



**Camera di Commercio
Catanzaro**

150° ANNIVERSARIO

Gestione sostenibile dell'energia in azienda: l'efficienza degli edifici



Maggio 2012

INDICE

L'INVOLUCRO	4
1°. Isolamento interno dell'edificio	6
2°. Isolamento attraverso l'intercapedine muraria	7
3°. Isolamento a 'cappotto' con rivestimento esterno	8
IMPIANTI TERMICI.....	10
ILLUMINAZIONE	11
ULTERIORI INFORMAZIONI	13

Alla base della gestione sostenibile dell'energia c'è la razionalizzazione dei consumi. Questa è un'operazione complessa che frequentemente porta alla riorganizzazione delle attività e dei processi in azienda. Per conseguire l'obiettivo di produrre la medesima quantità e qualità dei prodotti o di servizi con un minor consumo di energia primaria spesso si rendono necessari anche apporti tecnologici.

L'avvio di un intervento di razionalizzazione energetica comporta diverse fasi:

- audit energetico in cui sono censite le caratteristiche e le rese degli impianti che utilizzano energia per individuare gli interventi potenziali di efficienza energetica;
- l'individuazione delle soluzioni possibili, che richiede un'approfondita conoscenza dei mercati delle tecnologie e dell'energia;
- lo studio di fattibilità il cui compito è di esaminare nel dettaglio i punti di forza e le criticità degli interventi di efficienza energetica, ovvero di valutare le opportunità economiche, gli impegni finanziari, gli aspetti tecnici, progettuali, contrattuali e organizzativi.

L'audit energetico deve riflettere la reale situazione energetica di un'azienda o di un edificio mettendo in evidenza le caratteristiche principali, le problematiche, i margini di razionalizzazione ed i miglioramenti connessi. Per realizzare un audit è necessario creare un sistema di rilievo, raccolta ed analisi dei dati relativi al fabbisogno energetico dell'utente che metta in evidenza i consumi specifici e le condizioni di esercizio di tutti gli impianti inerenti la struttura.

Nella presente scheda è affrontata una delle principali voci relative agli audit energetici: l'efficienza energetica dell'edificio in cui si svolgono le attività d'azienda, che persegue la minimizzazione delle dispersioni di energia. E' bene sottolineare che tali dispersioni non sono solo quelle associate **all'involucro** (spesso rilevanti e relative alla coibentazione e/o altri interventi edili), ma riguardano anche gli **impianti termici** e l'utilizzo corretto dell'**illuminazione naturale** degli ambienti. Per quest'ultima sorgente di dispersione può talvolta venire in aiuto la building automation (che in ambito non industriale è più nota sotto il termine "domotica").

Nel seguito è fornita una breve disamina delle principali tecnologie rilevanti – *per ciascuno dei tre principali ambiti di intervento (involucro, impianti termici ed illuminazione)* - ai fini dell'efficienza energetica nel settore civile e che possono essere prese a paragone per effettuare una prima indagine del livello di efficientamento delle proprie strutture.

L'INVOLUCRO

La climatizzazione e la coibentazione sono gli interventi più promettenti per contenere le dispersioni dell'involucro. La coibentazione, o isolamento termico, è la soluzione più efficace ed economica per la riduzione del fabbisogno termico. In genere si pensa all'isolamento in riferimento al freddo dei periodi invernali e poco al comportamento dell'edificio nel periodo estivo: in realtà entrambi i periodi sono da tenere in considerazione in quanto tutti e due molto energivori.

La riduzione dei consumi energetici implica scelte progettuali che devono pertanto tener conto sia delle esigenze invernali che di quelle estive. Per il periodo invernale il bilancio energetico deve tener conto delle dispersioni dell'edificio e dei guadagni in termini di apporti energetici gratuiti, ovvero degli scambi termici per trasmissione (verso l'esterno, verso il terreno, verso locali adiacenti a temperatura inferiore o non riscaldati) e per ventilazione (verso l'esterno e verso locali riscaldati a temperatura inferiore o non riscaldati). In tal senso, vanno presi in considerazione gli apporti solari dovuti all'irraggiamento solare sulle pareti opache e sulle superfici finestrate e gli apporti legati alle attività che si svolgono all'interno dei locali.

