



CITTA' DI TORINO

ALLEGATO ENERGETICO - AMBIENTALE

AL REGOLAMENTO EDILIZIO DELLA CITTÀ DI TORINO

*ADEGUATO ALLE RECENTI DISPOSIZIONI NORMATIVE STATALI E REGIONALI IN MATERIA
DI RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA*

TESTO COORDINATO

NOTA BENE

In relazione all'utilizzo del parametro edilizio "SUL" presente nell'Allegato Energetico-Ambientale, si richiama l'articolo 27 bis "Disposizione transitoria" del Regolamento Edilizio, introdotto con deliberazione del Consiglio Comunale del 20 marzo 2006 (n. mecc. 2006 00286/038):

"Fino all'adeguamento previsto dall'art. 12, comma 5, della Legge Regionale 8 luglio 1999, n. 19, ai fini della verifica degli indici di edificabilità, in luogo della definizione di cui al precedente articolo 18 "Superficie utile lorda della costruzione (Sul)", continua ad essere vigente la definizione contenuta nel Piano Regolatore Generale relativa alla "Superficie lorda di pavimento (S.L.P.)" di cui all'art. 2 delle NUEA."

INDICE

NORME GENERALI

Pagina

Art. 1 - Documentazione relativa alla conformità della pratiche edilizie alla normativa energetico – ambientale.	3
Art. 2 – Obbligo di isolamento termico delle pareti perimetrali in caso di ritinteggiatura di facciate	3
Art. 3 – Esclusione dall'applicazione della normativa energetica per gli edifici a destinazione d'uso industriale	3
Art. 4 – Sostituzione generatori di calore con potenza nominale al focolare minore di 35 kW	4
Art. 5 - Predisposizione per impianto centralizzato di raffrescamento / allacciamento alla rete di teleriscaldamento	4
Art. 6 – Contabilizzazione individuale del calore	5
Art. 7 - Risparmio idrico	5
Art. 8 – Installazione impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili	6
Art. 8 bis – Reimpiego delle acque meteoriche	6
Art. 9 – Disposizioni transitorie e finali	6

REQUISITI VOLONTARI INCENTIVATI

Scheda 1 – Isolamento termico dell'involucro edilizio	11
Scheda 2 – Inerzia termica dell'involucro edilizio	14
Scheda 3 – Coperture a verde	16
Scheda 4 – Illuminazione naturale – fattore medio di luce diurna	18
Scheda 5 - Ombreggiamento estivo e irraggiamento invernale delle superfici trasparenti	23
Scheda 6 – Apporti solari passivi e attivi per il riscaldamento degli ambienti con sistemi specifici di captazione dell'energia solare	25
Scheda 7 – Tecniche di raffrescamento naturale	28
Scheda 8 – Impianto di ventilazione meccanica controllata	30
Scheda 9 – Impianto di riscaldamento e raffrescamento ambienti con sistemi radianti	32
Scheda 10 – Adozione di impianti di riscaldamento centralizzato a gestione autonoma	33
Scheda 11 – Impianti di climatizzazione dotati di pompe di calore ad alta efficienza	34

APPENDICE – TABELLE

Tabella 1 - Riferimenti normativi	38
Tabella 2 - Superficie indicativa necessaria per installazione e manutenzione sottostazione di scambio termico per l'allacciamento di stabili alla rete di teleriscaldamento	39
Tabella 3 - Dimensione minima del locale tecnico necessario alla predisposizione per impianto centralizzato di raffrescamento	40
Tabella 4- Dimensioni minime dei cavedi relativi alle opere di predisposizione all'utilizzo degli impianti di raffrescamento centralizzati	41

APPENDICE – LINEE GUIDA E CONSIGLI PROGETTUALI

42

NORME GENERALI

Art. 1 – Documentazione relativa alla conformità della pratiche edilizie alla normativa energetico – ambientale.

In un'ottica di semplificazione amministrativa, la relazione tecnica di cui all'articolo 28 comma 1 della Legge 9 Gennaio 1991 n. 10, come definita dall'Allegato E del dlgs. 311/06, e la relazione energetico – ambientale, relativa alle prescrizioni dello Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento della Regione Piemonte – DCR 98-1247 ed al presente Allegato Energetico Ambientale, devono essere depositate in Comune secondo le seguenti modalità:

- per i permessi di costruire, successivamente all'espressione di parere favorevole della Commissione Edilizia e comunque prima del termine della fase istruttoria;
- per le denunce di inizio attività (DIA), unitamente alla presentazione della denuncia stessa.

In riferimento alle prescrizioni contenute nella normativa sovraordinata, in occasione di tutti i tipi di interventi edilizi è fatto obbligo presentare, unitamente alla comunicazione di ultimazione dei lavori per le opere realizzate con permesso di costruire, o al certificato di collaudo finale per le opere realizzate con d.i.a., perizia asseverata corredata da idonea documentazione fotografica relativa alle diverse fasi realizzative con indicazione dei punti di ripresa, attestante la corretta esecuzione delle opere in rispondenza della normativa energetico-ambientale.

Art. 2 – Obbligo di isolamento termico delle pareti perimetrali in caso di ritinteggiatura di facciate con finitura esterna ad intonaco

In caso di ritinteggiatura di facciate con finitura esterna ad intonaco, con riferimento alle prescrizioni contenute nella normativa sovraordinata, l'esistenza di una muratura perimetrale monostrato, o l'eventuale intervento pregresso di isolamento termico, devono essere documentati in apposita perizia giurata in Tribunale, da allegare alla modulistica prevista, che descriva nel dettaglio la stratigrafia e il valore della trasmittanza termica della muratura stessa.

Non è richiesta l'osservanza delle prescrizioni relative all'obbligo di isolamento termico delle pareti perimetrali contenenti una camera d'aria nel caso di ritinteggiatura di facciata:

- per gli edifici di interesse storico, individuati come tali dal P.R.G.C.,
- per gli edifici ove la porzione di parete esterna da ritinteggiare insufflabile costituisca meno del 20% della superficie complessiva di facciata interessata dalle lavorazioni.
- per gli edifici tutelati come beni culturali ai sensi del DLgs 42/2004.

Art. 3 – Esclusione dall'applicazione della normativa energetica per gli edifici a destinazione d'uso industriale

In riferimento alla normativa sovraordinata, sono esclusi dall'applicazione della normativa energetica i fabbricati industriali, artigianali e agricoli non residenziali quando gli ambienti sono riscaldati per esigenze del processo produttivo, o utilizzando reflui energetici del processo produttivo non altrimenti utilizzabili, e qualora il richiedente del titolo abilitativo sia anche il titolare diretto del processo produttivo.

Tale condizione dovrà essere dimostrata tramite visura camerale e relazione tecnica descrittiva del processo produttivo.

Il rilascio del relativo titolo edilizio abilitativo deve essere accompagnato da apposito atto d'obbligo con il quale il richiedente si impegna a mantenere l'attività in atto per un periodo non inferiore a cinque anni.

Sono altresì esclusi dall'applicazione della normativa energetica gli impianti installati ai fini del processo produttivo realizzato nell'edificio, anche se utilizzati, in parte non preponderante, per gli usi tipici del settore civile.

Art. 4 – Sostituzione generatori di calore con potenza nominale al focolare minore di 35 kW

In riferimento alla normativa sovraordinata, in caso di sostituzione di generatori di calore di potenza nominale al focolare inferiore a 35 kW con altri di potenza non superiore, l'obbligo di presentazione della relazione tecnica, di cui all'art. 8 del Decreto Lgs. 19 Agosto 2005, n. 192 e s.m.i., può essere omesso a fronte della presentazione della dichiarazione di conformità ai sensi della legge 5 Marzo 1990 n. 46 e s.m.i..

Qualora non sia possibile, per ragioni di sicurezza, scaricare i fumi di combustione in canne fumarie collettive ramificate, è consentito lo scarico a parete nel rispetto delle distanze minime prescritte dalla norma UNI 7129 e s.m.i., utilizzando comunque generatori di calore che garantiscano rendimenti non inferiori a quelli previsti nel Decreto Presidente della Repubblica 15 novembre 1996, n. 660 per la classe "4 stelle" nonché caratterizzati da emissioni di ossidi di azoto (NOx) pari o inferiori a 80 mg/kWh (70 mg/kWh per generatori di calore con potenza nominale $P_n < 35$ kW alimentati a gas naturale o a GPL) e di particolato fine (PM_{10}) < 10 mg/kWh.

Nel caso in cui non sia possibile il rispetto delle distanze minime prescritte dalla norma UNI 7129 e s.m.i., il generatore di calore potrà scaricare in canna fumaria collettiva ramificata e dovrà essere caratterizzato da un rendimento non inferiore a quello previsto dal DPR 660/1996 per la classe "2 stelle".

Art. 5 - Predisposizione per impianto centralizzato di raffrescamento/allaccio alla rete di teleriscaldamento per edifici con SLP maggiore di 1.000 mq

Ad integrazione della normativa sovraordinata, tutti i nuovi edifici (o integralmente ricostruiti) a carattere residenziale, con un numero di unità abitative superiore a 4, e a carattere terziario, devono essere dotati delle predisposizioni atte a consentire l'allaccio al teleriscaldamento e all'installazione di un impianto centralizzato di raffrescamento.

Le suddette predisposizioni consistono in:

- 1 realizzazione di un locale tecnico, di dimensioni e caratteristiche adeguate ad ospitare, in alternativa al generatore di calore centralizzato, una sottostazione di scambio della rete di teleriscaldamento. La verifica dimensionale deve essere soddisfatta ai sensi della tabella 2 "Superficie indicativa necessaria per installazione e manutenzione sottostazione di scambio termico per l'allacciamento di stabili alla rete di teleriscaldamento" allegata in appendice. La potenzialità della suddetta sottostazione deve essere pari a quanto risultante dalla Relazione Tecnica di cui all'art. 8 del Decreto Lgs. 19 Agosto 2005, n. 192 e s.m.i., dimensionata sull'intero organismo edilizio con previsione di impianto centralizzato per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria.
- 2 predisposizione degli spazi necessari all'installazione di un impianto di raffrescamento centralizzato, in conformità alla tabella 3 "Dimensioni minime del locale tecnico necessario alla predisposizione per impianto centralizzato di raffrescamento", rispettando le dimensioni del locale,

la possibilità di introdurre l'apparecchiatura monoblocco e la portata del piano di appoggio in relazione ai carichi specifici.

- 3 una canalizzazione collegante detto locale tecnico al suolo pubblico stradale, di dimensioni e caratteristiche adeguate ad ospitare le tubazioni di allacciamento alla rete di teleriscaldamento.
- 4 una serie di cavedi verticali per la posa di eventuali colonne montanti e una serie di cavedi orizzontali per la posa delle diramazioni dalle colonne montanti ai collettori presenti all'interno delle singole unità immobiliari, per la distribuzione dell'acqua refrigerata e dimensionati secondo le indicazioni della tabella 4 "Dimensioni minime dei cavedi relativi alle opere di predisposizione all'utilizzo degli impianti di raffrescamento centralizzati" allegata in appendice, ove non sia dimostrata la possibilità di utilizzo del sistema di distribuzione del calore esistente per la fornitura ai terminali dell'acqua refrigerata di un possibile impianto di raffrescamento centralizzato.

I cavedi previsti dai commi precedenti dovranno presentare andamento il più possibile rettilineo e opportune aperture su spazi non privati dalle quali facilitare l'inserimento delle tubazioni.

Art. 6 – Contabilizzazione individuale del calore

Fermo restando gli obblighi di adeguamento degli impianti secondo le soglie temporali espresse dalla normativa sovraordinata, negli interventi edilizi su edifici esistenti costituiti da più unità immobiliari con impianto di riscaldamento centralizzato che prevedano indifferentemente la sostituzione del generatore, l'allacciamento alla rete di teleriscaldamento urbano o il rifacimento della rete di distribuzione del calore (per almeno il 70% dell'estensione della rete) è fatto obbligo di applicare sistemi automatici di regolazione e contabilizzazione del calore individuali per ogni unità immobiliare, così da consentire che i costi relativi possano venire ripartiti in quota parte sulla base dei consumi reali effettuati da ogni singola unità immobiliare. Salvo normativa sovraordinata, gli strumenti di contabilizzazione dovranno essere in grado di assicurare un errore $< \pm 5\%$ (con riferimento alle norme UNI EN 1434, UNI EN 834 - e s.m.i.)

Art. 7 - Risparmio idrico

Tutti i nuovi edifici (o integralmente ricostruiti) a carattere residenziale e terziario devono prevedere l'utilizzo di sistemi individuali per ogni singola unità immobiliare di contabilizzazione del consumo di acqua potabile, così da garantire che i costi relativi vengano ripartiti in base ai consumi reali effettuati da singola unità immobiliare.

E' fatto inoltre obbligo di dotare i servizi igienici dei seguenti dispositivi per il contenimento dei consumi idrici:

- per le destinazioni d'uso non residenziali: temporizzatori che interrompono il flusso dopo un tempo predeterminato;
- per tutte le destinazioni d'uso: sciacquoni per WC a due livelli o con tasto di fermo per graduazione continua (un dispositivo comandabile manualmente che consenta in alternativa: la regolazione continua, in fase di scarico, del volume di acqua scaricata; la regolazione, prima dello scarico, di almeno due diversi volumi di acqua: il primo compreso tra 7 e 12 litri e il secondo compreso tra 5 e 7 litri). Sono vietati gli sciacquoni a rubinetto;
- per tutte le destinazioni d'uso: sistemi, installati in rubinetti e docce, che, mantenendo o migliorando le caratteristiche del getto d'acqua, riducano il flusso da 15-20 l/min. a 7-10 l/min.

E' inoltre consigliata, ove possibile, l'adozione di miscelatori dotati di limitatore meccanico di portata.

Per gli edifici esistenti i provvedimenti relativi al contenimento dei consumi idrici di cui sopra si applicano nel caso di interventi di manutenzione straordinaria che interessino anche un singolo locale dotato di impianto idrico.

Per gli edifici esistenti i provvedimenti relativi alla contabilizzazione del consumo di acqua potabile di cui sopra si applicano nel caso di interventi di manutenzione straordinaria che prevedano il rifacimento della rete di distribuzione dell'acqua potabile dell'unità immobiliare, interessando tutti i servizi igienici e le cucine presenti.

Art. 8 – Installazione impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili

Negli edifici di nuova costruzione dovrà essere prevista l'installazione di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, come da normativa sovraordinata in materia.

Ove la copertura dell'edificio risulti ombreggiata da ostacoli esistenti o in progetto, esterni all'edificio, l'intervento risulterà parzialmente o totalmente non realizzabile tecnicamente. In tali casi si dovrà comunque installare un impianto caratterizzato dalla massima potenza e rendimento possibili, compatibilmente con le superfici disponibili non ombreggiate.

Si considerano ombreggiate le superfici della copertura che, il 21 Settembre alle ore 9, 12 e 15 (ora solare), non risultino irraggiate, da dimostrare con adeguata documentazione grafica.

Nel caso di impianti solari fotovoltaici, ai fini della valutazione della potenza massima possibile si utilizzerà un'equivalenza tra 1 kW di potenza installata e 8 mq massimo di superficie non ombreggiata. Tale valore potrà essere adeguato con disposizione dirigenziale, in relazione all'evoluzione tecnico-prestazionale degli impianti in oggetto.

Gli uffici competenti potranno comunque valutare altre forme di impedimenti tecnici, se opportunamente dimostrate.

Art. 8 bis Reimpiego delle acque meteoriche

In relazione alla normativa sovraordinata, per edifici di nuova costruzione, nel caso di integrale ristrutturazione o in caso di demolizione e ricostruzione di edifici esistenti, dovrà essere garantito il reimpiego, esclusivamente a fini irrigui, delle acque meteoriche.

Tale obbligo, nella misura minima di litri 10 di accumulo per ogni metro quadrato di area destinata a verde privato realizzato ai fini del rispetto del relativo parametro edilizio di PRG, dovrà essere assolto, salvo dimostrata impossibilità, parziale o totale, provocata da insufficienza di adeguate superfici di raccolta sulle coperture degli edifici.

Il reimpiego dovrà prevedere la predisposizione di un sistema che preveda la raccolta, il filtraggio - con dispositivi per l'eliminazione dell'acqua di prima pioggia - l'accumulo in serbatoi chiusi e il riutilizzo dell'acqua.

Art. 9 – Disposizioni transitorie e finali

- a) in riferimento alla normativa sovraordinata, in caso di sostituzione o nuova installazione di serramenti esterni in spazi non riscaldati di edifici esistenti, il valore della trasmittanza termica (U) delle chiusure trasparenti comprensive dell'infilso deve essere inferiore a $2.8 \text{ W/m}^2 \text{ °K}$.
- b) in riferimento alla normativa sovraordinata, in alternativa al rispetto del valore di massa superficiale richiesto, è possibile dimostrare il corretto comportamento energetico dell'involucro edilizio opaco in periodo estivo verificando, con opportuno calcolo, che il coefficiente di

sfasamento dell'elemento sia superiore alle 9.0 h nel caso di pareti perimetrali verticali ed alle 10.0 h nel caso di coperture piane e inclinate.

- c) in riferimento alla normativa sovraordinata, per parcella "vidimata dal competente ordine o collegio professionale", si intende quella che rispetta i minimi tariffari indicati dalle norme di settore, e per "costo della costruzione", si intende quello equivalente al valore catastale
- d) soppresso
- e) al fine di agevolare la consultazione della normativa sovraordinata in materia energetico-ambientale, si riportano nella sezione dedicata all'edilizia privata del sito internet del Comune di Torino ulteriori riferimenti aggiornati alle norme in vigore e relative ai contenuti degli articoli del presente allegato al Regolamento Edilizio.
- f) non è richiesto il rispetto delle prescrizioni contenute nello Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento della Regione Piemonte – DCR 98-1247 per le varianti non essenziali relative a pratiche edilizie presentate prima del 1° Giugno 2007.

REQUISITI VOLONTARI INCENTIVATI

Al fine di minimizzare i consumi energetici e gli impatti ambientali derivanti dalle costruzioni edilizie e migliorarne il comfort ambientale interno, sono stati individuati ulteriori requisiti prestazionali, non aventi carattere prescrittivo, ma incentivati con misure nell'ambito della disciplina degli oneri concessori.

