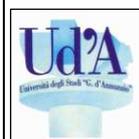




Comune di CAPORCIANO

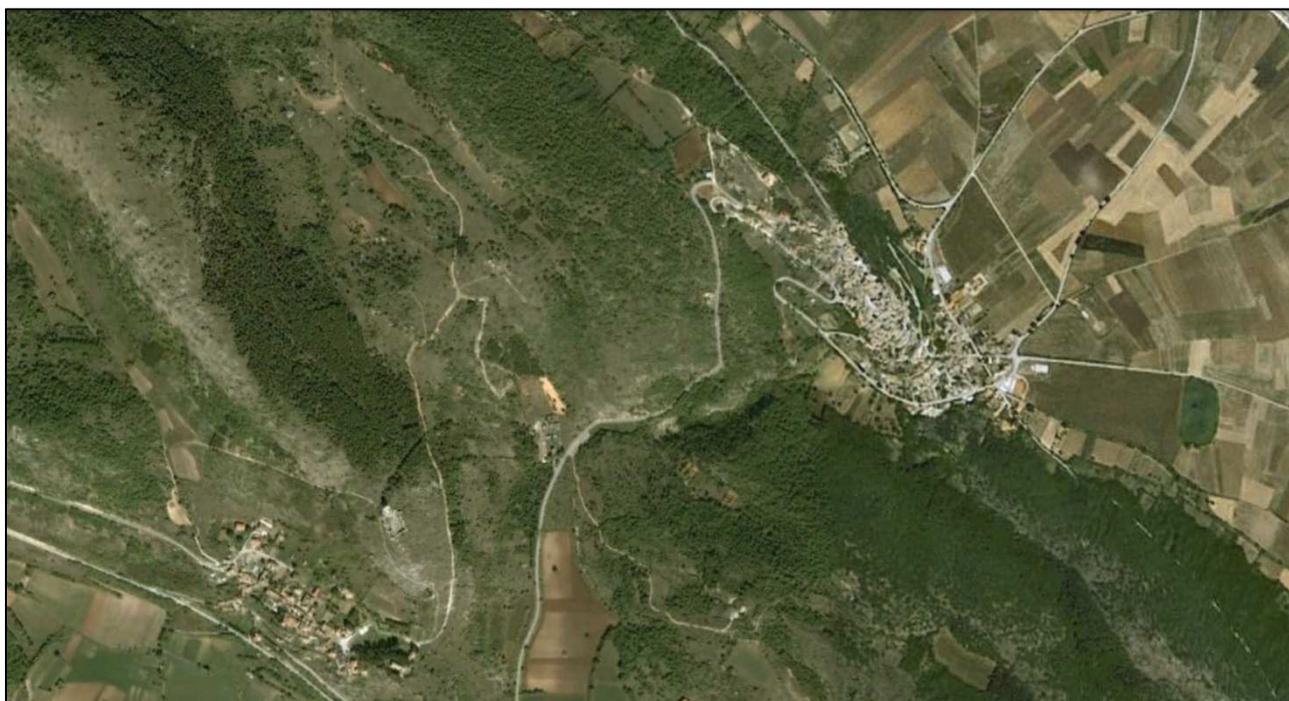
Provincia di L'Aquila



## PIANO DI RICOSTRUZIONE

Responsabile Scientifico: Prof. Arch. Maria Cristina Forlani

19 dicembre 2011



**ELABORATI**

**B6**

**DEFINIZIONE DEI CRITERI E DELLE MODALITA' DI INTERVENTO**

**RECUPERO FUNZIONALE EDILIZIO:  
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO**

Responsabili: Prof. Arch. Michele Lepore,  
PhD Arch. Fabrizio Chella

Collaboratori:

PhD Arch. Matteo Clementi, PhD Arch. Luciana Mastrodonardo

COMUNE DI CAPORCIANO (AQ)  
PIANO DI RICOSTRUZIONE

# RECUPERO FUNZIONALE EDILIZIO: EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

*responsabile*

*PROF. ARCH. MICHELE M. LEPORE*

*PhD. ARCH. FABRIZIO CHELLA*

*coordinamento*

*PROF. ARCH. M. CRISTINA FORLANI*

## Indice

### Premessa

- **Art.1 Finalità**
- **Art.2 Dati climatici.**
- **Art.3 Interventi di riqualificazione energetica.**
- **Art.4 Documentazione tecnica.**
- **Art.5 Appendice**

### **N.B.**

- L'applicazione del presente regolamento è conforme alle normative vigenti a livello nazionale sul tema della riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente ed in particolare al **DECRETO 11 marzo 2008, coordinato con Decreto 26 gennaio 2010, Attuazione dell'articolo 1, comma 24, lettera a) della legge 24 dicembre 2007, n. 244 e s.m.i.**
- Inoltre, in riferimento al piano di ricostruzione, per tutti gli edifici classificati E, con **decreto del Commissario per la Ricostruzione n.44 del 17 febbraio 2011 "Adeguamento energetico degli edifici con esito E"**, stabilisce che il contributo per la riparazione, l'adeguamento sismico, il miglioramento energetico e adeguamento igienico sanitario, non può superare quello stabilito dall'**OPCM 3881/2010**, considerando l'adeguamento energetico così come previsto dal D.lgs 192/2005 e s.m.i.

## Premessa

Per riqualificazione energetica dell'edificio (o retrofit energetico dell'edificio) si intendono tutte le operazioni, tecnologiche e gestionali, atte al conferimento di una nuova (prima inesistente) o superiore (prima inadeguata) qualità prestazionale alle costruzioni esistenti dal punto di vista dell'efficienza energetica, volte cioè alla razionalizzazione dei flussi energetici che intercorrono tra sistema edificio (involucro e impianti) ed ambiente esterno.

In generale, gli interventi di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente sono finalizzati a:

- *migliorare il comfort degli ambienti interni;*
- *contenere i consumi di energia;*
- *ridurre le emissioni di inquinanti e il relativo impatto sull'ambiente;*
- *utilizzare in modo razionale le risorse, attraverso lo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili in sostituzione dei combustibili fossili;*
- *ottimizzare la gestione dei servizi energetici;*

Il concetto di riqualificazione energetica dell'esistente - correlato a quello di sostenibilità del costruito - è promosso a livello nazionale ed internazionale da politiche che individuano nella necessità di un sostanziale cambiamento nel modo di costruire, di gestire e di mantenere gli edifici esistenti, la chiave di volta, in ambito edilizio, per la salvaguardia dell'ambiente e per la tutela della salute e del benessere dell'uomo. Un'intensa attività di legislazione e di redazione di norme tecniche sul rendimento energetico del costruito definisce parametri di efficienza sempre più restrittivi e criteri di risparmio sempre più vincolanti, imponendo interventi di adeguamento del patrimonio esistente a standard prestazionali più elevati, ad esempio nelle fasi di progettazione, realizzazione e gestione di un green building. Parallelamente i governi di molti Stati europei hanno introdotto incentivi economici per agevolare interventi di riqualificazione energetica che garantiscano tempi di ritorno degli investimenti compatibili con le possibilità di spesa dei proprietari degli immobili e il ciclo di vita delle tecnologie impiegate.

Gli interventi principali, in grado di garantire un retrofit vantaggioso, interessano sia il sistema tecnologico sia la gestione energetica dell'edificio, e riguardano fundamentalmente:

- *il miglioramento delle prestazioni dell'involucro edilizio (incremento dell'isolamento termico, sostituzione dei serramenti, installazione di idonei sistemi di schermatura solare...);*

- *la sostituzione di componenti obsoleti degli impianti di climatizzazione invernale e di illuminazione con altri più efficienti dal punto di vista energetico e con minore impatto sull'ambiente in termini di emissioni prodotte;*
- *l'utilizzo dell'energia gratuita del sole per la produzione di energia elettrica (pannelli fotovoltaici) e termica (collettori solari);*
- *la corretta gestione della ventilazione naturale e del raffrescamento passivo al fine di limitare la diffusione di impianti di condizionamento estivo, responsabili dell'incremento dei consumi elettrici;*
- *la revisione della contrattualistica inerente ai servizi energetici (meccanismi di incentivi/disincentivi finanziari);*
- *l'introduzione di sistemi di contabilizzazione individuale dell'energia per la sensibilizzazione alla riduzione dei consumi.*

Il presente documento, in conformità con gli strumenti urbanistici in vigore a livello regionale, provinciale e comunale, alle indicazioni del piano di recupero del comune di Caporciano e delle varie ordinanze che regolano i processi di ricostruzione post-sisma, indica per gli interventi di riqualificazione del patrimonio esistente, i possibili interventi il cui scopo è quello di migliorare le condizioni di comfort all'interno degli spazi confinati, con il fine di ottenere una progettazione sostenibile e di qualità.