Circa l'80% del caldo o del freddo passa attraverso le pareti, il tetto e i solai e la restante parte è dovuta a correnti d'aria incontrollate, generate da cattive tenute o fessure di porte e finestre. Pertanto è chiaro che per realizzare un buon isolamento termico è importante migliorare la tenuta all'aria dei serramenti (utilizzando guarnizioni di tenuta sugli infissi) e ridurre le dispersioni o i rientri di calore attraverso i vetri e i cassonetti degli avvolgibili (isolamento delle tre superfici dei cassonetti). Un modo per incrementare la resistenza alla trasmissione del calore, soprattutto laddove esistano vincoli architettonici, è attraverso l'aggiunta di un altro vetro con intercapedine che fornisce un ulteriore strato resistente (o utilizzare vetri speciali).

Per migliorare la coibentazione delle pareti, solai e tetto esistono diversi sistemi di isolamento di pareti verticali e coperture piane o inclinate o verso locali non riscaldati e controterra sia come soluzioni tecniche che come materiali da utilizzare.

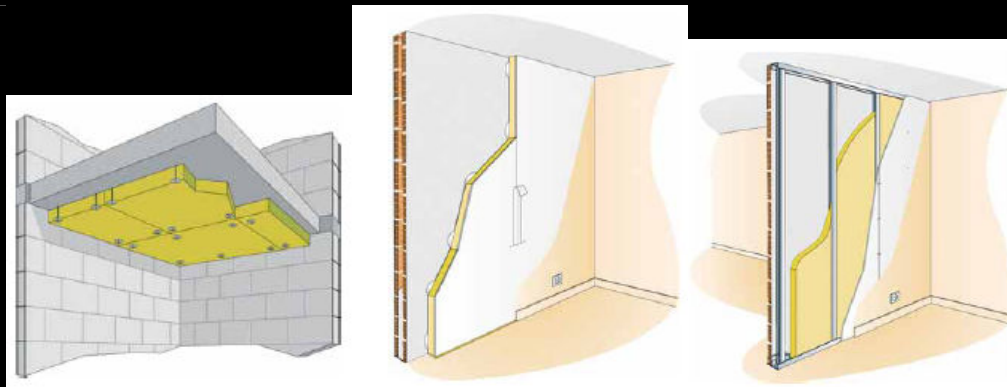
Nei tre box che seguono sono state prese in considerazione tre tecniche d'intervento che fanno riferimento alla posizione e al modo in cui viene applicato lo strato isolante: all'interno o all'esterno dell'edificio o nell'intercapedine della muratura. Ognuna di queste tecniche prevede materiali e/o modalità di applicazione differenti con vantaggi e svantaggi.

1°. Isolamento interno dell'edificio

L'isolamento dall'interno permette di ottenere il maggiore risparmio della fonte di energia primaria perché non vi sono vincoli sul dimensionamento degli spessori di coibente da porre all'interno, se non quello di una riduzione degli spazi abitati. Si tratta di un intervento che non necessita di opere accessorie per l'esecuzione dei lavori, quali le impalcature, ma piuttosto deve essere ben considerato il periodo dell'anno in cui attuarlo in relazione alla destinazione d'uso del locale e dell'edificio in esame. Con questo tipo di soluzione, l'inconveniente maggiore è relativo alla mancata correzione dei ponti termici, che continuano a disperdere quanto nella soluzione iniziale; inoltre, va attentamente valutato il pericolo di formazione di condensa, che può rendere necessario l'utilizzo di una barriera al vapore. Questo sistema esclude dal riscaldamento la massa perimetrale delle pareti, rendendo più rapido il raggiungimento della temperatura di comfort in quanto le pareti perimetrali non partecipano al calcolo dell'inerzia termica dell'edificio. L'intervento può essere effettuato applicando direttamente sulla parete un isolante che sarà a sua volta rivestito con intonaco su rete (magari additivato con elementi isolanti) o con l'applicazione di pannelli in cartongesso nelle configurazioni di controparete.

