

Edifici passivi

Verso uno standard energetico europeo

L'articolo è apparso su L'installatore italiano, n. 9 – settembre 2000, p. 50-58

In un recente articolo apparso su questa stessa rivista ho affrontato l'argomento degli edifici cosiddetti "passivi", edifici costruiti in modo tale che gli apporti energetici gratuiti, cioè quelli solari captati dagli elementi trasparenti e quelli derivanti da fonti interne, sono sufficienti per riscaldare l'edificio senza l'ausilio di un impianto termico convenzionale. Questo è possibile quando il fabbisogno energetico residuo massimo da coprire non supera 15 kWh/m² anno. In queste condizioni il calore ancora necessario può essere trasportato e fornito ai locali mediante il sistema di ventilazione regolata. Infatti, supponendo un fabbisogno d'aria fresca in una abitazione di circa 35 m³ all'ora e persona e una superficie abitabile di 35 m²/persona, la quantità del ricambio d'aria risulta essere di 1m³/m²h. La capacità termica dell'aria è di 0,34 Wh/m³K e quindi l'aria di ricambio (35 m³/m²) può trasportare un carico di calore fino a 11,9 W/m².

Edifici passivi sono stati finora realizzati e studiati nell'Europa centrale nell'ambito del progetto europeo CEPHEUS (*Cost Efficient Passive Houses as European Standards*), ma non ancora nei paesi mediterranei. Per questo motivo ho voluto esaminare la questione per quanto riguarda l'Italia, paese mediterraneo caratterizzato da un clima generalmente molto più mite rispetto a quello riscontrabile nell'Europa centrale. Nel presente articolo vorrei presentare e discutere i risultati di questo esame preliminare, preliminare perché uno studio più approfondito avrebbe significato entrare nei particolari dell'impiantistica e avrebbe quindi richiesto il coinvolgimento di imprese edili e di fornitori di impianti.

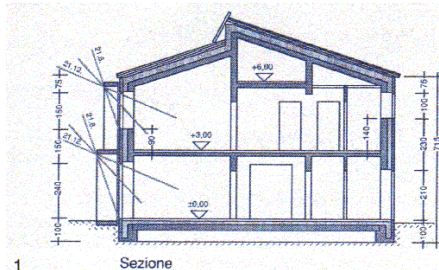
Vediamo la differenza delle condizioni climatiche tra l'Italia e l'Europa centrale. Per indicare le condizioni climatiche locali rilevanti per il riscaldamento di solito si fa riferimento ai "gradi giorno" (GG). Ricordo che il numero dei GG è la somma delle differenze positive tra la temperatura interna, convenzionalmente fissata a 20°C, e la temperatura media giornaliera dell'aria esterna, estesa a tutti i giorni del periodo di riscaldamento e riferita a un determinato luogo. Più alto è il numero dei GG, tanto più freddo è il clima e/o più lungo è il periodo di riscaldamento. Mentre in Germania il numero medio dei GG è di circa 3500, in Italia questo numero viene raggiunto solo in alcuni luoghi d'alta quota. Per il resto il numero dei GG varia sensibilmente tra Nord e Sud, passando da un massimo di 5165 di Sestriere (TO) ad un minimo di 568 delle fortunate isole di Lampedusa e Linosa (AG); la media italiana si attesta intorno a 2500. I valori dei GG sono riportati nel DPR 412/93, tra i quali segnalo a titolo di esempio:

Bolzano	2791
Milano	2404
Bologna	2259
Firenze	1821
Roma	1415
Bari	1185
Potenza	2472 (estremamente freddo)
Reggio Calabria	772
Palermo	751

