



Regione Lombardia



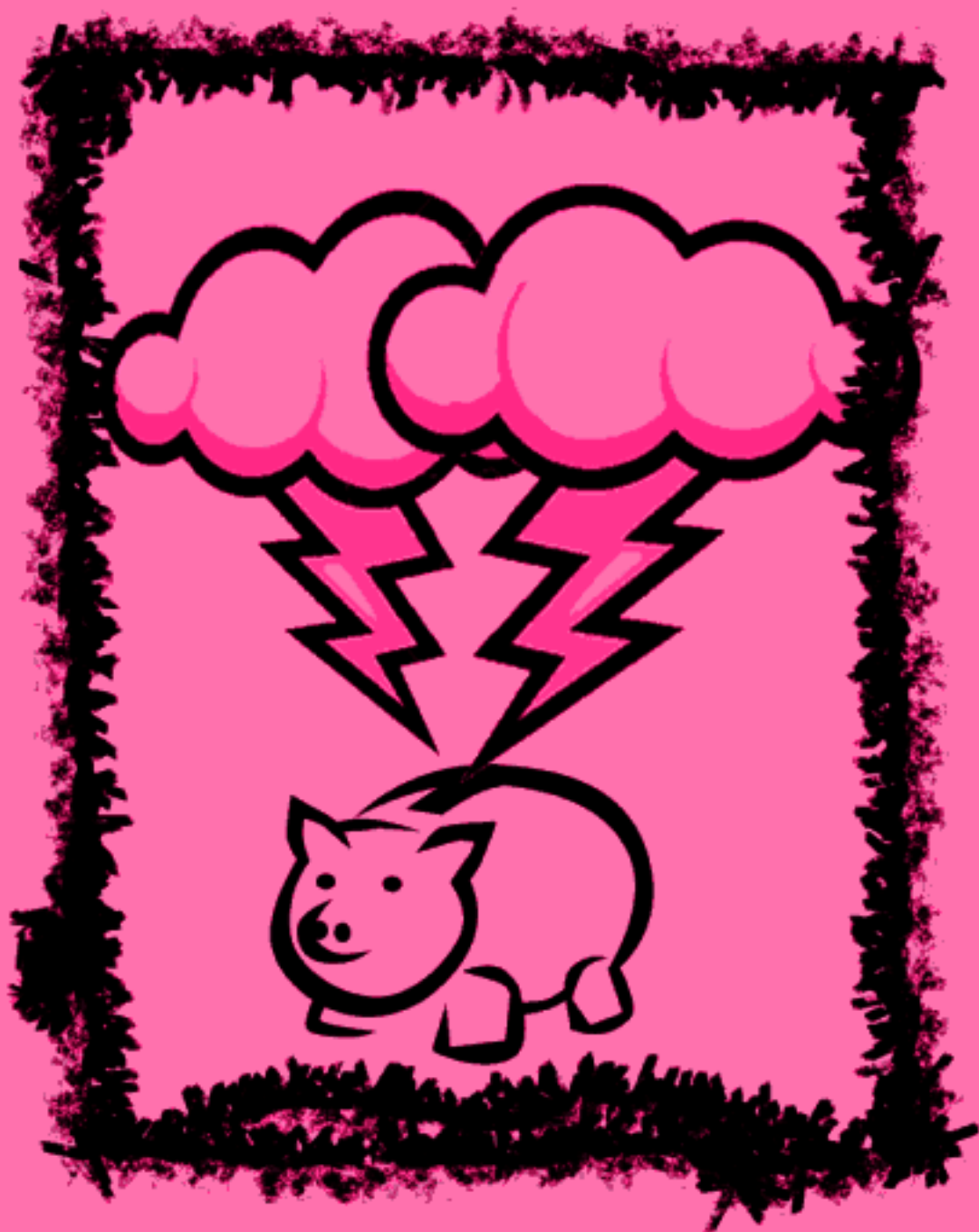
Comune di Varese



CREA Varese



LEGAMBIENTE



CONSUMI CONSAPEVOLI

EDUCAZIONE ALL'ENERGIA

EDUCAZIONE ALL'ENERGIA

INTRODUZIONE

L'energia gioca un ruolo centrale nello sviluppo della società: ogni nostra attività, il nostro stile di vita e le comodità di cui godiamo tutti i giorni, necessitano, in gran parte, di energia (può essere l'elettricità o il calore, o anche il fresco di cui abbiamo bisogno nelle estate calde).

D'altra parte l'energia che consumiamo tutti i giorni nelle nostre case non ha solo effetti positivi: per produrla, trasformarla, trasferirla e distribuirla è inevitabile provocare impatti negativi sull'ambiente, sulla qualità dell'aria e anche, in parte, sulla nostra salute (pensiamo all'inquinamento elettromagnetico determinato dagli elettrodotti).

Gli impatti sull'ambiente si possono dividere in due grandi categorie:

- Impatti globali provocati dalle emissioni di gas che determinano un incremento dell'effetto serra (tra cui l'anidride carbonica e il metano sono le principali) e quindi il progressivo cambiamento climatico;
- Impatti locali provocati dalle emissioni di inquinanti atmosferici (ossidi di azoto, ossidi di zolfo, polveri, composti organici volatili, monossido e biossido di carbonio) che deteriorano la qualità dell'aria a livello regionale, cui si possono aggiungere gli impatti determinati dai grandi incidenti accorsi alle navi petroliere che hanno provocato veri e propri disastri ecologici negli ecosistemi marini.

1) COS'E' L'ENERGIA

Energia dal greco "en" + "ergon" ovvero nel lavoro, "attività" con il significato più ampio di forza e vigore del corpo o della natura, dal dizionario della lingua italiana è l'attitudine di un corpo a compiere un lavoro.

L'energia si presenta in forme diverse e ha, caratteristica distintiva, la capacità di trasformarsi da una forma all'altra.

L'energia luminosa del sole si trasforma in energia chimica grazie alla fotosintesi clorofilliana delle piante, l'energia meccanica di una pedalata in bicicletta si trasforma in luce mediante la dinamo, l'energia cinetica dell'acqua può essere trasformata in energia elettrica, l'energia chimica della pasta si trasforma in energia cinetica quando camminiamo, e così si potrebbe continuare a lungo.

In questa dispensa ci si focalizzerà su due tipologie di energia:

- L'energia termica
- L'energia elettrica

L'energia elettrica si produce mediante la trasformazione di altre forme di energia e per tale motivo si definisce "secondaria"; è una forma di energia molto utilizzabile perché quando serve è subito disponibile: con la stessa facilità con la quale si fa scorrere l'acqua aprendo il rubinetto, analogamente si può accendere la luce premendo un interruttore.

L'energia elettrica si può trasportare per molti chilometri senza subire elevate perdite grazie allo spostamento di cariche elettriche, elettroni, all'interno dei conduttori (fili elettrici).

L'energia termica è invece quel tipo di energia che si manifesta sotto forma di calore, essa viene scambiata tra corpi a diversa temperatura, passando esclusivamente dal corpo a temperatura maggiore a quello a temperatura minore.

Un esempio di produzione di energia termica si ha nello scaldabagno elettrico: per effetto del passaggio di corrente elettrica, la resistenza si riscalda trasmettendo il calore all'acqua.

COME SI MISURA

L'unità di misura dell'energia nel Sistema Internazionale è il Joule ed i suoi multipli sono detti kiloJoule (1000 Joule), megaJoule (1000000 di Joule) ecc. Un'altra unità di misura importante è la potenza, ovvero la quantità di energia nell'unità di tempo. La potenza si misura in Watt ($W = \text{Joule}/s$). L'energia elettrica, più comunemente, si misura in kWh, che indicano quante migliaia di W vengono consumate ogni ora da un qualsiasi apparecchio utilizzato, mentre per l'energia termica si è usualmente utilizzata la kcalorie (tecnicamente 1 kcaloria è la quantità di calore necessaria per aumentare di un grado la temperatura di un litro di acqua). Per confrontare forme di energia diverse si ricorre al tep (tonnellata di petrolio equivalente) che rappresenta il calore sviluppato bruciando una tonnellata di petrolio.

2) I NUMERI DELL'ENERGIA

Finora a livello mondiale la crescita dei consumi energetici è strettamente ancorata alla crescita economica, che continua ad essere l'unico grande obiettivo dell'economia mondiale, e contestualmente alla crescita demografica. Nei paesi sviluppati tutti gli aspetti della vita moderna sono profondamente condizionati dalla disponibilità immediata e continua di energia. Il benessere e la qualità della vita delle persone vengono spesso identificati con la possibilità di produrre, consumare, utilizzare, creare, trasformare, soddisfare ogni più piccola esigenza, sia una vera e propria necessità o un mero capriccio accessorio. Ogni cittadino richiede continuamente energia in forme e quantità diverse, ma difficilmente ci si ferma a riflettere sui problemi ambientali che tutto il ciclo di vita dell'energia (dalla produzione, al trasporto, all'utilizzo) arreca. Uno scenario energetico nel quale il consumo sia in continua crescita risulta in contraddizione con gli impegni assunti con la ratifica del Protocollo di Kyoto, che invece prevede una riduzione media mondiale delle emissioni di gas di serra del 5,2%, dell'8% per l'Europa e del 6,5% per l'Italia rispetto ai livelli del 1990. Gli impegni previsti dal Protocollo per fronteggiare il riscaldamento artificiale del pianeta implicano un vero e proprio cambiamento nel tradizionale sistema di produrre e consumare l'energia. Purtroppo sono stati pochissimi finora i paesi virtuosi capaci di ridurre le proprie emissioni di gas serra. L'Italia ha imboccato addirittura una strada contraria: sono state aumentate le quote di emissioni negli ultimi anni, infatti nel 2002 l'Italia avrebbe dovuto ridurre di più del 17% le proprie emissioni a fronte di un incremento rispetto al 1990 di circa l'11%!

