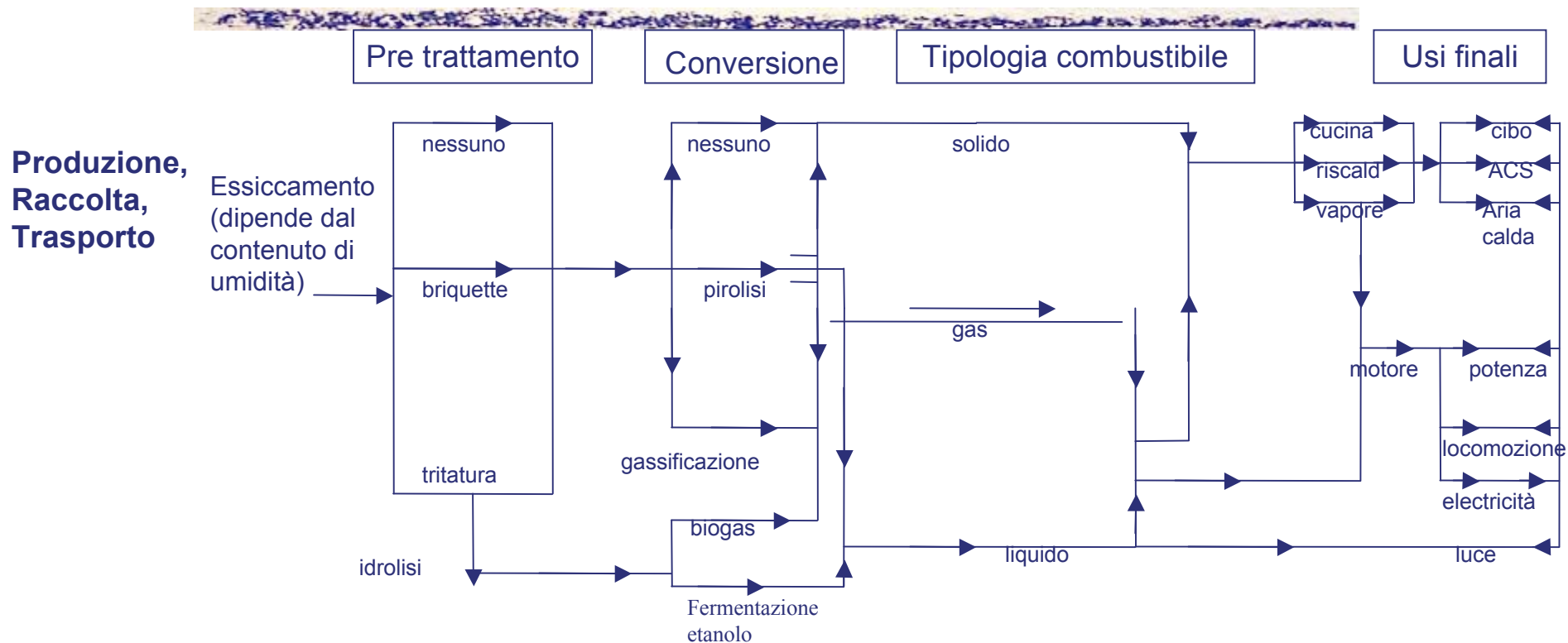


Bruciare biomasse libera CO_2

Produrre biomasse cattura CO_2



Filiera della biomassa





Alcuni costi a confronto

caldaie con potenza di 100 kW, 1.500 ore di esercizio,
comprensivi di ammortamento in 14 anni d'esercizio

(Fonte: elaborazione Confappi su dati Provincia di Bologna)

	legna	pellets	gasolio	metano
Costo caldaia e installazione	12.500	12.500	5.500	4.500
Costo opere civili	10.000	8.500	4.500	4.000
Totale investimento	22.500	21.000	10.000	8.500
costo del capitale	2.273	2.122	1.010	859
costi totali combustibile	5.102	6.192	15.028	11.713
altri costi d'esercizio	2.075	1.718	528	445
Totale costi esercizio	9.450	10.032	16.566	13.017
costo per MWh	0,063	0,067	0,110	0,087

Nota: l'ammortamento delle stufe a biomasse è tanto più rapido quanto l'impianto è potente. Pertanto per ottenere "performance" simili da una stufa da 20 kW, adatta al riscaldamento unifamiliare, occorre attendere qualche anno in più.



Biomassa – Confronto tra tecnologie per riscaldamento residenziale

(Fonte: ENEA)

	Unità	Chips legno	Pellets	Gasolio	Metano
Costo caldaia	€	10.000	10.000	4.000	3.000
Costo installazione	€	2.500	2.500	1.500	1.500
Opere civili	€	10.000	8.500	4.500	4.000
Totale investimento	€	22.500	21.000	10.000	8.500
Contributo conto capitale	%	30	30	0	0
Investimento meno sussidio	€	15.750	14.700	10.000	8.500
Costo del capitale	€/anno	1.110	1.049	704	594
Costo combustibile	€/anno	5.000	6.000	15.000	12.000
Costo elettricità esercizio caldaia	€/anno	120	80	60	50
Costo riparazioni	€/anno	180	160	80	70
Costo personale	€/anno	1.000	750	0	0
Pulizia camino	€/anno	250	200	150	80
Contratti di servizio	€/anno	400	400	200	200
Assicurazioni ed altri costi	€/anno	250	200	100	100
Costi di esercizio totali	€/anno	8.310	8.839	16.294	13.094
Costo totale per MWh	€/MWh	55	59	109	87

Biomassa

Sostanze di natura biologica provenienti da residui agricoli, forestali, agroalimentare, reflui di origine zootecnica, rifiuti urbani ecc.

- Principali tipologie di biomassa
- Forestali-legnose
 - Residuali
 - Dedicare
- Agricole
 - Residuali
 - Dedicare
- Colture dedicate = energy crops

Quota % della produzione lorda e ore di utilizzazione degli impianti a Biomasse e Rifiuti in Italia nel 2004



ITALIA 5.637 GWh

GRTN

Quota % prod. lorda e ore di utilizzazione impianti biomasse e rifiuti – Italia (2004)

Barriere allo sviluppo

- Impianti con efficienza modesta (soprattutto in PVS)
- Difficoltà movimentazione combustibili
- Tecnologie di base mature ma lenta evoluzione delle prestazioni

Legna

- Normali ciocchi di legna, segatura, ecc.
 - Caldaie a legna:
 - utilizzano i normali ciocchi di legno. Note anche come “gassificatori del legno”, sono impiegate in singole abitazioni e grandi edifici
- Pellet
 - Caldaie a pellet
 - bruciano “capsule” fatte di trucioli e scarti di legno compressi
- Cippato
 - Caldaie a cippato
 - si differenziano da quelle a pellet per il materiale utilizzato

Cippato

- Dall'inglese Chip (scaglia) il legno ridotto a minuscole scaglie uniformi prende il nome di **cippato** (dimensioni standard sono 40x20x10 mm).
- Se il cippato ottenuto è molto umido, viene fatto essiccare in appositi contenitori (gabbie o celle), in modo naturale evitando l'innescarsi di processi di deterioramento causato da funghi o batteri
- Possibilità di contenerlo in silos spesso anche interrati
- La massa di chips può essere introdotta automaticamente nella caldaia, con sistemi controllati elettronicamente in modo da regolare flusso e quantità, evitando l'impiego di personale



Cippato

(fonte: caldaieapellets.com)

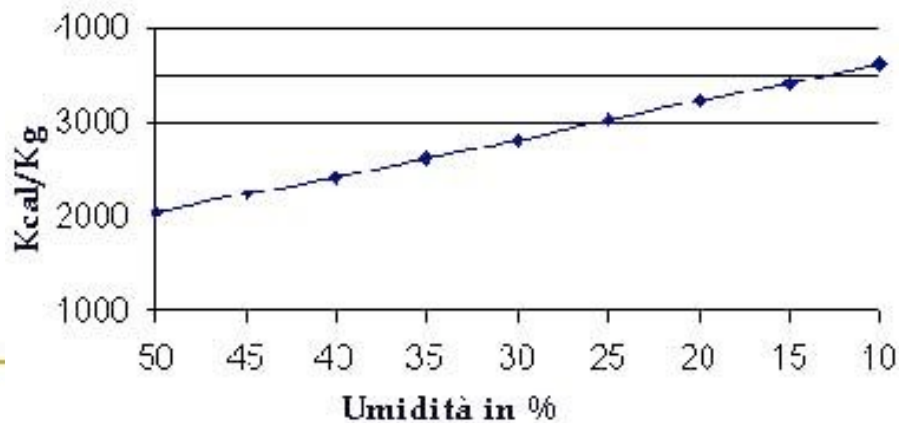


- Prezzo molto basso, non inquinante e rinnovabile.
- Viene usato in molte regioni per il teleriscaldamento e per riscaldare villette e fabbricati industriali con un risparmio dell'80% sui gas e idrocarburi.
- Con circa 2,5 Kg di legno cippato, costo al Kg 0.03-0.04 €, si sviluppa la stessa potenza di un litro di gasolio.

Confronto

1 metro cubo di faggio e abete

Specie	Umidità %	Peso kg	Contenuto energetico kWh	Contenuto energetico Mcal
Faggio	20	288	1.109	954
Abete	//	204	830	713
Faggio	50	360	1.070	920
Abete	//	255	800	688



Il Pellet



- E' un prodotto totalmente naturale, ottenuto da poche e semplici lavorazioni meccaniche attraverso le quali la segatura di legno finemente lavorata, viene fatta passare attraverso una filiera e quindi trasformata in piccoli cilindri di varie misure ad elevata densità.
- alternativa alle tradizionali fonti energetiche per il riscaldamento
- le emissioni di CO_2 provocate dalla combustione di pellet sono infatti pari al CO_2 che una pianta assorbe per produrre la stessa quantità di pellet

Pellet

(fonte: Regione Lazio)

- Il pellet ha un costo al quintale che varia da 15 a 20 €.
- Da un confronto tra i combustibili legnosi e quelli tradizionali emerge che il costo dell'energia da biomassa è in tutti i casi nettamente inferiore, con un risparmio dei costi di esercizio che consente di recuperare il capitale investito nella caldaia in tempi anche piuttosto rapidi.

