

## Il solare termico alla svolta

Trattando di riscaldamento ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria è giunto il momento di superare il concetto di impianto solare e passare piuttosto alle unità solari prefabbricate, inserite nella costruzione al posto di altrettante porzioni dell'involucro edilizio. Ecco dunque sull'utilizzo solare una risposta alle obiezioni del recente periodo: problemi di estetica, insufficiente ritorno economico, complicazioni impiantistiche.

di Vittorio Bearzi

Da tempo l'architettura ricerca nuovi modelli nella certezza di non poter escogitare un moderno modello del costruire senza tener conto dell'attuale situazione mondiale nel campo dell'approvvigionamento energetico. Nessuno oggi può ancora pensare che la crisi in atto possa risolversi intraprendendo azioni persuasive nei confronti dei proprietari dei pozzi petroliferi: si tratterebbe comunque di prolungare un'agonia dai punti di vista economico, energetico e ambientale, senza entrare in considerazioni che riguardano la politica internazionale, la pace mondiale e addirittura il rispetto della dignità umana.

Alcuni importanti passi nel progresso dei sistemi e dei componenti si vanno compiendo o si sono già compiuti un po' ovunque. Si pensi ai collettori sottovuoto che consentono di raggiungere efficienze e temperature più elevate a parità di altre condizioni e, in una direzione tutta diversa, all'installazione dei collettori solari nel corpo dell'involucro murario: un esempio di integrazione edilizia con collettori solari termici e fotovoltaici è rappresentato alla figura 1 e si tratta senz'altro di un avanzamento ragguardevole in senso edilizio.



SENÚCO INTERNATIONAL

- 1 Esempio di integrazione edilizia con inserimento in una copertura a falda inclinata di ventidue collettori solari fotovoltaici e tre termici combacianti su di un unico piano a combinazione modulare.
- 2 Edificio residenziale con parete realizzata in parte con moduli prefabbricati di captazione solare e utilizzazione controllata dell'energia per climatizzazione invernale e preparazione di acqua calda sanitaria.



ELIO & EOLO

2

### Ricerca di uno spazio

Su queste pagine si è spesso trattato dei problemi che risultano caratteristici del solare termico, principalmente legati alla collocazione esterna e alla necessità, al di là degli aspetti estetici, di proteggere i componenti dagli eventi esterni, a cominciare dalla grandine, e provvedere al sostegno e ancoraggio in modo sicuro, risolvendo diversificati problemi in relazione all'inclinazione dei collettori. Talvolta è addirittura necessario costruire una vera e propria struttura secondo UNI 10011-73 verificandola ai carichi di esercizio, permanenti e accidentali, come da UNI 10012-67.

Notevole il passo in avanti realizzato con lo scegliere la posizione verticale per l'installazione dei collettori, il che limita i problemi di ancoraggio e risolve molto bene la coincidenza fra i periodi di massimo carico termico per l'edificio servito con la miglior posizione di captazione: infatti il raggio solare, intorno al solstizio d'inverno, si avvicina alla perpendicolare ai captatori. Benissimo anche per l'aver allon-

tanato il problema estivo dovuto al surriscaldamento, evitando la stagnazione. Rimaneva in sospeso la necessità di trovare spazi per l'installazione dei collettori in qualsiasi tipologia edilizia, considerando le difficoltà di occupare le coperture a falda e non disponendo di altri spazi utilizzabili. Andava nel contempo perseguita la massima semplicità impiantistica, che in sintesi si riconduce all'indipendenza circuitale.

### Prefabbricazione e integrazione

La soluzione a tutto questo sta nella prefabbricazione e nell'integrazione edilizia globale. Gli studi svolti a questo proposito hanno condotto alla definizione di un prodotto che si identifica come unità edilizia di conversione dell'energia solare. È l'esito di un programma di ricerca italiano, sviluppatosi in una sequenza progettuale e poi nella costruzione di prototipi, nella loro sperimentazione sul campo e quindi nella produzione dell'unità termica ed edilizia qui presentata e descritta, i cui brevetti difendono principi e

criteri di integrazione costruttiva, di semplicità di sistema, di provata protezione da inconvenienti tipici e di massima captazione solare utile.

Il prefabbricato è destinato alla climatizzazione invernale di abitazioni civili o di ampi ambienti di vita e di lavoro e non determina necessità di alloggiamento dei collettori solari all'esterno dell'involucro. Trattasi piuttosto di un monoblocco prefabbricato consegnato alla costruzione già funzionante, da adottare quale normale componente.