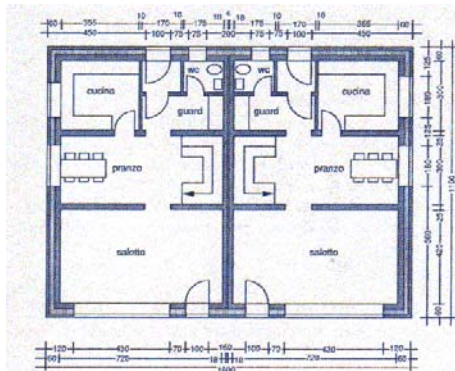
L'edificio campione

Per esaminare il problema della costruzione di edifici passivi in Italia ho scelto l'esempio di una casa duplex (vedi figure 1, 2 e 3), cioè con due abitazioni, a due piani, orientata verso Sud e priva di scantinato (si presume che i locali di servizio non riscaldati si trovino, insieme al garage, in un annesso termicamente separato dall'edificio). I dati di questa casa sono i seguenti:

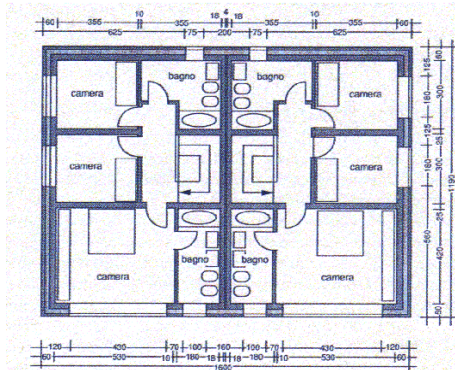
Volume complessivo	1539 m ³
Rapporto tra superficie disperdente e volume (S/V)	0,41
Superficie vetrata della facciata esposta a S	33%
Superficie abitabile complessiva	278 m ²
Volume d'aria dei locali riscaldati	885 m ³
Ricambio d'aria all'ora	0,4
Rendimento del sistema di recupero di calore (aria-aria)	80%



1



2 Piano terra



3 Piano primo

Altre caratteristiche dell'ipotetico edificio sono:

- 1) muro perimetrale composto da un rivestimento esterno in mattoni pieni (spessore 12 cm), una intercapedine che contiene il materiale termoisolante ($\lambda = 0.045 \text{ W/m K}$), un muro portante in laterizio porizzato (spessore 25 cm) e l'intonaco interno.
- 2) tetto ventilato composto da un solaio in latero-cemento con sovrastante soletta in cemento alleggerito (LECA) sulla quale si trova lo strato termoisolante;
- 3) pavimento al piano terra posato su un solaio rialzato in latero-cemento e termicamente isolato;
- 4) finestre ad alta tenuta del tipo usato negli edifici passivi dell'Europa centrale, dotate cioè di un telaio speciale e a triplo vetro ($U = 0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$);
- 5) assenza di rilevanti ponti termici;
- 6) ricambio d'aria nella stagione di riscaldamento regolato da un impianto di ventilazione che recupera dall'aria uscente l'80% del calore in essa contenuto;
- 7) opportune schermature esterne per evitare surriscaldamento estivi della casa : elementi ombreggianti fissi sul lato Sud progettati in rapporto all'angolo d'incidenza del sole in estate, normali tapparelle inclinabili montate all'esterno della facciata sui lati Est e Ovest.

Per questo edificio passivo campione è stato eseguito il calcolo del fabbisogno energetico e precisamente per due differenti luoghi: Perugia e Roma.

Le condizioni climatiche a Perugia e a Roma

Perugia si trova nella zona climatica E, a un'altitudine di 493 m.s.m.; i GG sono 2289. La temperatura media stagionale (ottobre-aprile) è di 7,5°C, l'irradianza media stagionale sul piano orizzontale è di 85 W/m². Il periodo di riscaldamento è fissato a 183 giorni.

Roma ha un clima più mite rispetto a Perugia. La città si trova a 20 m.s.m. e i GG sono solo 1415. La temperatura media stagionale è di 10,3°C e il periodo di riscaldamento è fissato a 166 giorni (novembre-aprile); anche l'irradianza media stagionale sul piano

orizzontale è maggiore rispetto a Perugia, cioè 95 W/m². In queste condizioni climatiche l'isolamento termico può essere più leggero.