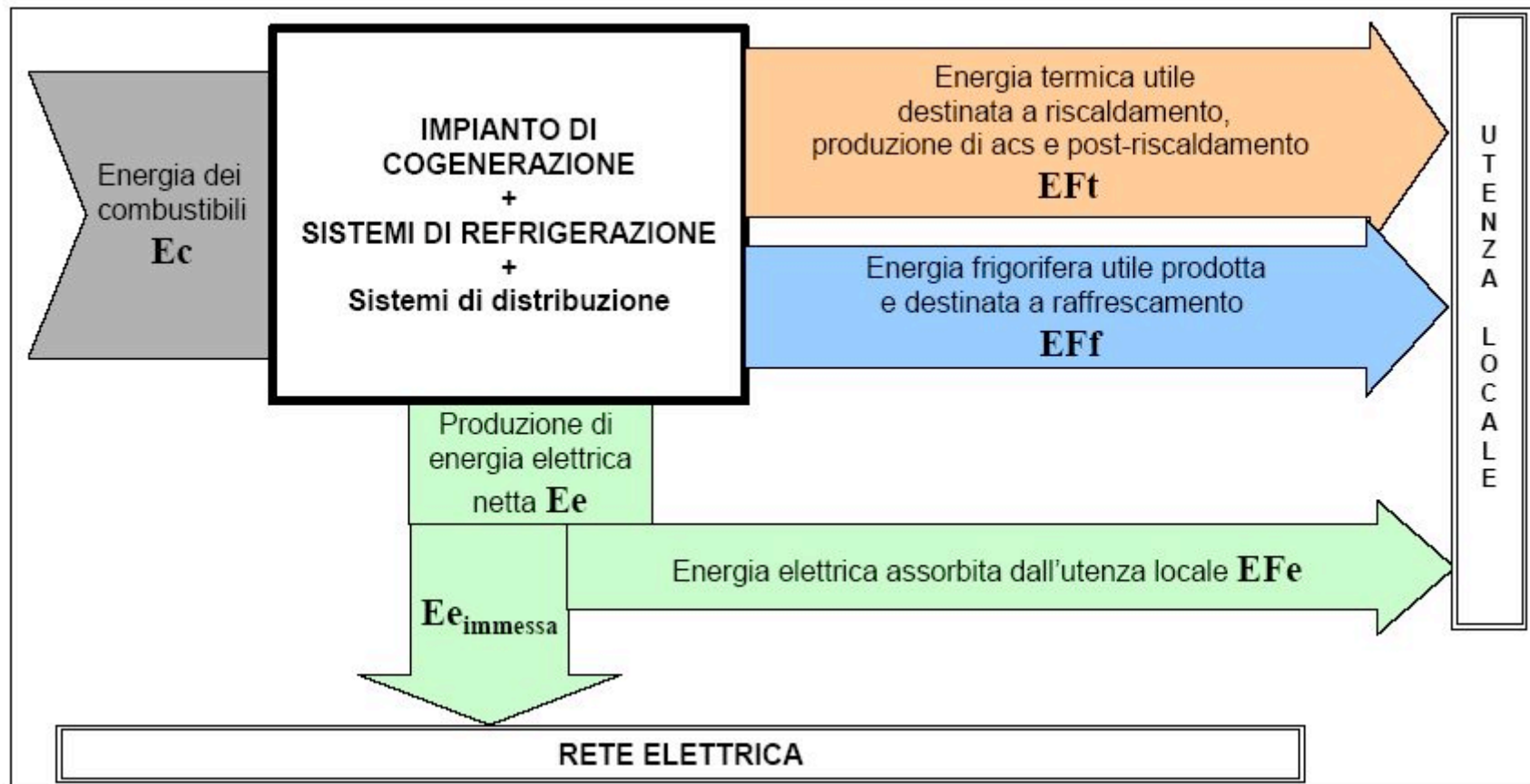
Altre biomasse

Fonte: ENEA

Biomassa	Proprietà	Processi di conversione	Prodotti	Usi finali
Legna da ardere e residui lignocellulosici agro-forestali	$H_2O = 35\%$ $C/N > 30$	Combustione Pirolisi e Gassificazione	Calore, Oli, Gas	Energia termica e/o elettrica
Sottoprodotti agricoli putrescibili	$H_2O > 35\%$ $20 < C/N < 30$	Digestione anaerobica	Biogas	Energia termica e/o elettrica
Effluenti zootecnici	$70\% < H_2O < 90\%$ $20 < C/N < 30$	Digestione anaerobica	Biogas	Energia termica e/o elettrica
Piante zuccherine	$15\% < H_2O < 90\%$ C/N qualsiasi	Fermentazione alcolica	Etanolo e derivati	Miscela con benzine
Colture agricole ad alto contenuto in cellulosa e	$H_2O > 35\%$ C/N qualsiasi	Idrolisi e fermentazione alcolica	Etanolo e derivati	Miscela con benzine
Colture agricole oleaginose	$H_2O > 35\%$ C/N qualsiasi	Estrazione olii esterificazione	Biodiesel	Usi motoristici e riscaldamento (con gasolio)

Biomassa

Utilizzo in cogenerazione e teleriscaldamento



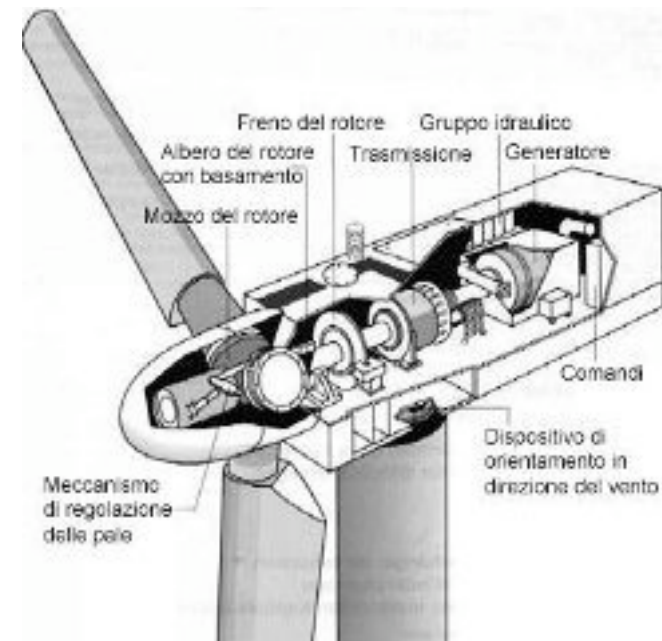


Eolico



Impianti eolici

- Con energia eolica si intende l'estrazione di energia cinetica del vento per la produzione di energia meccanica o elettrica
- Grandi impianti ≥ 600 KW
- Gli impianti per il mini-eolico - 20 kW e in fase di sperimentazione (in prova già in Sardegna) ci sono tre aerogeneratori eolici, da 1 kW, 3 kw e 5 kW
- Impianti da 20 KW hanno tempi di ritorno del capitale investito fra 4 e 6 anni per condizioni di vento tipiche superiori a 5 m/s



Costi

- Si è stimato che in Europa il costo di un KWh di energia elettrica da fonte eolica è 0,04 \$/KWh (lo stesso di un KWh ottenuto in un moderno impianto a carbone provvisto di un unità per lo scrubbing dei fumi)
- Negli Stati Uniti il governo ha previsto una "Federal Production Tax Credit" pari a 0,017 \$/KWh, riducendo così il costo a 0,015-0,03 \$/KWh in base alle economie di scala conseguibili.

Costi

- in Italia, il costo di installazione, ipotizzando l'impiego di aerogeneratori da almeno 600 kW di potenza nominale, si può ritenere compreso fra un minimo di **900 €** ed un massimo di **1.300 €/kW** andando da siti pianeggianti a siti caratterizzati da orografia complessa. Il costo della macchina può ritenersi, prudenzialmente, compreso fra 2/3 e 3/4 del costo totale di installazione in funzione delle caratteristiche orografiche del sito.
- Il kWh prodotto è stato, nel corso degli ultimi anni, a livelli di 0,045 - 0,075 €, stime più recenti lo indicherebbero in un range compreso fra **0,035 e 0.045 €/kWh**. Presto il costo del kWh da fonte eolica, potrebbe raggiungere anche 0,03 €/kWh divenendo così confrontabile con quello proveniente dagli impianti turbogas.
- Gli impianti di piccola taglia costano nell'ordine dei 1.500-2.500 € al kW di potenza nominale, questo anche perché, a differenza degli aerogeneratori di grossa taglia, non hanno ancora un mercato sviluppato