La figura 2 suggerisce un edificio plurifamiliare di forme molto semplici e usuali, realizzabile in qualunque dimensione e posizione del tessuto urbano, la cui facciata Sud può essere in parte composta da unità solari monoblocco consegnate al cantiere funzionanti, indipendenti dall'impiantistica interna all'edificio salvo che per i collegamenti di:

- energia elettrica per circolazione interna del fluido termovettore;
- adduzione idrica per alimentazione del servizio acqua calda;

3 Modulo per la climatizzazione invernale con produzione di acqua calda sanitaria. Il modello di serie, attrezzato con ventilconvettore, può servire più locali mediante canali d'aria di distribuzione con separati diffusori ovvero dotarsi di scambiatore interno per interagire con altri sistemi vista prospettiva del modulo (Patent pending, diritti riservati a Elio & Eolo srl di Padova).



3

**Tab. 1 - Valori limite della trasmittanza termica  $U$  delle strutture verticali opache, espressa in  $W/m^2K$ , per effetto del decreto legislativo 19 agosto 2005 n°192 - allegato c.**

Zona climatica	dal 1 gennaio 2006 $U$ ( $W/m^2K$ )	dal 1 gennaio 2009 $U$ ( $W/m^2K$ )	Elio Domus® $U$ ( $W/m^2K$ )
A	0,85	0,72	0,28
B	0,64	0,54	0,28
C	0,57	0,46	0,28
D	0,50	0,40	0,28
E	0,46	0,37	0,28
F	0,44	0,35	0,28

In attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia, il decreto legislativo 19/08/2005 n. 192 prescrive per tutte le categorie di edifici, ad eccezione degli edifici industriali, che la trasmittanza  $U$  delle strutture opache verticali risulti inferiore o uguale ai valori riportati in tabella.

La trasmittanza unitaria del modulo Elio Domus®, descritto in figura 4, è in tutti i casi inferiore ai limiti.

■ scarico per evacuazione in caso di guasto e per convogliamento della condensa nel caso di funzionamento combinato con sistemi di climatizzazione estiva.

L'unità, qui descritta e rappresentata nel dettaglio alla figura 3, si adatta sia all'edilizia residenziale urbana, sia alle abitazioni singole, inserendosi nelle facciate rivolte a Sud. L'unità entra in funzione nelle ore di insolazione utile, trasferendo il calore captato all'ambiente interno e all'accumulo dell'acqua calda sanitaria in modo automatico senza

alcuna necessità di pilotaggio. Il modulo solare sostituisce la corrispondente quota di involucro edilizio garantendo le prestazioni tradizionali di una parete (strutturali, anti-intrusione, di resistenza alle sollecitazioni esterne e agli agenti atmosferici, coibenza e difesa acustica) ed è costruito con materiali eco compatibili e interamente riciclabili. Si inserisce in un ambiente di vita servito da impianti di tipologia usuale, sia di riscaldamento dei locali, sia di preparazione dell'acqua calda sanitaria senza interferire con i medesimi, mantenendone la sostanziale indipendenza del sistema. Ed è proprio la sua indipendenza circuitale ad assicurare la possibilità di interfaccia con le innumerevoli alternative impiantistiche attuate in edilizia civile, costituendo tuttavia un compendio idoneo a collaborare con l'impiantistica consacrata dall'attuale tradizione.

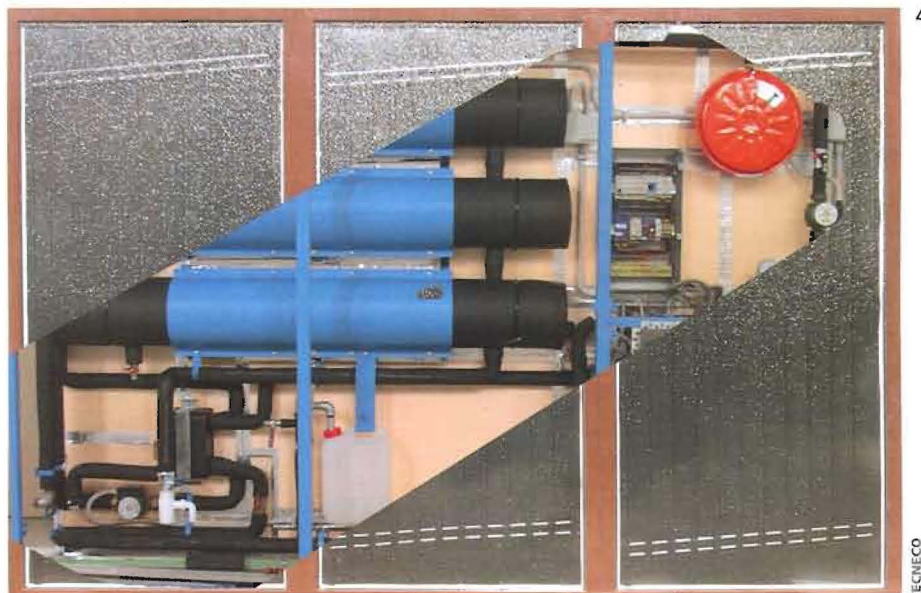
Il ventilconvettore scelto quale terminale di riscaldamento e incorporato nell'unità è flessibile alle diversificate esigenze, può essere attrezzato con una batteria di preriscaldamento alimentata dall'impianto ausiliario che, con adatta termoregolazione automatica, può fornire all'ambiente la quota di riscaldamento necessaria a raggiungere le condizioni volute anche in caso di maltempo: la semplice differenza fra il fabbisogno termico complessivo istantaneo e la disponibilità solare. Può inoltre essere attuato l'inserimento di una batteria di raffreddamento, da alimentarsi con una propria rete, per ottenere un completo servizio nell'intero arco annuale e, come soluzione opzionale, può essere costruita una canalizzazione per la diffusione dell'aria ad una pluralità di locali serviti. Si attua a questo modo, con il semplice intervento regolatore degli usuali termostati ambiente, l'afflusso di calore convettivo alla zona prescelta, nel mentre si realizza la riduzione del funzionamento dell'impianto termico alimentato a combustibili.