Per limitare il fabbisogno energetico dei due edifici ai citati 15 kWh/m² anno, sono state scelte le seguenti caratteristiche termiche dell'involucro:

Elemento costruttivo	U (W/m ² K)		Spessore dell'isolamento	
	Perugia	Roma	Perugia	Roma
Facciata (elementi opachi)	0,15	0,34	24 cm	8 cm
Facciata (elementi trasparenti)	0,80	0,80		
Tetto	0,14	0,26	30 cm	15 cm
Solaio rialzato	0,32	0,57	12 cm	6 cm
Porta d'ingresso	0,86	0,86		

U è la trasmittanza termica che sostituisce il vecchio valore k.

Il bilancio energetico dei due edifici passivi, per l'intero periodo di riscaldamento, si presenta così:

	Perugia (183 giorni)	Roma (166 giorni)
Perdite energetiche		
Perdite per trasmissione	11.658 kWh/a	11.940 kWh/a
Perdite per ventilazione	1.509 kWh/a	933 kWh/a
Totale perdite energetiche	13.167 kWh/a	12.873 kWh/a
Guadagni energetici		
Energia fornita dal sole (finestre)	7.217 kWh/a	7.221 kWh/a
Energia fornita da fonti interne	2.565 kWh/a	2.326 kWh/a
Totale guadagni energetici gratuiti	9.782 kWh/a	9.548 kWh/a
Coefficiente di utilizzo	0,93	0,93
Guadagni gratuiti utilizzabili	9.098 kWh/a	8.884 kWh/a
Fabbisogno energetico residuo	4.069 kWh/a	3.990 kWh/a
	= 14,63 kWh/m ² a < 15 kWh/m ² a	= 14,35 kWh/m ² a < 15 kWh/m ² a

Confrontando i due bilanci energetici si nota un fatto importante: gli apporti energetici solari utilizzabili nella casa di Roma differiscono solo leggermente da quelli della casa di Perugia. Il fattore più rilevante per il bilancio energetico è la temperatura media stagionale che a Roma è di 2,8°C più alta di quella a Perugia.

Bilancio energetico degli edifici convenzionali

Per poter valutare la validità di una casa passiva si deve confrontare il suo fabbisogno energetico con quello di una casa costruita in maniera convenzionale che corrisponde alle vigenti normative sul risparmio energetico. La grandezza di riferimento è il Fabbisogno Energetico Normalizzato limite (FEN_{lim}) calcolato secondo il metodo indicato dalla UNI 10379. Il FEN tiene conto delle perdite di calore per trasmissione, per ventilazione e per infiltrazione, degli apporti energetici solari e di quelli interni, nonché del rendimento dell'impianto di riscaldamento. Il FEN_{lim} che risulta per l'edificio campione costruita in maniera convenzionale è:

- Edificio di Perugia 58,59 kJ/m³ K
- Edificio di Roma 68,21 kJ/m³ K

Ciò significa che il consumo energetico massimo stagionale destinato al riscaldamento della casa non dovrebbe superare:

- Edificio di Perugia 206.000 MJ = 57.350 kWh
- Edificio di Roma 169.000 MJ = 47.000 kWh

Per la costruzione convenzionale sono state ipotizzate le stesse caratteristiche costruttive di quella passiva, a differenza dei seguenti particolari: l'intercapedine dei muri esterni contiene solo uno strato d'aria stagna (4-5 cm), ma non materiale termoisolante, e le finestre sono di costruzione normale con doppi vetri.

Elemento costruttivo	U (W/m ² K)	Spessore dell'isolamento
Facciata (elementi opachi)	0,75	4 cm d'aria
Facciata (elementi trasparenti)	2,50	
Tetto	0,55	6 cm
Solaio rialzato	0,92	3 cm
Porta d'ingresso	1,20	

U è la trasmittanza termica che sostituisce il vecchio valore k.