L'obiettivo è di trasferire al patrimonio edilizio esistente e oggetto di "trasformazione", caratteri di qualità ambientale a livello sia urbanistico che architettonico, considerando:

- *La compatibilità ambientale;*
- *L'efficienza energetica;*
- *Il comfort abitativo ed il benessere dei cittadini.*

## **Art.1 Finalità**

Il presente documento indica i possibili interventi di miglioramento energetico e delle condizioni di benessere all'interno degli spazi confinati, finalizzati a preservare e riqualificare il patrimonio edilizio esistente nel rispetto dell'ambiente, dei beni storici culturali e paesaggistici e nel rispetto della vigente normativa sismica, al fine di:

- *migliorare l'efficienza energetica del patrimonio edilizio esistente ai sensi del DECRETO 11 marzo 2008, coordinato con Decreto 26 gennaio 2010 "Attuazione dell'articolo 1, comma 24, lettera a) della legge 24 dicembre 2007, n. 244, per la*

definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dell'articolo 1 della legge 27 dicembre 2006, n. 296";

- migliorare l'efficienza energetica, nei casi di demolizione e ricostruzione o di ampliamento, degli edifici esistenti ai sensi del D.P.R., n. 59/09, del Dlgs n.115/08, s.m.i..

In particolare le indicazioni tecniche contenute nel presente documento sono rivolte a:

- *Miglioramento della prestazione energetica dell'involucro*
- *Miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti*
- *Integrazione impianti con sistemi solari attivi.*

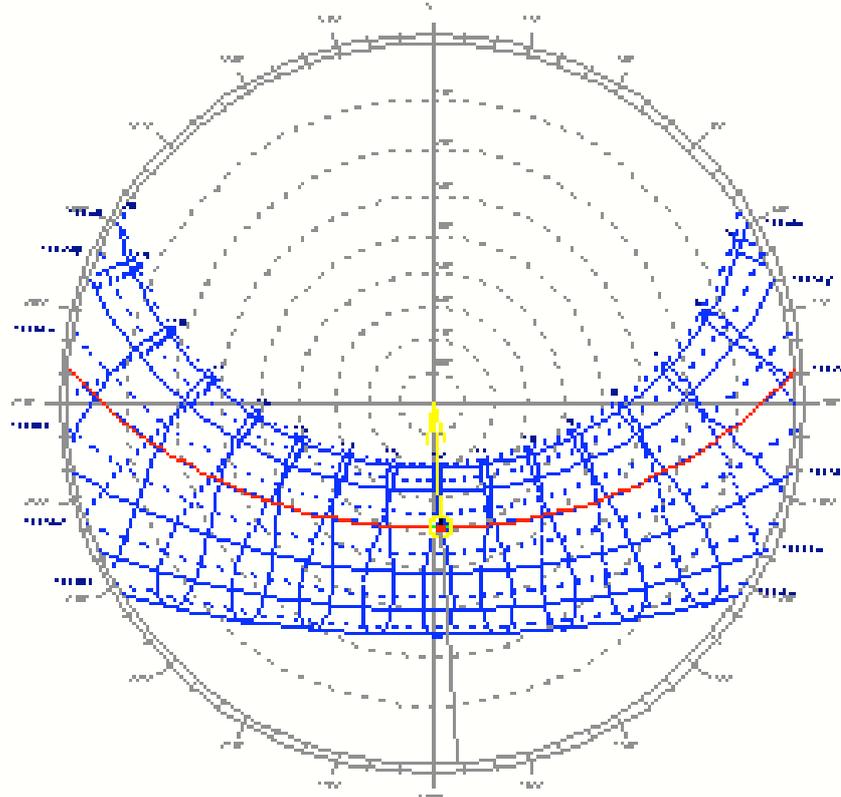
## Art.2 Dati climatici.

I dati climatici di progetto, riferiti al comune di Caporciano sono:

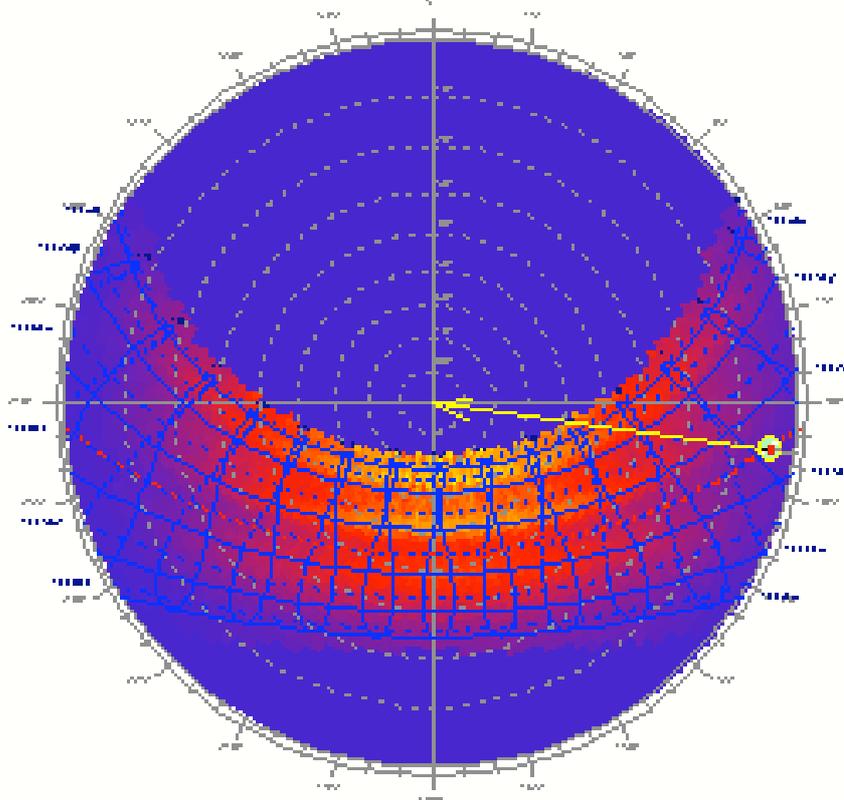
- *Altitudine Caporciano: 836 m.s.l.m.*
- *Altitudine Bominaco: 974 m.s.l.m.*
- *Latitudine: 42°14' 6"*
- *Longitudine: 13°40' 25"*
- *Gradi Giorno: 2785*
- *Zona climatica: E*
- *Giorni di riscaldamento: 183 per una durata massima di 14 ore al giorno;*
- *Temperatura media di progetto: -6°C*
- *Velocità del vento: 2,70 m/s*
- *Umidità relativa: 39,80%*
- 

### Dati medi mensili

Medie mensili	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperature [°C]	1.17	2.77	6.27	10.57	14.17	18.27	21.17	20.97	17.77	12.3	7.37	2.97
Umidità relativa [%]	84.6	80.3	73.2	71.5	73.3	70.8	67.9	70.3	75.5	80.2	86.0	85.7
Irradiamento Nord [MJ/mq]	2	2.8	3.9	5.3	7.5	8.9	8.9	6.5	4.4	3.2	2.2	1.8
Irradiamento Sud [MJ/mq]	10.3	10.7	10.9	9.7	9.2	8.9	10	10.9	12.5	12.6	10.1	8.8
Irradiamento Est [MJ/mq]	4.8	6.3	8.5	9.9	12.4	13.4	15.2	13.4	11.1	7.9	5	4
Irradiamento Ovest [MJ/mq]	4.8	6.3	8.5	9.9	12.4	13.4	15.2	13.4	11.1	7.9	5	4



Rappresentazione dei percorsi solari per la località di Caporciano



Rappresentazione della distribuzione della radiazione solare annuale per la località di Caporciano

### **Art.3 Interventi di riqualificazione energetica.**

Gli interventi di miglioramento energetico del patrimonio edilizio esistente, dovranno necessariamente avere l'obiettivo di migliorare le condizioni di benessere all'interno degli ambienti confinati e consentire un abbattimento dei consumi energetici complessivi significativi, ai sensi delle normative vigenti in materia di efficienza energetica. I componenti edilizi ed impiantistici da trattare e migliorare, sono:

- *L'involucro edilizio;*
- *L'impianto di riscaldamento;*
- *L'impianto di climatizzazione estivo (dove presente);*
- *L'impianto per la produzione di acqua calda sanitaria;*
- *L'impianto elettrico ed in particolare di illuminazione;*

Al fine di massimizzare l'efficacia derivante dall'implementazione delle soluzioni per il risparmio energetico e per lo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili, è consigliabile seguire un approccio di implementazione graduale delle diverse opportunità di risparmio energetico, a partire dalle più semplici azioni correlate alla gestione e alla manutenzione del costruito, per giungere all'integrazione di soluzioni tecnologiche per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili di energia.

