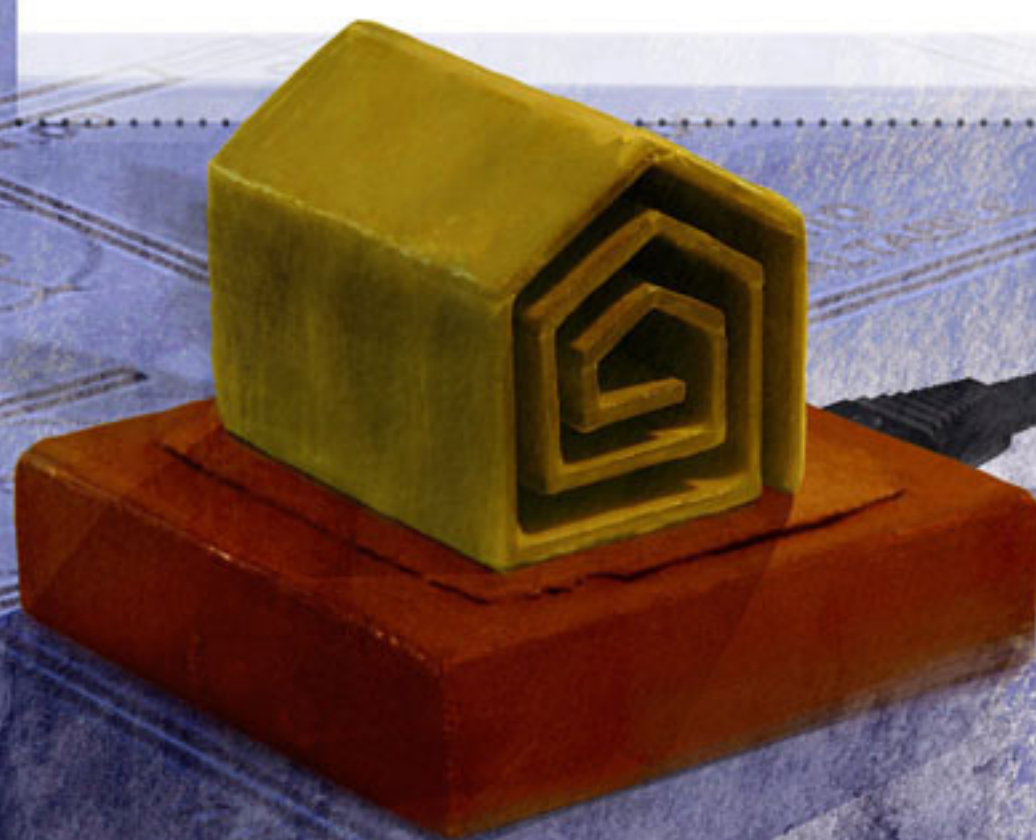


# Efficienza energetica nell'edilizia

Manuale parte "a"  
Sezione divulgativa



Unione Europea



Regione Marche



GAL Flaminia Cesano



Comunità Montana  
del Metauro



Comunità Montana  
Catria e Cesano



## Indice

1. PREMESSE.....	4
1.1 Alcune brevi considerazioni.....	4
1.2 Introduzione.....	5
1.3 Efficienza energetica.....	6
1.4 Energia, Ambiente, Economia.....	7
1.5 Evoluzione del mercato edilizio.....	8
2. PARTIRE BENE.....	9
2.1 Bilancio energetico invernale.....	9
2.2 Bilancio energetico estivo.....	10
2.3 Il ruolo della progettazione.....	11
2.4 Cosa è possibile fare.....	12
2.5 L'esempio CasaClima - KlimaHaus.....	13
2.6 Investire o sperperare?.....	15
2.7 Tutela dell'investimento immobiliare.....	16
2.8 Progettare il Comfort Termico.....	17
2.9 Il ruolo dell'involucro.....	18
2.10 Il ruolo degli impianti.....	19
2.11 Il ruolo del gestore.....	20
2.12 La Progettazione BioClimatica.....	21
3. PROGETTAZIONE DEL COMFORT TERMICO.....	22
3.1 Cos'è il Comfort Termico.....	22
3.2 Le variabili di progetto.....	22
3.3 Comfort Termico invernale.....	23
3.3.1 Temperatura media radiante.....	23
3.3.2 Riscaldamento il più possibile radiante ed il meno possibile convettivo.....	23
3.4 Comfort Termico estivo.....	24
3.4.1 Temperatura media radiante.....	24
3.4.2 Passaggio veloce di calore attraverso le strutture che costituiscono l'involucro.....	24
3.4.3 Passaggio lento di calore attraverso le strutture che costituiscono l'involucro.....	24
4. ISOLAMENTO.....	25
4.1 Isolamento e Comfort Termico.....	26
4.3 Isolamento: caldo e freddo.....	27
4.4 Protezione termica estiva.....	28
4.5 Umidità, condensa e isolamento.....	29
5. PROGETTAZIONE DELL'INVOLUCRO e BIOCLIMATICA.....	30
5.1 Orientamento.....	31
5.2 Moto apparente del sole.....	32
5.4 Chiusure opache.....	33
5.5 Tecniche costruttive convenzionali.....	33
5.5.1 Edifici a Pareti portanti.....	33
5.5.2 Edifici a telaio.....	33
5.6 Pareti.....	34
5.6.1 Isolamento a cappotto con pannelli isolanti.....	34
5.6.2 Isolamento dall'interno.....	35
5.6.3 Isolamento interposto.....	35
5.6.4 Parete monostrato con elementi ad elevate prestazioni termiche.....	36
5.6.5 Termointonaci.....	36
5.7 Fondazioni.....	37
5.8 Copertura.....	38

5.8.1	Tetto Ventilato.....	38
5.9	Ponti termici.....	40
5.10	Chiusure trasparenti.....	41
5.10.1	Inverno.....	41
5.10.2	Estate.....	42
5.10.3	Sostituzione degli infissi e doppie finestre.....	43
6	GLI IMPIANTI.....	44
6.1	Gli impianti oggi.....	45
6.2	Convezione ed irraggiamento.....	46
6.3	Sistemi convettivi: funzionamento, vantaggi e svantaggi.....	47
6.3.1	Funzionamento spontaneo.....	47
6.3.2	Funzionamento forzato.....	48
6.3.3	Vantaggi.....	48
6.3.4	Svantaggi.....	48
6.4	Sistemi radianti: funzionamento, vantaggi e svantaggi.....	49
6.4.1	Funzionamento.....	49
6.4.2	Vantaggi.....	49
6.4.3	Svantaggi.....	50
6.4.4	Tipologie.....	51
6.5	Fonti di energia.....	52
6.5.1	Fonti fossili.....	52
6.5.2	Fonti rinnovabili e alternative.....	52
6.5.3	Valutazioni economiche.....	52
6.6	Fonti energetiche ed impianti.....	53
6.6.1	Biomasse.....	53
6.6.2	Solare termico.....	55
6.6.3	Solare fotovoltaico.....	57
6.6.4	Pompa di calore geotermica.....	57
6.7	Impianto di riscaldamento ad accumulo termico.....	59
6.8	Impianto autonomo con produzione centralizzata del calore.....	60
6.8.1	Vantaggi.....	60
6.8.2	Teleriscaldamento.....	61
7	Fra tradizione e innovazione.....	62
8	CASA IN LEGNO.....	63
8.1	Costi.....	63
8.2	Informazioni generali.....	64
8.3	Cosa evitare assolutamente nella casa in legno.....	66
8.4	Tecniche costruttive.....	67
8.5	Case in legno a tronchi sovrapposti.....	68
8.6	Case in legno a telaio - Costruzione leggera a telaio.....	69
8.7	Parete massiccia in legno con tavole incrociate e inchiodate.....	70
8.7.1	Tecnica costruttiva.....	70
8.7.2	Altri Vantaggi della Tecnica Costruttiva.....	71
8.7.3	Riassumendo:.....	72
8.8	Parete massiccia in legno con tavole incrociate e incollate.....	73
9	INTONACO DI ARGILLA.....	74
10	STUFA IN MURATURA.....	78
10.1	Stufe in muratura ad ipocausto.....	78
10.1.1	Gestione della stufa.....	79
10.1.2	Rivestimento e Comfort.....	79
10.1.3	Altri utilizzi.....	79

10.2	La stufa come unico generatore di calore.....	80
11	VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA .....	81
11.1.1	ventilazione meccanica controllata con recupero di calore e ristrutturazione.....	81
11.1.2	ventilazione meccanica controllata con recupero di calore in nuove realizzazioni.....	81

# 1. PREMESSE

## 1.1 Alcune brevi considerazioni

Consigliamo di iniziare la lettura del manuale alla luce delle seguenti affermazioni.

Grazie a queste introduciamo alcuni aspetti che, malgrado l'estrema importanza che rivestono, sono spesso sottovalutati o addirittura ignorati.

Tali considerazioni verranno riprese e motivate già nella parte divulgativa del manuale (parte A) per poi essere approfondite in quella tecnico-illustrativa (parte B) e/o nelle schede tecniche.

1. isolare contro il freddo NON vuol dire automaticamente proteggersi anche dal caldo
2. isolare bene conviene sempre (non solo dal punto di vista economico)
3. nel periodo freddo dobbiamo spendere energia per compensare le perdite di calore che sono dovute a: dispersioni attraverso le strutture e ricambi di aria interna (calda) con quella esterna (fredda)
4. l'energia del sole che passa attraverso le finestre è GRATIS
5. in una stanza umida e caratterizzata da pareti fredde è improbabile provare una situazione di comfort anche con temperature elevate dell'aria
6. l'umidità presente nell'aria condensa sulle superfici fredde. Negli edifici poco o male isolati quindi si formano facilmente muffe sulle pareti
7. in un edificio ben isolato, oltre a risparmiare, si vive meglio
8. il cittadino europeo medio passa il 90% della sua vita in ambienti chiusi (casa, scuola, ufficio, fabbrica, ecc...) dove l'aria è mediamente più inquinata rispetto all'esterno

## 1.2 Introduzione

Scopo del presente manuale è, oltre a sensibilizzare il lettore, fornire una rassegna di possibili tecniche di intervento (compatibili con le tipologie urbanistiche, edilizie ed ambientali del territorio) finalizzate all'incremento dell'efficienza energetica degli edifici, salvaguardando al tempo stesso la salubrità degli ambienti abitati.

Il manuale è rivolto al comune cittadino, all'amministratore e a quanti operano a vario titolo nel settore edilizio.

Ciascun lettore, in base alle proprie esigenze e competenze, potrà trovare in esso un semplice primo approccio al tema così come un valido strumento di lavoro o approfondimento.

Questo manuale è articolato in due sezioni:

- **parte a divulgativa** il cui scopo è fornire (in primo luogo al cittadino) elementi per intraprendere in maniera consapevole un intervento di nuova realizzazione, ristrutturazione o riqualificazione
- **parte b tecnico-illustrativa** il cui scopo principale è fornire all'operatore del settore (così come al cittadino particolarmente interessato) elementi per approfondire alcune tematiche di carattere tecnico

A corredo del manuale:

- raccolta di schede tecniche con livelli di dettaglio diversificati rivolti ai diversi fruitori: cittadino, professionista, uffici tecnici delle Amministrazioni

### **1.3 Efficienza energetica**

Per efficienza energetica degli edifici si intende comunemente la riduzione dei costi energetici di gestione termica degli edifici, dove per gestione termica si fa riferimento sia al periodo invernale che a quello estivo.

La normativa attuale dà un peso nettamente maggiore ai costi di gestione termica invernale rispetto a quelli legati al periodo estivo, mentre di fatto trascura totalmente i costi energetici legati all'intero ciclo di vita dell'edificio, ovvero a quelli legati alla realizzazione dell'edificio (in relazione alla durata dello stesso) e alla sua dismissione.

A titolo d'esempio va infatti sottolineato che, nel vasto repertorio dei materiali isolanti ne esistono alcuni che per essere prodotti necessitano (ovvero consumano) di grandi quantità di energia, mentre altri, di efficacia pari o addirittura superiore, sono caratterizzati da un basso costo energetico di produzione. Fra questi ultimi, particolarmente interessanti sono quelli di origine vegetale (ad esempio, fibra di legno, sughero, fibra di lino, canapa ecc...) che, se non vengono trattati con prodotti nocivi, a fine vita offrono inoltre il vantaggio di poter essere utilizzati senza alcun effetto collaterale come fonte di energia (mediante combustione).

L'efficienza energetica passa poi anche attraverso le componenti impiantistiche, a loro volta caratterizzate da un lato da un livello di efficienza energetica (rendimento), dall'altro da un costo energetico di realizzazione.

In ambito edilizio, parlando di efficienza energetica nel senso più completo del termine dovremmo quindi guardare sia ai costi energetici di gestione, sia a quelli globali.

Dovremmo quindi tener conto anche dell'energia spesa per realizzare l'edificio e di quanta se ne dovrà invece spendere per smantellarlo, oppure quanta se ne potrà ricavare dalla sua dismissione.

Poiché il presente manuale nasce nel contesto formale del recepimento della direttiva europea 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia, in esso si fa riferimento all'efficienza energetica in termini di sola gestione termica dell'edificio.

Verranno comunque indicate anche alcune soluzioni caratterizzate da un'elevata efficienza energetica nel senso più completo che si può dare a tale espressione.

## **1.4 Energia, Ambiente, Economia**

Lo stimolo per una maggiore efficienza energetica degli edifici può nascere in ciascuno di noi per vari motivi.

Quello più immediato e tangibile è il risparmio economico ovvero la riduzione delle spese per il riscaldamento nel periodo invernale (ed eventualmente anche per il raffrescamento in quello estivo), nonché una riduzione della spesa relativa alla produzione di acqua calda sanitaria.

Una maggiore efficienza energetica degli edifici comporta però anche altri benefici di cui può godere l'intera collettività.

Risparmiare energia significa infatti:

- tutelare l'ambiente (meno inquinamento, meno polveri sottili, meno effetto serra)
- tutelare l'economia ("liberare" risorse economiche, lanciare un'industria positiva)

**IMPORTANTE:**

Da sottolineare il fatto che alcune particolari soluzioni tecniche di miglioramento dell'efficienza energetica comportano anche il beneficio di incrementare il comfort termico all'interno dell'edificio.

## 1.5 Evoluzione del mercato edilizio

È ormai certo che, anche a seguito dell'evoluzione normativa, il mercato edilizio del futuro sarà caratterizzato da abitazioni sempre più prestanti dal punto di vista dell'efficienza energetica.

Le Regioni e le Province Autonome hanno infatti la possibilità di indirizzare il mercato edilizio per quanto riguarda tale aspetto. Alcune realtà amministrative si stanno già muovendo in questa direzione in maniera egregia. D'altra parte il privato è sempre più consapevole che investire in efficienza energetica conviene.

Se prendiamo come esempio quello degli elettrodomestici, ci accorgiamo che, in seguito alla comparsa delle etichette di efficienza energetica su frigoriferi e lavatrici, nel giro di alcuni anni il mercato è radicalmente mutato. Oggi, i pochi frigoriferi o lavatrici di classe C che vediamo ancora in vendita spesso non sono altro che avanzi di magazzino.

È accaduto infatti che nuove tecnologie, produzione su vasta scala, maggiore attenzione da parte degli acquirenti hanno portato ad un abbassamento dei prezzi degli elettrodomestici di classe superiore e mandato "fuori mercato" quelli meno efficienti.

Questa esperienza, si ripresenterà anche nel settore edilizio. In Sud Tirolo ad esempio ciò è accaduto a seguito del sistema di certificazione **CasaClima – KlimaHaus**, mentre un qualcosa di analogo si sta affacciando in Lombardia.

L'enorme interesse verso sistemi di certificazione, abitazioni in legno, saloni e fiere di settore, ecc... , nonché l'impegno di molte ditte attive nel settore, danno già un'idea del grande fermento che si registra in tale ambito.

L'unica incognita che rimane riguarda quindi i tempi ed i luoghi, ovvero, quanto questo mutamento sarà rapido e quale, nel prossimo futuro, sarà il suo livello di diffusione. Un contributo decisivo può infatti essere dato da enti ed amministrazioni (di vario livello).

### Conclusione:

Nei prossimi anni gli edifici a basso consumo stravolgeranno il mercato dell'edilizia.

## 2. PARTIRE BENE

Nel mondo dell'edilizia italiana il quadro normativo, la produzione e distribuzione di materiali, lo sviluppo e la diffusione di tecnologie, la pratica della progettazione e poi la realizzazione, per quanto riguarda il tema del Risparmio Energetico o dell'Efficienza Energetica, sono stati largamente sottovalutati.

In conseguenza a ciò, l'edilizia convenzionale del nostro Paese si contraddistingue nel contesto europeo come quella, in assoluto, caratterizzata dalle più basse prestazioni di Efficienza Energetica.

Lo stato delle cose (dipendenza energetica del Paese, effetto serra, polveri sottili, costi economici a carico delle famiglie, obbligo di adeguamento agli standard europei, ecc...), impongono oggi un salto di qualità. Occorre pertanto ripensare al modo di concepire l'edilizia al fine di garantire certi livelli di efficienza energetica degli edifici.

### 2.1 Bilancio energetico invernale

Nel periodo invernale, al fine di garantire condizioni adeguate di Comfort Termico all'interno di un edificio, si rende necessario consumare una certa quantità di energia.

Ipotesizzando in maniera semplicistica che il Comfort Termico sia garantito da una temperatura dell'aria pari a 20°C, l'energia che dovremo fornire dovrà compensare le perdite di calore che si hanno attraverso le strutture (*dispersioni per trasmissione*) e quelle conseguenti ai ricambi di aria (*dispersioni per ventilazione*).

Bisognerà poi tenere conto che, attraverso le superfici vetrate può entrare una certa quantità di calore offertoci gratuitamente dal sole (*guadagni solari*), così come all'interno dell'edificio vengono svolte attività che sviluppano calore (*apporti interni gratuiti*) come ad esempio cucinare.

Poiché per FABBISOGNO ENERGETICO si intende la quantità di energia che sarà necessario spendere per garantire condizioni di Comfort Termico, esso sarà dato dalla somma algebrica di tali fattori.

$$\text{FABBISOGNO ENERGETICO} = \text{dispersioni per trasmissione} + \text{dispersioni per ventilazione} - \text{guadagni solari} - \text{apporti interni gratuiti}$$

## 2.2 Bilancio energetico estivo

Mentre nel periodo invernale è necessario consumare una certa quantità di energia per compensare una carenza di comfort dovuta al freddo, in quello estivo può invece manifestarsi l'opposta esigenza di sottrarre all'edificio un surplus di calore.

A differenza della stagione fredda in cui il passaggio di energia termica attraverso le strutture avviene sempre nella stessa "direzione" (ovvero da dentro verso fuori), in estate dobbiamo considerare un flusso alternato di calore.

Durante il giorno il caldo tende infatti ad entrare nell'edificio, mentre di notte l'edificio tende ad espellere verso l'esterno il caldo accumulato nell'arco della giornata. In alcune ore poi edificio ed ambiente esterno si trovano poi alla stessa temperatura.

Nel periodo caldo descrivere un corretto bilancio energetico risulta alquanto complesso ed i modelli di calcolo non sempre offrono risultati corrispondenti alla realtà.

Per quanto riguarda il periodo estivo, più che focalizzarsi sulla determinazione del bilancio energetico può quindi essere maggiormente significativo portare avanti una doppia analisi della conformazione geometrica e dell'orientamento dell'edificio in abbinamento ad una verifica delle prestazioni estive delle singole strutture.

Rimandando ad un approfondimento nella sezione tecnica-illustrativa di questo manuale, mettiamo in evidenza un aspetto purtroppo sottovalutato anche a livello normativo, ma di estrema importanza, ovvero quello della differenza fra isolamento contro il freddo e protezione nei confronti del caldo. Un isolante efficace contro il freddo infatti non è detto che lo sia anche nei confronti del caldo.

Va sottolineato inoltre che con una corretta progettazione dell'involucro (disposizione corretta delle superfici vetrate, isolamento efficace anche nei confronti del caldo, ecc...) su gran parte del territorio nazionale, ad esclusione di condizioni climatiche eccezionali è possibile far sì che gli ambienti interni di un edificio non necessitino di climatizzazione, ovvero di consumo di energia per l'asportazione di eccesso di calore.

### Conclusione:

- Isolare contro il freddo non vuol dire automaticamente proteggere anche contro il caldo
- Su gran parte del territorio nazionale una corretta progettazione permette di garantire ottimi livelli di Comfort Termico estivo senza il ricorso a sistemi di climatizzazione

## 2.3 Il ruolo della progettazione

Un tempo, chi progettava, chi realizzava, e chi abitava, sapeva benissimo che i mezzi economici da dedicare al riscaldamento erano limitati, così come erano limitati il livello di "isolamento termico" dell'edificio e l'efficienza dei sistemi di riscaldamento (un tempo limitati a caminetto e stufa).

Di conseguenza le abitazioni venivano edificate in luoghi assolati ed erano orientate in maniera ottimale rispetto al sole.

Le maggiori disponibilità economiche, l'invenzione e la diffusione di moderni impianti di riscaldamento, unite alla separazione fra le figure di progettista, costruttore ed utente finale (figure che fino ad allora spesso coincidevano) hanno di fatto eclissato le più banali regole del costruire.

Logiche di mercato, aspetti normativi, frammentazione dell'iter progettazione-costruzione hanno poi portato allo stato attuale delle cose.

Nell'iter progettuale convenzionale, ad oggi, la cura degli aspetti energetici è di fatto relegata alla figura del progettista degli impianti termici (o nella migliore delle ipotesi dell'isolamento termico), chiamato quasi sempre in causa solo a progetto architettonico (forma, orientamento, disposizione delle finestre, ecc...) già definito o talvolta addirittura ad edificio in fase di realizzazione, se non quasi ultimato.

Il quadro normativo di riferimento (sotto alcuni aspetti caratterizzato da numerosi vizi) spesso si è poi ridotto ad essere una pura formalità.

Ci troviamo quindi ad avere un'elevatissima percentuale di progetti (magari realizzati con l'ausilio di potenti programmi di calcolo o di disegno) nei quali non è neanche indicato dove si trova il nord.

Progettista architettonico (quello che disegna l'edificio definendone la forma, l'orientamento, ecc...) e progettista degli impianti termici spesso non si incontrano mai.

In tale contesto, la bassa efficienza energetica degli edifici diventa l'inevitabile conseguenza.