Il FEN di una casa convenzionale come ipotizzata non supera il FEN_{lim}. Per mantenere all'interno dell'abitazione una temperatura costante di 20°C per tutto il periodo di riscaldamento in condizioni di un ricambio d'aria di 0,5^{-h}, occorrono (energia primaria):

- Edificio di Perugia	36.410 kWh = 131 kWh/m ² a
- Edificio di Roma	21.989 kWh = 79 kWh/m ² a

Il bilancio energetico dei due edifici convenzionali, calcolato secondo le UNI 10344 e 10379, si presenta come segue:

Bilancio energetico dell'edificio convenzionale		
	Perugia (183 giorni)	Roma (166 giorni)
Perdite energetiche		
Perdite per trasmissione	35.119 kWh/a	24.805 kWh/a
Perdite per ventilazione	8.149 kWh/a	5.758 kWh/a
Totale perdite energetiche	43.268 kWh/a	30.564 kWh/a
Guadagni energetici		
Energia fornita dal sole (finestre)	7.284 kWh/a	7.788 kWh/a
Energia fornita da fonti interne	3.603 kWh/a	3.603 kWh/a
Totale guadagni energetici gratuiti	10.887 kWh/a	11.391 kWh/a
Coefficiente di utilizzo	0,965	0,944
Guadagni gratuiti utilizzabili	10.504 kWh/a	10.749 kWh/a
Perdite meno guadagni utilizzabili	32.764 kWh/a	19.815 kWh/a
Perdite energetiche del sistema di riscaldamento	3.646 kWh/a	2.174 kWh/a
Fabbisogno energetico residuo	36.410 kWh/a	21.989 kWh/a
	= 131 kWh/m² a	= 79 kWh/m² a

C'è quindi una notevole differenza tra i consumi energetici di una casa passiva e una casa costruita in maniera convenzionale. Esaminiamone adesso la convenienza.

La convenienza economica

La convenienza economica di un edificio passivo è data quando i costi del maggiore isolamento termico, delle finestre termiche ad alta tenuta e quelli dell'impianto di ventilazione regolata con sistema di recupero di calore, vengono controbilanciati dai costi dell'impianto termico non spesi e dai costi dell'energia risparmiata, ovvero quando si ha:

$$\Delta C_{\text{isol}} + \Delta C_{\text{fin}} + C_{\text{vent}} - C_{\text{energia}} - C_{\text{impterm}} = 0$$

dove:

ΔC_{isol}	è la differenza tra il costo dell'isolamento termico della casa passiva e quello necessario per soddisfare la normativa sul risparmio energetico
ΔC_{fin}	è la differenza tra il costo delle finestre ad alta tenuta e il costo di finestre normali
C_{vent}	è il costo dell'impianto di ventilazione regolata con sistema di recupero di calore, nonché il costo del collettore solare per la produzione di acqua calda sanitaria (incluso nel costo di un impianto termico convenzionale)
$C_{energia}$	è il costo dell'energia risparmiata in dieci anni
$C_{impterm}$	è il costo di un impianto termico convenzionale

Il costo dell'isolamento termico

Il costo più rilevante di un edificio passivo è riferibile all'isolamento termico. Il costo dipende dal tipo di materiale e dalla quantità utilizzata. Per l'isolamento termico si possono impiegare diversi materiali, ecologici o meno¹. Il calcolo della trasmittanza si basa su un materiale che possiede una conduttività $\lambda = 0,045 \text{ W/(m K)}$. Alcuni materiali termoisolanti sintetici hanno una conduttività ancora più bassa, per esempio per il polistirolo espanso estruso viene indicato un λ di $0,031 \text{ W/(m K)}$. Il calcolo dei costi si basa sui prezzi di materiali termoisolanti sintetici e perciò si potrebbe obiettare che gli spessori previsti per la coibenza siano esagerati e quindi i costi calcolati troppo alti, ma siccome questi materiali sintetici sono derivati dal petrolio il cui prezzo dovrebbe salire in futuro, ritengo che il presente calcolo dei costi sia abbastanza realistico. In base ai prezzi unitari indicati dall'Elenco dei prezzi del 1998 della Regione dell'Umbria il costo dell'isolamento termico delle due case passive e di quella convenzionale risulta come segue:

EDIFICIO PASSIVO DI PERUGIA				
	Superficie m ²	Spessore cm	Costo Lire/m ²	Costo totale Lire
Muri perimetrali: pannelli in fibre di vetro	365	24	34.600	12.629.000
Tetto: pannelli EPS con pelle	200	30	107.800	21.560.000
Solaio rialzato: pannelli EPS con pelle	160	12	46.600	7.456.000
Totale				41.645.000