Tali requisiti, descritti in singole schede esplicative, riguardano i seguenti aspetti:

- ❑ Isolamento termico dell'involucro edilizio;
- ❑ Inerzia termica dell'involucro edilizio;
- ❑ Coperture a verde;
- ❑ Illuminazione naturale – fattore medio di luce diurna;
- ❑ Ombreggiamento estivo e irraggiamento invernale delle superfici trasparenti;
- ❑ Apporti solari passivi e attivi per il riscaldamento degli ambienti con sistemi specifici di captazione dell'energia solare;
- ❑ Tecniche di raffrescamento naturale;
- ❑ Impianto di ventilazione meccanica controllata;
- ❑ Impianto di riscaldamento e raffrescamento ambienti con sistemi radianti;
- ❑ Adozione di impianto di riscaldamento centralizzato a gestione autonoma;
- ❑ Impianti di climatizzazione dotati di pompe di calore ad alta efficienza

Per ogni requisito vengono indicati obiettivi e parametri necessari per il controllo del soddisfacimento del requisito stesso.

I requisiti che verranno presi come riferimento per la progettazione dell'organismo edilizio potranno essere liberamente scelti tra quelli proposti dall'allegato. Ogni requisito prevede uno o più punteggi correlati al grado di prestazione raggiunto.

In appendice sono inoltre riportati consigli progettuali e bibliografia di riferimento quale contributo per l'approfondimento dei diversi requisiti.

Per quanto riguarda il rapporto tra i punteggi ottenibili e il relativo incentivo nell'ambito della disciplina degli oneri concessori, si rimanda al Regolamento Comunale in Materia di Disciplina del Contributo di Costruzione.

Il punteggio ed i relativi incentivi correlati al soddisfacimento dei requisiti volontari indicati nel presente Allegato potranno essere riferiti ai singoli organismi edilizi di riferimento. Per organismo edilizio di riferimento si intende un edificio o ambiente, indipendente o contiguo ad altre costruzioni od ambienti, purché sia da esse scorporabile agli effetti degli interventi relativi ai requisiti che si intendono soddisfare.

In sede di presentazione della domanda di incentivo nell'ambito della disciplina degli oneri concessori, il progettista dovrà asseverare che le opere sono progettate conformemente ai requisiti per i quali si richiede l'incentivo (vedi modulistica).

Per ottenere l'ammissione all'incentivo, inoltre, il progetto dovrà risultare conforme a tutti i requisiti previsti dalla vigente normativa energetico-ambientale sovraordinata.

Parallelamente, in sede di dichiarazione di fine lavori, è fatto obbligo presentare, unitamente alla dichiarazione di fine lavori, perizia asseverata corredata da idonea documentazione fotografica relativa alle diverse fasi costruttive, con indicazione dei punti di ripresa, attestante la corretta esecuzione conformemente ai requisiti per i quali si richiede l'incentivo (vedi modulistica).

Gli incentivi di cui sopra risultano applicabili salvo l'introduzione di norme sovraordinate che rendano obbligatori i requisiti prestazionali contenuti nelle schede del presente Allegato.

Con disposizione dirigenziale le schede potranno essere variate per consentire il mero adeguamento all'evoluzione della normativa sovraordinata e tecnica mentre l'Appendice potrà essere integrata o modificata in relazione agli sviluppi tecnico-progettuali della disciplina.

DESTINAZIONI D'USO

Ai fini dell'applicazione dei requisiti previsti dal presente Allegato, per quanto riguarda gli ambiti di applicazione (destinazione d'uso degli edifici), si fa riferimento alle destinazioni d'uso previste dal DPR 412/93, riportate di seguito.

Secondo la classificazione adottata, gli edifici sono classificati in base alla loro destinazione d'uso nelle seguenti categorie:

E.1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili:

E.1(1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme;

E.1(2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;

E.1(3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;

E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico;

E.3 Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici;

E.4 Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili:

E.4(1) quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi;

E.4(2) quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto;

E.4(3) quali bar, ristoranti, sale da ballo;

E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;

E.6 Edifici adibiti ad attività sportive:

E.6(1) piscine, saune e assimilabili;

E.6(2) palestre e assimilabili;

E.6(3) servizi di supporto alle attività sportive;

E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;

E.8 Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Risparmio energetico e ritenzione del calore.

Obiettivo:

progetto di elementi di involucro edilizio caratterizzati da ridotta trasmittanza termica, al fine di limitare i consumi energetici per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti.

Campo di applicazione:

progettazione delle prestazioni di isolamento termico dei principali elementi dell'involucro edilizio (trasmittanza termica U di solai, pareti opache, serramenti, strutture di copertura, ecc.).

Destinazioni d'uso interessate:

tutte tranne E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", ad esclusione degli ambienti di tale tipologia destinati esclusivamente ad uffici o assimilati.

Requisito:

Nell'ambito della relazione di calcolo relativa alla vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici dovrà risultare verificato il requisito inerente i valori relativi alla trasmittanza termica U degli elementi dell'involucro edilizio:

Livello 1:

- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{COPERTURA (PIANA E/O A FALDE)}} \leq 0,23 \text{ W/m}^2 \text{ K} + \text{copertura ventilata}^* + \text{singola lamina di isolante riflettente}^{**} \text{ sottotegola (nel caso di coperture a falde inclinate);}$
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{SOLAI VERSO SOTTOTETTI NON ABITABILI, VERSO AMBIENTI NON RISCALDATI,}} \leq 0,30 \text{ W/m}^2 \text{ K;}$
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{PARETI ESTERNE}} \leq 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K;}$
- ❑ trasmittanza termica globale $U_{\text{SERRAMENTI}} \leq 1,70 \text{ W/m}^2 \text{ K;}$
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{PARETI VERSO AMBIENTI RISCALDATI A TEMPERATURA INFERIORE O NON RISCALDATI}} \leq 0,30 \text{ W/m}^2 \text{ K;}$
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{SISTEMA EDIFICIO TERRENO PER SOLAI ORIZZONTALI SUL SUOLO E SOLAI SU PILOTIS}} \leq 0,23 \text{ W/m}^2 \text{ K.}$

Livello 2:

- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{COPERTURA (PIANA E/O A FALDE)}} \leq 0,15 \text{ W/m}^2 \text{ K} + \text{copertura ventilata}^* + \text{singola lamina di isolante riflettente}^{**} \text{ sottotegola (nel caso di coperture a falde inclinate);}$
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{SOLAI VERSO SOTTOTETTI NON ABITABILI, VERSO AMBIENTI NON RISCALDATI,}} \leq 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K;}$
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{PARETI ESTERNE}} \leq 0,15 \text{ W/m}^2 \text{ K;}$
- ❑ trasmittanza termica globale $U_{\text{SERRAMENTI}} \leq 1,40 \text{ W/m}^2 \text{ K;}$
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{PARETI VERSO AMBIENTI RISCALDATI A TEMPERATURA INFERIORE O NON RISCALDATI}} \leq 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K;}$
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{SISTEMA EDIFICIO TERRENO PER SOLAI ORIZZONTALI SUL SUOLO E SOLAI SU PILOTIS}} \leq 0,15 \text{ W/m}^2 \text{ K.}$

* per copertura ventilata si intende una copertura dotata di intercapedine fortemente ventilata posta sopra lo strato isolante (secondo la definizione della UNI EN ISO 6946) con altezza maggiore di 70

mm.

** la lamina di isolante riflettente, prevista ai soli fini di una ulteriore riduzione dei carichi termici estivi per effetto dell'irraggiamento, dovrà essere posizionata nella parte inferiore dello spazio di ventilazione della copertura, sopra lo strato di isolamento termico, e non dovrà essere considerata nel calcolo della trasmittanza termica complessiva della copertura.

Ai fini del soddisfacimento del requisito relativo all'isolamento termico, tutti gli elementi dell'involucro edilizio devono rispettare i valori limite della trasmittanza termica previsti per lo specifico livello prestazionale.

I valori limite della trasmittanza termica U sopra indicati si devono considerare a ponte termico corretto, secondo la vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici. Qualora il ponte termico non dovesse risultare corretto, i valori limite della trasmittanza termica sopra indicati devono essere rispettati dalla trasmittanza termica media (parte di involucro corrente più ponte termico). In ogni caso, la differenza tra la trasmittanza termica della parte fittizia di involucro (il tratto di involucro esterno in corrispondenza del ponte termico) non deve superare per più del 30% la trasmittanza termica della parte corrente.

Affinché tale requisito risulti effettivamente premiante per il rendimento energetico dell'intero edificio, indipendentemente dai contenuti compositivi del progetto edilizio, verrà computata come superficie che rispetta i limiti prestazionali riferiti ai "serramenti" una quota non superiore al 35% delle pareti perimetrali esterne e della copertura.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione di calcolo relativa alla vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici dovrà risultare verificato il requisito inerente la trasmittanza U :

Ad esempio, per gli elementi opachi dell'edificio a contatto con l'aria esterna (pareti opache piane pluristrato), in regime statico:

$$U = 1 / R_T$$

dove:

R_T è la resistenza termica totale di un componente piano per l'edilizia, costituito da strati termicamente omogenei perpendicolari al flusso termico

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

dove:

R_{si} è la resistenza superficiale interna;

$R_1, R_2, \dots, R_n$ sono le resistenze termiche utili di ciascuno strato;

R_{se} è la resistenza superficiale esterna.

Per la verifica della trasmittanza termica degli elementi opachi dell'edificio a contatto con l'aria esterna utilizzare la norma UNI EN ISO 6946;

Per la verifica della trasmittanza termica degli elementi in contatto termico con il terreno utilizzare la

norma UNI EN ISO 13370;

Per la verifica della trasmittanza termica degli elementi trasparenti, utilizzare la norma UNI EN ISO 10077-1;

Per la verifica della trasmittanza termica di facciate continue, utilizzare la norma UNI EN ISO 13947;

Per quanto riguarda le proprietà dei materiali opachi (conduttività termica o resistenza termica), se il produttore non certifica il valore utile di calcolo per il materiale in opera, queste andranno desunte dalla norma UNI 10351 o dalla norma UNI 10355.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/09/2008):

UNI 10351 "Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore";

UNI 10355 "Murature e solai. Valore della resistenza termica e metodo di calcolo";

UNI EN ISO 6946 "Componenti ed elementi per l'edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo";

UNI EN ISO 10077-1 "Prestazione termica di finestre, porte, chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo semplificato";

UNI EN ISO 10211-1 "Ponti termici in edilizia - Calcolo dei flussi termici e delle temperature superficiali - Parte 1: Metodi generali";

UNI EN ISO 10211-2 "Ponti termici in edilizia - Calcolo dei flussi termici e delle temperature superficiali - Ponti termici lineari";

UNI EN ISO 13370 "Prestazione termica degli edifici. Trasferimento di calore attraverso il terreno. Metodi di calcolo;

UNI EN ISO 13789 "Prestazione termica degli edifici. Coefficiente di perdita di calore per trasmissione. Metodo di calcolo;

UNI EN ISO 13947 "Prestazione termica delle facciate continue. Calcolo della trasmittanza termica.

UNI EN ISO 14683 "Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento";

Articolo 18, comma n) del Regolamento Edilizio della Città di Torino;

Decreto Legislativo 19 Agosto 2005, n. 192 e s.m.i., "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia".

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se i valori di trasmittanza degli elementi dell'involucro soddisfano le soglie del livello 1, il punteggio acquisibile è di 8 Punti;

se i valori di trasmittanza degli elementi dell'involucro soddisfano le soglie del livello 2, il punteggio acquisibile è di 10 Punti;

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

Controllo in sito dell'effettivo utilizzo dei materiali e delle stratigrafie dichiarati mediante metodi distruttivi e non.

Misurazione della trasmittanza in opera mediante termo flussimetro.

Verifica dei ponti termici mediante termografia.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

miglioramento della qualità igienico – ambientale interna alle costruzioni; utilizzo della massa edilizia come volano termico per evitare condizioni di surriscaldamento o eccessivo raffreddamento all'interno dell'edificio.

Campo di applicazione:

progettazione delle chiusure opache dell'involucro edilizio in modo tale da garantire un'adeguata inerzia termica.

Destinazioni d'uso interessate:

tutte tranne E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", ad esclusione degli ambienti di tale tipologia destinati esclusivamente ad uffici o assimilati, comunque nel solo caso in cui sia assente un sistema centralizzato di condizionamento estivo degli ambienti.

Requisito:

Posto che l'inerzia termica viene misurata dal coefficiente di sfasamento medio (ponderale) Δt_f delle chiusure opache che misura la capacità di accumulare calore e quindi di attenuare e ritardare gli effetti delle variazioni di temperatura esterna.

La verifica deve essere effettuata per le pareti perimetrali, per il solaio a copertura della superficie abitabile dell'ultimo piano e per gli eventuali solai verso l'esterno.

Nell'ambito della relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovrà risultare verificato il requisito inerente i valori relativi allo sfasamento dell'onda termica degli elementi dell'involucro edilizio:

Livello 1:

- ☐ coefficiente di sfasamento delle chiusure opache verticali verso l'esterno $\geq 10,0$ h;
- ☐ coefficiente di sfasamento delle chiusure opache orizzontali o inclinate di copertura $\geq 11,0$ h.
- ☐ coefficiente di sfasamento delle chiusure opache orizzontali di pavimento verso l'esterno $\geq 10,0$ h.

Livello 2:

- ☐ coefficiente di sfasamento delle chiusure opache verticali verso l'esterno $\geq 11,0$ h;
- ☐ coefficiente di sfasamento delle chiusure opache orizzontali o inclinate di copertura $\geq 12,0$ h.
- ☐ coefficiente di sfasamento delle chiusure opache orizzontali di pavimento verso l'esterno $\geq 11,0$ h.

Deve inoltre essere fornita apposita certificazione delle caratteristiche fisico tecniche dei materiali impiegati da parte di istituti riconosciuti dalla UE.

Il requisito si intende soddisfatto esclusivamente se risultano contemporaneamente soddisfatti il requisito n. 1 relativo all'isolamento termico dell'involucro edilizio e il requisito n. 5, limitatamente

all'ombreggiamento estivo delle superfici trasparenti.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovrà risultare verificato il requisito inerente il coefficiente di sfasamento:

come da norma UNI EN ISO 13786 "Prestazione termica dei componenti per edilizia: Caratteristiche termiche dinamiche; Metodo di calcolo",

coefficiente di sfasamento [ore] = $\Delta t_f = (T/2\pi) \times \arg(Z_{12})$

con:

T = periodo delle variazioni considerato (86400 s = 24 ore);

Z_{12} = elemento₁₂ della matrice di trasferimento del componente edilizio.

NOTA: Il calcolo del coefficiente di sfasamento Δt_f dovrà essere effettuato mediante i fogli di lavoro Excel® in allegato.

Per quanto riguarda il valore relativo alla conduttività termica - resistenza termica dei materiali, se il produttore non certifica il valore utile di calcolo per il materiale in opera, queste andranno desunte dalla norma UNI 10351 o dalla norma UNI 10355.

Per quanto riguarda i valori relativi alla densità ρ e al calore specifico c dei materiali, si dovrà fare riferimento alle certificazioni rilasciate da Istituti accreditati dall'Unione Europea.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/09/2008):

UNI 10351 "Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore";

UNI 10355 "Murature e solai. Valore della resistenza termica e metodo di calcolo";

UNI EN ISO 6946 "Componenti e elementi per l'edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo".

UNI EN ISO 13786 "Prestazione termica dei componenti per edilizia: Caratteristiche termiche dinamiche; Metodo di calcolo";

Articolo 18, comma n) del Regolamento Edilizio della Città di Torino.

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se i valori del coefficiente di sfasamento degli elementi dell'involucro soddisfano le soglie del livello 1, il punteggio acquisibile è di 4 Punti.

se i valori del coefficiente di sfasamento degli elementi dell'involucro soddisfano le soglie del livello 2, il punteggio acquisibile è di 6 Punti.

Metodologia di controllo (fase di edificazione):

Controlli in sito sull'effettivo utilizzo dei materiali e delle stratigrafie dichiarati.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

miglioramento della qualità igienico – ambientale interna alle costruzioni; utilizzo della massa edilizia come volano termico per evitare condizioni di surriscaldamento o eccessivo raffreddamento all'interno dell'edificio.

Campo di applicazione:

progettazione a verde delle coperture impermeabilizzate poste a chiusura superiore di ambienti riscaldati e non.

Destinazioni d'uso interessate:

tutte.

Requisito:

Presenza di copertura a verde che rispetti i criteri contenuti nella norma UNI 11235 e s.m.i oltre a quella computata nel rispetto dei minimi di area a verde previsti dal P.R.G.C.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Negli elaborati grafici e nell'ambito della relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovrà risultare la presenza della copertura a verde con l'indicazione delle caratteristiche stratigrafiche e dei materiali impiegati.

Il requisito si intende raggiunto soddisfatto se l'intera superficie coperta dell'intervento, ad esclusione di quella a copertura di bassi fabbricati, risulta dotata di copertura a verde.

E' possibile, in alternativa, raggiungere il rispetto del requisito applicando la copertura a verde sui bassi fabbricati. In tal caso la superficie da coprire sarà pari al doppio di quella precedentemente definita.

Ai fini dell'ottenimento degli incentivi inerenti la trasmittanza e l'inerzia termica, la verifica delle stesse dovrà essere eseguita senza tenere conto della presenza degli strati connessi alla copertura a verde (elementi drenanti, elementi di accumulo idrico, strato colturale e strato di vegetazione) e considerando la temperatura esterna di progetto.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/09/2008):

UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde".

UNI EN 12056-3 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo".

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 5 Punti.

Metodologia di controllo (fase di edificazione):

Controlli in sito sull'effettivo utilizzo dei materiali e delle stratigrafie dichiarati.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

Agevolare l'utilizzo appropriato dell'illuminazione naturale ovunque fattibile.

Campo di applicazione:

progettazione delle superfici trasparenti e controllo fattore medio di luce diurna.

Destinazioni d'uso interessate:

tutte tranne gli edifici a tipologia:

E.4 Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili: E.4(1) quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi; E.4(3) quali bar, ristoranti, sale da ballo;

E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;

E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", per i quali la superficie utile sia prevalentemente distribuita al piano terreno.

Requisito:

Fattore medio di luce diurna $FLD_M \geq 3\%$ per principali spazi ad uso diurno (ad esclusione degli ambienti di servizio come ad esempio bagni, corridoi, ripostigli, cantine, garage, locali tecnici).

Nel caso di piani dell'edificio nei quali la superficie destinata ad uso diurno non superi il 30% del totale, non sarà applicato l'incentivo per l'intero piano considerato.

Il calcolo del FLD deve essere fatto considerando soltanto le superfici trasparenti che si affacciano direttamente all'esterno dell'edificio.

