

LA CASA RAPPRESENTA SEMPRE PIÙ LA NUOVA FRONTIERA

Il futuro energetico passa dagli edifici

Uno scenario nuovo nel settore dell'energia sta delineandosi e va ben oltre le previsioni di esaurimento delle fonti. Nell'ultimo numero di "Presenza Tecnica in edilizia" abbiamo analizzato la situazione attuale, lo scenario nucleare, il carbone e l'idrogeno, con i loro pregi e difetti. Il contesto, nel quale viviamo, apre la strada alla rivalutazione e al rilancio delle fonti rinnovabili, allo sviluppo di tecnologie sempre più affidabili, alla progressiva riduzione dei costi, nonché ad una maggiore polverizzazione della produzione che, insieme al risparmio e all'efficienza energetica, fanno del settore immobiliare la fonte immediatamente utilizzabile di energia, a minor costo e a emissione zero. Ecco allora, in queste pagine, un approfondimento dedicato alle fonti rinnovabili -idroelettrico, geotermico, eolico, biomasse, solare termico e solare fotovoltaico -insieme all'analisi di due casi esemplari: Bolzano, con il suo certificato di efficienza energetica Casa Clima, e Roma, impegnata nella diffusione dell'energia solare e nel recupero/risparmio dell'acqua

di Fabrizio Bonomo



Fonti rinnovabili

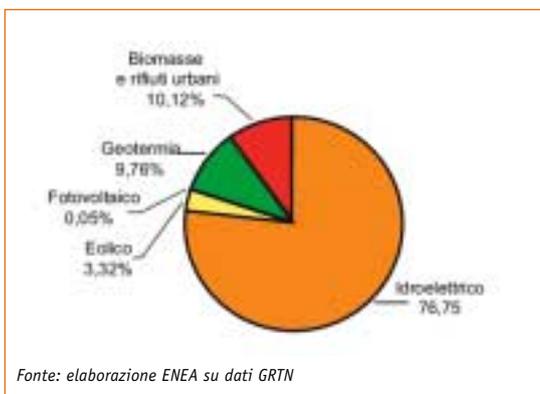
Le fonti rinnovabili sono da tutti considerate l'alternativa migliore, ma poco considerate per il futuro prossimo a causa dei limiti fisici di alcune e degli alti costi di altre, oltre che per la bassa incidenza che hanno oggi sull'insieme della produzione mondiale di energia, dovuta però anche ai limitati investimenti certamente non stimolati dal basso costo del petrolio e del gas.

Comunque oggi contribuiscono per meno del 20 per cento, quasi tutti da idroelettrico e da legna da ardere, con una picco-

interno lordo di energia elettrica, quasi tutta (il 75 per cento) dall'idroelettrico, mentre geotermia e biomasse (inclusi i rifiuti) contribuiscono entrambe per circa il 10, l'eolico per il 3 e il fotovoltaico per lo 0,05 per cento; in termini generali hanno contribuito a poco più del 7 per cento del consumo interno lordo, più o meno come in Europa, ma essenzialmente con idroelettrico e geotermia, e un 30 per cento da biomasse e rifiuti, mentre eolico e solare insieme non raggiungono il 3 per cento.

Però molte di esse mostrano potenzialità notevoli, che divengono più credibili alla luce dei nuovi scenari creati dal continuo aumento del petrolio e del gas, in particolare per quei sistemi come l'eolico e il fotovoltaico oggi inesistenti ma caratterizzati da una crescita esponenziale a partire dalla fine degli anni Novanta. Di certo la situazione delle fonti rinnovabili, sotto certi aspetti desolante, mostra che oggi non esiste una risposta unica e risolutiva al futuro energetico del Pianeta, ma una pluralità di alternative possibili, integrate fra loro.

Produzione di elettricità per fonte rinnovabile. Italia 2004 (%)



lissima quota di geotermico, mentre il solare e l'eolico coprono quote irrisorie. Ancora peggiore è la situazione in Italia dove, secondo il Rapporto Enea, nel 2004 la produzione da fonti rinnovabili ha coperto circa il 16 per cento del consumo

L'idroelettrico

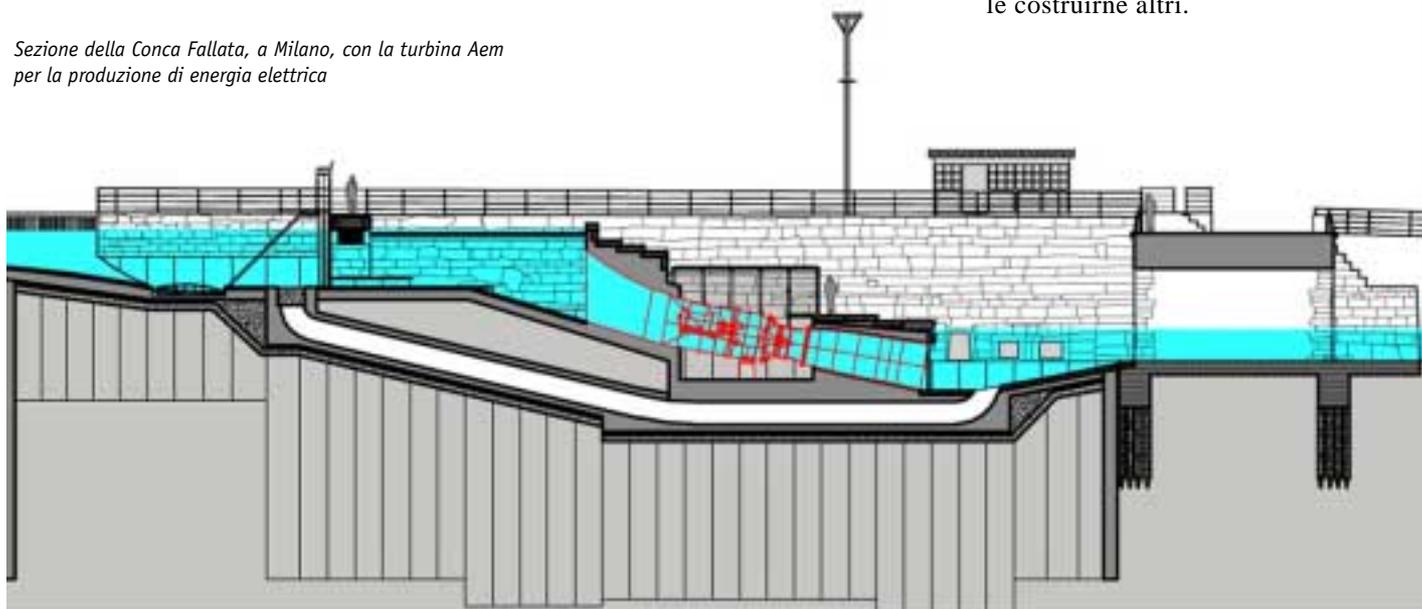
Il settore idroelettrico è l'energia rinnovabile più diffusa al mondo - l'unica di un certa consistenza oggi - che solo nell'Unione Europea copre il 13 per cento



l'anno del fabbisogno energetico, e ancora di più in Italia, dove nel 2004 ha coperto il 14,3 per cento dei 349 mila GWh consumati, grazie a una potenza installata di circa 17 mila MW e una produzione di energia di quasi 43 GWh nel 2004, per la maggior parte attraverso le grandi dighe costruite sulle Alpi nel secolo scorso.

Però i grandi impianti idroelettrici hanno già sfruttato gran parte delle possibilità geomorfologiche e non sembra facile costruirne altri.

Sezione della Conca Fallata, a Milano, con la turbina Aem per la produzione di energia elettrica



L'idroelettrico - che ha comunque un costo maggiore rispetto a quello di altre fonti energetiche, perchè la realizzazione delle centrali dipende dal sito disponibile e quindi dai costi delle opere civili (dighe, briglie ecc.) e di connessione alla rete elettrica - è infatti una risorsa strettamente vincolata dalle caratteristiche del territorio, già molto sfruttato, e alla necessità di ottenere le autorizzazioni da parte di amministrazioni locali sempre meno disponibili (in Italia ne sono necessarie almeno quattro, che comportano iter autorizzativi di oltre tre anni), per non parlare dell'impatto ambientale dei grandi impianti, che richiedono lo sconvolgimento di intere aree idriche.

Per questo la soluzione con maggiori possibilità di sviluppo sembra quella dei piccoli impianti, di potenza inferiore a 10 MW, in grado di produrre energia elettrica sfruttando il corso o i salti di piccoli corsi d'acqua e canali: già oggi, nonostante la loro scarsa appariscenza, sono una delle fonti rinnovabili più diffuse in termini di produzione elettrica, con circa 47 mila MW di potenza installata nel mondo e un potenziale di sviluppo stimato intorno ai 180 mila MW; in Europa la potenza installata è di circa 10 mila MW e l'obiettivo dell'Unione Europea è quello di toccare i 14 mila MW nel 2010.

Secondo il ministero dell'Ambiente, la micro-idraulica ha costi specifici più alti - circa doppio rispetto alle tecnologie convenzionali - ma ha una buona redditività rispetto alle altre fonti, inoltre modifica meno l'ambiente e comunque non produce emissioni nocive o impatti acustici.

In Italia e in Europa il successo futuro della mini e micro-idraulica è legato soprattutto alla riattivazione di impianti già esistenti ma non sfruttati nel passato perché considerati non interessanti (e prevedere una produzione su larga scala, per ridurre i costi di investimento).

Un esempio simbolico, ma comunque significativo, è l'attivazione da parte dell'Aem di un mini impianto all'interno della Conca Fallata, a Milano, una delle chiuse del Naviglio Pavese restaurata nel 2005 nel quadro del programma

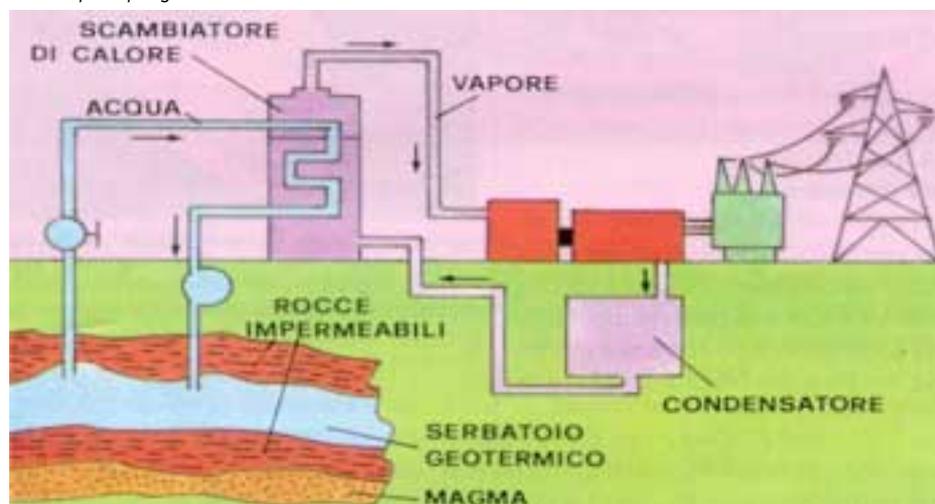
di recupero della navigabilità dei Navigli, promosso dalla Regione Lombardia e su proposta dell'Associazione Amici dei Navigli: la Aem ha ripristinato un'antica centralina idroelettrica che sfrutta il salto idraulico della Conca, di circa 4,7 metri con portate variabili fra 7 e 10 metri cubi al secondo; la turbina idraulica, del tipo Kaplan "a bulbo", ha una potenza installata di circa 300 kW ed è in grado di produrre 2 milioni di kWh l'anno, dei quali 1,3 destinati agli usi domestici per circa 1.500 abitanti, e i restanti 700 mila all'illuminazione di circa 20 chilometri di strada pubblica lungo il Naviglio, dalla Darsena di Milano a Pavia.