Tra tutte le superfici esterne di un edificio, l'elemento a più alta permeabilità al calore è il tetto o solaio di copertura.

L'isolamento termico del solaio di copertura, previsto per questo intervento, è costituito da un pannello di isolante di opportuno spessore con relativo controsoffitto di cartongesso, applicati sull'intradosso del solaio.

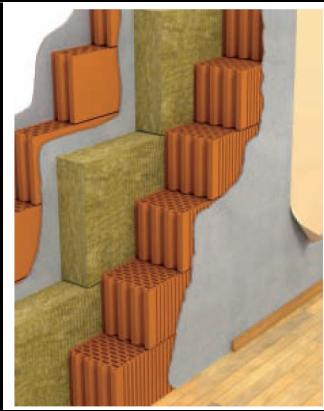


Questo tipo di intervento presenta ovviamente dei limiti legati innanzitutto alla perdita in termini di superficie calpestabile e inoltre la riduzione della trasmittanza termica va a scapito delle caratteristiche inerziali della parete. Non si eliminano i ponti termici sulle testate delle solette e negli angoli di incrocio di queste con le pareti verticali.

2°. Isolamento attraverso l'intercapedine muraria

La seconda metodologia di intervento (destinata a pareti con intercapedine) è rappresentata dalla possibilità di effettuare un riempimento della cavità utilizzando materiali isolanti sfusi quali argilla o vermiculite espansa, sughero in granuli, fibra di cellulosa, lana di vetro nodulata o mediante schiume espansive ureiche o poliuretaniche.

I vantaggi di questa tecnica sono legati all'economicità e comunque rappresenta un intervento non complesso poiché questi materiali possono essere insufflati nell' intercapedine agendo dall' interno mediante piccole aperture applicate nelle pareti. Anche in questo caso non è possibile eliminare eventuali ponti termici.



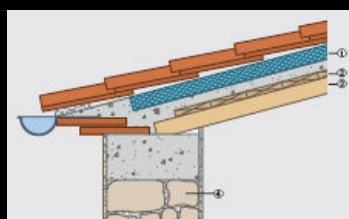
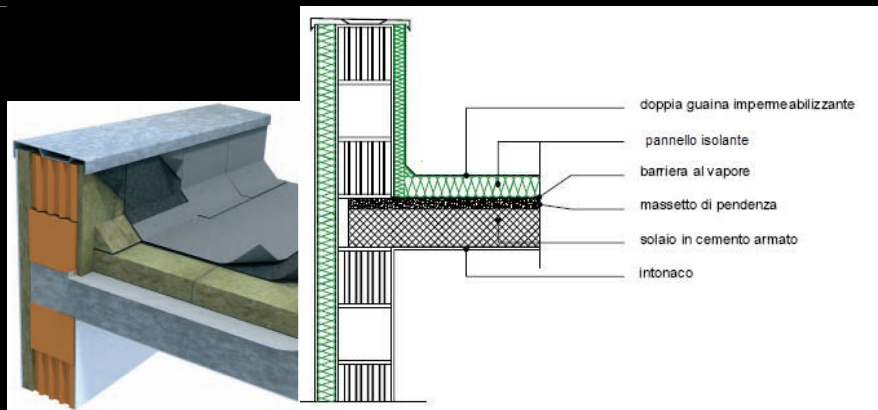
Esempio di isolamento in intercapedine per pareti di nuova costruzione.

3°. Isolamento a 'cappotto' con rivestimento esterno

In genere tale soluzione permette di ottenere una maggiore durata dell'intervento eseguito senza eccessivi oneri economici dovuti alla manutenzione nel tempo.

Il sistema prevede l'applicazione di uno strato termoisolante, costituito da un pannello di isolante di opportuno spessore, all'esterno della muratura preesistente, quindi una sottile camera d'aria per gestire le tolleranze di montaggio delle lastre del rivestimento, e infine lo strato di rivestimento, per garantire protezione e conferire una resistenza meccanica. Un problema che si verifica con l'applicazione del rivestimento agli edifici esistenti è dovuto all'azzeramento delle sporgenze presenti sul prospetto esistente dovute agli stipiti e alle soglie; per confermare quindi il disegno prospettico, una soluzione prevede l'applicazione di una controsoglia su quella esistente.