Il requisito si intende soddisfatto esclusivamente se risulta contemporaneamente soddisfatto il requisito n. 5 relativo all'ombreggiamento estivo delle superfici trasparenti.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Fattore medio di luce diurna FLD_M :

$$FLD_M = \frac{A_F * t * \varepsilon}{S_{TOT} * (1 - r_M)} \psi$$

con:

A_F = superficie vetrata della finestra (considerabile in mancanza di dati più precisi = $0,75 * A_I$, con A_I = area lorda dell'infisso);

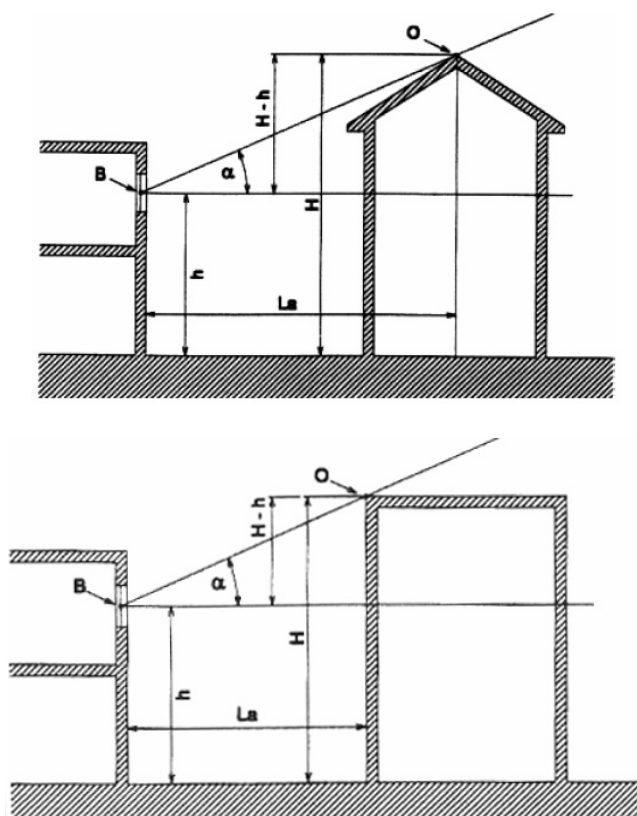
t = coefficiente di trasmissione luminosa del vetro:

Vetro semplice chiaro o stratificato chiaro	0,90
Vetrocamera trasparente normale	0,80
Vetrocamera bassoemissivo	0,70

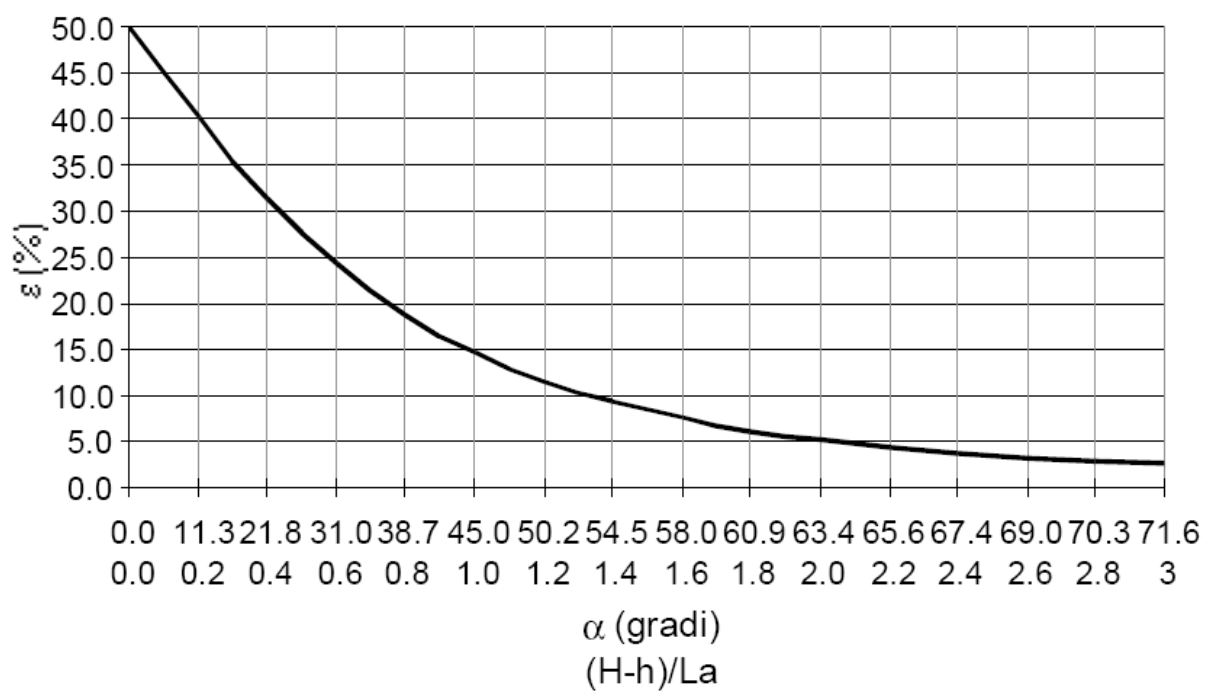
Per i sistemi di vetratura differenti, adottare il valore del coefficiente di trasmissione luminosa indicato dal produttore (specificare modello e produttore).

ε = fattore finestra = $(1 - \sin \alpha) / 2$

con α = angolo piano di altitudine che sottende la parte ostruita di cielo (per ostruzioni poste di fronte alla finestra del locale considerato):



h = altezza del baricentro B della finestra al piano stradale;
 H = altezza del fabbricato contrapposto dal piano stradale;
 L_a = distanza tra il fabbricato contrapposto (o ostacolo) e la finestra.

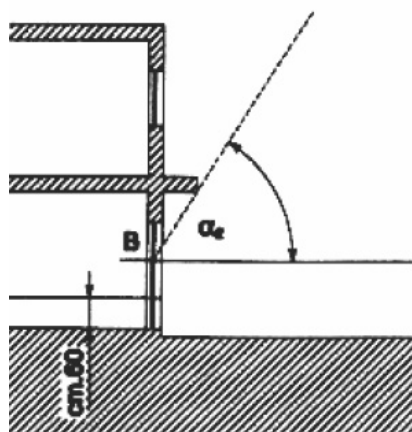


oppure

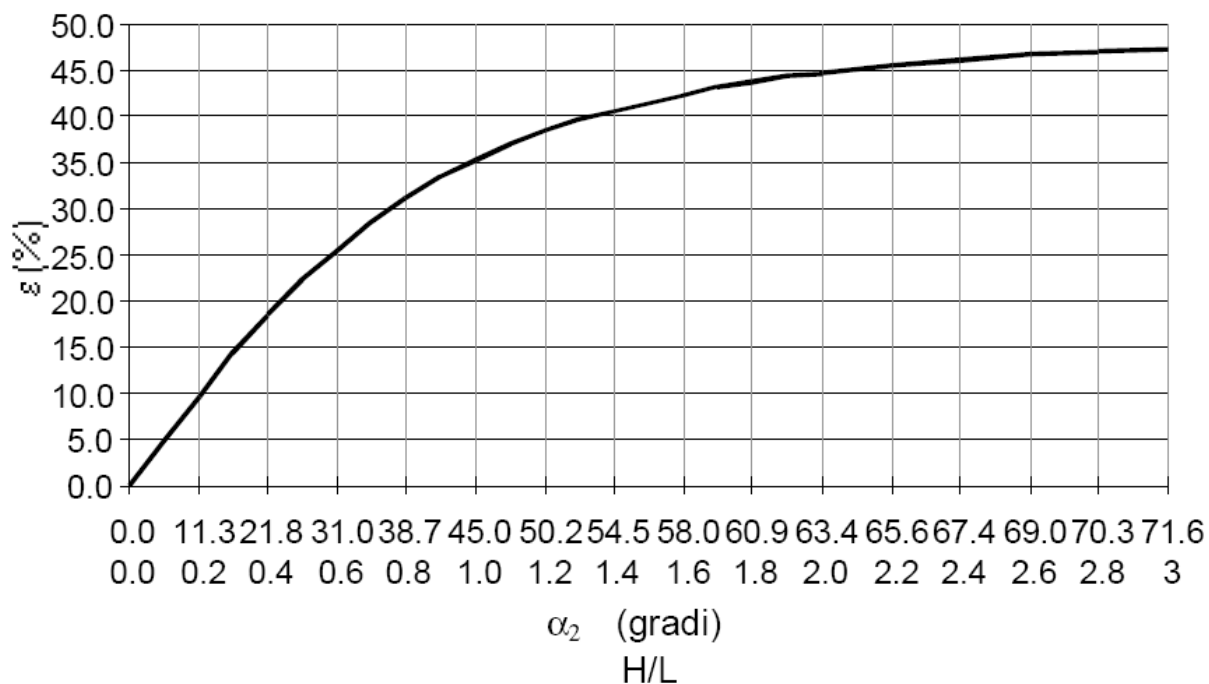
$$\varepsilon = \sin \alpha_2 / 2$$

con α_2 = angolo piano che sottende la parte visibile del cielo (per ostruzioni a "loggia"):

**OSTRUZIONE
NELLA PARTE SUPERIORE**



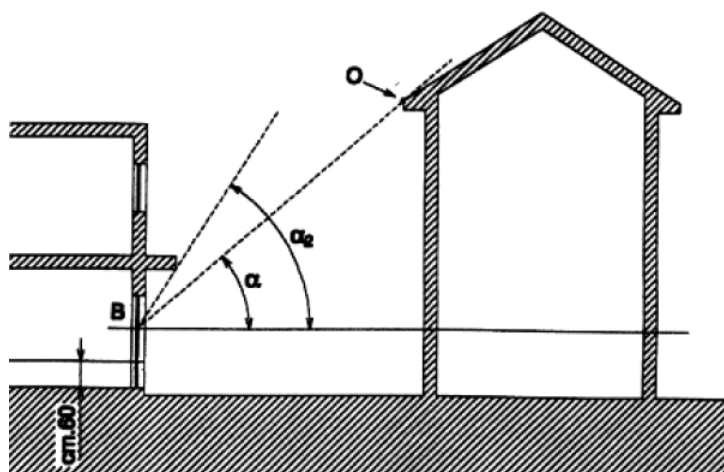
Porta finestra con parte inferiore opaca (h parte opaca = 60 cm)



In caso di presenza di entrambe le ostruzioni:

$$\varepsilon = (\sin \alpha_2 - \sin \alpha) / 2$$

OSTRUZIONE NELLA PARTE SUPERIORE E FRONTALE

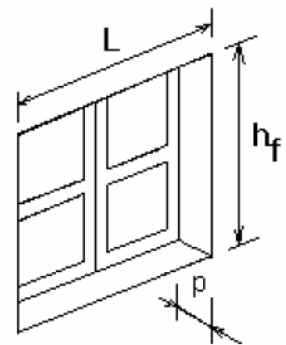
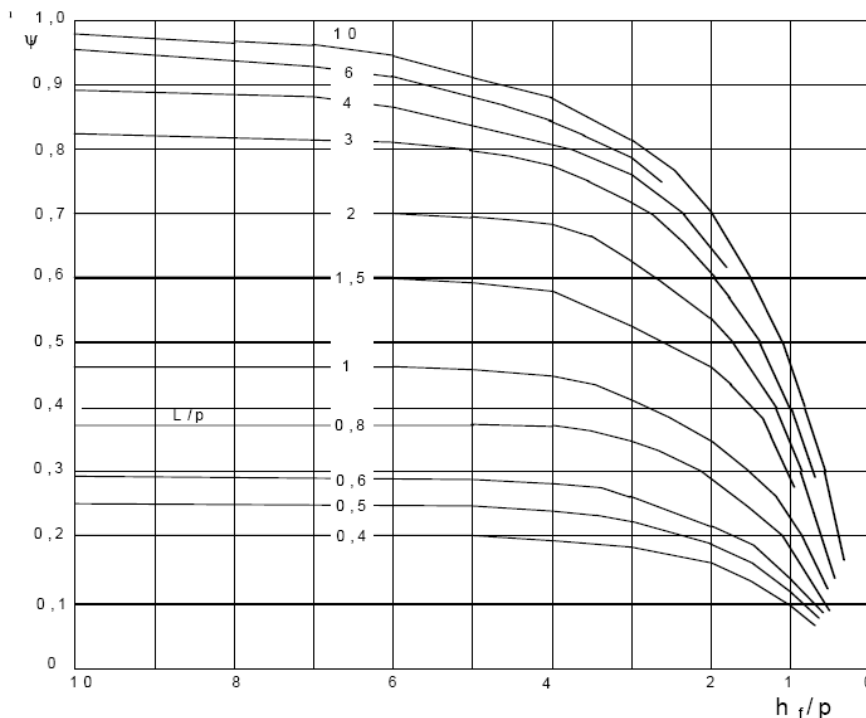


Porta finestra con parte inferiore opaca (h parte opaca = 60 cm)

S_{TOT} = totale delle superfici che delimitano l'ambiente interno (compresa la superficie trasparente);

r_M = coefficiente medio pesato di riflessione luminosa delle superfici interne (assumere un valore di calcolo uguale a 0,7).

ψ = coefficiente di riduzione del fattore finestra



ascisse: hf/p

ordinate: ψ

curve: L/p

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/09/2008)

Min. LL.PP. "Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione nelle costruzioni edilizie", Circolare 22/5/1967 n. 3151.
UNI 10840. "Luce e illuminazione. Locali scolastici. Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale".

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se il valore del FLD_M è $\geq 3\%$, il punteggio acquisibile è di 3 punti

se il valore del FLD_M è $\geq 4\%$, il punteggio acquisibile è di 5 punti

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

Verifica in sito: misurazione con luxmetro dei valori di illuminamento interno E_I (in tre punti ad altezza 0,90 metri dal pavimento ed allineati ad una distanza di 1,50 metri dalle pareti contenenti le finestre e superiore a 0,60 metri dalle pareti laterali) ed esterno E_E (su piano orizzontale scoperto e senza irraggiamento diretto del sole); $FLD_M = E_{IM} / E_{EM}$ con:

E_{IM} = media dei valori di illuminamento interno;

E_{EM} = media dei valori di illuminamento esterno

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

ottimizzazione dell'ombreggiamento delle chiusure esterne trasparenti per limitare gli apporti solari nel periodo estivo.

riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento ambientale, basandosi sull'utilizzo di apporti solari passivi.

Campo di applicazione:

progettazione volumetrica; progettazione delle superfici trasparenti dell'involucro edilizio; definizione della configurazione geometrica delle schermature solari (aggetti, schermature esterne).

Destinazioni d'uso interessate:

salvo gli obblighi riferiti all'ombreggiamento derivanti dalla normativa sovraordinata, tutte le destinazioni d'uso tranne E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", ad esclusione degli ambienti di tale tipologia destinati esclusivamente ad uffici o assimilati.

Requisito:

Tutti gli elementi trasparenti verticali, presenti nei quadranti di orientamento Est, Sud e Ovest, i quali presentano un ombreggiamento uguale o superiore al 70% nel periodo estivo il *21 Luglio* alle ore 11, 13, 15, 17 (*ora solare*) ed inferiore al 30% nel periodo invernale il *21 Dicembre* alle ore 10, 12, 14 (*ora solare*), generano un incentivo sulla superficie utile lorda servita.

La verifica va effettuata mediante la definizione delle maschere di ombreggiamento relative alle schermature solari poste in corrispondenza di tutti gli elementi trasparenti che rispettano il requisito (vedi istruzioni, diagramma solare polare e il goniometro di ombreggiamento solare in allegato).

Le schermature solari dovranno essere presenti su tutte le superfici trasparenti degli spazi principali (ad esclusione degli ambienti di servizio come ad esempio ripostigli, cantine, garage, locali tecnici, ecc.).

Nel caso esistano elementi trasparenti posti sulle facciate dell'edificio ombreggiati a causa di ostacoli interni o esterni al lotto il 21 Luglio alle ore 11, 13, 15, 17 (*ora solare*), tali elementi non potranno generare un incentivo sulla superficie servita.

Il requisito si intende soddisfatto soltanto se tutte le superfici trasparenti, salvo quelle escluse ai sensi del precedente paragrafo, esposte nei quadranti di orientamento Est, Sud ed Ovest, sono dotate di schermature solari esterne.

Nel caso di destinazione d'uso E.1 "Edifici adibiti a residenza ed assimilabile" o E.3 "Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici", il soddisfacimento del requisito di ombreggiamento delle

superfici trasparenti presenti in un ambiente genera un potenziale incentivo sulla SUL dell'ambiente stesso.

In tutte le altre destinazioni d'uso ammesse, il soddisfacimento del requisito di ombreggiamento delle superfici trasparenti presenti in un ambiente genera un potenziale incentivo sulla SUL dell'ambiente stesso, con un massimo di 7 m² di SUL per ogni m² di superficie trasparente.

Negli ambienti dotati di più di una superficie trasparente, nel caso solo una parte di esse soddisfi il requisito, il potenziale incentivo viene calcolato su di una quota della SUL proporzionata all'incidenza della superficie dei serramenti che soddisfano il requisito rispetto alla superficie totale delle superfici trasparenti presenti nell'ambiente.

Sono ammessi i seguenti sistemi di schermature solari esterne:

- ❑ aggetti verticali od orizzontali dell'involucro edilizio;
- ❑ persiane a lamelle orientabili;
- ❑ tende esterne ad aggetto;
- ❑ frangisole esterni a lamelle orientabili o non, verticali o orizzontali, anche all'interno dell'intercapedine di facciate a "doppia pelle".

Non sono ammesse all'incentivo sistemi a "tapparella", tende interne, persiane a lamelle non orientabili o sistemi inseriti in vetrocamera.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Alla relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovranno essere allegati gli elaborati grafici descrittivi della conformazione geometrica delle superfici trasparenti (prospetti, piante e sezioni) dei sistemi di schermatura solare adottati e delle relative maschere di ombreggiamento.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/09/2008):

UNI 10349 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici";

UNI EN 13363-1 "Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate. Calcolo della trasmittanza solare e luminosa. Metodo semplificato".

UNI EN 13363-2 "Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate. Calcolo della trasmittanza solare e luminosa. Metodo di calcolo dettagliato".

Punteggio assegnato per soddisfacimento edificio:

Se il requisito è integralmente soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 10 punti.

Nel caso in cui venga soddisfatto il solo requisito inerente l'ombreggiamento estivo verrà riconosciuto un punteggio pari a 7 punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

Controllo in sito.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Risparmio energetico e ritenzione del calore.

Obiettivo:

riduzione del fabbisogno di riscaldamento ambientale, basandosi sull'utilizzo di apporti solari passivi e di specifici sistemi di captazione solare passiva; adozione, per il riscaldamento degli ambienti, di impianti che utilizzano parzialmente energia solare, al fine di limitare i consumi energetici per il riscaldamento degli ambienti.