Solamente mettendo, o meglio ri-mettendo l'efficienza energetica fra le priorità della progettazione, è possibile garantire prestazioni energetiche adeguate con le esigenze dei nostri tempi ed in linea con le possibilità offerte dall'attuale tecnologia.

Il recente recepimento della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia sta dando un certo impulso affinché ciò accada.

### Conclusione:

È necessario considerare l'aspetto energetico come parte fondamentale della progettazione.

Anche la normativa attuale sta spingendo in tale direzione.

## **2.4 Cosa è possibile fare**

Lo spendere una parte considerevole delle proprie risorse economiche per il riscaldamento dell'abitazione ed il riscontrare che quelle realizzate in passato non siano riscaldabili con costi accessibili ha fatto sì che si diffondesse la convinzione che un edificio necessiti inevitabilmente di una grande quantità di energia per il riscaldamento invernale.

A questo concetto errato purtroppo negli ultimi anni si è associata anche quello che gli edifici necessitano di energia per essere raffrescati in estate.

Queste "convinzioni" sono dovute al fatto che il mercato edilizio convenzionale ha sempre offerto esclusivamente edifici caratterizzati da prestazioni energetiche al limite di quanto richiesto da normativa e che, al tempo stesso, le normative in merito, oltre ad essere state poco esigenti, risultano avere avuto sistemi di verifica e di controllo a maglia molto "larga" (ad esempio fino al D.Lgs. 192/2005 di fatto non era richiesta alcuna prestazione di protezione contro il caldo).

La realtà dei fatti è invece che attualmente si hanno tutti gli strumenti per progettare e realizzare (a costi più che accessibili) edifici caratterizzati da prestazioni energetiche nettamente superiori a quelle cui siamo stati abituati.

### Conclusione:

Realizzare edifici ad elevata efficienza energetica è possibile e conveniente.

## 2.5 L'esempio CasaClima - KlimaHaus

Un chiaro esempio di come si possano migliorare le prestazioni energetiche degli edifici ci è dato dall'esperienza CasaClima – KlimaHaus.

Si tratta del sistema con il quale, dal 12 Gennaio 2005 in Sud Tirolo – Alto Adige, è obbligatorio certificare le prestazioni energetiche invernali dei nuovi edifici ad uso abitativo.

Il sistema, basato sulla distinzione in classi di efficienza energetica (del tutto analoga a quella adottata per gli elettrodomestici) ha posto come limite, pena il mancato rilascio della dichiarazione di abitabilità, la Classe C.

Di fatto, rispetto alla normativa nazionale contemporanea, si è richiesto di dimezzare il fabbisogno energetico (e quindi i consumi) dei nuovi edifici.

La cosa interessante è che realizzare un edificio del genere, come vedremo, non comporta necessariamente un incremento dei costi.

Classe Energetica	Fabbisogno energetico per riscaldamento *		
	Valore limite	Metri Cubi di metano equivalenti	Litri di gasolio equivalenti
CasaClima Gold	10 kWh	1	1
CasaClima A	30 kWh	3	3
CasaClima B	50 kWh	5	5
Classe C	70 kWh	7	7
D	90 kWh	9	9
E	120 kWh	12	12
F	160 kWh	160	160
G	Oltre 160 kWh	160	160
Legge 10/91	Circa 140 kWh	140	140

\* dati climatici di Bolzano

In CasaClima – KlimaHaus, il Fabbisogno Energetico esprime, prendendo come riferimento i dati climatici di Bolzano, l'energia che è necessario fornire ogni anno per compensare le perdite di energia relative ad ogni metro quadro di superficie abitata dell'edificio.

Nella pratica chi, a Bolzano, acquista un appartamento di 100 metri quadri di classe C sa che consumerà per il riscaldamento al massimo  $100 \times 70 \text{ kWh} = 7.000 \text{ kWh}$  di energia (contro i circa 14.000 della Legge 10/91 all'epoca in vigore nel resto d'Italia)

Poiché per sviluppare 10 kWh di energia occorre circa 1 metro cubo di metano o 1 litro di gasolio, l'acquirente sa che, per il suo appartamento di 100 mq, consumerà  $100 \times 7 = 700$  metri cubi di metano o  $100 \times 7 = 700$  litri di gasolio all'anno per il riscaldamento.

Se l'appartamento è di Classe B il consumo scenderà ad un massimo di 500 (litri di gasolio o metri cubi di metano) e così via.

Il costruttore può applicare all'ingresso dell'edificio una targhetta, rilasciata da apposito ente, sulla quale è indicata la classe di efficienza energetica.

La possibilità di conoscere quali saranno le proprie spese di riscaldamento prima di acquistare o di andare in affitto ha di fatto rivoluzionato il mondo edilizio del Sud Tirolo – Alto Adige facendo diventare la provincia Autonoma di Bolzano un esempio a livello mondiale.

Come nel campo degli elettrodomestici molti negozianti offrono ormai solo modelli di Classe A, o al limite B, così, oggi numerosi costruttori sud tirolesi non realizzano più edifici di Classe C in quanto, con sovra costi piuttosto contenuti è possibile realizzare edifici caratterizzati da una maggiore efficienza energetica.

A dimostrazione di quali siano poi le possibilità offerte dall'attuale tecnologia vi sono poi edifici Gold per i quali i consumi energetici diventano realmente irrilevanti.

Ad oggi si è giunti a realizzare edifici da 4 KW/h per ogni metro quadrato di superficie abitabile che, per un edificio di 100 mq realizzato a Bolzano, si traducono in circa 40 metri cubi di metano o 40 litri di gasolio consumati ogni anno.

Si tratta in questo caso di soluzioni che dal punto di vista economico comportano un certo tipo di investimento che, visto il clima rigido del Sud Tirolo, risulta comunque ammortizzabile in un numero accettabile di anni.

Come in tutte le cose, si è poi visto che la diffusione di certe tecnologie e l'aumento della domanda hanno fatto abbassare i costi, per cui, realizzare una casa gold, oggi non è più così impegnativo come lo poteva essere anche solo 4 o 5 anni fa.



Logo CasaClima - KlimaHaus

Aspetto interessante è che, sebbene il Sud Tirolo sia una zona soggetta a regime di Statuto Speciale con conseguente "particolarità" dal punto di vista economico, la "rivoluzione" CasaClima – KlimaHaus fa leva più sui benefici vantaggi per l'utente finale che su agevolazioni e finanziamenti.

Il tutto infatti si basa essenzialmente sulle regole del mercato, ovvero sull'esigenza da parte dei cittadini di vivere in abitazioni caratterizzate da bassi costi (economici ed ambientali) di gestione abbinati ad elevati livelli di Comfort Termico.

Anche in altre parti d'Italia la domanda di abitazioni energeticamente più efficienti sta spingendo le realtà amministrative (come ad esempio la Lombardia) a muoversi in maniera analoga a quella sud tirolese. Ciò rappresenta il segno evidente che ci troviamo in prossimità di un radicale mutamento del mercato edilizio.

## 2.6 Investire o sperperare?

**CasaClima – KlimaHaus** è la dimostrazione pratica che realizzare abitazioni a basso consumo non solo è possibile, ma è anche conveniente.

Mentre se si vogliono ottenere prestazioni eccezionali è necessario investire risorse economiche di una certa entità, se ci si “accontenta” di prestazioni “medio - alte” (parliamo comunque di **dimezzare i consumi**) non sempre è detto che si debba spendere di più rispetto al convenzionale.

In ogni caso è necessario investire: per lo meno in una maggiore attenzione in fase di progettazione e in consapevolezza delle proprie scelte.

Di fatto si tratta di scegliere se investire oggi (magari anche solo un po' di tempo nel fare le giuste scelte) o se sperperare domani nella gestione termica dell'edificio.

Leggendo con attenzione questa prima parte del manuale, vi accorgete infatti che esistono soluzioni a costo zero che comportano un miglioramento dell'efficienza energetica e che, a fronte di incrementi di costo talvolta minimi, è possibile ottenere miglioramenti considerevoli nelle prestazioni energetiche.

isolante	consumo annuo equivalente
0 cm	2.760 m <sup>3</sup> di metano
4 cm	422 m <sup>3</sup> di metano
8 cm	230 m <sup>3</sup> di metano
12 cm	159 m <sup>3</sup> di metano

Tetto con tavolato in legno ( $\lambda$  isolante: 0,040 W/mK)  
Superficie calpestabile: 100 m<sup>2</sup> - Superficie Tetto: 130 m<sup>2</sup>  
Luogo: Fano (PU)

### Conclusione:

Anche piccoli investimenti possono portare miglioramenti considerevoli.

Investimenti di una certa entità possono portare a risultati eccezionali.

## 2.7 Tutela dell'investimento immobiliare

All'atto dell'acquisto, della realizzazione o della ristrutturazione di un immobile, un aspetto da non sottovalutare è che certamente (ovvero indipendentemente da decreti, finanziarie, regolamenti locali, ecc...) gli edifici realizzati in futuro saranno caratterizzati da prestazioni energetiche sempre migliori.

Per tale motivo il modo più intelligente per tutelare un investimento immobiliare è quello di andare oltre la prestazione minima richiesta dalla Normativa vigente al momento.

In altri termini, prima di fare un investimento dovremmo porci domande del tipo: **"quando tutte le nuove realizzazioni saranno di Classe B quale sarà il valore di un edificio di Classe C?"**.

### Conclusione:

Per evitare una svalutazione dell'immobile bisogna investire in efficienza energetica.

## 2.8 Progettare il Comfort Termico

Il grande successo che le abitazioni a basso consumo stanno ultimamente riscuotendo è dovuto anche al fatto che un edificio ben isolato non è caratterizzato solamente da minori consumi energetici, ma anche da livelli di comfort termico più elevati (almeno per quel che riguarda il periodo invernale).

Quante volte abbiamo detto o sentito dire: "che freddo! Eppure ci sono 19 gradi..."

In alcuni edifici, a quella temperatura, si prova effettivamente una spiacevole sensazione di freddo (pensiamo ad esempio ad un locale dalle pareti realizzate in cemento armato poco o male isolato), mentre in altri (pensiamo ad una baita in legno), alla stessa temperatura ci si può trovare perfettamente a proprio agio o si può addirittura iniziare ad aver caldo.

L'esperienza ci dice poi che, di fronte ad un camino o ad una stufa, si può star bene anche con temperature dell'aria nettamente inferiori ai 19 gradi.

Queste apparenti contraddizioni (che trovano però conferma nelle esperienze che, almeno una volta, tutti abbiamo vissuto) sono legate al fatto che la sensazione sia di Comfort che di Disagio Termico non dipendono esclusivamente, come si è abituati a pensare, dalla temperatura dell'aria.

Tutto ciò trova una spiegazione scientifica nel fatto che il nostro fisico non percepisce solamente la temperatura dell'aria, ma anche quella delle superfici che ci circondano.

In pratica, riferendoci al primo esempio (quello con le pareti in cemento armato) non percepiamo solo i 19 gradi dall'aria, ma anche i 10 (o meno) delle pareti che ci circondano. La sensazione di freddo è da imputare proprio ad esse.

Nel caso del camino invece, la sensazione di calore che riceviamo dal focolare sotto forma di irraggiamento sarà perfettamente in grado di controbilanciare la bassa temperatura dell'aria. La situazione è di fatto simile a quando, in montagna, grazie al sole, possiamo star bene anche con temperature estremamente basse.

In conclusione risulta fondamentale avere intorno a noi delle superfici (sia pareti che finestre) non troppo fredde. Minore è infatti la loro temperatura superficiale, più saremo costretti, per non provare disagio termico, ad alzare quella dell'aria.

Non possiamo infatti, come spesso si cerca di fare nell'edilizia convenzionale, compensare la bassa temperatura di pareti e finestre innalzando quella dell'aria poiché, se questa diventa troppo calda insorgono altre problematiche (secchezza delle mucose, sensazione di carenza di ossigeno, combustioni delle polveri, ecc...).

La diffusa sottovalutazione di tale aspetto è in parte imputabile alla stessa normativa che, imponendo una progettazione impiantistica basata sulla sola temperatura dell'aria, ha di fatto accettato, se non addirittura promosso, una progettazione dell'edificio che trascura l'importanza della temperatura superficiale dell'involucro edilizio.

Un discorso del tutto analogo deve poi essere fatto per quanto riguarda il periodo estivo durante il quale invece bisogna ovviamente evitare di avere intorno a noi superfici troppo calde.

Anche in questo caso la risposta convenzionale è quella di intervenire a posteriori sulla temperatura dell'aria riducendola. In altre parole si cerca di porre rimedio (con numerose controindicazioni), ad una carenza prestazionale dell'involucro senza agire sulle cause.

In pratica un involucro ben progettato consente di ridurre i costi di gestione termica sia invernale che estiva e, al tempo stesso, di garantire elevati livelli di Comfort Termico, ridimensionando così le problematiche relative ai sistemi impiantistici che lavorano prevalentemente sull'aria (in inverno: aria secca, combustione delle polveri, sensazione di carenza di ossigeno, ecc... - in estate: mal di gola, rischio legionella e problematiche legate alla climatizzazione).

### Conclusione:

La progettazione del Comfort Termico dovrebbe essere considerata indispensabile.

## 2.9 Il ruolo dell'involucro

Come sopra accennato una buona progettazione dell'involucro edilizio, ovvero della "scatola" che racchiuderà i vari locali, risulta essere un fattore indispensabile per la realizzazione di un buon edificio. Aspetto estremamente rilevante è che ciò è vero non solo per quanto riguarda il Risparmio Energetico, ma, come si è visto, anche il Comfort Termico.



Dalla stuccatura si può notare che il climatizzatore è stato installato SUCCESSIVAMENTE al recente intervento di ristrutturazione

In fase di progettazione dell'involucro è quindi importante non sottovalutare i seguenti aspetti:

- i costi dell'energia sono destinati ad aumentare
- in fase di realizzazione, con leggeri sovra costi è possibile ottenere considerevoli incrementi dell'isolamento dell'edificio
- la componente impiantistica rappresenta nella realizzazione di un edificio una voce di spesa considerevole
- la vita degli impianti ha una durata inferiore a quella dell'involucro
- disporre le superfici vetrate in maniera ottimale può, senza alcun costo aggiuntivo, consentire di sfruttare in inverno l'energia gratuita del sole senza al tempo stesso comportare il rischio di surriscaldamento nel periodo estivo.

### Conclusione:

Un buon involucro è il primo indispensabile passo per realizzare un buon edificio.

## 2.10 Il ruolo degli impianti

In inverno gli impianti devono fornire il calore necessario al mantenimento delle condizioni di Comfort Termico controbilanciando le perdite di energia verso l'esterno. All'opposto, in estate invece il loro ruolo è quello sottrarre l'eccesso di calore che può manifestarsi all'interno degli ambienti chiusi.

Un corretto approccio agli impianti è quello di considerarli comunque come elementi il cui ruolo è quello di compensare una carenza nel bilancio energetico o nel Comfort Termico che non può essere risolta intervenendo a monte sull'involucro edilizio.

Ponendo le dovute attenzioni all'involucro edilizio, oggi è infatti possibile realizzare, senza particolari sovra costi, edifici per i quali in estate non è necessario alcun ricorso agli impianti (almeno in molte aree d'Italia), mentre in inverno il ricorso al loro supporto nel garantire condizioni adeguate di Comfort Termico risulta essere estremamente ridotto rispetto agli edifici fino ad ora realizzati.

In altri termini ciò vuol dire che è possibile:

- ridurre drasticamente il periodo in cui è necessario far ricorso a sistemi di riscaldamento
- ridurre di conseguenza i costi di gestione termica invernale
- incrementare considerevolmente il livello di Comfort Termico invernale

inoltre:

- eliminare di fatto la necessità di raffrescamento estivo
- incrementare considerevolmente il livello di Comfort Termico estivo

Tutto ciò non vuol dire assolutamente trascurare l'importanza degli impianti termici. Sarebbe infatti un controsenso focalizzarsi esclusivamente sull'involucro per migliorarne le prestazioni e poi non fare altrettanto sulla componente impiantistica.

Così come un buon involucro deve consentire una riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio, analogamente un buon impianto deve fornire quel poco di energia che serve in maniera economica, ecologica e confortevole.

Ciò è da tempo possibile poiché nel campo impiantistico la tecnologia ed il mercato sono da tempo maturi per fornire soluzioni di alta qualità.

### Conclusione:

Dobbiamo partire dall'idea che il Comfort Termico non deve dipendere esclusivamente dagli impianti termici, ma che questi devono "solo" supportare l'involucro al quale spetta il compito di svolgere il ruolo principale in tale campo.

## **2.11 Il ruolo del gestore**

Come al volante, a parità di chilometri percorsi, una guida "sportiva" può comportare un notevole incremento dei consumi di carburante, così una gestione non appropriata della propria abitazione può far lievitare i costi di gestione energetica senza per questo garantire migliori condizioni di Comfort Termico. Una progettazione attenta all'Efficienza Energetica dell'edificio trova quindi pieno compimento solo se l'utente finale viene messo in condizione di poter gestire al meglio il proprio edificio, magari con un semplice elenco di "regole" per far funzionare al meglio i propri impianti.

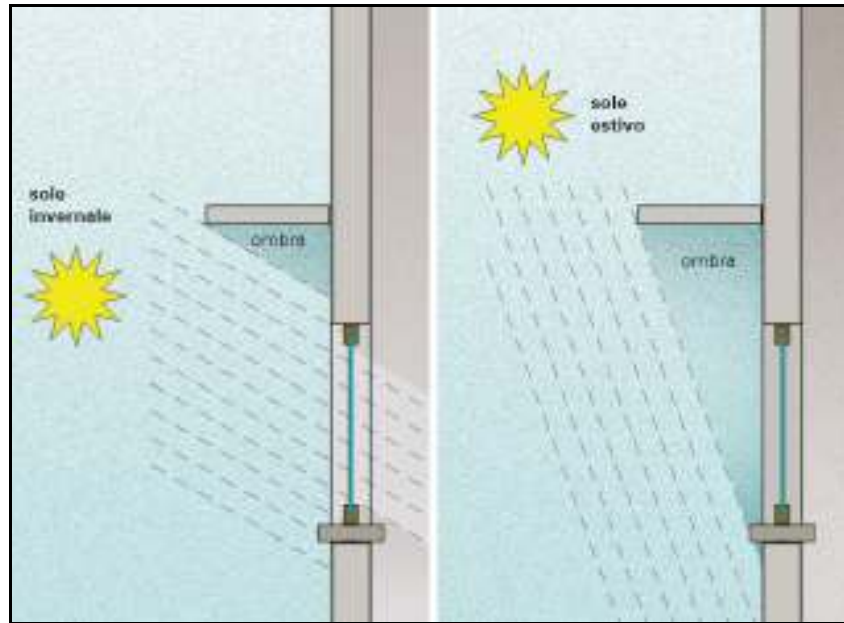
### Conclusione:

L'Efficienza Energetica di un edificio passa anche attraverso una corretta gestione da parte dell'utente finale.

## 2.12 La Progettazione BioClimatica

Con l'espressione Progettazione BioClimatica si intende comunemente il progettare tenendo conto sia del contesto climatico e microclimatico in cui si troverà l'edificio che delle dinamiche che sono alla base del Comfort Termico.

In altri termini tutto ciò vuol dire analizzare preventivamente il contesto in cui ci troviamo ad esempio studiando l'edificio ottimizzando l'esposizione invernale delle finestre per sfruttare l'energia offerta gratuitamente dal sole adottando al tempo stesso alcuni accorgimenti tesi ad evitare il surriscaldamento estivo.



Il sole cambia di giorno in giorno il suo percorso sull'orizzonte.  
Sul lato sud di un edificio, un balcone può lasciare entrare i raggi in inverno e bloccarli in estate

Un discorso del tutto analogo riguarda poi l'esposizione ai venti che sono utili in estate per il raffrescamento, ma insidiosi in inverno.

Rapporto fra superficie e volume, tipologia dell'isolamento, e scelta delle componenti impiantistiche maggiormente idonee al tipo di edificio o di utilizzo sono poi altri aspetti di questo approccio il cui scopo non è altro che **garantire le migliori condizioni di Comfort Termico con il minor dispendio di energia.**

Tutto ciò ovviamente passa attraverso una conoscenza sia delle dinamiche che sono alla base del nostro organismo (sensazione di Comfort) che di quelle che regolano la natura (sole, vento, ecc...), che attraverso una conoscenza delle caratteristiche tecniche dei materiali da costruzione e degli impianti.

### Conclusione:

la progettazione BioClimatica è una sintesi fra conoscenza di fenomeni naturali e tecnologia nell'ottica di un'ottimizzazione delle prestazioni energetiche dell'edificio compatibilmente con le necessità di Comfort e salubrità all'interno degli ambienti.

## 3 PROGETTAZIONE DEL COMFORT TERMICO

Le scelte adottate in fase di progettazione hanno inevitabilmente un'enorme influenza sulle future prestazioni dell'edificio anche in termini di Comfort o Disagio Termico.

Trascurare in tale fase il tema del Comfort Termico può portare a situazioni a cui è difficile o addirittura impossibile porre rimedio anche con le più sofisticate soluzioni impiantistiche.

### 3.1 Cos'è il Comfort Termico

Dietro all'espressione Comfort Termico si celano numerose variabili, alcune facilmente intuibili, altre di difficile interpretazione.

Definendo come Comfort Termico o, più precisamente, Comfort Termo-Igrometrico, quella situazione in cui non si prova né caldo, né freddo, è bene fare una prima precisazione: tale situazione è soggettiva.

Ciò è dovuto al fatto che ogni individuo è caratterizzato da una propria fisiologia ed un proprio stato emozionale, per cui, nella medesima situazione ci può essere una persona che si trova a proprio agio ed una no.

In ogni caso, pur esistendo una lunga serie di aspetti puramente individuali (metabolismo, situazione psicologica, sesso, età, ecc...) definiti come **variabili soggettive**, ne esistono altri di carattere generale.

È agendo su queste ultime, definite come **variabili oggettive**, che già, e soprattutto, in fase di progettazione si può determinare la qualità del Comfort Termico locale per locale.

Mentre le variabili di tipo soggettivo possono essere valutate ricorrendo a metodi statistici, quelle ambientali oggettive possono essere misurate sperimentalmente o simulate con modelli fisici.

