

Recentemente in molti abbiamo *risco-
perto l'acqua calda*; si tratta di una
riscoperta apparentemente banale che,
a volte, riesce però ancora a stupire. Un po' è
dovuto ai finanziamenti per l'installazione di
sistemi per la produzione solare termica, un
po' per le norme cogenti di molti nuovi
Regolamenti Edilizi, un po' forse anche per
una più matura coscienza ecologica o per il
prezzo del petrolio in continua ascesa. Nel
mondo attualmente sono attivi circa 100.000
m² di collettori solari termici, pari a oltre
70.000 MW di capacità installata che, in modo
più o meno complesso, riscaldano l'acqua
utilizzando il sole

Nel lontano 1987, camminando per Kerava nei
dintorni di Helsinki in una fredda giornata di
gennaio (-26°C), chiesi ad un signore di spie-
garmi il funzionamento dell'impianto solare
termico montato sul tetto dell'edificio in cui
viveva.

Con gentilezza nordica si aprì in un sorriso e
mi invitò ad entrare nel suo appartamento; in
cucina azionò il rubinetto dell'acqua calda e
disse: "Quest'acqua è riscaldata dal sole fin-

*landese della scorsa estate. Lo sa che in
Finlandia abbiamo più ore di sole di quante se
ne registrano nel golfo di Napoli? (confesso
che non lo sapevo) Purtroppo sono concentra-
te nel periodo estivo e così ci troviamo
costretti a raccogliere il calore del sole in
estate, pomparlo in profondità nel terreno per
poi recuperarlo in inverno..... con qualche
perdita, purtroppo."*

Il sistema utilizzato a Kerava era straordinario,
verso l'esterno dei semplici collettori solari
piani per trasformare l'energia solare in cal-
ore, quindi un complesso sistema di scambia-
tori per riscaldare una collina in estate e recu-
perare il calore in inverno. Il monitoraggio del
sistema è stato condotto per circa quindici
anni dando risultati interessanti.

L'acqua calda che potrebbe sgorgare dai
nostri rubinetti non deve necessariamente
provenire da un sistema tanto complesso e, di
norma, bastano pochi semplici elementi per
coprire oltre il 50% dei costi energetici per il
riscaldamento dell'acqua calda sanitaria con
fonte solare.....d'altra parte non siamo forse
considerati il paese del sole?