EDIFICIO PASSIVO DI ROMA				
	Superficie m ²	Spessore cm	Costo Lire/m ²	Costo totale Lire
Muri perimetrali: pannelli in fibre di vetro	365	8	13.800	5.037.000
Tetto: pannelli EPS con pelle	200	15	56.800	11.360.000
Solaio rialzato: pannelli EPS con pelle	160	6	26.200	4.192.000
Totale				20.589.000

EDIFICIO CONVENZIONALE				
	Superficie m ²	Spessore cm	Costo Lire/m ²	Costo totale Lire
Muri perimetrali: pannelli in fibre di	365	0	0	0

¹ per quanto riguarda le caratteristiche ecologiche dei materiali termoisolanti segnalo: Uwe Wienke (a cura di): I materiali termoisolanti dal punto di vista ecologico, Perugia, marzo 1996, Editore e distributore: ASSA, S. Croce di Monte Bagnolo, 06070 Perugia-Cenerente

vetro				
Tetto: pannelli EPS con pelle	200	6	26.200	5.240.000
Solaio rialzato: pannelli EPS con pelle	160	3	16.000	2.560.000
Totale				7.800.000

Pertanto la differenza dei costi dell'isolamento termico tra edifici passivi e convenzionali risulta, per i due casi di Perugia e Roma:

$$\begin{aligned} \Delta C_{\text{isol PG}} &= 41.645.000 - 7.800.000 &&= \text{Lire } 33.845.000 \\ \Delta C_{\text{isol RM}} &= 20.589.000 - 7.800.000 &&= \text{Lire } 12.789.000 \end{aligned}$$

Il costo delle finestre

Le finestre ad alta tenuta e una trasmittanza termica di 0,8, non ancora disponibili in Italia, hanno un prezzo di 300-350 Euro/m², ossia di 580.000-675.000 Lire/m², mentre quelle normali con telaio in legno e vetri termici doppi costano all'incirca 370.000-410.000 Lire/m². La superficie vetrata della casa è di 69 m², il costo delle finestre è quindi:

$$\begin{aligned} - \text{ per l'edificio passivo} &&& \text{Lire } 43.470.000 \\ - \text{ per l'edificio convenzionale} &&& \text{Lire } 26.910.000 \end{aligned}$$

La differenza dei costi delle finestre tra edifici passivi e convenzionali, valida sia per Perugia sia per Roma, è quindi:

$$\Delta C_{\text{fin}} = 43.470.000 - 26.910.000 = \text{Lire } 16.560.000$$

Il costo dell'impianto di ventilazione

Altri costi dell'edificio passivo sono relativi al sistema di recupero di calore e all'impianto di ventilazione. Secondo le informazioni del Passivhausinstitut (Istituto dell'Edificio Passivo) tedesco, gli apparecchi di recupero del calore utilizzati negli edifici passivi hanno un prezzo che varia tra i 1.500 e i 2.500 Euro, cioè tra i 2.900.000 e i 4.850.000 Lire. Per l'impianto di ventilazione sono, inoltre, da calcolare i costi compresi tra 2.500 e 4.000 Euro (4.800.000-7.750.000 Lire); considero un costo medio di Lire 6.000.000. Il costo dell'impianto di ventilazione ammonta così a:

$$C_{\text{vent}} = 4.000.000 + 6.000.000 = \text{Lire } 10.000.000$$

Il costo dell'impianto per la produzione di acqua calda

La caldaia dell'impianto termico di un edificio convenzionale permette di solito anche la produzione di acqua calda sanitaria. In un edificio passivo questa acqua deve essere prodotta separatamente. Trattandosi di un edificio solare l'impianto più idoneo è quello di un collettore solare. Stimando il fabbisogno di acqua calda di una famiglia (4 persone) a 200 litri/giorno e il costo di un collettore solare capace di produrre questa quantità a Lire 5.500.000 risulta per i due alloggi un costo complessivo di Lire 11.000.000.