### 3.2 Le variabili di progetto

Fra le numerose variabili oggettive che concorrono alla determinazione della situazione di Comfort o Discomfort Termico, una progettazione corretta non può prescindere dai seguenti parametri fondamentali:

- Temperatura dell'aria
- Umidità Relativa
- Temperatura media radiante
- Simmetria termica
- Temperatura Operante
- Velocità dell'aria

### **3.3 Comfort Termico invernale**

Nell'affrontare il tema del Comfort Termico nel periodo invernale, risulta indispensabile prendere in considerazione due concetti fondamentali:

#### **3.3.1 Temperatura media radiante**

La temperatura media radiante ( $T_{mr}$ ) è la temperatura media delle superfici che racchiudono l'ambiente, o meglio di tutti quegli elementi che ci circondano e che si trovano ad una temperatura diversa da quella del nostro corpo.

In inverno il suo valore non deve essere troppo basso in quanto, in tal caso, si percepisce la sensazione di muri freddi che delimitano il locale. In tale situazione, per "compensare" tale sensazione di "freddo radiante" si è costretti ad innalzare la temperatura dell'aria. Da ciò derivano, come vedremo in seguito, alcune conseguenze negative.

#### **3.3.2 Riscaldamento il più possibile radiante ed il meno possibile convettivo**

In base a quanto specificato al punto precedente, risulta evidente che, piuttosto che avere pareti (e superfici vetrate) fredde da "compensarsi" con una temperatura dell'aria piuttosto elevata, è bene far sì che le superfici che delimitano un locale siano non troppo fredde, o addirittura tiepide. Ciò può essere raggiunto in primo luogo con un isolamento fatto a regola d'arte e, se è il caso, riscaldando direttamente tali superfici (con riscaldamento a battiscopa o, meglio ancora a parete).

### 3.4 Comfort Termico estivo

Per quel che riguarda il periodo estivo, in maniera speculare alla situazione invernale, risulta necessario considerare innanzitutto i seguenti aspetti fondamentali:

#### 3.4.1 Temperatura media radiante

La temperatura media radiante deve essere il più possibile contenuta.

Più le pareti avranno una temperatura superficiale elevata, minore sarà la quantità di calore che il nostro corpo riuscirà a disperdere. Se la temperatura delle pareti supera quella del nostro corpo, non solo ci troveremo ad affrontare una situazione di disagio dovuto all'alta temperatura dell'aria, ma dovremo addirittura subire un vero e proprio flusso di calore radiante che ci investirà partendo da tali superfici.

Al fine di non provare la sensazione di trovarsi in un locale caldo, o perlomeno per ridurre tale disagio, il poter ridurre la temperatura media radiante risulta quindi di estrema importanza.

Ne risulta quindi che un isolamento termico opportunamente studiato per fornire un'adeguata protezione nei confronti del caldo è di estrema importanza.

In merito a ciò va sottolineato che isolare nei confronti del freddo non vuol dire automaticamente proteggere anche dal caldo.

In casi estremi può essere necessario adottare delle soluzioni per raffrescare le pareti.

#### 3.4.2 Passaggio veloce di calore attraverso le strutture che costituiscono l'involucro

Solitamente la temperatura di picco all'esterno dell'edificio si registra nelle prime ore del pomeriggio. Se il calore, indipendentemente dalla sua quantità, attraversa le strutture nel giro di poche ore, non potrà essere smaltito con ricambi di aria. Accade infatti che già nel primo pomeriggio le superfici interne di tetto e pareti avranno una temperatura elevata ed inizieranno a cedere calore all'aria interna all'edificio.

In tali orari le finestre non possono rimanere aperte proprio perché fuori è più caldo che dentro. Allora il calore, dopo aver riscaldato per prima l'aria, verrà ceduto anche al resto dell'edificio (esempio pavimenti e muri divisorii interni) e pertanto si accumulerà in esso.

Quando finalmente la temperatura esterna permetterà di aprire le finestre per poter effettuare uno scambio di aria, accadrà che l'edificio si sarà ormai surriscaldato e i ricambi di aria serviranno non per raffrescare (cioè accumulare del fresco nella struttura), ma solamente per smaltire il calore accumulatosi (cioè per riportare la struttura a temperature non troppo elevate).

Talvolta l'eccesso di calore accumulatosi nella struttura non si riesce a smaltire neanche nell'arco di un'intera notte. In tal caso la giornata successiva inizia con una struttura già calda.

#### 3.4.3 Passaggio lento di calore attraverso le strutture che costituiscono l'involucro

Se il calore, indipendentemente dalla sua quantità, entra attraverso le strutture con un certo ritardo (almeno otto ore), allora le superfici interne di tali strutture raggiungeranno temperature elevate solo a tardo pomeriggio o addirittura dopo il tramonto. Inizieranno cioè a cedere calore verso l'interno quando è già possibile aprire le finestre. Il calore non avrà quindi l'occasione di essere trasmesso a pavimenti e muri divisorii interni, in quanto dovrà essere prima ceduto all'aria che però sarà libera di uscire portando con sé il caldo sottratto alle strutture che costituiscono l'involucro dell'edificio. L'aria fresca che entra allora andrà a lambire muri interni e pavimenti che non si sono mai surriscaldati. Ciò rende possibile, durante la notte, un reale accumulo di fresco che permetterà di iniziare con la giornata successiva nel migliore dei modi.

Il ritardo del flusso di calore prende il nome di **Sfasamento** dell'onda termica, mentre la riduzione dell'incremento di temperatura superficiale che si manifesta sulla sua superficie interna prende il nome di **Attenuazione**.

Solitamente una buona prestazione in termini di sfasamento è più importante rispetto a quella relativa all'attenuazione.

## 4 ISOLAMENTO

Affrontare il tema isolamento limitandolo ad alcuni aspetti porta a problematiche (e l'edilizia convenzionale lo dimostra in maniera inequivocabile) quali surriscaldamento estivo, condensa e muffa in corrispondenza dei ponti termici e, talvolta, degrado precoce delle strutture e/o finiture.

La necessità di isolare maggiormente gli edifici per porre un freno ai consumi di energia rappresenta quindi un'importante occasione per migliorare non solo le prestazioni energetiche, ma anche per garantire maggiori livelli di Comfort Termico e limitare i fenomeni di degrado legati a scarso o errato isolamento.

Per tale motivo risulta evidente che valutazioni attente sulla tipologia e sulla quantità di isolante da applicare vanno ben oltre alla logica del *"in quanto me lo ripago?"*.

## 4.1 Isolamento e Comfort Termico

Un edificio ben isolato non comporta solo dei minori costi di gestione, ma anche un maggiore Comfort Termico dovuto al fatto che ad esempio, nel periodo invernale, le pareti non saranno fredde come quelle di un edificio male isolato. Un discorso del tutto analogo può essere fatto nei confronti dell'estate.

Un ulteriore elemento che gioca a favore di un buon livello di isolamento è che nel periodo invernale, se le pareti sono ben isolate, non si avrà il rischio di condensa (che si verifica invece in corrispondenza di superfici fredde) e gli ambienti risulteranno quindi essere più sani.

Riteniamo opportuno sottolineare nuovamente che un isolamento efficace contro il freddo non comporta in maniera automatica un'adeguata protezione nei confronti del caldo. Per tale motivo, nella progettazione si dovranno prendere in considerazione entrambe gli aspetti e scegliere la tipologia di isolamento idonea a far fronte ad entrambe le esigenze.

### Conclusione:

La giusta scelta del tipo di isolante ed il corretto dimensionamento portano quindi numerosi vantaggi al di là del semplice ritorno economico derivante dalla riduzione dei costi di gestione termica dell'immobile.

In una casa ben isolata, oltre a spendere di meno, si vive meglio.

### **4.3 Isolamento: caldo e freddo**

Parlando di "isolamento termico" di una struttura, è bene distinguere innanzitutto il comportamento termico contro il freddo da quello manifestato nei confronti del caldo per i seguenti motivi:

- Una stessa struttura può avere comportamenti molto differenti nei confronti del freddo e del caldo. Ad esempio un muro in mattoni pieni può costituire un'ottima protezione contro il caldo estivo, ma non protegge altrettanto bene contro il freddo. Al contrario, un isolamento in materiale sintetico espanso può essere una valida soluzione per isolare contro il freddo una roulotte, ma non darà risultati apprezzabili contro il caldo.
- La scarsa protezione contro il caldo solitamente offerta dalle strutture si traduce sempre più in costi di climatizzazione dovuti all'installazione ed alla gestione di appositi impianti.
- Anche se le lacune normative riguardo questo tema sono considerevoli, qualcosa si sta finalmente muovendo.

#### Conclusioni:

Ciò che isola contro il freddo non sempre è efficace anche nei confronti del caldo

Adottare soluzioni di isolamento efficaci nei confronti del caldo (oltre ad essere talvolta richiesto anche da normative), rappresenta un ottimo investimento economico in quanto comporta benefici oltre che nel periodo estivo anche in quello invernale.

#### 4.4 Protezione termica estiva

Per quello che riguarda il caldo, le superfici da trattare con maggior cura sono il tetto e quelle esposte a sud e ad ovest.

Isolanti caratterizzati da un analogo comportamento contro il freddo possono mostrare prestazioni assai differenti nei confronti dello **Sfasamento** e dell'**Attenuazione** dell'**onda termica** e quindi nella protezione contro il caldo.

Per quanto riguarda la protezione contro il caldo risulta infatti determinante non solo il flusso di calore che entra all'interno dell'edificio, ma anche il tempo necessario affinché ciò avvenga.

Se infatti bisogna far sì che entri la minor quantità possibile di calore, è altrettanto importante che esso entri in orari in cui potrà poi essere facilmente smaltito, , cioè quando sarà possibile effettuare un ricambio d'aria.

## 4.5 Umidità, condensa e isolamento

Una famiglia media produce (respirando, lavandosi, cucinando, lavando ed asciugando la biancheria, ecc...) una quantità di vapore acqueo che si aggira ai intorno ai **10-14 litri** giornalieri.

Come noto, l'aria, in base alla temperatura a cui si trova, è in grado di contenere una certa quantità di acqua sotto forma di vapore.

Al calare della temperatura dell'aria e, parallelamente, all'aumentare della quantità (umidità assoluta) di vapore acqueo presente nella stessa, ci si avvicina alla situazione di saturazione, in corrispondenza della quale l'acqua passa dallo stato gassoso a quello liquido. Tale fenomeno prende il nome di **Condensa**.

All'interno di un edificio, per evitare che ciò accada (solitamente sulle superfici più fredde o all'interno di strutture poco o male isolate) è necessario da un lato smaltire parte del vapore tramite ricambi d'aria, dall'altro far sì che, all'interno delle varie strutture, non si riscontrino mai coppie critiche di valori temperatura-umidità.

Come inevitabilmente il calore attraversa le strutture passando dal lato più caldo a quello più freddo, così, altrettanto inevitabilmente, il vapore acqueo le attraversa partendo dal lato dove l'aria è più umida per arrivare a quello dove l'aria è più secca.

A causa di questo continuo flusso di vapore che si verifica attraverso tutte le strutture (sfruttando le microporosità dei materiali), talvolta accade che queste diventino eccessivamente umide o addirittura si bagnino.

Tale situazione deve essere assolutamente evitata perché genera vari problemi, fra cui il rischio di degrado dell'intera struttura o di parti di questa.

Ciò tuttavia non basta poiché è ormai largamente dimostrato che il passaggio di vapore non può essere evitato (neanche con l'utilizzo di barriere al vapore), per cui l'unica strategia efficace per evitare un eccesso di umidità all'interno della struttura è, da un lato, cercare di ridurre questo flusso di vapore acqueo, dall'altro permettere alla struttura di asciugarsi velocemente, ovvero di smaltire l'eventuale eccesso di umidità.

Tutto ciò può essere ottenuto ad esempio grazie all'utilizzo appropriato di materiali traspiranti per tutto lo spessore della struttura in abbinamento ad un uso corretto di membrane che regolano, talvolta favorendolo, altre ostacolandolo, il flusso del vapore acqueo all'interno della stessa.

In ogni caso un buon livello di isolamento, correttamente applicato, risulta di importanza fondamentale, soprattutto in corrispondenza dei cosiddetti ponti termici.

## **5 PROGETTAZIONE DELL'INVOLUCRO e BIOCLIMATICA**

Per involucro edilizio si intende l'insieme delle superfici esterne che racchiudono ciò che comunemente viene definito edificio.

In pratica l'involucro è costituito dal tetto, dai muri esterni (interrati o fuori terra) e dal solaio sui cui esso si posa e dalle superfici vetrate (porte e/o finestre).

Un'attenta progettazione dell'involucro rappresenta il primo indispensabile passo da compiere al fine di contenere, con costi accettabili di realizzazione, i costi energetici di gestione dell'edificio.

All'aspetto puramente economico legato ai costi di gestione termica si affianca quello purtroppo ancor più sottovalutato del Comfort Termico.

Scopo non secondario dell'involucro è infatti quello di garantire al suo interno condizioni di Comfort sia nel periodo invernale che in quello estivo.

Purtroppo, per una lunga serie di motivi (non ultima, la disponibilità sia di energia che di tecnologia a basso costo) questo ruolo è stato sempre più demandato alle componenti impiantistiche.

Il poter far affidamento su queste ha di fatto portato ad un abbassamento della qualità dell'involucro come garante del Comfort Termico (basti pensare alla necessità di climatizzazione estiva degli attuali edifici convenzionali).

Il progettare e/o costruire garantendo il Comfort Termico all'interno dell'edificio facendo in primo luogo i conti con il contesto climatico locale è uno degli scopi della cosiddetta BioClimatica.

## **5.1 Orientamento**

Abbiamo già accennato al tema dell'orientamento mettendo in evidenza l'attenzione che in passato veniva data a tale aspetto.

Al giorno d'oggi la possibilità di scegliere il luogo in cui edificare e come orientare un edificio, per ovvi motivi economici, risulta essere un lusso che pochi si possono permettere.

Anche quando il lotto è fissato e, conseguentemente, risultano fissati sia i volumi che potremo edificare che le distanze che dovremo rispettare, abbiamo ancora la possibilità di scegliere come disporre i vari locali e le relative aperture vetrate.

Con una progettazione attenta è possibile quindi, anche in presenza di forti vincoli esterni, sfruttare magari quel poco di energia solare che non ci è stata preclusa, oppure far in modo di evitare surriscaldamenti estivi o favorire il raffrescamento sfruttando le brezze notturne.

## 5.2 Moto apparente del sole

Come è noto il sole sorge in direzione est e tramonta in direzione ovest compiendo un arco sull'orizzonte passando per il sud.

Tale arco risulta avere la massima ampiezza in corrispondenza del solstizio d'estate per ridursi via via fino ad un'ampiezza minima al solstizio d'inverno.

In altri termini, avvicinandoci al solstizio estivo, l'alba si avvicina al nord-est, il tramonto al nord-ovest e, a mezzogiorno il sole si troverà più in alto sull'orizzonte in direzione sud.

Avvicinandoci al solstizio d'inverno invece l'alba si sposterà verso il sud-est, il tramonto verso il sud-ovest e, a mezzogiorno, il sole si troverà più basso sull'orizzonte sempre in direzione sud.

Di conseguenza, per un edificio che non abbia di fronte a sé degli ostacoli, si riscontra:

parete	inverno	estate
nord	sempre in ombra	"sempre" in ombra
est	al sole per poche ore al mattino	al sole per molte ore al mattino
sud	al sole nel mezzo della giornata con il sole "basso"	al sole nel mezzo della giornata con il sole "alto"
ovest	al sole per poche ore al pomeriggio	al sole per molte ore al pomeriggio

Da ciò deriva che ogni parte dell'edificio si trova in condizioni nettamente differenti rispetto alle altre sia in termini di luminosità che di apporti di energia solare.

Ci saranno quindi sia delle zone privilegiate in inverno (maggiore luminosità e calore) che zone penalizzate nel periodo estivo (eccesso di calore).

In base a ciò si dovranno disporre i locali in maniera ottimale.

## 5.3 Rapporto Superficie/Volume

Per rapporto S/V si intende il rapporto numerico fra la superficie che racchiude il volume riscaldato dell'edificio ed il volume degli ambienti riscaldati.

Un basso rapporto S/V si ha quando una superficie ridotta racchiude un grande volume e viceversa.

Il valore assunto da S/V risulta svolgere un ruolo importantissimo nel determinare le dispersioni di calore nel periodo invernale. Il fatto stesso che quando proviamo freddo tendiamo a raggomitolarci è una chiara dimostrazione di ciò. Raggomitolandoci infatti non facciamo altro che ridurre la superficie esposta al freddo e quindi contenere le dispersioni di calore.

Applicare lo stesso concetto agli edifici vuol dire adottare forme più compatte per racchiudere il massimo del volume all'interno di una superficie (disperdente) che deve essere il più possibile limitata.

Costruire edifici più compatti consente, a parità di isolamento, di ottenere prestazioni energetiche invernali nettamente superiori.

Da sottolineare il fatto che un edificio più compatto, essendo più semplice, solitamente è caratterizzato da costi di realizzazione inferiori.

Come vedremo nella parte B del manuale, tutto ciò non vuol dire però realizzare edifici tutti uguali a forma di cubo.

## 5.4 Chiusure opache

Nel linguaggio tecnico si definiscono chiusure opache "muri", "tetti" e "pavimenti", mentre con l'espressione chiusure trasparenti ci si riferisce a finestre e porte-finestre.

## 5.5 Tecniche costruttive convenzionali

Una prima distinzione è quella fra pareti portanti e pareti di tamponamento.

Le prime vengono realizzate quando la tecnica costruttiva dell'edificio prevede che siano esse a reggere il peso della struttura.

Quelle di tamponamento invece non assolvono a scopi strutturali in quanto tale compito viene svolto da un telaio in cemento armato. Scopo delle pareti in tal caso è il semplice riempimento dello spazio lasciato fra travi e pilastri.

### 5.5.1 Edifici a Pareti portanti

Nel caso di costruzioni con pareti portanti, viste le finalità anche strutturali delle stesse, queste devono necessariamente essere caratterizzate da ottime prestazioni meccaniche ottenibili solitamente mediante l'utilizzo di elementi costruttivi caratterizzati da una certa massa. Ciò solitamente getta i presupposti per ottenere discrete prestazioni termiche estive. Con questa tecnica costruttiva è possibile ottenere valide prestazioni invernali o mediante l'adozione di laterizi piuttosto costosi, oppure realizzando un isolamento aggiuntivo.

Questo tipo di soluzione, non prevedendo pilastri, rende meno influente il problema dei ponti termici strutturali che si limitano quindi alle travi di piano ed agli eventuali aggetti.

### 5.5.2 Edifici a telaio

Nel caso di tecnica costruttiva a telaio, la parete, non assolvendo alcuno scopo strutturale, può anche essere particolarmente leggera. Se ciò può rappresentare un vantaggio sotto alcuni aspetti (grande libertà nella distribuzione degli spazi, possibilità di realizzare grandi aperture, spessore ridotto con conseguente maggiore sfruttamento dello spazio, ecc...), sotto altri comporta alcune importanti controindicazioni.

La costruzione a telaio, prevedendo il ricorso a pilastri in cemento armato, è ad esempio fortemente esposta al problema del ponte termico strutturale.

Tale tipo di soluzione, essendo tendenzialmente più leggera rispetto a quella a parete portante, mediamente sarà inoltre caratterizzata da una minore inerzia termica e quindi (salvo particolari accorgimenti) da un comportamento termico estivo non ottimale.

Rispetto alla soluzione a telaio, nell'ambito di soluzioni architettoniche convenzionali e di materiali da costruzioni usuali, la soluzione costruttiva a parete portante offre una base migliore per il conseguimento di risultati soddisfacenti sotto gli aspetti del comfort termico (invernale ed estivo) e dell'efficienza energetica.

Ciò non vuol dire comunque che un edificio a telaio sia necessariamente inferiore (sotto tali aspetti) rispetto ad uno a struttura portante.

Come ogni tecnologia, entrambe le soluzioni sono infatti caratterizzate sia da vantaggi e svantaggi intrinseci e da accorgimenti specifici mediante i quali è possibile correggerne, entro certi termini, i limiti.

L'attuale tecnologia consente infatti di realizzare edifici a telaio particolarmente prestanti sotto gli aspetti di nostro interesse.

## 5.6 Pareti

In base alle prestazioni fornite dalla muratura possono essere adottate varie tecniche di isolamento. Poiché la parete deve rispondere a requisiti sia termici che acustici, l'isolamento dovrà tenere conto di entrambe gli aspetti.

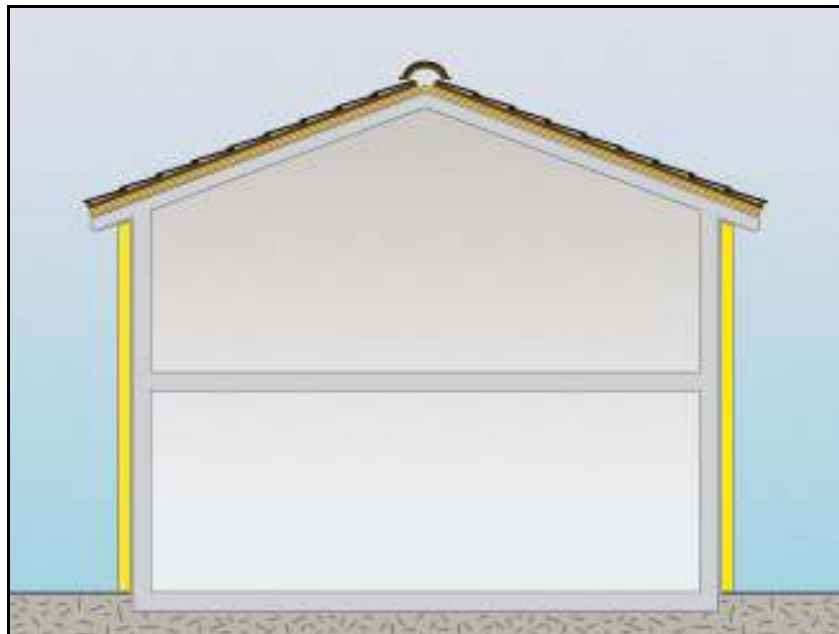
Va precisato che, sia per "carenze" o "ambiguità" normative che per scarso interesse dedicato in passato all'isolamento, il rispetto dei requisiti basilari può essere accompagnato da prestazioni d'insieme non sempre adeguate.

Può infatti accadere che, pur essendo rispettati i valori prescritti, non venga data la dovuta attenzione a dettagli progettuali - costruttivi di particolare rilevanza al lato pratico.

In merito a ciò va sottolineato che alcune soluzioni costruttive risultano essere particolarmente vulnerabili, mentre altre tollerano abbastanza bene errori di valutazione o leggerezze in fase di cantiere.