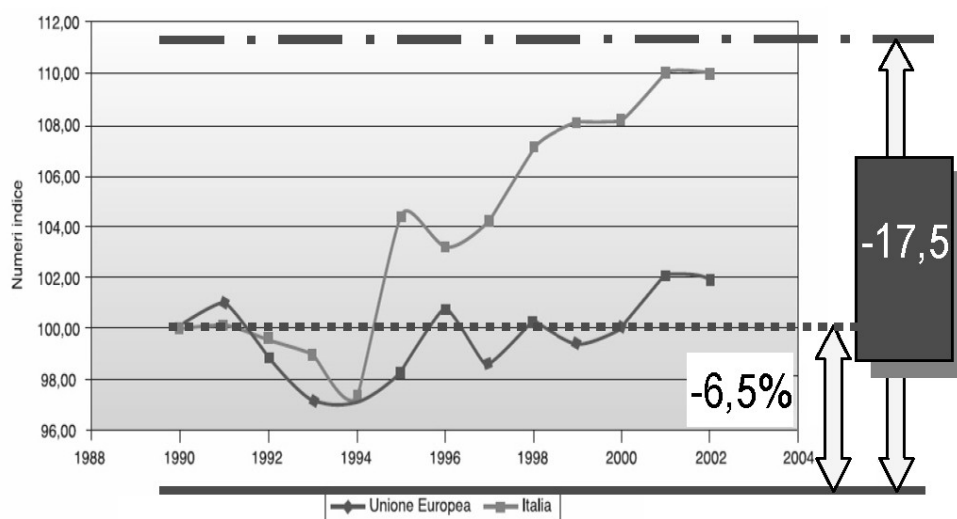


Figura 1: Andamento delle emissioni di gas serra in Italia e nell'UE15 rispetto agli obiettivi del Protocollo di Kyoto. Elaborazione Punto Energia, 2005.

IL MONDO

Nel 2003, secondo le statistiche della British Petroleum, i consumi mondiali di energia primaria sono cresciuti del 2,9%. Tale crescita risulta particolarmente elevata in Asia (+6,3%), aumento evidentemente trainato dall'esplosione dell'economia cinese.

Nel 2003 circa il 37,3% dei consumi mondiali era rappresentato dal petrolio e il 26,5% dal carbone mentre il gas naturale copriva poco meno del 24%. Il restante 12,2% era costituito in quote uguali da energia idroelettrica e nucleare.

L'ITALIA

In Italia i consumi energetici sono fortemente dipendenti dalle fonti fossili e in particolare è il petrolio a ricoprire ancora un ruolo determinante. I prodotti derivati dal petrolio rappresentano sia una fonte primaria per la produzione di energia elettrica sia i principali vettori energetici dei mezzi di trasporto (gasolio e benzine).

Il gas naturale negli ultimi anni ha avuto un continuo incremento di consumi che lo potrebbe portare a superare i consumi di prodotti petroliferi. Le fonti rinnovabili rappresentano ancora solo il 7% del totale dell'energia primaria consumata in Italia, tale valore dovrebbe raggiungere almeno il 12% entro il 2010 per rispettare gli obiettivi previsti dalla politica energetica europea (la direttiva 2001/77/CE sulle fonti rinnovabili di energia). Per quanto riguarda invece la quota di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili l'obiettivo da raggiungere dovrebbe essere del 22%, mentre oggi ci si attesta al 14%.

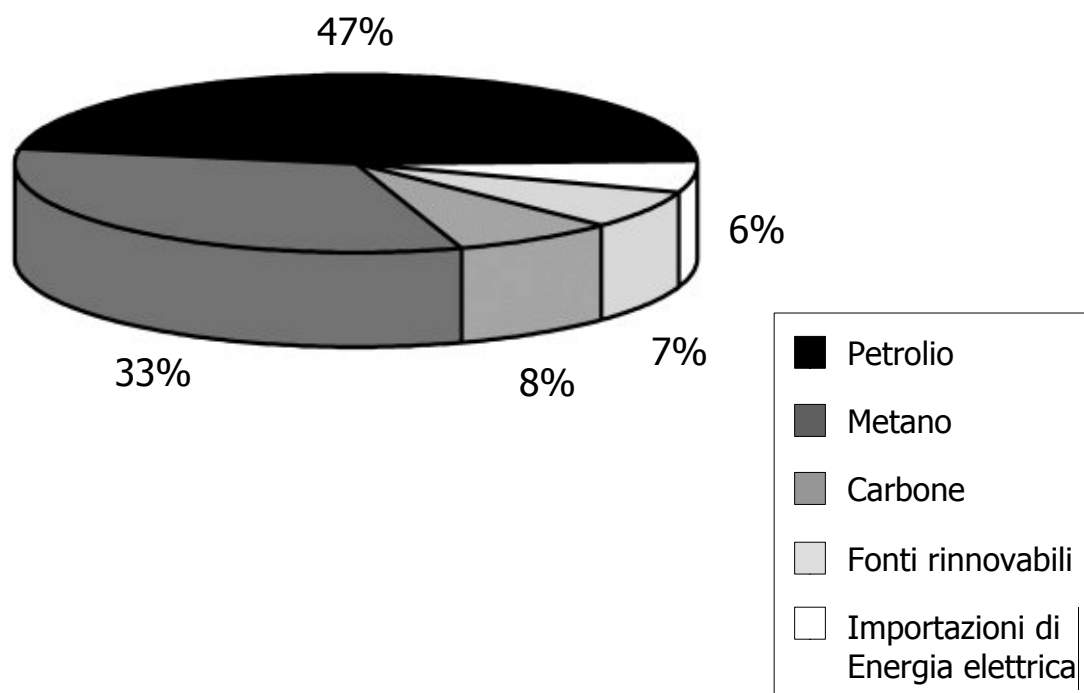


Figura 2: Offerta di energia suddivisa per vettori energetici. Fonte: Enea, 2004.

Il settore civile (che comprende sia i consumi del residenziale sia quelli del terziario) è uno dei principali comparti di consumo in Italia. Gli sprechi in questo settore sono molto elevati a causa di un cattivo sistema, sviluppatosi in decine di anni, di costruzione degli edifici che determina consumi elevati sia per il riscaldamento sia per l'energia elettrica. Accanto al settore civile è opportuno segnalare che i trasporti rappresentano uno dei principali settori di consumo, in particolare di prodotti petroliferi. I consumi nei trasporti sono in continuo aumento anche a causa di un sistema di trasporto che appare sempre più insostenibile:

eccessivo peso del trasporto merci su gomma e del trasporto privato a discapito di quello pubblico.

LA LOMBARDIA

In Lombardia si individuano alcuni elementi che si discostano alla situazione italiana. Infatti è il gas naturale ad essere il vettore energetico più consumato rappresentando circa il 39% dei consumi, seguito dai prodotti petroliferi con il 32%. Le fonti rinnovabili sul totale dell'energia consumata si attestano al 9%, mentre sul totale dell'energia elettrica consumata arrivano ad ammontare a ben il 17%. Questo valore così elevato rispetto alla media italiana è determinato dalla grande produzione idroelettrica presente in Lombardia.

Per quanto riguarda i settori di consumo finale è il civile ad essere il principale consumatore, seguito dall'industria e quindi dai trasporti.

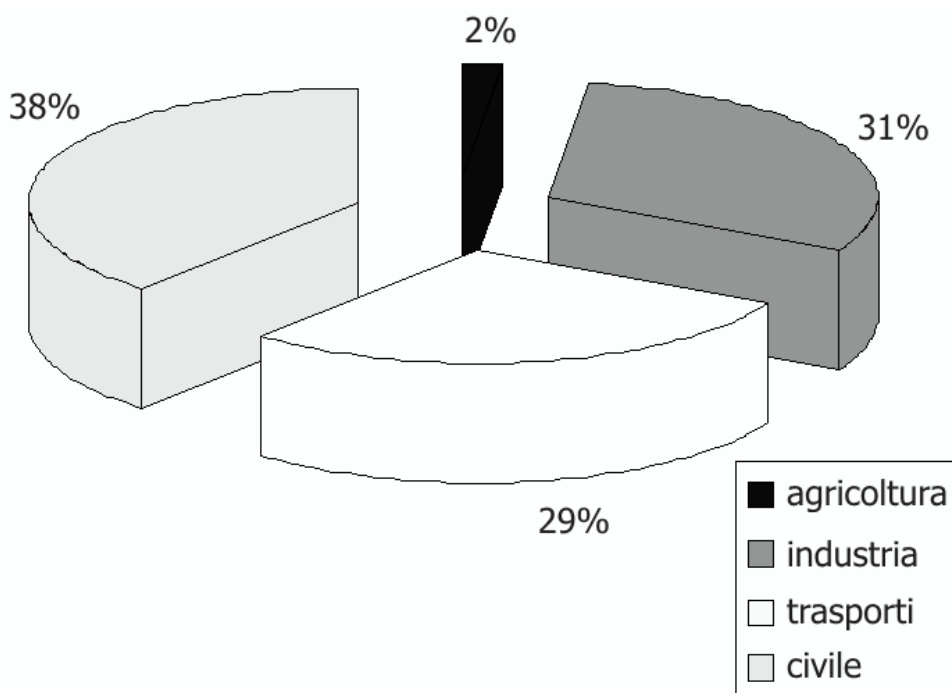


Figura 3: Settori di consumo finali in Lombardia. Fonte: Regione Lombardia, 2006.