Capacità totale energia eolica installata nel mondo in MW

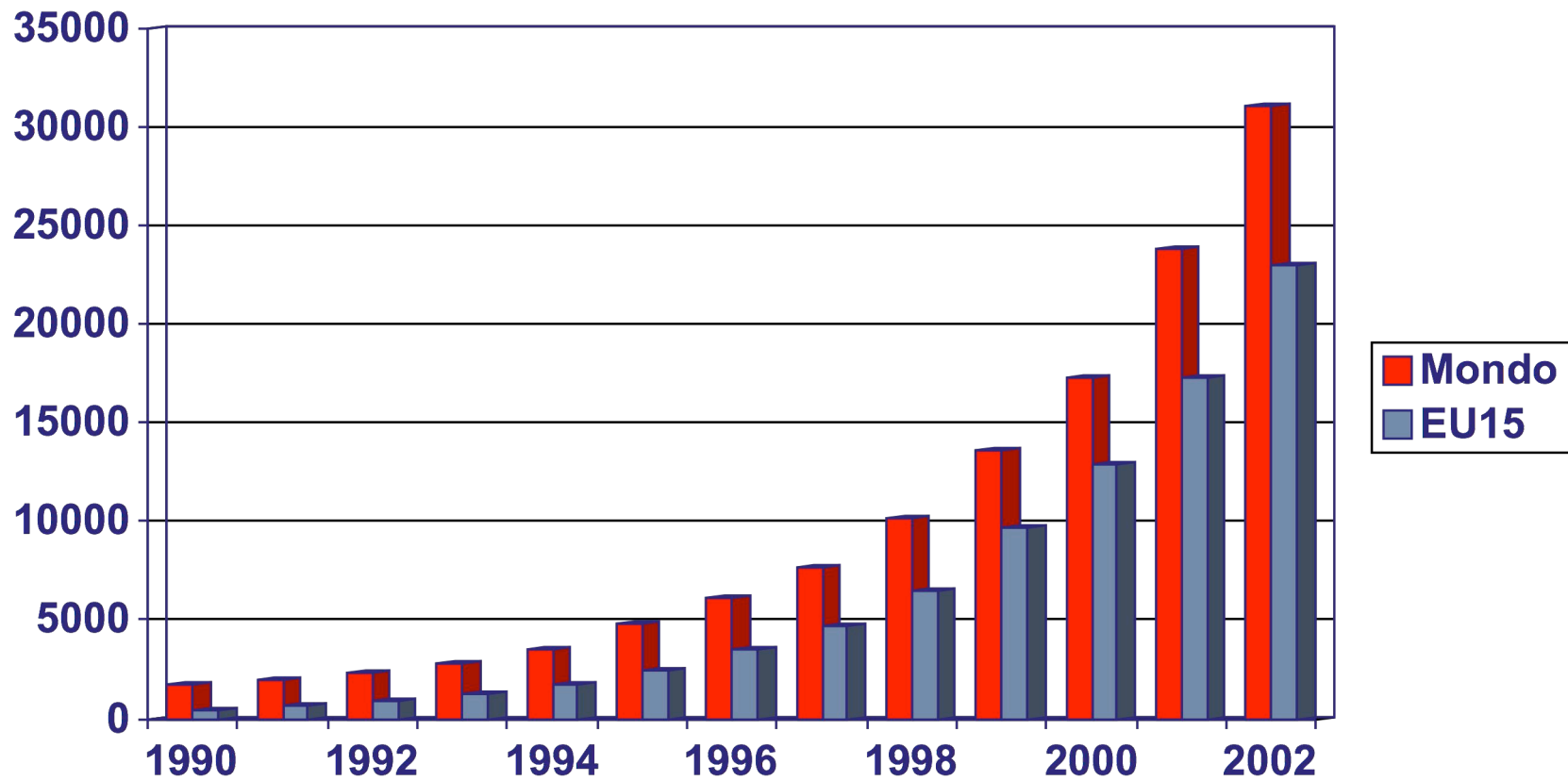
World Wind Energy - Total Installed Capacity (MW) and Prediction 1997-2010





Energia rinnovabile

Eolico (MW)

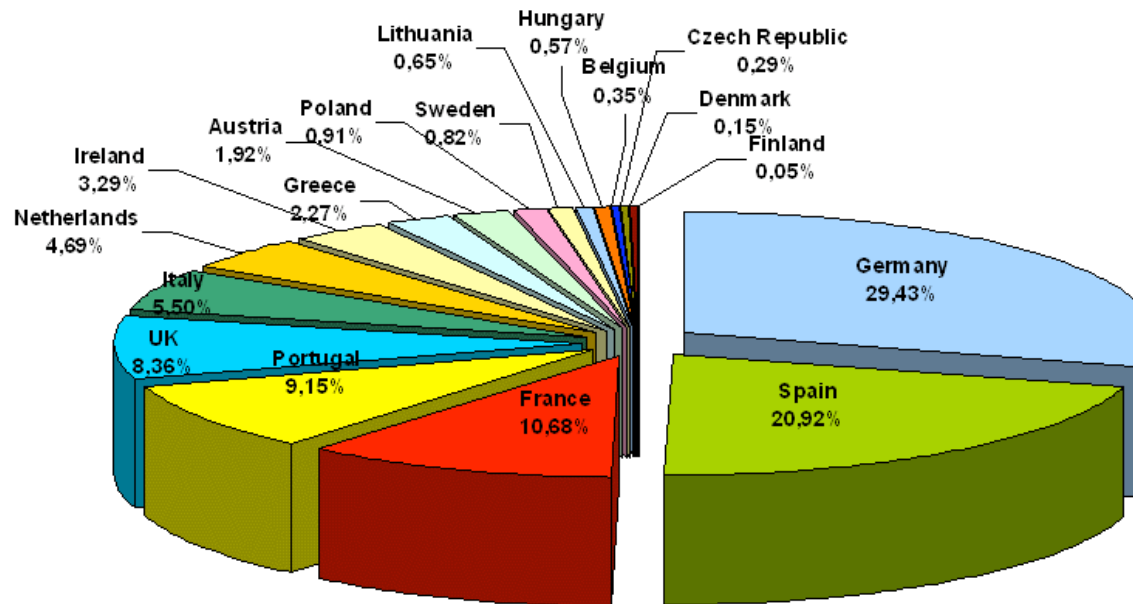




Eolico

Nuove installazioni (EU25)

2006 New Installation
- EU 25 -

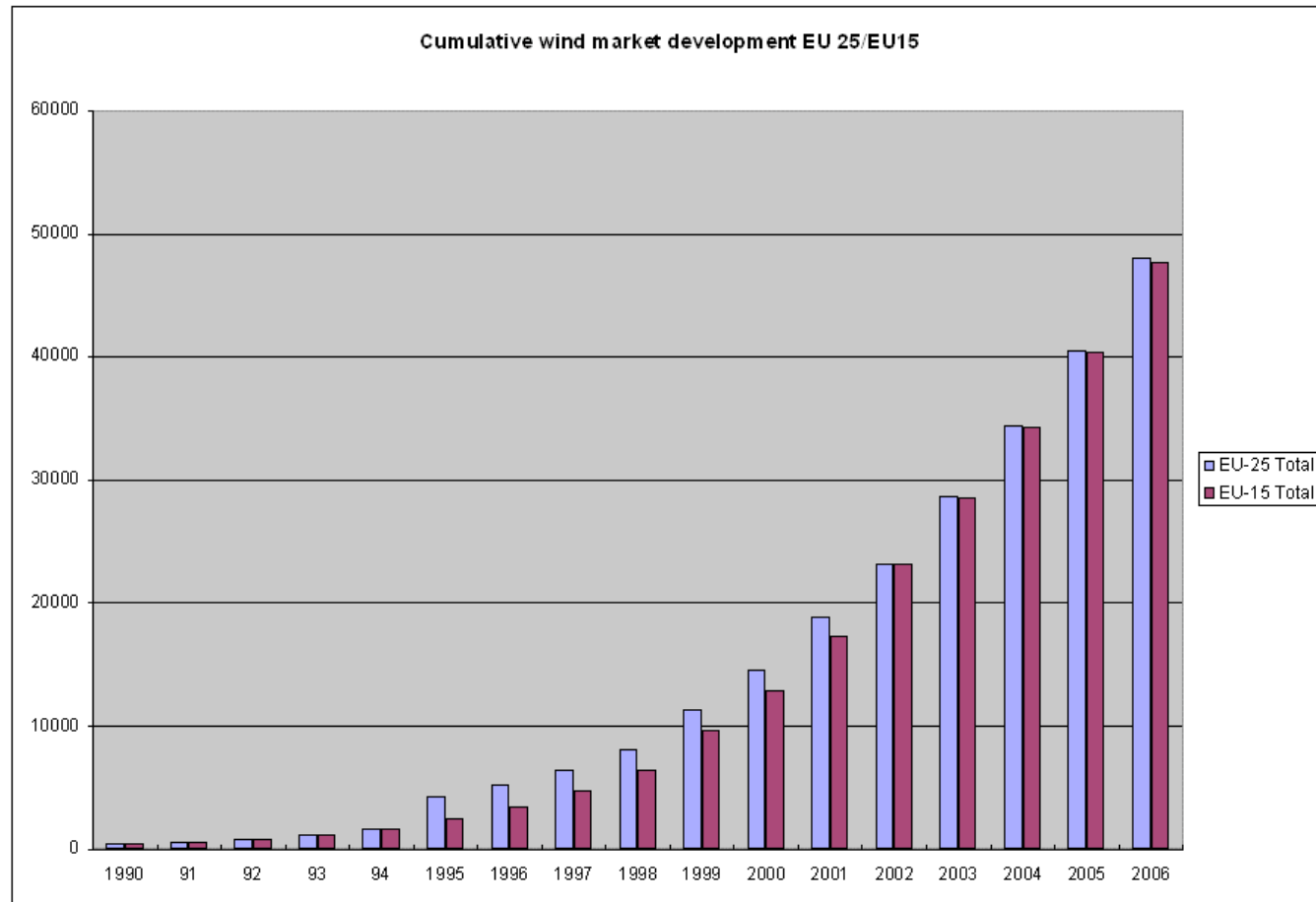


Cyprus, Estonia, Latvia, Luxembourg, Malta, Slovenia, Slovakia: no new wind power installations in 2006.