Si tratta di adottare in progress le seguenti opportunità di risparmio energetico:

- *Definizione delle prestazioni termo-igrometriche degli elementi dell'involucro edilizio (isolamento termico, inerzia termica, permeabilità all'aria; ....);*
- *Ottimizzazione energetica dell'involucro edilizio;*
- *Installazione dei sistemi impiantistici (riscaldamento, climatizzazione, acqua calda sanitaria, ....) ad elevata efficienza energetica;*
- *Installazione di sistemi impiantistici per lo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabile.*

Di seguito verranno indicati alcune possibili strategie progettuali in tema di riqualificazione energetica.

#### **A. Miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro edilizio**

*Risparmio energetico attraverso interventi migliorativi sulle strutture verticali, opache e trasparenti, orizzontali, piane o inclinate.*

Ogni edificio deve essere dotato di un involucro con caratteristiche di isolamento termico tali da limitare il più possibile le perdite di calore per dispersione,

contribuendo a garantire il contenimento dei consumi energetici nella stagione invernale, limitando l'utilizzo degli impianti di riscaldamento e favorendo gli apporti energetici gratuiti.

Le dispersioni di calore attraverso l'involucro edilizio possono essere ridotte adottando componenti (opachi o vetrati) a bassa trasmittanza termica e riducendo al massimo le dispersioni attraverso eventuali ponti termici. Nel caso di interventi sull'esistente, fondamentale è la conoscenza delle prestazioni termiche dei componenti edilizi allo stato di fatto. Questa procedura è fondamentale e necessaria per:

- *Definire una strategia complessiva di isolamento termico;*
- *Scegliere i materiali isolanti ed il relativo spessore, tenendo conto le indicazioni del piano di recupero comunale;*
- *Posizionare gli strati di isolamento in relazione al tipo di struttura presente allo stato di fatto;*
- *Controllare e verificare il comportamento del componente in regime termico variabile nel tempo (inerzia termica).*

Gli elementi strutturali ed impiantistici principali su cui bisogna intervenire sono:

1. *Pareti verticali esterne;*
2. *Pareti e solai interpiano verso le altre unità abitative;*
3. *Solai su terreno e locali e cantine o su locali non riscaldati;*
4. *Copertura orizzontali o inclinate;*
5. *Serramenti.*
6. *Impianto di riscaldamento e produzione acqua calda sanitaria.*

Invece, gli elementi strutturali ed impiantistici migliorativi da integrare alle soluzioni sopra elencate, possono essere:

1. *Sistemi "bioclimatici";*
2. *Impianto fotovoltaico;*
3. *Impianto solare termico;*
4. *Impianto geotermico.*

Oltre agli elementi sopra indicati, bisogna considerare anche le pareti sottofinestra (che devono avere le stesse caratteristiche prestazionali delle pareti esterne), i balconi e gli aggetti rispetto alla sagoma esterna dell'edificio (che devono essere

termicamente isolati rispetto all'involucro edilizio o da esso strutturalmente separati e indipendenti).

I limiti prestazionali imposti dalle normative vigenti per la zona climatica E, sono:

Rapporto di forma dell'edificio S/V	ZONA CLIMATICA	
	E	
	a	a
	2101 GG	3000 GG
≤0,2	27,5	37,9
≥0,9	71,3	94,0

Tabella 1 - Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m<sup>2</sup>a

Valori applicabili dal 1 gennaio 2010 per gli edifici residenziali della classe E1 (classificazione art. 3, DPR 412/93), esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme

Rapporto di forma dell'edificio S/V	ZONA CLIMATICA	
	E	
	a	a
	2101 GG	3000 GG
≤0,2	27,5	37,9
≥0,9	71,3	94,0

Tabella 2 - Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m<sup>3</sup>a

Valori applicabili dal 1 gennaio 2010 per tutti gli altri edifici non inclusi nella tabella 1

Zona Climatica	Strutture opache verticali	Strutture opache orizzontali		Chiusure apribili e assimilabili
		Coperture	Pavimenti	
E	0,27	0,24	0,30	1,8

Tabella 3 - Valori limite della trasmittanza termica utile K delle strutture componenti l'involucro edilizio espressa in (W/m<sup>2</sup>K). Valori applicabili dal 1 gennaio 2010 per tutte le tipologie di edifici

Gli interventi possibili per un adeguato efficientamento energetico dell'esistente sono:

- Isolamento termico dell'involucro edilizio;
- Correzione dei Ponti termici;
- Elevate prestazioni dei serramenti e dei vetri;
- Tetto ventilato;

- *Tetti verdi;*
- *Verifica livelli di luce naturale;*
- *Ventilazione naturale;*
- *Isolamento acustico.*

### **B. Impianto di riscaldamento e produzione acqua calda sanitaria.**

*Efficienza energetica degli impianti di riscaldamento (produzione e contabilizzazione), degli impianti di illuminazione e degli impianti elettrici.*

L'impiego delle migliori tecnologie oggi disponibili per la produzione del calore è uno dei metodi per ridurre al minimo i costi per la climatizzazione invernale. Come interventi per migliorare l'efficienza energetica del patrimonio edilizio esistente, possono pertanto intendersi sia l'ottimizzazione degli impianti esistenti, sia l'installazione di nuovi generatori di calore (ad esempio caldaia ad alto rendimento, caldaie a condensazione, pompe di calore ad alto rendimento, ecc..) e di sistemi di distribuzione più efficienti e sia l'inserimento di nuovi impianti centralizzati ad uso condominiale con sistema di contabilizzazione dell'energia consumata.

- *Caldaia ad alto rendimento;*
- *Caldaia a condensazione;*
- *Pompa di calore ad alto rendimento.*

È inoltre consigliabile l'installazione di sistemi di regolazione termica per ogni singolo locale come ad esempio l'utilizzo di valvole termostatiche e contatori.

È vivamente consigliabile l'utilizzo di sistemi di distribuzione del calore a bassa temperatura quali:

- *Riscaldamento radiante a pavimento*
- *Riscaldamento radiante a soffitto*
- *Riscaldamento radiante a parete*
- *Riscaldamento radiante a battiscopa.*

### **C. Impianti ad energia rinnovabile**

*Uso razionale delle risorse legate allo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili.*

Per migliorare l'approvvigionamento energetico degli edifici esistenti oggetto di riqualificazione, è consigliabile l'installazione di impianti a fonti energetiche rinnovabili come ad esempio il solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria ed il fotovoltaico per la produzione di energia elettrica. I pannelli possono essere installati o su coperture piane o come sistemi integrati di coperture a falda, purché opportunamente inclinati e con esposizione sud, sud-est, sud-ovest. È inoltre consigliabile l'integrazione, ove possibile, degli impianti a fonti rinnovabili con gli impianti di riscaldamento e raffrescamento come ad esempio caldaie a condensazione (solare termico) e pompe di calore (fotovoltaico).

Le possibili soluzioni impiantistiche sono:

- *Impianto fotovoltaico;*
- *Impianto solare termico;*
- *Impianti alimentati a biomassa.*

#### **D. Miglioramento del comfort estivo**

*Tecniche per migliorare le condizioni di benessere e l'efficienza energetica nel periodo estivo.*

Le superfici trasparenti orientate a sud, sud-est e sud-ovest, devono prevedere sistemi di schermatura, fissi o mobili, tali da garantire nei momenti di massima insolazione nel periodo estivo, un adeguato ombreggiamento degli ambienti di vita. Tali sistemi devono essere posti, preferibilmente, sul lato esterno delle abitazioni così da ridurre l'ingresso della radiazione solare in estate.

I componenti dell'involucro edilizio (pareti verticali e coperture), devono garantire un indice di inerzia termica tale da mantenere le condizioni di comfort negli ambienti di vita nelle ore centrali della giornata, evitando il fenomeno di surriscaldamento degli ambienti.

Per garantire questo, è necessario che le *pareti verticali* opache rispettino almeno una delle seguenti condizioni:

- *Massa superficiale  $M_s \geq 230 \text{ Kg/m}^2$ ;*
- *Trasmittanza termica periodica (YIE)  $\leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ .*

Per le *superfici opache orizzontali e inclinate*, è obbligatorio verificare

- *Trasmittanza termica periodica (YIE)  $\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ .*

### **E. Il contenimento dei consumi di acqua potabile e per usi sanitari**

*Consumo razionale dell'acqua potabile e per il recupero delle acque meteoriche.*

Per contenere il consumo di acqua all'interno delle abitazioni è consigliabile l'adozione di dispositivi per la regolazione del flusso d'acqua delle cassette di scarico dei servizi igienici e di tutti i rubinetti.