3) LE SCELTE DI POLITICA ENERGETICA

Una politica energetica coerente con l'impegno di fronteggiare i cambiamenti climatici ed orientata verso la sostenibilità deve quindi porsi alcuni traguardi:

- Invertire la tendenza all'aumento dei consumi energetici, avviandoci a ridurre i consumi a parità di comfort e di benessere;
- Una forte crescita dell'utilizzo delle fonti rinnovabili, a cominciare da quelle già competitive come l'energia da biomasse e l'energia solare termica;
- Una maggiore efficienza e razionalità negli usi finali dell'energia in particolare nei settori più energivori;
- Un progressivo aumento dei carburanti a più basso impatto ambientale tra cui il metano e il GPL, oltre allo sviluppo dei biocarburanti come il biodiesel e il bioetanolo;
- Il passaggio da un sistema basato sulla fornitura di vettori energetici (gasolio, metano ecc.) ad uno basato sull'offerta di servizi energetici (alte prestazioni di comfort legate alla migliore efficienza energetica).

IL CONTRIBUTO DI TUTTI

Il contributo che ciascuno può apportare per contribuire al successo degli obiettivi sopra citati è risparmiare energia. Non si confonda però il "risparmio di energia" con il "sacrificio energetico": risparmiare energia vuole dire modificare le proprie abitudini di consumo utilizzando l'energia in maniera più sapiente ed efficiente senza incidere sul livello di confort e di benessere personale. Fra l'altro risparmiare energia aiuta a ridurre l'inquinamento ambientale, ma riduce anche le bollette di casa!

IL RISPARMIO ENERGETICO

Il primo passo verso l'ottimizzazione dei consumi di energia va compiuto nella direzione di diminuire il *fabbisogno termico* dell'edificio agendo sulle strutture o, ancora meglio, progettare le strutture in modo da favorire una buona diffusione del calore all'interno dei locali ed al contempo evitare la dispersione all'esterno. Prima di tutto, quindi, occorre proteggere bene gli edifici dal freddo esterno con i sistemi isolanti più adatti. Le principali dispersioni di calore dagli edifici si verificano nelle coperture (tetti e soffitti), nei pavimenti, nelle pareti esterne ed in tutti quegli elementi che mettono in diretto contatto con l'esterno (finestre, porte, ecc.). Successivamente diventa fondamentale agire a livello di impianto termico.

In Italia il consumo di energia per riscaldare le abitazioni è decisamente troppo elevato rispetto alla media europea.

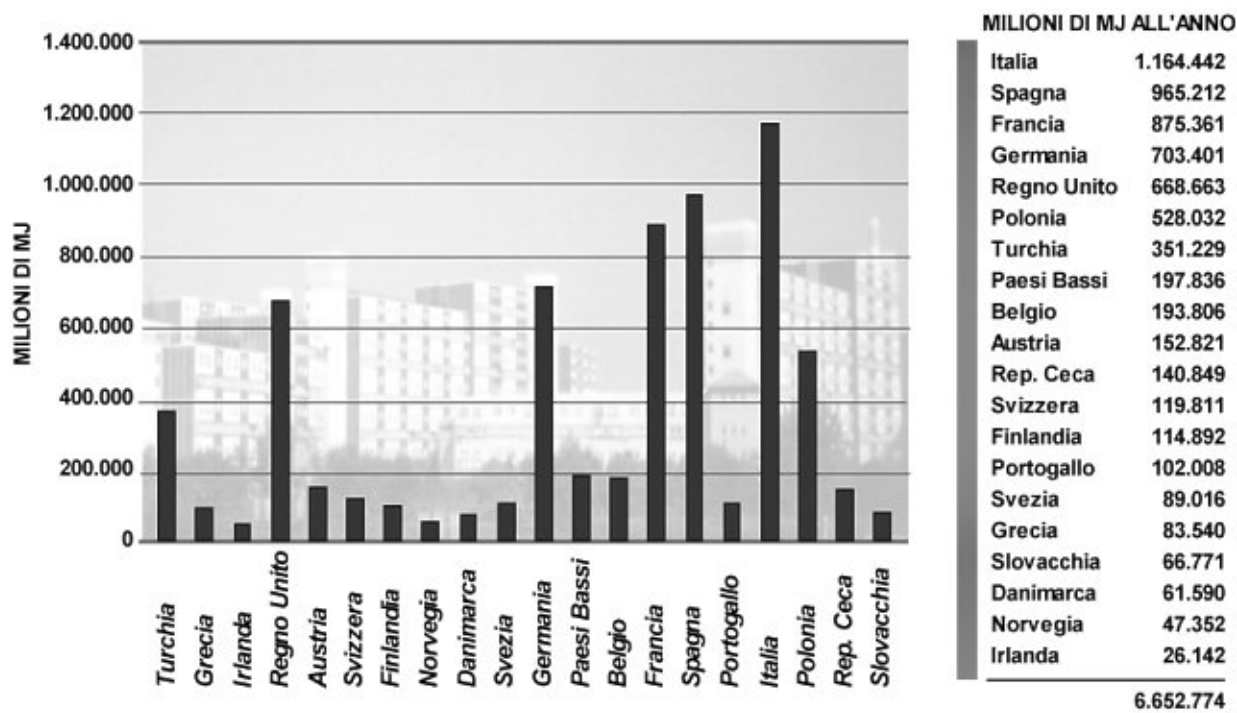


Figura 4: Consumo energetico nel settore residenziale in Europa. Fonte: Eurima, 2001.

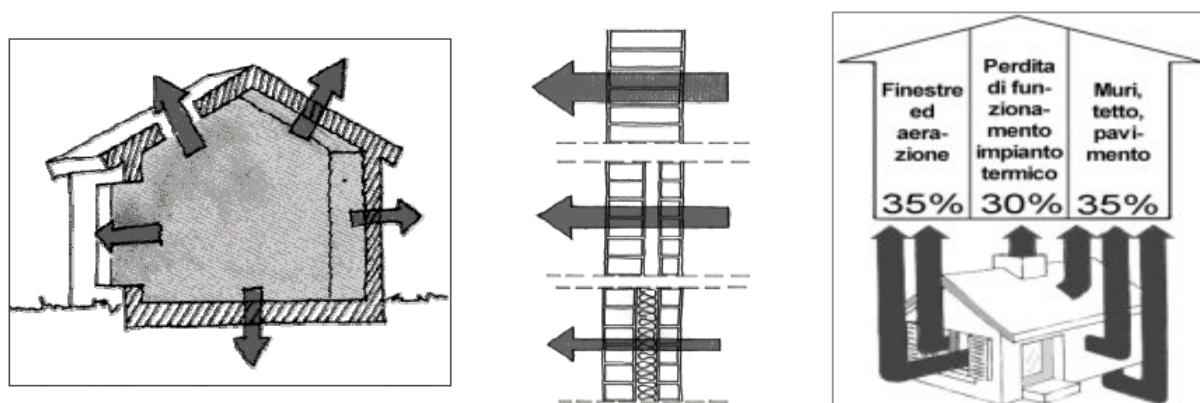
Gli interventi **sull'involucro** degli edifici si possono suddividere in:

- Miglioramento dell'**isolamento**, riducendo la trasmittanza degli elementi disperdenti: **pareti opache, pareti trasparenti, coperture e basamenti**;
- Aumento dell'**inerzia termica** (effetto combinato dell'accumulo termico e della resistenza termica della struttura);
- Uso di sistemi **solari passivi**: le **serre bioclimatiche** sono di regola considerate volume tecnico e quindi non computabile ai fini volumetrici, a condizione che sia orientata a sud ($\pm 45^\circ$) e abbiano precise caratteristiche;

- Uso razionale di **schermature**: prevedere **frangisole** orientabili **aggetti** orizzontali o verticali a seconda delle esposizioni;
- Ottimizzazione della **ventilazione naturale**, ottenuta con riscontri di aperture orizzontali e verticali (effetto camino).

COSA SONO GLI ISOLANTI?

Gli isolanti sono quei materiali che per caratteristiche chimiche o fisiche hanno la capacità di ostacolare il passaggio di energia (quindi anche calore) attraverso la loro struttura. Il parametro che caratterizza questi materiali, fornendo una misura della loro capacità isolante, è la "conducibilità termica". Essa è definita come la quantità di calore che passa attraverso due superfici opposte aventi volume di 1 m³ ed una differenza di temperatura di 1°C. Legata alla conducibilità termica c'è la trasmittanza che rappresenta la capacità di una parete (completa di isolante, mattoni, intonaco, ...) di trasferire il calore. Per un perfetto isolamento è fondamentale quindi sia che il materiale isolante utilizzato abbia la minore conducibilità termica possibile e sia che la parete sia complessivamente costruita bene. Esiste una vasta gamma di prodotti isolanti sul mercato, sia di natura sintetica che naturale, con caratteristiche e qualità isolanti diverse.