Campo di applicazione:

a) progettazione dell'involucro edilizio con integrazione di specifici sistemi di captazione dell'energia solare: adozione di serre solari ad incremento diretto ed ad accumulo, pareti solari ventilate (muro di Trombe-Michel), pareti opache con isolamento trasparente, pareti esterne ventilate; definizione del fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'edificio in presenza del sistema integrato e confronto con il fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'edificio senza il sistema integrato.

b) progettazione dell'impianto di climatizzazione degli ambienti: adozione di sistemi integrati di tipo "Solarwall®", sistemi solari ad aria o ad acqua con collettori vetrati per il riscaldamento degli ambienti; definizione del fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'edificio e calcolo quota percentuale di energia stagionale prodotta dall'impianto solare.

Destinazioni d'uso interessate:

salvo gli obblighi riferiti alle strutture commerciali al dettaglio o all'ingrosso di SUL > 1.800 mq, tutte le destinazioni d'uso tranne E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", ad esclusione degli ambienti di tale tipologia destinati esclusivamente ad uffici o assimilati.

Requisito:

- per gli elementi integrati nell'involucro edilizio (elementi di tipo a):

$(Q_{ho} - Q_{hs})/Q_{ho} \geq 10\%$; con:

Q_{ho} fabbisogno di energia [MJ] per il riscaldamento dell'organismo edilizio di riferimento, calcolato in assenza del sistema di captazione solare, valutata in regime di funzionamento continuo e globalmente richiesta nel corso della stagione di riscaldamento per mantenere negli ambienti interni una temperatura di 20°C, per tutte le destinazioni d'uso tranne che la categoria E(8), per la quale dovrà essere assunta una temperatura minima di 16°C;

Q_{hs} fabbisogno di energia [MJ] per il riscaldamento dell'organismo edilizio di riferimento, tenendo conto della presenza del sistema di captazione solare, valutata in regime di funzionamento continuo e globalmente richiesta nel corso della stagione di riscaldamento per mantenere negli ambienti interni una temperatura di 20°C, per tutte le destinazioni d'uso tranne che la categoria E(8), per la quale dovrà essere assunta una temperatura minima di 16°C;

NOTA - organismo edilizio di riferimento: edificio, indipendente o contiguo ad altre costruzioni, purché sia da tali costruzioni scorporabile agli effetti dell'isolamento termico, per il quale si vuole ottenere l'incentivazione mediante l'installazione di specifici dispositivi di captazione.

La verifica del valore della differenza ($Q_{ho} - Q_{hs}$) dovrà essere svolta secondo la norma UNI EN ISO 13790 e UNI/TS 11300-1.

- per gli elementi impiantistici (elementi di tipo b):

$Q_s/Q_h \geq 20\%$; con:

Q_s quantità di energia [MJ] prodotta dall'impianto solare, calcolata per il periodo di riscaldamento, al netto del fabbisogno di energia per la preparazione dell'acqua calda sanitaria eventualmente coperta dall'impianto solare nel periodo di riscaldamento;

Q_h fabbisogno di energia [MJ] per il riscaldamento, valutata in regime di funzionamento continuo e globalmente richiesta nel corso della stagione di riscaldamento per mantenere negli ambienti interni una temperatura di 20°C, per tutte le destinazioni d'uso tranne che la categoria E(8), per la quale dovrà essere assunta una temperatura minima di 16°C;

Il calcolo del valore del Q_h dovrà essere svolto secondo la norma UNI EN ISO 13790 e UNI/TS 11300-1.

La verifica del requisito per i sistemi tipo Solarwall® dovrà essere svolta utilizzando il software di dimensionamento in allegato.

La verifica del requisito per i sistemi solari termici ad aria o ad acqua potrà essere effettuata secondo la norma UNI 8477-2. Il progettista potrà tuttavia utilizzare altri metodi, purché tratti dalla specifica letteratura scientifica riconosciuta a livello nazionale o internazionale, oppure da normative consensuali nazionali o internazionali motivandone il loro uso nella relazione di progetto.

Per i sistemi solari ad acqua, la temperatura massima dell'acqua di mandata ai terminali dell'impianto di riscaldamento, non dovrà essere superiore a 50°C.

Certificazioni di Istituti accreditati dall'Unione Europea per le prestazioni dei componenti.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovrà risultare il soddisfacimento delle suddette condizioni.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/09/2008):

UNI 5364 "Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo";

UNI EN ISO 9488 "Energia solare – Vocabolario";

UNI 8211 "Impianti di riscaldamento ad energia solare. Terminologia, funzioni, requisiti e parametri per l'integrazione negli edifici";

UNI 9711 "Impianti termici utilizzando energia solare. Dati per l'offerta, ordinazione e collaudo";

UNI 8477-2 "Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione degli apporti ottenibili mediante sistemi attivi o passivi".

UNI EN 832 "Prestazione termica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento. Edifici residenziali";

UNI 10349 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici".

UNI 10379 "Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo e verifica";

UNI/TS 11300-1. "Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale";

UNI EN ISO 13790. "Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento".

DPR 412/93 "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 legge 9 gennaio 1991, n. 10" e successive integrazioni;

Articolo 58 del Regolamento Edilizio della Città di Torino.

Articolo 39 bis del Regolamento Edilizio della Città di Torino.

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 5 punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

Controllo in sito.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

miglioramento del benessere igrotermico degli ambienti confinati in condizioni di surriscaldamento, tramite sistemi basati prevalentemente su risorse naturali e quindi con ridotta emissione di inquinanti climalteranti e privi di effetti tossico-nocivi.

Campo di applicazione:

progettazione di sistemi alternativi e/o integrativi agli impianti di climatizzazione estiva.

Destinazioni d'uso interessate:

tutte tranne gli edifici a tipologia:

E.4 Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili

E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;

E.6 Edifici adibiti ad attività sportive

E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", ad esclusione degli ambienti di tale tipologia destinati esclusivamente ad uffici o assimilati.

Requisito:

Il fabbisogno di raffrescamento dell'edificio deve essere soddisfatto o, quantomeno, ridotto, utilizzando una tecnica di raffrescamento ventilativo naturale della massa termica interna, attivato per convezione tra le superfici e flussi d'aria naturali (vento ed effetto camino), quando la temperatura dell'aria esterna è inferiore a quella interna.

La ventilazione naturale degli ambienti dovrà essere governata da un sistema automatico di gestione della movimentazione delle aperture.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

La verifica del soddisfacimento del requisito, in fase di progettazione, è effettuata applicando, alla soluzione progettuale prospettata, il programma di calcolo EcoWind, accessibile dalla sezione dedicata all'edilizia privata del sito internet del Comune di Torino.

Nell'ambito della relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovrà risultare il soddisfacimento delle suddette condizioni, con tavole grafiche (piante, sezioni) idonee a comprendere il funzionamento del sistema di ventilazione naturale (perimetrazione delle zone di calcolo, sequenza degli ambienti interessati dal sistema di ventilazione naturale, sezioni nette delle aperture e loro modalità di movimentazione).

Dovranno inoltre essere allegate le stratigrafie e il calcolo delle relative trasmittanze termiche e capacità termiche effettive delle partizioni verticali e orizzontali, esterne ed interne dell'edificio.

Si richiede inoltre uno schema funzionale dell'impianto e le schede tecniche relative ai sistemi automatici di movimentazione dei serramenti esterni necessari per il funzionamento del sistema.

Dovrà infine essere allegata la relazione di calcolo prodotta dal software Eco Wind.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/09/2008):

UNI 10349 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici";

UNI 10339 "Impianti aerulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura";

UNI/TS 11300-1. "Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale";

UNI EN ISO 13790. "Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento";

UNI EN 15242. "Ventilazione degli edifici. Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni".

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

3 punti se è previsto un sistema di raffrescamento ventilativo naturale della massa termica interna, tale da coprire almeno il 40% del fabbisogno di raffrescamento annuale.

5 punti se è previsto un sistema di raffrescamento ventilativo naturale della massa termica interna, tale da coprire almeno il 70% del fabbisogno di raffrescamento annuale.

6 punti se è previsto un sistema di raffrescamento ventilativo naturale della massa termica interna, tale da coprire almeno il 90% del fabbisogno di raffrescamento annuale.

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

controllo in sito di conformità dell'intervento (tipologia, collocazione e dimensionamento delle aperture; caratteristiche termofisiche, dimensionamento e collocazione della massa termica interna) alle prescrizioni del progetto; comparazione tra il consumo di elettricità relativo all'impianto di condizionamento, se presente, con quello riferibile alle condizioni precedenti all'intervento o di edificio analogo di riferimento.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

miglioramento della qualità igienico - ambientale interna alle costruzioni; riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento ambientale; tale obiettivo si raggiunge mediante una ventilazione meccanica controllata che permette di ottenere una migliore qualità dell'aria interna e una riduzione dei consumi energetici nel periodo invernale connessa alla eliminazione della necessità di ventilare gli ambienti mediante l'apertura delle finestre.

Campo di applicazione:

progettazione dell'impianto termico dell'edificio.

Destinazioni d'uso interessate:

E.1(1) limitatamente alle abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali;

E.1(2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili.

Requisito:

Presenza dell'impianto di ventilazione meccanica controllata. Le tipologie di impianti ammessi sono le seguenti:

- Impianto di ventilazione meccanica controllata a semplice flusso con ingressi ed estrazioni aria igroregolati;
- Impianto di ventilazione meccanica controllata a doppio flusso con recuperatore di calore statico.

Gli impianti dovranno essere dimensionati per garantire le portate minime di aria esterna e di estrazione indicate dalla norma UNI 10339. Il rendimento del recuperatore di calore dovrà essere certificato secondo la normativa Eurovent.

Non sono ammessi all'incentivo gli impianti di ventilazione meccanica installati per la sola ventilazione di servizi igienici o che non garantiscano la ventilazione meccanica di tutti gli ambienti riscaldati dell'edificio.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovrà risultare la presenza dell'impianto di ventilazione meccanica controllata con elencazione delle principali caratteristiche tecniche ed elaborati grafici progettuali relativi all'impianto.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/09/2008):

UNI 10339 "Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'ordine e la fornitura";

UNI EN 12097 "Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte";

UNI EN 13465 "Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici residenziali".

UNI EN 308 "Scambiatori di calore - Procedimenti di prova per stabilire le prestazioni dei recuperatori di calore aria/aria e aria/gas".

DPR 412/93 "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 legge 9 gennaio 1991, n. 10" e successive integrazioni.

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

Impianto di ventilazione meccanica controllata a semplice flusso con ingressi ed estrazioni aria igroregolati: se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 5 punti;

Impianto di ventilazione meccanica controllata a doppio flusso con recuperatore di calore statico condominiale con $\eta > 50\%$: se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 7 punti;

Impianto di ventilazione meccanica controllata a doppio flusso con recuperatori di calore statici individuali (uno per ogni unità immobiliare) con $\eta > 75\%$: se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 9 punti;

Impianto di ventilazione meccanica controllata a doppio flusso con recuperatore di calore statico condominiale con $\eta > 70\%$: se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 9 punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

Controlli in sito sull'effettiva presenza e funzionamento dell'impianto di ventilazione meccanica controllata.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

miglioramento della qualità igienico - ambientale interna alle costruzioni; contenimento delle risorse energetiche dedicate al riscaldamento e raffrescamento degli ambienti.

Campo di applicazione:

progettazione dell'impianto termotecnico; uso di sistemi radianti: pannelli radianti integrati nei pavimenti, nelle pareti o nei soffitti dei locali da climatizzare che sfruttano l'effetto radiativo di grandi superfici di scambio permettendo di lavorare con temperature dell'acqua più basse in inverno e più alte in estate con notevole aumento dell'efficienza dell'impianto di riscaldamento e raffrescamento.

Destinazioni d'uso interessate:

Tutte tranne la categoria E.5; per la categoria E.6(1) - piscine, saune e assimilabili - non si considera la superficie delle vasche per la definizione della superficie totale climatizzata.

Requisito:

almeno il 90% della superficie dei locali climatizzati deve essere dotata esclusivamente di sistemi radianti.

Il sistema radiante dovrà essere alimentato, in fase di riscaldamento ambienti, da acqua con temperatura massima di 50°C.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione di calcolo e del progetto dell'impianto di riscaldamento e/o di raffrescamento relativa alla vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici dovrà risultare verificato il requisito inerente la superficie dei locali dotati di sistemi radianti:

Sup. LOCALI CLIMATIZZATI DOTATI DI SISTEMI RADIANTI > 90% superficie totale climatizzata

Ai fini della verifica si considerano le superfici nette dei locali.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/09/2008):

UNI EN 1264-1 " Riscaldamento a pavimento. Impianti e componenti. Definizioni e simboli";

UNI EN 1264-2 " Riscaldamento a pavimento. Impianti e componenti. Determinazione della potenza termica";

UNI EN 1264-3 " Riscaldamento a pavimento. Impianti e componenti. Dimensionamento";

UNI EN 1264-4 " Riscaldamento a pavimento. Impianti e componenti. Installazione".

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 3 punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio): Controllo in sito durante il periodo di riscaldamento.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Risparmio energetico e ritenzione del calore.

Obiettivo:

miglioramento dell'efficienza globale dell'impianto di riscaldamento degli ambienti e dell'acqua calda sanitaria, dal punto di vista dei rendimenti energetici, delle emissioni di inquinanti e dei costi di gestione.

Campo di applicazione:

progettazione dell'impianto di riscaldamento, ai sensi della vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici.

Destinazioni d'uso interessate:

E.1(1) - abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo e E.1(2) - abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria con fino a 4 unità abitative.

Requisito:

Presenza di impianto di riscaldamento centralizzato, per il riscaldamento ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria, con sistema di distribuzione a zone, che permetta termoregolazione e contabilizzazione separata per ciascuna unità immobiliare.

presenza di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione relativa alla vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici, dovrà risultare la verifica del requisito.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/09/2008):

UNI EN 1434 "Contatori di calore".

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 1 punto.

Metodologia di controllo:

controllo in sito.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Risparmio energetico e ritenzione del calore.

Obiettivo:

miglioramento dell'efficienza di produzione del calore e del freddo, al fine del contenimento delle risorse energetiche dedicate al riscaldamento e al condizionamento degli ambienti.

Campo di applicazione:

progettazione dell'impianto per la climatizzazione degli ambienti; uso di pompe di calore elettriche o ad assorbimento ad alta efficienza energetica, che garantiscano un rendimento energetico superiore alle usuali caldaie e una minore emissione di sostanze inquinanti; adozione di una bassa temperatura di mandata dell'impianto di riscaldamento.

Destinazioni d'uso interessate:

tutte tranne E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", ad esclusione degli ambienti di tale tipologia destinati esclusivamente ad uffici o assimilati.

Requisito:

Adozione di pompe di calore per il riscaldamento (ed eventualmente anche per condizionamento e preparazione acqua calda sanitaria) con caratteristiche di rendimento energetico uguali o superiori ai valori minimi sotto riportati:

Valori minimi del coefficiente di prestazione (COP) per pompe di calore elettriche

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	COP	
			2008-2009	2010
<i>aria/aria</i>	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entr.: 15	3,8	3,9
<i>aria/acqua</i>	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,9	4,1
<i>salamoia/aria</i>	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entr.: 15	4,0	4,3
<i>salamoia/acqua</i>	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,0	4,3
<i>acqua/aria</i>	Temperatura entrata: 15 Temperatura uscita: 12	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido entrata: 15	4,3	4,7
<i>acqua/acqua</i>	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,4	5,1

La prestazione deve essere misurata in conformità alla norma **UNI EN 14511:2004**. Al momento della prova la pompa di calore deve funzionare a pieno regime, nelle condizioni indicate nella tabella.

Valori minimi dell'indice di efficienza energetica (EER) per pompe di calore elettriche

<i>Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno</i>	<i>Ambiente esterno [°C]</i>	<i>Ambiente interno [°C]</i>	<i>EER</i>	<i>EER</i>
			<i>2008-2009</i>	<i>2010</i>
<i>aria/aria</i>	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	3,3	3,4
<i>aria/acqua</i>	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	3,4	3,8
<i>salamoia/aria</i>	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	4,2	4,4
<i>salamoia/acqua</i>	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,2	4,4
<i>acqua/aria</i>	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	4,2	4,4
<i>acqua/acqua</i>	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,6	5,1

La prestazione deve essere misurata in conformità alla norma **UNI EN 14511:2004**. Al momento della prova la pompa di calore deve funzionare a pieno regime, nelle condizioni indicate nella tabella.

Valori minimi del coefficiente di prestazione (COP) per pompe di calore a gas

<i>Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno</i>	<i>Ambiente esterno [°C]</i>	<i>Ambiente interno [°C] (*)</i>	<i>COP</i>	<i>COP</i>
			<i>2008-2009</i>	<i>2010</i>
<i>aria/aria</i>	<i>Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6</i>	<i>Bulbo secco all'entrata: 20 °C</i>	<i>1,42</i>	<i>1,46</i>
<i>aria/acqua</i>	<i>Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6</i>	<i>Temperatura all'entrata: 30 °C (*)</i>	<i>1,34</i>	<i>1,38</i>
<i>salamoia/aria</i>	<i>Temperatura entrata: 0</i>	<i>Bulbo secco all'entrata: 20 °C</i>	<i>1,55</i>	<i>1,59</i>
<i>salamoia/acqua</i>	<i>Temperatura entrata: 0</i>	<i>Temperatura all'entrata: 30 °C (*)</i>	<i>1,44</i>	<i>1,47</i>
<i>acqua/aria</i>	<i>Temperatura entrata: 10</i>	<i>Bulbo secco all'entrata: 20 °C</i>	<i>1,57</i>	<i>1,60</i>
<i>acqua/acqua</i>	<i>Temperatura entrata: 10</i>	<i>Temperatura all'entrata: 30 °C (*)</i>	<i>1,52</i>	<i>1,56</i>

La prestazione deve essere misurata in conformità alle norme:

EN 12309-2:2000: *per quanto riguarda le pompe di calore a gas ad assorbimento (valori di prova sul p.c.i.)*

EN 14511: 2004 *per quanto riguarda le pompe di calore a gas a motore endotermico*

Al momento della prova le pompe di calore devono funzionare a pieno regime, nelle condizioni indicate nella tabella.

Per le pompe di calore a gas endotermiche non essendoci una norma specifica, si procede in base alla EN 14511, utilizzando il rapporto di trasformazione primario - elettrico = 0,4.

() Δt : pompe di calore ad assorbimento 30-40°C - pompe di calore a motore endotermico 30-35°C*

*Valori minimi dell'indice di efficienza energetica (EER) per pompe di calore a gas è pari a **0,6** per tutte le tipologie*

Il requisito si intende rispettato soltanto se la pompa di calore viene installata in un edificio che soddisfa contemporaneamente il requisito n. 1 relativo all'isolamento termico dell'involucro edilizio.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione relativa alla vigente normativa inerente il rendimento energetico degli edifici, dovrà risultare la presenza delle apparecchiature ad alto rendimento oggetto del presente requisito e tali apparecchiature dovranno rispettare i rendimenti energetici minimi indicati dalle precedenti tabelle.