### Trasmittanza del prefabbricato

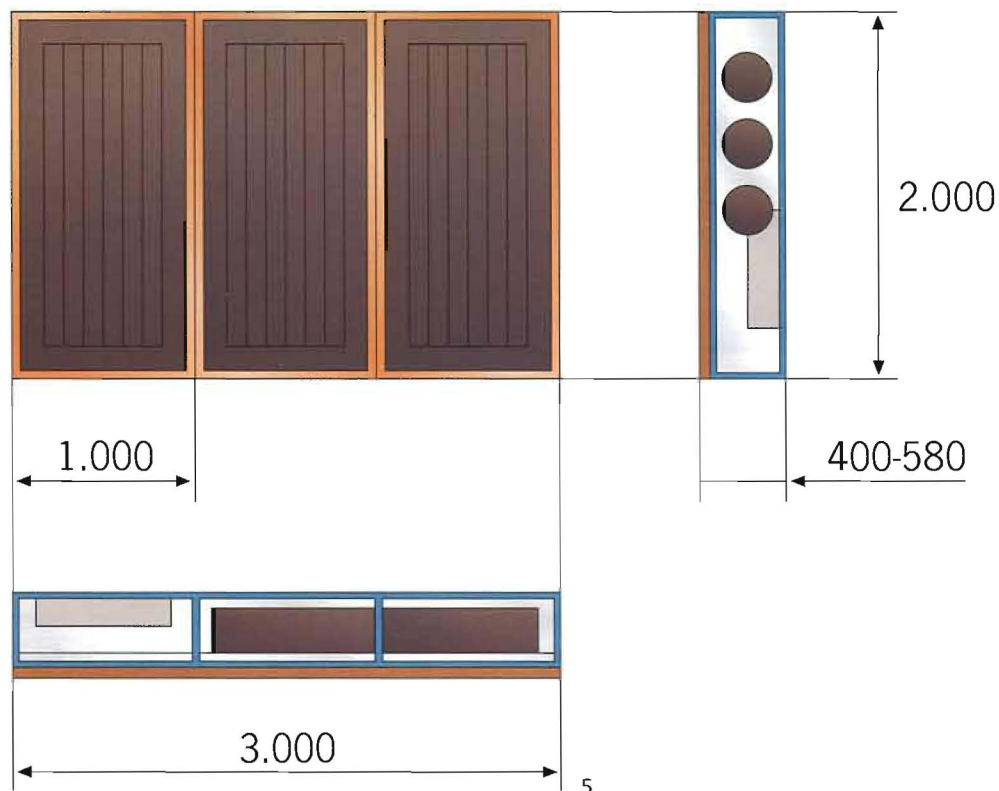
La sostituzione di una parte dell'involucro edilizio con componenti finalizzati all'utilizzo solare comporta la necessità di verifica della coibenza, essendo l'involucro edilizio stesso soggetto alle disposizioni di legge (decreto legislativo 19 agosto 2005 n. 192 – allegato C – tabella 2). La trasmittanza termica unitaria complessiva  $U$  del modulo risulta di  $0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ , ben inferiore ai valori minimali già in vigore e ancor più a quelli che diverranno obbligatori a far tempo dal 1° gennaio 2009, come si evince dalla tabella 1. Nelle zone a clima più rigido, ad esempio in zona climatica F, il limite della trasmittanza unitaria  $U$  fissata dal decreto risulta di  $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ , ben più elevato di quello effettivo realizzato del modulo edilizio solare qui descritto.