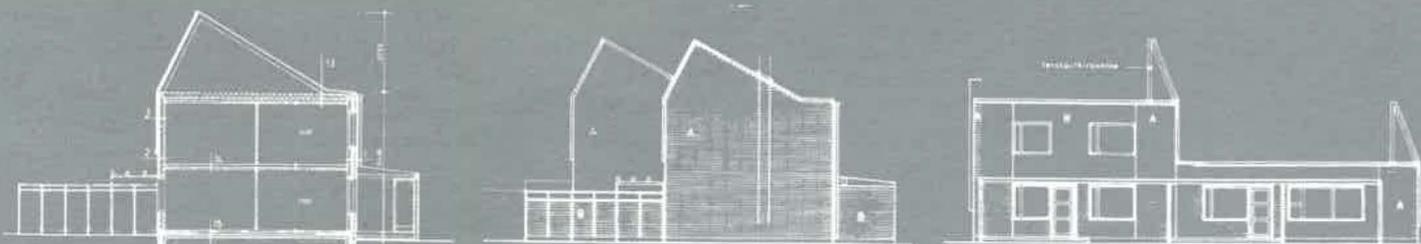
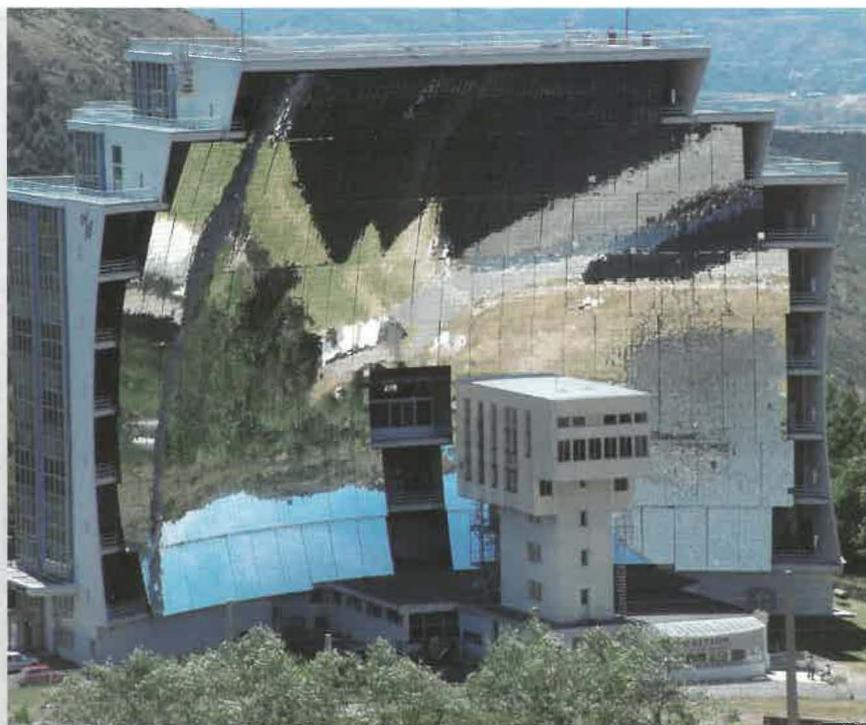
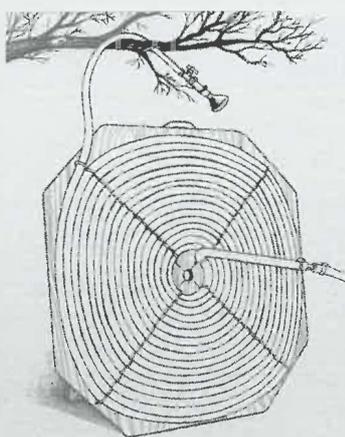
Dalla Finlandia al Messico

A fianco, schema di
realizzazione di un
pannello autoconstrui-
to per il riscaldamen-
to di acqua calda
sanitaria (da un ma-
nuale messicano per
l'autocostruzione).

A destra, immagine
del forno solare sui
Pirenei francesi ad
Odeillo.

Il sistema a concen-
trazione è utilizzato
per fondere lastre di
acciaio (foto arch.
Marino Ferrari).

Sotto, sezione degli
edifici realizzati a
Kerava in Finlandia.



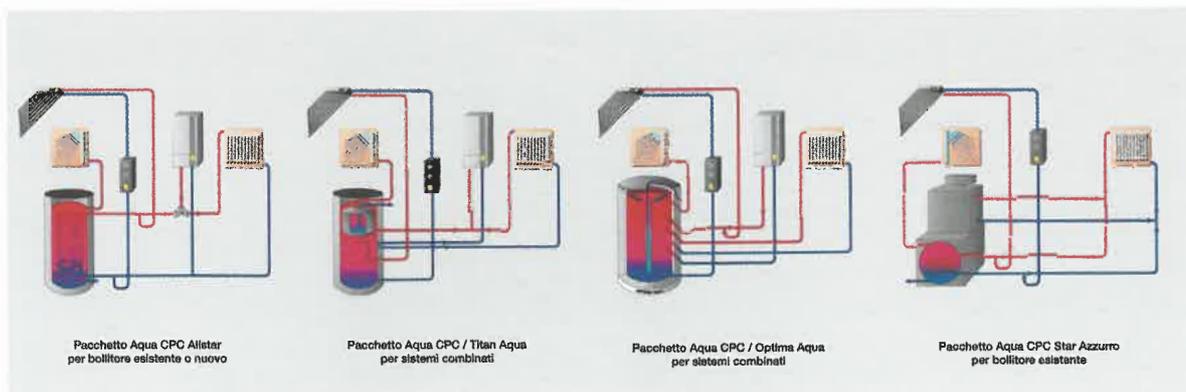
SCOPRIRE... L'ACQUA CALDA

Trasformare l'energia solare in calore: dai pannelli autocostruibili alle più complesse tecnologie di captazione. L'integrazione architettonica, il nodo ancora da sciogliere. Tipologie, costi e rendimenti