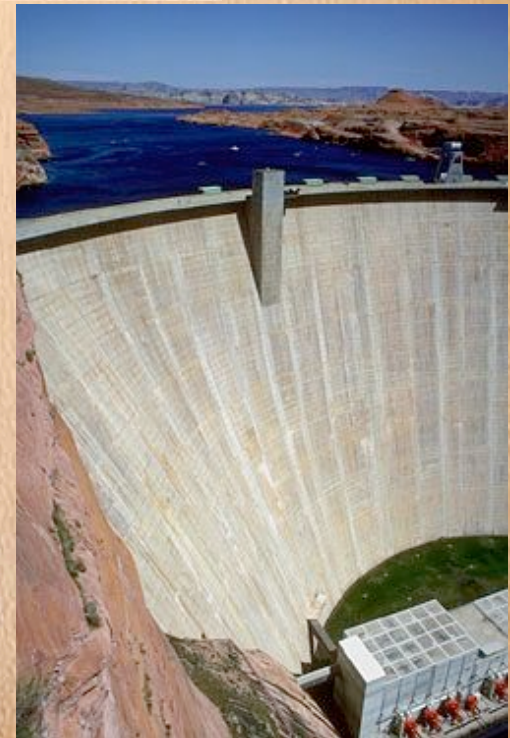
Eolico

sviluppo del mercato EU25-EU15





Idroelettrico

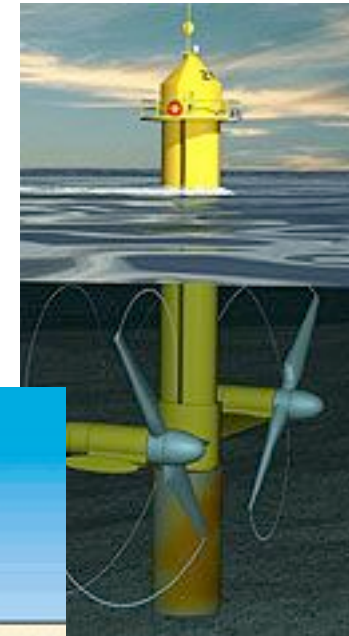


Fonte: www.energoclub.it

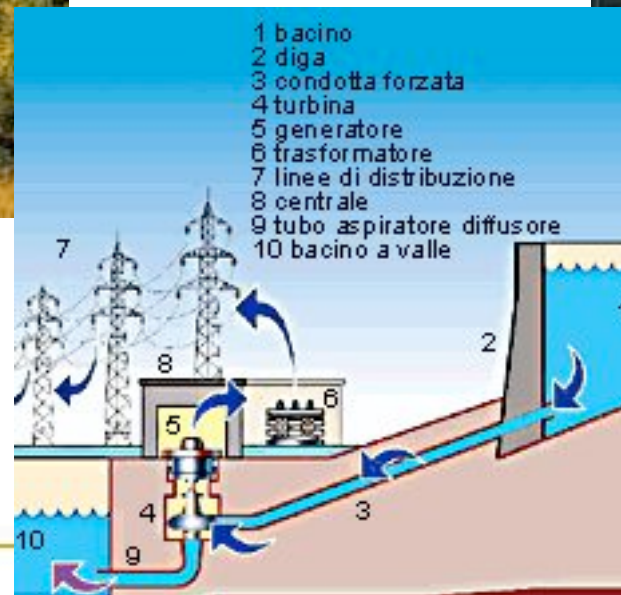
Energia idroelettrica

- L'energia idroelettrica è stata la prima fonte rinnovabile ad essere utilizzata su larga scala, il suo contributo alla produzione mondiale di energia elettrica è, attualmente, del 18%
- L'energia si ottiene sfruttando la caduta d'acqua attraverso un dislivello, oppure sfruttando la velocità di una corrente d'acqua; è una risorsa rinnovabile, disponibile ovunque esista un sufficiente flusso d'acqua costante.
- Gli impianti possono essere:
 - Ad acqua fluente: impianti idroelettrici posizionati sul corso d'acqua;
 - A bacino: l'acqua è raccolta in un bacino grazie a un'opera di sbarramento o diga;
 - Ad accumulo: l'acqua viene portata in quota per mezzo di pompe
- Nell'ultimo decennio si stanno sviluppando sistemi da installare in un contesto marino, utilizzando il potenziale delle onde, delle maree, delle correnti marine o del gradiente di temperatura tra fondo e superficie degli oceani.

Idroelettrico



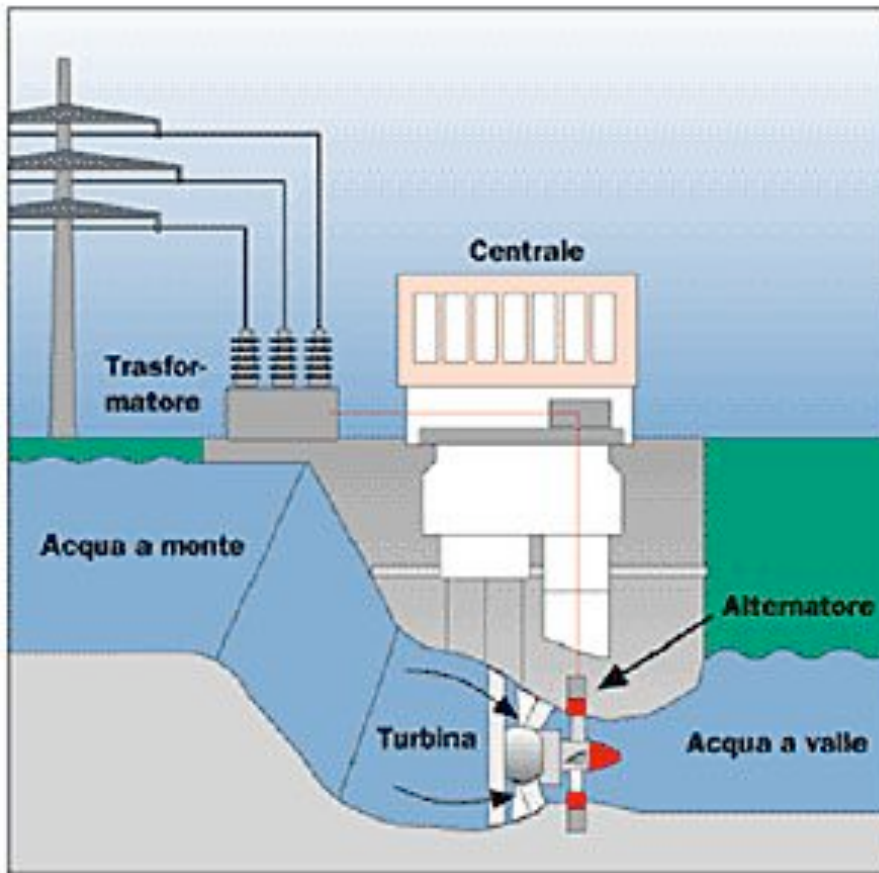
La Cina sta realizzando sul fiume Chang Jang o Yang Tse o Fiume Azzurro il bacino idroelettrico delle Tre gole, il più grande del pianeta



Piccoli impianti

- Gli impianti idroelettrici si suddividono in **grandi impianti idroelettrici** (o più semplicemente idroelettrici) ed in **impianti idroelettrici minori** (o piccolo-idroelettrici); la suddivisione avviene in base alla potenza installata nell'impianto e si può assumere come valore di soglia la potenza di 10 MW (in realtà in Italia si parla di idroelettrico minore fino al limite di 3 MW)
- La costruzione di grandi dighe ha vari inconvenienti tra cui La costruzione di una grande diga provoca vari inconvenienti tra cui, un'alterazione della qualità delle acque modificando drasticamente l'ambiente ittico.
- A differenza dei grandi impianti, gli impianti mini-idroelettrici in molti casi portano notevoli benefici al corso d'acqua, in particolare la regolazione e regimazione delle piene sui corpi idrici a regime torrentizio, specie in aree montane ove esista degrado e dissesto del suolo e, quindi, possono contribuire efficacemente alla difesa e salvaguardia del territorio.

Schema di una piccola centrale idroelettrica



- un piccolo impianto idroelettrico si integra quasi perfettamente nell'ecosistema locale (si sfrutta direttamente la corrente del fiume)

Altre forme di energia

Oggetto di ricerca

Energia osmotica

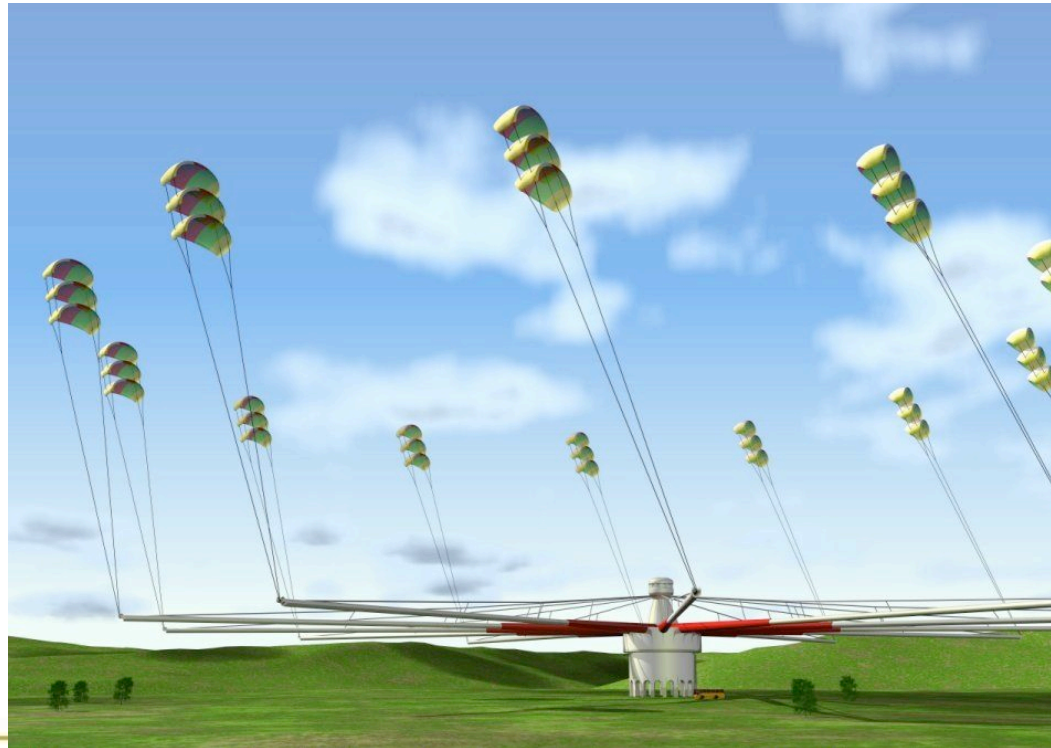
(Cliccare per avviare il filmato)



Progetto Politecnico Torino

Vento più costante ad alta quota

Gli impianti odierni variano tra i 60 e gli 80 metri di altezza. Se invece gli impianti fossero posizionati a 800-1000 metri il risultato cambierebbe non poco. Il vento a queste altezze è più intenso e costante che in superficie.



Energia dai filmini

Abbiamo sempre saputo che c'è un grosso potenziale di fonti energetiche alternative là fuori, ma riuscire a catturare quell'energia è difficile. Tuttavia, un inventore che si chiama Steve LeRoy è sul punto di cambiare questa situazione con un dispositivo che genera luce e poi trattiene l'energia che ne risulta. Il prototipo può generare fulmini lunghi quasi un metro, ma questo produce energia sufficiente solo per accendere una lampadina da 60 watt per 20 minuti. Tuttavia LeRoy sottolinea che una versione a dimensioni reali ha un'energia potenziale per alimentare 30.000 case per un giorno intero semplicemente con un fulmine.