### Preparazione dell'acqua calda sanitaria

Il modulo rifornisce contemporaneamente i due servizi di riscaldamento e di preparazione dell'acqua calda sanitaria (figura 4): quest'ultima viene accumulata in una batteria di accumulatori a pronunciata stratificazione, della capacità complessiva di 100 litri, alimentati termicamente dal circuito solare a mezzo di uno scambiatore di calore a piastre in acciaio inox mantenuto in circolazione da un'apposita elettropompa a inserimento automatico. La produzione di acqua calda, con le dimensioni in atto (figura 5), risulta autosufficiente per massima parte della stagione estiva e garantisce un notevole contributo per il restante periodo, considerato anche il vantaggio di portare in accumulo a questo servizio i surplus termici non direttamente utilizzati dal servizio riscaldamento. Infatti lo scambio con il servizio acqua calda sanitaria avviene a valle del corpo scaldante per riscaldamento degli ambienti ed è pronto ad acquisire tutto il calore disponibile non appena sia soddisfatto il servi-



4 Spaccato dell'unità prefabbricata con vista dei componenti impiantistici interni. All'interno dell'unità è attivo un sistema di preparazione dell'acqua calda sanitaria con accumulatore di 100 litri a stratificazione progressiva, alimentato termicamente dal circuito solare tramite uno scambiatore a piastre in acciaio inox.



5 Esempio dimensionale del modello progettato per un alloggio medio-piccolo. Può adattarsi a pareti da 40 a 58 cm di spessore a seconda delle esigenze dell'edificio ospite.

**Tab. 2 – Potenza termica in entrata [W] con superficie captante utile netta di 5,13 m<sup>2</sup>, rivolta a Sud, in condizioni di cielo sereno (diretta + diffusa) nelle ore diurne e nei diversi mesi dell'anno.**

41° Latitudine Nord Roma	Ora solare								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Gennaio	497	1.342	2.136	2.559	2.671	2.492	2.075	1.181	420
Febbraio	749	1.637	2.252	2.520	2.579	2.439	2.144	1.415	413
Marzo	675	1.548	2.198	2.399	2.770	2.352	2.145	1.390	440
Aprile	403	1.160	2.292	2.425	2.495	2.381	2.234	1.029	181
Maggio	247	629	1.201	1.796	1.905	1.759	1.130	461	63
Giugno	350	533	1.130	1.410	1.748	1.363	1.077	409	125
Luglio	390	739	1.287	1.841	1.952	1.798	1.230	612	185
Agosto	534	1.075	1.915	2.001	2.013	1.944	1.868	941	279
Settembre	799	1.491	2.038	2.180	2.462	2.137	1.985	1.360	574
Ottobre	765	1.597	2.131	2.342	2.394	2.301	2.057	1.430	567
Novembre	665	1.473	2.087	2.275	2.310	2.309	2.026	1.342	446
Dicembre	497	1.415	2.067	2.509	2.528	2.422	2.054	1.280	262

45° Latitudine Nord Azzano Decimo (PN)	Ora solare								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Gennaio	403	1.195	1.984	2.408	2.484	2.341	1.924	1.034	134
Febbraio	646	1.517	2.167	2.456	2.535	2.375	2.073	1.319	454
Marzo	715	1.612	2.343	2.619	2.841	2.572	2.290	1.454	480
Aprile	483	1.278	2.178	2.526	2.618	2.482	2.120	1.147	262
Maggio	311	891	1.563	2.043	2.152	2.006	1.492	724	59
Giugno	325	743	1.449	1.834	2.027	1.786	1.396	619	100
Luglio	450	986	1.628	2.076	2.187	2.032	1.570	859	245
Agosto	646	1.270	1.992	2.270	2.309	2.213	1.945	1.136	391
Settembre	847	1.571	2.195	2.405	2.566	2.361	2.141	1.440	622
Ottobre	739	1.547	2.131	2.370	2.444	2.330	2.057	1.379	508
Novembre	465	1.233	2.010	2.308	2.374	2.342	1.950	1.102	247
Dicembre	17	790	1.896	2.481	2.550	2.393	1.883	662	14

zio riscaldamento. Lo scambio termico, e pertanto l'acquisizione di calore gratuito, è massimo nei momenti di maggior fabbisogno a fronte della temperatura dell'acqua in adduzione con il verificarsi del massimo salto termico. Chiaro che un completo servizio di acqua calda richiede un sistema di integrazione. Il più semplice, seppur discutibile sotto alcuni aspetti del corretto impiego dell'energia, consiste nell'inserimento di una resistenza elettrica da 1.200 W che postriscalda l'acqua di uno dei tre accumulatori a stratificazione progressiva, consentendo all'unità

solare la facoltà di far fronte al servizio di un alloggio con semplice servizio doccia nei periodi di maltempo e con vasca da bagno nelle giornate a cielo sereno.