Alessandro Rogora

A photograph of a modern building under construction. The roof is covered with a grid of solar collectors. The building has large windows and balconies. Scaffolding is visible on the right side of the building. The sky is clear and blue.

Interessante soluzione morfologica tra il sistema di collettori e un edificio di nuova costruzione (Germania del sud).



Cos'è e come funziona un collettore solare termico

Per collettore solare termico si intende qualsiasi dispositivo capace di convertire efficacemente l'energia elettromagnetica, associata alla radiazione solare, in energia termica disponibile per l'utente; il collettore solare termico trasferisce quindi la massima parte dell'energia radiante ad un fluido termovettore (aria o acqua) che può trasportarla e trasferirla ad un accumulo.

Un collettore solare sfrutta l'effetto selettivo del vetro che risulta trasparente alla radiazione ad onda corta in ingresso (luce) ed opaco a quella infrarossa in uscita (calore). La radiazione infrarossa, intrappolata dal collettore, produce un aumento di temperatura all'interno del pannello; il fluido termovettore rimuove il calore dal pannello trasportandolo al sistema di accumulo.

Un buon collettore solare termico sarà dotato di:

una superficie esposta al sole con elevata trasparenza alla radiazione visibile ma poco trasparente all'infrarosso, una superficie di captazione con buon assorbimento radiante ed emissività della radiazione contenuta (assorbitore selettivo) e un elevato isolamento termico dell'involucro per contenere le perdite di calore per conduzione.

L'elemento trasparente rappresenta la principale fonte di dispersione energetica nel pannello in quanto non è possibile incrementarne significativamente la resistenza termica come invece è possibile fare con la parte opaca del pannello; in questi anni le soluzioni tecnologiche messe a punto hanno proprio cercato di ridurre queste dispersioni.

Tipologia di collettori solari termici

Esistono diversi modi per produrre ed utilizzare

Solare termico: i motivi del successo

Le ragioni del rinnovato successo del solare termico sono almeno di quattro tipi:

- l'aumento del costo del petrolio (oggi sopra i 70 € al barile) che ha portato a ridurre i tempi di ritorno degli investimenti per l'installazione di pannelli solari per il riscaldamento dell'acqua sanitaria e la parallela maggiore affidabilità dei pannelli presenti sul mercato;

- l'accresciuta coscienza ecologica che in questi anni si è sempre più affermata tanto che il comportamento ecologico tende sempre di più ad essere considerato "virtuoso" anche dalla gente comune;

- l'attenzione dei media sui temi delle abitazioni bio-ecologiche a risparmio energetico, gli impianti termici a basso consumo;

- i finanziamenti e gli sgravi fiscali che hanno permesso di intervenire riducendo gli extra costi di investimento.

Il solare termico ha un passato che affonda le radici nella leggenda degli specchi ustori di Archimede, un presente che vede la diffusione significativa del solare termico a bassa temperatura ed un futuro che porterà ad una diffusione sempre maggio-

re di questa tecnologia per le piccole applicazioni residenziali e, forse una diffusione anche per applicazioni collegate a macchine ad assorbimento per la produzione del freddo utilizzabili anche in ambito terziario.

Per quanto riguarda l'utilizzo a medie ed alte temperature (produzione di vapore e corrente elettrica) la situazione è certamente meno chiara; da un lato sono in corso interessanti sperimentazioni (programma Elios), dall'altro la concorrenza con altre fonti di energia (tipo il ritorno al nucleare) potrebbe inibire ogni forma di sviluppo in questa direzione.