Un'altro esempio simile, segnalato da Legambiente, è il piccolo impianto realizzato a Umbertide (PG), che sfruttando un piccolo salto riesce a produrre 2,5 milioni di kWh l'anno, pari al fabbisogno di circa 900 famiglie.

Il geotermico

Quella geotermica è la fonte rinnovabile più diffusa in Italia dopo l'idroelettrico, con una produzione di oltre 5 mila GWh nel 2004, quasi tutti dalle centrali toscane di Larderello (uno dei primi impianti geotermici del mondo) e di Montieri; a livello mondiale la potenza installata (nel 2000) è di circa 8 mila MWe e 15 mila MWt, con una produzione di energia elettrica di circa 50 mila GWh, e i campi geotermici in esercizio o in via di sviluppo sono in tutto 95 su oltre 250 accertati.

Schema principio geotermico



Questa forma di energia - che utilizza il vapore naturale creato sfruttando il calore presente all'interno del Pianeta - ripropone però gli stessi problemi e i limiti dell'idrico, se è vero che registra uno fra i più bassi tassi di crescita in Italia e nel mondo (l'1,8 fra 1990 e 2002), perchè i grandi impianti sono legati a luoghi specifici, al di fuori dei quali è antieconomica; di fatto si parla di una delle tecnologie rinnovabili per eccellenza, che resta comunque marginale, con costi più alti di altre soluzioni e sotto certi aspetti ormai al limite della saturazione.

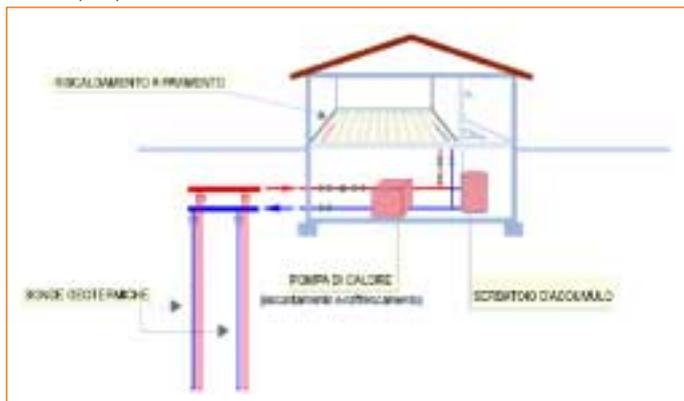
Un impianto geotermico, infatti, per esistere ha bisogno della coesistenza di alcune condizioni geofisiche: una sorgente di calore, cioè un deposito profondo di magma; un acquifero, cioè una serie di rocce permeabili; una copertura, cioè un insieme di rocce impermeabili.

Inevitabilmente, quindi, è una risorsa localizzata, presente e sfruttabile solo in alcune zone; inoltre, se non si provvede

a re-iniettare l'acqua nel suolo, l'energia geotermica tende ad esaurirsi, come avviene oggi nel campo geotermico di The Geysers, negli Stati Uniti, il più grande del mondo, sfruttato in modo massiccio tra gli anni Ottanta e Novanta ha oggi una produzione più che dimezzata.

Quella geotermica non è quindi una fonte completamente rinnovabile, e se non vengono rispettate alcune accortezze ha

Schema pompa calore



un forte impatto ambientale.

Va detto però che non tutti pensano che le sue prospettive siano limitate, anzi, secondo l'Enel le risorse presenti fra Toscana e Lazio consentirebbero la produzione energia sufficiente per il fabbisogno nazionale di elettricità per 70 anni, mentre a livello mondiale le riserve note sono stimate in 50 mila miliardi di kilowattora, cioè 12 miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio (un decimo delle riserve mondiali), molte delle quali in Paesi in via di sviluppo.

Nel medio e lungo termine si prevede poi uno sviluppo della tecnica basata sull'utilizzo di rocce calde secche in profondità, perforando pozzi in zone dove non ci sono serbatoi e di iniettarvi acqua per farla scaldare, poi estrarla da altri pozzi e infine utilizzarla come fluido energetico per centrali termoelettriche; potenzialmente, questa tecnica potrebbe soddisfare da sola il fabbisogno di energia elettrica e termica del mondo, ma molto dipende dai costi.

Per ora comunque il geotermico rimane un valore solo in alcune aree del mondo: come produzione di energia elettrica si segnala la California, dove esiste il più grande impianto del mondo, che ha un potenziale di 1400 MW, sufficiente a

coprire la domanda energetica dell'area metropolitana di San Francisco.

Come teleriscaldamento spicca l'Islanda, dove il 97 per cento della popolazione della capitale è servita da riscaldamento geotermico urbano; ma si tratta un'isola di origine interamente vulcanica che può disporre di enormi quantità di energia, sia geotermica che idroelettrica, con una sovrapproduzione energetica tale che è stato possibile progettare una

conduttura sottomarina, di 900 chilometri, per portare l'elettricità in Gran Bretagna. In Italia, oltre agli impianti di produzione toscani si segnala il sistema di teleriscaldamento in funzione a Ferrara, che serve 14 mila appartamenti con l'utilizzo di acqua calda a 102 gradi ricavata da un pozzo a quattro chilometri dalla città, profondo 1.300 metri, perforato originariamente per la ricerca petrolifera; qui si

estraggono 250 mc/h di acqua, poi reiniettata in profondità per metterla nuovamente in circolo. Ci sono poi Paesi dove si sta diffondendo lo sfruttamento dell'energia geotermica a media o bassa temperatura (da -7 a -40 gradi), attraverso le pompe di calore (Ghp), cioè sistemi elettrici di riscaldamento e raffreddamento che sfruttano la temperatura relativamente costante del suolo durante tutto l'anno e possono essere applicati in qualsiasi luogo del mondo e tipo di edifici; a queste si affianca il sistema delle sonde geotermiche, cioè scambiatori di calore interrati verticalmente - si tratta, normalmente, di tubi ad U - nei quali circola un fluido termoconduttore.

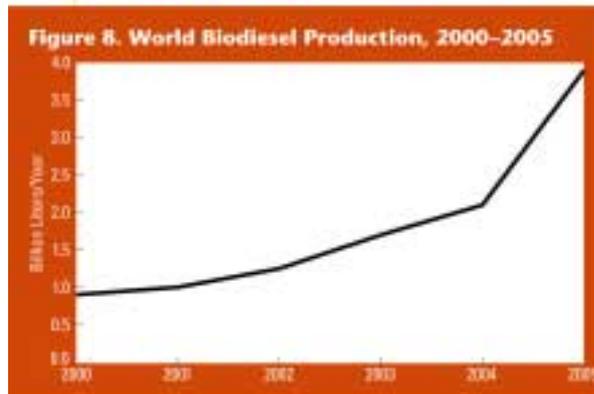
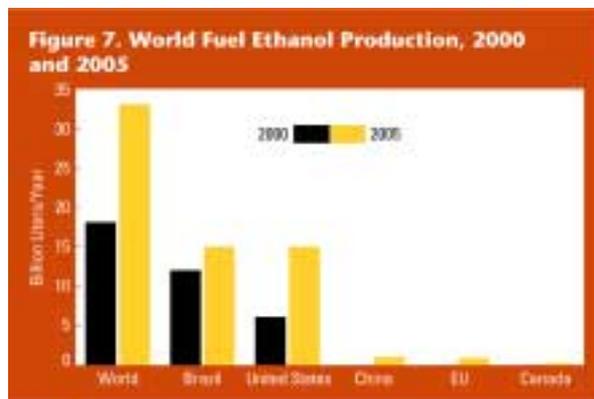
In Europa spiccano paesi come Austria, Svizzera e

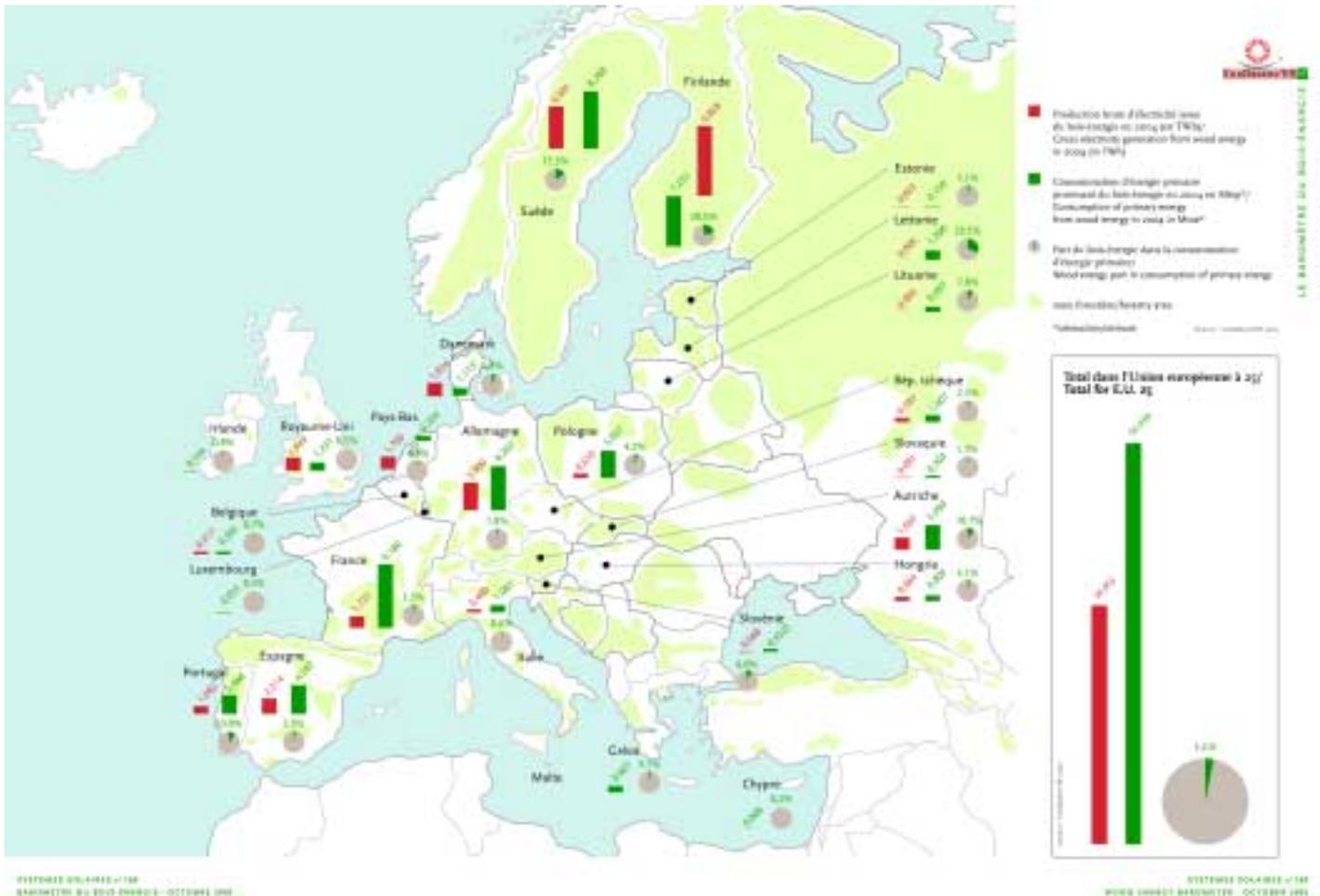
Germania, dove ci sono oggi oltre 1.200 megawatt di potenza geotermica installata per usi diretti (grazie anche ad agevolazioni fiscali); in Svizzera, oggi, sembra che ci siano più di 30 mila sonde geotermiche.