Ove possibile, è auspicabile l'installazione di impianti per il recupero delle acque piovane mediante la predisposizione di serbatoi o interrati o posizionati in locali interrati dove presenti.

Per gli edifici plurifamiliari con impianti centralizzati, è possibile installare sistemi di contabilizzazione dei consumi di acqua così da ripartire le quote economiche in base ai reali consumi dei singoli utenti.

### **F. Tecnologie energetiche passive**

*Tecnologie energetiche passive per migliorare ulteriormente l'efficienza energetica ed i comfort termico interno degli edifici.*

Dove possibile e nel rispetto delle norme urbanistiche vigenti, è consigliata la progettazione e l'installazione di *tecnologie solari passive* che possono migliorare notevolmente l'efficienza complessiva dell'edificio o risolvere particolari situazioni che possono pregiudicare la vivibilità di alcuni ambienti.

Per l'illuminazione naturale degli ambienti, dove questa risulta insufficiente e dove non è consentita l'apertura di nuove finestre o l'adeguamento formale di quelle esistenti, per il raggiungimento di livelli di illuminazione naturale per lo svolgimento di attività continuative, è possibile installare sistemi per la captazione ed il trasporto della luce naturale (tubi di luce). Il dispositivo deve prevedere l'installazione del captatore o in copertura o in facciata purché orientato verso sud, sud-est, sud-ovest.

Per il miglioramento dell'efficienza energetica delle abitazioni è consigliabile l'installazione, dove possibile e nel rispetto delle norme urbanistiche vigenti, di "serre solari" capaci di contribuire ad un risparmio energetico significativo. Le serre possono essere realizzate sia tramite la progettazione di vani ex-novo da integrare nell'involucro esistente oppure, nel caso di recupero edilizio, attraverso la chiusura di balconi, terrazze, logge, altane e simili. Per un adeguato funzionamento è opportuno orientare la serra verso sud, sud-est, sud-ovest.

Per il miglioramento dell'efficienza energetica delle abitazioni è consigliabile l'installazione, dove possibile e nel rispetto delle norme urbanistiche vigenti I muri solari sono dei sistemi tecnologici che consentono di accumulare il calore esterno e trasferirlo all'interno. I sistemi più diffusi sono i muri di Trombe e i muri BARRA-COSTANTINI. Entrambe le tipologie di muri solari, sono costituiti da una parete in muratura o calcestruzzo verniciata di nero, esposta a sud e separata dall'esterno da una lastra di vetro posta a circa 10/15 cm di distanza dal muro.

### **G. Materiali ecocompatibili**

*Impiego di materiali migliorativi dell'eventuale inquinamento elettromagnetico e chimico all'interno degli ambienti di vita, attraverso materiali naturali già presenti sul mercato.*

La qualità ambientale all'interno degli ambiti di vita non si esprime solo nella progettazione, ma soprattutto nella scelta dei materiali, prediligendo materiali naturali, non inquinanti e riciclabili.

I materiali naturali non sono nocivi per la nostra salute, garantendo la sicurezza di vivere in un ambiente sano.

### **Art.4 Documentazione tecnica.**

Per l'ottenimento dei titoli abilitativi agli interventi di ricostruzione e riparazione, è necessario corredare la documentazione progettuale con tutta la documentazione redatta ai sensi del DLgs 192/2005 così come modificato dal DLgs 311/2006 ed integrato dal DPR 59/2009 "Requisiti minimi" e dal DM 26/06/2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica"; nel caso di obbligatorietà di riqualificazione energetica è inoltre obbligatorio produrre la seguente documentazione:

- Relazione tecnica illustrativa che illustri le scelte progettuali adottate in riferimento ai fattori ambientali e climatici del luogo, che giustifichi ogni singola scelta in rapporto al soleggiamento, ai venti, al contesto antropizzato e a quello naturale.
- Dettagli costruttivi che documentano le scelte progettuali e tecnologiche ai fini dell'efficientamento energetico.
- Calcoli e verifiche prima e dopo l'intervento in modo da evidenziare il reale beneficio ottenibile, in termini di risparmio energetico, delle soluzioni adottate, in conformità con quanto previsto dalle vigenti normative.

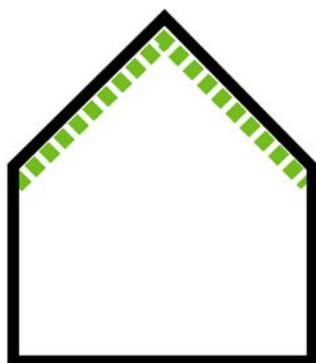
MATRICE degli interventi di riqualificazione energetica

TIPI DI ELEMENTI	Composizione	Caratteristiche	Trasmittanza allo "stato di fatto" (W/mq K)	Isolamento termico "interno"	Isolamento termico "esterno"	Isolamento termico a basso spessore	Sostituzione elemento	Aggiunta	Interventi specifici	Note	Trasmittanza raggiungibile
											(W/mq K)
INTERVENTI SULL'INVOLUCRO	Murature	Muratura in pietra ad alto spessore	Edificio storico di pregio	•	no					Utilizzo di materiali traspiranti e di composizione naturale per evitare muffa o condensa.	da 0,9 a 0,3
			Edificio con elementi di pregio		no						
			Edificio intonacato		•						
			Edificio con vani interni minimi			•					
	Murature	Muratura a cassetta	Edificio nuovo o intonacato senza isolamento		•				miglioramento massa	Utilizzo di isolanti naturali e massivi.	da 0,9 a 0,3
			Edificio con vani interni molto piccoli		•						
			Edificio già isolato			•					
	Copertura	Copertura lignea	Presenza di sottotetto		•					Se il sottotetto è riscaldato si considera parte dell'alloggio e salvo interventi di ripristino si preferisce isolare internamente	da 0,2 a 1
			Assenza di sottotetto	•							
		Copertura in laterocemento	Presenza di sottotetto		•						
			Assenza sottotetto			•					
	Infissi	Infissi in legno una lastra	Infissi in buono stato				•		Sostituzione vetro	Si consigliano dispositivi oscurantio peer evitare sole diretto	da 0,8 a 1,2
			Infissi in cattivo stato				•		Sostituzione infisso		
	Solaio a terra	Massetto su sottofondo in roccia calcarea	Assenza di isolamento	•						Isolamento o interventi che	da 0,2 a 1,5
Massetto su solaio		Presenza di un locale interrato non riscaldato		•							
Solaio isolato		Isolamento su altro locale			•			Intervento solo migliorativo			
INTERVENTI SULL'IMPIANTO	Generatore di calore	Caldaia	Caldaia a gas				•		Migliorare il rendimento	Preferire impianti a bassa temperatura o migliorare la distribuzione preferendo sistemi radianti	miglioramento dell'Epi globale
		Stufa	A legna				•		Migliorare la distribuzione		
		Camino	A legna				•		Migliorare distribuzione		
		Scaldabagno elettrico	Produzione acqua calda				•		Utilizzo unico generatore		
	Sistema di distribuzione impianto	Distribuzione orizzontale	Per appartamento						Verifica rispetto al generatore	Intervenire in maniera sistematica sul sistema nel suo complesso	
		Distribuzione verticale	Per edificio						Verifica rispetto al generatore		
	Terminali di erogazione impianto	Puntuali	Termosifoni o altro					•	Valvole termostatiche	Per singolo ambiente	
		Di zona	Controllo climatico					•			
		Comuni	Diffusione genarlae					•		Miglioramento per zona	
	INTERVENTI BIOCLIMATICI	Presenza di buon orientamento	Serre adossate					•	•	Intervento solo migliorativo	
Muro di Trombe								•			
Doppia Pelle							•	•			
Sistema Barra-Costantini								•			
Presenza di aree esterne		Aggetti									
		Miglioramento microclima									
		Sistemi attivi						•			
Interventi in copertura		Tetto di "terra"					•				
		Tetto verde					•				
	Camino di ventilazione						•				

INTERVENTO MIGLIORATIVO

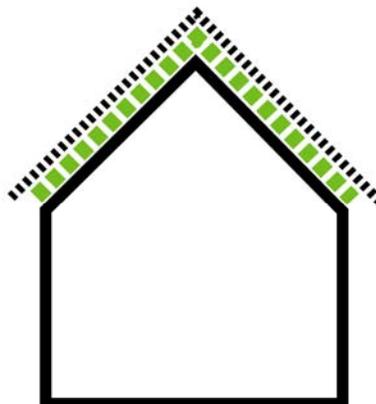
## ISOLAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA

La copertura è la parte più esposta dell'edificio, sia ai venti che al sole, subisce le maggiori escursioni di temperatura, protegge l'edificio dalle intemperie e dai rumori provenienti dall'esterno. Per essere efficiente dal punto di vista energetico, deve avere un efficace isolamento termico.