Nei casi di preferenza all'impiego della vasca da bagno, che richiede una disponibilità tripla di acqua accumulata rispetto alla semplice doccia, sarà necessario provvedere ad un sistema di integrazione, utilizzando l'acqua accumulata dal "solare" come fluido entrante nello scaldacqua di caldaia. Questa soluzione non si renderà indispensabile nelle giornate di cielo sereno.

#### La funzione delle masse

In tutti i casi diviene ora più marcata l'indipendenza circuitale dai sistemi ausiliari e specialmente, per il servizio riscaldamento, si tende ad escludere il ricorso ai grandi serbatoi d'accumulo, elevando piuttosto le masse edilizie alla funzione di stoccaggio del calore solare eventualmente in surplus e per questo andrà privilegiata la collocazione delle masse murarie verso l'interno dell'abitato, portando gli isolamenti termici all'esterno, secondo la configurazione tipica del *capotto edilizio*.

46° Latitudine Nord Cavalese (TN)	Ora solare								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Gennaio	241	1.021	1.995	2.540	2.651	2.473	1.934	860	3
Febbraio	592	1.472	2.167	2.481	2.580	2.401	2.073	1.274	401
Marzo	718	1.611	2.382	2.705	2.810	2.658	2.329	1.453	483
Aprile	522	1.328	2.066	2.544	2.647	2.500	2.009	1.197	300
Maggio	318	980	1.668	2.048	2.145	2.011	1.597	812	66
Giugno	288	810	1.539	1.957	2.058	1.910	1.485	686	63
Luglio	458	1.072	1.731	2.086	2.187	2.043	1.674	944	253
Agosto	691	1.337	1.937	2.331	2.382	2.274	1.890	1.202	436
Settembre	851	1.572	2.232	2.481	2.545	2.437	2.178	1.441	626
Ottobre	698	1.519	2.148	2.412	2.505	2.372	2.074	1.352	467
Novembre	315	1.074	2.031	2.446	2.547	2.480	1.971	943	97
Dicembre	4	343	2.029	2.834	2.979	2.747	2.015	188	2

39° Latitudine Nord Cagliari	Ora solare								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Gennaio	676	1.514	2.115	2.424	2.489	2.357	2.055	1.353	599
Febbraio	767	1.629	2.242	2.521	2.575	2.440	2.134	1.408	431
Marzo	586	1.534	2.183	2.420	2.752	2.373	2.129	1.376	351
Aprile	373	1.093	2.174	2.344	2.425	2.300	2.117	962	152
Maggio	280	611	1.139	1.694	1.798	1.657	1.069	443	95
Giugno	388	545	1.052	1.313	1.607	1.266	1.001	421	163
Luglio	420	722	1.229	1.745	1.851	1.702	1.172	594	215
Agosto	519	1.041	1.855	1.972	1.993	1.915	1.808	907	264
Settembre	724	1.477	2.021	2.193	2.442	2.150	1.968	1.346	499
Ottobre	780	1.588	2.119	2.339	2.386	2.298	2.045	1.420	582
Novembre	704	1.500	2.087	2.269	2.290	2.302	2.027	1.369	486
Dicembre	545	1.459	2.079	2.486	2.491	2.399	2.065	1.324	310

### Comportamento termico nelle diverse località

Allo scopo di individuare l'apporto termico di una unità solare prefabbricata al servizio di riscaldamento e preparazione dell'acqua calda sanitaria di un alloggio si sono considerate quattro località italiane distribuite sul territorio italiano, rappresentative rispettivamente di edifici abitativi del centro Italia (ad esempio Roma), della pianura Padana (ad esempio in provincia di Pordenone ove ha sede la stazione sperimentale che ha dato inizio allo studio di ricerca), di una località a clima rigi-

do (ad esempio nel Trentino, una località a 1000 m s.l.m. ove è installato e monitorato un prototipo dell'unità prefabbricata) e una località fra le più favorite per insolazione (ad esempio Cagliari). Nelle quattro località si sono considerati alloggi a loro volta caratteristici di due realtà abitative tipiche, rispettivamente della superficie di 70 m<sup>2</sup> (un alloggio per single o per giovane coppia) e della superficie di 140 m<sup>2</sup> (casa monofamiliare o alloggio di una famiglia di medie dimensioni). In tutto si esaminano pertanto n. 8 esempi e infine si ricava la superficie captante teorica da considerare ottimale.