E' ovvio che per farlo occorre la disponibilità di un terreno aperto o fare trivellazioni, ma soprattutto è un problema di costi - più alti di altri tipi di impianti - e di tecnologie, su cui si discute ancora molto (una pompa di calore a metano aria/acqua è sempre meglio di una caldaia tradizionale? o di una elettrica acqua/acqua? e le sonde, è meglio metterle verticali od orizzontali? ecc.)

Le biomasse

La produzione di energia o combustibili da materiale di origine biologica - legno, paglia, residui agricoli, vegetali coltivati appositamente, frazione organica dei rifiuti solidi urbani, scarti di lavorazione e gli effluenti delle industrie agroalimentari, fanghi essiccati della depurazione delle acque, deiezioni animali - è una delle più consistenti in Italia e nel mondo

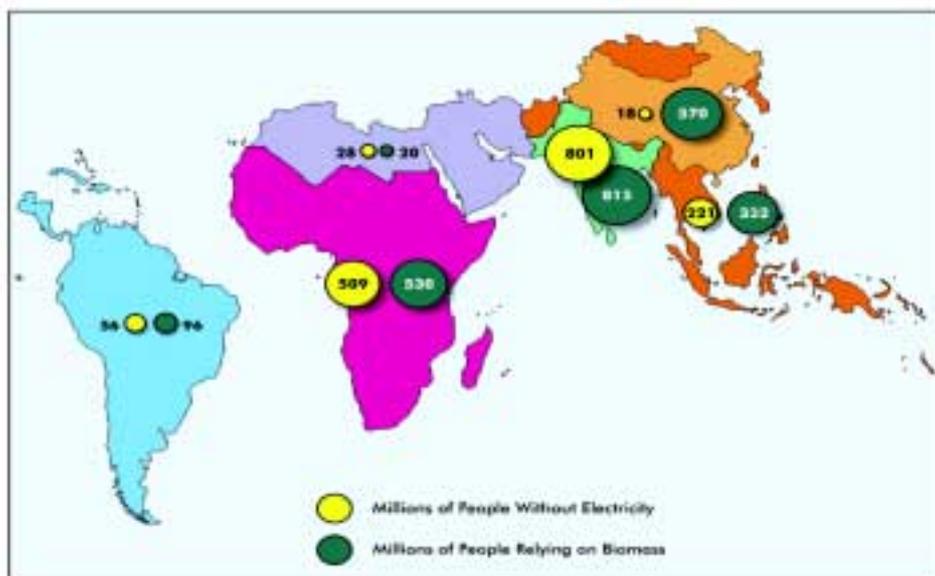




fra quella delle fonti rinnovabili, e fra quelle con la crescita maggiore, segnando un 7,4 per cento dal 1990 al 2002. Il paradosso è che potrebbe fare di più ma l'ampiezza e l'articolazione delle varie filiere di utilizzo - dalla gestione di materiali così differenti e complessi a usi finali e tecnologie di diverso tipo - rendono per ora difficile sfruttare tutte le sue potenzialità, che secondo l'Enea in Italia possono coprire cinque volte di più del fabbisogno energetico nazionale rispetto all'attuale 2,5 per cento. Dal punto di vista tecnologico e industriale, sono sostanzialmente tre le tecniche già mature per la valorizzazione energetica della biomassa: trasformazione in biocombustibili liquidi (biodiesel da specie oleaginose e bioetanolo da specie zuccherine e amidacee); combustione diretta; produzione di biogas. Nel primo caso, che riguarda essenzialmente i trasporti, i biocombustibili liquidi più classici - etanolo e biodiesel,

ottenuti uno dalla fermentazione di colture zuccherine o da amido, l'altro dagli oli vegetali - sono ormai una realtà consolidata e in continuo aumento (nei 15 paesi dell'Unione europea il 2003 ha visto una crescita del 26,1 per cento rispetto al 2002), e anche se la competizione con il petrolio non è facile rappresentano l'unica fonte rinnovabile in grado di sostituire direttamente la benzina e il gasolio, tanto più che non contengono zolfo, sono totalmente biodegradabili, evitano l'emissione di sostanze nocive associate alla combustione di combustibili fossili, riducono le emissioni di CO₂ e di altri prodotti incombusti, perchè la loro molecola contiene ossigeno. Per ora hanno il limite di essere costosi, ma secondo l'Enea sono stati compiuti progressi tecnologici significativi che prefigurano una loro prossima commercializzazione. Quanto alle altre due forme di utilizzo spicca quello della combustione, in par-

ticolare i sistemi di riscaldamento con stufe o caldaie a legna, che ai normali tronchetti vedono oggi diffondersi i pellet da biomassa - minuscoli elementi precompressi (pellet), ricavati in genere dagli scarti di legno, di qualunque provenienza - specie negli impianti centralizzati, perchè si possono gestire con gli stessi sistemi di movimentazione dei combustibili liquidi, ottenendo rendimenti come quelli delle normali caldaie a gas o a gasolio. Per i grandi impianti, va segnalato che la combustione di biomasse si estende anche al teleriscaldamento, specie in zone caratterizzate da climi rigidi (Alto Adige, Trentino, Piemonte, Lombardia), ma soprattutto si comincia a pensare a vere e proprie centrali elettriche, come quella da 40 MW prevista a Stigliano (Matera). Il cambio di scala nell'uso delle biomasse come combustibile crea però non poche perplessità, perchè presenta problemi simili a quelle sull'idrogeno, cioè che



per utilizzare energia pulita si deve ricorrere a sistemi inquinanti, che in questo caso vanno sotto la voce trasporti: le quantità di biomassa necessarie al funzionamento di una centrale da 40 MWe sono enormi, stimate in 400/480 mila tonnellate/anno, così che è necessario importarle da altre zone, o Stati (per Stigliano si pensa di reperirne il 35 per cento in Puglia, il 20 dalla Calabria e altrettanto dalla Croazia, e il restante 25 per cento dal Ghana); uno studio dell'Enea ha evidenziato che per trasportare una tonnellata di biomassa dal Ghana si immette in atmosfera dai 93.6 ai 161.7 chilogrammi di anidride carbonica (con navi e camion), cioè oltre il 10 per cento del peso del combustibile "pulito".

Ma se per la combustione il problema è al massimo di scala e di posizione sul territorio (come per molte fonti rinnovabili), per il biogas il quadro è più complesso, sia per gestione della materia prima solida che per la produzione del combustibile gassoso.

Alla grande scala la gassificazione è un processo di combustione in ambiente a elevata temperatura, nel quale viene immesso ossigeno.

Esistono diversi tipi di gassificatori e di impianti: per produrre calore; per la co-combustione del gas in impianti di produzione già esistenti; impianti cobinati IGCC (Integrated Gasification and Combined Cycle); a letto fisso, per la produzione di energia elettrica in piccola sca-

la; per la produzione di gas di sintesi.

In generale le centrali sono comunque relativamente piccole, da 5 a 25 MW, a causa soprattutto dei problemi tecnici ed economici di approvvigionamento e stoccaggio delle quantità di biomassa necessarie.

Fra gli impianti per la produzione di calore si segnalano i dieci in esercizio da diversi anni in Finlandia e Svezia, il cui gas viene usato prevalentemente per il teleriscaldamento, e altri venti nel mondo che gassificano circa 500 mila tonnellate l'anno di biomassa, per lo più bucce di riso, per applicazioni industriali di essiccazione o per produzione di vapore a bassa pressione.

Per quanto riguarda la co-combustione del gas da gasogeno in impianti già esistenti, esperienze con diverse fortu-



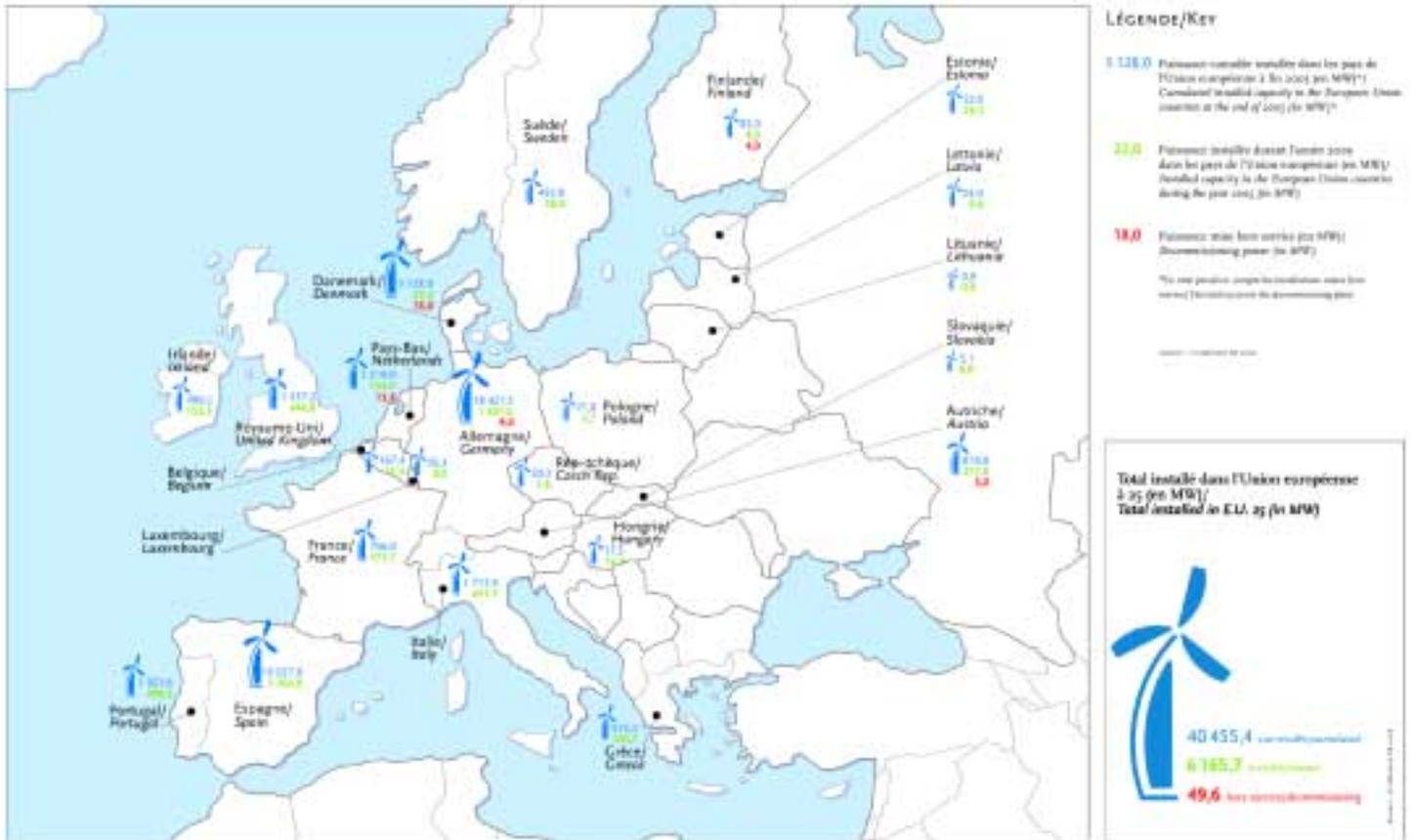
ne sono state condotte in Austria, Finlandia, Olanda, Belgio e Stati Uniti, accoppiando, nella maggior parte dei casi, il gassificatore a impianti di produzione funzionanti a polverino di carbone.