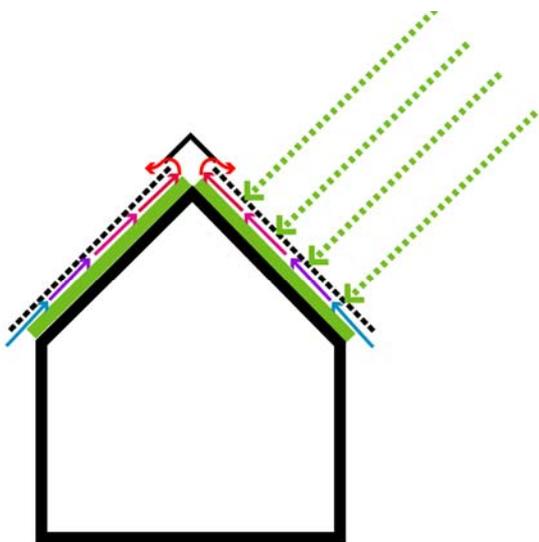
### ISOLAMENTO INTERNO

Applicazione dei pannelli isolanti all'interno degli ambienti.



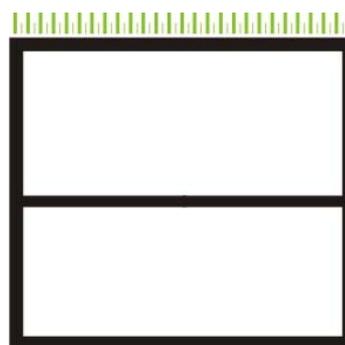
### ISOLAMENTO ESTERNO

Applicazione dei pannelli isolanti all'esterno posizionando l'isolamento sotto il manto di copertura.



### TETTO VENTILATO

oltre allo strato di isolamento termico tradizionale, è prevista una intercapedine d'aria al di sotto del manto finale, che innesca un moto ascensionale dell'aria: in estate, quando in genere la copertura si riscalda per effetto dell'irraggiamento solare trasmettendo poi il calore all'interno della costruzione, l'aria fresca che penetra dalla linea di gronda, si riscalda nell'intercapedine per effetto dell'irraggiamento, diventa più leggera e fuoriesce dal colmo (per effetto camino), sottraendo il calore accumulato dal materiale di copertura; in inverno la circolazione dell'aria evita la formazione di condensa e muffa, garantendo la durata del materiale isolante.



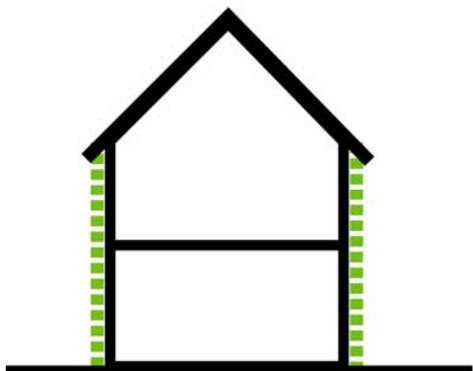
### TETTO VERDE

Il **Tetto verde** (tetto vegetale o anche copertura vegetalizzata) è un concetto di copertura che utilizza della terra e dei vegetali al posto dell'ardesia, della tegola....I vantaggi **Ambientali** sono dovuti al fatto che assorbendo il calore, i tetti verdi riducono l'utilizzo degli apparecchi di raffreddamento degli edifici, oltre a filtrare l'aria inquinata, eliminando le particelle in sospensione nell'aria e l'anidride carbonica. Una variante al tetto verde è il **TETTO DI TERRA** "letteralmente" coperto di terra e generalmente di erba e/o di arbusti.

## ISOLAMENTO TERMICO DELL'INVOLUCRO

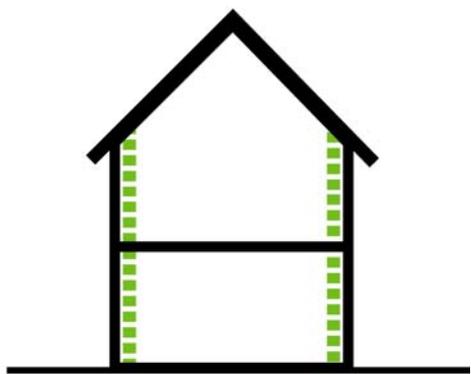
È importante assicurare un adeguato isolamento termico dell'involucro edilizio così da **limitare le perdite di calore per dispersione** e sfruttare il più possibile l'energia solare passiva.

L'isolamento termico, è una delle misure di risparmio energetico più efficace ed economica, un buon isolamento rallenta la diffusione di calore attraverso l'involucro (pareti, tetti, finestre) dell'edificio e riduce quindi la quantità d'energia necessaria per il riscaldamento invernale e per il raffrescamento estivo. La sua efficienza dipende anche dalla conduttività termica ( $\lambda$ ) dei materiali impiegati, quanto più questa è bassa, più l'efficienza dell'involucro è alta.



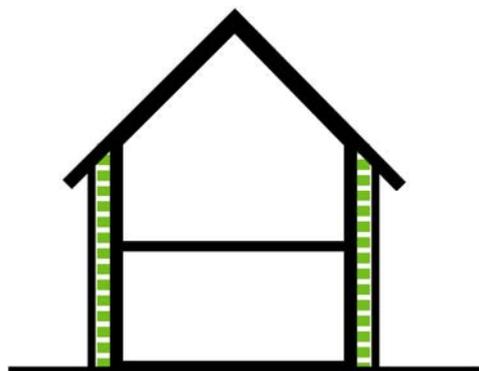
### ISOLAMENTO ESTERNO

Quello esterno, detto anche "a cappotto", è il più efficace perché risolve il problema dei ponti termici, inoltre il calore prodotto all'interno rimane più a lungo nella struttura dell'edificio e, in estate, ne previene l'eccessivo riscaldamento da parte del sole.



### ISOLAMENTO INTERNO

Con l'isolamento termico interno rimangono sempre dei **ponti termici** non risolti: pertanto questa soluzione si adotta normalmente soprattutto per migliorare le caratteristiche termiche di edifici esistenti o sui quali l'isolamento esterno e quello ad intercapedine non sono realizzabili, come nel caso di edifici storici.



### ISOLAMENTO AD INTERCAPEDINE

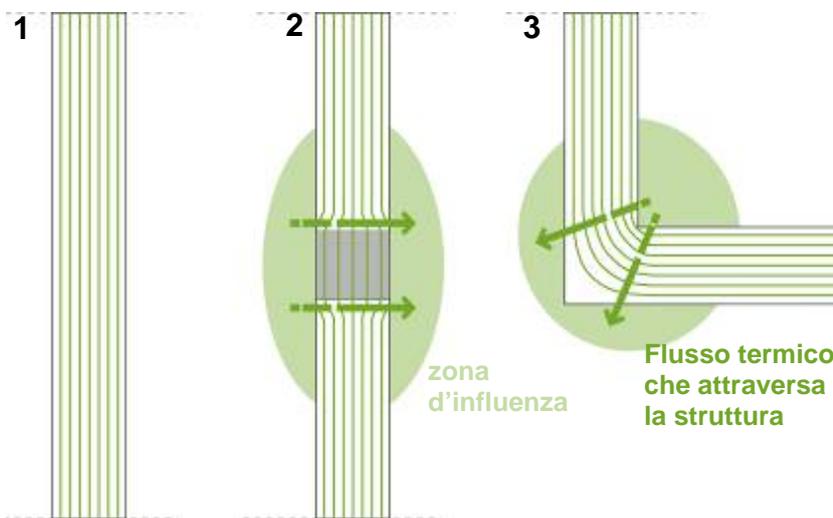
In questo modo si aumenta sensibilmente anche l'inerzia termica della parete ma non si riescono ad eliminare i ponti termici ovvero, quelle parti della struttura di un edificio che presentando delle discontinuità nell'isolamento costituiscono una dispersione di calore da e verso l'esterno. Questa soluzione, non potendo essere applicata ovunque per ovvi problemi di esecuzione, è consigliata in quelle strutture in cui è previsto il "ringrosso" delle murature per adeguamenti sismici e in quel caso è possibile inserirvi uno strato di isolante opportunamente dimensionato, tale da migliorare anche le prestazioni energetiche del sistema involucro.