### 5.6.1 Isolamento a cappotto con pannelli isolanti

La tecnica prevede il rivestimento della parete sul lato esterno mediante l'applicazione di pannelli isolanti sui quali verrà applicato solitamente un intonaco (che dovrà essere compatibile con il supporto isolante).



Isolamento delle pareti mediante cappotto esterno  
L'isolamento in facciata risulta essere continuo

Questa soluzione consente la completa risoluzione del problema dei ponti termici di trave e pilastro (particolari accorgimenti devono invece essere prestati al ponte termico dovuto a balconi o aggetti).

Ciò, oltre a comportare benefici sotto l'aspetto termico, offre un importante strumento di prevenzione del rischio di condensa e quindi di comparsa di muffe.

Altro importante vantaggio dell'isolamento a cappotto è l'"inglobamento" della massa che, trovandosi (rispetto all'isolante) all'interno dell'edificio, conferirà allo stesso una buona inerzia termica. Ciò si tradurrà in benefici soprattutto sotto l'aspetto del comfort termico estivo.

La prestazione termica estiva, così come quella acustica saranno in buona parte connesse al tipo di isolante utilizzato.

La tecnica può essere applicata sia nel caso di edifici a struttura portante che in quello di realizzazioni a telaio. Per queste ultime, essendo fortemente caratterizzate dal problema del ponte termico strutturale, l'isolamento a cappotto rappresenta una soluzione fortemente consigliata.

### 5.6.2 Isolamento dall'interno

Noto anche come cappotto interno, rappresenta una soluzione caratterizzata da numerose controindicazioni.

La più evidente è quella della riduzione degli spazi. A questa però ne seguono altre forse più importanti quali il peggioramento del comportamento dell'edificio per quanto riguarda il rischio di condensa nelle strutture e, talvolta, il minor Comfort Termico estivo.

Il primo aspetto è legato al fatto che il posizionamento dell'isolante all'interno, sebbene comporti una riduzione del flusso di calore, fa sì che la temperatura si abbassi all'interno delle strutture.

Per tale motivo, se all'atto dell'allestimento dell'isolamento non vengono prese particolari precauzioni, la struttura, piano piano si bagna senza che il problema si manifesti subito. Quando le conseguenze diventano evidenti è ormai troppo tardi per correre ai ripari in quanto la condensa probabilmente avrà intriso anche l'isolante.

Per quel che riguarda il Comfort Termico estivo invece il cappotto interno comporta quasi sempre una riduzione delle potenzialità di raffrescamento notturno dell'edificio.

Altro aspetto negativo è quello legato all'inevitabile discontinuità dell'isolamento che non consente quindi di risolvere il problema di ponti termici.

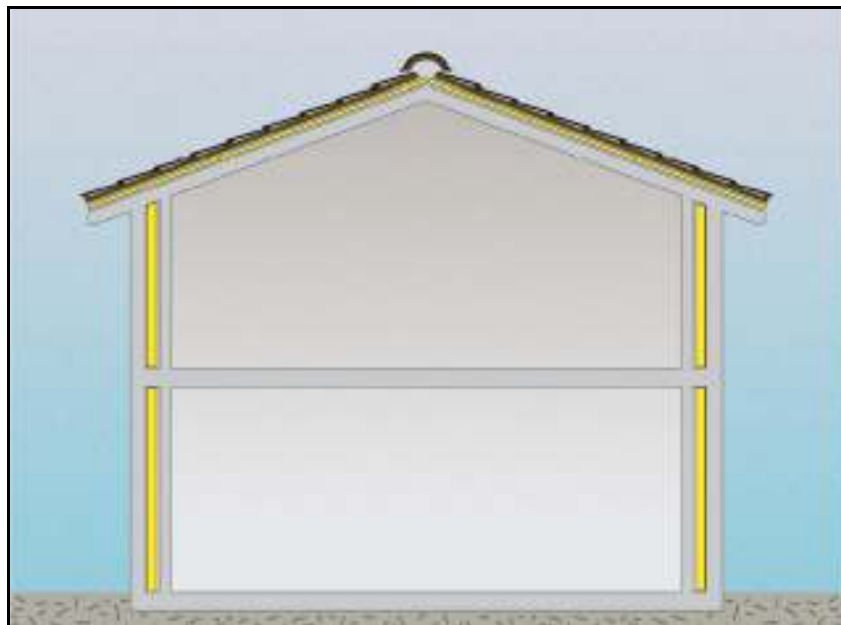
Per i motivi sopra citati, questa soluzione deve essere considerata solo come ultima soluzione possibile e, in ogni caso, deve essere applicata adottando alcune particolari precauzioni, grazie alle quali risulta essere piuttosto sicura.

### 5.6.3 Isolamento interposto

Consiste nella realizzazione di una doppia parete all'interno della quale viene posizionato uno strato di isolante.

A differenza della soluzione a cappotto, sarà impossibile ottenere la continuità dell'isolante. Questa sarà infatti interrotta a causa di travi e pilastri che rappresenteranno così dei ponti termici.

In mancanza di particolari accorgimenti questa soluzione può quindi essere problematica non solo sotto l'aspetto puramente energetico, ma anche per quanto riguarda Comfort Termico e salubrità (condensa e muffa in corrispondenza del ponte termico strutturale).



Isolamento interposto nelle pareti  
L'isolamento risulta essere discontinuo

Il posizionare l'isolante all'interno della parete ha inoltre come conseguenza un non completo sfruttamento dell'effetto massa utile soprattutto per garantire un adeguato comfort termico estivo.

#### **5.6.4 Parete monostrato con elementi ad elevate prestazioni termiche**

(blocchi in laterizio microporizzato e/o materiali espansi)

In caso di elementi costruttivi particolarmente prestanti sotto l'aspetto termico può talvolta essere evitato il ricorso ad un isolamento supplementare.

In ogni caso permane il problema dei ponti termici strutturali che dovranno essere trattati secondo le esigenze del caso.

Queste soluzioni solitamente risultano essere piuttosto onerose.

Aspetto da non trascurare è che, per non compromettere le prestazioni termiche (e/o strutturali) degli elementi costruttivi adottati, spesso sarà necessario realizzare comunque una parete interna di sacrificio per l'alloggiamento delle tracce impiantistiche.

#### **5.6.5 Termointonaci**

La soluzione consiste di fatto nella realizzazione di un termocappotto esterno ottenuto, non tramite l'applicazione di pannelli isolanti, bensì mediante un intonaco caratterizzato da particolari prestazioni di isolamento termico.

Rispetto al comune cappotto, il termointonaco solitamente risulta essere più affidabile dal punto di vista meccanico.

Per contro, poiché, rispetto ai comuni pannelli isolanti, i termointonaci sono caratterizzati da prestazioni isolanti invernali inferiori, questa soluzione risulta interessante nel caso di pareti già caratterizzate da buone prestazioni. Visti i considerevoli spessori che si renderebbero necessari potrebbe infatti essere troppo oneroso raggiungere gli stessi livelli di efficienza.

## 5.7 Fondazioni

Al fine di coniugare efficienza energetica e costi di realizzazione accettabili, la soluzione migliore è solitamente quella di evitare di realizzare locali entro terra o seminterrati che dovranno poi essere riscaldati.

La moderna tecnica dell'isolamento (ad esempio mediante l'utilizzo di isolante in vetro cellulare) permette di ottenere ottimi risultati anche entro terra. In tali condizioni isolare efficacemente e con risultati durevoli risulta però assai dispendioso, mentre isolare termicamente le parti di edificio realizzate fuori terra risulta nettamente più semplice, efficace ed economico.

Poiché molti isolanti sono sensibili all'umidità (sia come tendenza al degrado che come semplice decadimento prestazionale), anche nell'isolamento fuori terra è bene far sì che venga evitata nella maniera più assoluta l'umidità di risalita.

In altri termini, anche se i locali interrati o semi interrati non verranno riscaldati, è necessario che dalle "fondazioni" non risalga umidità attraverso i "muri".

Questa infatti bagnando "muri" e/o solaio del piano terra può compromettere le prestazioni energetiche del primo livello dell'edificio (oltre a rendere insalubri gli ambienti colpiti da tale fenomeno).

In tale ambito, una tecnica dal buon rapporto prestazioni prezzo è quella del vespaio aerato.

## 5.8 Copertura

Attraverso il "tetto" un edificio disperde una considerevole quantità di calore in inverno, mentre ne riceve in abbondanza proprio quando questo non è affatto desiderato, cioè in estate.

Poiché nelle nuove costruzioni, così come in molte ristrutturazioni, l'ambiente sottotetto è quasi sempre un ambiente abitato, l'adozione di particolari precauzioni già in fase di progetto risulta estremamente importante. Dal punto di vista termico, questa parte dell'edificio si trova infatti a dover far i conti non solo sulle superfici perimetrali, ma anche con la grande estensione della copertura. La cosa può inoltre essere complicata ulteriormente da superfici vetrate sulla copertura. Viste le molteplici criticità, è contro ogni logica tralasciare la cura dell'isolamento termico e di alcuni altri aspetti per poi dover far totale affidamento sugli impianti tecnologici di gestione termica. Questi, soprattutto nel periodo estivo, oltre a comportare costi di gestione particolarmente elevati, correranno il rischio di non essere in grado di compensare carenze prestazionali dell'involucro.

Al di là di quanto espressamente richiesto da normativa (che presta un'attenzione insufficiente alla tematica del caldo) è quindi fortemente auspicabile che la copertura sia curata anche sotto l'aspetto energetico estivo.

Attualmente è possibile realizzare coperture energeticamente efficaci sia nel caso di coperture a falde (tetto classico) che di coperture piane.

Per le prime è poi possibile far ricorso alla tecnica della ventilazione.

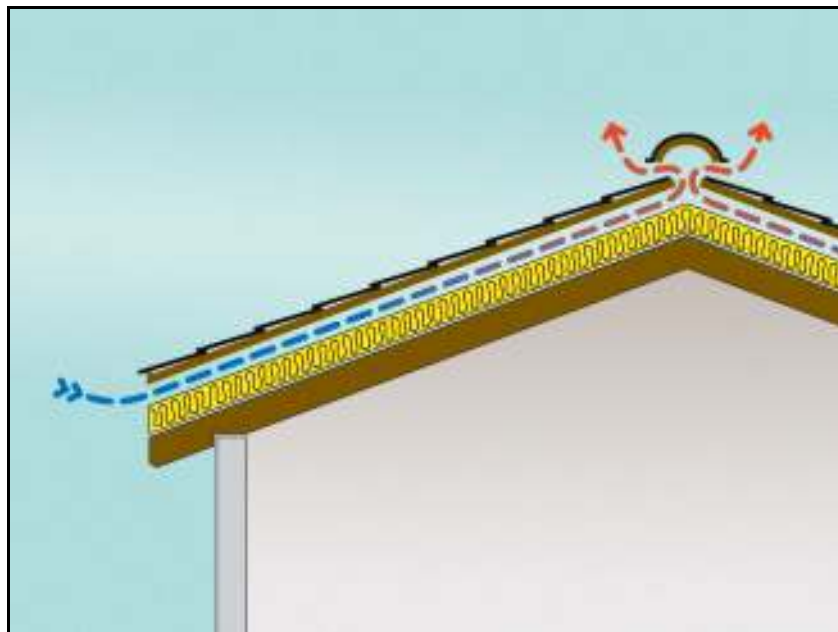
### 5.8.1 Tetto Ventilato

Il ricorso ad un tetto ventilato è fortemente consigliato sia nel caso di nuove realizzazioni che di ristrutturazioni.

La tecnica consiste nella creazione di un'intercapedine di aria posizionata al di sotto del manto di copertura e comunque al di sopra dello strato di materiale coibente.

L'intercapedine sarà dotata di apposite aperture in corrispondenza della gronda e del colmo in modo tale che l'aria possa entrare in gronda per poi fuoriuscire in prossimità del colmo.

Il flusso di aria avverrà spontaneamente per **effetto camino** in quanto l'aria, sottraendo calore al manto di copertura e/o all'isolante, scaldandosi salirà all'interno dell'intercapedine.



Schema di funzionamento del tetto ventilato

La tecnica della ventilazione offre numerosissimi vantaggi, per cui è fortemente consigliata.

Il beneficio estivo è quello più evidente. Ciò ha portato ad una sopravvalutazione di questa tecnica come soluzione definitiva al problema del surriscaldamento estivo degli ambienti sottotetto.

### Funzionamento

In **estate** il flusso d'aria all'interno dell'intercapedine avverrà grazie alla sottrazione di calore che essa esercita nei confronti del manto di copertura che, essendo esposto al sole, raggiungerà temperature molto elevate. Pur contribuendo a ridurre il rischio di surriscaldamento, la sola ventilazione non è sufficiente a tale scopo e dovrà pertanto essere accompagnata da un isolamento efficace anche nei confronti del caldo.

In **inverno** il flusso ascendente di aria sarà garantito dall'acquisizione di calore a spese dello strato di materiale isolante. La modesta asportazione di calore dovuta alla ventilazione è comunque largamente compensata dal fatto che l'aria, lambendo l'isolante, lo mantiene asciutto garantendo così una maggiore efficienza dello stesso e quindi un bilancio energetico favorevole.

### Conclusioni:

Pur comportando una riduzione del rischio di surriscaldamento dell'ambiente sottotetto, la ventilazione deve essere comunque associata ad un tipo di isolamento prestante non solo nei confronti del freddo, ma anche del caldo (soprattutto nel caso di coperture in legno e di solette in cemento armato).

Ventilare significa inoltre mantenere asciutto ed in piena esigenza in primo luogo il pacchetto di materiale isolante ed in secondo luogo garantire maggiore longevità al manto di copertura e conseguentemente all'intera struttura del tetto.

È possibile adottare la tecnica della ventilazione sia su tetti a struttura lignea che su quelli in latero-cemento.

## 5.9 Ponti termici

### Introduzione

Con l'espressione Ponte Termico si intende una via preferenziale per il flusso di calore.

In un edificio possiamo quindi avere Ponti Termici nei punti male isolati, in quelli dove si ha una conformazione geometrica che favorisce il flusso di calore o dove si è utilizzato un materiale o un prodotto maggior conduttore di calore rispetto al resto.

Le conseguenze del Ponte Termico non si traducono solamente in incrementi dei costi di gestione, ma anche in punti freddi in inverno e caldi in estate.

Alla bassa temperatura superficiale dei Ponti Termici è spesso associato, anche in edifici di nuova realizzazione, il fenomeno di condensa (superficiale e/o interstiziale ) che non di rado è accompagnata dalla comparsa di muffa.



La comparsa di muffa: tipica conseguenza di un ponte termico

Evitare i Ponti Termici non è quindi esclusivamente una questione di Risparmio Energetico, ma anche un modo per garantire situazioni di Comfort Termico e tutelare la salute.

Oggi sono disponibili varie e collaudate tecniche che permettono di risolvere efficacemente il problema del Ponte Termico.

Nella Parte B del manuale vengono presi in rassegna i principali ponti termici ed alcune soluzioni per la loro risoluzione:

- Ponte Termico Geometrico
- Ponte Termico Strutturale costituito da trave e pilastro
- Ponte Termico Strutturale costituito da balcone ed aggetti
- Ponte Termico costituito da mensola passante
- Ponte Termico costituito da cassonetto tapparella avvolgibile

## 5.10 Chiusure trasparenti

Mentre le pareti ed i solai vengono definiti chiusure opache (in quanto non lasciano passare la luce), con l'espressione chiusure trasparenti si intendono finestre e porte vetrate.

Siccome anche in questo caso ogni scelta porta con sé delle conseguenze sul piano energetico e su quello del Comfort Termico, risulta fondamentale basare le proprie valutazioni anche su tale aspetto e non solo su canoni puramente estetici degli infissi o sul semplice prezzo di acquisto.

Prima di entrare nei dettagli dei vetri e degli infissi che li supportano, analizziamo il ruolo svolto dalle chiusure trasparenti nel bilancio energetico di un edificio.

### 5.10.1 Inverno

Attraverso una finestra o una porta vetrata, come del resto attraverso ogni altro componente, in inverno esce dall'edificio una certa quantità di energia legata al valore della Trasmittanza dell'elemento (minore è tale valore, minori saranno le dispersioni dell'elemento).

Ottenere bassi valori di Trasmittanza sugli infissi è molto più costoso rispetto alle superfici opache. Ciò, a prima vista, potrebbe indurre a pensare che risulta economicamente più conveniente ridurre le superfici vetrate al minimo imposto dalla normativa per motivi igienici-salutistici (luce naturale e, in maniera indiretta, ricambio d'aria). Non dobbiamo però dimenticarci che la luce è energia, per cui, nel bilancio energetico (e di conseguenza anche in quello economico) dobbiamo considerare che grazie alle superfici vetrate possiamo sfruttare i cosiddetti **apporti solari gratuiti**.



Infisso da casa passiva: triplo vetro – vetrocamera doppia

Definire con esattezza il giusto rapporto fra superfici trasparenti e superfici opache, nonché le risorse economiche da destinare alle prestazioni di vetri ed infissi, risulta piuttosto complesso.

Un aiuto considerevole a ciò può essere dato dai moderni sistemi di calcolo computerizzato che, utilizzati correttamente in fase di progettazione, possono fornirci una simulazione di quello che potrà essere il comportamento globale dell'edificio in base al tipo di chiusure trasparenti utilizzate.

Prima di far ciò (cosa che del resto rappresenta una comune prassi per il progettista bioclimatico) è comunque possibile far ricorso ad alcune semplici regole (approfondimento nella parte B del manuale).

### **5.10.2 Estate**

Mentre in inverno gli apporti solari sono utili, in estate possono costituire un vero e proprio problema in quanto possono portare nell'edificio una quantità di energia tale da rendere necessaria l'adozione di sistemi impiantistici di smaltimento.

Poiché una conoscenza del moto apparente del sole consente, oltre ad uno sfruttamento nel periodo invernale, anche l'adozione di alcuni stratagemmi di protezione estiva, con un po' di attenzione in fase progettuale diventa possibile trovare un giusto compromesso fra le due esigenze diametralmente opposte.

Anche in questo caso proponiamo un approfondimento nella parte B del manuale.

### 5.10.3 Sostituzione degli infissi e doppie finestre

Poiché i vecchi infissi rappresentano una preferenziale via di fuga per il calore, la tentazione di rivolgere ad essi le nostre prime attenzioni è più che legittima.

In merito a ciò è bene distinguere fra la dispersione di calore attraverso il vetro e quella attraverso gli "spifferi".

Mentre sostituire un vetro singolo con una vetrocamera, oltre ad essere molto utile, non comporta controindicazioni, intervenire sulla tenuta all'aria dell'infisso può essere un'arma a doppio taglio.

Eliminare o ridurre drasticamente i ricambi d'aria dovuti alla scarsa tenuta degli infissi può infatti far sì che non si abbia più lo spontaneo smaltimento dell'umidità prodotta all'interno dell'edificio (10-14 litri di vapore acqueo al giorno).

In tal caso l'umidità, che prima poteva uscire, potrà portare l'aria interna a livelli di saturazione. In tal caso si andrà incontro al rischio di avere condensa sulle superfici più fredde o all'interno delle strutture.

Per il motivo sopra citato, la sostituzione di infissi o, ancor di più, l'adozione di doppie finestre, dovrebbe quindi essere sempre accompagnata da un intervento sull'isolamento dell'edificio ed in particolare dei ponti termici. Spesso invece accade che il primo ed unico intervento riguardi esclusivamente l'infisso.

In tal caso non è rara la comparsa di muffe in edifici che non avevano mai sofferto di tale problematica.

Va sottolineato che un intervento di tal genere, oltre alle ovvie controindicazioni di origine salutistica, può anche risultare piuttosto fallimentare proprio sul piano energetico.

Se all'eliminazione della fuoriuscita di aria calda (e umida) segue una comparsa considerevole di muffa, allora significa che i muri si sono "bagnati", ovvero molte delle microporosità un tempo piene di aria, ora saranno piene di acqua.

In tal caso aumenterà la dispersione di calore attraverso i muri che saranno diventati più freddi (da qui nascono la condensa e la muffa).

Qualora non sia fattibile intervenire sull'isolamento termico è comunque possibile aumentare la tenuta all'aria degli infissi se si ricorre a sistemi di deumidificazione dell'aria almeno nei locali più a rischio (solitamente bagno e cucina o quelli esposti a nord).

In tal caso la soluzione più efficace (sotto vari aspetti) è data dall'adozione di sistemi di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore.

## 6 GLI IMPIANTI

La disponibilità di energia a “basso costo” e la sottovalutazione delle implicazioni ambientali, economiche e politiche di un largo utilizzo di combustibili fossili ha fatto sì che nel corso del secolo scorso, gli impianti termici assumessero un ruolo di particolare importanza.

Per questi ed altri fattori, mentre la tecnologia impiantistica progrediva, l’involucro edilizio perdeva ingiustamente importanza come garante delle condizioni di comfort termico.

Contrariamente ad ogni logica, soluzioni impiantistiche caratterizzate da elevate prestazioni in termini di comfort e rendimento non ha avuto in Italia la diffusione adeguata.

Pur consentendo la moderna tecnologia impiantistica di coniugare elevate prestazioni su entrambe i fronti, un approccio corretto resta sempre quello del considerare l’impianto come elemento di completamento di eventuali limiti prestazionali dell’involucro e non come fattore sostitutivo.

In altri termini, il grosso del lavoro lo deve fare l’involucro e l’impianto deve intervenire solo quando indispensabile.

Non sempre l’impianto è infatti in condizione di sopperire alle gravi carenze legate ad una errata progettazione e/o realizzazione dell’involucro. Quando lo è, lo fa comunque con costi energetici elevati e quasi sempre a spese del Comfort Termico.

## 6.1 Gli impianti oggi

Per vari motivi (storici, amministrativi, economici e culturali) ci troviamo oggi con un patrimonio edilizio caratterizzato da scarse prestazioni energetiche invernali non solo per gli edifici storici, ma anche per quelli realizzati dopo la II guerra mondiale fino ai giorni nostri. Va sottolineato che per questi ultimi, a differenza dei primi non ci sono scusanti quali la mancanza di disponibilità tecniche e che purtroppo l'edilizia italiana, sotto questo aspetto, detiene il poco gratificante ultimo posto a livello europeo.

Sull'altro fronte, cioè quello estivo la situazione mette invece in chiara evidenza la sottovalutazione che negli ultimi decenni si è fatta del ruolo dell'involucro edilizio.

Gli edifici "moderni", salvo casi particolari sono infatti caratterizzati da una maggiore tendenza al surriscaldamento rispetto quelli storici.