La gassificazione a letto fisso per la produzione di energia elettrica ha visto sin dai primi anni Novanta numerose applicazioni di successo, soprattutto in alcuni Paesi europei, ma solo in Cina o in India si è avuto uno sviluppo commerciale importante con l'installazione di centinaia di gassificatori per la produzione di calore ed energia elettrica per piccole industrie o zone rurali. La tecnologia IGCC non è ancora giunta a piena maturazione, pur essendo valutata come l'approdo finale dell'evoluzione dei sistemi per la conversione elettrica delle biomasse: dopo il primo impianto dimostrativo da 7 MWe e 9 MWt realizzato in Svezia nel 1993, altri progetti sono in corso a livello europeo sempre su gassificatori di taglia non elevata, perchè i rischi tecnici e finanziari di impianti maggiori sono considerati ancora troppo grandi.

Un'altra fonte di gas naturale, ancora in fase sperimentale, sono le discariche da cui viene estratto il gas metano che si forma con la decomposizione dei rifiuti, per fornire energia elettrica e riscaldamento alle città; in Ontario e in Danimarca è in progetto l'estrazione di metano dal letame prodotto da allevamenti di animali (principalmente maiali e bovini) per generare energia elettrica, con uno di questi impianti a biogas si riesce a produrre elettricità sufficiente per una piccola città (2.500 MW).

Questo metodo può essere ulteriormente migliorato aggiungendo altro materiale organico come la parte organica dei rifiuti domestici.

Alla piccola scala, domestica, la decomposizione aerobica consente di ottenere calore a costo ed inquinamento zero, però occorre spazio e un minimo di abilità tecnica: si tratta di creare un composte, cioè un cumulo coperto da una tettoia (o un telo, per non farlo bagnare troppo) di materiale organico tritato (sfalci, segatura, rami ecc.); la decomposizione sviluppa calore oltre i 60 gradi (anche nella stagione fredda)



all'interno di un cumulo superiore al metro cubo.

In questo senso è famoso l'esempio di un contadino francese che, negli anni Ottanta, otteneva acqua calda per il riscaldamento, attraverso una serpentina inserita nel cumulo, e gas per alimentare le bombole della sua auto, grazie a un digestore per la produzione di biogas che sfrutta il calore a bassa temperatura creato dalla digestione aerobica.

Per riscaldare un'abitazione il cumulo deve essere relativamente grande, almeno 16 metri cubi, e va rivoltato due o tre volte. Comunque il processo non comprende letame e non dà odore, né fumo né polveri.

In Italia, un esempio di successo, segnalato dal Legambiente, è Brunico (BZ), dove un impianto che utilizza legno e biomasse già oggi permette di riscaldare l'80 per cento delle abitazioni della città e a fine 2006 si arriverà al 95 per cento, risparmiando 12 milioni di litri di gasolio l'anno (circa 11 milioni di euro) ed evitano l'emissione di 35 mila tonnellate di CO₂.

L'eolico

L'eolico è la fonte di energia con i tassi di crescita più alti in assoluto, di quasi il 30 per cento fra 2000 e 2004, e anche se rappresenta circa lo 0,1 per cento della produzione mondiale di elettricità il suo sviluppo fa ben sperare, visto che oggi ci sono circa 40 GW di potenza installata nel mondo contro i 2,5 del 1992.

Si tratta di una delle più antiche fonti di energia - il principio di funzionamento è lo stesso dei mulini a vento - ormai vicina alla maturazione tecnologica e ormai competitiva in tutti i Paesi occidentali, ma solo grazie all'aumento del petrolio e del gas; non a caso l'interesse verso questa soluzione rinasce negli anni Settanta, con la prima grave crisi energetica, traducendosi in un aumento degli investimenti per la ricerca e lo sviluppo che oggi stanno dando i loro risultati, specie in Europa, dove si trova il 74 per cento del parco eolico mondiale.

In particolare, la quota di energia elettrica di provenienza eolica ha raggiunto il 20 per cento in Danimarca (3.000 MW di

potenza installata) e oltre il 6 per cento in Spagna (6.800 MW) e Germania (15.239 MW); l'Italia è al quarto posto, con 1.700 MW installati nel 2005.

Entro il 2010 l'European Wind Energy Association prevede una potenza installata di 75 mila MW (di cui 10 mila da piattaforme off-shore, in mare aperto), tanto da prefigurare la copertura dell'11 per cento del consumo totale europeo di energia nel 2010, metà della produzione da fonti di energia rinnovabile, dimostrando di essere una delle fonti rinnova-





bili con maggiori potenzialità di sviluppo su cui l'Unione europea punta molto, anche alla luce degli impegni per riduzione di emissioni di CO₂.

La crescita esponenziale ne ha fatto poi l'energia meno costosa attualmente disponibile, sia d'impianto che di produzione, perchè negli ultimi 15 anni ha abbassato il suo costo di circa l'85 per cento, grazie anche alle sovvenzioni pubbliche, avvicinandosi sempre più alla competitività con quelli delle fonti tradizionali.

In particolare, come sottolinea il Rapporto Enea, l'evoluzione del settore ha consolidato il posizionamento degli aerogeneratori di grande taglia (oltre i 100 kW), che consentono un ammortamento dei costi di investimento più efficace e una riduzione di quelli di gestione, oltre a una maggiore densità energetica e quindi un minore impatto ambientale.

Questo avviene però soprattutto in alcune situazioni particolari, come in Danimarca, i costi sono contenuti dall'efficienza del mercato elettrico del sistema di Paesi raggruppati nel Nord Pool (Danimarca, Finlandia, Svezia, Norvegia), oltre che dalla possibilità di accumulare energia tramite pompaggio dei bacini idrici norvegesi e dalla forte interconnessione con la rete elettrica tedesca.

Non mancano però i problemi, che non sono pochi e riguardano in particolare il posizionamento degli impianti, la discontinuità della produzione e l'impatto ambientale delle grandi pale.

Gli impianti non possono essere posizionati ovunque, ma solo dove non ci sono ostacoli e soffia un vento cosante (mini-

mo 5 metri al secondo): boschi e montagne riducono la potenza del vento, così come gli edifici delle grandi città; per questo gli impianti eolici sono posizionati solo su terreni aperti, lungo le coste e, da ultimo, in mare, che non a caso rappresenta l'ultima frontiera del settore, anche se molto più costosa (si parla di almeno il doppio di un eolico tradizionale), perchè in molte nazioni i siti più favorevoli "on-shore" sono già occupati da fabbriche del vento (wind-farms).

Il secondo problema è che la produzione di energia eolica non è continua ma intermittente, a causa dalla variabilità del vento; non è quindi una fonte program-



mabile, e in assenza di sistemi di accumulo (che aumenterebbero non poco i costi), può coprire una percentuale limitata della domanda del sistema elettrico: si stima che in Italia una pala eolica generi la massima energia solo per 1.700 ore l'anno, mentre un impianto a combustibili fossili o nucleare lo fa ininterrottamente, quasi 24 ore su 24.

Per questo motivo l'energia eolica viene pagata meno delle altre, perchè la rete elettrica può sopportare solo una quantità limitata di energia elettrica intermittente; anche da qui viene la spinta alla realizzazione di turbine in mare aperto, dove l'intermittenza del vento è minore e quindi la produzione più continua.

C'è poi il problema ambientale, che fa crescere l'opposizione a questi impianti, perchè a parità di energia prodotta le wind farm occupano un'area almeno dieci volte maggiore rispetto a quella di una centrale termoelettrica, ma spesso molto di più, con enormi torri eoliche, alte tra i sessanta e i cento metri, con eliche lunghe sino a trenta metri, collocate in genere sulla costa o su crinali montuosi, dove la ventilazione è maggiore.

Questo è un'ulteriore motivo che spinge alla realizzazione di wind-farm su piattaforme distanti alcuni chilometri dalla costa, che hanno appunto il vantaggio di sfruttare venti molto più forti e continui, e quindi maggiori rendimenti energetici.

Le più importanti piattaforme eoliche offshore sono in Irlanda e Danimarca.

A Middelgrunden, di fronte al porto di Copenhagen, esiste una delle più grandi wind-farm del mondo che produce circa 100 milioni di kWh ogni anno, posizionata in modo da non deturpare il colpo d'occhio della marina integrandosi nel paesaggio circostante.

In Irlanda, uno dei paesi più ventosi d'Europa, è stato inaugurato recentemente un grande impianto off-shore da 175 MW, posizionato a dieci chilometri dalla costa nella parte sud-orientale dell'isola, costituito da sette eliche, ognuna alta circa 90 metri; già se ne progetta l'ampliamento fino a raggiungere una produzione di 520 MW, il 10 per cento del fabbisogno energetico di tutta l'Irlanda.

Sempre in quest'area, in Gran Bretagna, a 25 chilometri dalle coste scozzesi (nel

campo petrolifero Beatrice, nel Moray Firth), è in progetto un parco eolico offshore da 1.000 MW, il più grande del mondo, realizzato per fasi a partire da due aerogeneratori sperimentali da 5 MW ciascuno, installati su piattaforme ancorate a una profondità record di 45 metri (gli offshore esistenti non superano i 10 metri), e se la sperimentazione avrà successo ne verranno installati altri 198.

Il mercato attuale degli off shore è ancora di nicchia (il Rapporto Enea indica una potenza globale installata di circa 600 MW) ma le prospettive sono di una crescita costante, soprattutto per la continua evoluzione tecnologica che permette di raggiungere fondali sempre più profondi e l'utilizzo di macchine molto grandi, dell'ordine di 5 MW l'una.

Gli aspetti negativi riguardano soprattutto gli investimenti necessari per fronteggiare i più alti costi di realizzazione e la difficoltà di raggiungere le turbine in mare aperto, con i conseguenti oneri maggiori di manutenzione, ulteriormente aumentati dalla corrosione marina e dagli sforzi e sollecitazioni da parte del moto ondoso. Parallelamente crescono anche gli impianti molto piccoli, di bassa potenza (da qualche kW a cento kW) e a costi accessibili, installati per usi domestici, artigianali o, soprattutto, agricoli: in genere si tratta di un singolo aerogeneratore integrato da un sistema di accumulo elettrico e/o da un'altra fonte energetica, come il fotovoltaico o uno o più gruppi diesel.

In Italia, secondo la classifica di Legambiente, ci sono 118 Comuni impegnati nell'eolico, con una potenza installata di 1.765 MW, che soddisfano il fabbisogno di oltre un milione e 140 mila famiglie, la gran parte nel Mezzogiorno; un esempio emblematico delle potenzialità dell'eolico e dello stretto legame con le politiche territoriali è quella di Varese Ligure (SP), che risponde ai propri fabbisogni energetici al 100 per cento da fonti rinnovabili e di guadagnare dalla vendita di energia grazie a 2 generatori eolici che producono 4 GWh l'anno a cui sono stati aggiunti due impianti solari fotovoltaici capaci di produrre 23 MWh l'anno.

Il solare termico

I sistemi che utilizzano le radiazioni solare per ottenere calore e/o acqua calda - da non confondere con il fotovoltaico, per la produzione diretta di energia elettrica - rientrano fra le fonti rinnovabili che registrano una crescita molto alta, di circa il 18 per cento fra 2000 e 2004, specie in Germania,



che da sola dispone di quasi la metà dei collettori presenti in Europa (circa 750 mila metri quadrati), ma si tratta di una tecnologia ancora in fase di sviluppo.

L'ostacolo principale è quello dei costi, che il Rapporto Enea indica da 2,5 a 4 volte superiore a quello degli impianti a combustibili fossili, con un costo del chilowattora prodotto di almeno il doppio di quello di un impianto tradizionale; questo vale sia alla grande scala, di centrale, ma ancora di più a quella piccola, dei pannelli solari per singoli edifici.