I materiali naturali hanno un costo generalmente superiore a quelli sintetici (si pensi che 1 cm di polistirene isola come 5 cm di legno), tuttavia garantiscono una maggiore salubrità agli edifici ed agli ambienti. Inoltre i materiali naturali sono facilmente riciclabili, producono poco o nessun inquinamento ed una volta dismessi vengono riassorbiti nei cicli naturali dell'ambiente.

Materiale	Sigla	Naturale	Sintetico	Isolamento
Lana minerale	MW		X	***
Polistirene	PS		X	***
Poliuretano	PUR		X	***
Polietilene	PE		X	***
Fibre di poliestere	/		X	***
Sughero	/	X		**
Lana di legno	WW	X		**
Fibra di legno	WF	X		**
Lana	W	X		**
Fibre di cocco	/	X		*
Argilla espansa	/	X		*
Perlite	/	X		*
Vermiculite	/	X		*

*** forte isolamento ** medio isolamento * debole isolamento

Figura 5: Tipologie di isolanti. Fonte: Provincia di Bologna, 2004.

COPERTURE E SOFFITTI

Le coperture ed i soffitti devono essere ben isolati dall'esterno perché l'aria calda, più leggera di quella fredda, tende a dirigersi verso l'alto e può disperdersi all'esterno proprio attraverso le coperture. L'isolamento delle coperture avviene con modalità e materiali diversi a seconda che queste siano piane o a falda.

I materiali idonei sono in genere granulato di sughero naturale, polistirolo espanso, perlite espansa, vermiculite espansa e argilla espansa.

In tutti i locali abitati ubicati all'ultimo piano di una palazzina ed anche per tutti gli appartamenti con altezza del soffitto considerevole (ad esempio vecchi edifici o palazzi antichi) è conveniente installare un controsoffitto, che oltre all'effetto isolante riduce il volume del locale, e quindi l'energia necessaria per riscaldare.

PAVIMENTI

Nel caso di appartamento al piano terra o al primo piano di un palazzo con portico o posto sopra un locale non riscaldato (ad esempio un box auto), è consigliabile applicare il parquet in legno o la moquette oppure, molto più economicamente, posizionare tappeti nelle aree maggiormente frequentate, in quanto il calore tende a trasferirsi dall'ambiente più caldo a quello a temperatura inferiore.

Un intervento più radicale per mantenere i pavimenti caldi prevede di posizionare pannelli isolanti o materiale cementizio miscelato con vermiculite o perlite, applicarvi uno strato impermeabilizzante e successivamente realizzarvi sopra la pavimentazione del materiale prescelto. In alternativa si può pensare di intervenire sul soffitto dell'ambiente sottostante.

PARETI

Le pareti esterne, soprattutto quelle esposte a nord, sono sempre e comunque una causa di raffreddamento dell'ambiente interno. Gli interventi alle pareti possono essere effettuati con varie modalità a seconda della disponibilità economica e dell'opportunità.

L'isolamento dall'interno può essere effettuato "incollando" pannelli di polistirene, poliuretano espanso, sughero o perlinato in legno alle pareti; si può poi procedere a colorare o tappezzare la parete uniformandola al resto della stanza.

Questa operazione presenta l'inconveniente di diminuire leggermente lo spazio abitabile e può comportare la rimozione di corpi scaldanti, prese elettriche, battiscopa ecc, ma ha il vantaggio di essere di facile esecuzione e di non richiedere mani esperte. Questo tipo di isolamento consente di ottenere un riscaldamento veloce dell'ambiente, poiché viene scaldata l'aria e non la struttura muraria.

L'isolamento dall'esterno o "isolamento a cappotto" è sicuramente il più efficace ed è da preferire assolutamente in caso di rifacimento della facciata. L'isolante viene incollato al muro esterno e rivestito con apposite malte traspiranti armate con rete di vetro da parte di imprese edili specializzate. Con questo tipo di isolamento si eliminano tutti i punti freddi ed aumenta la capacità di accumulo termico dell'edificio.

L'isolamento delle intercapedini infine è molto raccomandabile, perché la spesa è modesta e l'intervento è conveniente ed efficace. Ovviamente questa operazione è possibile solo se le pareti dell'edificio sono dotate di intercapedini, e in tal caso gli interventi possibili sono due:

1. inserire pannelli isolanti, ad esempio di polistirene o poliuretano, all'interno dell'intercapedine oppure;
2. iniettare materiale isolante all'interno dell'intercapedine, tipo poliuretano espanso in spray, vermiculite espansa, perlite espansa, granulato di sughero.

FINESTRE, INFISSI, PORTE

La scelta degli infissi è molto importante, le finestre sono la maggiore causa di dispersione di calore da un'abitazione. Conviene optare sempre per finestre con vetri doppi o tripli e, per prestazioni ancora migliori, orientarsi verso speciali vetri basso-emissivi. Quando il davanzale è di uno spessore opportuno, è anche consigliabile installare i doppi infissi (uno interno ed uno esterno), che hanno il duplice vantaggio di creare una intercapedine di aria che funge da isolante e di permettere un'aerazione controllata degli ambienti.

Gli infissi devono essere di materiale idoneo a ostacolare l'entrata di freddo e di umidità e di facile manutenzione. Ove possibile, scegliere infissi in legno o altro materiale isolante (PVC, metallo isolato con taglio termico, ecc.); gli infissi in PVC tra le altre cose hanno il vantaggio di richiedere pochissima manutenzione e di essere molto duraturi. In caso non si abbia la possibilità di sostituire gli infissi, l'unica cosa che si può fare è verificare la tenuta di quelli esistenti provvedendo ad applicare delle guarnizioni di materiale isolante nei punti critici (solitamente strisce adesive di vinilgomma o polistirene).

L'applicazione di tendaggi pesanti costituisce una ulteriore barriera al freddo, oltre che contribuire alla gradevolezza del locale.

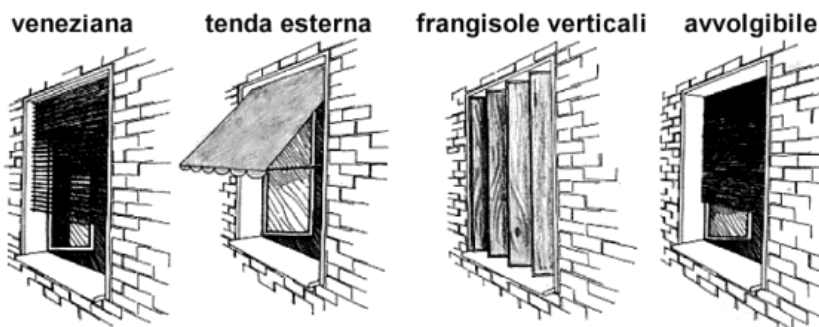
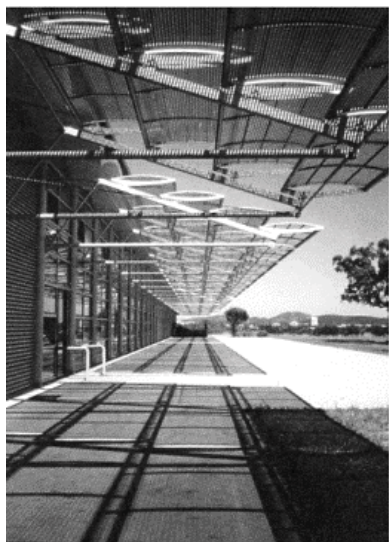
Altro elemento delicato è costituito dai cassonetti delle tapparelle che sono a diretto contatto con l'esterno. E' utile identificare eventuali fessure tra muro e cassonetto ed utilizzare sigillanti siliconici, adesivi, stucchi o poliuretano in spray per chiuderle. In alternativa e/o in aggiunta si possono inserire all'interno del cassonetto stesso dei pannelli flessibili (simili a tappeti) in materiale isolante tipo poliuretano o polietilene.

Un'attenzione particolare va rivolta anche alle porte, soprattutto quelle che mettono in comunicazione con l'esterno: applicare quindi guarnizioni ove occorre e "paraspifferi" mobili o permanenti nella parte inferiore delle porte.

SISTEMI PASSIVI, SCHERMATURE E VENTILAZIONE NATURALE

Come abbiamo potuto constatare nelle ultime estati calde, il raffrescamento estivo è diventato sempre di più uno dei principali problemi da risolvere nelle case, negli uffici e nei centri commerciali. Il sistema di utilizzare i condizionatori, anche quelli piccoli che si installano a casa con estrema facilità, è insostenibile in quanto determina un grosso incremento dei consumi elettrici. Nel 2003 per la prima volta abbiamo avuto una richiesta di energia elettrica maggiore d'estate (verso le ore 12-13) rispetto al periodo invernale (di sera).

Per ovviare a questo dispendio energetico possono essere messe in pratica alcune azioni capaci di fermare il calore prima che entri in contatto con gli edifici o per attivare sistemi di ventilazione naturale che migliorano il comfort interno.



IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

Ora che si è isolato bene tutto l'appartamento, occorre passare all'impianto di riscaldamento che deve essere progettato correttamente in funzione dei locali e delle esigenze termiche delle utenze. I sistemi di riscaldamento radiante - soprattutto a pavimento - sono da preferire rispetto a quelli convettivi (tipo termosifoni).

RADIANTE E CONVETTIVO?

In natura il nostro corpo scambia calore con gli oggetti che lo circondano e tende a stabilire con loro un equilibrio termico. Tale scambio avviene in quattro modi diversi:

CONDUZIONE: scambio termico per contatto diretto tra corpi aventi temperature diverse. Es.: il manico in materiale metallico di una padella sul fornello si scalda anche se non è a diretto contatto con il fuoco.

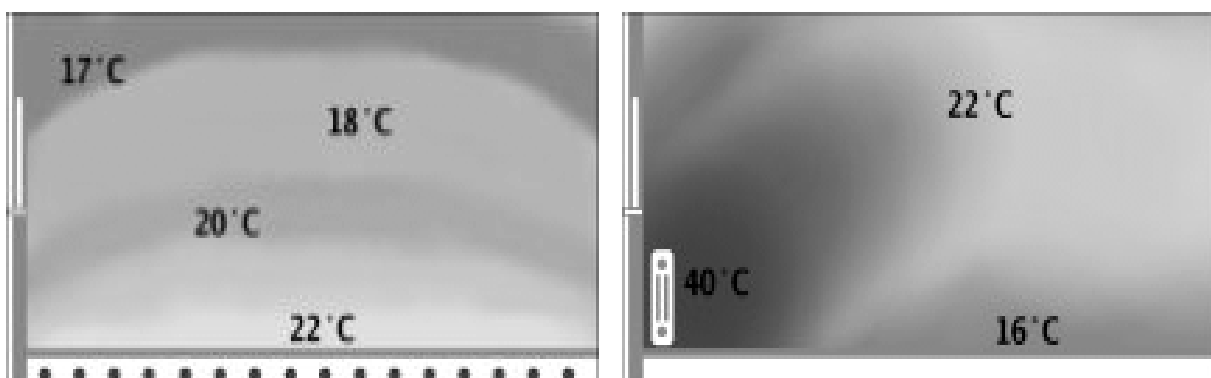
CONVEZIONE: scambio di calore attraverso il movimento del fluido a temperatura diversa dall'ambiente nel quale i corpi sono immersi. Es.: termosifone tradizionale.

IRRAGGIAMENTO: scambio diretto di energia termica per mezzo di onde elettromagnetiche da un corpo più caldo ad uno più freddo a distanza. Es.: calore proveniente dal sole.

EVAPORAZIONE: un liquido presente sulla superficie corporea evapora assorbendo calore. Es.: sudorazione.

Da tali principi hanno avuto origine i diversi sistemi di riscaldamento di cui il più diffuso è sicuramente il classico termosifone (convezione).

Nel riscaldamento radiante a pavimento, l'emanazione del calore avviene attraverso tutta la superficie del pavimento e la differenza di temperatura del pavimento rispetto all'ambiente risulta modesta e tale da non innescare moti convettivi nell'aria (movimentazione di polvere). L'acqua che arriva dalla caldaia dopo essere stata termoregolata entra nelle serpentine dell'impianto posizionate sotto il pavimento, che si riscalda per conduzione; a sua volta il pavimento cederà calore all'ambiente e alle persone per irraggiamento e convezione. Gli impianti a pannelli radianti, grazie alla particolare diffusione del calore e alla grande dimensione del "corpo scaldante" utilizzato, permettono al corpo umano di percepire un certo livello di benessere termico con temperature dell'aria dei locali riscaldati ridotte di 1-2 °C rispetto a quelle di un impianto tradizionale. Questo aspetto è estremamente importante perché permette un notevole abbattimento dei consumi energetici ed una migliore distribuzione del calore nei locali. Combinando poi le tecnologie più avanzate dei moderni generatori di calore con il riscaldamento a pavimento, si possono raggiungere ottimi risultati a livello di rendimento termico, con risparmi energetici valutabili intorno al 15%÷30% rispetto a impianti tradizionali. La figura sottostante mostra come si distribuisce il calore all'interno del locale con i due sistemi di riscaldamento: radiante a pavimento e convettivo mediante termosifone classico.



Comunque nella maggior parte delle abitazioni sono ancora presenti i tradizionali termosifoni, è possibile anche in questo caso dare indicazioni di massima che permettano di risparmiare energia.

Innanzitutto è opportuno fare attenzione ad evitare di localizzare i termosifoni presso le pareti esterne e analogamente ad evitare che le tubazioni di conduzione del fluido termovettore (ovvero che trasporta e conduce il calore) scorrano in muri esterni. Se tale caso è inevitabile bisogna almeno adottare coibentazioni idonee: risultano utili, in tal senso, pannelli di materiale riflettente da inserire fra i corpi riscaldanti e le pareti. Anche per le caldaie sono disponibili sul mercato dei "cappotti" che consentono la riduzione delle dispersioni di calore dal cilindro dell'acqua. Se poi si ha la possibilità di sostituire i termosifoni, è meglio optare per quelli fatti con materiali che conducono bene il calore e lo mantengono a lungo: ad esempio, la ghisa è da preferire all'alluminio e all'acciaio, i quali si scaldano velocemente ma si raffreddano altrettanto velocemente.

E' buona norma evitare di coprire i termosifoni con tende, mobili o copritermosifoni: impediscono la libera circolazione del calore e lo spreco di calore può arrivare fino al 40%.

Per la corretta manutenzione dei termosifoni è molto semplice e altrettanto utile rispettare alcuni piccoli accorgimenti:

- Se si dipingono i termosifoni, utilizzare le vernici specifiche, solitamente ben distinguibili da quelle tradizionali in quanto riportano l'immagine di un termosifone sull'etichetta e non sono adatte a nessun altro materiale. Tali vernici non ostacolano il passaggio del calore mentre altri tipi di vernici non idonee possono ridurre la conduzione ottimale e dunque diminuire l'efficienza dell'impianto di riscaldamento;
- Mantenere puliti i corpi scaldanti: anche la polvere diminuisce il loro potere scaldante;
- Sfiatare l'aria eventualmente presente all'interno dell'impianto attraverso le apposite valvole o il rubinetto centrale, poiché l'aria funge da isolante ed ostacola la conduzione del calore. Se al tatto alcune parti del termosifone risultano fredde allora significa che ci sono delle bolle d'aria all'interno.

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO INDIVIDUALE O AUTONOMO

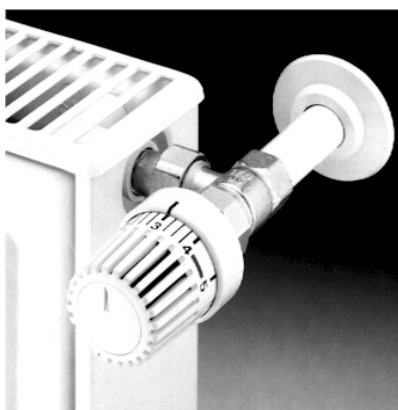
Se si possiede una caldaia autonoma, tenere presente comunque che il rendimento delle caldaie individuali è inferiore, in linea generale, a quello delle caldaie centralizzate. Risparmiare sui consumi di energia termica significa anche installare una caldaia di qualità e dimensionata correttamente: una caldaia poco efficiente e/o più grande del necessario spreca energia e non migliora il *comfort* dell'abitazione. A titolo indicativo: per un appartamento di grandezza media (80 m²) è sufficiente una caldaia dalla potenzialità termica pari a circa 23 kW, e per una villetta monofamiliare di 250 m² si può arrivare ad una potenzialità termica di 35 kW. La tipologia di caldaia più efficiente è quella "a condensazione", poiché opportuni scambiatori di calore recuperano il calore dei fumi di combustione che in caldaie tradizionali vengono dispersi in aria; i fumi vengono raffreddati fino a temperature pari a 40/50°C, alle quali il vapore acqueo condensa cedendo il calore latente dell'acqua che, riscaldata, affluisce nuovamente all'impianto. Il risultato è un risparmio fino al 20% del consumo di combustibile.

Occorre poi agire sulle modalità di gestione della caldaia stessa: è conveniente installare delle centraline di regolazione del calore - termostati o cronotermostati - che permettono alla caldaia di accendersi e spegnersi automaticamente solo alla temperatura stabilita e/o agli orari impostati dall'utente.

In aggiunta, sono disponibili sul mercato anche altri dispositivi di controllo e regolazione del riscaldamento quali le sonde termiche e le valvole termostatiche.

Queste si applicano rispettivamente agli ambienti di una casa ed ai suoi corpi scaldanti (sia in caso di impianto individuale che centralizzato) e consentono di regolare la temperatura

dei diversi locali in modo differenziato, con notevole risparmio di energia (fino al 20% in meno, nel caso delle valvole termostatiche).



Buona regola è quella di mantenere all'interno degli ambienti una temperatura non superiore a 20°C con una tolleranza di 2°C, tenendo presente che i consumi aumentano del 7-8% per ogni grado di temperatura in più.