I risultati dei calcoli, utilizzabili per il confronto: alla tabella 2 i dati climatici delle quattro località e di seguito, alla tabella 3, i dati dimensionali.

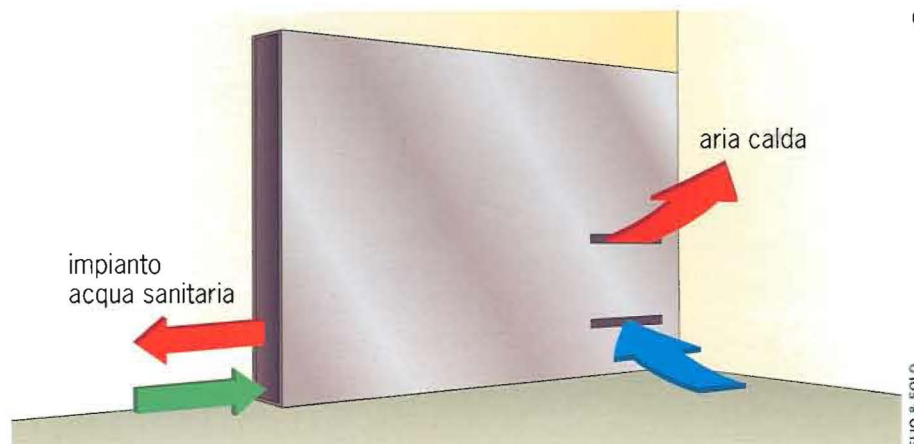
Con l'utilizzo del calcolatore si è provveduto alla determinazione del carico termico  $Q_s$  nelle condizioni limite di progetto e al calcolo del carico termico  $Q$  nelle condizioni medie per dispersione e ricambio d'aria durante le ore di soleggiamento di metà febbraio come risulta dalla:

$$Q = Q \left[ \frac{(\theta_{ip} - \theta_{md})}{(\theta_{ip} - \theta_{min})} \right]$$

**Tab. 3 – Calcolo eliotechico per due tipologie abitative rispettivamente di 70 e 140m<sup>2</sup> in quattro località caratteristiche.**

Valori da UNI 10349 Prospetto VII		Luogo	Unità di Misura	Roma		Cavalese (TN)		Azzano Decimo (PN)		Cagliari		
		Quota	[m.s.l.m.]	20	1000		24		4			
		Latitudine	[°]	41	46		45		39			
		Gradi giorno		1415	4028		2459		990			
		Periodo di riscaldamento		166	200 (Nessun limite)		183		137			
		Zona climatica		D	F		E		C			
		Categoria di legge		E 1.1	E 1.1		E 1.1		E 1.1		E 1.1	
Dimensioni abitazione	Superficie lorda dell'alloggio	$S$	[m <sup>2</sup> ]	70	140	70	140	70	140	70	140	
	Altezza utile	$H$	[m]	2,7		2,7		2,7		2,7		
Condizione di progetto invernale	Il calcolo invernale è riferito all'arco delle ore diurne di una giornata di metà febbraio											
Temperature da UNI 10349	Minima esterna di progetto	$\theta_{min}$	[°C]	0		-17		-5		3		
	Interna di progetto	$\theta_{ip}$	[°C]	20		20		20		20		
	Media esterna diurna nel mese di calcolo	$\theta_{md}$	[°C]	10,7		3		6,4		11,9		
Installazione superficie di raccolta solare	Lungo assi cardinali con orientamento sud											
Carico termico di progetto	Secondo UNI 7357 nelle condizioni limite	$Q_s$	[W]	3236	6743	5981	11962	4138	8277	2912	5824	
Carico termico per dispersioni e ricambio media diurna febbraio	Durante le ore di soleggiamento, raffrontato con il calcolo in condizioni limite	$Q$	[W]	1505	3135	2748	5496	2251	4503	1387	2775	
Potenza da apporti gratuiti	Valore le ore di soleggiamento, raffrontato $A_{vu}$ 5 W/m <sup>2</sup> . Potenza totale media diurna nel mese di calcolo	$Q_{rat}$	[W]	350	700	350	700	350	700	350	700	
Sbilancio termico	Potenza da fornire per riscaldamento	$\phi_3$	[W]	1155	2435	2398	4796	1901	3803	1037	2075	
Irradianza media a cielo sereno sulla superficie verticale	Media sulle ore utili	$I$	[W/m <sub>2</sub> ]	718		751		706		716		
Efficienze del sistema in periodo invernale	Produzione (scambio termico)	$\mu_p$		0,99		0,99		0,99		0,99		
	Distribuzione	$\mu_d$		0,98		0,98		0,98		0,98		
	Emissione	$\mu_e$		0,95		0,95		0,95		0,95		
	Regolazione	$\mu_r$		0,97		0,97		0,97		0,97		
	Sistema	$\mu_i$		0,89		0,89		0,89		0,89		
	Collettore solare	$\mu_c$		0,56		0,49		0,51		0,57		
	Globale del sistema	$\mu_g$		0,50		0,44		0,45		0,51		
Superficie di captazione risultante	Per il servizio di riscaldamento invernale	$A$	[m <sup>2</sup> ]	3,23	6,82	7,24	14,48	5,95	11,91	2,85	5,71	