Oggi ci troviamo quindi in molti nuovi edifici nella condizione di dover ricorrere agli impianti non solo per il riscaldamento, ma anche per il raffrescamento.

È pur vero che ciò si deve anche alla tendenza del clima al surriscaldamento (cosa fra l'altro legata alle emissioni di anidride carbonica e quindi anche al consumo di energia) ed alla minore accettazione delle condizioni di discomfort termico, ma vediamo che, in ogni caso, gli edifici storici sotto questo aspetto reggono meglio di quelli di recente costruzione.

Talvolta si registra poi la paradossale situazione di ristrutturazione peggiorativa delle prestazioni estive.

Un tipico esempio è quello della sostituzione della copertura nella quale si manifestano gravi lacune concettuali in termini di progettazione dell'isolamento termico.

Superare la scissione fra progettista dell'involucro ed impiantista è quindi la via da seguire e, fortunatamente il recepimento direttiva europea 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia spinge in tale direzione.

La moderna tecnologia mette poi a disposizione soluzioni impiantistiche caratterizzate da elevate prestazioni energetiche, ottimo comfort termico, abbinabili con soluzioni di approvvigionamento energetico ecologicamente compatibili.

Aspetti fondamentali nella scelta della soluzione impiantistica sono:

- le modalità con cui viene ceduto il calore all'ambiente
- la fonte di energia utilizzata

## 6.2 Convezione ed irraggiamento

Gli impianti termici, al di là della fonte energetica utilizzata, intervengono per compensare le perdite di energia in inverno ed eventualmente per ridurre le condizioni di discomfort termico (legate all'eccesso di calore e/o di umidità) in estate.

Ciò può essere fatto in vari modi sfruttando i diversi sistemi di trasferimento del calore.

### Convezione

Con il termine convezione si intende quella modalità di trasferimento del calore tramite flussi di aria (calda o fredda a seconda dei casi).

### Irraggiamento

L'espressione irraggiamento definisce invece quella modalità di trasferimento del calore mediante radiazione.



I raggi del sole sono la forma più evidente di calore radiante

Al lato pratico non si può avere né pura convezione, né puro irraggiamento, ma sempre la compresenza delle due modalità. In ogni caso nella progettazione e nella realizzazione degli impianti è possibile scegliere a quale dei due aspetti dare maggiore rilievo.

Gli impianti termici possono quindi essere catalogati non solo in base alla fonte di energia utilizzata, ma anche in riferimento alla modalità di trasferimento del calore su cui fanno maggior affidamento.

### Impianti convettivi

Sono quelli che lavorano prevalentemente sull'aria, ovvero alzando (in inverno) o abbassando (in estate) la sua temperatura. L'aria, a sua volta, lambendo le superfici di muri, soffitti e pavimenti, modificherà in misura lieve le loro temperature (scaldandole in inverno e raffrescandole in estate).

Esempi di sistema di riscaldamento spiccatamente convettivo sono quelli del ventilconvettore e del comune climatizzatore.

### Impianti radianti

Sono quelli che modificano le condizioni climatiche negli ambienti agendo non tanto sulla temperatura dell'aria, quanto su quella di alcune superfici che, diventando calde (in inverno) o fresche (in estate) cedono rispettivamente calore sotto forma di radiazione infrarossa (in inverno) o, in maniera del tutto analoga, in estate assorbiranno calore dai corpi più caldi.

Un esempio piuttosto noto di riscaldamento radiante è quello del riscaldamento a pavimento.

L'impianto convenzionale a radiatori, a dispetto del nome è spesso caratterizzato da un comportamento fortemente convettivo.

### 6.3 Sistemi convettivi: funzionamento, vantaggi e svantaggi

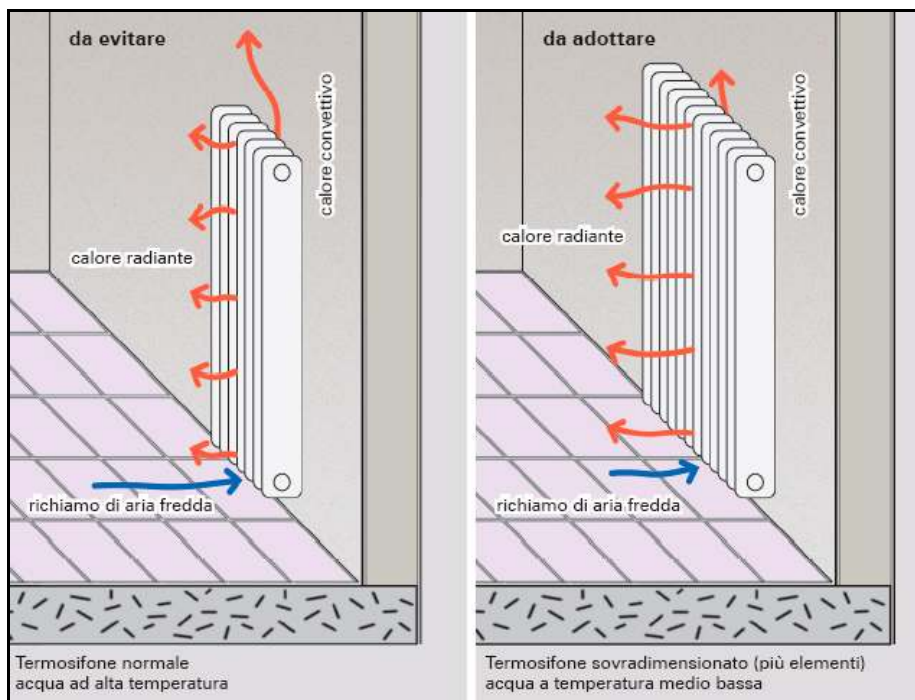
Gli impianti convettivi alla base del loro funzionamento hanno un fluido che viene riscaldato o raffreddato e fatto circolare all'interno di appositi elementi alettati che scambieranno calore con l'aria che verrà a contatto con essi in maniera spontanea o forzata.

#### 6.3.1 Funzionamento spontaneo

Un tipico esempio di riscaldamento convettivo a funzionamento spontaneo è quello dato (a discapito del loro nome) dai comuni radiatori con i quali l'aria circola spontaneamente intorno all'elemento essendo "risucchiata" dal cosiddetto "effetto camino". In pratica l'aria che viene a contatto con il corpo caldo, aumenta di temperatura e di conseguenza, diminuendo la sua densità (ovvero diventa "più leggera") tende a salire (stesso principio alla base del funzionamento della mongolfiera). A questo punto, l'aria, allontanandosi dal corpo caldo, lascerà alla base del radiatore uno spazio libero che verrà occupato da aria più fredda che, essendo più densa o "pesante" occupa i livelli inferiori all'interno degli ambienti.

Anche questa a sua volta, lambendo il radiatore, si scalderà, salirà e lascerà un nuovo spazio libero richiamando così altra aria di temperatura minore (effetto camino).

Anche se il radiatore cede una parte di calore mediante irraggiamento (da cui prende il nome) la percentuale di calore ceduta all'ambiente tramite l'aria (componente convettiva) è preponderante e crescerà quanto più il radiatore è alettato e quanto più sarà elevata la temperatura dell'acqua che circola al suo interno.



La conformazione ed numero degli elementi, nonché la temperatura dell'acqua determinano le percentuali di calore cedute per convezione ed irraggiamento

Esempi a funzionamento spontaneo sono anche (per quanto riguarda l'aria) il termocamino o la termostufa non dotate di apposite ventole.

### 6.3.2 Funzionamento forzato

Si parla di funzionamento forzato quando il flusso di aria intorno agli elementi che devono scambiare calore avviene tramite apposite ventole.

Esempi sono il ventilconvettore, il comune climatizzatore, la termoventola ed il termocamino o la termostufa dotate di apposite ventole.

Solo alcuni sistemi a funzionamento forzato possono essere utilizzati anche per il raffrescamento. In questo caso ovviamente l'apparecchio dovrà essere in grado di raffreddare un fluido.

### 6.3.3 Vantaggi

Gli impianti convettivi, lavorando sull'aria, offrono il grande vantaggio di poter riscaldare o raffrescare ambienti anche di grandi dimensioni in tempi piuttosto ridotti.

Tempi e volumi si riducono ulteriormente nel caso di ventilazione forzata.

Anche dal punto di vista dell'installazione questi sistemi possono offrire (ma non sempre) alcuni vantaggi tecnici.

L'installazione di impianti a ventilazione forzata può fornire inoltre l'occasione per altri tipi di trattamento dell'aria (umidificazione/deumidificazione, filtraggio, ecc...).

Con questo tipo di soluzione possono però talvolta insorgere controindicazioni di carattere architettonico.

### 6.3.4 Svantaggi

A fronte dei sopra citati vantaggi, lavorare sull'aria comporta alcune importanti controindicazioni, fra cui:

#### Rendimenti piuttosto limitati.

Sotto l'aspetto energetico, per motivi di natura fisica, scaldare o raffrescare lavorando sull'aria risulta essere meno conveniente rispetto ad altre soluzioni.

#### Discomfort termico

Essere riscaldati da un flusso di aria calda (basti pensare ad un asciugacapelli) o, viceversa, raffrescati da uno di aria fredda (climatizzatore di un autovettura) non rappresenta sicuramente il migliore dei modi per ricreare condizioni di Comfort Termico; anzi...

Tali sensazioni diventano tanto più disagiati quanto maggiore saranno la portata d'aria e la differenza di temperatura.

#### Polvere

I sistemi che lavorano sull'aria mettono in circolazione la polvere che talvolta viene bruciata (spesso i comuni impianti a radiatori denotano la presenza di "baffi neri" di polvere bruciata sulla parete in prossimità della parte alta del corpo scaldante).

#### Salubrità

Aria troppo secca o troppo umida, movimento di polvere, ambienti con temperatura elevata dell'aria, ecc.. rappresentano un fattore negativo per la salute.

## 6.4 Sistemi radianti: funzionamento, vantaggi e svantaggi

Principio su cui si basano tali sistemi è quello di agire sulla temperatura delle superfici che delimitano gli ambienti e non su quella dell'aria.

### 6.4.1 Funzionamento

Un fluido caldo o freddo viene fatto passare all'interno di corpi di elevate superfici (solitamente pavimenti e/o pareti) che subiranno una modesta variazione di temperatura.

Il fatto di ricorrere a superfici considerevoli permette di lavorare con fluido a temperature né troppo alte in inverno, né troppo basse in estate. Ciò porta enormi benefici sia in termini di risparmio energetico che di Comfort Termico.

La modifica della temperatura superficiale di pareti, pavimenti o soffitti si traduce anche in un lieve cambiamento della temperatura dell'aria, ma questo risulta essere solitamente un aspetto di secondaria importanza.

La sensazione di calore o di fresco che si prova con i sistemi radianti è infatti legata prevalentemente allo scambio radioattivo fra il nostro corpo e quanto ci circonda.

La sensazione di calore ad esempio è simile a quella dei raggi del sole e pertanto risulta essere alquanto piacevole, soprattutto se abbinata ad una temperatura contenuta dell'aria.

È proprio il lavorare sullo scambio radiante di calore senza alterare in maniera apprezzabile la temperatura dell'aria che garantisce elevati livelli di comfort di questi impianti.

### 6.4.2 Vantaggi

Numerosi sono i vantaggi dei sistemi radianti che mediamente sono caratterizzati da:

#### Minori consumi energetici

Il poter garantire comfort invernale con minori temperature dell'aria o, viceversa, comfort estivo con maggiori temperature dell'aria, consente di ottenere notevoli risparmi energetici (uniti come si è detto a migliori condizioni di comfort).

Ogni grado in meno di temperatura dell'aria consente un risparmio del 6-8%. Poiché i sistemi radianti mediamente consentono di ridurre di un paio di gradi la temperatura dell'aria, si avrà automaticamente un risparmio del 12-14%.

Il risparmio però può andare ben oltre poiché tali impianti non necessitano di elevate temperature dell'acqua che scorre al loro interno. Ciò permette di evitare il riscaldamento a temperature elevate dell'acqua, con conseguente risparmio energetico.

Al lato pratico, il generatore di calore da installare sarà un generatore che lavora a temperatura media o bassa. Nel caso di utilizzo di combustibili fossili l'ideale è quindi il ricorso ad una caldaia a condensazione. Un impianto del genere avrà un rendimento che sarà almeno del 30% superiore rispetto ad un impianto convenzionale a radiatori e generatore ad alta temperatura.

Il fatto che gli impianti radianti lavorano in inverno a bassa temperatura li rende inoltre particolarmente idonei ad un abbinamento con pannelli solari termici che permettono di raggiungere in maniera agevole le temperature di esercizio di tali impianti e di ricorrere eventualmente al generatore di calore solo come eventuale integrazione.

#### Maggior comfort termico e salubrità degli ambienti

Siccome quella percepita dal nostro fisico non è esclusivamente la temperatura dell'aria, ma una media fra essa e quella di tutte le superfici che delimitano il locale (Temperatura Media Radiante) far sì che queste ultime non siano troppo basse permette in inverno di abbassare la temperatura dell'aria di uno o addirittura due gradi senza che per questo si provi alcuna sensazione di freddo.

Ciò consente inoltre di mantenere un'aria più fresca e quindi più ricca di ossigeno.

In inverno, viste le temperature ridotte dei corpi scambianti (dal punto di vista energetico, la riduzione della temperatura è compensata da una maggiore superficie) i sistemi radianti non provocano alcuna combustione delle polveri.

Per quanto riguarda la temperatura operante un discorso del tutto analogo si manifesta in estate.

#### Utilizzo inverno-estate

Quando le superfici radianti inglobano una serpentina attraverso la quale può essere fatto passare del fluido, queste possono essere utilizzate sia per il riscaldamento che per il raffrescamento. Questo vantaggio non è presente nel caso di riscaldamento a battiscopa che ha un funzionamento esclusivamente invernale.

### 6.4.3 Svantaggi

#### Riscaldamento /raffrescamento a pavimento

Nel caso di sistema radiante a pavimento, si riscontra una certa lentezza nel portare a temperatura un locale freddo in quanto il pavimento è caratterizzato da una certa massa e di conseguenza da un'elevata inerzia termica. Ciò, contrariamente a quanto molti sostengono, non rappresenta affatto un problema nell'edilizia residenziale purchè venga fatta una corretta gestione dell'impianto (si veda in proposito l'approfondimento nella parte B del manuale).

Questo tipo di soluzione, nel caso di utilizzo estivo per il raffrescamento, offre prestazioni non comparabili con quelle della parete radiante.

#### Riscaldamento /raffrescamento a parete

Il sopra citato limite del riscaldamento a pavimento non si riscontra in quello a parete che è invece caratterizzato da un'elevata reattività termica.

Gli unici limiti di questo tipo di impianto non sono di carattere tecnico (che sotto tale aspetto rappresenta la miglior soluzione), ma legati al dover vincolare una certa percentuale delle pareti al riscaldamento o raffrescamento.

#### Riscaldamento a battiscopa

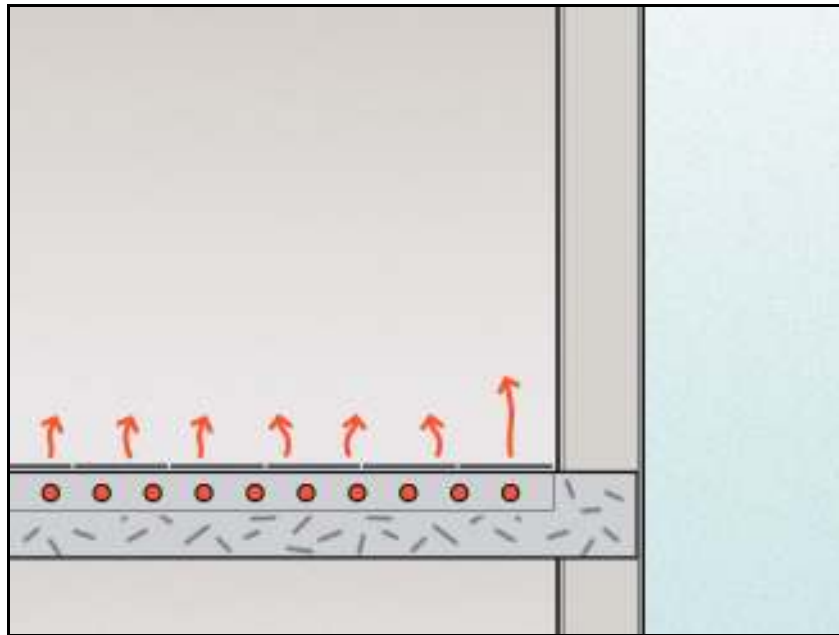
Il riscaldamento a battiscopa, poiché non necessita di grossi interventi su murature e/o pavimenti, risulta essere molto interessante per quanto riguarda la posa, soprattutto nel caso di ristrutturazioni.

Per contro può rappresentare un'arma a doppio taglio, soprattutto nei casi di sottodimensionamento (rischio fra l'altro piuttosto comune nel caso delle ristrutturazioni).

In tal caso infatti da valido sistema radiante (seppure indiretto), può trasformarsi in pessimo sistema convettivo. A tale problematica viene dedicato un approfondimento nella parte B del manuale.

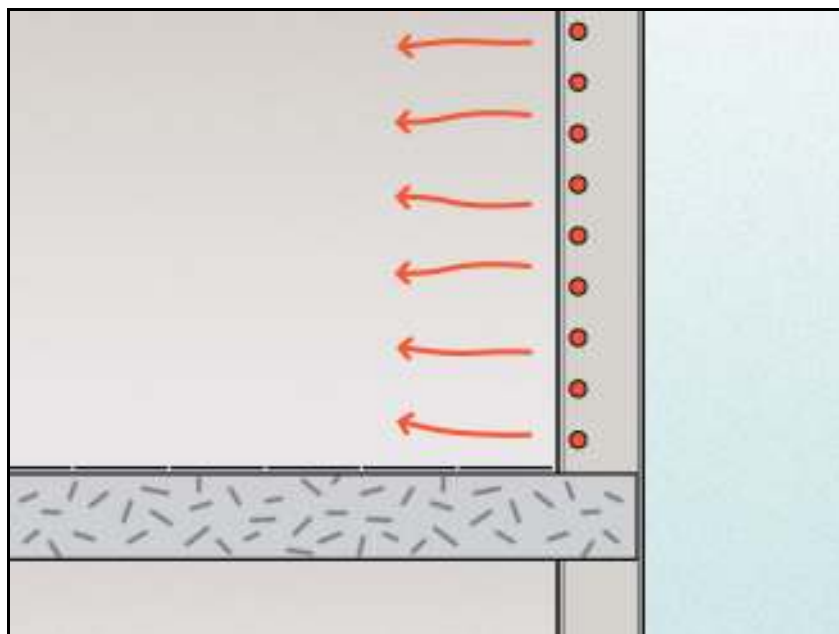
#### 6.4.4 Tipologie

- Pavimento radiante (riscaldamento e raffrescamento). Sotto il pavimento viene posizionata una serpentina attraverso la quale viene fatto passare il fluido (caldo in inverno e freddo in estate)



Schema di funzionamento del riscaldamento a pavimento

- Parete radiante (riscaldamento e raffrescamento). Sotto l'intonaco viene posizionata una serpentina attraverso la quale viene fatto passare il fluido (caldo in inverno e freddo in estate)



Schema di funzionamento del riscaldamento a parete

- A battiscopa (solo riscaldamento). Si tratta in realtà di un sistema ad irraggiamento indiretto. Nella pratica sotto il battiscopa viene posizionato un corpo scaldante con comportamento altamente convettivo. Questo scalda però solo una lama d'aria che andrà a lambire esclusivamente la parete, la quale cederà poi calore all'ambiente sotto forma di irraggiamento.

## 6.5 Fonti di energia

### 6.5.1 Fonti fossili

Gli impianti di riscaldamento convenzionali fanno uso di sostanze combustibili fossili quali metano, gpl, gasolio, ecc...

La relativa comodità di stoccaggio ed una diffusa rete di distribuzione commerciale sono purtroppo controbilanciate da alcuni aspetti fortemente negativi, fra cui impatto ambientale, esauribilità, dipendenza dalle importazioni ed effetto serra.

Il costo dell'energia derivante da fonti fossili è strettamente legato sia alla disponibilità delle stesse che all'assetto geopolitico internazionale. Ciò comporta conseguenze di enorme importanza sia in termini di vicende storiche che umane.

Aspetto a lungo termine ancor più drammatico e tuttora sottovalutato è quello legato alle emissioni di gas serra. Utilizzare combustibili fossili vuol dire infatti liberare nell'atmosfera enormi quantità di anidride carbonica (ed altri gas) che il pianeta, con tempi geologici e con vari meccanismi, ha sottratto all'atmosfera rendendola così idonea alla nostra presenza sulla terra.

Come attestato da autorevoli studi, l'uso sconsiderato che, a partire dalla rivoluzione industriale, si è fatto e che tuttora si sta facendo di tali fonti di energia, sta portando la concentrazione di gas serra nell'atmosfera a livelli tali da provocare mutamenti climatici.

Innalzamento medio della temperatura, instabilità climatica, desertificazione, ecc... a cui stiamo andando incontro dovrebbero essere argomenti più che sufficienti nello spingerci a consumare meno energia proveniente da fonti fossili.

### 6.5.2 Fonti rinnovabili e alternative

Con il termine fonti rinnovabili o rigenerabili ed alternative si intendono nel linguaggio comune quelle legate al sole, ai venti, alle biomasse.

Tali fonti possono fornirci, a seconda della fonte e della tecnica utilizzata, energia termica, meccanica o elettrica.

### 6.5.3 Valutazioni economiche

Nella scelta della fonte di energia a cui ricorrere, una corretta valutazione esclusivamente economica dovrebbe tener conto non solo del costo della materia prima e della tecnologia necessaria alla trasformazione ed alla distribuzione, ma anche i costi sociali ed ambientali derivanti dell'uso di tale fonte.

In altri termini, se i danni economici, seppure indiretti, derivanti dal ricorso ad una specifica fonte di energia, si pagassero direttamente in bolletta energetica, probabilmente ci accorgeremmo che le fonti di energia fossile non sarebbero così economicamente convenienti come viene spesso sostenuto.

#### Fonti fossili

Soprattutto nel caso di una fonte fossile dovremmo infatti attribuire un valore economico anche all'inquinamento che ne deriva, al danno economico legato all'effetto serra, nonché ai risvolti politici e sociali.