Questo tipo di intervento permette di correggere quasi totalmente i ponti termici presenti nell'edificio, con un buon incremento nel risparmio di energia primaria. Altro vantaggio è legato alla partecipazione dell'intera muratura all'effetto di smorzamento termico con conseguente omogeneità di comportamento della struttura. Questa tecnica presenta dei costi aggiuntivi perché richiede la predisposizione dei ponteggi.



Isolamento esterno per copertura a falda.

Una variante dell'isolamento a cappotto è caratterizzato da un rivestimento sottile di intonaco su isolante della facciata ventilata. Il principio fisico di funzionamento è quello basato sull'“effetto camino” (moto ascensionale legato alla variazione di temperatura) che si crea nell'intercapedine ventilata posizionata tra isolante e il paramento esterno di protezione.

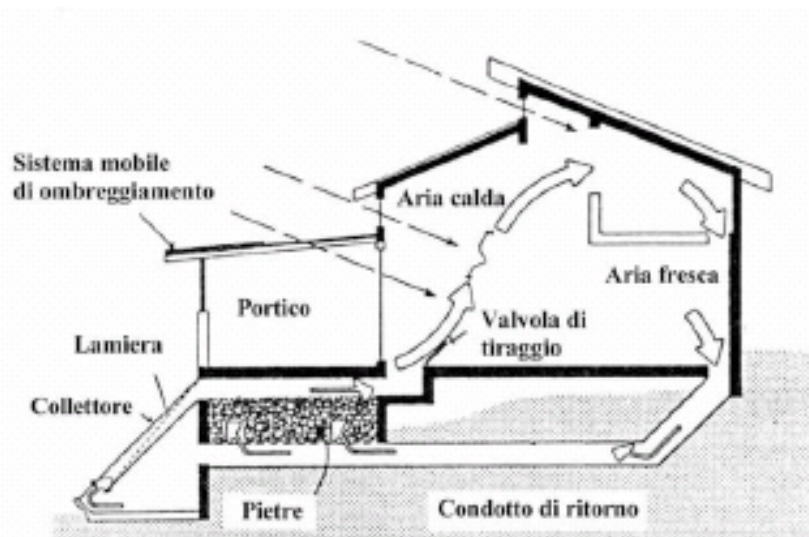
diversi nell'intercapedine dei vetri-camera o vetri tripli o pellicole termoriflettenti sulla superficie vetrata).

Come evidente dalle schede, il concetto di efficienza energetica di un edificio è strettamente legato a materiali, infrastrutture, manutenzione e uso dell'edificio. Esistono comunque altre specifiche tipologie di progettazione che sono utilizzate in condizioni climatiche molto estreme, in particolare in climi più freddi del clima medio italiano.

Ci si riferisce a concetti architettonici quali il “*passive house*”, in relazione ad edifici che rispettano la seguente definizione e che possono essere visti come casi “ideali” a cui tendere.

Per **edificio passivo** si intende un edificio in cui con opportune strategie di intervento si cerca di sfruttare le caratteristiche micro-climatiche (sole, vento, morfologia del terreno...) della zona in cui è situato l'edificio, per ottenere una riduzione dell'apporto di caldo o freddo interno altrimenti realizzabile per mezzo di impianti di climatizzazione.

In figura è riportato un esempio di questo tipo di edificio:



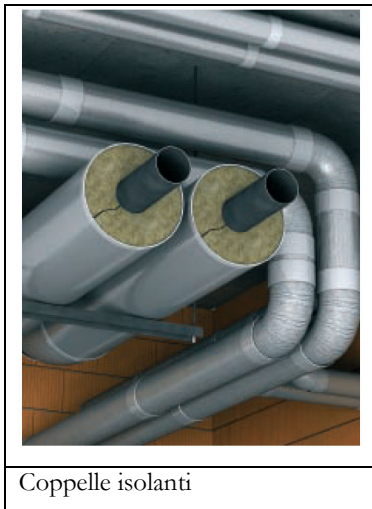
dove risulta evidente l'importanza della progettazione per ottenere i livelli di efficienza energetica più elevati.