6 L'interno dell'unità prefabbricata con i punti di raccordo dell'acqua sanitaria e con le feritoie per ripresa e immissione aria calda all'ambiente; il ventilconvettore di serie può essere attrezzato per integrazione del servizio riscaldamento da una batteria ausiliaria o per il servizio estivo con batteria ad acqua refrigerata alimentata da impianto centrale.



6

ELIO & EOLO

dove:

$\theta_{ip}$  temperatura interna di progetto;

$\theta_{md}$  temperatura media diurna;

$\theta_{min}$  temperatura minima esterna.

Dal carico termico  $Q$  vanno detratti gli apporti dovuti all'illuminazione, alle apparecchiature elettriche ed elettroniche, alle persone che occupano i locali ed alle loro attività, raggruppati fra gli apporti termici gratuiti  $Q_{tar}$ , calcolati empiricamente come prodotto della superficie abitativa  $S$  per il valore di  $5 \text{ W/m}^2$ , come indicato dalla UNI EN 832. Lo sbilancio termico  $\Phi_s$ , ovvero la potenza per riscaldamento da erogare, è data dalla differenza fra il carico termico  $Q$  alle condizioni medie e gli apporti termici gratuiti  $Q_{tar}$ . La superficie di captazione da installare  $A$  risulta in  $\text{m}^2$ , per le varie tipologie abitative e nei diversi luoghi, dalla:

$$A = \frac{\Phi_s}{\eta_g \times I}$$

dove:

$I$  è l'irradianza misurata in  $\text{W/m}^2$ , dedotta dall'irradiazione giornaliera fratto il periodo di soleggiamento, stimato in 6 ore;

$\eta_g$  è il rendimento globale del sistema:

$$\eta_g = \eta_i \times \eta_c$$

con:

$\eta_i$  rendimento sistema, dato dal prodotto

$$\eta_i = \eta_p \times \eta_r \times \eta_e$$

dove:

$\eta_p$  rendimento produzione, per scambio termico;

$\eta_d$  rendimento distribuzione;

$\eta_r$  rendimento regolazione;

$\eta_e$  rendimento emissione;

$\eta_c$  rendimento del collettore solare, dichiarato dal costruttore dell'apparecchio.

Il calcolo fa risultare la superficie solare teoricamente necessaria per l'autosufficienza del prefabbricato in condizioni di bel tempo, alle medie invernali (metà febbraio) nelle ore diurne.

Si può concludere, relativamente alle località di installazione, che un alloggio di  $70 \text{ m}^2$  a Roma viene servito da una sola unità prefabbricata con un discreto margine per accumulo termico sia nell'ambiente, sia in acqua calda sanitaria. La stessa unità è senz'altro esuberante per Cagliari, un po' scarsa per località della pianura padana e ancor più scarsa per località a clima rigido.

Esaminando poi un alloggio di  $140 \text{ m}^2$  di superficie, che corrisponde alla dimensione di una di quelle presenti nella stazione sperimentale adottata per l'intero progetto di ricerca (Azzano Decimo), a Roma una sola unità prefabbricata risulterebbe dimensionalmente scarsa. Più soddisfacente l'adozione di due unità che darebbero ottimi risultati anche per il servizio acqua calda.

A Cagliari si potrebbe limitare l'intervento a una sola unità da  $5,13 \text{ m}^2$  e nella pianura Padana l'adozione di due unità risulterebbe appena insufficiente. Nel

clima rigido di montagna si renderebbe necessario disporre di tre unità prefabbricate complete, disposte strategicamente nell'alloggio per privilegiare i locali più adatti, come quelli di vita e di lavoro. Alla figura 6 un interno con le feritoie di ripresa e mandata dell'aria trattata.

#### Architettura solare

Si può concludere questo servizio nella considerazione dei passi compiuti dall'edilizia. Dapprima vi è stata la protezione termica degli edifici che negli ultimi trent'anni hanno mutato il rapporto con l'ambiente esterno mitigando le dispersioni attraverso l'involucro e migliorando sostanzialmente il benessere interno. Ora ci si può apprestare alla trasformazione dell'involucro stesso: le pareti, quanto meno quelle esposte a Sud, possono divenire captatori di energia in grado di trasferirla all'ambiente sotto forma di comfort.