Sfruttare l'energia delle onde del mare

- Il principio della colonna d'acqua oscillante (OWC)
- E' adottato dalla scozzese Wavegen e dalla australiana Energetech per degli impianti dimostrativi.
- Gli impianti sono progettati per una **potenza di 2 MW** e non sono necessariamente costieri



Possono essere integrati come frangiflutti...



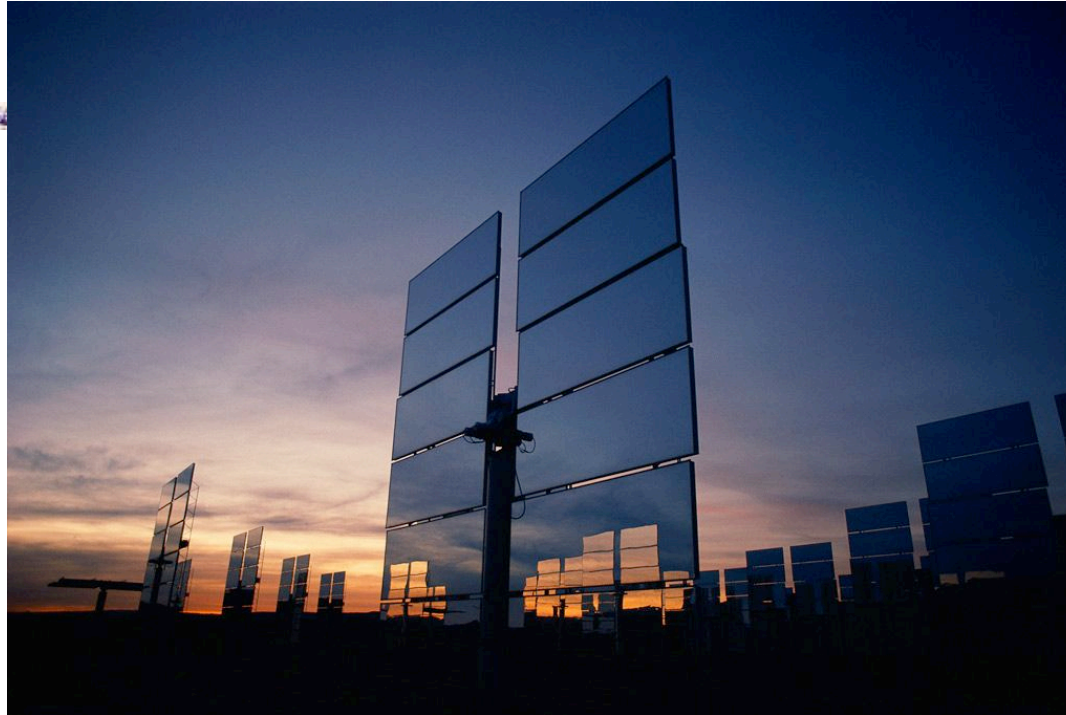
...o come Protezioni litoranee di porti e darsene.

SeaGen, il primo impianto per la produzione di elettricità dalle maree

Ad annunciare il progetto francese è stata EDT (Electricité de France) spiegando che a breve prenderà il via la costruzione sulle coste della Bretagna di un primo impianto pilota. La zona prescelta per l'installazione dell'impianto è Paimpol in quanto lì le correnti marine sono le più forti d'Europa



Pannelli solari che funzionano di notte



Steven Novack, dell'Idaho National Laboratory del dipartimento americano dell'Energia, ha realizzato pannelli solari in grado di funzionare anche di notte: tali pannelli si accingono a rivoluzionare l'intero settore, rimuovendo l'ultimo ostacolo, secondo cui essi non erano in grado di produrre energia durante la notte. L'innovazione realizzata da Novack è incentrata principalmente sulla presenza di alcune microantenne di 700 nanometri (un nanometro equivale ad un milionesimo di metro), sintonizzate sulla lunghezza d'onda degli infrarossi ed in grado di raccoglierne l'84%. Nel momento in cui viene connesso ad un pannello solare, questo sistema aumenta il livello di efficienza di efficienza toccando il 46%, (olte il doppio dell'attuale capacità che si attestaaal 20%), in pratica aumentando la capacità di produzione di energia, con il beneficio di poterla ottenere anche di notte.

Ovviamente l'innovazione è ancora in una fase introduttiva, e manca un bel po' di tempo prima di vederlo attuato. Per ora numerose sono le università che stanno collaborando a questo progetto.

Energia pulita e Architettura



Pannelli solari verticali



Pannelli solari al Vaticano





Pannelli solari eleganti





- Nel 2005 l'azienda di elettronica Sanyo ha costruito quella che probabilmente è la più bella struttura di pannelli solari fotovoltaici: il Solar Ark (arco solare). La struttura è lunga 315 mt e alta 37 mt. Ha più di 5000 pannelli fotovoltaici. Produce 630 Kw che alimentano 200 case all'anno.



Il dragone di Kaohsiung

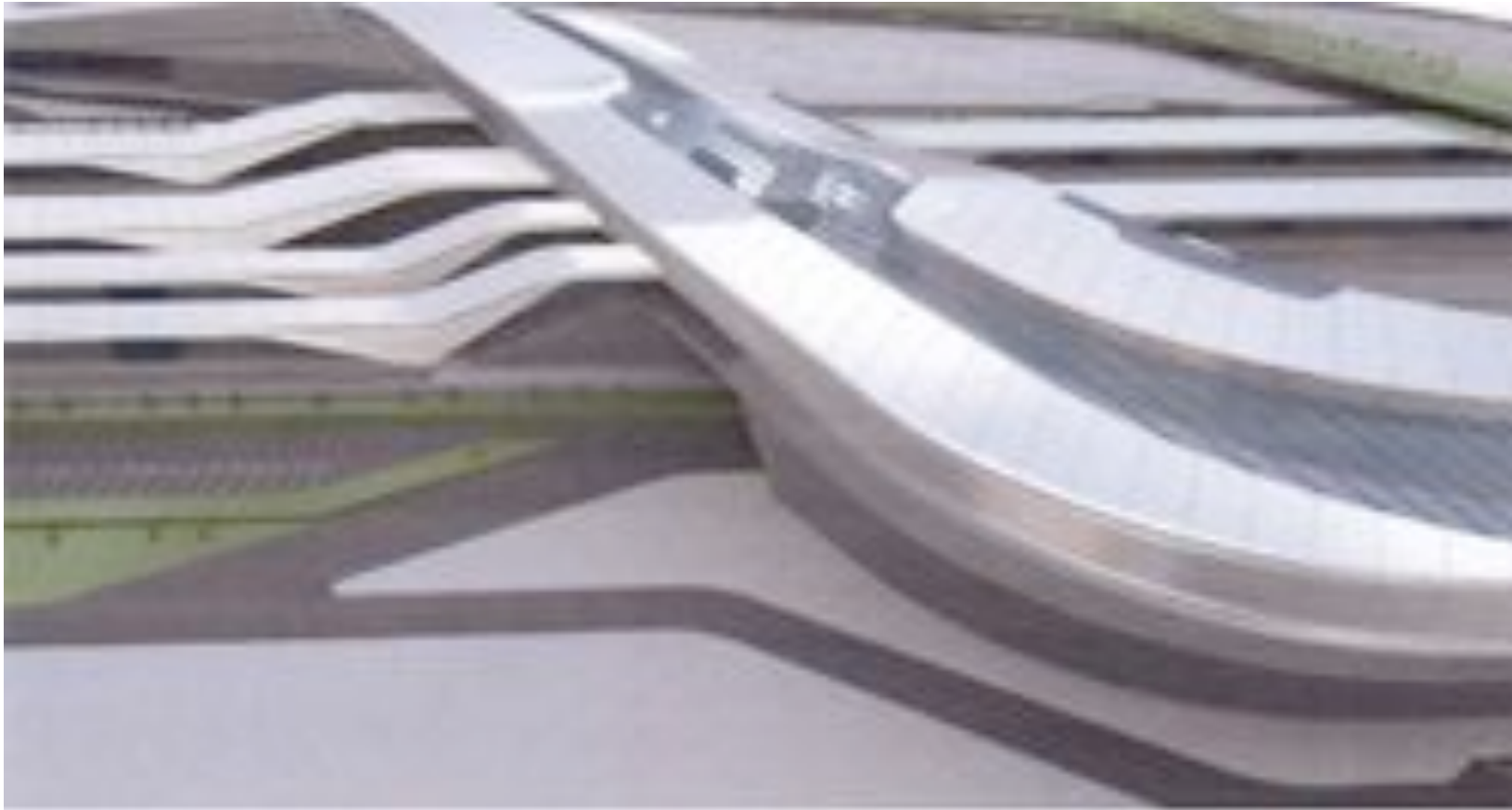


Le immagini del nuovo stadio taiwanese ricoperto da più di **ottomila pannelli solari**. È completamente autonomo dal punto di vista energetico ed è stato costruito per ospitare i World Games 2009. Disegnato da l'architetto giapponese Toyo, ospita 55mila spettatori. Lo stadio genera 1,14 milioni di kWh all'anno, evitando l'emissione di 660 tonnellate di anidride carbonica nell'atmosfera.



Strutture, da ruderi abbandonati, si trasformano in edifici ad alto impatto visivo ricoperti da capsule multiple (prefabbricate) fonte di bio-combustibili che, nel caso delle micro-alghe è pari a 30 volte di più per acro rispetto ai tradizionali bio-combustibili. In più, diversamente da altri biocombustibili, le micro alghe crescono su qualsiasi tipo di supporto, anche su superfici verticali e, durante la fotosintesi, trasformano l'anidride carbonica in ossigeno

Stazione A.V. (Afragola) Napoli





Uno yacht di lusso che si autoalimenta tramite pannelli solari e il progetto di una petroliera.





Pannelli solari che si gonfiano e si adattano a qualsiasi edificio





L'Helios (247 piedi di apertura alare) in decollo dalla base nelle Hawaii.



NASA Dryden Flight Research Center Photo Collection
<http://www.dfrc.nasa.gov/gallery/photo/index.html>

NASA Photo: ED01-0230-1 Date: August 13, 2001 Photo by: Nick Galante
NASA's Helios Prototype aircraft taking off from the Pacific Missile Range Facility, Kauai, Hawaii, for the record flight.