E' importante ricordare comunque che sulla base delle normative vigenti connesse al risparmio energetico, gli impianti di riscaldamento possono essere accesi solo in determinati periodi dell'anno e per durate giornaliere ben definite.

IMPIANTO TERMICO CENTRALIZZATO

E' normalmente più conveniente, ha un rendimento energetico più elevato ed inquina meno: una caldaia condominiale riscalda almeno 10 appartamenti e produce inquinamento e consumo energetico inferiori a 10 caldaie famigliari.

Utilizzando un sistema di contabilizzazione del calore, è possibile riuscire a ripartire equamente le spese per il riscaldamento tra i condomini: ciascun utente si troverà a pagare una quota fissa - definita dall'assemblea condominiale e variabile comunque tra il 20 ed il 50% della spesa totale - ed una quota corrispondente al calore effettivamente usato. Con la contabilizzazione, l'utente ha la possibilità di scegliere le temperature e gli orari di accensione dell'impianto più confacenti alle sue esigenze.

E PER TUTTE LE CALDAIE...

E' indispensabile, nonché obbligatorio per legge, effettuare una corretta manutenzione dell'impianto, che prevede la pulizia della caldaia ogni anno e il controllo dei fumi e del rendimento energetico ogni due anni. Si ricorda che se si mantiene il rendimento dell'impianto ai massimi livelli si emettono meno sostanze nocive ed inquinanti in atmosfera e si ottimizzano i consumi energetici.

LA PAGELLA ENERGETICA DELLA CASA: LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

L'Unione Europea ce la impone: la certificazione energetica diventerà tra breve un obbligo di legge, almeno inizialmente per le nuove costruzioni. Attraverso la certificazione energetica sarà possibile sapere quanta energia dovrebbe consumare un'abitazione. Un utente dovrebbe essere maggiormente sensibilizzato a valutare, oltre che le caratteristiche estetiche e funzionali, anche i requisiti energetici di un'abitazione. La speranza è che si innesti un sistema virtuoso che porti a costruire case energeticamente migliori, coinvolgendo quindi anche i costruttori e i professionisti che progettano nuove case. Questo è un esempio di come potrebbe essere il certificato energetico di un'abitazione. Il valore di consumo è espresso in kWh/m²a, questo numero indica un livello di consumo unitario per metro

quadro. In Provincia di Bolzano il sistema definito Casa Clima indica in $70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (classe C) il valore limite da non superare per le nuove costruzioni. In Lombardia, e in tutta Italia, si arriva ad avere valori ben superiori ai $120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (classi F e G).

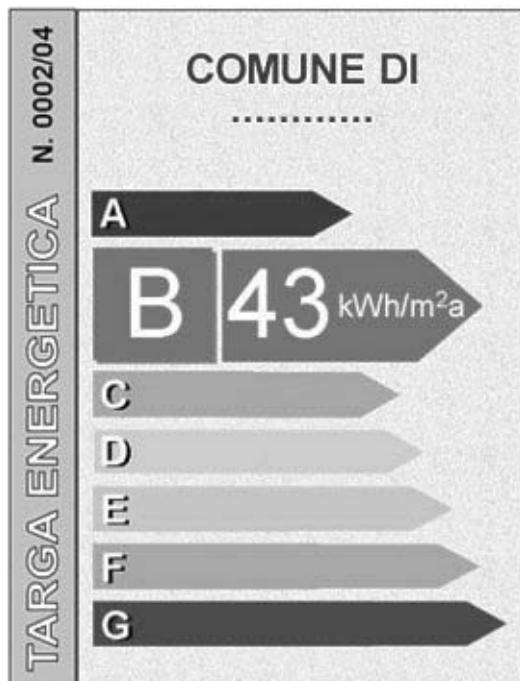


Figura 6: Esempio di certificazione energetica. Fonte: Punto Energia, 2005.

I MODI DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA

I diversi modi di produrre energia possono avere più o meno impatti sull'ambiente in base a tre principi basilari:

- Se utilizzino una fonte energetica rinnovabile o una di origine fossile;
- Se utilizzino un sistema altamente efficiente di trasformazione dell'energia e di distribuzione della stessa presso le utenze;
- Se il contenuto di inquinanti locali e/o globali per produrre una unità di energia sia inferiore ad altri sistemi tradizionali.

Non sempre è possibile ottenere tutte e tre le condizioni contemporaneamente. È quindi opportuno capire, sulla base di valutazioni preliminari approfondite, quale sia il giusto compromesso tra le migliori tecnologie, l'utilizzo delle fonti rinnovabili e la riduzione degli impatti ambientali.

LE ENERGIE RINNOVABILI

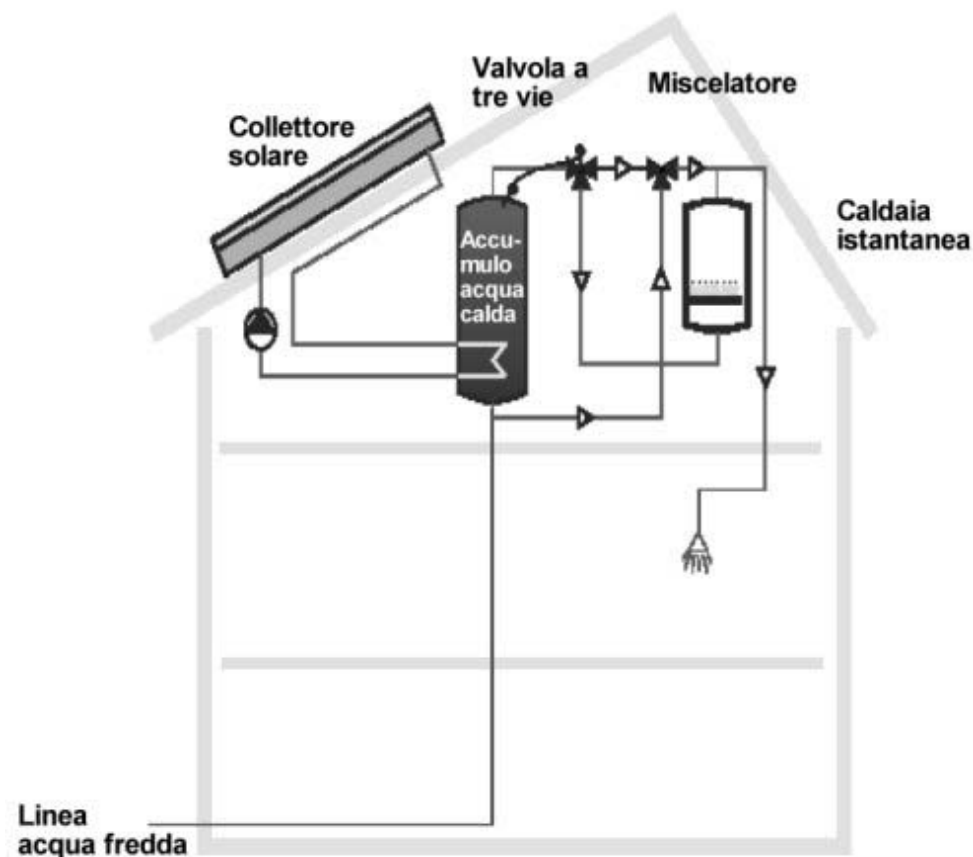
Le fonti energetiche rinnovabili, per la loro capacità di rigenerarsi in tempi più o meno brevi, sono considerate inesauribili. Le più importanti sono: l'energia solare (fotovoltaica e termica), l'energia eolica, l'energia idroelettrica, l'energia geotermica, l'energia ricavata da biomasse, l'energia del mare.

Energia solare:

L'energia solare può essere convertita in energia elettrica, allora si parla di "solare fotovoltaico", oppure può essere utilizzata per riscaldare l'acqua calda sanitaria e/o integrare il riscaldamento domestico, in tal caso si parla di "solare termico".

Tra i due sistemi di utilizzo dell'energia solare il "termico" è sicuramente quello più economico e, allo stato attuale delle tecnologie, il più vantaggioso per le utenze famigliari e pubbliche (scuole, palestre, piscine).

Infatti i pannelli solari termici costano relativamente poco (tra gli 800 e i 1000 euro per m², per una famiglia di 4 persone è sufficiente un impianto per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria di 5 m²) e hanno un tempo di ritorno di circa 5 anni.