## PONTI TERMICI

Un **ponte termico** è quella parte della struttura di un edificio caratterizzata da comportamento termico molto diverso da quelle circostanti e che consente passaggi di calore più rapidi. Incide negativamente sull'isolamento di un edificio perché costituisce una via privilegiata per gli scambi di calore da e verso l'esterno: è come una sorta di passaggio aperto sull'involucro di un edificio. Esso può essere causato da:

- *disomogeneità termica dei materiali che compongono la struttura (ad esempio fra muratura e struttura in cemento armato);*
- *irregolarità geometrica della parete (ad esempio angoli e sporgenze);*
- *discontinuità nell'isolamento termico.*

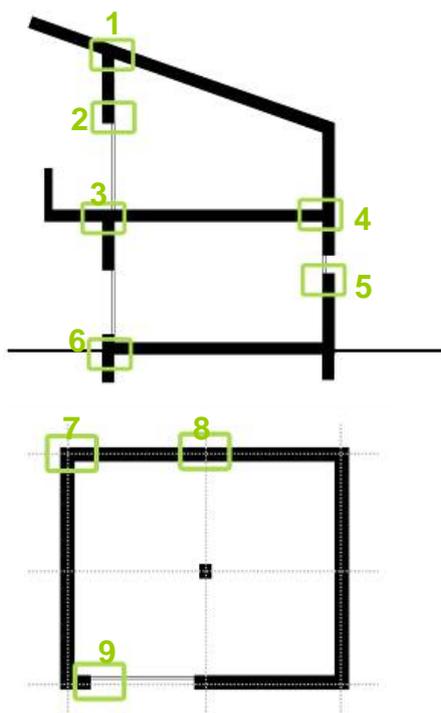
Le conseguenze sono l'aumento della quantità di calore disperso attraverso la chiusura, quindi un eccessivo raffreddamento delle zone più prossime ad essa, con conseguente aumento del fabbisogno termico dell'edificio.



**1\_ Elemento indefinito** - Isotherme parallele alle superfici dell'elemento

**2\_ Ponte termico dovuto a discontinuità dei materiali**

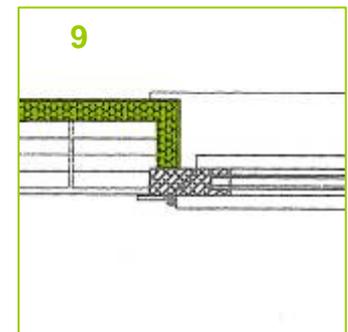
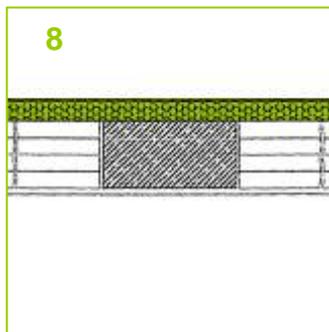
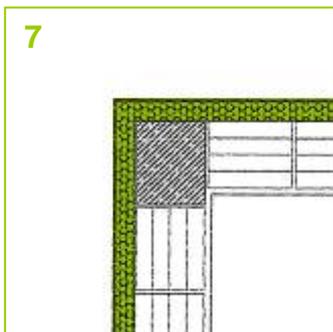
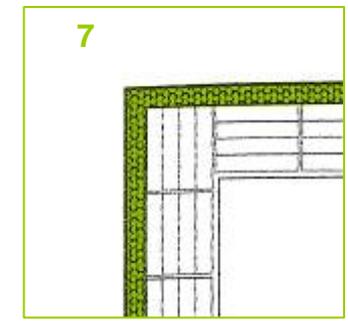
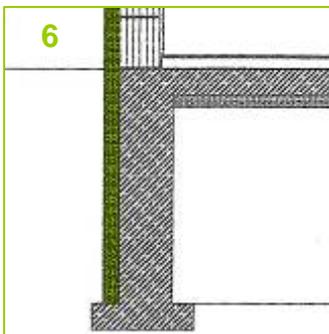
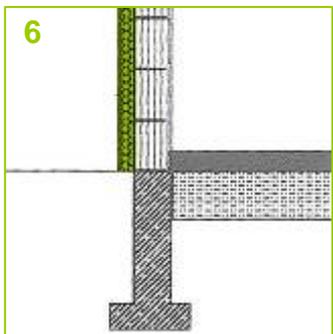
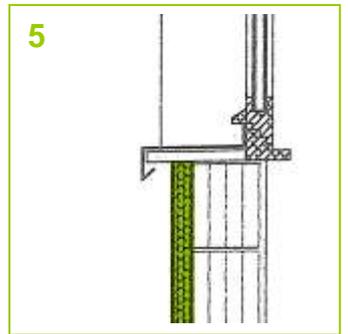
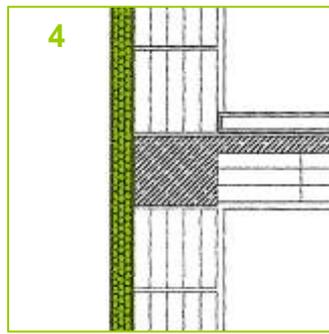
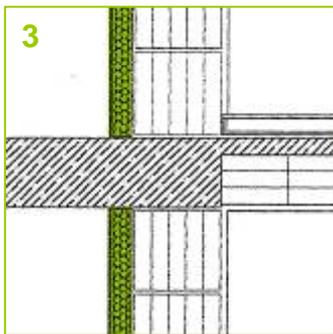
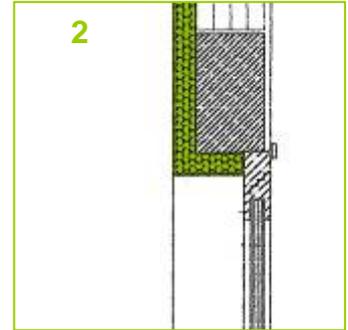
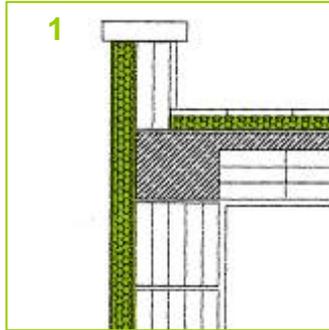
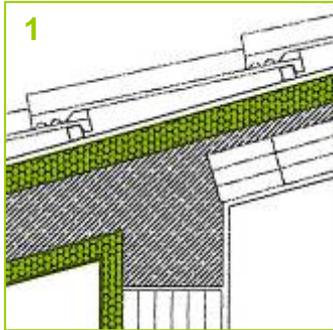
**3\_ Ponte termico dovuto a discontinuità geometrica**



**Principali ponti termici presenti in un edificio**

- 1\_NODO MURO-COPERTURA
- 2\_ARCHITRAVE FI-NESTRA
- 3\_SOLAIO USCEN-TE BALCONI
- 4\_NODO SOLAIO INTERPIANO
- 5\_DAVANZALE FI-NESTRE
- 6\_ATTACCO A TERRA
- 7\_PILASTRI D'AN-GOLO
- 8\_PILASTRO INTERMEDIO
- 9\_NODO MURO FI-NESTRA

Alcuni esempi di tipi di ponti termici corretti



## ISOLAMENTO DEI SOLAI INTERPIANO

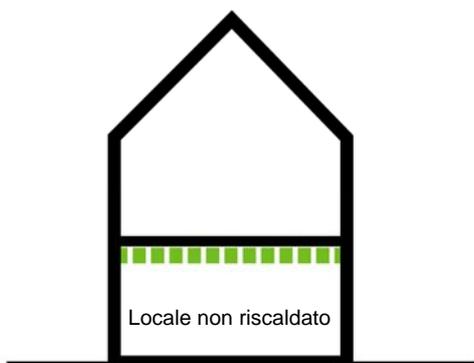
Una componente importante delle dispersioni termiche che si verificano in un edificio si registra attraverso i pavimenti. Le dispersioni termiche nei pavimenti avvengono nei casi di soletta a diretto contatto con il terreno, su solai ventilati non accessibili o sopra locali non riscaldati (es. garage) e su solai esposti direttamente verso l'esterno (es. piani porticati). La corretta progettazione dell'isolamento dei pavimenti, di edifici residenziali e industriali, coinvolge un insieme di fattori quali la resistenza termica e meccanica dell'isolante, lo spessore del massetto, la quantità di armatura ed i carichi ammissibili. L'isolante posato su un solaio può sopportare carichi permanenti di massetti e tramezze e carichi accidentali variabili a seconda della destinazione d'uso di un edificio. Nei casi in cui l'isolante entri in contatto con acqua (proveniente dal terreno, di condensazione, umidità di costruzione) è importante che offra sufficiente resistenza non solo alla compressione ma anche all'assorbimento.