L'Helios (247 piedi di apertura alare) in volo sulle isole dell'arcipelago.



NASA Dryden Flight Research Center Photo Collection
<http://www.dfrc.nasa.gov/Gallery/Photo/index.html>
NASA Photo: ED03-0152-60 Date: June 7, 2003 Photo By: Carla Thomas

699

The solar-electric Helios Prototype flying wing bisects the volcanic atoll of Lehua off the coast of Kaua'i, Hawaii, during a checkout flight on June 7, 2003. Helios is now equipped with an experimental fuel cell system to allow nighttime flight.



24 consigli

(fonte ENI)

- **In casa: piccoli gesti quotidiani**
 - 01 Non lasciare gli elettrodomestici in stand-by
 - 02 Usare lampadine a basso consumo
 - 03 Installare i riduttori di flusso dell'acqua
 - 04 Installare valvole termostatiche sui termosifoni
 - 05 Usare la lavatrice a temperature basse (40/60°C)
 - 06 Usare la lavastoviglie solo a pieno carico
 - 07 Isolare il cassetto degli avvolgibili
 - 08 Non utilizzare l'asciugatura ad aria calda nella lavastoviglie
- **Risparmiare acquistando apparecchi efficienti**
 - 09 Sostituire il vecchio frigorifero con uno nuovo più efficiente
 - 10 Sostituire la vecchia lavatrice con una nuova più efficiente
 - 11 Sostituire lo scaldabagno elettrico con uno a gas
 - 12 Scegliere una caldaia più efficiente



24 consigli

(fonte ENI)

- **La regolazione della temperatura**
 - 13 D'inverno tenere in casa una temperatura di 20° C
 - 14 D'estate ridurre l'uso del condizionatore in casa
 - 15 Usare correttamente l'aria condizionata in auto
- **Alla guida**
 - 16 Mantenere una velocità moderata in autostrada
 - 17 Mantenere un'andatura regolare in città
 - 18 Utilizzare le marce alte
 - 19 Evitare di riscaldare il motore a veicolo fermo
- **Piccola manutenzione dell'auto**
 - 20 Controllare la pressione dei pneumatici almeno una volta al mese
 - 21 Scegliere pneumatici "Fuel Saver"
 - 22 Scegliere lubrificanti "Fuel Economy"
 - 23 Non utilizzare accessori che penalizzino l'aerodinamica dell'auto
 - 24 Evitare carichi superflui in auto



Il nucleare

**Una energia considerata pulita
perché non produce CO_2 ma ...**

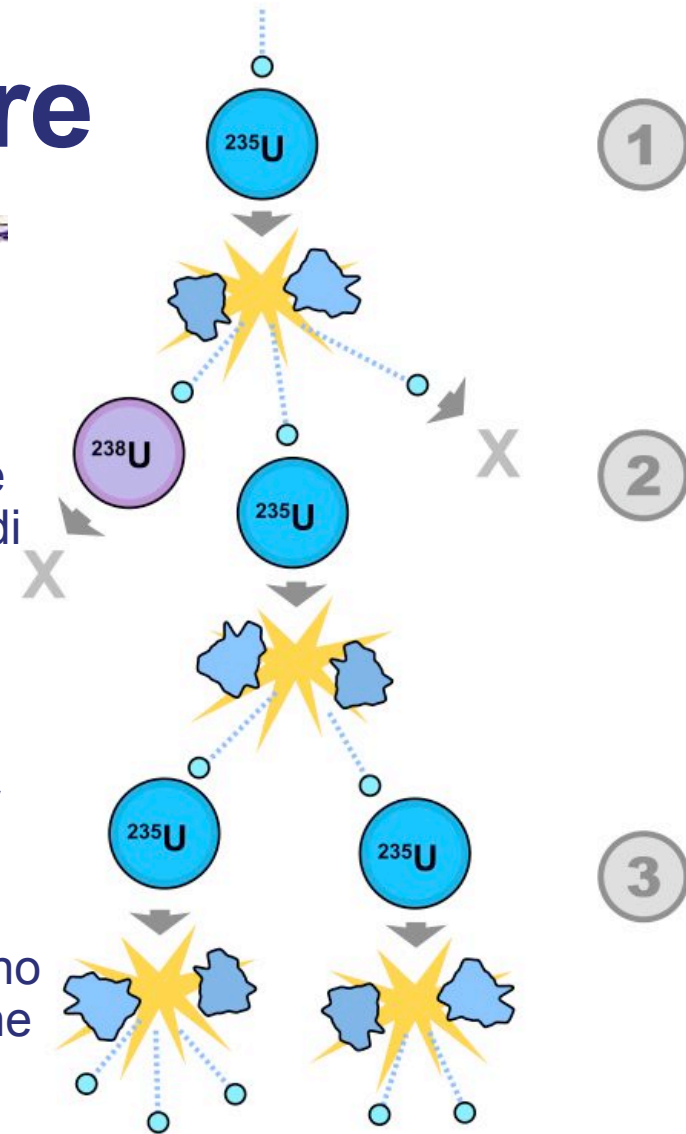


Reazione nucleare

- Le reazioni che coinvolgono l'energia nucleare sono principalmente quelle di **fissione** nucleare, di **fusione** nucleare e quelle legate alla radioattività (decadimento radioattivo).
- Nelle reazioni di **fissione** (sia spontanea, sia indotta), nuclei di atomi con alto numero atomico (pesanti) come, ad esempio, l'uranio, il plutonio e il torio si spezzano producendo nuclei con numero atomico minore, diminuendo la propria massa totale e liberando una grande quantità di energia.
- Nelle reazioni di **fusione**, i nuclei di atomi con basso numero atomico, come l'idrogeno, il deuterio o il trizio, si fondono dando origine a nuclei più pesanti e rilasciando una notevole quantità di energia (molto superiore a quella rilasciata nella fissione, a parità di numero di reazioni nucleari coinvolte).
- Le reazioni di **decadimento radioattivo** coinvolgono i nuclei di atomi instabili, che tramite processi di emissione/cattura di particelle subatomiche (radioattività) tendono a raggiungere uno stato di maggior equilibrio, in conseguenza della diminuzione della massa totale del sistema

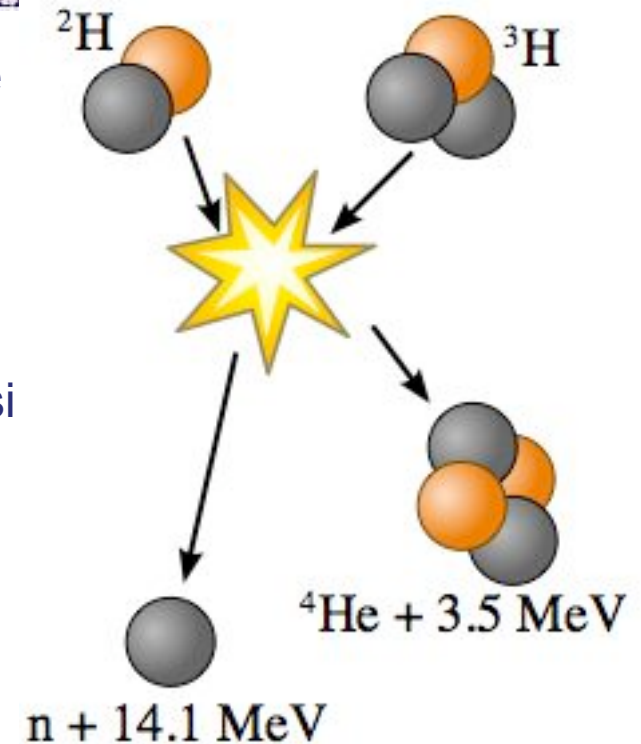
Fissione nucleare

- La fissione consiste nel rompere il nucleo dell'atomo per farne scaturire notevoli quantità di energia
- La somma delle masse dei due frammenti e dei neutroni emessi è leggermente minore di quella del nucleo originario e di quelle del neutrone che lo ha fissionato: la massa mancante si è trasformata in energia.
- La percentuale di massa trasformata in energia si aggira attorno allo 0.1%, cioè per ogni kg di materiale fissile, 1 g viene trasformato in energia
- Se accanto al nucleo fissionato se ne trovano altri in quantità sufficiente e in configurazione geometrica adatta (massa critica), si svilupperà una reazione a catena



Fusione nucleare

- Essa è esattamente opposta alla fissione: invece di spezzare nuclei pesanti in piccoli frammenti, si uniscono nuclei leggeri (a partire dall'idrogeno, composto da un solo protone) in nuclei più pesanti: la massa di questi ultimi è minore della somma di quelli originari
- La percentuale di massa trasformata in energia si aggira attorno all'1%, un quantitativo enorme
- La fusione nucleare avviene normalmente nel nucleo delle stelle, compreso il Sole
- L'uomo non è finora riuscito a far avvenire la fusione in modo controllato e affidabile se non per qualche decina di secondi (quello incontrollato esiste: la bomba termonucleare)
- La fusione nucleare per ora è in fase di ricerca