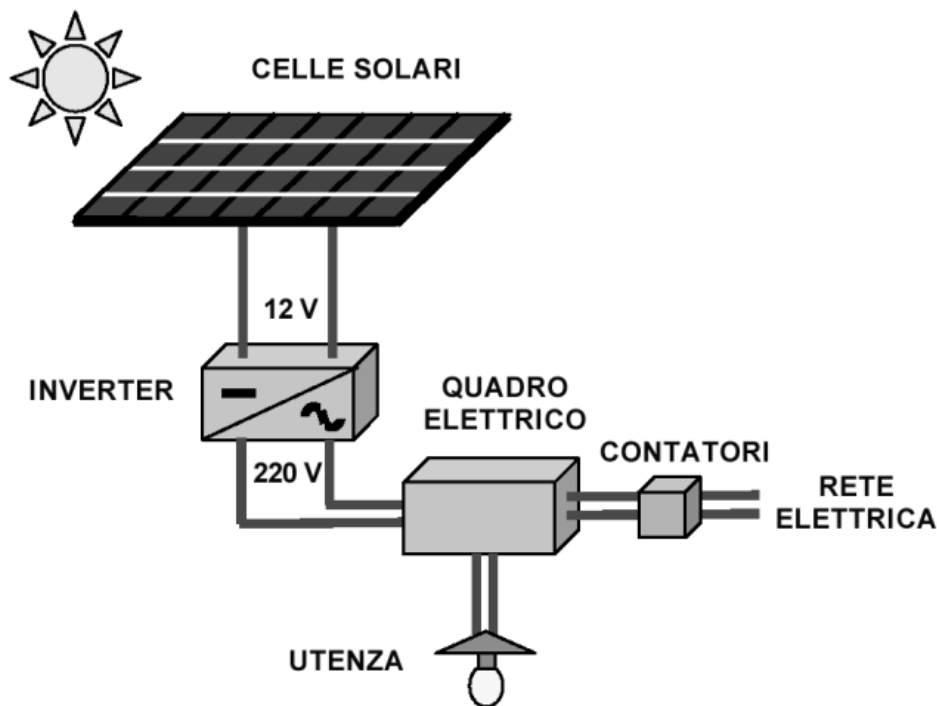
Le utenze migliori per l'installazione di questi pannelli sono quelle che hanno un buon consumo di acqua calda per usi domestici, proprio per questo le palestre e le piscine dovrebbero essere tutte dotate di "solare termico".

Il solare "fotovoltaico" invece è decisamente più costoso in quanto è costituito di celle di silicio che permettono la conversione della radiazione solare in energia elettrica. Ad oggi la costruzione di celle fotovoltaiche è ancora costosa.

Per installare un kW occorrono circa 10 m² di superficie e il costo può arrivare a 8000-9000 euro. Le utenze domestiche, per dare un'idea, hanno contratti usualmente di almeno 3 kW.

L'anno scorso è stato emanato un decreto innovativo che rende l'installazione di celle fotovoltaiche particolarmente conveniente: il sistema del "conto energia".

In tal modo l'energia elettrica viene pagata al proprietario dell'impianto in maniera maggiorata rispetto al costo del kWh. Inoltre il proprietario si vede scontare la bolletta elettrica a fine anno (quindi c'è un doppio beneficio). In questo caso i pannelli devono essere collegati alla rete nazionale.



Viceversa esistono interessanti sistemi di utilizzo del solare fotovoltaico senza allacciamento alla rete, chiamati "stand alone". Le utenze in questi casi sono: pali dell'illuminazione isolati, impianti semaforici, rifugi alpini, alpeggi, ecc..

Chiaramente la convenienza di questi sistemi risiede nel fatto che la rete elettrica non potrebbe arrivare (a costi accettabili) all'utenza che necessita di elettricità.

In Lombardia ci sono tutte le condizioni per installare pannelli solari in quanto la radiazione solare è più che sufficiente e garantisce la redditività dell'iniziativa.

Energia eolica:

L'energia eolica converte il movimento delle masse d'aria e la loro energia cinetica in energia elettrica. Purtroppo in Lombardia non si hanno condizioni ideali per lo sfruttamento di questo tipo di energia pulita. In Italia i siti migliori sono in Sardegna e in meridione (Campania, Basilicata e Puglia).

È necessario che questi impianti vengano localizzati in modo opportuno al fine di minimizzare il loro impatto sugli ecosistemi e sulla fauna selvatica. Da non trascurare neppure l'impatto sul paesaggio.

Energia idroelettrica:

Questa è l'energia rinnovabile più sfruttata in Italia e in Lombardia. Le centrali più importanti furono costruite nella prima metà del XX secolo, oggi rappresentano ancora una vera e propria miniera energetica. Peraltro le centrali più antiche sono dei veri e propri gioielli dell'architettura industriale.

Gli impianti sfruttano l'energia potenziale meccanica racchiusa nell'acqua che si trova ad una quota più elevata rispetto a quella in cui sono posizionate le turbine.

Oggi l'unico margine di sfruttamento ulteriore di questa energia è in impianti piccoli definiti mini-idroelettrici, infatti non è più pensabile realizzare bacini artificiali e dighe al servizio di grandi centrali idroelettriche.

Le piccole centrali mini-idroelettriche potrebbero essere realizzate lungo gli acquedotti di montagna o vicino canali di irrigazione.

Energia geotermica:

in alcune zone del pianeta, acqua calda proveniente dagli strati profondi del suolo fuoriesce sotto forma di getti o di vapore oppure viene estratta. Questa acqua ad altissima temperatura può essere utilizzata per il riscaldamento urbano o per alimentare centrali geotermoelettriche nelle quali si produce elettricità. In Italia gli impianti più importanti sono distribuiti nella zona di Larderello in Toscana. In Lombardia sono stati utilizzati nel Mantovano dei pozzi dismessi dall'ENI ma l'impianto è molto più piccolo di quelli toscani.

Altri utilizzi attualmente non sembrano essere possibili in Lombardia, anche se si stanno diffondendo sistemi di recupero di energia geotermica a bassa entalpia (cioè che ha un calore molto inferiore rispetto agli impianti di Larderello). Il sistema migliore per recuperare questa energia dal sottosuolo e/o dalle falde è utilizzare delle pompe di calore (macchine che riescono a recuperare il calore residuo e a renderlo disponibile per il riscaldamento e il raffrescamento delle utenze civili).

Energia da biomasse:

Le biomasse rappresentano una fonte rinnovabile particolarissima: si possono suddividere in solide (per es. la legna ricavata dai boschi), liquide (es. i biocombustibili derivati da olii di colza e girasole) o gassose (il biogas derivato dai liquami zootecnici).

Questo utilizzo non contribuisce all'effetto serra in quanto non vi è alcun contributo netto all'aumento del livello di anidride carbonica in atmosfera. Durante la combustione viene infatti rilasciata una quantità di CO₂ equivalente a quella assorbita durante la crescita e/o produzione della biomassa stessa. È importante però che la biomassa sia prodotta il più vicino possibile al luogo nel quale verrà consumata, per evitare di spendere più energia nel trasporto rispetto a quella che si guadagna.

Le biomasse possono essere utilizzate in diversi contesti, tra cui:

- Piccoli impianti domestici (sistema molto utilizzato nelle aree montane in caldaiette);
- Impianti più grandi al servizio di più utenze e/o a reti di teleriscaldamento (come a Tirano e Sondalo);
- Presso le aziende agricole che producono liquami zootecnici (come biogas per la produzione di energia elettrica);
- Nelle automobili (i biocarburanti prodotti da olii di colza, ecc.).

In Lombardia le biomasse hanno un grande margine di sviluppo in futuro.

ALTRI SISTEMI DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE EFFICIENTI

Uno dei tanti modi per risparmiare energia è scegliere direttamente alla fonte la forma di produzione energetica più efficiente. Questa condizione è realizzabile ovviamente solo se si ha occasione di cambiare casa oppure se si deve effettuare una ristrutturazione totale dell'edificio. Ecco illustrate alcune tecnologie che rispettano la regola dell'ottimizzazione energetica e del minore inquinamento possibile.

COGENERAZIONE

Attraverso la cogenerazione si producono contemporaneamente energia termica ed energia elettrica mediante combustione del gas naturale.

L'efficienza è dunque più elevata rispetto alla produzione separata delle due forme di energia (impianti centralizzati tradizionali). Tale tecnologia è applicabile sia su media sia su piccola scala - dalla cogenerazione di quartiere fino a quella di edificio - e si accompagna in molti casi al teleriscaldamento; in questo caso si tratta sempre di cogenerazione di quartiere.

L'installazione di un impianto a cogenerazione a scala edilizia ha senso nel momento in cui l'impianto termico esistente deve essere sostituito per obsolescenza o rottura. La possibilità di connettersi ad un impianto di quartiere dipende dalla disponibilità delle tubazioni a servizio delle utenze; nel caso in cui queste esistono, ha senso sia in termini economici che ambientali.

TELERISCALDAMENTO

Può sostituirsi, in combinazione o meno con la cogenerazione, alle caldaie individuali. Attraverso il teleriscaldamento il calore viene distribuito mediante una rete sotterranea di tubazioni. I vantaggi principali stanno nella possibilità di pagare solo per il calore effettivamente utilizzato, nell'eliminazione dei costi di manutenzione della caldaia individuale e nell'eliminazione del rischio di fughe di gas e di avvelenamento da fumi. Gli svantaggi invece sono dovuti al fatto che tale tecnologia è molto legata al fattore spaziale: più distante dal punto di produzione è l'edificio da riscaldare, maggiori saranno le dispersioni termiche. Nel caso di un impianto di teleriscaldamento connesso alla cogenerazione avente come combustibile il gas, la riduzione delle emissioni climalteranti è pari al 15% circa.

A Varese è presente un impianto di cogenerazione al servizio di una rete di teleriscaldamento nei quartieri Bustecche-Bizzozero.

Il teleriscaldamento, inoltre, consente di valorizzare forme di energia secondarie quali il calore prodotto dall'incenerimento dei rifiuti, come avviene per es. a Brescia.