**ISOLAMENTO SUPERIORE SU SOLAIO CON VOLTE**



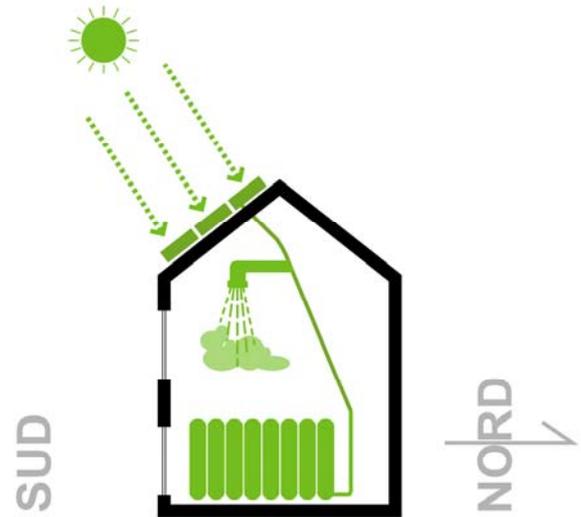
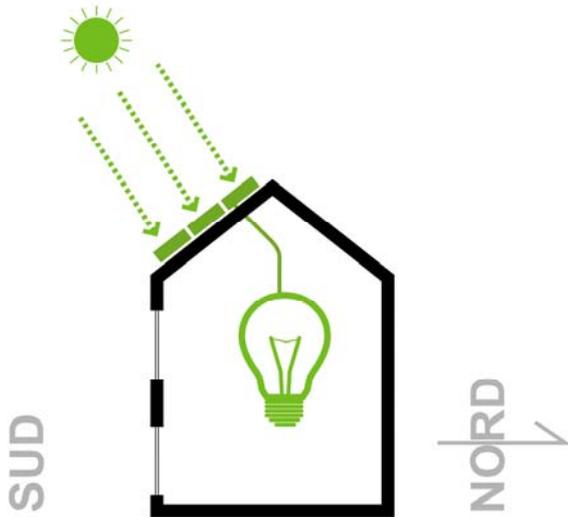
**ISOLAMENTO TERMICO SUPERIORE**



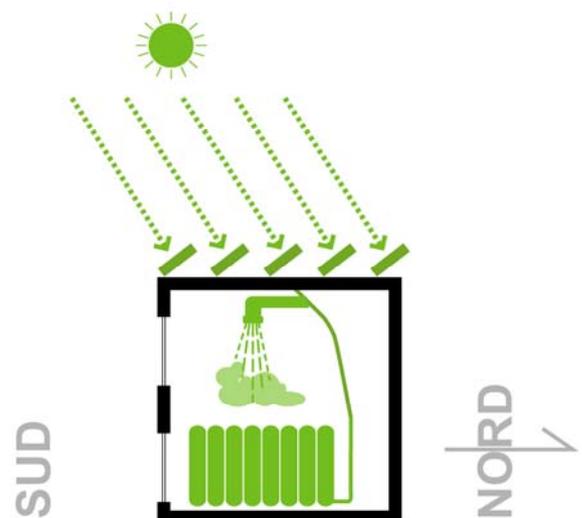
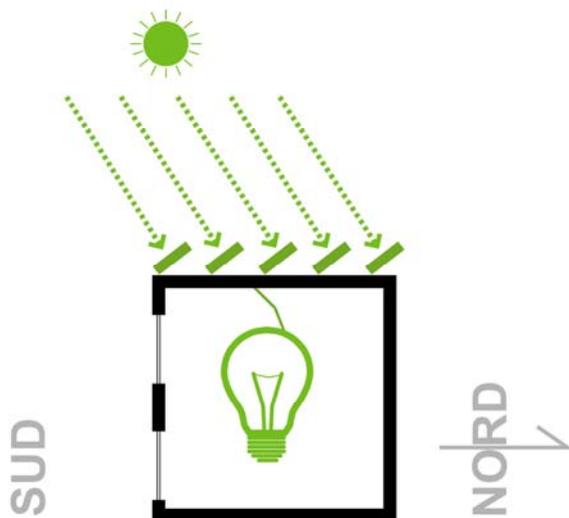
**ISOLAMENTO TERMICO INFERIORE**

## USO DELLE FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

I pannelli fotovoltaici o di solare termico per ACS (acqua calda sanitaria) possono essere installati su tetti piani, con la struttura di supporto a parte, ma per poterli integrare nella copertura, facendo in modo che i pannelli stessi vadano a sostituire la parte dell'involucro costituita di solito da tegole ecc.. minimizzandone così l'impatto visivo, bisogna orientare le falde a sud (o a limite a sud-est o sud-ovest con piccole perdite di efficienza).



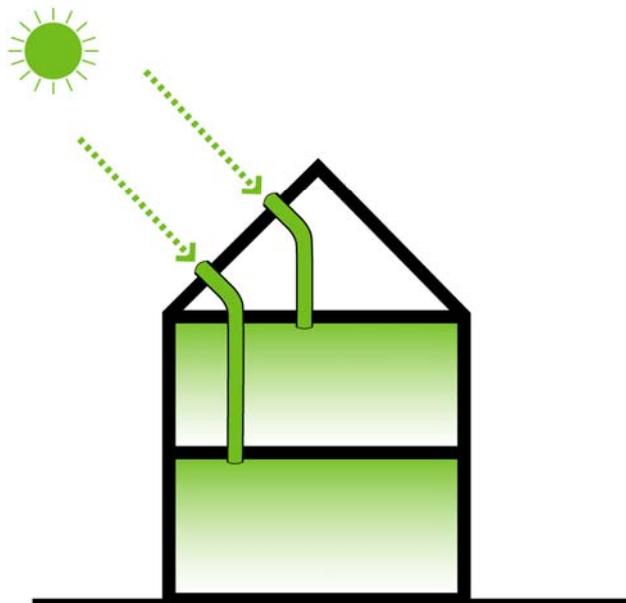
**PANNELLI SOLARI INSTALLATI SULLE FALDE**



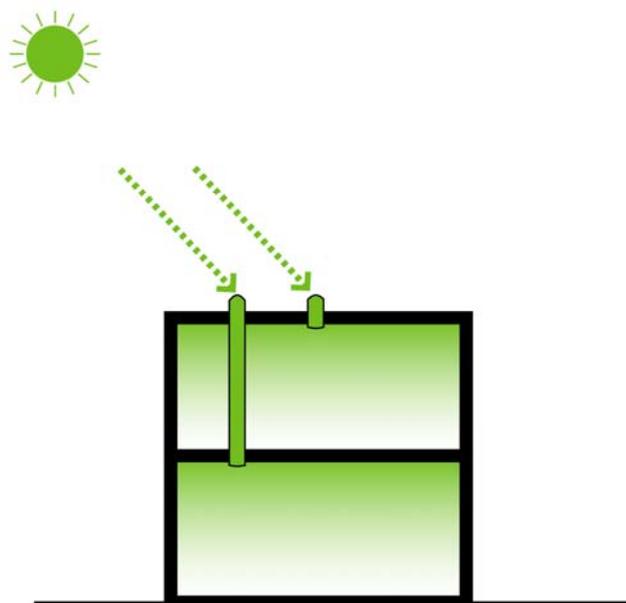
**PANNELLI SOLARI INSTALLATI SULLA COPERTURA PIANA**

## SISTEMI DI TRASPORTO DELLA LUCE NATURALE: TUBI DI LUCE

Un tubo di luce cattura la luce attraverso una cupola posizionata sul tetto e la incanala verso il basso attraverso un condotto altamente riflettente. Questo condotto è molto più efficiente di un lucernario tradizionale che può perdere più della metà della luce captata. Il condotto aderisce alle travi e si installa facilmente senza modifiche strutturali. Al livello soffitto, un diffusore che somiglia ad una plafoniera incassata distribuisce la luce naturale all'interno e uniformemente nei locali da illuminare. Per un funzionamento efficace, il dispositivo deve prevedere l'installazione del captatore in copertura orientato verso sud, sud-est o sud-ovest.