Tali prestazioni dovranno essere certificate dal produttore nel rispetto dei parametri di misura indicati dalle norme di riferimento.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/10/2007):

UNI 10963 "Condizionatori d'aria, refrigeratori d'acqua e pompe di calore - Determinazione delle prestazioni a potenza ridotta".

UNI 11135 "Condizionatori d'aria, refrigeratori d'acqua e pompe di calore - Calcolo dell'efficienza stagionale".

UNI EN 12309-2 "Apparecchi di climatizzazione e/o pompe di calore ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Utilizzazione razionale dell'energia".

UNI EN 14511-1 "Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffreddamento - Parte 1: Termini e definizioni".

UNI EN 14511-2 "Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffreddamento - Parte 2: Condizioni di prova".

UNI EN 14511-3 "Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffreddamento - Parte 3: Metodi di prova".

UNI EN 14511-4 "Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffreddamento - Parte 4: Requisiti".

UNI ENV 12102 "Condizionatori, pompe di calore e deumidificatori con compressori azionati elettricamente - Misurazione del rumore aereo - Determinazione del livello di potenza sonora".

Punteggio acquisibile per soddisfacimento requisito:

se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 5 punti;

nel caso in cui si adottino pompe di calore elettriche e se nell'edificio è presente un sistema solare fotovoltaico dimensionato in modo da garantire almeno la copertura, su base annuale, dei consumi elettrici della pompa di calore, il punteggio acquisibile è di 8 punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

Controllo in sito

APPENDICE - TABELLA 1 – RIFERIMENTI NORMATIVI

ART	RIFERIMENTO NORMATIVO
Art. 1	Articolo 7, comma 1 della Legge Regionale 28 Maggio 2007 n. 13.
Art. 2	Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento della Regione Piemonte – DCR 98-1247 dell’11 Gennaio 2007 - e relative all’obbligo di isolamento termico delle pareti perimetrali contenenti una camera d’aria in occasione di ritinteggiatura - Schede Serie E lettera A)
Art. 3	Art. 2, comma 5, lettera c) e d) della Legge Regionale 28 Maggio 2007 n. 13 e all’art. 3, comma 3, lettera b) e c) bis del Decreto Legislativo 19 Agosto 2005 n.192, come integrato dal Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006 n. 311
Art. 4	Comma 4, lettera f) dell’Allegato I del Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006 n. 311. Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento della Regione Piemonte – DCR 98-1247 – Punto 1.3.1.1
Art. 5	Comma 14 dell’Allegato I del Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006 n. 311 Comma 3, art. 19 della Legge Regionale 28 Maggio 2007 n. 13.
Art. 6	Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento della Regione Piemonte – DCR 98-1247 – Schede serie E lettera A)
Art. 8	Art. 1, comma 289, L. 24/12/07 n. 244. Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2008)
Art. 8 bis	Art. 1, comma 288, L. 24/12/07 n. 244. Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2008)
Art. 9	Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento della Regione Piemonte – DCR 98-1247 relativamente al comma a): Schede serie E dello Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento della Regione Piemonte – DCR 98-1247 dell’11 Gennaio 2007, e al comma 2, lettera c) dell’Allegato I del Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006 n. 311 relativamente al comma b): Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento della Regione Piemonte – DCR 98-1247 – Allegato 3 lettera b) Comma 9, lettera b) dell’Allegato I del Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006 n. 311 relativamente al comma c): Art. 20 della Legge Regionale 28 Maggio 2007 n. 13

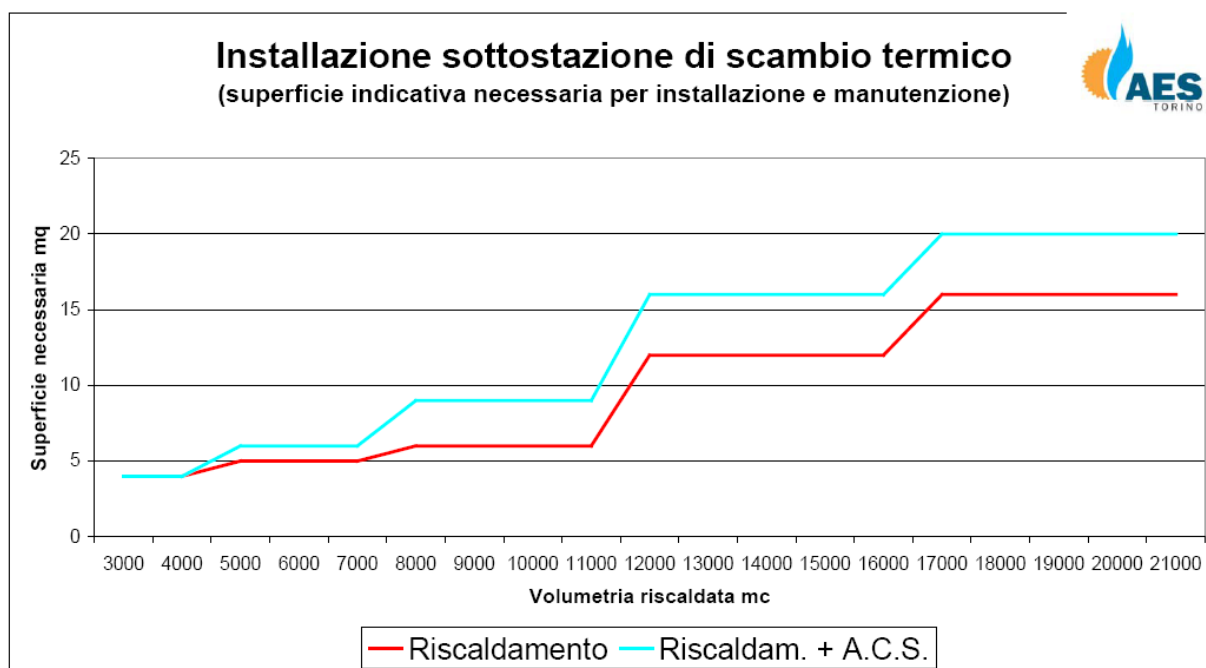
Nota. Nella sezione dedicata all’edilizia privata del sito internet del Comune di Torino saranno riportati periodicamente gli aggiornamenti alle norme in vigore.

APPENDICE - TABELLA 2 – SUPERFICIE INDICATIVA NECESSARIA PER INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE SOTTOSTAZIONE DI SCAMBIO TERMICO PER L'ALLACCIAMENTO DI STABILI ALLA RETE DI TELERISCALDAMENTO

Si riporta di seguito (Tabella A) la superficie indicativa necessaria per l'installazione e la manutenzione di una sottostazione di scambio termico necessaria per l'allacciamento di un edificio alla rete di teleriscaldamento.

Per ottenere informazioni relative alla possibilità di allacciare la propria abitazione alla rete di teleriscaldamento occorre contattare il Numero Verde dell'Ufficio Commerciale Teleriscaldamento di AEM: 800 255 533

Tabella A.



Per volumetrie riscaldate maggiori di 20.000 mc la superficie necessaria deve essere valutata caso per caso.

APPENDICE - TABELLA 3 - DIMENSIONI MINIME DEL LOCALE TECNICO NECESSARIO ALLA PREDISPOSIZIONE PER IMPIANTO CENTRALIZZATO DI RAFFRESCAMENTO

Nella seguente tabella (tabella B) sono indicate le dimensioni minime del locale tecnico necessario alla predisposizione per l'installazione di un impianto centralizzato di raffrescamento

TABELLA B - Dimensioni minime locale tecnico				
Superficie SUL [m²]	Altezza minima [m]	Larghezza minima [m]	Lunghezza minima [m]	Area minima [m²]
1000>SUL≤2000	2.8	3.5	7	25
2000<SUL≤3000	2.8	3.5	8	28
3000<SUL≤5000	2.8	3.5	9	32
5000<SUL≤8000	3	4	10	40
8000<SUL≤11000	3.3	4	11	44
SUL > 11000	3.6	5	12	60

Nella seguente tabella (tabella C) sono indicate le dimensioni e il peso di riferimento dell'apparecchiatura monoblocco che dovrà potersi installare nel suddetto locale tecnico.

TABELLA C - Dimensioni minime e massa di riferimento dell'apparecchiatura				
Superficie SUL [m²]	Altezza minima [m]	Larghezza minima [m]	Lunghezza minima [m]	Peso indicativo [Kg]
1000>SUL≤2000	2.5	1.1	3	3000
2000<SUL≤3000	2.8	1.2	3.8	5000
3000<SUL≤5000	2.8	1.3	4.2	7000
5000<SUL≤8000	2.8	1.5	4.8	10000
8000<SUL≤11000	2.8	1.6	5.8	14000
SUL > 11000	3	1.8	6	20000

APPENDICE - TABELLA 4 - DIMENSIONI MINIME DEI CAVEDI RELATIVI ALLE OPERE DI PREDISPOSIZIONE ALL'UTILIZZO DEGLI IMPIANTI DI RAFFRESCAMENTO CENTRALIZZATI

Nella seguente tabella (tabella D) sono indicate le superfici minime e la dimensione del lato minimo dei cavedi impiantistici da prevedere in relazione all'articolo 7, comma 3, dell'Allegato Energetico Ambientale al Regolamento Edilizio della Città di Torino.

TABELLA D - Dimensioni minime cavedi impiantistici per passaggio tubazioni impianto di raffrescamento centralizzato		
Superficie SUL [m²]	Area cavedio [cm²]	Lato minimo cavedio [cm]
SUL < 200	6600	40
200 ≤ SUL < 500	7200	40
500 ≤ SUL < 1000	8000	40
1000 ≤ SUL < 1500	8550	45
1500 ≤ SUL < 2000	9000	45
2000 ≤ SUL < 2500	9200	45
2500 ≤ SUL < 3000	9500	50
3000 ≤ SUL < 3500	10000	50
3500 ≤ SUL < 4000	10000	50
4000 ≤ SUL < 4500	10050	50
4500 ≤ SUL < 5000	10700	55
SUL > 5000	10700	55

APPENDICE – LINEE GUIDA E CONSIGLI PROGETTUALI

Un corretto approccio al risparmio energetico nel settore edilizio deve prevedere l'analisi dell'intero sistema costituito dall'edificio e dagli impianti tecnologici ad esso correlati. Dal punto di vista dei consumi energetici, tale sistema può essere così rappresentato:

- ❑ l'involucro edilizio (pareti esterne verticali, infissi esterni, copertura, interfaccia con il terreno o gli spazi interrati);
- ❑ l'impianto di riscaldamento;
- ❑ l'impianto di condizionamento o di climatizzazione;
- ❑ l'impianto per la produzione e distribuzione dell'acqua calda sanitaria;
- ❑ l'impianto elettrico, e in particolare, di illuminazione;
- ❑ le apparecchiature elettriche di servizio (della cucina, di lavoro, ecc.);
- ❑ l'effetto del comportamento degli utenti della struttura.

Al fine di massimizzare l'efficacia derivante dall'implementazione delle soluzioni per il risparmio energetico e per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili di energia, 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 tratterebbe, quindi 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, ecc.);
- ❑ ottimizzazione energetica dell'involucro edilizio;
- ❑ installazione di sistemi impiantistici (riscaldamento, climatizzazione, acqua calda sanitaria, ecc.) ad elevata efficienza energetica;
- ❑ installazione di sistemi impiantistici per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili di energia (solare termico, fotovoltaico, biomassa, ecc.).
- ❑ pianificazione di idonee azioni di manutenzione programmata e migliorativa dell'edificio e dei suoi impianti.

Di seguito verranno indicati alcuni consigli progettuali, correlati ad alcune delle opportunità sopra elencate, in riferimento ai requisiti volontari proposti all'interno dell'Allegato Energetico Ambientale al Regolamento Edilizio.

Isolamento termico dell'involucro edilizio:

Le dispersioni di calore attraverso l'involucro edilizio possono essere ridotte adottando componenti (opachi e vetrati) a bassa trasmittanza termica e riducendo al massimo le dispersioni attraverso eventuali ponti termici.

Per quanto riguarda i componenti di involucro opachi, i fattori da prendere in considerazione sono:

- ❑ definizione di una strategia complessiva di isolamento termico (isolamento concentrato o ripartito, struttura leggera o pesante, facciata ventilata tradizionale, facciata ventilata "attiva", copertura ventilata, ecc.);

- ❑ scelta del materiale isolante e del relativo spessore, tenendo conto delle caratteristiche di conduttività termica, permeabilità al vapore, comportamento meccanico (resistenza e deformazione sotto carico), compatibilità ambientale (in termini di emissioni di prodotti volatili e fibre, possibilità di smaltimento, ecc.);
- ❑ posizionamento degli strati isolanti e della eventuale barriera al vapore ai fini della verifica di condensa interstiziale;
- ❑ comportamento del componente in regime termico variabile nel tempo ("inerzia termica"), in relazione al profilo di utilizzazione dell'edificio (continuo o discontinuo), alla tipologia di impianto termico (a radiatori, a pannelli radianti, a ventilconvettori, a tutt'aria, ecc.) e alle logiche di regolazione (riscaldamento continuo, riscaldamento con attenuazione notturna, riscaldamento discontinuo con spegnimento notturno, ecc.).

Per quanto riguarda i componenti vetrati, i fattori da prendere in considerazione sono:

- ❑ trasmittanza termica della vetratura: evoluzione dal vetro camera ordinario al vetro camera basso-emissivo, vetrate speciali (con intercapedini d'aria multiple realizzate con pellicole, con intercapedine riempita con gas a bassa conduttività, con materiali isolanti trasparenti, ecc.);
- ❑ trasmittanza termica del telaio: le diverse prestazioni del telaio metallico senza e con taglio termico, in PVC, in legno, in materiali misti;
- ❑ isolamento termico del cassonetto porta-avvolgibile ed eventuale apposizione di prese d'aria per ventilazione naturale o meccanizzata;
- ❑ riduzione dei ponti termici esistenti a livello di interfaccia tra serramento ed involucro edilizio;
- ❑ caratteristiche dei sistemi di oscuramento e degli schermi operabili.

Particolare attenzione dovrà inoltre essere prestata a:

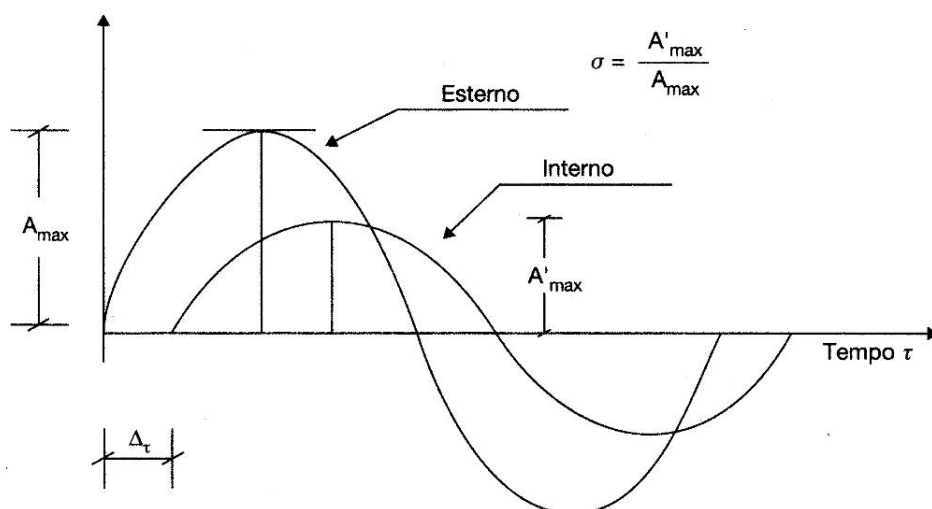
- ❑ caratteristiche di fonoisolamento del serramento;
- ❑ caratteristiche di permeabilità all'aria;
- ❑ proprietà ottiche del vetro, nei confronti dell'illuminazione naturale.

Inerzia termica dell'involucro edilizio:

Nell'analizzare il bilancio termico di un edificio, allorché si considera la temperatura esterna costante, si ipotizza di operare in *regime stazionario*. In realtà la temperatura esterna può variare sensibilmente anche nell'arco della stessa giornata per effetto dell'irraggiamento solare: normalmente il sistema edificio-impianto si trova quindi ad operare in *regime variabile*.

Per valutare il comportamento di un edificio in regime variabile non è più sufficiente riferirsi alla sola trasmittanza termica delle pareti, ma occorre introdurre il concetto *d'inerzia termica* ovvero della capacità di accumulare calore (capacità termica C) e quindi di attenuare e ritardare gli effetti delle variazioni di temperatura esterna.

Se si rappresenta schematicamente l'andamento della variazione della temperatura sulla faccia esterna di una parete con una sinusoide (onda termica), gli effetti dell'inerzia termica di una struttura possono essere rappresentati con l'attenuazione e lo sfasamento temporale delle variazioni di temperatura che si verificano sulla faccia interna della parete stessa, in corrispondenza delle variazioni di temperatura che si manifestano sulla faccia esterna.



Attenuazione e sfasamento dell'onda termica per effetto dell'inerzia termica di una parete

Mentre la diminuzione della trasmittanza termica limita la quantità di calore che attraversa una parete, l'incremento dell'inerzia termica ha quindi due effetti:

- ❑ riduce il rapporto σ fra l'ampiezza dell'oscillazione della temperatura interna $A'_{\max}$ e l'ampiezza dell'oscillazione della temperatura esterna $A_{\max}$ (attenuazione o smorzamento);
- ❑ aumenta l'intervallo di tempo $\Delta\tau$ con cui si manifestano all'interno le variazioni della temperatura esterna (ritardo o sfasamento dell'onda termica).

I suddetti parametri sono fondamentali al fine di giudicare l'efficacia di una struttura ad opporsi alle variazioni climatiche esterne e quindi il tener conto dei loro effetti diviene indispensabile per poter progettare componenti in grado di assicurare condizioni di benessere con il minimo dispendio energetico. Lo smorzamento e il ritardo dell'onda termica non sono definibili con formule di calcolo semplici per componenti multistrato; essi dipendono in modo complesso dalla suddetta capacità di accumulo termico di ciascun componente (a sua volta funzione della conducibilità, del peso specifico e del calore specifico), dalla sua resistenza termica e infine dalla disposizione degli strati, con particolare riferimento alla posizione dell'eventuale strato isolante.

Si osserva peraltro che una parete ben isolata (bassa trasmittanza termica e bassa capacità di accumulo) è caratterizzata da uno smorzamento elevato, mentre ritardi sensibili sono propri di pareti pesanti (alta capacità di accumulo e alta trasmittanza termica).