Attualmente si parla molto del solare fotovoltaico per diversi motivi:

- in primo luogo per gli elevati finanziamenti che hanno reso appetibile l'installazione di sistemi fotovoltaici (programma 10.000 tetti fotovoltaici);

- per il fatto che si tratti di una tecnologia relativamente nuova e capace di produrre energia pregiata come l'elettricità, non della semplice acqua calda;

- per l'integrazione di sistemi fotovoltaici in

architettura contemporanee di un certo interesse ed una discreta qualità. Quasi tutti i grandi nomi dell'architettura contemporanea hanno, infatti, inserito in alcuni loro progetti dei sistemi fotovoltaici e questo ha certamente dato visibilità a questa tecnologia.

Un utilizzo del solare termico non solo per la produzione di acqua calda ma anche come integrazione al riscaldamento pone alcuni problemi, il principale è il surplus di energia termica nel periodo estivo che deve essere scaricata da qualche parte per non portare all'ebollizione dell'acqua nell'accumulatore.

Attualmente esistono parecchi impianti che permettono coperture "parziali" del carico termico invernale, ma la frazione di riscaldamento solare è relativa, diverso è il caso in cui nel periodo estivo l'acqua calda possa essere utilizzata in macchine ad assorbimento (per il condizionamento) oppure nel riscaldamento di grandi masse d'acqua (piscine). In questo caso l'unico limite è quello economico del costo di installazione.

Impianti solari termici

Tipologia	Temperatura	Applicazioni
Bassa temperatura	Fino a 120°C	Edilizia/usi civili
Media temperatura	Fino a 500°C	Produzione energia elettrica
Alta temperatura	Fino a 1000°C	Produzione energia elettrica

Collettori solari termici per usi civili

Tipologia	Condizioni e periodo d'uso	Temperatura H2O	Applicazioni
Non vetrati	Stagione estiva	Max 40°C	Riscaldamento piscine e docce in spiaggia.
Ad accumulo	Condizioni climatiche miti (perdono calore verso l'esterno).	Max 60°C	
Piani vetrati (a piastra)	Tutto l'anno, anche in presenza di pioggia o grandine, ma a latitudini inferiori.	60-80°C	Produzione di acqua calda sanitaria
Tubolari sottovuoto	Tutto l'anno, anche in condizioni climatiche rigide e radiazione solare limitata.	oltre 90°C	Produzione di acqua calda sanitaria ed integrazione del riscaldamento

l'energia solare e, in particolare, esistono tre tipi di impianti solari termici: a bassa temperatura (fino a 120 °C) a media ed alta temperatura (rispettivamente fino a 500°C e fino a circa 1000°C).

In edilizia gli unici impianti che trovano applicazione sono quelli a bassa temperatura, mentre gli

impianti a media ed alta temperatura possono essere utilizzati solo in particolari condizioni e normalmente vengono impiegati per la produzione di energia elettrica.

I collettori solari termici per usi civili sono sostanzialmente divisi in quattro categorie:

- vetrati piani;
- tubolari sottovuoto;
- non vetrati;
- ad accumulo integrato.

Ognuna di queste tipologie ha specifici ambiti di applicazione, regole di installazione, costi, pro e contro nell'uso e nella gestione.

Collettori non vetrati

I collettori non vetrati sono utilizzabili nella sola stagione estiva in quanto il loro funzionamento richiede temperature dell'aria superiori ai 20°C e la temperatura dell'acqua in uscita non supera generalmente i 40°C. Questi collettori sono normalmente realizzati con tubi in polipropilene (più raramente in PVC o neoprene), hanno costi molto inferiori rispetto ai collettori vetrati e sono utilizzati per il riscaldamento di piscine, docce per stabilimenti balneari, ecc.