Comunque un dato certo è la loro diffusione crescente, che insieme al miglioramento tecnologico dovrebbe portare nel breve-medio periodo ai costi sempre più vicini alla competitività, confrontabili con le tecnologie convenzionali.

L'Enea stima che nei prossimi venti anni il mercato potenziale mondiale per gli impianti termoelettrici solari raggiunga una potenza elettrica installata di 600 GWe, molta della quale in impianti realizzati nei Paesi in via di sviluppo.

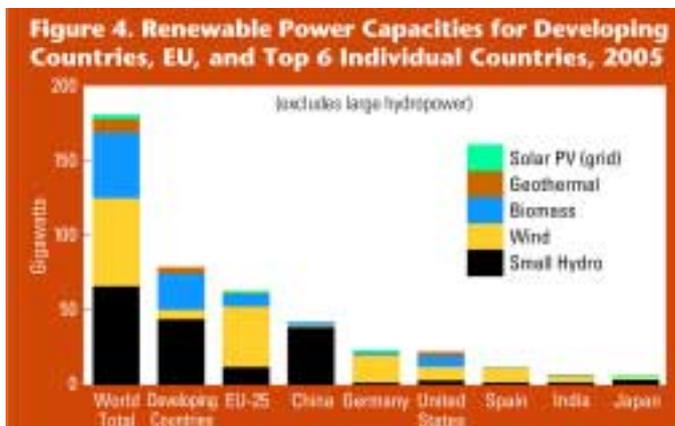


Figure 5. Solar Hot Water/Heating Capacity Added in 2005

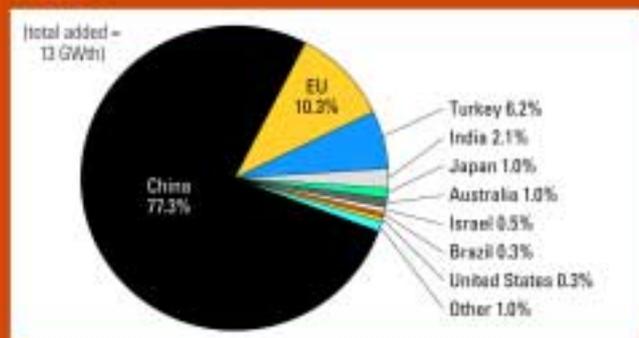
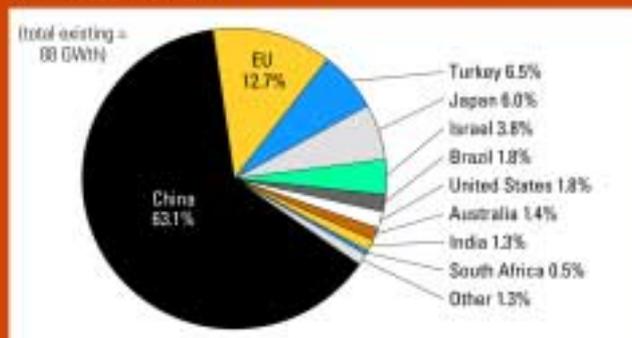


Figure 6. Solar Hot Water/Heating Capacity Existing in 2005



Il potenziale energetico è del resto notevole, perchè l'energia solare che raggiunge la terra supera di 15.000 volte il consumo totale di energia del pianeta, e in molte regioni della Terra la radiazione diretta ha una potenza media annua di almeno 200 W al metro quadrato: con le tecnologie solari a concentrazione oggi disponibili, per grandi impianti, ogni chilometro quadrato di



questa direzione che si muove la ricerca, per dotare gli impianti di sistemi di accumulo termico ed eliminare l'utilizzo dei combustibili fossili. Il sistema con Disco parabolico utilizza pannelli riflettenti di forma parabolica, non più grandi di 15 metri di diametro (per ragioni economiche) che inseguono il sole, con un movimento di rotazione attorno a due assi ortogonali, e concentrano la radiazione solare su un ricevitore montato nel punto focale; qui il calore ad alta temperatura (oltre 600 gradi) viene trasferito a un fluido di elio o vapore di sodio ed utilizzato in un motore posto sopra al ricevitore, dove viene prodotta direttamente energia elettrica.

superficie captante potrebbe fornire circa 300 GWh/anno, equivalente alla produzione di un impianto termoelettrico tradizionale da 50 MWe funzionante per circa 6.000 ore l'anno.

Alla grande scala esistono tre principali tipologie di impianto: il collettore parabolico lineare, il collettore a disco parabolico e il sistema a torre centrale.

Il collettore parabolico lineare - basato su un sistema di specchi (di spessore adeguato) che segue il movimento del sole ruotando su un solo asse - raccoglie la radiazione solare focalizzandola su un tubo ricevitore che la trasforma in energia termica trasferendola a un fluido di lavoro che circola al suo interno, poi utilizzata per produrre energia elettrica con i tradizionali cicli termodinamici acqua-vapore. E' una delle tecnologie più diffuse ed economiche per i grandi impianti - da 30 a 400 MW - soprattutto negli Stati Uniti (354 MWe installati in California fra il 1984 e la fine del 1990, con una produzione elettrica superiore a 13 TWh), integrati in genere da sistemi tradizionali che consentono di coprire la produzione in assenza di radiazione solare, fino ad un massimo del 25 per cento dell'energia termica; non a caso è in

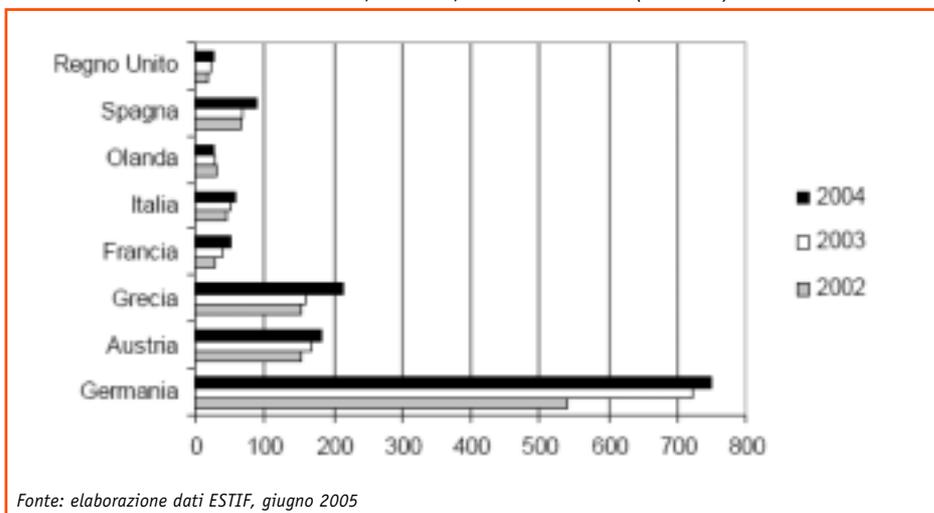
Il diametro relativamente limitato si traduce un potenze non superiori a 25-30 kW per pannello, da qui la previsione di centrali di piccola potenza per utenze isolate, che però possono ampliarsi notevolmente grazie alla modularità del sistema; in ogni caso, come sottolinea l'Enea, per ora è ancora a livello di prototipo industriale negli Usa, Australia ed Europa, ed è quella con i costi più alti costi di produzione dell'energia elettrica.

Il terzo sistema, a Torre solare, è una variante del disco parabolico e si basa su

pannelli riflettenti piani (eliostati) che inseguono il sole concentrando la luce solare su un ricevitore montato in cima a una torre al cui interno viene fatto circolare il fluido (una miscela di sali fusi con temperature fino a 565 gradi, o un fluido gassoso dove la temperatura può superare gli 800 gradi) per la trasformazione in calore e da qui nei tradizionali cicli termodinamici acqua-vapore o in turbine a gas. Anche in questo caso la tecnologia è a livello di prototipo, in diversi Paesi del mondo (Spagna, Italia, Giappone, Francia, Stati Uniti), ma si prevede possa portare a impianti da 10 a 200 MW; a differenza del disco parabolico promette un costo di produzione più basso, ma il suo impatto sul territorio è però notevole, perchè il sistema di specchi può estendersi su centinaia di migliaia di metri quadrati e l'altezza della torre cresce all'aumentare dell'estensione del campo solare, fino a oltre cento di metri.

Diversa è la situazione alla scala mini, di singolo edificio o abitazione, dove la conversione termica dell'energia solare si basa su tecnologie a bassa temperatura che usano un pannello solare (o collettore) per riscaldare un liquido o l'aria e poi produrre acqua calda sanitaria e/o per riscaldare gli edifici; i collettori possono essere piani (i più comuni), a tubo vuoto (di forma cilindrica, più costosi ma più efficienti) o ad accumulo integrato, che oltre a riscaldare l'acqua incorporano il sistema di accumulo; in ogni caso l'acqua riscaldata viene trasferita all'interno di una vasca di accumulo, o attraverso una pompa di circolazione (circolazione forzata), oppure sfruttando il

Installazioni di collettori solari in alcuni paesi europei Anni 2002-2004 (m²x1000)



Fonte: elaborazione dati ESTIF, giugno 2005

principio del termosifone (circolazione naturale).

L'estensione, e quindi la potenza installata, varia dai 2-4 metri quadrati per una singola abitazione, ai 10 per un edificio con più abitazioni, fino a oltre i 100 per piscine, centri sportivi, complessi turistico-alberghieri ecc.

Il solare termico è una tecnologia molto diffusa in Grecia, a Cipro, in Turchia, specie gli impianti a circolazione naturale, grazie al clima molto favorevole e agli alti costi dell'energia rispetto al livello di vita, ma negli ultimi anni sta crescendo anche in Paesi dal clima meno favorevole come Germania e Olanda, soprattutto per la sensibilità ambientale che li distingue.

Va detto che il solare può soprattutto coadiuvare un sistema di riscaldamento (per ora non conviene togliere completamente la vecchia caldaia, se non altro per una sicurezza di continuità di riscaldamento) e deve essere installato in modo preciso, con una esposizione ottimale sud sud-ovest e un'inclinazione dei pannelli di circa 44-47 gradi; la nota positiva può essere quella di non dover necessariamente fare grandi opere edili.

In ogni caso si tratta di una tecnologia matura, affidabile e, in diverse applicazioni, già abbastanza competitiva rispetto alle tecnologie convenzionali, per questo se ne prevede una forte crescita nei prossimi anni, e un ulteriore abbattimento dei costi.

Solare fotovoltaico

Nel panorama delle fonti rinnovabili il solare fotovoltaico si distingue per la crescita esponenziale, con 5,5 GW di potenza installata (in 500 mila edifici) nel 2005, contro il quasi zero degli anni Novanta; nel solo periodo 2000-2004 la crescita è stata di oltre il 60 per cento per gli impianti collegati alla rete e di poco meno del 20 per cento per quelli autonomi, grazie allo sviluppo tecnologico accompagnato da investimenti massicci, dell'ordine di circa 30 miliardi di dollari l'anno in tutto il mondo, specie in Giappone (che ha oggi un totale di 833 MW) e Germania (oggi ha circa 794 MW); in tutta l'Unione europea ne sono stati installati 410,5 MW nel solo 2004, superando la soglia complessiva di 1 GW (l'Olanda ha 47 MW, la Spagna 38 e l'Italia circa 20).

Questo sviluppo è tanto più significativo se si pensa che la tecnologia fotovoltaica è molto giovane, perchè nasce alla fine degli anni cinquanta nell'ambito dei programmi spaziali, per i quali era necessario disporre di una fonte di energia affidabile e inesauribile; ma solo negli anni Settanta, dopo la prima crisi petrolifera, viene impiegata anche in applicazioni "terrestri".