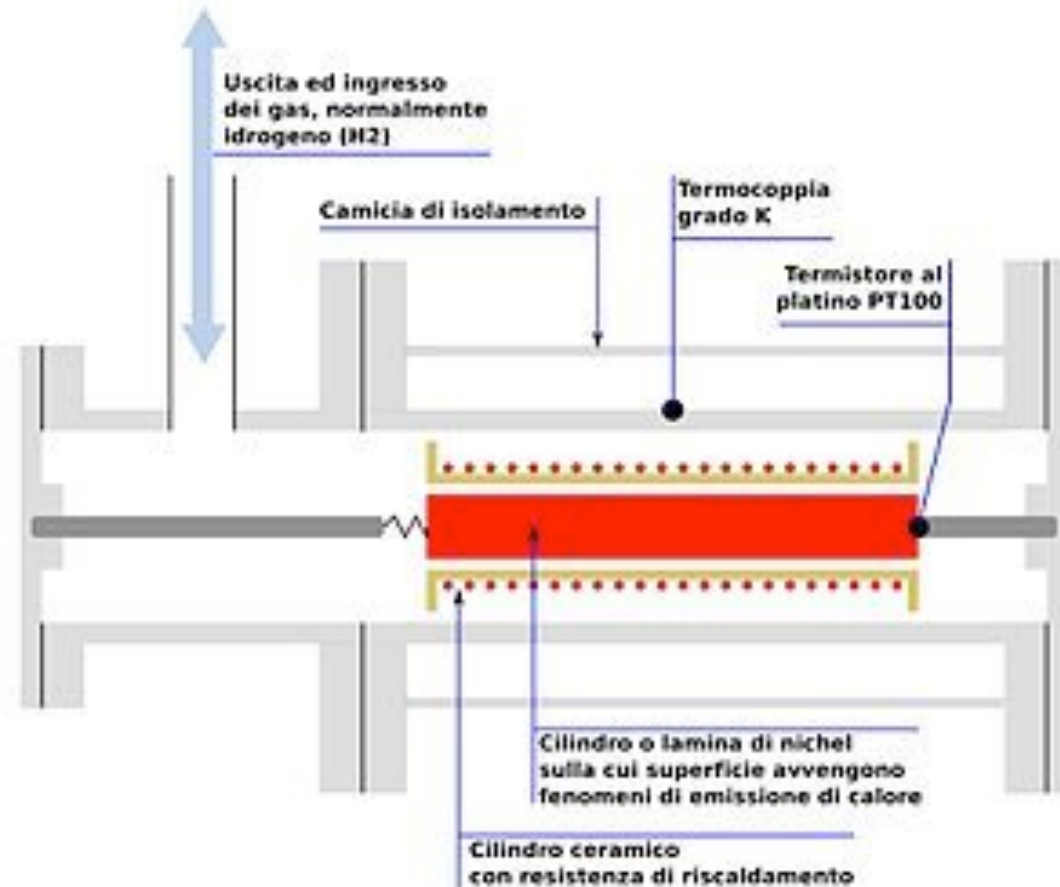
Fusione nucleare a freddo

- Sono reazioni di presunta natura nucleare, che si produrrebbero a pressioni e a temperature molto minori di quelle necessarie per ottenere la fusione nucleare "calda", per la quale sono invece necessarie temperature dell'ordine del milione di kelvin e densità del plasma molto elevate
- **Non ancora conosciuta** anche se:
 - **1989** gli esperimenti di **Martin Fleischmann** e **Stanley Pons** (Università di Salt Lake City - Utah), poi ripetuti in diversi laboratori, destarono molto clamore
 - **Giuliano Preparata** (docente di Fisica Nucleare all'Università di Milano) elaborò la sua "teoria coerente sulla fusione fredda"
 - **1994**, il biofisico **Francesco Piantelli**, dell'Università degli Studi di Siena e **Sergio Focardi**, fisico dell'Università di Bologna, in una conferenza stampa presso l'aula magna dell'Università di Siena, annunciarono la messa a punto di un differente processo di produzione di energia per mezzo di Reazioni Nucleari a Bassa Energia profondamente differente da quello fatto da Fleischmann e Pons
 - **2008 Yoshiaki Arata**, uno dei padri della fusione nucleare calda nipponica, insieme alla collega Yue-Chang Zhang, ha mostrato pubblicamente ad Osaka un reattore funzionante con pochi grammi di palladio. (fusione fredda o piuttosto ad una forma ancora non conosciuta di sviluppo di energia?)

Schema del reattore di Piantelli e Focardi

(tratto da Wikipedia)

- Schema del reattore nichel-idrogeno ideato da Piantelli e Focardi per la misura dell'eventuale calore in eccesso



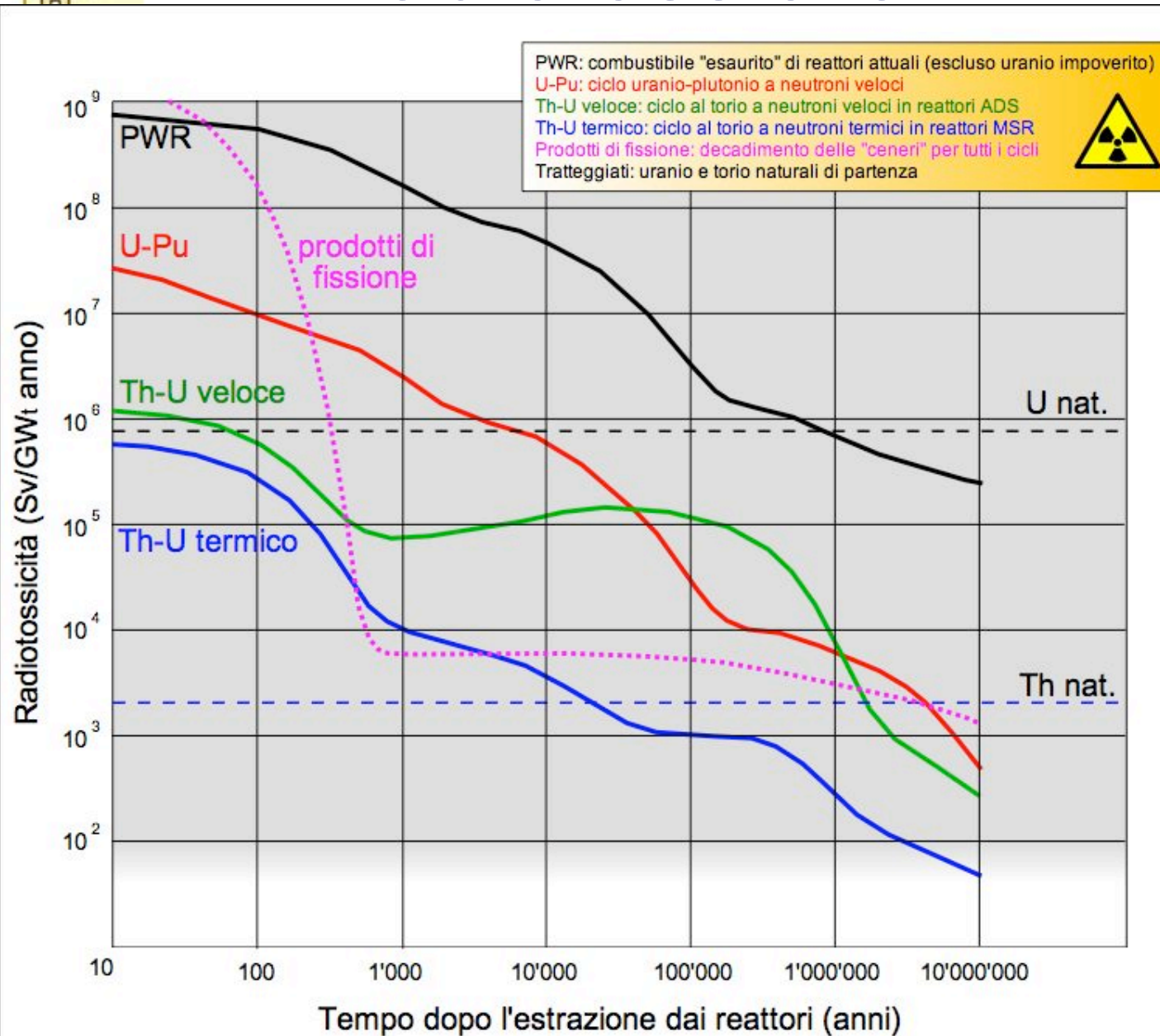
Sfruttamento energia nucleare

- La fissione nucleare dell'uranio e del plutonio è ampiamente sperimentata ed ingegnerizzata da circa 50 anni.
- Nell'agosto 2007, 439 reattori nucleari di potenza commerciali, producono il 16% dell'intera energia elettrica mondiale
- A parte il **rischio di incidenti**, il maggiore problema ancora insoluto è costituito dalle **scorie radioattive**, che rimangono pericolose per migliaia se non milioni di anni.
- Il procedimento di fissione nucleare (come peraltro quello di fusione, seppur in maniera molto inferiore) produce materiali residui ad elevata radioattività.

Pericolosità dei residui

- Un reattore del tipo PWR scarica da 40 a 70 elementi di combustibile all'anno, un BWR da 120 a 200
- Il combustibile dopo 3 anni di permanenza all'interno del reattore passa alle piscine di raffreddamento; si sono formati in totale circa 350 nuclidi differenti, 200 dei quali radioattivi.
- Si ha, in media, la seguente composizione:
 - 94% uranio 238
 - 1% uranio 235
 - 1% plutonio
 - 0.1% attinidi minori (Np, Am, Cm)
 - 3÷4% prodotti di fissione
- Si osserva che
- i prodotti di fissione sono pericolosi per circa 300 anni,
- gli attinidi minori per circa 10.000 anni,
- il plutonio per circa 250.000 anni

Radiotossicità



Radiotossicità (in sievert per gigawatt termico all'anno) del combustibile esausto scaricato dai reattori per diversi cicli del combustibile, in funzione del tempo. È altresì indicato l'andamento dei prodotti di fissione (approssimativamente simile per tutti i cicli) e la radiotossicità dell'uranio naturale e del torio 232 di partenza.