Il costo dell'energia risparmiata in dieci anni

Il costo del riscaldamento di un'abitazione è il prodotto della quantità di combustibile (energia primaria) e del prezzo unitario di questo combustibile. La quantità di energia necessaria per il riscaldamento l'abbiamo precedentemente calcolata, sia per l'edificio passivo che per quello di standard convenzionale. Avendo previsto per l'edificio passivo dei collettori solari per la produzione di acqua calda, nel bilancio economico dell'edificio convenzionale è da considerare il costo dell'energia necessaria per produrre quest'acqua. All'anno occorrono circa $400 * 365 = 146.000$ litri. Per portare questa quantità l'acqua da 10°C a 40°C occorrono circa 6.000 kWh. Il fabbisogno termico globale dell'edificio convenzionale ammonta così a:

per l'edificio di Perugia: $36.410 + 6.000 = 42.410$ kWh/a
 per l'edificio di Roma: $21.989 + 6.000 = 27.989$ kWh/a

Riporto adesso il fabbisogno energetico globale, la corrispettiva quantità di gas metano e il suo attuale costo, considerando un potere calorifico del metano di $9,6$ kWh/m³ ed un costo di 1.050 Lire/m³:

	kWh/a	Metano (m ³ /a)	Costo (Lire/a)
Edificio convenzionale di Perugia	42.410	4.418	4.639.000
Edificio convenzionale di Roma	27.989	2.916	3.062.000

Il costo del riscaldamento annuale e dell'acqua calda di ogni singolo alloggio ammonta rispettivamente a $2.320.000$ Lire e a $1.531.000$ Lire.

In un edificio passivo l'energia residua necessaria per il riscaldamento è poca. Praticamente si tratta di quella elettrica consumata dal sistema di ventilazione e di regolazione ed, eventualmente, dalla piccola pompa di calore che aggiunge energia termica in caso di bisogno. Negli edifici passivi si usano normalmente piccoli ventilatori con una potenza di 40 W e pompe di calore con una potenza di $300-400$ W. L'energia elettrica che aziona il ventilatore può essere fornita da un piccolo pannello fotovoltaico, mentre il calore può essere prodotto anche dal collettore solare, necessario in ogni caso per l'approvvigionamento di acqua calda sanitaria durante tutto l'anno. L'energia per far funzionare questi sistemi è quindi minimo e il costo non incide molto sul bilancio economico. Il sistema di ventilazione può essere usato anche in estate per il raffrescamento dei locali. Le esperienze condotte in Germania dimostrano che i costi energetici annui di un'abitazione passiva sono compresi tra 100 e 200 DM, pari a $100.000 - 200.000$ Lire.

Possiamo pertanto calcolare il costo dell'energia risparmiata in dieci anni di esercizio dell'edificio duplex con due abitazioni:

$$C_{\text{energia PG}} = (4.639.000 - 2 \cdot 200.000) \cdot 10 = \text{Lire } 42.390.000$$

$$C_{\text{energia RM}} = (3.062.000 - 2 \cdot 100.000) \cdot 10 = \text{Lire } 28.620.000$$

Il costo dell'impianto di riscaldamento convenzionale

Per quanto riguarda il costo di un impianto convenzionale di riscaldamento autonomo, da detrarre dai costi supplementari di una casa passiva, facciamo ancora capo al Prezzario della Regione Umbria.

Secondo le norme vigenti, per un edificio residenziale occorre un impianto della potenza di $0,03-0,04$ kW/m³. Poiché la casa campione contiene due alloggi con un volume riscaldato di 445 m³ ciascuno, sono da installare due impianti autonomi con una potenza di $20-25$ kW. Ipotizzando un impianto di riscaldamento composto da un gruppo termico murale a gas per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria, il costo dell'impianto si compone come segue:

Quota fissa per ciascuna caldaia		3.290.600
Quota aggiuntiva per radiatori in ghisa	27.800 L/m ³	12.371.000
Quota aggiuntiva per valvole termostatiche	1.400 L/m ³	623.000
Totale		16.284.600

Il costo dei due impianti da installare nella casa campione ammonta, arrotondando, a $32.569.200$ Lire, che rappresenta il valore da dare a C_{impterm} .