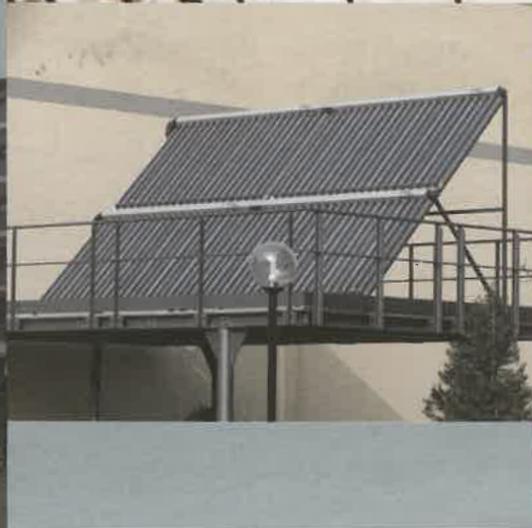
Collettori ad accumulo

I collettori ad accumulo sono collettori che integrano la captazione energetica e il sistema di accu-

Integrazione architettonica

A destra e sotto a destra, inserimento di pannelli solari in edifici esistenti.

Sotto, inserimento di pannelli solari al piede di un edificio multipiano a Saronno (progetto impiantistico ed immagini arch. Carlo Barrese).

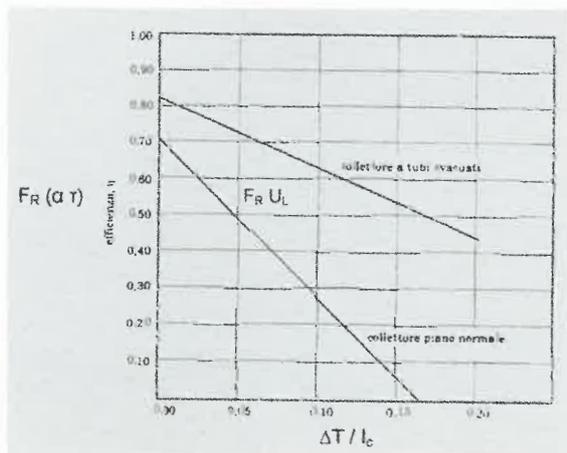


mulo in un unico elemento. Non si tratta di collettori solari termici con un bollitore integrato (caso di cui parleremo dopo) ma di un collettore in cui il fondo della vasca funge sostanzialmente da assorbitore ed accumulo. I limiti di questo tipo di collettori è dato dalle limitate temperature di esercizio (normalmente non superiori ai 60°C), al peso del sistema (spesso superiore ai 300 kg) e alle perdite di calore verso l'esterno che ne limitano l'utilizzo a condizioni climatiche relativamente miti.

Collettori solari piani e tubolari

Nell'edilizia residenziale le tipologie più diffuse per la produzione di acqua calda sanitaria sono sostanzialmente quelle dei collettori piani vetrati (a piastra) e quella dei collettori tubolari sottovuoto.

I collettori piani vetrati sono composti da una struttura opaca isolata che contiene l'assorbitore con i tubi in cui scorre il fluido termovettore e una superficie trasparente di captazione (normalmente



un vetro) in grado di resistere alle azioni meccaniche (pioggia, grandine, ecc.) e agli stress termici estivi ed invernali.

I collettori tubolari sottovuoto sono generalmente realizzati con un doppio tubo di vetro al cui interno viene realizzato il vuoto in fase di assemblaggio. L'assenza di aria riduce significativamente le perdite per trasmittanza attraverso la superficie trasparente mentre la presenza di un film selettivo depositato sulla faccia esterna del tubo interno riduce le perdite per irraggiamento.

Il collettore tubolare è dotato di un assorbitore posto al centro del tubo e, a volte, di uno specchio parabolico retrostante che migliora l'efficienza di captazione aumentando la superficie di raccolta dell'energia raggiante incidente.

I pannelli sottovuoto hanno un ottimo rendimento in tutti i mesi dell'anno e sono particolarmente adatti anche per zone con condizioni climatiche rigide e radiazione solare limitata, mentre i pannel-

Analisi dei costi

Costo medio di un impianto solare per la produzione di acqua calda sanitaria realizzato con collettori pannelli per 4 persone.