Per quanto riguarda l'effetto serra i presupposti purtroppo fanno temere che, nei decenni a venire, il danno economico derivante sia un aspetto quasi insignificante rispetto a quanto si andrà incontro.

Per quanto riguarda le valutazioni di carattere sociale, il valore da attribuire agli aspetti sopra citati o agli scenari di carestie, migrazioni e guerra per l'acqua non è e non può essere inoltre esclusivamente economico.

#### Fonti rinnovabili

Alla luce di quanto detto, un mercato basato sulla trasparenza dei costi renderebbe estremamente conveniente il ricorso a fonti di energia rinnovabili o alternative.

Alcune di queste forme sono inoltre competitive anche nel mercato attuale, ovvero prescindendo dagli indubbi vantaggi ambientali, politici e sociali che ne conseguono.

L'esempio più lampante è quello del solare termico, ovvero dell'utilizzo dell'energia solare ai fini di riscaldamento. Il sole fornisce gratuitamente la sua energia ed utilizzarla per scaldare gli ambienti o l'acqua è una cosa che tutto sommato richiede tecnologie semplici, affidabili ed economiche.

Nel caso italiano poi l'insolazione è mediamente buona su gran parte del paese, mentre, come noto non disponiamo di giacimenti apprezzabili di combustibili fossili.

## 6.6 Fonti energetiche ed impianti

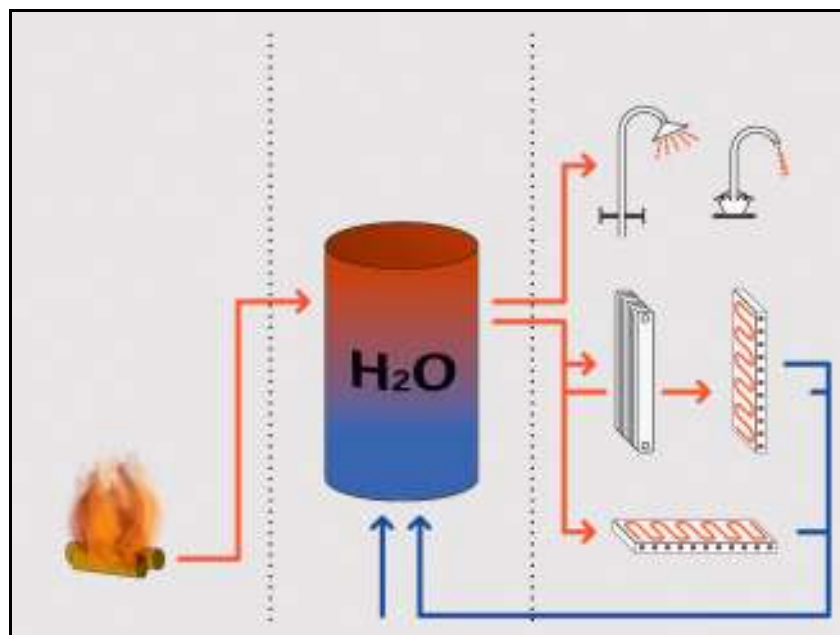
Vista la varietà delle fonti rinnovabili ed alternative e delle relative tecniche di sfruttamento, la trattazione che segue ha carattere puramente divulgativo. Malgrado ciò emerge un quadro particolarmente interessante che mette in luce gli enormi potenziali di tale settore.

### 6.6.1 Biomasse

Del vasto campo delle biomasse, in questa sede consideriamo esclusivamente quelle che possono essere utilizzate direttamente in campo edilizio ai fini del riscaldamento.

Aspetto fondamentale è che un utilizzo di fonti vegetali (legna, mais, oli vegetali, ecc...) come combustibile, a differenza dei combustibili fossili, di fatto, non genera effetto serra.

Bruciando ad esempio un albero si sviluppa sì anidride carbonica, ma, a differenza da combustibili fossili (es. carbone) non viene liberato quel carbonio che il pianeta ha sottratto all'atmosfera nell'arco della sua storia. Nel caso del legname, si tratta infatti dell'anidride carbonica che l'albero si è "mangiata" durante la sua esistenza, ovvero negli ultimi decenni. In pratica, quasi la stessa quantità di anidride carbonica verrebbe liberata dalla naturale decomposizione dell'albero a fine vita.



Utilizzo delle biomasse a scopi termici

La cosa più semplice ed economica, nelle zone ricche di boschi è l'utilizzo del legname allo stato originario, ovvero senza alcuna trasformazione.

Ciò ovviamente crea alcune scomodità nello stoccaggio e nella gestione del generatore di calore. Per quanto riguarda questo ultimo aspetto esistono oggi delle caldaie che, sebbene siano a carico manuale, consentono una considerevole autonomia.

Lo stoccaggio invece negli ambiti extraurbani o nei piccoli centri solitamente non rappresenta un problema insormontabile.

Quando poi si vuole il totale automatismo di gestione e si hanno difficoltà di stoccaggio, si può ricorrere a prodotti trasformati che, a prezzo di maggiori costi economici, offrono grandi libertà di utilizzo.

Il primo livello di trasformazione è quello del cippato (legname tritato) che può essere gestito in pieno automatismo. Un ulteriore grado di trasformazione della materia prima è data dal noto pellet.

Biomassa però non vuol dire solo legname, ma anche produzione agricola, ovvero mais e semi oleosi.

Anche in questo caso si può optare per il prodotto grezzo o addirittura per i soli scarti della produzione agricola (utilizzando ad esempio tutte le parti non commestibili del mais). In alternativa, si può far ricorso a prodotti trasformati, come ad esempio oli vegetali.

In pratica le biomasse possono essere usate direttamente sul luogo di produzione (montagna o campagna) senza alcuna trasformazione o con minime lavorazioni. In tal caso sono particolarmente interessanti sia sotto l'aspetto ecologico che quello economico.

Nel caso di utilizzo di prodotti semilavorati (es. cippato e pellet) o completamente trasformati (es. olii vegetali) i vantaggi economici ed ecologici subiscono un ridimensionamento a causa della trasformazione e del trasporto.

Va in ogni caso sottolineato che l'ecologicità delle biomasse è strettamente legata alla modalità di produzione delle stesse. Un conto è utilizzare legname proveniente da un bosco gestito in maniera ecologicamente compatibile, un altro è l'utilizzo di legname proveniente da bosco ceduo o peggio da deforestazione.

Analogamente, dal punto di vista ambientale sarebbe un controsenso ricorrere a quelle biomasse agricole caratterizzate da altre forme di impatto ambientale (OGM, pesticidi, concimazione di sintesi, ecc...). Questo aspetto è purtroppo da non sottovalutare in quanto, soprattutto nei prodotti trasformati (oli), non si tratta di scarti di produzione destinati ad uso alimentare, ma di coltivazioni apposite. In questo caso il rischio che la produzione presti ben poca attenzione all'impatto ambientale è tutt'altro che da trascurare.

#### Selvicoltura naturalistica

L'utilizzo di legname risulta pienamente compatibile dal punto di vista ecologico a condizione che venga data al patrimonio boschivo la possibilità di rigenerarsi e che lo stesso sia gestito in maniera opportuna.



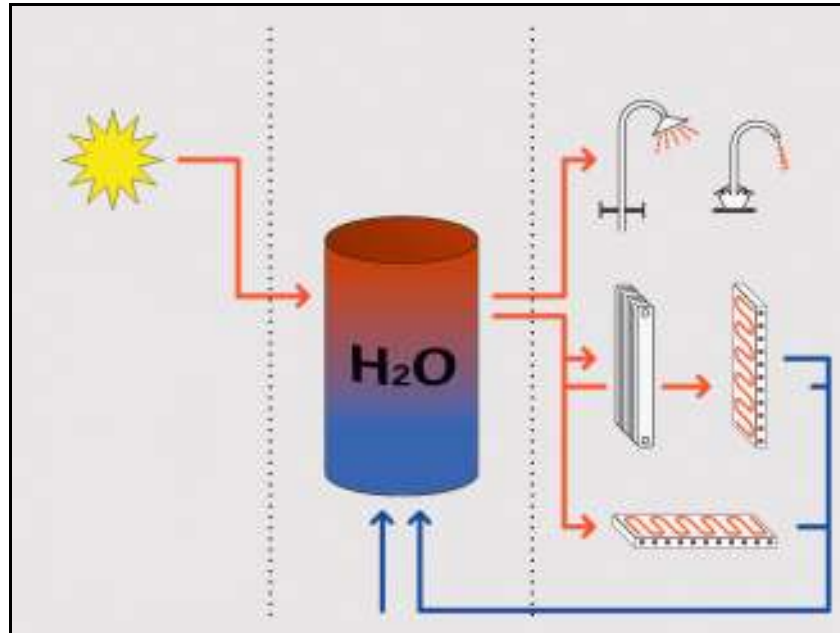
Il legname proveniente da una gestione rispettosa del patrimonio boschivo è altamente sostenibile sotto l'aspetto ecologico

In Europa ed anche in Italia sono ormai numerosi gli esempi di selvicoltura naturalistica, ovvero di gestione forestale ad alto fusto pienamente compatibile sotto l'aspetto ecologico. In alcuni di questi casi si è addirittura riusciti a coniugare una maggiore produttività del patrimonio boschivo con la funzione di contenimento del dissesto idrogeologico ed un incremento della biodiversità e del valore paesaggistico. Grazie all'elevato valore naturalistico del bosco ed alla disponibilità di legname da lavoro, una simile gestione ha spesso creato anche un indotto (turismo e falegnameria) e quindi posti di lavoro in aree da tempo soggette al fenomeno di abbandono del territorio per carenza di sbocchi lavorativi.

## 6.6.2 Solare termico

Come noto, il sole sorge ogni giorno e ci fornisce una considerevole quantità di energia totalmente gratuita.

Sfruttarla per riscaldare l'acqua nel periodo che va dalla primavera inoltrata all'inizio dell'autunno è assai semplice ed economicamente conveniente.



Utilizzo dell'energia solare a scopi termici

Oggi il mercato offre infatti una vasta gamma di impianti solari termici caratterizzati da un ottimo rapporto prestazioni-prezzo nel caso di utilizzo in tale porzione dell'anno.

Vista la vastità delle proposte del mercato in questa sede ci limitiamo ad affrontare gli aspetti generali del solare termico.

### Principi tecnici

L'impianto base prevede una superficie captante che può essere costituita da collettori piani o tubi sottovuoto il cui scopo è quello di catturare l'energia del sole e trasferirla sotto forma di calore ad un fluido.

Questo fluido, una volta riscaldatosi cederà calore all'acqua contenuta all'interno di un serbatoio termicamente isolato.

Le varianti tecniche sono moltissime sia in base al tipo di utilizzo (sola acqua calda sanitaria, integrazione al sistema di riscaldamento, presa diretta d'acqua, secondo scambio termico, circolazione naturale o forzata, ecc...) e ciò si riversa da un lato sui costi di acquisto e di installazione, dall'altro sulla resa dell'impianto e sul tempo di ammortamento dello stesso.

### Convenienza economica

Escludendo forme di finanziamento o rimborso, per un impianto destinato a scaldare l'acqua sanitaria (escludendo quindi il riscaldamento degli ambienti) il tempo di ammortamento di tali impianti è quasi sempre inferiore ai 10 anni, mentre la vita dell'impianto può arrivare e superare i 20 anni.

Il tempo di ammortamento, dipendendo ovviamente dal consumo di acqua calda sanitaria e dalle condizioni climatiche esterne (insolazione, esposizione, nuvolosità, temperatura media dell'aria), può anche scendere drasticamente. Ovviamente più ci si sposta a sud e maggiore è il consumo di acqua calda sanitaria, minore sarà il numero di anni necessari ad ammortizzare l'investimento.

Lo stesso impianto, con alcuni accorgimenti può inoltre essere utilizzato come fonte integrativa anche nel riscaldamento degli ambienti.

È poi possibile adottare soluzioni efficaci anche nel periodo invernale.

In ogni caso deve essere prevista un'altra fonte di calore (caldaia convenzionale, termocamino, o altro) per i periodi di insolazione insufficiente.

### Abbinamento con impianti termici

Negli impianti termici convenzionali l'acqua (o altro fluido) viene solitamente fatta transitare nei corpi scaldanti (radiatori o "termosifoni") a temperature piuttosto elevate (talvolta superiori ai 65°).

Poiché i pannelli solari (ad eccezione dei tubi sottovuoto) difficilmente sono in grado di fornire acqua a tale temperatura, sarà indispensabile il ricorso ad un generatore che la riscaldi ulteriormente.

Per tale motivo, nel caso si impianti solari termici per integrazione del riscaldamento la migliore applicazione è quella in abbinamento a sistemi radianti o comunque a temperatura medio-bassa.

Con impianti di tal genere infatti il sole quando risplende può essere in grado di portare l'acqua a temperature anche superiori a quella d'esercizio dell'impianto (che può essere anche di soli 30°C). In tal caso, scopo del generatore di calore non è tanto l'innalzare la temperatura, quanto garantire il funzionamento dell'impianto anche in caso di assenza o carenza di sole.

Un impianto solare termico concepito come integrazione al riscaldamento necessita di alcuni accorgimenti ed ovviamente di una maggiore superficie captante nonché di un serbatoio di accumulo più capiente.



Accumulo termico per acqua calda sanitaria ed integrazione all'impianto di riscaldamento

In base al tipo di collegamento, anche il generatore di calore potrà godere della presenza dell'accumulo termico dell'impianto solare. Ciò rappresenta di per sé un vantaggio.

### Predisposizione

Poiché una parte non trascurabile dei costi di installazione è quella legata alle opere murarie, nel caso di edificio di nuova realizzazione o di ristrutturazione è bene pensare perlomeno ad una predisposizione per un impianto solare termico da installarsi magari anche in un secondo momento.

Operare a cantiere aperto consente infatti di non dover intervenire un domani nella realizzazione di tracce evitando così i relativi costi e disagi.

La predisposizione è tra l'altro una cosa piuttosto semplice.

Si tratta infatti di prevedere dei tubi che permettano di collegare il luogo dove verranno posizionati i pannelli solari (solitamente il tetto - falda esposta a sud) con il quello in cui verrà collocato il serbatoio per l'accumulo di acqua calda (esistono anche pannelli con accumulo integrato caratterizzati però da un aspetto estetico piuttosto discutibile e rendimenti contenuti).

Si dovranno poi ovviamente mettere anche dei tubi per collegare accumulo e caldaia (o altro generatore di calore).

Ovviamente tutte le tubazioni dovranno essere dotate di isolamento termico.

Tutto il percorso dei condotti idraulici dovrà essere affiancato da un cavidotto (tubo zigrinato solitamente in PVC) nel quale potranno passare cavi elettrici per alimentare la pompa (se necessaria in base al tipo di impianto) ed eventuali sonde.

Il cavidotto dovrà essere dotato di scatole di uscita (tipo scatola porta presa) in prossimità della caldaia, in prossimità dell'accumulo ed anche del pannello.

Se possibile è bene prevedere il posizionamento dell'accumulo in prossimità della caldaia. La cosa consente di ottenere una maggiore resa. In tal caso inoltre il collegamento fra i due può essere realizzato anche in un secondo momento e non dovrà essere necessariamente in traccia.

### **6.6.3 Solare fotovoltaico**

Con l'espressione pannello fotovoltaico si intende quel pannello in grado di trasformare la luce del sole in corrente elettrica. È una cosa ben diversa dal tradizionale pannello solare (pannello solare termico) che invece sfrutta i raggi del sole per riscaldare l'acqua.

Vista la rapida evoluzione che in questi ultimi anni ha investito il settore fotovoltaico sia sotto l'aspetto tecnico che normativo, non entriamo in questa sede nei dettagli di ordine economico.

Ad oggi l'opportunità economica di far ricorso a tali impianti è strettamente legata al tipo di tariffa applicata all'interscambio di energia con il distributore nazionale.

Vista l'inevitabile variabilità di tale aspetto, ci limitiamo in questa sede a fare alcune considerazioni di carattere tecnico ed ecologico.

Producendo corrente elettrica in maniera ecologica di fatto il fotovoltaico apre le porte ad alcune tipologie di impianti fino ad oggi non considerate ecologicamente sostenibili in quanto alimentate da corrente elettrica (e quindi, vista la situazione italiana, tradizionalmente dipendenti in larga misura da combustibili fossili e dal nucleare di importazione).

Fra queste particolarmente interessante è quella della pompa di calore geotermica.

### **6.6.4 Pompa di calore geotermica**

Il principio della pompa di calore consiste nel prelevare calore da un "corpo freddo" e trasferirlo, all'abitazione mediante un gruppo frigorifero.

È il rapporto fra la quantità di calore trasferita all'interno dell'abitazione e l'energia consumata dal gruppo frigorifero ad indicare il grado di convenienza dell'operazione.

Nel caso di una comune pompa di calore il "corpo freddo" è l'aria, mentre per la pompa di calore geotermica il "corpo freddo" è il terreno.

Ciò comporta considerevoli vantaggi, infatti il terreno, anche in inverno, non scende a temperature particolarmente basse come invece accade per l'aria. Di conseguenza sottrarre calore al terreno risulta energeticamente più conveniente rispetto all'aria.

Nella pratica una pompa di calore geotermica, per ogni kW di energia consumata dal compressore del gruppo frigorifero è in grado di fornire all'ambiente fino ad oltre 4kW di energia sottratta al terreno.

La tecnica prevede l'inserimento nel terreno di particolari elementi il cui scopo è scambiare calore fra il fluido che li attraversa ed il terreno. Questi elementi possono essere costituiti da sonde di profondità o da serpentine "superficiali".

La prima soluzione (sonde in profondità) risulta essere molto efficace grazie al minor raffreddamento che esso subisce in inverno. Questa tecnica è però piuttosto dispendiosa (dipende dal tipo di terreno). Un abbattimento dei costi può essere ottenuto abbinando l'intervento alla necessità di realizzazione di pali di fondazione.

La seconda soluzione, sebbene sia solitamente meno prestante, risulta essere assai più economica in quanto la serpentina viene sotterrata alla profondità di soli 60-100 cm. Ovviamente questa tecnica prevede, a differenza della precedente, una certa disponibilità di terreno.

Aspetto particolarmente interessante è che la pompa di calore può avere sia un funzionamento invernale (sottrae calore al terreno per cederlo all'ambiente) che estivo. In tal caso sottrae calore all'ambiente abitato per cederlo al terreno.

Il calore può essere ceduto sia all'acqua per uso sanitario che all'ambiente mediante sistemi radianti o radiatori (fatti lavorare ad una temperatura medio-bassa).

Poiché il rendimento della pompa di calore geotermica può essere piuttosto elevato, tale soluzione sta riscuotendo un interesse crescente anche perché risulta l'ideale abbinamento con un impianto fotovoltaico.

## 6.7 Impianto di riscaldamento ad accumulo termico

La tecnica consiste nell'adozione, in abbinamento al generatore di calore, di un serbatoio di accumulo per l'acqua calda ad uso riscaldamento e/o ad uso sanitario.

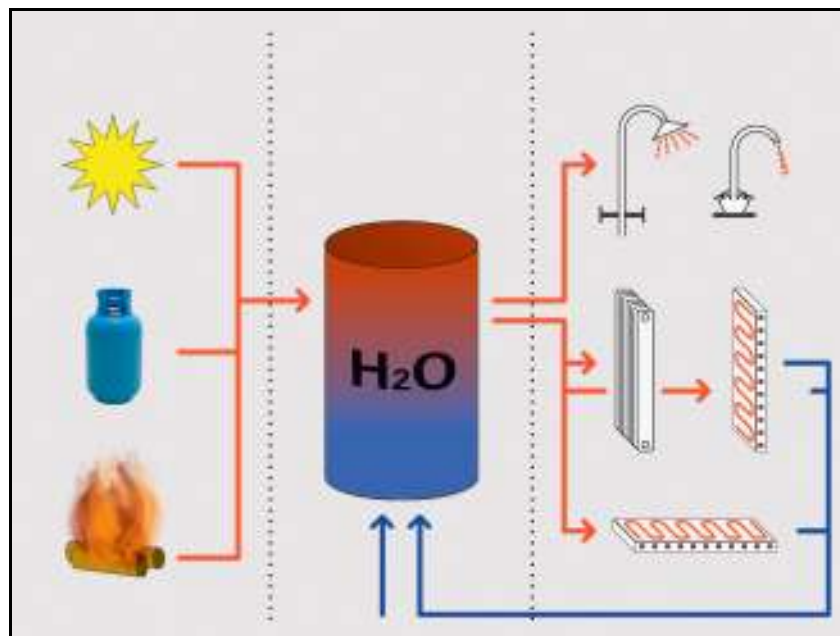
A differenza di un impianto convenzionale, l'acqua calda non verrà attinta "in presa diretta" dal generatore, bensì dall'accumulo da esso alimentato.

Tale accorgimento consente di evitare il funzionamento ad intermittenza che caratterizza gli impianti convenzionali e di conseguenza incrementare in maniera significativa il rendimento degli stessi nonché garantirne un migliore funzionamento.

Un funzionamento intermittente comporta infatti:

- bassi rendimenti
- maggiori emissioni
- una maggiore usura

Poiché nell'accumulo può confluire l'energia termica prodotta da più fonti di calore (es. pannelli solari termici, generatore di calore a biomasse, ecc...), l'adozione di questa soluzione impiantistica è fortemente auspicabile.



Schema di impianto dotato di accumulo

In ogni caso nei nuovi impianti dovrebbe essere perlomeno prevista la predisposizione per tale soluzione da realizzarsi magari in un secondo momento.

## 6.8 Impianto autonomo con produzione centralizzata del calore

(contabilizzazione del calore e teleriscaldamento)

A differenza dei comuni impianti autonomi, questa soluzione tecnica prevede una produzione di calore condivisa con altri utenti.

Ciò permette di ottenere numerosi vantaggi senza rinunciare agli aspetti positivi della gestione autonoma.

Nel caso di un edificio con più unità immobiliari, un'unica centrale termica provvede a generare il calore necessario per il riscaldamento e gli usi sanitari delle varie abitazioni.

La rete di distribuzione prevede per ogni unità abitativa un **contatore** il cui scopo è quello di quantificare (contabilizzare) i consumi dei vari utenti. Ciascun utente, mediante un sistema di distribuzione e di regolazione interno all'appartamento è libero di scegliere sia gli orari del riscaldamento che la temperatura (eventualmente differenziandola anche locale per locale) proprio come accade per i comuni impianti autonomi.