IMPIANTI TERMICI

Per ottenere significativi risparmi è importante tuttavia puntare anche sulla **efficienza degli impianti termici**, questa è legata ai singoli componenti dell'impianto le cui funzioni sono schematizzabili in:

- **produzione (caldaia),**
- **distribuzione,**
- **emissione**
- **sistema di regolazione e controllo.**

Per ottenere un rendimento adeguato dei sottosistemi di distribuzione e di regolazione, un intervento fondamentale e relativamente immediato è quello di intervenire attraverso la coibentazione delle tubazioni che vanno dalle caldaie fino ai terminali di emissione (coppelle isolanti), con la contemporanea posa in opera di un sistema di regolazione climatico sia generale sia di ogni singolo ambiente.



Altri interventi tipici per aumentare il rendimento dei sistemi di produzione e di emissione termica sono principalmente di due tipi:

il **primo** consiste nella sostituzione delle caldaie con caldaie a gas che abbiano bruciatori a condensazione, i quali garantiscono un elevato rendimento sugli impianti insieme alla sostituzione dei corpi scaldanti in ghisa con più efficienti pannelli radianti a pavimento e a soffitto o con sistemi scaldanti a battiscopa;

il **secondo** prevede la sostituzione della caldaia con un sistema a pompa di calore e relativi termoconvettori, intervento che garantirebbe sia il riscaldamento sia il raffrescamento degli ambienti.

ILLUMINAZIONE

L'illuminazione degli edifici residenziali costituisce il 15-20% dei consumi elettrici totali. Fondamentale è quindi l'utilizzo di tecnologie più efficienti rispetto alle tradizionali lampade ad incandescenza (peraltro fuori commercio). Tra le tecnologie di possibile uso, e già presenti sul mercato si citano le lampade fluorescenti compatte tradizionali ed elettroniche, le lampade alogene e lampade al sodio.

Oltre all'intervento sulle lampade appena, si possono adottare interventi legati all'organizzazione della produzione e del lavoro. E' importante verificare la distribuzione delle sorgenti luminose in funzione delle attività da svolgere e di come le fonti di luce artificiale vengono utilizzate per sopperire ad eventuali deficienze nella definizione dei layout di produzione. Un classico esempio è il posizionamento dell'illuminazione in prossimità di finestre e che si attivano a piena potenza di funzionamento anche in presenza di luce esterna: in quel caso una diversa posizione della fonte luminosa in combinazione con variatori automatici di illuminazione può offrire importanti margini di efficienza.

L'utilizzo di sistemi di **automazione degli edifici (building automation)** può portare a **ulteriori risparmi in termini energetici**. Possono infatti essere gestiti in maniera automatica tutti i dispositivi che consumano energia in modo da ottimizzarne le prestazioni, in termini di "modalità d'uso". Tra le più comuni iniziative tecnologiche si segnalano quelle per la gestione degli "stand by" degli apparecchi elettrici, quelle per la gestione temporizzata degli impianti termici, e per la gestione automatica degli impianti di illuminazione in diretta connessione con la presenza umana nell'ambiente da illuminare.

STIME GENERALI DEGLI EFFETTI DI RISPARMIO DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA COMPLESSIVI SUGLI EDIFICI

Per facilitare la stima dei benefici conseguenti alla messa in opera degli interventi descritti precedentemente, si riportano alcune stime percentuali che fanno riferimenti a consumi di un'abitazione residenziale di circa 100 m² nel Sud Italia. I risparmi stimati sono pari a:

- almeno il 10% per ogni scaldabagno elettrico sostituito;
- fino al 3% per ogni caldaia ad alto rendimento installata;
- fino al 2% per ogni m² supplementare di doppio vetro installato;
- fino all'1% per ogni m² supplementare di isolamento;
- fino al 25% per ogni m² di collettore solare per la preparazione di acqua calda.

Con queste informazioni è possibile stimare i possibili benefici in base ai propri consumi.