Collettori	5 m ²	1.500 €
Accessori per il montaggio		200 €
Pompa, vaso espansione		350 €
Tubo in rame		200 €
Sonda termica + tubo isolato		500 €
Serbatoio coibentato e miscelatore		1.000 €
Centralina		200 €
Altri materiali		200 €
Montaggio e messa in opera		700-1.000 €
TOTALE		4.850-5.150 €
IVA 10%		485-515 €
Progetto e documentazione		Da valutare

li piani hanno un costo decisamente minore e sono più diffusi a latitudini inferiori.

Integrazione impiantistica

I problemi di integrazione impiantistica vengono ormai risolti con una certa facilità con la sostituzione del bollitore convenzionale con uno, solitamente di dimensioni maggiori, dotato di un doppio circuito che permetta ai collettori solari di cedere la massima quantità possibile di energia termica da fonte solare e alla caldaia di integrare l'energia mancante quando necessario.

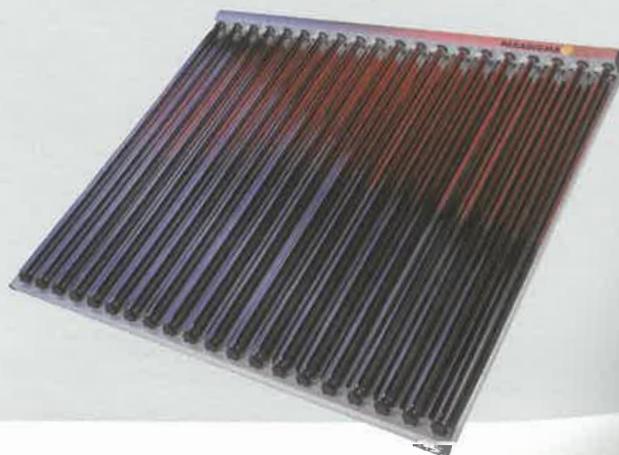
Per una casa unifamiliare si tratta, di norma, di bollitori verticali da 300 fino a 500 litri, che permettono una buona stratificazione termica all'interno del serbatoio permettendo di sfruttare al massimo il contributo solare. Considerando l'elevato spes-

A sinistra, rendimento tipico di un collettore piano e un collettore sottovuoto.

Tubolari sottovuoto

CPC Inox è un collettore sottovuoto ad alto rendimento che non risente di scompensi di resa in funzione della stagione.

Per l'effetto termos generato dall'intercapedine sottovuoto, la dispersione termica è ridotta al minimo; unendo anche una caldaia a condensazione o a pellets il sistema solare diventa un impianto di riscaldamento ecologico completo (Paradigma).

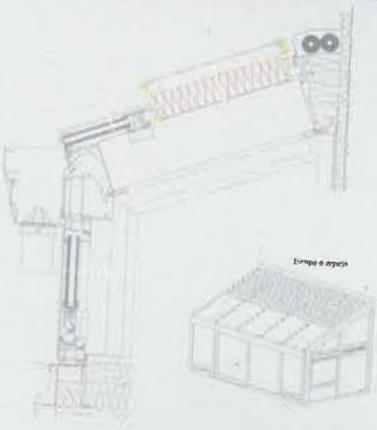
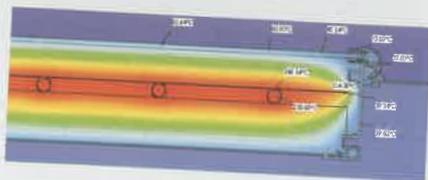


Piani vetrati

A destra, in alto, Supersolar funziona a circolazione naturale, tramite convezione, sfruttando alla legge fisica per cui i liquidi caldi salgono, mentre quelli freddi scendono. Il liquido contenuto nei pannelli solari viene scaldato dal sole e, diventando più leggero, sale nel serbatoio, situato più in alto rispetto ai pannelli.

L'adozione di questo sistema di circolazione naturale elimina la necessità di termoregolazioni del circuito antigelo ed evita l'utilizzo di pompe e motori (Solar Systems).