Per questo, nonostante contribuisca ancora molto poco alla produzione energetica mondiale (pochi punti percentuali),

rappresenta una delle tecnologie su cui si punta, insieme all'eolico, per la nuova era energetica del Pianeta, più ecologica e distribuita sul territorio, meno dipendente dalle grandi centrali di produzione: il fotovoltaico si distingue per la semplicità del sistema di conversione energetica, per la completa modularità, il basso impatto ambientale e un'esigenza di manutenzione molto contenuta.

L'unico problema vero sono i costi, almeno dieci volte quelli di qualsiasi altra fonte energetica, rinnovabile o meno, ma l'esperienza recente dimostra che una politica di incentivi è in grado di superare di slancio anche questo aspetto.

In Germania, dove è terminato con successo il programma "100 mila tetti solari", il mercato continua crescere a ritmi esponenziali, soprattutto grazie alla decisione del governo tedesco, nel 2004, di applicare una rivalorizzazione delle tariffe di acquisto sulle energie rinnovabili tramite il sistema del "conto energia", abbandonando il contributo all'acquisto del vecchio programma in favore di tariffe di acquisto agevolate: chi acquista un pannello solare non ha contributi statali ma può rivendere l'energia elettrica a una tariffa elevata, garantita per 20 anni. Il risultato è che in Germania ci sono almeno 3 mila abitazioni che usano esclusivamente energia dal sole, anche per il riscaldamento, e producono più elettricità di quella che consumano.

Questa crescita esponenziale si sta verificando anche in Italia, nonostante la politica dei finanziamenti e degli incentivi sia più limitata e macchinosa: nel 2001 viene varato il programma pluriennale Tetti fotovoltaici (obiettivo 10 mila tetti), seguito poi da un Conto energia, introdotto nel luglio 2005.

Il programma Tetti fotovoltaici, gestito dalle Regioni, prevede un contributo a fondo perduto del 70/75 per cento dei costi d'installazione, ottenendo un primo successo finanziando oltre 2.000 impianti, e altri 3.100 dovrebbero avere ricevuto contributi nella fase appena conclusa. Il Conto energia remunera invece la produzione elettrica da fonti rinnovabili con tariffe incentivanti, sostituendo di fatto i contributi a fondo perduto.

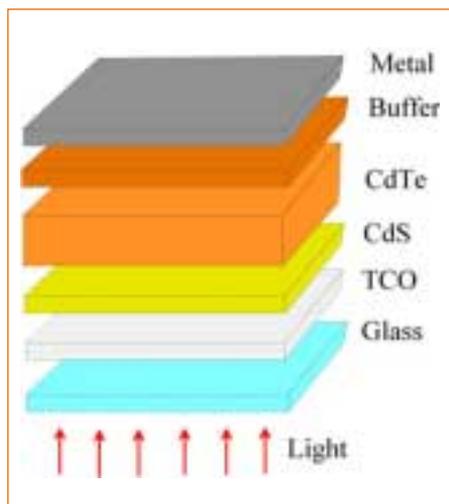
I risultati del primo anno di attività di-



mostrano quanto il settore sia vitale e le prospettive notevoli, con opportuni incentivi, nonostante un'altro decreto, del febbraio 2006, abbia ridotto la convenienza economica delle tariffe: alla prima scadenza, nel settembre 2005, le richieste sono state circa 3.500, di cui 2.917 ammesse, per una potenza di 87,7 MW (la metà per piccoli impianti, da 1 a 20 kw), poi la crescita è continuata, fino al marzo 2006, quando si registra un totale di quasi 29 mila domande, per una potenza progettata di oltre 1,6 GW; di queste 12.400 sono state ammesse, per un totale di 387 MW, ma altre 11.800 (per oltre 1 GW) sono risultate idonee ma non hanno potuto essere accettate causa esaurimento della quota fissata per il 2006 (un massimo di 500 MW, dei quali 360 in impianti inferiori a 50 kW); a meno di modifiche normative, le nuove domande potranno essere presentate solo nel marzo 2007.

Un bel salto comunque, visto che fino al 2005 si installavano pochi megawatt l'anno, e la potenza totale del nostro Paese era di circa 20 MW.

Oggi la classifica dei MW fotovoltaici installati in Italia, elaborata da Legam-



biente, vede ai primi posti soprattutto i piccoli Comuni, con meno di mille abitanti (il primo "Grande Comune" in classifica è Trento, con 210kW installati e una media di 2kW ogni 1000 abitanti); ma per quanto riguarda gli edifici comunali, è Roma il comune con la maggior diffusione di solare termico con 930 metri quadrati, destinati a crescere grazie alle nuove norme adottate; Roma è in testa anche per la diffusione del fotovoltaico nelle strutture edilizie comunali, con 178

kW, seguita da Parma con 120 kW e Benevento con 81 kW.

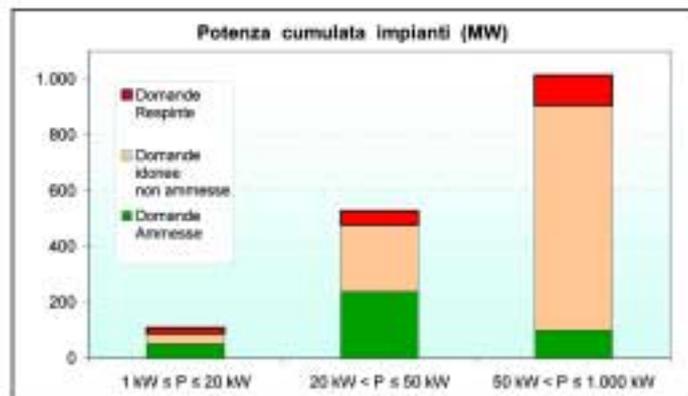
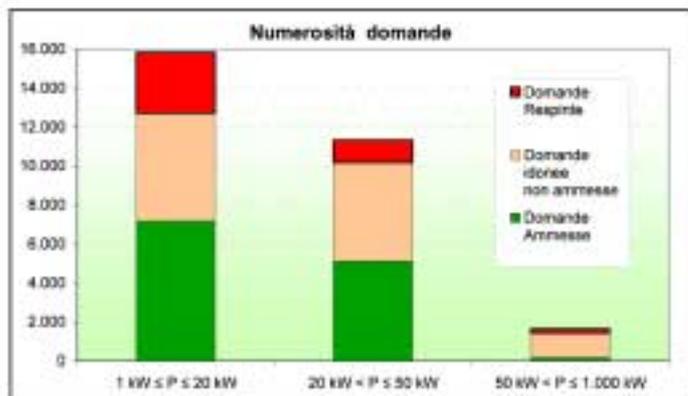
Del resto le potenzialità sono enormi, anche guardando a impianti per ora meno diffusi come quelli autonomi, non collegati alla rete elettrica: la tecnologia fotovoltaica è particolarmente adatta per alimentare dispositivi per le telecomunicazioni, per il monitoraggio ambientale, per la segnaletica, per rifugi alpini ecc., ma soprattutto è utile nei Paesi in via di sviluppo, dove ci sono almeno due miliardi di persone prive di elettricità e il fotovoltaico è sfruttato oggi in strutture come scuole e ospedali dove l'alimentazione elettrica è di primaria utilità sociale; in questo caso il problema, e il costo, può essere il sistema di accumulo, quasi sempre costituito da batterie al piombo acido, che hanno efficienze di carica/scarica contenute e che richiedono, oltre a spazi adeguati, manutenzione frequente e due o tre sostituzioni nell'arco di vita dell'impianto.

Da qui le speranze di molti su uno sviluppo del sistema molto più ravvicinato nel tempo (nonostante la realtà sembri indicare un periodo di almeno 10/15 anni perchè il fotovoltaico diventi concorren-

NUMEROSITA'				
Classe di potenza	Domande Presentate	Domande Ammesse	Domande idonee non ammesse	Domande Respinte
1 kW ≤ P ≤ 20 kW	15.818	7.176	5.524	3.118
20 kW < P ≤ 50 kW	11.301	5.105	5.056	1.140
totale parziale 1 kW ≤ P ≤ 50 kW	27.119	12.281	10.580	4.258
50 kW < P ≤ 1.000 kW	1.642	152	1.271	219
TOTALE	28.761	12.433	11.851	4.477

POTENZA (MW)				
Classe di potenza	Domande Presentate	Domande Ammesse	Domande idonee non ammesse	Domande Respinte
1 kW ≤ P ≤ 20 kW	110,33	51,39	37,60	21,35
20 kW < P ≤ 50 kW	527,69	237,21	239,17	51,31
totale parziale 1 kW ≤ P ≤ 50 kW	638,02	288,59	276,77	72,66
50 kW < P ≤ 1.000 kW	1.014,64	99,06	806,47	109,11
TOTALE	1.652,66	387,65	1.083,24	181,77

Domande inoltrate negli anni 2005-2006 (19 settembre 2005 - 31 Marzo 2006) - Rappresentazione dei risultati generali



ziale) e l'importanza data ai diversi filoni di ricerca attivi oggi nel mondo; non a caso si sente citare come esempio, e augurio, quanto detto da un dirigente Ibm nel 1978, cioè che nel mondo ci sarebbe stato mercato forse per 4 o 5 computer, un'affermazione ritenuta all'epoca abbastanza sensata anche se un pò pessimistica (i computer erano già centinaia nel mondo) ma quattro anni dopo era diventata una barzelletta, grazie alle innovazioni introdotte da Apple e alla crescente diffusione dei personal computer.

Tecnicamente il passaggio dalla radiazione solare all'energia elettrica avviene interamente all'interno della cella solare (o dispositivo fotovoltaico), sfruttando la capacità di alcuni materiali semiconduttori come il silicio (opportunamente trattati) di fornire energia elettrica quando sono colpiti da radiazione solare; il modulo base, l'unità elementare di un impianto di produzione, comprende poche celle elettricamente collegate tra loro all'interno di un involucro che le protegge.

Come già detto, il nodo riguarda i costi d'investimento, fortemente dipendenti dalle caratteristiche del materiale utilizzato e dai processi di fabbricazione: in altri termini, l'efficienza dei pannelli e il loro costo di produzione.

Al di là di quelle che possono essere le numerose varianti (molte delle quali ancora allo studio o in fase di messa a punto presso i laboratori di ricerca e sviluppo) oggi le tecnologie disponibili sono sostanzialmente due: la prima basata sul silicio cristallino (mono e multicristallino), che caratterizza il 96 per cento del mercato mondiale; la seconda su film sottili al silicio amorfo o con celle a film sottile policristallino. Il fotovoltaico in silicio - materiale utilizzato prevalentemente nell'industria dell'elettronica - è ottimo, ma costa troppo e porta alla realizzazione di pannelli dal costo di 3-5 dollari per Watt, sul quale non ha inciso molto il forte incremento dell'efficienza ottenuto negli ultimi 20 anni; per questo la nuova frontiera della ricerca è quella di trovare una tecnologia sotto il dollaro per watt, che sembra avere nelle celle solari a film sottili gli sviluppi più promettenti, sia perchè utilizzano una quan-

tità di materiale minima, che incide solo per il 10 per cento sui costi fissi (il resto è dovuto al vetro), sia per la producibilità su impianti a ciclo continuo, simili ai quelli per i laminati, sfruttando quindi sistemi industriali consolidati.