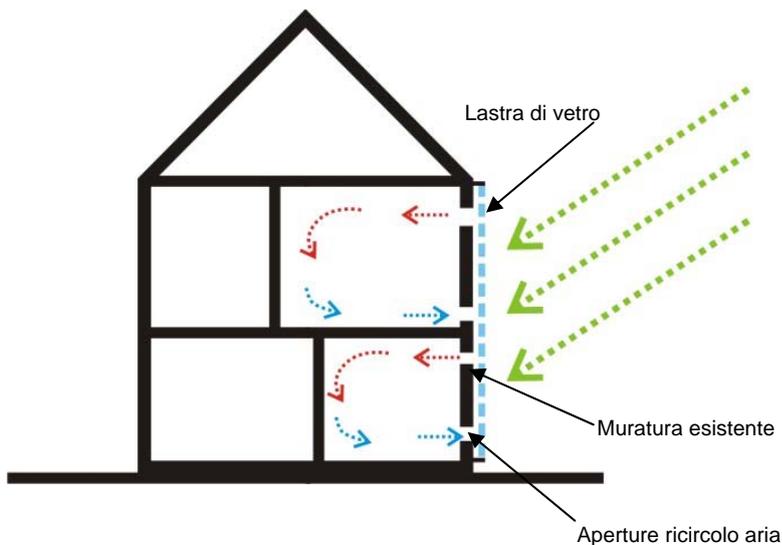
**SU FALDA INCLINATA**



**SU TETTO PIANO**

## MURI SOLARI

I muri solari sono dei sistemi tecnologici che consentono di accumulare il calore esterno e trasferirlo all'interno. I sistemi più diffusi sono i muri di Trombe e i muri BARRA-COSTANTINI. Entrambe le tipologie di muri solari, sono costituiti da una parete in muratura o calcestruzzo verniciata di nero, esposta a sud e separata dall'esterno da una lastra di vetro posta a circa 10/15 cm di distanza dal muro.

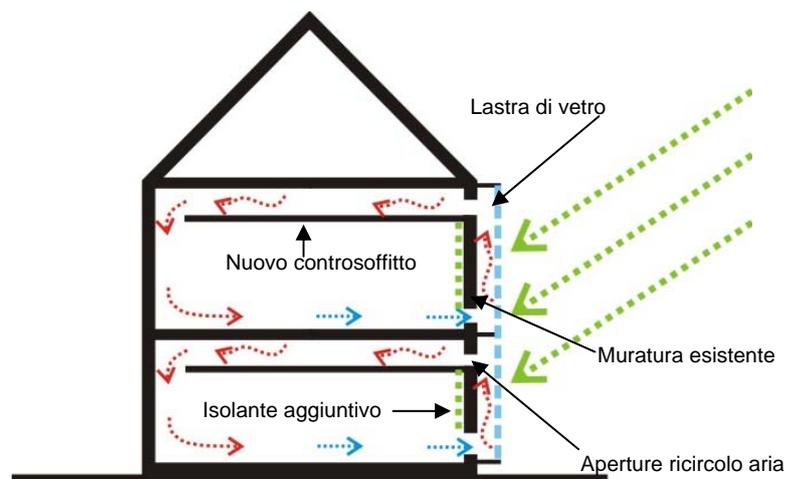


## MURO DI TROMBE

I muri di Trombe, privi di finestre, sono caratterizzati da **due aperture**: **una superiore** e un'altra posizionata nella **parte inferiore**, da aprire o chiudere a seconda delle stagioni. Oltre al muro vero e proprio, anche la vetrata presenta delle aperture, da tenere sempre chiuse fatta eccezione per le ore diurne dei mesi estivi.

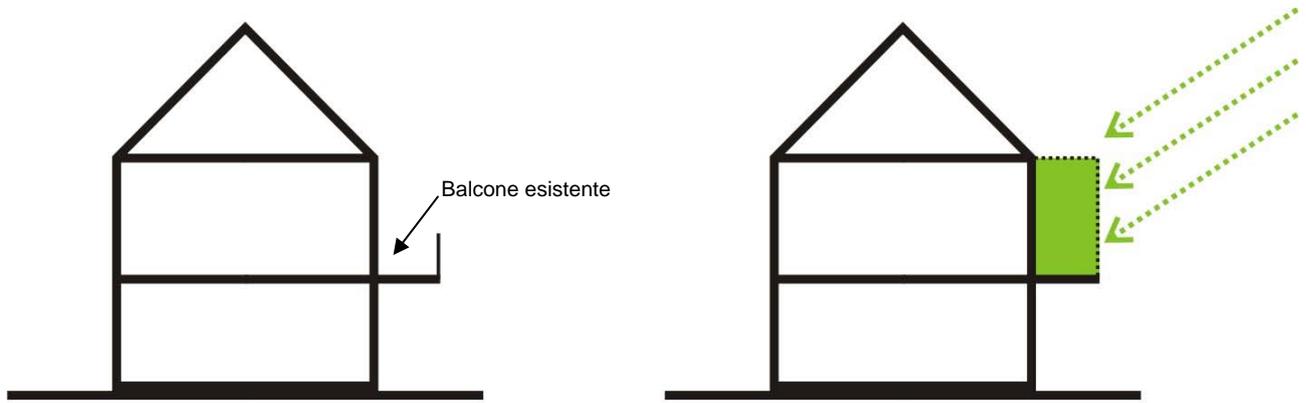
## SISTEMA BARRA-COSTANTINI

Il sistema **Barra-Costantini** sono un'evoluzione del Muro di Trombe, trasformato qui in un sistema isolato; la muratura adiacente al collettore vetrato risulta isolata verso l'interno e nell'intercapedine si trova un elemento assorbente, una piastra di metallo nera, che si riscalda e fa aumentare la velocità dell'aria, che così sale e entra in canali ottenuti nel solaio di cls anche per lunghezze pari a 4-6 metri, sino ad entrare, per caduta naturale, nell'ambiente, dove si raffredda cedendo altro calore e torna (in maniera naturale o forzata) nell'intercapedine.



## SERRE SOLARI

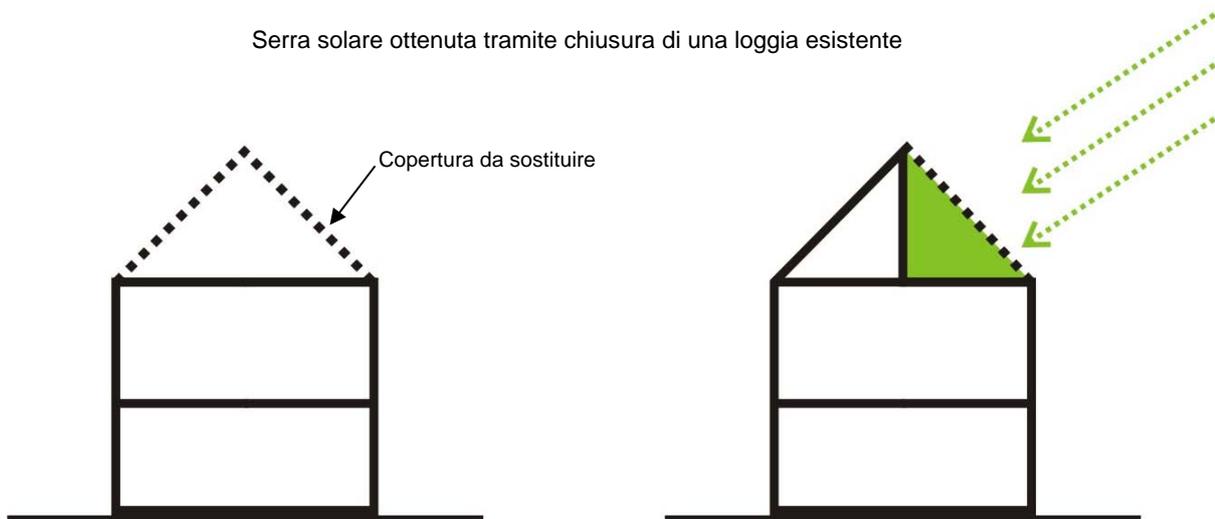
Per il miglioramento dell'efficienza energetica delle abitazioni è consigliabile l'installazione, dove possibile e nel rispetto delle norme urbanistiche vigenti, di "serre solari" capaci di contribuire ad un risparmio energetico significativo. Le serre possono essere realizzate sia tramite la progettazione di vani ex-novo da integrare nell'involucro esistente oppure, nel caso di recupero edilizio, attraverso la chiusura di balconi, terrazze, logge, altane e simili. Per un adeguato funzionamento è opportuno orientare la serra verso sud, sud-est, sud-ovest.



Serra solare ottenuta tramite chiusura di un balcone esistente



Serra solare ottenuta tramite chiusura di una loggia esistente



Serra solare ottenuta tramite la ricostruzione parziale di una copertura