Sebbene venga utilizzato un unico generatore di calore a servizio delle varie unità immobiliari, la contabilizzazione del calore permette di ripartire le spese di gestione dell'impianto (consumi, manutenzione, ammortamento, ecc...) in base a quelli che sono i consumi reali riguardo i quali ciascun utente ha la piena libertà di scelta in base alle proprie esigenze e stili di vita.

### 6.8.1 Vantaggi

I pregi di tale sistema sono considerevoli sotto vari aspetti.

#### Rendimento

Il generatore di calore, servendo più utenze, non lavorerà ad intermittenza (cosa che invece accade per un generatore individuale) e pertanto il suo funzionamento sarà caratterizzato da rendimenti più elevati. Nella pratica il comportamento, anche senza serbatoi di accumulo, si avvicina a quello dei sistemi dotati di accumulo inerziale.

#### Impatto ambientale

Oltre ai ridotti consumi, un funzionamento meno discontinuo comporta anche una combustione meno inquinante poiché il generatore di calore si trova più raramente a lavorare nelle fasi di combustione incompleta (accensione e spegnimento).

#### Installazione e manutenzione

Nel caso di impianti autonomi con produzione centralizzata del calore, a parità di costi, è possibile ottenere soluzioni impiantistiche caratterizzate di per sé da prestazioni più elevate.

Maggiore è il numero di utenze servite dall'impianto, minore sarà il costo pro-capite legato sia alla realizzazione che alla manutenzione ed ai controlli di sicurezza o sui fumi.

Se da un lato si rende necessario un locale tecnico per il generatore di calore, dall'altro questa soluzione permette la riduzione delle canne fumarie.

#### Integrazione con solare termico

Questo tipo di impianto risulta particolarmente interessante anche per la possibilità di una comoda e particolarmente economica integrazione con sistemi solari termici.

Un impianto solare termico individuale, necessita infatti non solo del pannello, ma anche di un accumulo termico il cui costo incide in maniera considerevole su quello globale dell'impianto.

Nel caso di impianto condiviso (ma pur sempre dotato di contabilizzazione) al posto di vari accumuli individuali di dimensioni medio piccole, si fa ricorso ad un numero inferiore di serbatoi di volume considerevole. Ciò consente da un lato di contenere le spese di installazione (a parità di volume complessivo pochi grandi serbatoi costano di meno di tanti piccoli serbatoi), dall'altro di incrementare il rendimento del sistema.

Agli accumuli termici verrà convogliato il calore fornito dai pannelli solari che, anch'essi, non saranno individuali, ma condivisi.

Quest'ultimo aspetto ha dei risvolti tutt'altro che trascurabili, infatti grande pregio di questa soluzione è la possibilità fornita a tutte le unità immobiliari di un unico edificio di utilizzare l'energia termica del sole.

Poiché vengono condivisi sia l'accumulo termico che i pannelli, infatti non è più indispensabile avere accesso diretto ad una porzione di tetto.

Per i motivi sopra citati il sistema solare termico diventa particolarmente appetibile sotto l'aspetto economico.

### Biomasse

In maniera piuttosto simile a quanto concerne il solare termico, il ricorso alle biomasse in ambito edilizio è piuttosto limitato a causa di alcune "controindicazioni" quali l'importante costo di iniziale e la necessità di stoccaggio.

Questi due aspetti, pur essendo largamente controbilanciati da costi di gestione particolarmente ridotti, spesso rappresentano una difficoltà insormontabile per l'utente singolo che, vuoi per motivi di spazio, vuoi per il non trascurabile impegno economico legato ad acquisto ed installazione, si vede costretto a rivolgersi a soluzioni convenzionali.

Un impianto di riscaldamento autonomo con produzione centralizzata del calore, consente invece di affrontare e superare questi due "problemi" che sono fuori dalle possibilità del singolo utente.

### Sicurezza

Aspetto particolarmente importante è quello della maggiore sicurezza legata al minor numero di generatori installati. La riduzione del numero di generatori si traduce infatti non solo in un minor rischio legato al mal funzionamento, ma consente anche un maggior controllo generale. Nel caso di generatori individuali non è infatti raro il caso che qualcuno, non rispettando gli obblighi legati alla sicurezza e prevenzione, metta a rischio anche chi invece lo fa in maniera rigorosa.

## **6.8.2 Teleriscaldamento**

Applicazione particolare del riscaldamento autonomo con produzione centralizzata del calore è quello del teleriscaldamento.

In questo caso numerose unità immobiliari vengono rifornite di calore da una centrale termica di potenza ragguardevole. Nella pratica essa, tramite una rete di distribuzione sotterranea, può servire più edifici, indipendentemente che si tratti di palazzi, ville, scuole o altro.

Questo tipo di applicazione, necessitando ovviamente di una pianificazione, è attuabile solo in seguito ad un'oculata gestione urbanistica e/o territoriale.

Questa soluzione abbina elevati rendimenti alla possibilità di cogenerazione.

Il teleriscaldamento si presta assai bene all'utilizzo di fonti di energia rinnovabile.



Centrale termica a condensazione per teleriscaldamento di un paese in Sud Tirolo –Alto Adige  
Fonte utilizzata: legname

Negli ultimi anni, in Italia, numerosi impianti di teleriscaldamento a servizio di nuove lottizzazioni o addirittura di interi centri abitati sono stati realizzati in Sud Tirolo dove come combustibile viene utilizzato il legname.

In Emilia Romagna questa tecnica è da tempo utilizzata in abbinamento allo sfruttamento di una fonte geotermica.

Fatto curioso è che il teleriscaldamento viene spesso citato come soluzione tecnica quasi "avveniristica". In realtà la prima applicazione risale a circa 100 anni fa (Stoccolma).

## **7 Fra tradizione e innovazione**

Negli ultimi anni, complici anche i mass-media, in Italia si sta facendo un gran parlare sia di BioEdilizia che di Certificazione Energetica, purtroppo confondendo spesso le due cose.

In ogni caso ci troviamo oggi in un momento storico di evoluzione del mondo dell'edilizia.

In questa particolare situazione vediamo da un lato proporre nuove tecnologie, talvolta esasperate o addirittura superflue, dall'altro il riaffacciarsi di soluzioni tradizionali, talvolta nella loro versione originale, talaltra in chiave aggiornata.

Si è quindi pensato di dedicare uno spazio apposito ad alcune soluzioni che, a prima vista, possono sembrare azzardate o addirittura stravaganti. La realtà dei fatti dimostra invece che il loro diffondersi si fonda su risultati di tutto di tutto rispetto.

## 8 CASA IN LEGNO

Questo particolare settore sta riscuotendo un grande interesse soprattutto da parte dei privati per numerosi motivi, fra cui il crescente interesse per la BioEdilizia.

Riguardo a tale aspetto è bene chiarire fin dall'inizio che il modo più semplice ed economico per realizzare una casa in BioEdilizia è ricorrere al legno, ma non per questo tutte le case in legno proposte dal mercato sono in BioEdilizia (spesso solo la struttura o solo l'involucro sono in legno, mentre le finiture e isolanti sono tutt'altro che ecologici o sani).

Ciò dimostra che nell'acquistare una casa in legno, ancor più che nell'edilizia convenzionale, il cittadino raramente ha a disposizione elementi che gli permettano di valutare la qualità del prodotto che viene proposto dal mercato.

Non deve poi essere sottovalutato che solo in alcune aree d'Italia (es. Sud Tirolo, Trentino, aree limitate della Valle d'Aosta, del Veneto e del Friuli Venezia Giulia, ecc) vi è una tradizione della casa in legno; tradizione che, fra l'altro, spesso è andata perduta.

Vista la peculiarità dell'argomento riteniamo doveroso fornire alcune informazioni che possano gettare luce su questo settore emergente al quale sicuramente parte dei lettori guardano o guarderanno con particolare interesse.



Fase di realizzazione di casa in legno prefabbricata  
con pareti massicce a tavole inchiodate

### 8.1 Costi

Mito da sfatare è quello che una casa in legno costa di meno di una soluzione convenzionale.

Se è vero che sul mercato vengono presentate molte soluzioni abitative in legno a costi estremamente ridotti, è altrettanto vero che una valutazione serena deve prendere in considerazione non solo il prezzo di acquisto, ma anche l'affidabilità e la longevità dell'edificio.

Come vedremo è infatti possibile (e gli edifici storici in legno lo dimostrano) realizzare costruzioni in legno estremamente affidabili e longevi, ma ciò può essere ottenuto solo se si lavora con elevati livelli di qualità. Ovviamente tutto ciò si traduce anche in un incremento dei costi. Quando invece la qualità cala, allora il legno, essendo un materiale biodegradabile, non perdona.

Al lato pratico se si ricorre al legno non si deve scendere al di sotto di certi livelli qualitativi in quanto si hanno elevate probabilità che al minor prezzo di acquisto sia correlato un elevato rischio di degrado prematuro.

Tutto ciò non vuol dire che una casa in legno affidabile costi il doppio o il triplo di una soluzione convenzionale. La differenza di prezzo rimane infatti contenuta in alcuni punti percentuali.

Ovviamente non bisogna dimenticare che una casa in legno è inevitabilmente una casa ad alta efficienza energetica (almeno nei confronti del freddo) e che può essere anche una casa in BioEdilizia.

Se poi si adottano alcune tecniche costruttive o accorgimenti particolari, allora la casa in legno può essere estremamente prestante anche nei confronti del caldo.

Alla luce di tutti questi elementi risulta che, malgrado il leggero sovra costo all'atto dell'acquisto, una casa in legno è particolarmente competitiva sotto l'aspetto economico in quanto i costi della BioEdilizia e dell'efficienza energetica nel caso di soluzioni costruttive convenzionali sono nettamente superiori.

## 8.2 Informazioni generali

Il legno è stato sicuramente uno dei primi materiali utilizzati dall'uomo nella creazione di semplici ripari prima e di abitazioni vere e proprie poi. La moderna tecnologia porta oggi a riproporre tale materiale non come soluzione di ripiego, ma come scelta di qualità.

Altro aspetto che suscita particolare interesse verso la casa in legno è che questo è uno dei materiali preferiti da parte di quanti operano nel campo della BioEdilizia poiché numerose sue caratteristiche lo rendono un materiale quasi perfetto se di esso ne viene fatto un utilizzo responsabile.

Una casa in legno presenta numerosi vantaggi rispetto l'edilizia convenzionale. Un'abitazione in legno, se ben realizzata, non ha nulla da invidiare ad una casa fatta di mattoni e cemento, anzi!!!

L'unico, non trascurabile problema, per tale soluzione può essere di tipo culturale. Gran parte dell'Italia è infatti da questo punto di vista legata al mattone e al mito del cemento.



Edificio tradizionale del Sud Tirolo.

Nota: anche il manto di copertura è in legno (scandole di larice)

La realizzazione di case in legno senza alcun trattamento chimico è possibile e l'architettura storica lo dimostra.

Un esempio storico particolarmente interessante è quello delle tipiche chiese norvegesi note con il termine di stav kirke (stav=legno, kirke=chiesa). Questa tecnica costruttiva vide il suo apice nel sec. XII e ancora oggi ne esistono una dozzina, a dimostrazione di quanto possa durare una costruzione in legno se ben realizzata.

Si sottolinea che tali costruzioni, alcune delle quali hanno oramai quasi mille anni, ovviamente non hanno subito alcun trattamento.

Per eventuali trattamenti del legno, in ogni caso, esistono comunque validissimi prodotti per la BioEdilizia.

Una casa di legno comporta fra numerosi vantaggi fra cui:

- tempi rapidi e costi predefiniti di realizzazione (ovviamente dipende dall'operatore a cui ci si affida)
- Risparmio Energetico assicurato (una casa in legno media richiede la metà, o anche meno, dell'energia per essere scaldata. Si può, con un lieve incremento di costi scendere tranquillamente ad un terzo dei consumi. Con il legno è poi possibile la realizzazione di case passive con costi non proibitivi)
- è ecologicamente sostenibile (se il legno proviene da boschi gestiti in maniera opportuna)
- è salutare (se si utilizzano solo materiali naturali per la BioEdilizia)
- è duratura (se si scelgono produttori di qualità, una casa in legno anche sotto questo punto di vista non ha nulla da invidiare ad una convenzionale, anzi...)
- è economicamente conveniente (i costi di gestione e di manutenzione di una casa in legno ben realizzata risultano nettamente inferiori a quelli dell'edilizia convenzionale. Realizzare o comprare una buona casa in legno rappresenta senza dubbio la miglior soluzione sia sul lato della qualità che su quello dei costi).

### 8.3 Cosa evitare assolutamente nella casa in legno

- Uso di barriere al vapore (salvo casi particolari). *I numerosi interventi edilizi in legno fatti nel corso degli anni adottando l'utilizzo di barriere a vapore dimostrano che l'uso di tali prodotti spesso risulta addirittura controproducente in quanto le inevitabili infiltrazioni di vapore acqueo attraverso le pareti non trovano più via di uscita.*
- Abitazioni caratterizzate da poca massa. *A meno che non si tratti di seconda abitazione ad uso non estivo o di un luogo di realizzazione in cui il caldo non è assolutamente un problema.*
- Utilizzo di materiali non traspiranti. *Una casa in legno, o un tetto in legno, deve respirare il più possibile per permettere all'umidità (che inevitabilmente attraversa le strutture) di uscire lasciando quindi la possibilità che la struttura si asciughi.*
- Utilizzo di legname proveniente da deforestazione. *Oggi, in epoca di globalizzazione, il commercio (legale e non) di legname è responsabile del taglio di foreste primarie e di gravi danni ambientali. Anche il settore case in legno è talvolta coinvolto in tale fenomeno. Si consiglia quindi di rivolgersi solamente a produttori di case in legno in grado di garantire la provenienza del legname utilizzato. Meglio ancora è rivolgersi a produttori che utilizzano legname Italiano o comunitario in quanto questo proviene da taglio compatibile con le esigenze di tutela ambientale e ovviamente da costi ambientali di trasporto contenuti.*

## 8.4 Tecniche costruttive

Le tecniche tradizionali per la realizzazione di case in legno possono sommariamente essere suddivise in due grandi famiglie. Quella della costruzione massiccia con tronchi sovrapposti e quella leggera a telaio. È luogo comune che comprare casa in legno significhi inevitabilmente rivolgersi a chi vende case di "tipo alpino" (tronchi sovrapposti con legno a vista) o "americano" (quelle che si vedono spesso in televisione abbattute da trombe d'aria o tornado).

Come vedremo, il mercato delle case di legno offre invece molte alternative sia dal punto di vista architettonico che sotto l'aspetto strutturale.

Alle due famiglie di case in legno sopra citate si aggiungono infatti soluzioni miste ed anche soluzioni innovative fra le quali particolarmente interessate è quella che prevede pareti portanti realizzate con tavole di legno incrociate.

Questa ultima tecnica è in grado di coniugare elevate prestazioni energetiche invernali (tipiche delle case in legno a telaio) con il Comfort Termico estivo (che caratterizza invece le case in legno a Blockbau e costituisce spesso uno dei limiti di quelle a telaio).

## 8.5 Case in legno a tronchi sovrapposti

(Blockhaus o Blockbau nel mondo di lingua germanica)

Si tratta della casa in legno tipica dell'arco alpino (e, più in generale, dei luoghi particolarmente ricchi di conifere) che si caratterizza per i tronchi posizionati orizzontalmente uno sopra l'altro.

Nella versione classica (tronchi a vista) questa soluzione non è proponibile ovunque per ovvi motivi di inserimento architettonico.

Essendo però possibile con alcuni accorgimenti realizzare case di questo tipo anche con un'intonacatura esterna, oggi la casa in legno a tronchi sovrapposti è architettonicamente accettabile in qualunque contesto paesaggistico.



Particolare dalla tecnica costruttiva a tronchi sovrapposti

Malgrado gli splendidi esempi di Blockbau storici tuttora esistenti, al giorno d'oggi questa soluzione costruttiva presenta molti limiti.

Aspetto da non sottovalutare è il fatto che il Blockhaus tradizionale andava bene per gli standard abitativi di un tempo, ma è difficilmente coniugabile con quelli odierni.

Questo per i seguenti limiti:

- Instabilità dimensionale
- Abbassamento della struttura
- Infiltrazioni di aria e manutenzione
- Infiltrazioni di aria e umidità

Consci di questi limiti intrinseci, alcuni costruttori hanno apportato, non sempre con successo, alcune modifiche a questa tecnica costruttiva.

## 8.6 Case in legno a telaio - Costruzione leggera a telaio

(a ossatura in legno, ballon frame, platform frame, Fachwerkhaus, colombage)

La soluzione costruttiva a telaio, a differenza di quella a tronchi sovrapposti (nota come Blockhaus, Blockbau o Log haus) si è sviluppata in zone in cui la disponibilità di legname non era tale da permettere di costruire edifici realizzati interamente in legno. Questa tecnica di costruzione di case in legno prevede infatti l'uso di legname solamente per la realizzazione di un telaio i cui "fori" vengono tamponati con altri materiali.

Ogni area geografica in base alle disponibilità locali di materiali ha sviluppato una propria tecnica di tamponamento delle pareti. Tradizionalmente si usava spesso un impasto di terra e paglia applicato su un graticcio secondo varie tecniche.

Esempi storici particolarmente rilevanti di costruzioni in legno a telaio possono essere osservati in molte città dell'Europa occidentale (es. Strasburgo).

Molti di questi edifici in legno hanno alle spalle parecchi secoli e dimostrano che il legno, se usato con competenza, è un materiale da costruzione estremamente affidabile.

In Italia (fatto poco noto) una particolare tecnica costruttiva a telaio è stata adottata in passato in Calabria. Si tratta della cosiddetta *casa baraccata* nella quale il tamponamento era realizzato con pietra.

Nel contesto americano, nel quale "culturalmente" non viene data grande importanza alla durabilità dell'abitazione, la casa a telaio è spesso un prodotto di bassa qualità ed affidabilità, come dimostrato fra l'altro dalle numerose immagini di case in legno abbattute da trombe d'aria o tornado che vengono proposte sui media.

Il contesto europeo è totalmente diverso, basti pensare che le stavkirke norvegesi sono delle strutture a telaio particolari.

Visto il diverso approccio all'abitare, in Europa ed in Italia soprattutto (dove la cultura del mattone è particolarmente radicata), la soluzione a telaio viene proposta sul mercato con prodotti anche estremamente affidabili.

La tecnica costruttiva a telaio presenta comunque alcuni inconvenienti intrinseci ai quali è possibile comunque porre dei rimedi. Ciò ovviamente si traduce in un incremento dei costi. Questo spiega come mai siano presenti sul mercato soluzioni abitative caratterizzate da prezzi nettamente differenti.

I principali limiti di questa tecnica costruttiva sono:

- Limiti strutturali intrinseci
- Bassa inerzia termica
- Rischio condensa

Questi limiti vengono affrontati in maniera efficace da alcuni produttori che sono in grado di offrire soluzioni caratterizzate da un'elevata affidabilità

## 8.7 Parete massiccia in legno con tavole incrociate e inchiodate

Dal punto di vista strutturale la casa in legno ideale è quella realizzata con elementi prefabbricati in grado di coniugare l'esigenza di ottenere una costruzione duratura, con la stabilità dimensionale.

Per quanto riguarda invece il Comfort Termico ed il Risparmio Energetico è invece necessario coniugare elevate prestazioni termiche invernali (tipiche delle case in legno a telaio) con il Comfort Termico estivo (che caratterizza invece le case in legno a Blockbau e costituisce spesso uno dei limiti delle costruzioni a telaio).

Si è visto che nelle case in legno realizzate con tecniche convenzionali spesso tutte queste prestazioni spesso si escludono a vicenda.

Oggi queste esigenze possono però essere coniugate adottando alcune particolari tecniche costruttive. È inoltre possibile costruire case in legno di qualità particolarmente elevata che nulla hanno da invidiare alle soluzioni in muratura anche per quanto riguarda la durata di vita. Tali edifici sono poi nettamente più prestanti sotto l'aspetto del Risparmio Energetico, sotto quello del Comfort Termico e della sostenibilità ambientale.

La tecnica costruttiva che meglio si presta a tale scopo è quella della parete massiccia in legno realizzata con tavole incrociate e inchiodate.

### 8.7.1 Tecnica costruttiva

Questo tipo di soluzione prevede la realizzazione in stabilimento di pareti in legno non realizzate a telaio (o pannelli), bensì tramite diversi strati di tavole inchiodate.



Particolare dalla tecnica costruttiva a tavole inchiodate

Ogni strato è disposto perpendicolarmente al precedente ed al successivo ed è inchiodato saldamente ad essi.

In questa maniera si ottengono sia una grande stabilità dimensionale (tipica delle soluzioni a telaio realizzate correttamente) che un'ottima inerzia termica (che caratterizza invece le case in legno a Blockbau).

Le pareti vengono poi rivestite esternamente con un isolamento a cappotto (isolamento continuo esterno) che elimina ogni rischio di ponte termico e incrementa ulteriormente le già elevate prestazioni termiche (sia invernali che estive).

Poiché il tutto viene realizzato senza collanti questa costruzione coniuga perfettamente Comfort Termico, Risparmio Energetico e BioEdilizia.

I costruttori di case in legno realizzate con questa tecnica sono in grado di fornire un prodotto estremamente valido e duraturo che gode di tutti i benefici di una produzione effettuata in stabilimento con macchinari moderni e che permette, al fine di semplificare le operazioni in cantiere, anche la predisposizione degli impianti o addirittura la pre-installazione degli infissi.

Il cantiere risulta così estremamente veloce e le operazioni consistono nella semplicissima posa delle pareti e dei solai in legno realizzati in base alle specifiche esigenze della committenza, nella realizzazione del tetto in legno e nella posa dello strato isolante esterno (isolamento a cappotto).

Altra caratteristica di tale parete è l'elevato valore che conferisce all'immobile rendendolo quindi un ottimo investimento anche in termini economici.

### **8.7.2 Altri Vantaggi della Tecnica Costruttiva**

Volendo fare un paragone con le soluzioni in muratura, la casa in legno realizzata con pareti a tavole incrociate rappresenta una tecnica costruttiva analoga a quella della muratura portante.

Come la muratura portante offre indubbi vantaggi rispetto alle soluzioni a telaio di cemento armato e successivo tamponamento in muratura, così questa soluzione di casa in legno offre dei considerevoli vantaggi rispetto alle costruzioni in legno a telaio.

In questo caso però, la struttura portante non è realizzata con mattoni, bensì con pareti costituite da setti in legno massiccio prodotti in stabilimento.

### 8.7.3 Riassumendo:

i vantaggi di questa tecnica costruttiva sono quindi numerosi e di vario genere.