In aggiunta possono essere utilizzate stime di precedente studi che, tenendo conto degli aspetti economici, gestionali e realizzativi, permettono di dare una valutazione della convenienza dei diversi interventi. Queste stime sono sintetizzate nelle tabelle seguenti, dove un maggior numero di “pallini” nell'ultima riga evidenzia una maggiore “convenienza” - in termini economici ed energetici - nella realizzazione di quell'intervento specifico.

Dalla prima tabella è evidente come l'intervento generalmente più conveniente è quello di “isolamento della copertura”, poiché questa risulta essere la parte più “critica” degli edifici e cioè quella con la maggior dispersione termica.

	Isolamento a cappotto delle pareti perimetrali	Isolamento dall'interno delle pareti perimetrali	Isolamento della copertura	Isolamento primo solaio (su ambiente non riscaldato o su piloty)
<i>Spessore medio isolante da impiegare (cm)</i>	6	6 + 1	8	8
<i>COSTO Medio Materiale (euro/mq)</i>	15 - 25	11 - 15	18 - 40	24
<i>Costo Medio manodopera (euro/mq)</i>	25	15 - 25	5 - 20	25
<i>Risparmio energetico ottenibile (% , rispetto a prima dell'intervento)</i>	20 - 25	15 - 20	35 - 40	10 - 15
<i>Convenienza</i>	●●●	●●	●●●●	●●

La seconda tabella fornisce la convenienza sulle finestre in funzione delle diverse zone climatiche¹, di cui si riporta qui un estratto:

zona Esempi

- A** Lampedusa, Linosa, Porto Empedocle
- B** Agrigento, Catania, Crotone, Messina, Palermo, Reggio Calabria, Siracusa, Trapani
- C** Bari, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caserta, Catanzaro, Cosenza, Imperia, Latina, Lecce, Napoli, Oristano, Ragusa, Salerno, Sassari, Taranto
- D** Ancona, Ascoli Piceno, Avellino, Caltanissetta, Chieti, Firenze, Foggia, Forlì, Genova, Grosseto, Isernia, La Spezia, Livorno, Lucca, Macerata, Massa, Carrara, Matera, Nuoro, Pesaro, Pesaro, Pescara, Pisa, Pistoia, Prato, Roma, Savona, Siena, Teramo, Terni, Verona, Vibo Valentia, Viterbo
- E** Alessandria, Aosta, Arezzo, Asti, Bergamo, Biella, Bologna, Bolzano, Brescia, Campobasso, Como, **Cremona**, Enna, Ferrara, Cesena, Frosinone, Gorizia, L'Aquila, Lecco, Lodi, Mantova, Milano, Modena, Novara, Padova, Parma, Pavia, Perugia, Piacenza, Pordenone, Potenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rieti, Rimini, Rovigo, Sondrio, Torino, Trento, Treviso, Trieste, Udine, Varese, Venezia, Verbania, Vercelli, Vicenza
- F** Belluno, Cuneo

A partire dalle zone climatiche contrassegnate dalla lettera D emerge una generale convenienza alla realizzazione di interventi di miglioramento degli infissi.

INTERVENTI				ZONA CLIMATICA			
				A, B, C	D	E	F
INTERVENTI SULLE FINESTRE		COSTI INDICATIVI €/m2	RISPARMIO ENERGETICO %	CONVENIENZA	CONVENIENZA	CONVENIENZA	CONVENIENZA
CONTROLLO INFILTRAZIONI	GUARNIZIONI SUPPLEMENTARI	6,20	10-15	••	••••	•••••	•••••
CONTROLLO DISPERSIONI DAL CASSONETTO	ISOLAMENTO	9,00	5-10	••	•••	••••	•••••

ULTERIORI INFORMAZIONI

Per ulteriori informazioni si riportano nel seguito alcuni utili siti web che possono fornire informazioni aggiornate ed approfondimenti sulle tematiche trattate nella presente scheda:

<http://enerweb.casaccia.enea.it/enearegioni/UserFiles/OSSERVATORIO/Sito/osservatorio.htm>

http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Energia_rinnovabile/

<http://www.energie-rinnovabili.org/>

¹ La **classificazione climatica** dei comuni italiani è stata introdotta dal D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993, tabella A e successive modifiche ed integrazioni: *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10.*
Consultabile on line: <http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:1993-08-26:412!vig=>