Generalmente elevati valori di smorzamento e di ritardo dell'onda termica non sono compresenti in uno stesso materiale, poiché in genere i materiali isolanti hanno bassa densità (e quindi bassa capacità termica) e viceversa i materiali con elevata densità, per questo la scelta dell'accoppiamento di materiali aventi proprietà diverse si rende sempre necessaria.

La scelta della disposizione degli strati dipenderà poi dalle esigenze da soddisfare, e soprattutto dalla necessità che le soluzioni adottate non comportino il rischio elevato di formazione di condensa superficiale e/o interstiziale.

Per quanto concerne le sole prestazioni relative all'inerzia termica, il posizionamento dell'isolamento termico all'esterno della parete comporta il massimo sfruttamento dell'inerzia termica della stessa. Ciò è vantaggioso nei casi in cui si voglia massimizzare la capacità della parete di accumulare calore, magari in certe ore del giorno, per poi cederle in un momento successivo. Inoltre, una elevata inerzia termica permette di smorzare i picchi di temperatura che si possono avere nelle ore più calde del periodo estivo. Tale configurazione risulta ottimale per le destinazioni d'uso che

implicano l'occupazione degli ambienti lungo tutte le 24 ore, rendendo superflua, in molti casi, l'installazione di sistemi di raffrescamento alimentati da energia elettrica dal forte impatto ambientale.

Il posizionamento dell'isolamento termico sul lato interno della parete, invece, consente di rendere l'ambiente molto più "reattivo" nei confronti dei cambiamenti di temperatura. Questo può risultare vantaggioso per gli ambienti con occupazione saltuaria (locali ad uso diurno o sporadico) che possono essere riscaldati, o raffreddati, in breve tempo con l'attivazione dell'impianto di riscaldamento/raffrescamento (ad aria, con ventilconvettori).

L'isolamento termico e l'inerzia termica di una parete devono comunque risultare bilanciate in relazione alla destinazione d'uso dell'ambiente e del sistema impiantistico utilizzato per la sua climatizzazione.

Operativamente, la cosiddetta "costante di tempo" dell'impianto termico, dipendente dalla sua regolazione e dal tipo di terminale impiegato (pannello radiante, radiatore, ventilconvettore, ecc.) dovrebbe essere correttamente correlata alla "costante di tempo" delle parti edilizie, dipendente questa dalla capacità termica e dalla trasmittanza degli elementi costitutivi.

Coperture a verde

Negli ultimi anni si è riscontrato un continuo e progressivo interesse per la realizzazione di coperture impermeabilizzate a verde, in quanto le stesse sono risultate un valido strumento per raggiungere obiettivi di compensazione, mitigazione e miglioramento ambientale, sia a livello puntuale sia su scala territoriale.

Sono infatti evidenti i vantaggi compensativi delle coperture a verde laddove il costruito utilizza una parte di territorio, modificandolo permanentemente; così come la copertura a verde certamente ottiene un effetto di mitigazione dell'impatto ambientale conseguente alla costruzione di un edificio.

La scelta di utilizzare una copertura a verde è legata ad uno o più degli obiettivi seguenti:

- 1) fruibilità della copertura: realizzazione di uno spazio atto allo svolgimento di attività all'aperto. In questo caso le principali criticità sono legate alla precisa definizione del tipo di attività per una corretta valutazione dell'usura dello strato di vegetazione, dei carichi agenti su di esso e la conseguente intensità della manutenzione;
- 2) fruibilità visiva: realizzazione di un elemento avente valenza puramente architettonica e paesaggistica;
- 3) variazione delle prestazioni ambientali interne dell'edificio: deve essere data molta importanza al progetto prestazionale della copertura, in particolar modo per quanto riguarda quello termico ed acustico, per permettere ad essa di incrementare le prestazioni correnti;
- 4) variazioni delle condizioni di contesto ambientale esterno all'edificio: in relazione alla capacità della copertura a verde di assorbire polveri, di costituire un eventuale elemento di assorbimento acustico e di regolazione idrica e mitigazione della temperatura;
- 5) compensazione ambientale: capacità della copertura a verde e del sistema architettonico, intesi come un elemento ambientale complesso, di restituire integralmente o parzialmente le valenze che il sistema ambientale originario conferiva al contesto.

In fase progettuale, l'analisi del contesto permette di identificare, in maniera qualitativa, le variabili che possono influenzare, in particolare, la tipologia della vegetazione. Le specie vegetali risentono in maniera sensibile del contesto climatico.

La loro scelta deve quindi tenere conto delle caratteristiche del sito, come per esempio:

- ❑ radiazione solare per l'effetto luminoso e termico (temperatura media giornaliera dell'aria, escursione termica giornaliera, escursione termica annua);
- ❑ idrometeore (umidità, precipitazioni);
- ❑ atmosfera (composizione atmosferica, vento);

la cui conoscenza, valutata su un periodo di ritorno di almeno 20 anni, è necessaria per una corretta progettazione.

Gli elementi o strati primari di una copertura a verde sono:

- ❑ elemento portante;
- ❑ elemento di tenuta;
- ❑ elemento di protezione dall'azione delle radici (integrato o meno);
- ❑ elemento di protezione meccanica;
- ❑ elemento drenante;
- ❑ elemento di accumulo idrico;
- ❑ elemento filtrante;
- ❑ strato colturale;
- ❑ strato di vegetazione.

Nella norma UNI 11235 sono date le indicazioni per la progettazione degli elementi e degli strati maggiormente significativi.

Per la progettazione delle coperture a verde è necessario individuare in maniera corretta il carico permanente che deve essere valutato in relazione ai materiali componenti i singoli strati ed elementi e, a favore di sicurezza, al fatto che questi elementi possano essere completamente saturi di acqua.

La progettazione dello strato termoisolante della copertura a verde deve tenere conto dei seguenti elementi:

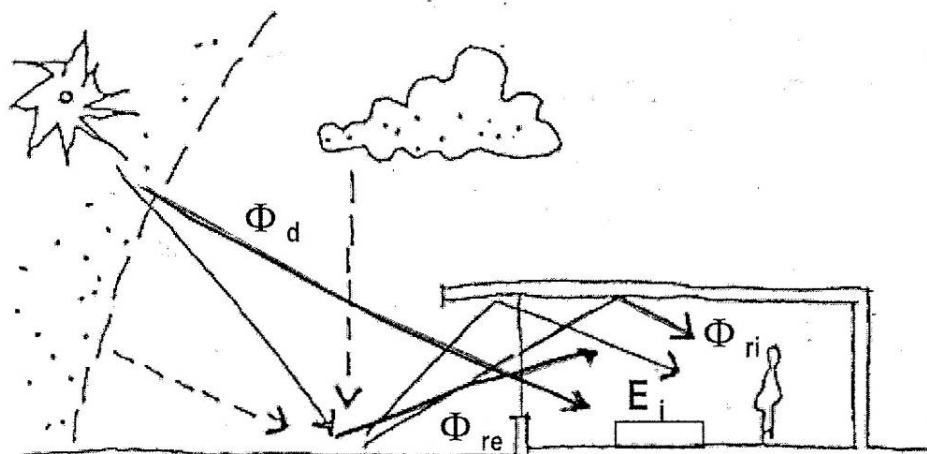
- ❑ la necessità di individuare in maniera corretta il carico permanente dovuto alla copertura a verde, agente sullo strato termoisolante, al fine di tenere conto delle deformazioni dello stesso e la riduzione del suo spessore con la conseguente diminuzione della resistenza termica;
- ❑ la necessità di considerare l'azione di microrganismi o radici, se lo strato di isolamento termico fosse esposto ad essi;
- ❑ nel caso in cui la copertura sia di tipo rovescio occorre garantire un'adeguata permeabilità al vapore tra lo strato termoisolante e gli elementi della stratificazione a verde.

Lo strato di separazione tra lo strato termoisolante e la stratificazione a verde superiore può essere costituito da membrane traspiranti o idrorepellenti e traspiranti (deve essere evitato l'impiego di materiali impermeabili al vapore); gli strati di separazione, come geotessili, che presentino capacità di accumulo idrico, non si possono utilizzare.

Illuminazione naturale – fattore di luce diurna

L'utilizzo di ampie superfici vetrate permette di ottenere alti livelli di illuminazione naturale. E' importante però dotarle di opportune schermature per evitare problemi di surriscaldamento estivo.

Le superfici vetrate devono essere disposte in modo da ridurre al minimo l'oscuramento dovuto ad edifici o altre ostruzioni esterne e in modo che l'apertura riceva luce direttamente dalla volta celeste.



L'illuminamento naturale in un punto di un ambiente interno E_i è determinato:

- dal flusso diretto proveniente dalle sorgenti primarie esterne Φ_d (sole e volta celeste);
- dal flusso luminoso riflesso proveniente dalle ostruzioni e dalle superfici esterne Φ_{re} (terreno, edifici adiacenti);
- dal flusso luminoso indiretto generato dalle riflessioni multiple che si verificano sulle superfici interne dell'ambiente Φ_{ri} .

$$E_i = E_d + E_{re} + E_{ri}$$

Il Fattore di Luce Diurna (FLD) è definibile come il rapporto:

$$E_i / E_{eh}$$

dove:

E_i = illuminamento in un punto interno all'ambiente;

E_{eh} = illuminamento su un piano orizzontale esterno, dovuto all'intera volta celeste, escludendo il contributo della radiazione solare diretta.

In pratica, il Fattore di Luce Diurna, espresso in percentuale, è il risultato della somma dei contributi delle componenti dell'illuminamento:

$$FLD [\%] = SC + ERC + IRC$$

dove:

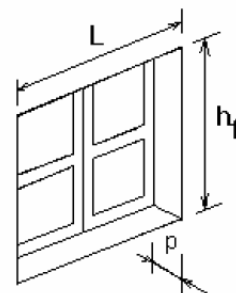
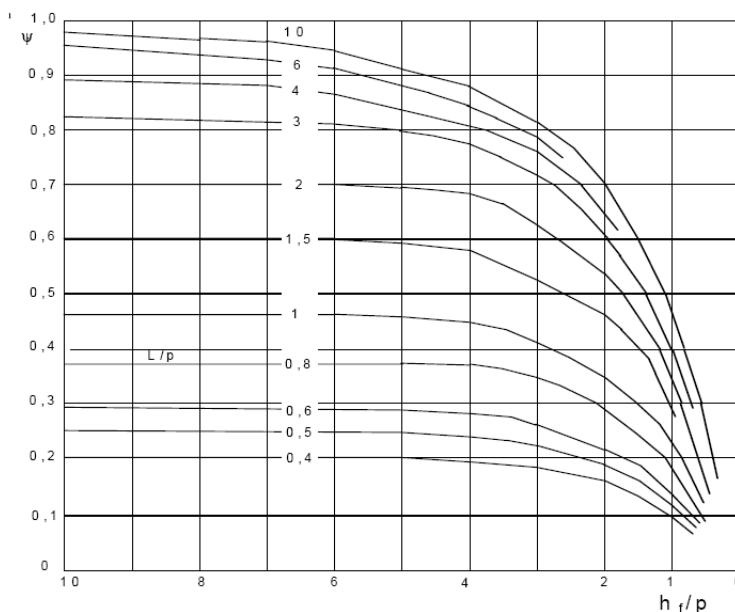
- $SC = E_d / E_{eh} =$ componente diretta;
- $ERC = E_{re} / E_{eh} =$ componente riflessa esternamente;
- $IRC = E_{ri} / E_{eh} =$ componente riflessa internamente.

Secondo la normativa italiana, il FLD è calcolabile con la seguente formula:

$$FLD_M = \frac{A_F * t * \varepsilon}{S_{TOT} * (1 - r_M)} \psi$$

per il calcolo corretto del Fattore di Luce Diurna si procede nel seguente modo:

- determinare il coefficiente di trasmissione luminosa del vetro t in funzione del tipo di vetro (vedi scheda relativa al requisito);
- calcolare la superficie vetrata della finestra A_F in funzione del tipo di telaio da installare;
- calcolare S_{TOT} come area delle superfici interne (pavimento, soffitto e pareti comprese le finestre) che delimitano lo spazio;
- calcolare r_M come media pesata dei coefficienti di riflessione delle singole superfici interne dello spazio (è importante utilizzare colori chiari per le superfici interne in modo da incrementare il contributo di illuminazione dovuto alla riflessione interna, si ritiene accettabile convenzionalmente un valore di 0,7 per superfici chiare);
- calcolare il coefficiente di riduzione del fattore finestra ψ previa determinazione dei rapporti h_f/p e di L/p .



ascisse: h_f / p

ordinate: ψ

curve: L / p

- individuare sull'asse delle ascisse del grafico il valore h_f/p ; quindi tracciare la retta verticale fino ad incontrare il punto di intersezione con la curva corrispondente al valore di L/p precedentemente determinato. Da quest'ultimo punto si traccia la retta orizzontale che individua sull'asse delle ordinate il valore del coefficiente di riduzione ψ ;

- ❑ calcolare il fattore finestra ε secondo il tipo di ostruzione eventualmente presente.

Al fine di ottimizzare la progettazione dell'illuminazione naturale, i fattori da considerare comprendono:

- ❑ la componente trasparente dell'involucro edilizio;
- ❑ la componente schermante dell'involucro edilizio;
- ❑ la componente di conduzione della luce (mediante appositi dispositivi come camini e guide di luce, in grado di assicurare la penetrazione della luce naturale anche all'interno di ambienti non direttamente dotati di finestre sull'esterno).

Tali fattori permettono, se considerati in modo organico:

- ❑ il controllo delle condizioni di luce in ambiente (illuminamento, uniformità di illuminamento, resa del contrasto e direzionalità della luce, resa cromatica);
- ❑ il controllo della radiazione solare diretta (abbagliamento);
- ❑ il controllo della luminanza delle superfici trasparenti (distribuzione delle luminanze in modo decrescente dall'alto verso il basso come ottimale per la percezione visiva);
- ❑ il controllo del colore della luce naturale in ambiente.

Tali parametri risultano fondamentali per ottenere un adeguato confort luminoso degli ambienti interni.

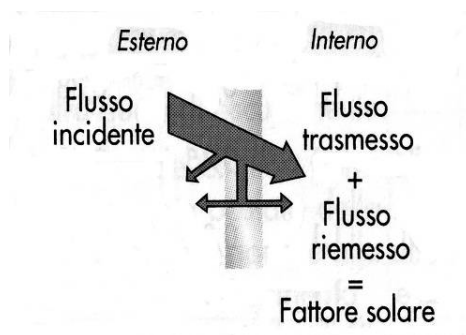
Per quanto concerne la componente trasparente dell'involucro edilizio, gli elementi vetrati si comportano come captatori della radiazione solare e contribuiscono in modo significativo al bilancio energetico dell'edificio nel riscaldamento invernale e nel raffrescamento estivo. L'energia scambiata è la somma del contributo imputabile alla conduzione, a causa della differenza di temperatura tra l'aria interna e l'aria esterna, e all'apporto della radiazione solare incidente. Il primo, rilevante nel periodo invernale a causa della maggiore differenza di temperatura tra l'aria interna e l'aria esterna, deve essere sempre ridotto al minimo, mentre il secondo rappresenta un guadagno energetico in inverno e un carico da eliminare in estate.

I principali fattori da considerare, ai fini di una corretta scelta dei sistemi di vetratura, sono:

- ❑ Il fattore di trasmissione luminosa T_l ;
- ❑ Il fattore solare g ;
- ❑ La trasmittanza termica U .

Il fattore di trasmissione luminosa T_l di un vetro, espresso in percentuale, rappresenta il rapporto tra il flusso luminoso trasmesso e il flusso luminoso incidente sulla superficie esterna del vetro.

Il fattore solare g , di una vetrata, espresso in percentuale, rappresenta il rapporto tra l'energia solare totale trasmessa nell'ambiente interno e l'energia solare incidente sulla superficie esterna della vetrata. Questa energia totale è, a sua volta, costituita dalla somma dell'energia solare introdotta nell'ambiente interno per trasmissione diretta e dell'energia ceduta dal vetro all'ambiente interno in seguito al suo riscaldamento per assorbimento energetico.



La trasmittanza termica U , espressa in $W/m^2 \text{ } ^\circ K$, indica la potenza termica dispersa dal sistema di vetratura, per ogni m^2 di superficie e per ogni grado di differenza di temperatura tra l'esterno e l'ambiente interno.

Si riportano di seguito alcuni valore indicativi relativi a diversi di superfici trasparenti di tipo vetrocamera, caratterizzati da diversi abbinamenti di lastre vetrate.

Sistema di vetratura			Spessore [mm]	T_v [%]	g [%]	U [$W/m^2 \text{ } ^\circ K$]	
n.	Vetro esterno	Vetro interno				aria	argon
1	Vetro chiaro	Vetro chiaro	6 (12) 6	79	72	2.8	2.6
2	Vetro chiaro	Vetro bassoemissivo	4 (16) 4	79	60	1.4	1.1
3	Vetro chiaro	Vetro bassoemissivo ad alte prestazioni	4 (16) 4	70	53	1.3	1
4	Vetro extra chiaro	Vetro bassoemissivo ad altissime prestazioni	4 (16) 4	80	75	1.5	1.3
5	Vetro colorato verde	Vetro chiaro	6 (12) 6	65	46	2.8	-
6	Vetro a controllo solare riflettente	Vetro chiaro	6 (12) 6	61	59	2.8	-
7	Vetro colorato verde	Vetro bassoemissivo ad alte prestazioni	6 (15) 6	63	39	-	1.1
8	Vetro a controllo solare riflettente	Vetro bassoemissivo ad alte prestazioni	6 (16) 6	59	49	-	1.1

In sintesi, queste tipologie possono essere così raggruppate:

- ❑ n. 1 – vetrocamera tradizionale;
- ❑ n. 2, 3, 4 – vetrocamera bassoemissivo per isolamento termico (livello di prestazione ottimo per il periodo invernale: alto fattore solare e bassa trasmittanza termica);
- ❑ n. 5, 6 – vetrocamera per controllo solare (livello di prestazioni buono per il periodo estivo: basso fattore solare);
- ❑ n. 7,8 – vetrocamera bassoemissivo a controllo solare (livello di prestazione ottimo per il periodo estivo e livello di prestazione buono per il periodo invernale: basso fattore solare e bassa trasmittanza termica).