A destra, immagini centrali, i collettori piani della linea Kompakt sono adatti per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria, per l'integrazione con l'impianto di riscaldamento e per il riscaldamento delle piscine. Garantiscono prestazioni ottimali, durata e facilità di montaggio (Schüco).



A sinistra e sotto, il sistema Compact ottimizza le prestazioni e i consumi; garantisce fino all'80% di copertura del fabbisogno di acqua calda sanitaria, tempi di montaggio ridotti. E' adatto ad ogni tipo di abitazione (Sonnenkraft).



sore d'isolamento le dimensioni del bollitore possono variare tra 170 e 200 cm in altezza ed tra i 60 ed i 100 cm di diametro.

Integrazione architettonica

L'integrazione dei collettori solari nell'architettura rimane invece ancora abbastanza problematica; l'inclinazione più adatta per i collettori (per Milano tra i 45° ed i 55°) è infatti decisamente superiore a quella delle normali falde del tetto (di norma intorno ai 23°), con il risultato che per ottenere risultati migliori viene spesso realizzata un'apposita struttura di sostegno ai pannelli che poco si integra con l'edificio. Non è un caso che i risultati più interessanti si abbiano quando il progettista decide di sfuggire il totale mimetismo dei pannelli.

Riduzione dei consumi e ritorno dell'investimento

L'impiego di collettori solari termici per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria riduce i consumi energetici e quindi le emissioni di CO₂ che per i sistemi tradizionali sono dell'ordine di: 0,07 Kg CO₂/ MJ nel caso di caldaie a gas e 0,2 Kg CO₂/ MJ nel caso di boiler elettrici.

Il tempo medio di ritorno dell'investimento per l'installazione di un impianto solare per la produzione di acqua calda che copra circa il 50% del fabbisogno annuale, si pone tra i 6 ed i 7 anni con un extra-costi complessivo dell'ordine dello 1%-3% sui costi di costruzione (0,5% per il costo del pannello, il resto per installazione, bollitore, centraline, tubi di collegamento, ecc.).

Se consideriamo un edificio unifamiliare a Milano, utilizzato da una famiglia di 5 persone, con un consumo medio annuo di 73 m³ di acqua calda, possiamo coprire metà del fabbisogno con 2 m² di collettori tubolari sottovuoto.

A Milano 1 m² di collettore ben orientato (orientamento sud con deviazione massima di 15° e inclinazione di 45° rispetto al piano orizzontale), rende infatti circa 700 kWh e 1.400 kWh sono proprio la quantità di energia necessaria per riscaldare l'acqua proveniente dall'acquedotto alla temperatura di utilizzo.

Nel sud Italia sarebbe stato sufficiente un pannello di dimensioni inferiori di circa il 30% in quanto il rendimento di captazione sale a circa 1.000 kWh all'anno, salvo ricordare poi che i pannelli non possono essere scelti di una dimensione qualsiasi ma è necessario considerare il taglio dei pannelli come modulo per il dimensionamento.

Dal punto di vista normativo la situazione è abbastanza complessa. Da un lato le nuove normative per il contenimento dei consumi energetici (D.Lgs. n.192/2005 di recepimento della Direttiva 02/91/CE sull'efficienza energetica negli edifici) prescrivono per gli edifici di nuova costruzione la predisposizione per l'installazione di impianti solari termici e fotovoltaici, dall'altra la normativa edilizia locale prescrive spesso l'utilizzo di finiture diverse e specifiche per i manti di copertura (per esempio pietra o laterizio) vietando espressamente l'uso di materiali diversi.

Sono quindi vietate finestre in falda, scossaline a vista, tubi e pannelli in vetro, ecc. Bisogna comunque riconoscere che negli ultimi tempi l'attenzione ai crescenti problemi ambientali ed ai costi energetici ha portato ad una maggiore disponibilità verso le tecnologie e gli impianti energeticamente efficienti e le resistenze normative tendono, quindi, a diminuire.