Dati da: <http://ipsc.in2p3.fr/grp/english/NEWNRW>



Soluzioni al problema dello smaltimento delle rifiuti radioattivi

Problema non ancora risolto

- Gli USA hanno deciso di stocarli nello Yucca Mountain, in Nevada
- La Federazione Russa è propensa a compiere un'operazione simile
- Francia, Belgio, Inghilterra, Giappone hanno invece deciso di riciclarli sotto forma di MOX (ossidi di U e Pu) e riutilizzarli per aumentare la resa di produzione di energia e ridurre la quantità degli stessi.
- Soluzioni proposte ma impossibili
 - Depositare le scorie nei ghiacci polari dell'Antartico non è permesso a seguito di un trattato internazionale
 - Seppellire le scorie radioattive nella crosta terrestre ad un livello sufficientemente profondo perché possano essere risucchiate nel nucleo incandescente del pianeta, ma non esisterebbero i presupposti geologici per realizzarla

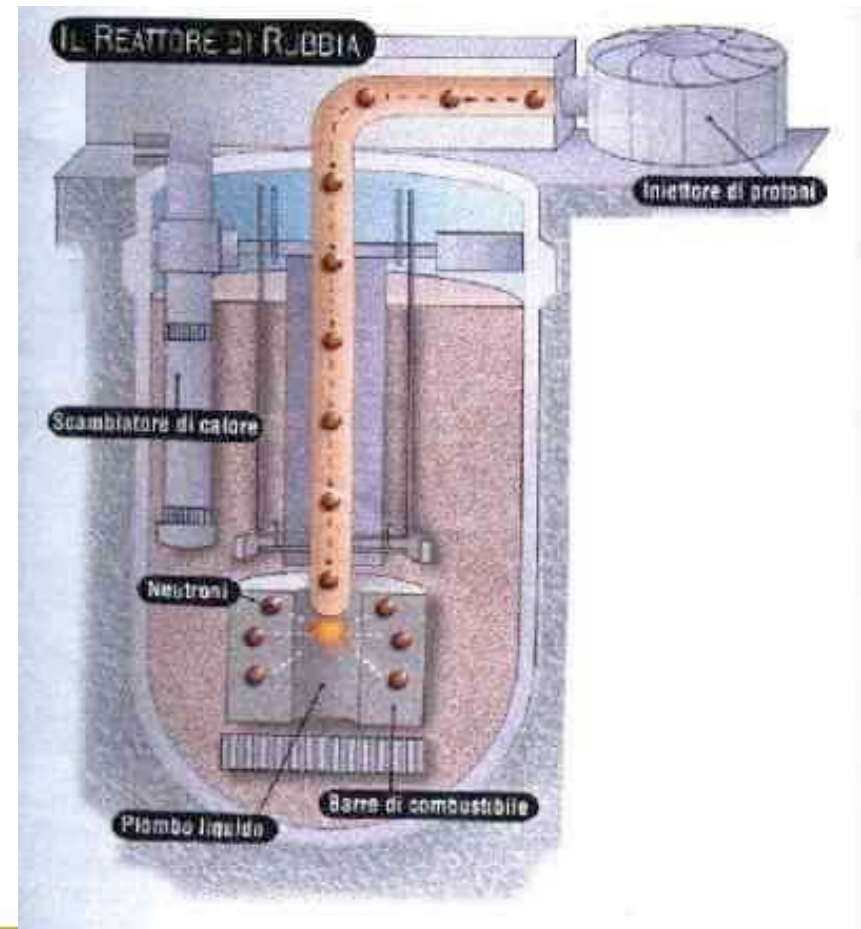
Altre soluzioni

- Lo smaltimento sotto i fondali marini
 - Rischio navigazione e durata dei contenitori
 - Proibito dalla Convenzione di Londra, nel maggio del 1995
- La "trasmutazione" dei nuclei radioattivi a vita media-lunga in elementi stabili
 - in corso un vasto programma europeo
 - luglio 2003, il Prof. Carlo Rubbia e il Dr. Peter Fritz hanno firmato un Accordo di Collaborazione per attività di Ricerca e Sviluppo (vedi prossimo lucido)
- Il Sole come discarica per le scorie nucleari
 - Tecnicamente possibile, ma antieconomico
 - Rischio incidenti durante il lancio razzi (affidabilità attuale 96%)
- L'uso civile e bellico dell' uranio impoverito (il "prodotto di scarto")
 - Uso di uranio impoverito (bombe e attrezz. Militari)
- Il batterio che ripulisce dalla radioattività
 - Geobacter è in grado di metabolizzare i metalli radioattivi come l'uranio (allo studio)

Luglio 2003 -Rubbiatron

Prof. Carlo Rubbia e Dr. Peter Fritz

- Il motore nucleare ideato da Carlo Rubbia ("Rubbiatron") è una delle numerose applicazioni pratiche di un esperimento, il TARC, nato con finalità di ricerca pura.
- L'idea è stata quella di provocare una trasformazione delle scorie radioattive, una trasmutazione, bombardandole con neutroni che si ottengono sparando protoni nel piombo fuso. Così, uranio e plutonio diventano sostanze diverse che non emettono più radiazioni o devono essere contenuti per un periodo ben più breve, non oltre 5-600 anni
- la macchina di Rubbia nasce con l'obiettivo di generare energia, con un vantaggio sui generatori nucleari finora costruiti: essere molto più sicuro, allontanando lo spettro di Chernobyl



Quanto nucleare?

- 438 i reattori nucleari attivi nel mondo (352 gigawatt, pari al 16% della fornitura globale d'energia)
 - 104 negli USA (<20% fabbisogno USA)
 - 59 in Francia (76% fabbisogno Francia)
 - 53 in Giappone



% fonte energia nucleare e N° reattori per paese

Dati ENEL - agosto 2007

- La Francia è anomala (76% energia totale e 59 reattori attivi)
- Maggiori utilizzatori sono i paese dell'Europa est e dell'Asia

	ARGENTINA	ARMENIA	BELGIO	BRASILE	BULGARIA	CANADA	CINA	COREA DEL NORD	COREA DEL SUD	FINLANDIA	FRANCIA	GERMANIA	GIAPPONE	GRAN BRETAGNA	INDIA	IRAN	LITUANIA	MESSICO	PAESI BASSI	PAKISTAN	REP. CEE	ROMANIA	RUSSIA	SLOVACCHIA	SLOVENIA	SUD AFRICA	SPAGNA	SVIZZERA	TAIWAN	TURCHIA	UCRAINA	UNGHERIA	USA	Mondo	
% energia paese	7	42	54	3	44	16	2	0	39	28	78	32	30	18	3	0	69	5	4	3	31	9	16	57	40	4	20	48	37	20	0	48	38	19	16
In servizio	2	1	7	2	2	18	11	0	20	4	59	17	55	19	17	0	1	2	1	2	6	2	31	5	1	2	8	10	5	6	0	15	4	104	439
in costruzione	1	0	0	0	0	2	5	0	3	1	1	0	2	0	6	1	0	0	0	1	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
Pianificati	1	0	0	1	2	4	26	1	5	0	0	11	0	4	2	0	0	0	2	0	2	7	0	0	1	0	0	0	0	3	2	0	7	81	

N° reattori



L'opinione di Carlo Rubbia

Premio Nobel per la fisica

- “...non solo il petrolio e gli altri combustibili fossili sono in via di esaurimento, ma anche l'uranio è destinato a scarseggiare entro 35-40 anni, come del resto anche l'oro, il platino o il rame...”
- “...Sa quando è stato costruito l'ultimo reattore in America? Nel 1979, trent'anni fa!...”
- “...Non esiste un nucleare sicuro. O a bassa produzione di scorie...”



Filmati Rai presi da
youtube

Variazioni costi dell'uranio

- Diverse sono le opinioni sulla convenienza economica di usare l'energia nucleare
 - Dai Bilanci della Francia sembra dia molto economica, ma non considerano i costi per la sicurezza e lo stoccaggio dei residui
 - In Germania sembra che i costi del nucleare già oggi non siano competitivi con quelli delle centrali tradizionali
 - E in futuro?

Anno	Costo in \$/lb
1981	32
1990	12,55
2000	10
2001	7
2007	135

Anno	Costo in \$/lb
gen-06	37
apr-06	41
dic-06	72
apr-07	113
dic-07	135

Quanto uranio?

- Tre soli paesi (l'Australia, il Canada e il Kazakhstan) contengono circa il 58% delle riserve note. Questi tre paesi sono anche i principali produttori di uranio (dati 2006)
- Si stima che in tutto il mondo si possano estrarre in totale circa 4,2 milioni di tonnellate di ossido di uranio (C.Rubbia stima sufficienti per 30-40 anni ancora)
- La produzione mondiale annua di uranio metallico si aggira intorno alle 41.600 tonnellate (1 kg di ossido di uranio si ricavano circa 840 g di uranio metallico) (dati 2005). Inoltre si sfruttano (riciclano) anche ex arsenali militari.
- In Italia è stata scoperta negli anni '50 una piccola miniera di uranio nei pressi di Novazza (BG). Si ritiene che si possano ricavare in tutto circa 1.300 tonnellate di ossido di uranio. La miniera non è mai stata sfruttata

Alcuni incidenti a centrali nucleari

- **7 ottobre 1957:** (6° livello INES) Liverpool (UK). 39 morti dichiarati.
- **3 gennaio 1961:** Cascade dell'Idaho (USA), 3 morti e molti contaminati.
- **5 ottobre 1966:** Parziale fusione del nucleo del reattore Enrico Fermi a Detroit (USA). Conseguenze sconosciute.
- **21 gennaio 1969:** Lucens, in Svizzera, grande dispersione di radiazioni in una grotta che verrà sigillata.
- **22 Marzo 1975:** Reattore Brown Ferry in Alabama (USA). danni per 100 milioni di dollari e conseguenze non dichiarate.
- **28 marzo 1979:** (5° livello INES) Three-Mile Island, in Pennsylvania - il più grande incidente nucleare in un impianto civile negli USA ; Conseguenze?
- **11 febbraio 1981:** Sequoia 1 nella Tennessee Valley (USA).
- **25 aprile 1981:** Centrale di Tsuruga in Giappone. oltre 100 contaminati + (?) morti
- **6 gennaio 1986:** Impianto Kerr-McGee in Oklahoma (USA). Conseguenze?
- **26 aprile 1986:** (7° livello INES) Chernobyl, (Russia). Si continua ancora a morire!
- **30 settembre 1999 :** a Tokaimura, a nord di Tokio, Conseguenze?.
- ...
- **31 luglio 2008:** a Tricastin (FR) - ...Danni anche al vino che cambia nome ...
- **11 marzo 2011** (7° livello INES), Fukushima (Giappone)

Fusione nucleare

(<http://www.fusione.enea.it/>)

La fusione nucleare sembra essere più promettente, pulita e più efficiente della fissione, ma

- La fusione nucleare studiata per applicazioni belliche (le bombe H o a idrogeno, sono già state messe a punto) non è stata ancora applicata per fini civili in quanto non si riesce a tenere sotto controllo reazioni di questo tipo.
- Per ottenere in laboratorio reazioni di fusione, ad esempio, è necessario portare una miscela di deuterio e trizio a temperature elevatissime (100 milioni di gradi) per tempi di confinamento sufficientemente lunghi [fonte Enea].
- Fusione fredda - ricerche, ma non ancora esperimenti riproducibili



Filmati Rai presi da
youtube

FINE