Confrontando le diverse soluzioni, si possono effettuare le seguenti considerazioni:

- ❑ Nella stagione invernale i sistemi più efficienti sono le vetrate bassoemissive per isolamento termico, specialmente per l'esposizione Sud e sul piano orizzontale. Il confronto tra diverse

località evidenzia che al diminuire della disponibilità di energia solare, il parametro U assume un peso maggiore di g;

- ❑ Nella stagione di raffrescamento i sistemi più efficienti sono le vetrate bassoemissive per il controllo solare. Le prestazioni dipendono prevalentemente dal fattore solare g e poco dalla trasmittanza U. La peggiore esposizione è quella Orizzontale seguita nell'ordine da Est/Ovest, Sud e Nord.
- ❑ Considerando le condizioni climatiche di Torino, risulta ottimale l'utilizzo di un vetrocamera bassoemissivo a controllo solare (tipologie 7 e 8).

Ombreggiamento estivo e irraggiamento invernale delle superfici trasparenti

Al fine di minimizzare gli apporti solari estivi indesiderati, che possono causare situazioni di surriscaldamento degli ambienti interni, ma nello stesso tempo massimizzare gli apporti di calore da irraggiamento invernale, è necessario controllare:

- ❑ le ombre portate da ostacoli interni o esterni al lotto sull'area di edificazione ed in particolare sulle facciate e sulla copertura dell'edificio
- ❑ la posizione, la dimensione e le caratteristiche tecnologiche delle chiusure trasparenti;
- ❑ la posizione, la dimensione e le caratteristiche degli aggetti esterni dell'organismo edilizio e degli elementi di ombreggiamento esterni anche mobili (tende e schermi frangisole);
- ❑ la posizione, la dimensione e le caratteristiche di eventuali elementi di vegetazione interni al lotto

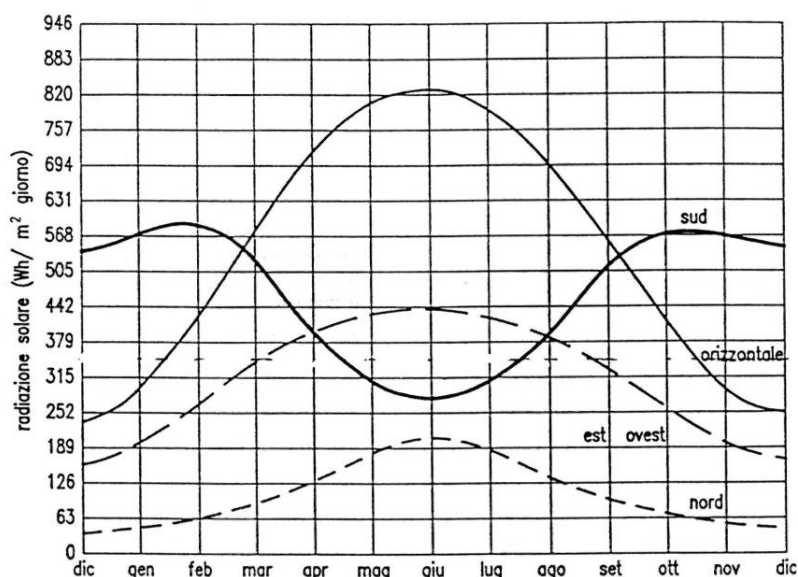
Per quanto riguarda i sistemi schermanti, le schermature si distinguono:

- ❑ dal punto di vista della geometria, in orizzontali e verticali;
- ❑ dal punto di vista della posizione, in esterne e interne;
- ❑ dal punto di vista della gestione, in fisse e operabili.

Le schermature orizzontali (a soletta o a doghe) sono efficaci se di dimensioni opportune e collocate sulla facciata Sud dell'edificio; in tal caso impediscono la penetrazione della radiazione diretta nelle ore centrali delle giornate estive, consentendo l'apporto solare invernale.

Le schermature verticali (a parete o a doghe) sono efficaci, invece, con orientamenti est e ovest. In particolare alla latitudine di Torino gli schermi verticali a parete (ad esempio, le fiancate di una loggia incassata) sono utili negli orientamenti S-SE e S-SW, mentre quelli a doghe (possibilmente ad inclinazione variabile) funzionano bene negli orientamenti SW-NW e SE-NE.

Particolare attenzione dovrà essere posta all'ombreggiamento delle superfici trasparenti poste sulla copertura, poiché nel periodo estivo la copertura risulta la porzione di involucro edilizio che riceve la massima quota di irraggiamento rispetto alle altre superfici (facciate verticali comunque esposte).



Apporto solare per superfici variamente orientate nell'arco dell'anno, alle nostre latitudini

Le schermature esterne sono molto più efficaci di quelle interne come strumento di controllo solare, in quanto respingono la radiazione solare prima che raggiunga la superficie del vetro, evitando che questo si riscaldi e si inneschi un microeffetto serra tra superficie dello schermo e vetro (come può accadere se lo schermo è interno).

Il re-irraggiamento nel campo dell'infrarosso, inoltre, prodotto dalla superficie dello schermo, quando riscaldata dai raggi solari (riducibile, ma mai annullabile, utilizzando superfici a bassa emissività), viene disperso se la posizione dello schermo è esterna, mentre contribuisce ad incrementare la temperatura dell'ambiente in cui è collocata la finestra, se lo schermo è posto all'interno.

Nella localizzazione degli edifici, il rapporto di confrontanza (in questo caso, il rapporto tra la distanza, tra la facciata est, sud ed ovest di un edificio e un ostacolo posto nel semicerchio d'orizzonte antistante, e l'altezza della facciata stessa), sia rispetto agli edifici esistenti, sia rispetto agli edifici in progetto (nel caso di complesso residenziale composto da più unità edilizie), deve essere tale da consentire un sufficiente irraggiamento dell'involucro edilizio nel periodo invernale.

Forma e tipi edilizi devono essere scelti in modo da garantire il soddisfacimento di tale requisito, evitando, nel caso di rientranze e aggetti, ombre proprie portate dall'edificio stesso sulle chiusure esterne trasparenti delle facciate irraggiate.

Per quanto riguarda la vegetazione, si dovrà porre particolare attenzione a non collocare essenze arboree sempreverdi nel semicerchio d'orizzonte antistante la facciata Sud dell'edificio. Nel caso di essenze caducifoglie, si dovrà considerare il periodo di caduta delle foglie, evitando essenze in cui questo si prolunghi fino ad inverno inoltrato.

Per quanto riguarda le superfici esterne degli edifici, il colore delle stesse ha un significato energetico in quanto correlato con il coefficiente di assorbimento e di emissione delle superfici stesse. Un basso coefficiente di emissione collegato ad un elevato coefficiente di assorbimento determina un comportamento passivo della parte che tende a riscaldarsi al sole e trasmette parte di questa energia termica verso l'interno. Anche la rugosità delle superfici esterne influenza lo scambio termico che diminuisce con il crescere della rugosità superficiale.

Apporti solari passivi e attivi per il riscaldamento degli ambienti con sistemi specifici di captazione dell'energia solare

I sistemi solari passivi sono composti da elementi tecnici dell'involucro edilizio che, oltre a svolgere funzioni non energetiche (come supporto strutturale, protezione, vista), forniscono un apporto termico gratuito aggiuntivo rispetto agli elementi tecnici ordinari, tramite il trasferimento, all'interno degli edifici, di calore generato per effetto serra (determinato dall'impiego combinato del vetro, di un volume d'aria e di superfici ad elevato coefficiente di assorbimento solare). Il trasferimento avviene per irraggiamento diretto attraverso il vetro, per conduzione attraverso le pareti, e per convezione, nel caso siano presenti aperture di ventilazione. In relazione al tipo prevalente di trasferimento del calore ed al circuito di distribuzione dell'aria (nel caso di sistemi convettivi), si differenziano sistemi ad incremento diretto, indiretto ed isolato. I principali tipi di sistemi solari passivi utilizzabili in edifici residenziali sono:

- ❑ serra a incremento diretto e ad accumulo;
- ❑ pareti solari ventilate (muro di Trombe - Michel);
- ❑ pareti opache con isolamento trasparente;
- ❑ pareti esterne ventilate.

In fase di progettazione è necessario tenere conto di possibili effetti di surriscaldamento: per ovviarvi, è necessario progettare in modo opportuno sistemi di oscuramento e di ventilazione manovrabili e variabili al variare delle caratteristiche meteorologiche. Sono anche da considerare le interazioni con i requisiti di illuminamento naturale.

I sistemi solari attivi sono composti da un subsistema di captazione, uno di distribuzione ed uno di accumulo. Il trasferimento del calore, generato dall'effetto serra prodotto dall'impiego combinato nell'elemento captante di vetro, intercapedine d'aria e superfici ad elevato coefficiente di assorbimento solare, avviene per convezione tramite un fluido termovettore, che può essere sia liquido (acqua o miscela acqua e antigelo), sia gassoso (aria).

La scelta tra sistemi solari ad aria e ad acqua deve essere effettuata in relazione al tipo d'uso finale del calore e alle caratteristiche temporali dell'utenza.

Un sistema solare attivo ad acqua è consigliabile nelle destinazioni d'uso residenziali permanenti, dove può essere associato all'utilizzo di acqua calda per usi igienico - sanitari e/o a sistemi di riscaldamento ad alta inerzia e bassa temperatura, quali i sistemi radianti, a pavimento, a soffitto o a parete.

Un sistema ad aria può essere utilizzato in destinazioni d'uso sia residenziali che terziarie. I sistemi ad aria richiedono minore manutenzione dei sistemi ad acqua ma al contempo posseggono una resa minore e richiedono maggiori spazi per posa pannelli e canalizzazioni.

I principali tipi di sistemi solari attivi utilizzabili in edifici residenziali sono:

- ❑ sistema a collettori piani e circolazione forzata (fluido termovettore: acqua o aria);
- ❑ sistemi con collettore sotto vuoto (fluido termovettore liquido)

Tecniche di raffrescamento naturale

La tecnica di raffrescamento ventilativo naturale della massa termica interna si basa sul meccanismo di dissipazione dell'energia accumulata, durante il periodo d'uso di un edificio con elevato carico endogeno, in elementi interni dell'edificio con massa termica idonea. La dissipazione avviene per scambio convettivo tra la superficie della massa e aria in movimento 'introdotta' dall'esterno ad una

temperatura inferiore a quella della superficie stessa. La posizione ottimale della massa è il soffitto, in quanto, tra le superfici interne di un ambiente confinato, è, insieme al pavimento, quella più estesa e 'riceve' naturalmente il calore prodotto durante l'uso; tale collocazione, tra l'altro, consente anche uno scambio termico radiativo tra soffitto e pavimento. La massa deve essere esposta all'aria e lo strato utile attivato nel meccanismo di dissipazione termica non supera, generalmente, lo spessore di 6 cm. Per soddisfare il requisito, la movimentazione dell'aria deve avvenire per forze naturali: vento o effetto camino. L'efficacia dello scambio convettivo dipende dalla portata d'aria che si riesce a innescare. Questa dipende dai seguenti fattori:

- ❑ sufficiente area netta delle aperture d'ingresso e di quelle di uscita dell'aria (la prima possibilmente inferiore o uguale alla seconda);
- ❑ posizione delle aperture d'ingresso dell'aria su facciate con pressione superficiale del vento positiva (con angolo di incidenza della direzione prevalente inferiore a 45°);
- ❑ posizione delle aperture di uscita dell'aria su facciate con pressione superficiale del vento negativa (con angolo di incidenza della direzione prevalente superiore a 45°);
- ❑ in caso di vento debole, sfruttamento dell'effetto camino, tramite sfalsamento verticale delle aperture d'ingresso (più in basso) rispetto a quelle di uscita dell'aria (più in alto);
- ❑ minimizzazione delle barriere interne ai flussi d'aria.

La capacità dissipativa del sistema, intesa come rapporto tra energia asportata – attraverso lo scambio convettivo tra superficie della massa e aria esterna e lo scambio radiativo tra soffitto e pavimento – e fabbisogno di raffreddamento determinato durante l'uso, dipende, oltre che dall'efficacia dello scambio sopra indicata, dalla capacità d'accumulo della massa esposta. Questa è funzione delle seguenti caratteristiche dell'elemento massivo individuato come idoneo alla dissipazione:

- ❑ calore specifico dei materiali caratteristici della stratigrafia ipotizzata;
- ❑ densità degli stessi materiali;
- ❑ volume della massa esposta.

Considerando che lo spessore 'efficace' della massa esposta non è superiore a 6 cm, il parametro dimensionale principale diviene l'estensione superficiale della massa stessa.

La verifica del grado di soddisfacimento del requisito si effettua, quindi, in due fasi:

- a) determinazione della quantità di calore che la massa esposta è in grado di dissipare, in rapporto al fabbisogno di raffreddamento;
- b) determinazione della portata d'aria da ventilazione naturale – combinando vento e effetto camino – che si è in grado d'innescare, in rapporto a quella necessaria per dissipare la totalità dell'energia accumulata nella massa esposta; una portata superiore a quella necessaria è inefficace e non contribuisce a diminuire il fabbisogno termico oltre alla quantità che la massa è in grado di accumulare.

Impianto di ventilazione meccanica controllata

Un impianto di ventilazione meccanica controllata, permette, nell'ambito civile, di ottenere innumerevoli vantaggi, tra i quali:

- ❑ riduzione delle dispersioni energetiche e miglioramento del confort igrotermico per l'assenza di repentine variazioni di temperatura degli ambienti, entrambi correlati all'apertura intermittente delle finestre;

- ❑ controllo di alcuni inquinanti immessi negli ambienti interni;
- ❑ limitazione dei rumori esterni che possono creare discomfort acustico;

Le tipologie di impianto integrabili, e le rispettive prestazioni sono essenzialmente riassumibili in tre varianti:

- ❑ a semplice flusso con prese d'aria autoregolabili per una portata d'aria costante;
- ❑ a semplice flusso con prese d'aria igroregolabili;
- ❑ a doppio flusso, con recupero del calore estratto dagli ambienti serviti.

La prima tipologia di sistemi è la più elementare, ma è sconsigliabile e quindi non incentivata, perché non minimizza in alcun modo le dispersioni energetiche del sistema di ventilazione.

La tipologia a semplice flusso con prese d'aria igroregolabili permette di regolare il flusso di aria entrante in funzione dell'umidità degli ambienti e della effettiva presenza di utenti.

Nel caso di impianti di ventilazione meccanica controllata a semplice flusso, le prese d'aria esterna (da integrare nella murature perimetrali o negli infissi esterni) dovrebbero essere del tipo a protezione acustica.

La tipologia a doppio flusso, con recupero del calore dall'aria estratta dagli ambienti, permette di contenere sensibilmente le dispersioni energetiche per ventilazione ma richiede una doppia canalizzazione di immissione ed estrazione. Il recupero del calore, nel caso del settore residenziale, può essere effettuato per ogni unità immobiliare – con scambiatori indipendenti – o a livello centralizzato, mediante unità di ventilazione centralizzate.

Un impianto a doppio flusso con recupero del calore, può essere convenientemente utilizzato, opportunamente integrato, anche per il riscaldamento degli ambienti.

Impianto di riscaldamento e raffrescamento ambienti con sistemi radianti

La caratteristica principale del sistema di climatizzazione radiante consiste nel fatto che lo scambio termico tra il vettore e l'ambiente, avviene attraverso superfici estese e quindi con una temperatura di mandata dell'acqua dell'impianto di distribuzione minore (massimo 38°C) rispetto ai sistemi tradizionali (circa 75 °C). Inoltre il trasferimento del calore o del freddo dal pavimento all'ambiente si realizza in gran parte per irraggiamento, per cui non è necessario utilizzare interamente l'aria quale veicolo di trasporto come invece avviene negli impianti di climatizzazione tradizionali.

Pertanto tali sistemi risultano più energeticamente efficienti nell'emissione termica e nella distribuzione del fluido rispetto ai tradizionali sistemi ad alta temperatura.

I sistemi radianti a bassa temperatura sono efficacemente integrabili con sistemi solari termici, che solitamente sono in grado di produrre anche grandi quantità di acqua calda ma, in stagione invernale, ad una temperatura non sufficiente ad essere utilizzata su sistemi tradizionali ad alta temperatura.

La regolazione termica realizzabile su ciascun circuito permette di controllare in maniera più precisa la temperatura delle singole zone.

Su una superficie radiante è preferibile posare un rivestimento ad alta conducibilità termica ed evitare la posa di elementi schermanti (tappeti sui pavimenti, arredo e quadri sulle pareti).

Nel caso di impianto che produce anche raffrescamento è opportuno affiancare al sistema radiante un deumidificatore controllato da un umidostato, che riesca a mantenere l'umidità dei locali ad un livello accettabile, al fine di evitare il rischio di condensa sulle superfici radianti.

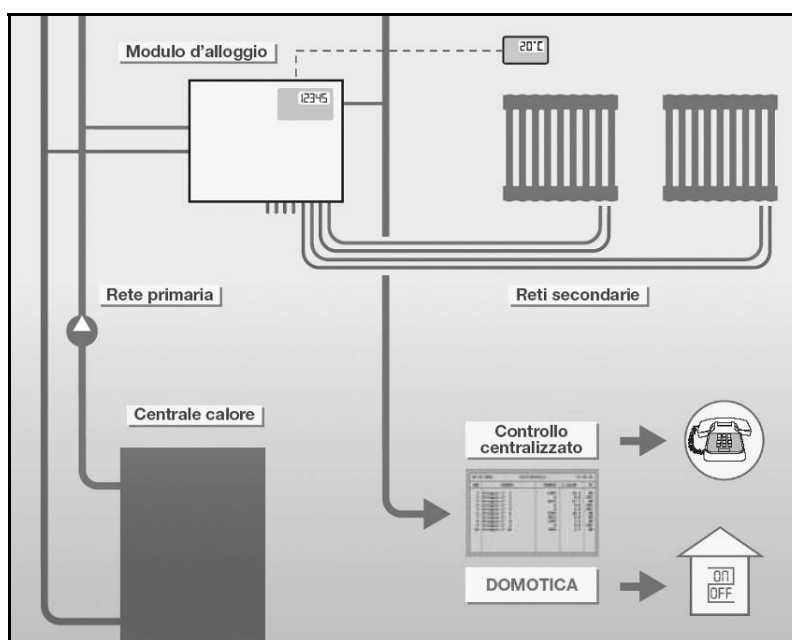
Adozione di impianto di riscaldamento centralizzato a gestione autonoma

Le principali soluzioni tecnologiche adottabili per integrare in un nuovo edificio un impianto di riscaldamento centralizzato a gestione autonoma comprendono uno o più generatori di calore (o sottostazione termica, nel caso del teleriscaldamento) per la produzione di acqua calda e un sistema di distribuzione e di regolazione a livello di singola unità immobiliare (moduli di zona o satelliti di utenza), che permettono in pratica di realizzare le funzioni tipiche di un impianto autonomo (regolazione individuale, contabilizzazione, eventuale produzione di acqua sanitaria) pur mantenendo la produzione centralizzata del fluido termovettore primario (acqua calda per riscaldamento).