TUTTO CIÒ CHE SI DEVE SAPERE SU 1 kWh DI ENERGIA ELETTRICA

- Per produrlo occorre bruciare 250 g di combustibile fossile. Ricordatevi però che dalla combustione di tale quantità di combustibile fossile vengono prodotti ben 2,56 kWh di energia di cui oltre il 70% viene disperso e solo 1 kWh viene effettivamente utilizzato;
- Per produrlo emettiamo in atmosfera una quota di CO₂ equivalente pari a 1/2 kg;
- Tiene accesa una lampadine tradizionale ad incandescenza da 100 W per circa 10 ore;
- Oppure una lampada fluorescente a risparmio energetico per 40 ore;
- Permette ad una lavatrice di nuova generazione un ciclo breve di lavaggio e 1/2 ciclo di lavaggio completo a 60°C;
- Fa funzionare il frigorifero per 24 ore;
- Ci fa vedere la TV per 20 ore.

QUANTO CONSUMO, QUANTA CO₂ PRODUCO SE... ?

Se...	Quanto consumo?	Quanta CO ₂ produco?	Quanti alberi devo piantare per equilibrare?
Faccio 120 lavatrici	250 kWh	175 kg	1
Illumino per 1 giorno a festa il Duomo di Milano	500 kWh	350 kg	2
Illumino per 3 giorni il Colosseo	1.000 kWh	700 kg	3
Illumino lo stadio di San Siro per 1 partita	5.000 kWh	3.500 kg	15
Mando un Eurostar da Milano a Roma	10.000 kWh	7.000 kg	30
Metto la luminaria di Natale di una città	1.000.000 kWh	700.000 kg	3.000
Fornisco energia a 3.300 famiglie per un anno	10.000.000 kWh	7.000.000 kg	30.000

GLOSSARIO

Cogenerazione: generazione combinata di energia elettrica e calore all'interno dello stesso impianto. Si caratterizza per la maggiore efficienza del processo (si sfrutta al massimo l'energia).

Dimmer: dispositivo per variare l'intensità luminosa delle lampade ad incandescenza ed alogene.

Ecolabel: etichetta assegnata dalla Comunità Europea per individuare prodotti compatibili con l'ambiente; l'etichetta ecologica è un attestato di eccellenza, pertanto viene concessa solo a quei prodotti che hanno un ridotto impatto ambientale. I criteri ecologici e prestazionali sono messi a punto in modo tale da permettere l'ottenimento dell'Ecolabel solo da parte di quei prodotti che abbiano raggiunto l'eccellenza ambientale.

Efficienza luminosa: è il rapporto tra la luce prodotta e l'energia usata per produrla; si esprime in lumen/Watt. Più elevata è, meglio è.

Energy star: certificazione dell'Ente USA per la Protezione dell'Ambiente [EPA], che permette di individuare apparecchi efficienti.

Interruttori crepuscolari: sensori che al diminuire della luminosità di un locale, accendono l'illuminazione artificiale.

IPCC: *International Panel on Climate Change*, è l'organismo scientifico internazionale nominato da tutti i paesi del mondo per lo studio dei cambiamenti climatici.

Sensori di presenza: fotocellule che segnalano la presenza di individui in un ambiente. Servono ad attivare l'illuminazione.

Effetto serra: aumento del riscaldamento della superficie della terra e degli strati bassi dell'atmosfera, derivante dall'aumento delle concentrazioni di "gas serra" i quali, agendo come i pannelli di vetro di una serra, consentono l'ingresso del calore ma ne impediscono l'uscita.

Gas serra: gas che contribuiscono all'effetto serra quali ad esempio l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), il protossido di azoto (N₂O), i clorofluorocarburi (HFC, PFC), ecc.

Vermiculite: minerale della classe dei fillosilicati, proveniente prevalentemente dal Sud Africa e dalla Cina, a base di magnesio, alluminio, calcio, potassio, ferro e silicio. Viene trattata termicamente per ottenere la forma "espansa" destinata al mercato dell'edilizia nel settore degli isolanti.

Perlite: roccia vulcanica compresa nella gamma delle "rioliti" e delle "daciti", viene usata in forma "espansa" come isolante edile.

UNITÀ DI MISURA

TEP: Tonnellate Equivalenti di Petrolio, unità di misura dell'energia, equivalente a quella media prodotta da una tonnellata di petrolio; l'equivalenza è stabilita convenzionalmente in:

- 1 MWh di energia elettrica = 0.25 TEP
- 1 t di olio combustibile = 0,95 TEP
- 1 m³ di metano = 0,00082 TEP

Watt/ora (Wh): unità di misura dell'energia elettrica corrispondente al lavoro fornito in un'ora da un dispositivo della potenza di un Watt. Più semplicemente, per ottenere il consumo elettrico di un dispositivo basta moltiplicare la potenza di quel dispositivo (ovvero la "velocità" con cui l'energia passa attraverso il contatore e viene assorbita dagli elettrodomestici) per le ore di funzionamento dello stesso.

Caloria (cal): unità di misura del calore uguale alla quantità di calore necessaria ad aumentare la temperatura di un grammo di acqua distillata di 1 °C.

APPROFONDIMENTI IN RETE

DOCUMENTI IN FORMATO PDF DISPONIBILI IN INTERNET

"Cambiamenti climatici: cause, effetti, soluzioni" – Legambiente, a cura di Luisa Arezzo
www.legambiente.com/documenti/2002/2002effettoSerra.pdf

"Cambio di clima – Meno consumi, più energia pulita per salvare il pianeta" – Legambiente in collaborazione con il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
www.legambiente.com/documenti/2005/0114_cambioDiClima/opuscoloenergia.pdf

"Clima e povertà – Proteggere il clima, battere la povertà. Un mondo diverso è possibile" - Legambiente
www.legambiente.com/documenti/2001/1128clima/opuscolo_clima_e_poverta.pdf

"Cos'è l'effetto serra" - Legambiente
www.legambiente.org/TANews/news/data/uptextfiles/OpuscoloEffSerra.pdf

"Il Protocollo di Kyoto" – Dal Sito del Ministero dell'Ambiente
http://www2.minambiente.it/Sito/settori_azione/pia/docs/protocollo_kyoto_it.PDF

"Il Protocollo di Kyoto - Gli elementi fondamentali del Protocollo" - WWF
www.wwf.it/ambiente/dossier/kyotoscheda.pdf

"Nontiscordardimé, Operazione Scuole Pulite – Per un corretto uso dell'energia a casa, a scuola e non solo!" – Legambiente in collaborazione con Edison
www.legambiente.com/documenti/2005/0208_nontiscordardime2005/Ntsdm_vademecum Energia2005.pdf

"Rapporto Living Planet 2002" - WWF
www.wwf.it/ambiente/dossier/Dossier%2027def2.pdf

PAGINE WEB

Pagina del sito del Ministero dell'Ambiente con un gioco didattico sulle energie rinnovabili
www2.minambiente.it/sito/settori_azione/iar/FontiRinnovabili/ragazzi/parco_giochi.htm

Pagina del sito del Ministero dell'Ambiente dedicata alle energie rinnovabili
www2.minambiente.it/sito/settori_azione/iar/FontiRinnovabili/Home.asp

SITI INTERNET

Sito di Legambiente Direzione Nazionale
www.legambiente.com

Sito di Legambiente Lombardia
www.legambiente.org

Sito di Punto Energia – Società energetica regionale
www.puntoenergia.com

Sito dell'Enea – Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente
www.enea.it

Sito della Regione Lombardia
www.regione.lombardia.it

Sito dell'Istituto Sviluppo Sostenibile Italia
www.issi.it

Sito di Ambienteitalia – Istituto di ricerche
www.ambienteitalia.it

Sito di Legambiente dedicato agli stili di vita responsabili
www.viviconstile.org

Sito della Rete Lilliput
www.retellilliput.it

Dispensa curata e realizzata da Legambiente Varese per il CREA della provincia di Varese con il contributo della documentazione di Enea, Punto Energia, Provincia di Bologna e Regione Lombardia.

Copertina: Maurizio Giani

CREA

Centro Regionale per l'Educazione Ambientale in provincia di Varese

Via Busca, 14 – Varese

Tel. 0332.241519 – Fax 0332.280401

E-mail: crea.va@comune.varese.it

La Regione Lombardia è l'ente che ha dato vita ai Centri Regionali (o di Riferimento) di Educazione Ambientale - CREA, i quali hanno sede territoriale in ogni provincia. Questi centri, finanziati con il contributo regionale, hanno lo scopo di infondere la responsabilità e la coscienza ambientale tra la cittadinanza.

Il Comune di Varese conduce dal punto di vista amministrativo e gestionale il CREA per tutta l'area della provincia di Varese. La sede del CREA è a Varese, in uno degli stabili di proprietà pubblica.

Legambiente è l'Associazione che gestisce i programmi tecnici del CREA nella provincia di Varese, proponendo i percorsi, organizzando e divulgando l'educazione ambientale.

La presente dispensa può essere liberamente ridistribuita ed il suo contenuto utilizzato per scopi educativi e didattici non commerciali purché vengano citati gli autori e le fonti relative a testi, tabelle, grafici ed illustrazioni di cui viene fatto uso.

Edizione aggiornata al marzo 2007



Regione Lombardia



Comune di Varese



CREA Varese



LEGAMBIENTE