I filoni di ricerca variano poi secondo il materiale di base: c'è chi punta sul silicio amorfo, per il quale però sembra ci siano problemi di rendimento nei processi produttivi a basso costo; altri guardano a film sottili di silicio policristallino, che garantirebbe un'efficienza elevata, ma per ora i processi risultano troppo costosi e complessi; altri ancora stanno lavorando sui polimeri conduttori, una plastica semiconduttrice spruzzabile come inchiostro e in grado di ottenere un'efficienza molto elevata, ma si scontrano con i limiti di resistenza alle radiazioni solari, perchè dopo due anni, come tutte le plastiche, i pannelli cuociono e si polverizzano.

Un filone molto promettente è invece quello dei film con celle a base di telluriuro di cadmio (CdTe), di diseleniuro di indio e rame (Cis), di diseleniuro di indio rame e gallio (Cigs) e di altri film sottili policristallini, per i quali acquista spesso importanza lo sviluppo di substrati trasparenti flessibili e di film trasparenti conduttori. L'esperienza più concreta su cui si sta lavorando oggi nel mondo riguarda il CdTe, non solo perchè sembra essere uno dei materiali migliori (per la conversione energetica, per il suo alto coefficiente di assorbimento e la facilità di sviluppo di celle solari e moduli ad alta efficienza), ma anche per l'avvio - in Italia - della produzione industriale dei primi pannelli fotovoltaici realmente competitivi, su una linea a ciclo continuo in grado di dalla capacità massima di

18 MW l'anno, al costo di 0,5/0,8 euro per Watt.

Infatti, dopo cinque anni di trattative, il gruppo Marcegaglia ha deciso di scommettere su una soluzione messa a punto da un gruppo di ricercatori del Dipartimento di Fisica dell'Università di Parma, coordinati dal prof. Nicola Romeo (e brevettata dalla loro società Sse Solar): un sandwich composto da vetro, strato conduttore (Tco), Solfuro di cadmio (CdS) e telluriuro di cadmio (CdTe).

, che può essere prodotto su grandi lastre di vetro con un processo completamente a secco che lo rende veloce e affidabile, simile per certi aspetti a quelli per la creazione di strati protettivi o antiriflesso per parabrezza di auto o finestre; in questo modo si riducono i costi fino all'80 per cento rispetto a quelli di un tradizionale



modulo fotovoltaico; inoltre si utilizza un materiale, il cadmio, ampiamente disponibile e considerato un sottoprodotto minerario, e i pannelli promettono una durata di decenni, anche alle condizioni meteorologiche più avverse.

Il progetto, del valore di 24 milioni di euro circa, è cofinanziato con nove milioni dal ministero dell'Ambiente dalla Regione Lombardia e prevede la realizzazione di un impianto pilota alle porte di Milano, forse ad Arese, nell'autunno 2008.

Di certo si apre una fase nuova, che da una produzione di nicchia dovrebbe portare a una di massa, con tutto quello che significa.

Edilizia

Alternative possibili

Davanti all'aumento dei costi e all'inevitabile esaurimento delle risorse, diventa obbligatorio individuare delle alternative credibili ai combustibili fossili, anche se è evidente che petrolio e gas naturale non si possono sostituire in poco tempo.

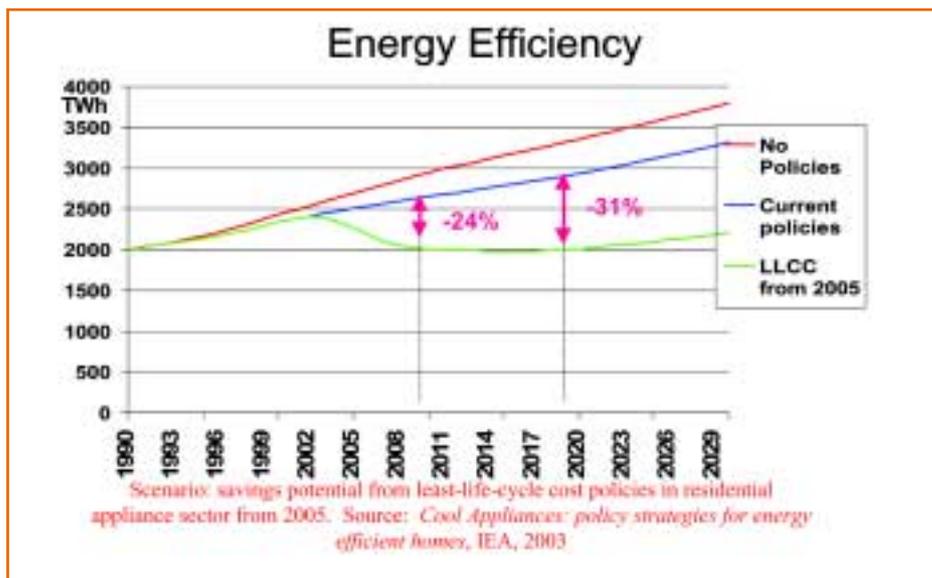
Quali sono le soluzioni allo studio per ridurre la dipendenza petrolifera (e le emissioni in atmosfera)? di certo, oggi non esiste una risposta unica e risolutiva, ma una pluralità di alternative possibili. E' evidente che la tendenza, o la speranza, è nel diffondersi delle fonti rinnovabili e a basso impatto, ma così non può essere ancora, specie per i costi ancora alti e lo sviluppo ancora limitato, tanto che oggi non sembrano in grado di sostituire sia i combustibili fossili sia il nucleare, anche nelle previsioni più rosee, come quelle indicate dalla Direttiva comunitaria 2001/77/CE, cioè di produrre il 25 per cento di energia da fonti rinnovabili, sul totale del consumo nazionale, entro il 2010.

Ma come già visto, le altre soluzioni - nucleare, carbone, idrogeno - non brillano, nè per i costi nè per l'impatto ambientale; inoltre tutte, fonti alternative pulite o meno, hanno tempi più o meno lunghi, dai 10/15 anni in sù.

Il nodo è quindi cosa fare nell'immediato, che paradossalmente apre la strada all'unica fonte immediatamente utilizzabile di energia, a minor costo e a emissione zero, cioè quella risparmiata, in particolare con l'efficienza termica degli edifici e quella prestazionale degli impianti e degli elettrodomestici, oltre dall'autoproduzione di energia attraverso fonti rinnovabili, là dove sia possibile e conveniente.

Infatti le stime più pessimistiche ritengono credibile una percentuale di risparmio tra il 10 e il 20 per cento dei consumi attuali, ma con un'ipotetico teorico che può arrivare quasi al 50 per cento, non poco, considerando che negli edifici civili e industriali si consuma circa il 60 per cento dell'energia prodotta nel mondo.

Per il futuro, una soluzione potrebbe



essere una concezione diversa della produzione e dell'utilizzo dell'energia, più ancora un novo modello di vita e, parallelamente, il superamento del concetto di centrale, che già oggi comincia a mostrare i suoi limiti.

Lo stesso Rapporto 2005 dell'Enea segnala che occorre dare più flessibilità al sistema degli approvvigionamenti e modificare il mix delle fonti nelle politiche da adottare, tra quelle a breve e quelle a lungo termine, e che a breve bisogna puntare sull'uso razionale dell'energia guardando particolarmente al settore

dell'industria e dei trasporti, dove si registrano gli aumenti maggiori, e puntare su energia distribuita a livello locale, sia con piccoli impianti tradizionali, sia con le fonti rinnovabili.

Energia dall'edilizia

Nel mondo i consumi di energia sono sostanzialmente divisi fra industria, trasporti e terziario/residenziale, ciascuno dei quali assorbe una quota di circa il 30 per cento, con variazioni del 10 per cento in più o in meno secondo i vari paesi.

In Italia i consumi finali di energia nel 2004, secondo il ministero delle Attività produttive, vedono l'Industria al 21,18 per cento, i trasporti al 22,72 e il terziario/residenziale al 22,13 per cento; un altro 24 per cento viene utilizzato per produrre elettricità, mentre il resto riguarda usi non energetici (3,89 per cento), bunkeraggi (1,74) e consumi o perdite in genere (2,66 per cento).

In realtà, è l'edilizia ad avere il peso maggiore considerando che, secondo il Parlamento europeo, il solo riscaldamento e il raffreddamento degli edifici rappresenta circa il 40 per cento dell'intero utilizzo energetico nell'UE.

Il libro Verde sull'Efficienza energetica della Commissione Europea (22 giugno 2005) valuta che solo in questo settore l'Europa potrebbe risparmiare almeno il 20 per cento rispetto al suo attuale consumo di energia, per un importo totale

Consumi finali di energia in Italia nel 2004

Settore	%
Industria	21,18
Trasporti	22,72
Terziario e residenziale	22,13
Usi non energetici	3,89
Bunkeraggi	1,74
Consumi e perdite	2,66
Produzione di elettricità	24,00

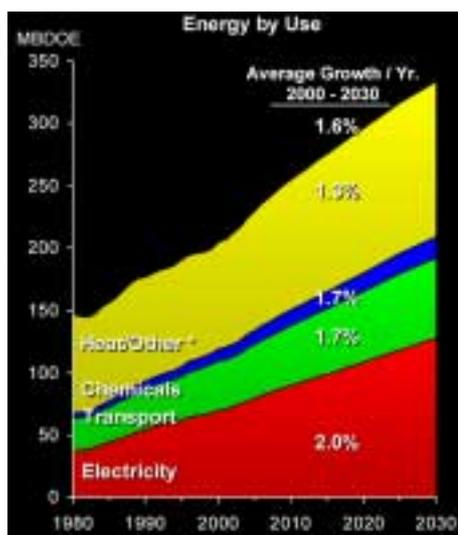
Fonte: Enea, Rapporto Energia e Ambiente 2005

Consumi finali di energia nel settore residenziale (situazione in Italia nel 2003)

Tipo di utilizzo	%
Riscaldamento	68
Acqua calda	11
Usi cucina	5
Usi elettrici obbligati	16

Fonte: Enea, Rapporto Energia e Ambiente 2005

pari a 60 miliardi di euro all'anno. In Italia, i dati dell'Enea precisano che il 31 per cento dell'energia elettrica e il 44 per cento dell'energia termica (combustibili) sono utilizzati in ambito residenziale, in uffici e aree commerciali; di fatto, oltre il 60 per cento dell'energia prodotta riguarda l'edilizia, soprattutto il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo degli edifici, che da soli assorbono circa l'80 per cento dell'energia consumata (comprese le molte dispersioni termiche), seguito poi dalla produzione di acqua calda (15 per cento) e dai consumi di cucina ed elettrodomestici (5 per cento), mentre l'illuminazione assorbe una piccola quota dei consumi totali (circa il 2 per cento) che nell'insieme però rappresenta il 15 per cento dei costi dell'energia elettrica consumata



mediamente negli edifici civili. Questo mostra l'importanza della cosiddetta "efficienza energetica" degli edifici, con potenzialità ben più consistenti di molte fonti attuali, rinnovabili o no: secondo il Rapporto Enea in Svezia lo standard per l'isolamento termico degli edifici non autorizza perdite di calore superiori a 60 kWh al metro quadro all'anno; in Germania le perdite sono mediamente di 200 kWh al metro quadro l'anno; in Italia si raggiungono punte di 500 kWh al metro quadro l'anno, a dimostrazione di sprechi elevati, ma anche di ampi margini di riduzione dei consumi, perchè se ci si allineasse agli standard svedesi il riscaldamento degli ambienti

scenderebbe dal 30 al 4 per cento dei consumi energetici, mentre con gli standard tedeschi si ridurrebbe a circa il 12 per cento.

In termini di spesa energetica si tratta di somme enormi, specie se si considera che in Italia il 60 per cento degli investimenti in edilizia - circa 90 miliardi di euro all'anno, e quasi altrettanti di indotto - riguarda le ristrutturazioni e che il dato salirà all'80 per cento nei prossimi anni.