Bilancio economico per 10 anni di esercizio

Possiamo adesso compilare il bilancio economico dei due standard dell'edificio campione:

	Edificio convenzionale		Edificio passivo	
	Perugia Lire	Roma Lire	Perugia Lire	Roma Lire
Costo d'investimento				
Isolamento termico	7.800.000	7.800.000	41.645.000	20.589.000
Finestre (69 m2)	26.910.000	26.910.000	43.470.000	43.470.000
Sistema di recupero di calore	0	0	4.000.000	4.000.000
Canali del sistema di ventilazione	0	0	6.000.000	6.000.000
N. 2 collettori ad acqua calda	0	0	11.000.000	11.000.000
Impianto di riscaldamento	32.569.000	32.569.000	0	0
Totale costo d'investimento	67.269.000	67.269.000	106.115.000	85.059.000
Costo d'esercizio in 10 anni				
Deprezzamento				
- Isolamento termico (15%)	1.170.000	1.170.000	6.247.000	3.088.000
- Finestre (20%)	5.382.000	5.382.000	8.694.000	8.694.000
- Impianti (60%)	19.541.000	19.541.000	12.600.000	12.600.000
Deprezzamento in 10 anni	26.093.000	26.093.000	27.541.000	24.382.000
Manutenzione n. 2 impianti	7.000.000	7.000.000	2.000.000	2.000.000
Costo dell'energia in 10 anni	46.390.000	30.620.000	2.000.000	2.000.000
Costo totale d'esercizio in 10 anni	79.483.000	63.713.000	33.541.000	28.382.000
Totale costo di investimento e di esercizio in 10 anni	146.752.000	130.982.000	139.656.000	113.441.000

Conclusione

Sulla base delle ipotesi e dei dati assunti, si vede che la costruzione di un edificio passivo – nei confronti di un identico edificio convenzionale – comporta in ogni caso un maggior costo d'investimento che ammonta per l'edificio di Perugia a 106.115.000 – 67.269.000 = 38.846.000 e per quello di Roma a 85.059.000 – 67.269.000 = 17.790.000 Lire. Il maggiore onere d'investimento viene recuperato, in meno di dieci anni, dai minori costi d'esercizio. Rispetto a un edificio convenzionale l'edificio passivo comporta un risparmio che ammonta:

per l'edificio di Perugia a $146.742.000 - 139.656.000 = 7.086.000$ Lire
 per l'edificio di Roma a $130.982.000 - 113.441.000 = 17.541.000$ Lire

Credo che il presente calcolo, per quanto orientativo, possa dimostrare che la costruzione di edifici passivi sia una proposta realistica, vantaggiosa dal punto di vista ambientale (un edificio senza impianto di riscaldamento convenzionale non emette CO₂, maggiore responsabile dell'effetto serra) e, a medio termine, anche economico.

Un edificio passivo costruito in Italia esige un isolamento termico molto meno forte rispetto a quello degli edifici passivi ultimamente costruiti nell'Europa centrale e quindi il costo di costruzione risulta anche minore e paragonabile a quello di edifici convenzionali. Rimangono però ancora alcune questioni da approfondire. Una di queste è l'ottimizzazione di alcuni parametri, anche dal punto di vista economico. In considerazione del fatto che l'isolamento termico è ancora la misura più economica per risparmiare energia, si potrebbe pensare di aumentare leggermente lo spessore dell'isolamento termico e risparmiare sulle finestre scegliendone un tipo meno sofisticato e quindi meno costoso (una variante adottata dai francesi). Un altro aspetto da verificare è quello se il calore prodotto tramite i collettori solari di normale potenza (calcolati per la produzione di acqua calda sanitaria) sia sufficiente per coprire anche il fabbisogno termico residuo. Far luce su questi aspetti non è difficile, ma sarebbe meglio affrontarli nell'ambito di un progetto concreto da realizzare.

Perugia, aprile 2000
 Dipl. Ing. Uwe Wienke, architetto SIA