#### Vantaggi di carattere strutturale:

- Solidità
- Stabilità
- Continuità strutturale
- Sicurezza contro il fuoco (la parete massiccia è più sicura di quella a telaio)

#### Vantaggi di carattere termico:

- Omogeneità termica dell'involucro
- Inerzia Termica elevata
- Grande Comfort Termico anche nel periodo estivo

#### Vantaggi di cantiere:

- Rapidità di esecuzione
- Possibilità di modifiche alle componenti impiantistiche
- Possibilità di modifiche distributive ed ampliamenti in fasi successive

#### Vantaggi BioLogici:

- BioEdilizia in maniera certa e semplice
- Protezione contro l'entrata di elettrosmog e di radiazioni ad alta frequenza.

#### Altri Vantaggi:

- Isolamento acustico
- Valore dell'investimento
- Longevità della struttura

## 8.8 Parete massiccia in legno con tavole incrociate e incollate

Questa soluzione, per alcuni versi simile a quella a tavole incrociate ed inchiodate, si distingue da essa per i seguenti aspetti:

- Minor spessore delle pareti con conseguente minore massa che si traduce in minore inerzia termica e quindi in prestazioni estive inferiori)
- Presenza di colla che, se da un lato consente di ottenere pari prestazioni con spessori minori, dall'altro si traduce in un'incognita in termine di affidabilità nel tempo (l'abbinamento legno e chiodo è noto da migliaia di anni, mentre l'esperienza nei collanti è molto limitata nel tempo).

Va sottolineato che, a causa della presenza di collanti, viene meno il rispetto di alcuni importanti criteri della Bioedilizia.

Altro aspetto importante è quello relativo allo spessore delle pareti.

Se da un lato la tecnica permette di assolvere a compiti strutturali con minori spessori delle pareti, dall'altro (quando si adotta lo spessore minimo possibile) viene meno la possibilità di effettuare tracce per gli impianti. In tal caso viene talvolta realizzata una controparete interna in cartongesso o fibra di gesso nella quale vengono alloggiati gli impianti. Ciò, pur mantenendo contenuto lo spessore globale della parete, annulla gran parte del beneficio legato alla principale caratteristica di questa soluzione costruttiva.

A meno che non vengano adottate soluzioni particolari, la realizzazione di una controparete interna può inoltre comportare degli svantaggi anche sotto l'aspetto acustico e quello del Comfort Termico estivo.

## 9 INTONACO DI ARGILLA

In un contesto in cui sente sempre più spesso parlare di domotica e di soluzioni tecnologiche particolarmente avanzate, proporre come intonaco un materiale come la terra cruda può sembrare una stravaganza.

Nella realtà si tratta semplicemente di un materiale da costruzione ecologico che, meglio di ogni altro, è in grado di migliorare il microclima interno delle abitazioni e di accumulare calore.

Oltre ai benefici in termini di sostenibilità ambientale, esistono quindi motivazioni di carattere puramente tecnico che spingono verso l'adozione di tale soluzione.

Negli ultimi anni infatti si assiste ad una vera e propria riscoperta dell'uso della terra cruda sia per la realizzazione di pareti che per la produzione di intonaci di argilla.

In diversi paesi, in tutto il mondo, si sta infatti tornando a costruire in terra cruda soprattutto applicando tecnologie innovative che riducono i costi e i tempi di realizzazione.

L'utilizzo più semplice della terra cruda (applicabile quindi anche nell'edilizia convenzionale) è quello sotto forma di intonaco anche se alcune applicazioni sono particolarmente interessanti anche come materiale da costruzione (non strutturale) vero e proprio.



Intonaco di argilla con riscaldamento a parete.  
La soluzione migliore per il Comfort Termico

Le caratteristiche intrinseche di questo tipo di intonaco sono strettamente legate all'argilla che esso contiene.

L'argilla infatti:

### Regola il microclima

Un'importante proprietà dell'argilla è la sua capacità di regolare l'umidità degli ambienti chiusi. Ciò permette di ottenere un sano microclima interno agli edifici.

Un intonaco di argilla, contribuendo a mantenere l'umidità costante, aumenta notevolmente il livello di comfort rendendo il microclima abitativo più piacevole e sano.

È dimostrato che i primi 15-20 mm di parete (ovvero lo strato di intonaco interno) sono fondamentali nella determinazione della qualità del microclima interno allo spazio abitato. L'argilla infatti, assorbendo

o emanando velocemente l'umidità a seconda della necessità, mantiene l'umidità relativa dell'ambiente a valori ideali e costanti.

Esperimenti (prof. G.Minke) dimostrano che un intonaco di argilla è in grado di assorbire una quantità di acqua da 4 a 10 volte maggiore rispetto ad un comune intonaco di malta bastarda.

La tabella riporta la quantità (espressa in grammi) di acqua assorbita dallo strato superficiale di parete (15 mm) di dimensione 1 metro x 1 metro.

<b>Materiale</b>	<b>Grammi di acqua assorbita da 1mq (spessore 15 mm)</b>
Intonaco di terra cruda	300
Arena calcarea	100
Rivestimento di abete rosso	100
Intonaco di malta bastarda	26-76
Mattoni crudi	10-30

Questi dati (relativi ad un aumento in 48 ore dell'umidità relativa dal 50% al 80%) sono di estrema importanza in quanto in un'abitazione vengono emessi mediamente 10-14 litri di vapore acqueo al giorno e questo non sempre viene smaltito con sufficienti ricambi d'aria.

Superfici in grado di assorbire l'umidità quando essa è in eccesso e poi di rilasciarla quando l'aria invece è troppo secca, rendono quindi l'ambiente più sano e confortevole.

#### Accumula calore e favorisce il comfort termico

L'argilla è caratterizzata da una grande capacità termica. Ciò permette, in estate, di mantenere la temperatura a valori bassi e di accumulare il calore in inverno. Nell'arco della giornata, l'argilla contribuisce quindi ad evitare quegli sbalzi di temperatura che caratterizzano soprattutto l'edilizia convenzionale a telaio in cemento armato.

Nelle costruzioni di argilla infatti è facile ed economico mantenere la temperatura a valori vicini ai 20°C in inverno e di poco superiori in estate, mentre negli edifici convenzionali nel periodo estivo spesso accade di registrare valori inferiori ai 17° nelle prime ore del mattino e ben superiori ai 28° nel tardo pomeriggio. In questi ultimi inoltre nel periodo invernale si possono registrare sbalzi considerevoli in base al fatto che l'impianto di riscaldamento sia in funzione o meno.

#### Offre buone prestazioni acustiche

Un'altra caratteristica dell'argilla è la sua capacità di "isolamento acustico" grazie alla notevole massa.

L'utilizzo di argilla conferisce quindi un'ulteriore qualità all'immobile; qualità sancita fra l'altro dalla normativa sull'acustica.

#### È amica della salute

L'argilla è un materiale naturale che, se reperito in siti non inquinati, oltre ad essere totalmente atossico, mostra avere effetti benefici sulla salute. L'argilla non solo è priva di batteri, ma ha un'importante potere di disintossicazione. In cosmetica infatti ne viene fatto un largo utilizzo per la cura della pelle per maschere, trattamenti con fanghi, ecc... Nella medicina alternativa (seguendo l'esempio di molte tradizioni popolari) l'argilla viene anche usata per uso interno per depurare l'organismo.

#### È nemica della polvere

L'argilla grazie alle sue caratteristiche di antistaticità ostacola la formazione di polvere.

È anche questo uno dei motivi per cui in BioEdilizia viene spesso proposto un sistema di riscaldamento radiante (soluzione che ostacola il movimento della polvere) a parete con intonaco in argilla.

#### Nemica degli odori e delle sostanze nocive

Un'altra caratteristica (legata al fenomeno che è alla base delle sue proprietà di coesione dell'argilla) è la sua buona capacità di assorbimento e neutralizzazione di odori, fumo e numerose sostanze nocive.

Poiché la tecnica più agevole per utilizzare questo materiale è il ricorso ad un intonaco di argilla, questo viene spesso proposto in BioEdilizia per strutture quali asili, scuole, centri di cura, ecc...

Inoltre:

#### È amica dell'ambiente

Rispetto ai materiali da costruzione convenzionali il ricorso alla terra cruda garantisce un dispendio minimo di energia nella fase di produzione. Si evita la cottura del materiale; operazione altamente energivora.

Rispetto alla produzione di un comune mattone cotto, uno in terra cruda consente un risparmio energetico del 90%.

Utilizzando l'argilla possiamo quindi in molti casi evitare il ricorso a materiali da costruzione caratterizzati elevato costo energetico ed impatto ambientale. Anche sotto questo punto di vista la coppia legno e argilla risulta essere la soluzione migliore infatti utilizzando questi materiali, l'energia primaria necessaria alla realizzazione di una casa può scendere fino al 5% di quella necessaria per costruire un'abitazione con materiali convenzionali.

L'argilla è totalmente rigenerabile e, potendo inoltre essere reperita, elaborata e riutilizzata in loco, contribuisce a non inquinare l'ambiente a causa di trasporti.

#### È economica

L'argilla, essendo reperibile praticamente ovunque ed essendo particolarmente adatta al fai da te, è un materiale da costruzione fondamentalmente economico.

Risulta meno economica se ci si rivolge ai prodotti in argilla disponibili sul mercato di materiali per la BioEdilizia. In tal caso però si ha l'importante vantaggio di poter utilizzare prodotti pronti e standardizzati, quindi utilizzabili senza alcun rischio di inconveniente tecnico da persone dotate di comuni capacità artigianali.

#### È amica del legno e dei materiali organici

La coppia legno e argilla risulta essere vincente, infatti l'argilla assorbendo l'umidità dal legno (o da altre sostanze organiche) riduce il rischio di problemi dovuti a micosi ed insetti. Tutto ciò è dovuto al fatto che l'umidità relativa dell'argilla è pari al 4,5%, mentre i parassiti vegetali ed animali necessitano di un'umidità del 8 - 16%.

#### È amica dell'artigiano

Il fatto che l'argilla possa essere tranquillamente lavorata a mani nude è un aspetto da non sottovalutare, infatti l'utilizzo di questo materiale, (a differenza dei materiali convenzionali non ecologici) non comporta nessun rischio per la salute di imbianchini e intonacatori. Quella degli applicatori di intonaco e dei pittori edili sono infatti categorie di artigiani fortemente esposte a rischi per la salute imputabili ai materiali utilizzati.



La plasticità del materiale offre grandi spunti per lavorazioni di tipo artistico.  
Esistono intonaci preconfezionati applicabili anche a macchina

### Rinsalda il legame primordiale fra Uomo e Natura

Molto è stato scritto e detto per spiegare la sensazione di benessere che si prova anche solo nel sostare in un ambiente intonacato con terra cruda.

Alla base di questa sensazione di benessere vi è il concorrere di numerosi aspetti sia di carattere fisico che psicologico.

Il contatto (anche solo visivo) con la terra rinsalda un legame primordiale fra Uomo e Natura. Del resto, anche se la società in cui viviamo è caratterizzata da un'alienazione dell'uomo dalla natura, tutti nel nostro inconscio, sappiamo che l'uomo è "figlio della Terra".

Terra è il nome del pianeta che ci ospita e la terra è presente in molte tradizioni come elemento che è alla base della vita (basti pensare alla Bibbia).

Purtroppo, attualmente, le occasioni di toccare con mano un intonaco d'argilla sono piuttosto limitate, per cui risulta utile fare un parallelo con un'esperienza che sicuramente tutti possono fare toccando o accarezzando un pezzo di legno non trattato o trattato con prodotti ecologici: si prova piacere; un "piacere primordiale". Con l'argilla accade lo stesso e, anche per questo, la coppia legno e argilla risulta essere un abbinamento caratterizzato da enormi potenzialità, sia in termini espressivi che sensoriali (oltre che nonché per motivi puramente tecnici-prestazionali).

Per quanto riguarda gli aspetti puramente estetici, la plasticità dell'argilla consente la creazione di una gran varietà di forme per le diverse costruzioni permettendo quindi di svincolarsi dallo stereotipo della superficie piana e della bidimensionalità delle pareti.

Numerose sono anche le varietà di argilla ed i relativi colori della terra, per cui questo materiale può permettere di ottenere importanti risultati anche sul piano estetico (oltre che su quello ecologico e di tutela della salute).

Un intonaco di argilla può comunque essere tinteggiato con pitture traspiranti a base argilla o calce.

## 10 STUFA IN MURATURA

Un tempo chiamata la stufa dei poveri (in quanto la struttura viene realizzata in materiali poveri), la stufa in muratura è oggi considerata un lusso.

Il suo costo di realizzazione in effetti la pone al di sopra di molte stufe prodotte industrialmente.

Un'attenta analisi dei costi, delle prestazioni e della qualità globale del variegato mondo delle stufe a legna, mette però in evidenza come le stufe in muratura siano oggi più che mai un ottimo investimento anche sotto il punto di vista economico.

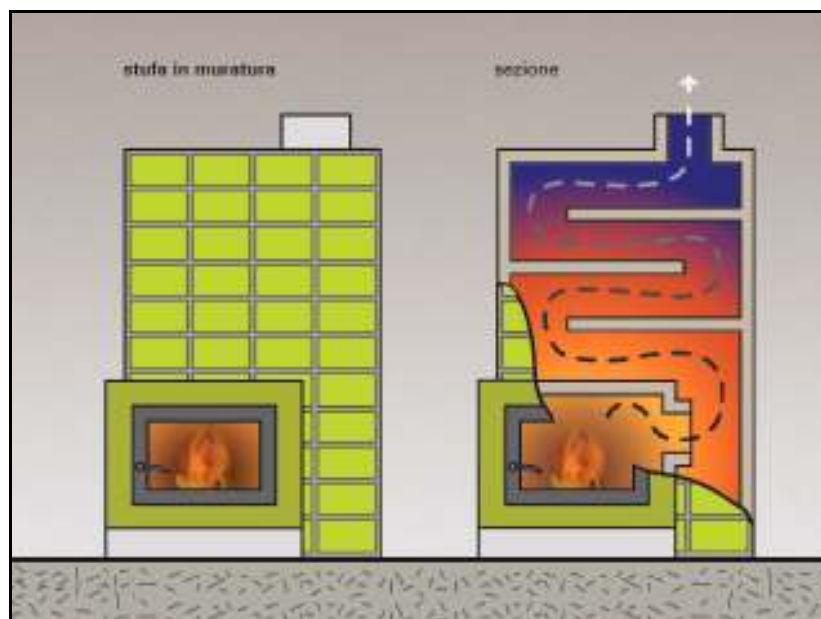
### 10.1 Stufe in muratura ad ipocausto

Uno splendido esempio di utilizzo riscaldamento in grado di rispettare ambiente e salute è quello delle stufe in muratura ad ipocausto.

Si tratta di stufe realizzate costruendo attorno ad una ampia camera di combustione una struttura in muratura all'interno della quale vengono fatti passare i fumi che, dopo un lungo percorso raggiungono la canna fumaria e quindi vengono espulsi.

Chi progetta e realizza tali stufe con perizia è perfettamente in grado di regolare la massa della stufa (e quindi la relativa inerzia termica) in base all'edificio del quale la stufa costituirà il vero e proprio cuore.

Il livello di Comfort Termico che tali stufe generano è particolarmente elevato, tant'è che vengono considerate in BioEdilizia come la forma migliore di riscaldamento.



Schema di funzionamento di una stufa in muratura

Questo tipo di stufa è in grado di unire ecologicità, comfort termico, benessere ambientale, efficienza e costi di gestione minimi.

Il rendimento può superare anche il 90%.

### 10.1.1 Gestione della stufa

La particolare tecnica costruttiva conferisce alla stufa un funzionamento del tutto particolare.

In pratica è necessario caricarla una o al massimo due volte al giorno. Il calore che si sviluppa nella grande camera di combustione e nel lungo percorso dei fumi scalderà prima l'intera massa costituita dalla muratura e poi in maniera indiretta e prevalentemente radiante, l'ambiente in cui la stufa è collocata.

Con due soli carichi distanziati in pratica la stufa cederà calore nell'arco delle ventiquattro ore.

Tutto ciò conferisce grande comodità di gestione abbinata a costi di gestione estremamente contenuti.

La particolare tecnica costruttiva consente inoltre di ottenere una combustione ideale dalla quale derivano un elevatissimo rendimento ed abbattimento delle emissioni nocive.

### 10.1.2 Rivestimento e Comfort

La scelta del tipo di rivestimento (intonaco, ceramica, maiolica, argilla cruda, ecc...) conferisce alla stufa non solo un elevato valore estetico del tutto personalizzabile, ma anche differenti prestazioni.

Nel caso di stufe in muratura rivestite in maiolica, in condizioni normali spesso è sufficiente un solo carico di legna (7-10 kg) al giorno per fornire calore all'ambiente per l'intera giornata ad un ambiente di 100- 120 m<sup>3</sup>.

In base al tipo di rivestimento o di struttura, si possono così realizzare:

- Stufe con rivestimento in argilla cruda
- Stufe con rivestimento in mattoni refrattari
- Stufe con rivestimento in intonaco
- Stufe in maiolica - Kachelofen

In ogni caso la stufa in muratura ad ipocausto scalda prevalentemente per irraggiamento lasciando quindi la componente convettiva (riscaldamento dell'aria) a valori minimi (anche solo il 15%).

Questa caratteristica consente di utilizzare la stufa anche nelle mezze stagioni, cioè quando le altre stufe ed i termocamini non possono essere utilizzati poiché, essendo caratterizzati da un comportamento prevalentemente convettivo, comportano inevitabilmente un fastidioso surriscaldamento dell'ambiente.

### 10.1.3 Altri utilizzi

La stufa in muratura ad ipocausto, come del resto anche la comune stufa in muratura (cioè quella senza particolare giro-fumi), consente di realizzare soluzioni personalizzate comprendenti eventualmente piano di cottura o forno.

## **10.2 La stufa come unico generatore di calore**

La stufa in muratura può essere progettata per ospitare degli scambiatori di calore per riscaldare l'aria o l'acqua ed essere, in questo ultimo caso, utilizzata come generatore di calore sia per acqua calda sanitaria che per il riscaldamento di altri ambienti.

Se dotate di apposito scambiatore di calore, le stufe in muratura possono fornire considerevoli quantitativi di acqua calda e, se integrate con pannelli solari (indispensabili per fornire acqua calda nel periodo estivo quando la stufa non viene accesa) consentono di evitare l'installazione di caldaie o di altri generatori di calore.

Questo tipo di soluzione rappresenta un impianto ad alto contenuto tecnologico che, a differenza dei termocamini e delle termostufe convenzionali, non porta alcun surriscaldamento degli ambienti.

Questo risultato viene ottenuto sia scegliendo un'opportuna massa, sia adottando sistemi di controllo elettronico automatico che convogliano l'eventuale eccesso di energia termica allo scambiatore di calore e quindi all'acqua che viene stoccata in appositi accumuli (gli stessi che possono essere utilizzati in abbinamento con un eventuale pannello solare termico).

Mediante appositi inserti è inoltre possibile alimentare la stufa non solo manualmente con legna, ma anche in maniera totalmente automatizzata con cippato o pellet. Con questa soluzione si ha la possibilità di avere riscaldamento ed acqua calda sanitaria con emissioni zero di CO<sub>2</sub> senza rinunciare a comodità ed automatismo di gestione.

## **11 VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA**

Le perdite per ventilazione possono essere contenute in maniera conveniente mediante l'adozione di sistemi di ventilazione con scambiatore termico, ovvero con dispositivi che permettono il recupero di parte del calore dell'aria espulsa.

Questa tecnica prende il nome di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore.

Mediante appositi apparecchi il calore viene ceduto dall'aria espulsa a quella in ingresso senza che si verifichi un miscelamento fra le due.

### **11.1.1 ventilazione meccanica controllata con recupero di calore e ristrutturazione**

Questi impianti, oltre a ridurre considerevolmente le perdite di energia, offrono il grande vantaggio di garantire la salubrità negli ambienti tramite lo smaltimento del vapore acqueo che spesso crea dei problemi (condensa e muffa) all'interno delle abitazioni soprattutto se poco o male isolate.

Un utilizzo di tale soluzione è quindi particolarmente adatto ai casi di ristrutturazione in cui non sia possibile intervenire in maniera opportuna sull'involucro edilizio adottando ad esempio un cappotto esterno.

La soluzione è quindi interessante sia per gli edifici vincolati sia nel caso di intervento di ristrutturazione di singoli appartamenti in condominio e in tutti i casi in cui si sostituiscono infissi caratterizzati da scarsa tenuta all'aria. In tal caso infatti un minor ricambio spontaneo di aria (precedentemente garantito dagli "spifferi") si traduce spesso in comparsa di muffa.

### **11.1.2 ventilazione meccanica controllata con recupero di calore in nuove realizzazioni**

Adottare questa soluzione in nuovi edifici è relativamente semplice e consente di ottenere prestazioni interessanti non solo sotto il profilo energetico, ma anche sotto quello del comfort.

Gli scambiatori possono infatti essere dotati di filtri particolarmente efficienti (utili nel caso di edifici in ambito urbano o di allergie), di umidificatore (per un utilizzo invernale) o, nel caso di utilizzo estivo, di gruppo frigorifero e deumidificatore.

Questi impianti si rendono solitamente necessari per la realizzazione di edifici di Classe A (secondo gli standard CasaClima – KlimaHaus) e sono di fatto indispensabili per raggiungere la prestazione di casa passiva (Gold standard CasaClima – KlimaHaus).

### **Progetto e redazione**

Luca Barbadoro  
Tarcisio Porto  
Andrea Merlo  
[www.qualitaedilizia.it](http://www.qualitaedilizia.it)

### **Comunicazione e grafica**

Fabio Sarti  
[www.imago01.it](http://www.imago01.it)

### **Contatti**

[www.cm-fossombrone.ps.it](http://www.cm-fossombrone.ps.it)  
[www.cm-pergola.ps.it](http://www.cm-pergola.ps.it)

---

Programma di Iniziativa Comunitaria LEADER+ 2000/2006 - Azione 3.6 del PSL Flaminia Cesano - DIFFUSIONE DELLE ENERGIE RINNOVABILI VOLTE AL MIGLIORAMENTO DELLE PERFORMANCE ENERGETICHE DEL SETTORE EDILIZIO SUL TERRITORIO DEL PARCO STORICO-CULTURALE DELL'ALTA MARCA



Unione Europea



Regione Marche



82  
GAL Flaminia Cesano



Comunità Montana  
del Metauro



Comunità Montana  
Catria e Cesano