Gianni Silvestrini, direttore scientifico del Kyoto Club, segnala che se i decreti sull'efficienza energetica del 2001 fossero partiti come previsto (l'anno successivo invece di subire un ritardo di tre anni), oggi l'Italia avrebbe un risparmio di oltre 1 miliardo di mc/anno di gas, pari al 4 per cento delle importazioni dalla Russia; allo stesso modo, se i nuovi edifici venissero realizzati secondo le norme contenute nei regolamenti edilizi già adottati da diversi di comuni lombardi, il risparmio sarebbe di oltre 100 milioni di metri cubi di gas l'anno, così come se le caldaie a gas installate tutti gli anni (oltre un milione) invece di essere di basso rendimento energetico, fossero a 3 o 4 stelle (alta efficienza), si avrebbe un risparmio aggiuntivo di oltre 200 milioni di metri cubi di gas l'anno.

In questo senso un risparmio notevole potrebbe essere ottenuto con una coibentazione efficace, doppi vetri (si stima che le finestre contribuiscano al 20-25 per cento delle perdite termiche degli edifici), sostituzione di caldaie obsolete, dispositivi elettronici per controllo termico; nel caso di una nuova edificazione aiuterebbe anche il posizionamento climatico delle stanze in funzione dell'utilizzo (come esporre la zona giorno a sud, così che la luce naturale possa integrare il più possibile il riscaldamento e l'illuminazione).

Del resto è ormai accertato che investire in una buona coibentazione conviene sempre, perchè a fronte di un aumento limitato dei costi di costruzione si ottengono risparmi di oltre il 50 per cento delle spese di riscaldamento (ma c'è chi parla dell'80-90 per cento).

Invece in Italia si registra un utilizzo molto limitato di isolanti (circa 7 milio-

ni di metri cubi l'anno, con un tasso di crescita annuo del 3,5 per cento), 0,1 metri cubi per abitante, metà della Spagna, un quarto della Francia; per le finestre, si stima che il 75 per cento (su un totale di 410 milioni di metri quadrati) abbia ancora il vetro singolo, mentre in Germania il 90 per cento dei nuovi edifici e di quelli ristrutturati ha vetri a bassa emissività.

Oggi sembra che anche la normativa diventi più stringente sulla costruzione di edifici ad alta efficienza energetica: il Dlgs 192/05 dell'8 ottobre 2005, che recepisce la direttiva europea 2002/91/CE e rende obbligatoria la certificazione energetica degli edifici per ottenerne l'abitabilità, fissando criteri ben definiti e caricando la responsabilità di applicazione sui professionisti (che rischiano sanzioni fino al 70 per cento della parcella).

Il caso Bolzano

Bolzano è il primo Comune in Italia ad aver introdotto l'obbligo di costruire e ristrutturare secondo criteri di risparmio energetico e rispetto dell'ambiente: nell'ottobre 2002 ha infatti inserito nel proprio Regolamento edilizio una norma che vincola il rilascio del certificato di abitabilità a un certificato di efficienza ener-



getica, denominato CasaClima, che diviene obbligatorio per tutti gli edifici residenziali di nuova costruzione e per quelli sottoposti a ristrutturazione per almeno il 50 per cento della superficie calpestabile complessiva.

Nei due anni successivi il sistema si è esteso ad altri dieci Comuni fino a che, nel settembre 2004 la Provincia di Bolzano ha varato un Regolamento che estende l'obbligo del certificato CasaClima su tutto il territorio provinciale e su tutti gli edifici (sia i nuovi che quelli demoliti e ricostruiti), ad eccezione di quelli industriali, e definisce i valori massimi di fabbisogno di calore annuale per il riscaldamento, determina le categorie degli edifici a cui si applicano e indica lo spessore della coibentazione (non calcolato come cubatura).

Il Regolamento provinciale, entrato in vigore nel gennaio 2005, riprende e precisa le tre categorie di edifici già previste dal Comune di Bolzano, articolate secondo il consumo di energia: A, quando l'indice termico non supera i 30 kwh/mq l'anno; B, quando è inferiore ai 50 kwh/mq; C, cioè il minimo obbligatorio, con un fabbisogno di calore che non può oltrepassare i 70 kwh/mq.

Gli edifici che rientrano nella categoria A hanno diritto al 10 per cento di sconto sugli oneri di urbanizzazione, oltre a benefici straordinari previsti dai regolamenti provinciali e comunali; la CasaClima A è sinonimo di un'ottima efficienza energetica e viene indicata come "casa-3-litri", perchè per il riscaldamento utilizza solo 3 litri di gasolio per metro quadrato di superficie calpestabile (per lo stesso motivo la CasaClima B è chiamata anche "casa-5-litri").

Per edifici della categoria C il calcolo, controfirmato dal direttore lavori, va depositato presso il Comune; per quelli della categoria A e B la verifica e il rilascio della certificazione è invece compito dell'Ufficio provinciale Aria e Ru-



more.

Inoltre, per evitare che la certificazione possa essere persa o dimenticata, la si rende totalmente pubblica e visibile con una targhetta, rilasciata dalla Provincia, da applicare all'entrata dell'abitazione, in genere vicino al numero civico.

La determinazione degli indici termici avviene con uno specifico sistema di calcolo basato su una serie di fattori di consumo per il riscaldamento e l'acqua calda, fra i quali le caratteristiche di chi ci abita, i fattori climatici (temperatura esterna, direzione e velocità del vento, irraggiamento solare, umidità/pioggia) e le impostazioni costruttive e impiantistiche.

CasaClima riguarda essenzialmente il livello energetico e non il tipo di costruzione, ma è stato introdotto anche un livello qualitativo ulteriore, un "più" dato a quegli edifici - di classe A o B - che adottano criteri ecologici sia nella scelta dei materiali da costruzione (solo prodotti ecocompatibili e innocui per la salute), sia nell'esclusione totale di fonti energetiche di origine fossile; inoltre deve essere presente almeno un ulteriore elemento ecologico, a scelta fra impian-

to fotovoltaico, collettori solari per l'acqua calda o il riscaldamento, riutilizzo delle acque piovane, tetto verde, costruzione in legno, argilla o paglia.

Per la valutazione dei materiali e degli elementi edili si esaminano i processi critici di produzione, smaltimento o riciclaggio, ma anche le caratteristiche cancerogene e dannose per la salute o gli effetti che provocano mutazioni e sterilità; di fatto non ci devono essere: isolanti termici sintetici come polistirolo espanso ed estruso e poliuretano (ne è consentito il 3 per cento all'esterno, con un massimo di 20 metri quadrati); pavimenti, finestre e porte in Pvc; impregnanti chimici per il legno, di colori e di vernici contenenti solventi (vietatissimi in ambienti chiusi); legno tropicale.

Di fatto, attraverso il certificato CasaClima vengono resi più vincolanti i criteri di una costruzione ecocompatibile, favorendo quindi costruzioni compatte, ottimo isolamento termico, aera-zione controllata, utilizzo passivo rafforzato dell'irradiazione solare (spesse vetrate sulla facciata sud) e utilizzo attivo del sole (collettori solari, fotovoltaici).

Oggi in Alto Adige ci sono 28 edifici di classe A, 90 di classe B, 27 CasaClima Apiù e altrettanti CasaClima Bpiù, ma l'aspetto più importante è che fra quelle in fase di certificazione (circa 60) nessuna è di classe C, indicando quindi il progressivo radicamento di un approccio ecocompatibile al mondo delle costruzioni, oltre che aprire scenari di notevole interesse: tre quarti delle abitazioni altoatesine sono state realizzate prima del 1981, che consumano in media tre volte di più rispetto alla classe C e per il loro risanamento richiederebbero una spesa di circa 3 miliardi di euro (calcolando un patrimonio di 150 mila abitazioni da 80 metri quadri e un costo di risanamento pari a 250 euro al metro quadro l'una); risanandone il 3 per cento ogni anno gli investimenti sarebbero di

circa 100 milioni di euro l'anno.

L'idea vincente di CasaClima nasce dalla constatazione che in passato i proprietari degli edifici non disponevano di nessuna informazione sul loro consumo energetico, oppure erano molto tecniche e di difficile comprensione, tanto che l'applicazione degli standard di risparmio energetico era l'eccezione e non la regola.

Il marchio di qualità punta invece sulla partecipazione volontaria del proprietario, permettendogli di scegliere in modo consapevole la classe di efficienza energetica da raggiungere e rendendo più chiare - perchè codificate - le richieste al progettista e al costruttore; inoltre, con il certificato CasaClima sono resi trasparenti i futuri costi energetici, facilitate le decisioni di acquisto o affitto o la stessa pianificazione degli investimenti necessari.

Il caso Roma

Un secondo tipo di approccio è quello adottato dal Comune di Roma nel febbraio scorso, più mirato alla diffusione dell'energia solare e al recupero/risparmio dell'acqua.

Il principio impositivo è simile a quello adottato a Bolzano, cioè si modifica il



Regolamento edilizio vincolando l'abitabilità all'adozione di una serie di misure per il risparmio energetico, l'utilizzazione di fonti rinnovabili di energia e risparmio delle risorse idriche, da applicare alle nuove costruzioni e alle ristrutturazioni dell'esistente, eccetto che nella città storica.

La differenza è che qui non si utilizza la chiave del certificato di efficienza energetica e di ecocompatibilità dei materiali e degli impianti, ma la presenza di fonti alternative di energia per l'illuminazione e di quelli solari per l'acqua calda e di misure per recuperare l'acqua piovana e per contenere i consumi idrici, specie nello scarico dei wc e nei rubinetti. Il



tutto certificato da una perizia giurata. Per la precisione, le nuove norme prevedono che fino al 2007 tutti i nuovi edifici, pubblici e privati, devono coprire almeno il 15 per cento del proprio del fabbisogno energetico con sistemi passivi di contenimento e un altro 15 per cento con pannelli fotovoltaici o altre fonti di energia rinnovabili (le eventuali soluzioni alternative ai pannelli solari devono essere valutate da una Commissione tecnica per la certificazione energetica degli edifici); dal 2008 la quota cresce al 30 per cento in generale e al 50 per cento per gli interventi pubblici e per quelli privati costruiti in deroga o inseriti nei diversi programmi di recupero urbano.

Per tutti, da subito, è invece obbligatorio coprire con fonti di energia rinnovabili almeno il 50 per cento del fabbisogno per acqua calda sanitaria.

Come misura di incentivazione, nel calcolo del volume imponibile sono esclusi: una parte dello spessore dei muri esterni di tamponamento (un massimo di 20 centimetri oltre i 30) e dello spessore dei solai (25 centimetri oltre i 20); il vano sul tetto o il sottotetto destinato agli impianti e ai serbatoi.

Per quanto riguarda i sistemi di accumulo e riutilizzo delle acque piovane, e di risparmio idrico, le norme romane prevedono che in caso di superficie di verde condominiale o di pertinenza superiore a 30 metri quadrati si deve realizzare un sistema di accumulo e recupero di almeno il 70 per cento delle acque piovane, da utilizzare poi per l'irrigazione, la pulizia delle parti comuni e gli scarichi dei water.

In casa, le cassette d'acqua per i water devono avere i comandi (ormai usuali) per almeno due diversi volumi di acqua, mentre le rubinetterie devono essere dotate di miscelatore aria ed acqua.

Inoltre le superfici esterne devono essere permeabili, almeno per metà della loro superficie.

Il comune stima che realizzare un edificio costerà il 15 per cento in più, coperto però dell'aumento del valore dell'immobile e dal risparmio sulle forniture idriche ed energetiche.