La più importante componente che va determinando lo sviluppo delle tecniche solari annesse con questi progressi consiste nella piena collaborazione dei protagonisti dell'edificazione delle città: architetti e urbanisti, geometri e costruttori edili, ingegneri strutturalisti, progettisti e installatori di impianti. Sono queste forze che si riuniranno a formulare il progetto di edifici vivibili, a basso impatto ambientale e basso consumo di energia. Per questo





7 L'Istituto tecnico per geometri "Andrea Palladio" di Treviso dal quale trarre esperienza per un'architettura davvero solare. L'inserimento dei collettori a ridosso delle pareti Sud dei vani tecnici e sulla facciata è davvero razionale dal punto di vista impiantistico, ma conserva la caratteristica di intervento casuale essendo mancato il concepimento interdisciplinare nella fase del primo progetto architettonico.

è richiesta all'intera filiera un'apertura a rinnovarsi e un impegno spontaneo rivolto alla crescita complessiva del sistema, superando davvero gli impedimenti che finora hanno separato edili e impiantisti e in tal modo costretto la tecnica solare entro limiti un po' troppo castigati. Risultato immediato di una tale collaborazione potrà consistere nella predisposizione degli edifici ad accogliere in modo razionale l'inserimento di sistemi che utilizzino l'energia del sole, ma il passo vincente consisterà nell'interdisciplina: progettare assieme forme e strutture, modificando la natura degli involucri edilizi, specialmente di quelli di più elevata dispersione termi-

ca. La parete, da semplice tamponamento statico, potrà evolvere in struttura attrezzata in senso impiantistico, in grado non soltanto di limitare i fabbisogni energetici per la minore trasmittanza complessiva, bensì di trasformare lo stillicidio energetico della dispersione nella virtuosa raccolta di energia pregiata e pulita, utilizzabile direttamente.

Considerando quest'esempio e i tanti altri che si sono susseguiti in varie parti d'Europa si può constatare come la mano dell'architetto non sia ancora entrata nel vivo del problema (figura 7): ma il vero protagonista dell'edificazione è ora stimolato dagli eventi energetici ad as-

segnare un rinnovato equilibrio alle tre componenti essenziali della "fabbrica che si ha da fare. Tre cose (come dice Vitruvio) deono considerarsi, senza le quali niuno edificio meriterà esser lodato; e queste sono l'utile, o comodità, la perpetuità e la bellezza ... La comodità si avrà quando a ciascun membro sarà dato luogo atto e sito accomodato, non minore che la dignità si ricchieggia, né maggiore che l'uso si ricerchi: e sarà posto in luogo proprio."

La citazione appare quanto mai attuale nonostante i suoi 437 anni: è tratta da // *Primo Libro dell'Architettura* di Andrea di Pietro, detto Palladio.

## Bibliografia

Robotti A. C., *Impieghi dell'energia solare*, UTET, Torino 1976

Gaudenzi P., *L'utilizzazione dell'energia solare e dell'irraggiamento verso l'infinito*, Hoepli, Milano 1980

Bearzi G., Bearzi V., *Architettura degli impianti*, Tecniche Nuove, Milano 1997

Bearzi V., Iuzzolino R., *Impianti di riscaldamento:*

il progetto secondo legge 10/91" - *Tecniche Nuove*, Milano 2005 - 3<sup>a</sup> edizione

Autori Diversi, *Manuale degli impianti termici e idrici*, Tecniche Nuove, Milano 2005

ASHRAE Handbook, *Fundamentals*, Chapter 29, Fenestration, Atlanta, GA, 2005

Milanese C., *Climatizzazione estate inverno mediante uti-*

*lizzo dell'energia solare negli edifici civili - Tesi di laurea presso l'università di Trieste - Facoltà di Ingegneria Meccanica - Polo Universitario di Pordenone - Anno accademico 2005-2006.*

Bearzi V., *Rinnovabili e incentivi* - Rivista R.C.I. settembre 2005 - Tecniche Nuove, Milano

Bearzi V., *Solare termico: perché verticale* - Rivista

R.C.I. febbraio 2006 - *Tecniche Nuove*, Milano

Bearzi V., *Valutazioni sul solare termico* - Rivista R.C.I. aprile 2006 -

*Tecniche Nuove*, Milano

Bearzi V., *Calcolare il solare termico* - Rivista R.C.I. maggio 2006 - *Tecniche Nuove*, Milano

Bearzi V., *Il progetto elio-*

*tecnico* - Rivista R.C.I. giugno 2006 - *Tecniche Nuove*, Milano