Tali sistemi si differenziano tra loro essenzialmente per la modalità scelta per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS). Questa può essere prodotta a livello centralizzato, con idoneo serbatoio di accumulo posto nella centrale termica o mediante i moduli di zona installati a livello di singola unità immobiliare.

I principali componenti di un sistema così configurato sono individuabili nelle seguenti sezioni:

- ❑ le centrali o sottostazioni termiche;
- ❑ le reti primarie (reti che servono a portare il fluido caldo dalle centrali ai moduli d'alloggio);
- ❑ i moduli d'alloggio, che servono a regolare e a contabilizzare il calore ceduto ad ogni utenza;
- ❑ le reti secondarie (reti che servono a distribuire il fluido all'interno degli alloggi);
- ❑ il possibile controllo centralizzato dei consumi termici.

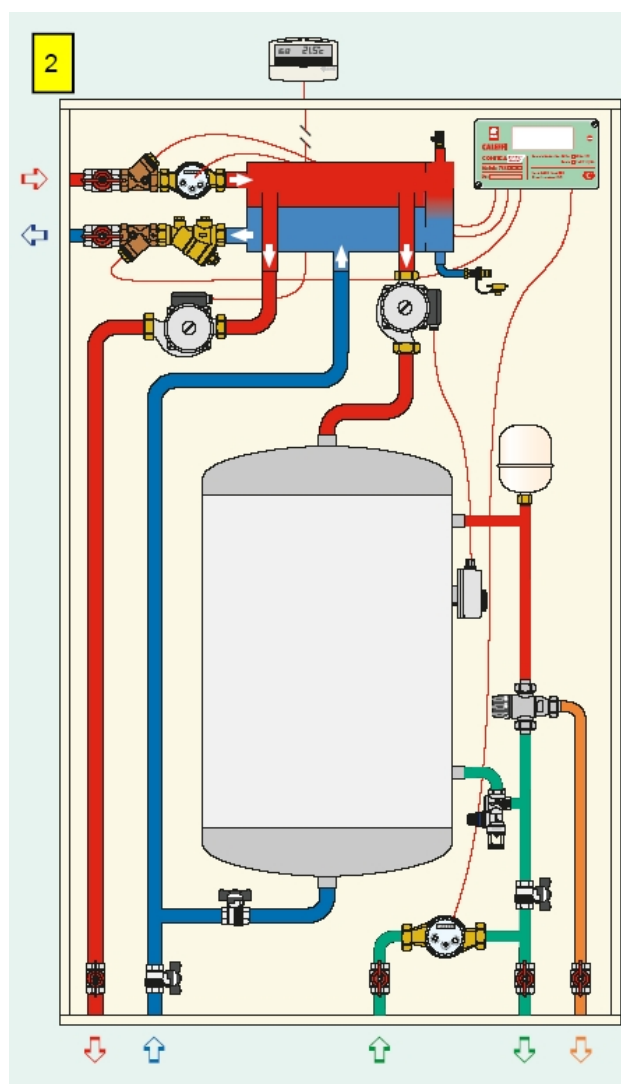
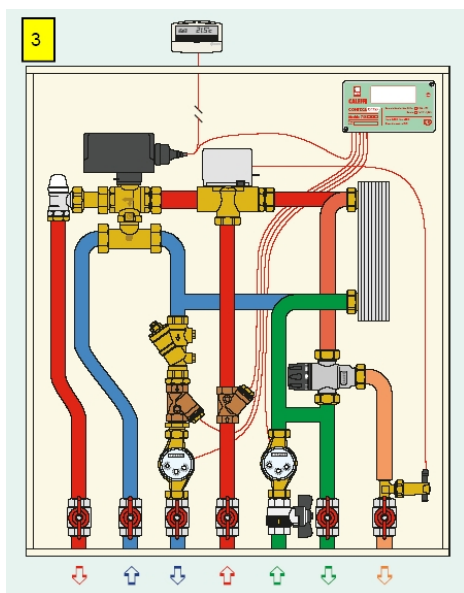
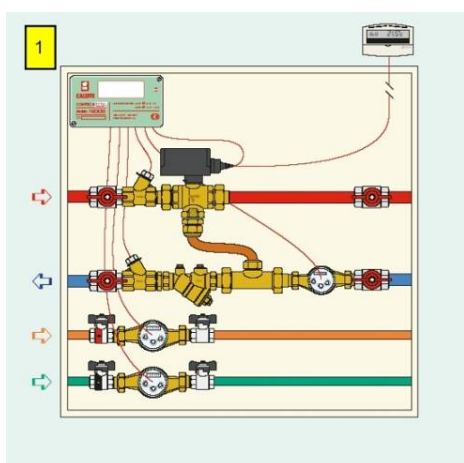


Per quanto concerne i moduli di zona (satellite di utenza), le tipologie che hanno un maggior interesse pratico si possono suddividere in tre gruppi:

- ❑ Moduli per solo riscaldamento (l'ACS viene prodotta a livello centralizzato con serbatoio di accumulo);
- ❑ Moduli per riscaldamento e produzione ACS ad accumulo per ogni unità immobiliare;
- ❑ Moduli per riscaldamento e produzione ACS istantanea per ogni unità immobiliare.

I moduli per solo riscaldamento ospitano generalmente anche i contatori e gli attacchi diretti alle reti di acqua fredda e calda sanitaria, eventualmente integrati da miscelatori termostatici antiscottatura. Per quanto riguarda la parte dedicata al riscaldamento ambienti, il modulo può essere configurato secondo le esigenze:

- ❑ Moduli con valvole di regolazione di zona a 2 vie;
- ❑ Moduli con valvole di regolazione di zona a 3 vie;
- ❑ Moduli con separatore idraulico (permette rendere idraulicamente indipendente il circuito secondario di ogni unità immobiliare, che dovrà essere alimentato da una pompa secondaria);
- ❑ Moduli con sepcoil (permette di alimentare, per ciascuna unità immobiliare, diverse zone con diversi tipologie di terminali – ad esempio radiatori e pannelli radianti).



*Tipologie di satelliti di utenza: n. 1 – solo riscaldamento con regolazione mediante valvola a 3 vie;
n. 2 – riscaldamento e produzione di ACS con accumulo integrato su specoli;
n. 3 – riscaldamento e produzione istantanea ACS con scambiatore a piastre.*

I moduli per riscaldamento e produzione ACS ad accumulo possono comprendere un bollitore interno o gli attacchi per un bollitore esterno.

I moduli per riscaldamento e produzione ACS istantanea, comprendono uno scambiatore a piastre per la produzione diretta di ACS. Tale soluzione impiantistica richiede potenze termiche specifiche più elevate, con il rischio che, per edifici residenziali con meno di 20-25 unità immobiliari, la maggior potenza termica richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria istantanea, comporti un notevole sovradimensionamento del generatore di calore, e quindi condurre a rese termiche complessive non adeguate.

Inoltre, è necessario considerare che, per poter produrre acqua calda sanitaria con i moduli d'alloggio è necessario che il fluido scaldante in ingresso al modulo di utenza non scenda mai al di sotto del valore necessario (in genere $65\div 70^{\circ}\text{C}$). Tale soluzione può contrastare con l'adozione di generatori di calore a bassa temperatura.

Le dimensioni dei moduli di utenza variano secondo le diverse tipologie, e possono essere comprese indicativamente, per le varianti ad incasso senza serbatoio di accumulo, tra i 50 – 80 cm di altezza, 60 – 90 cm di larghezza ed una profondità di circa 15 cm.

Impianti di climatizzazione dotati di pompe di calore ad alta efficienza

La pompa di calore è una macchina in grado di trasferire calore da un corpo a temperatura più bassa (sorgente termica a bassa temperatura) ad un corpo a temperatura più alta (fluido termovettore utilizzato dall'impianto termico per il riscaldamento degli ambienti interni), utilizzando una fonte energetica integrativa, che può essere energia elettrica o energia termica, con un'alta efficienza energetica complessiva.

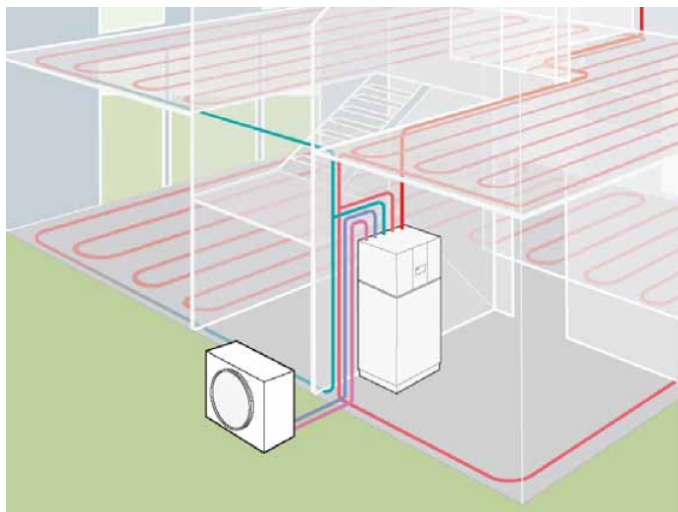
La sorgente termica a bassa temperatura può essere una qualsiasi delle seguenti:

- ☐ aria esterna
- ☐ aria esausta estratta da ambienti riscaldati
- ☐ terreno (mediante sonde "geotermiche" verticali)
- ☐ sole (mediante sonde "geotermiche" orizzontali)
- ☐ acqua di falda o di corsi di acqua superficiali

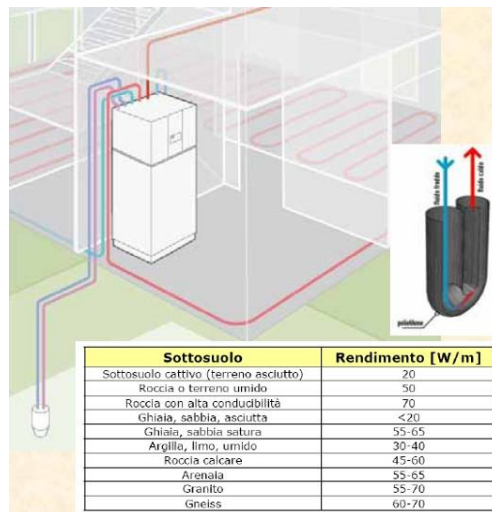
Il fluido termovettore utilizzato dall'impianto termico per il riscaldamento degli ambienti interni può a sua volta essere uno qualsiasi dei seguenti:

- ☐ aria
- ☐ acqua
- ☐ fluido refrigerante

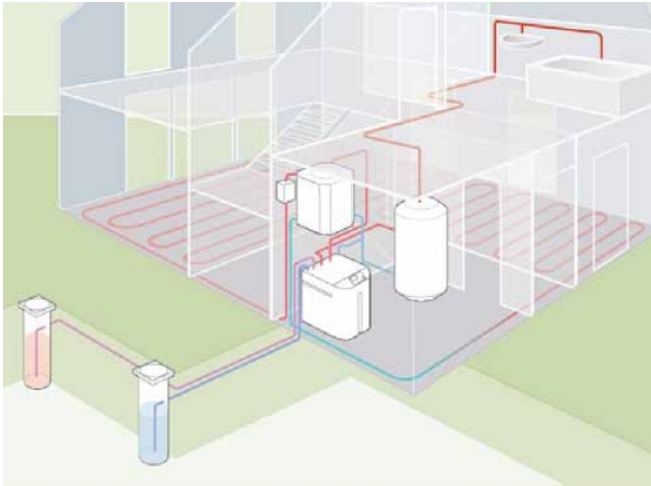
Sulla base di queste due variabili si classificano generalmente le diverse pompe di calore (aria/acqua, terra/acqua, aria/aria ad espansione diretta, ecc.)



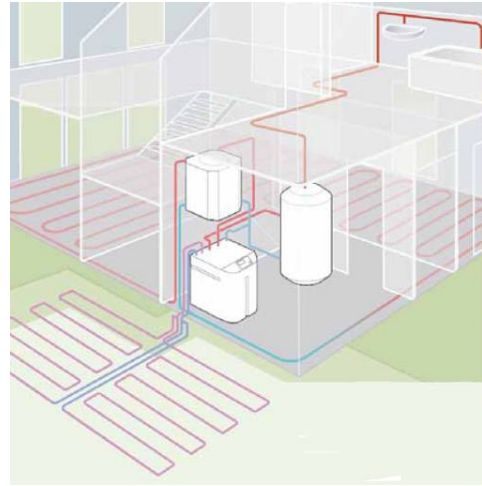
Pompa di calore aria/aria



Pompa di calore terra/acqua a sonda verticale

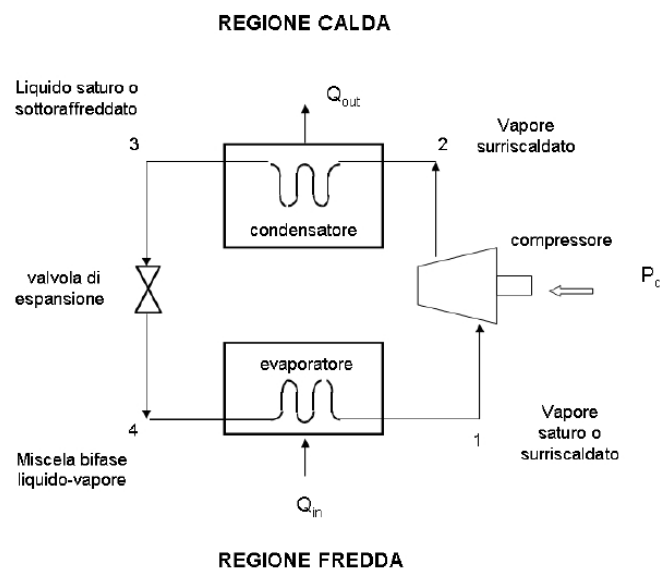


Pompa di calore acqua di falda/acqua



Pompa di calore terra/acqua a sonda orizzontale

Il ciclo termico di funzionamento di una pompa di calore elettrica è schematizzato nella figura seguente:



Le diverse fasi del ciclo termico di una pompa di calore si possono riassumere in 4 fasi elementari:

4-1 Assorbimento del calore dalla sorgente termica a bassa temperatura

Nell'evaporatore il mezzo di lavoro (gas refrigerante) liquido presenta una bassa pressione. La temperatura ambiente dell'evaporatore è maggiore della temperatura di ebollizione del mezzo di lavoro corrispondente alla pressione. Il gradiente termico provoca una trasmissione del calore dall'ambiente al mezzo di lavoro: il mezzo di lavoro bolle ed evapora. Il necessario calore viene sottratto alla sorgente termica a bassa temperatura (acqua, terreno, aria esterna).

1-2 Rivalutazione termica nel compressore

Il compressore aspira continuamente dall'evaporatore il mezzo di lavoro, ora sotto forma di vapore, e lo comprime. L'energia necessaria per la compressione deriva dalla rete elettrica. Salgono così la pressione del vapore e la sua temperatura.

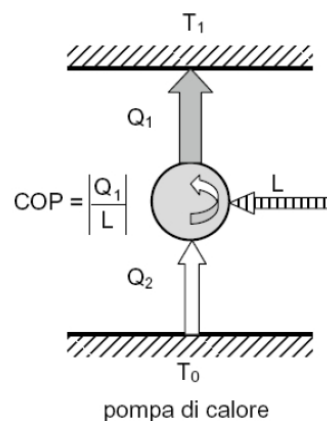
2-3 Cessione del calore al sistema di riscaldamento

Dal compressore il vapore del mezzo di lavoro (gas refrigerante) giunge nel condensatore intorno al quale scorre l'acqua dell'impianto di riscaldamento. La temperatura di questa corrente d'acqua è inferiore alla temperatura di condensazione del mezzo di lavoro, cosicché il vapore si raffredda tornando nuovamente allo stato liquido. L'energia (calore) assorbita dall'evaporatore e l'energia (corrente elettrica) apportata mediante la compressione vengono liberate nel condensatore e cedute alla corrente d'acqua del riscaldamento dalla temperatura più bassa.

3-4 Completamento del ciclo

Dopo la condensazione, mediante un organo d'espansione (valvola d'espansione) il mezzo di lavoro viene ricondotto nell'evaporatore. Per espansione, l'alta pressione che il mezzo di lavoro presentava nel condensatore viene abbassata alla bassa pressione dell'evaporatore. All'entrata nell'evaporatore, la pressione e la temperatura iniziali sono nuovamente raggiunti. Il ciclo è completato e ricomincia.

Il rendimento energetico di una pompa di calore si esprime generalmente mediante l'indice COP (Coefficient Of Performance), che rappresenta il rapporto tra l'energia (termica) Q_1 fornita al fluido termovettore utilizzato dall'impianto termico per il riscaldamento degli ambienti e l'energia (elettrica) L consumata dal compressore per mantenere attivo il ciclo termico necessario al funzionamento dell'apparecchiatura.



Il valore del rendimento energetico nominale di una pompa di calore (COP) può pertanto variare, a seconda della tipologia di apparecchiatura, indicativamente da 2,8-3,8 di una pompa di calore aria/acqua a valori di 3,5-4,8 di una pompa di calore acqua di falda/acqua.

Nel calcolo del consumo di energia primaria di una pompa di calore elettrica, bisogna comunque considerare l'efficienza media della produzione di energia elettrica nazionale, che si può stimare in circa 0,38¹.

¹ Fonte: dati GRTN anno 2003

In alternativa all'utilizzo dell'energia elettrica per l'alimentazione della pompa di calore, si può optare per l'utilizzo di una fonte termica integrativa, consentita dall'utilizzo delle pompe di calore ad assorbimento. In tale tipo di apparecchiatura, il lavoro meccanico del compressore alimentato da energia elettrica viene sostituito da un "motore" chimico che non ha parti meccaniche in movimento e si basa sull'utilizzo di soluzioni acquose di Ammoniaca (NH_3) o Bromuri di Litio (LiBr). Tali apparecchiatura utilizzano per il loro funzionamento una fonte termica integrativa che può derivare da un bruciatore alimentato a gas metano, calore di scarto derivante da processi diversi, cogenerazione, ecc.

Il rendimento energetico COP di una pompa di calore ad assorbimento alimentata a gas metano può variare indicativamente tra 1,1 e 1,6. Il tal caso si considera il rendimento relativo all'energia primaria contenuta nel combustibile.

A livello impiantistico, le modalità di funzionamento dei una pompa di calore può essere:

- ❑ monovalente – l'unico generatore di calore è la pompa di calore che fornisce il 100% del fabbisogno energetico per il riscaldamento invernale;
- ❑ bivalente, alternativa o parallela – la pompa di calore fornisce parte del fabbisogno energetico per il riscaldamento invernale (es. 60-80%) e la rimanente parte, legata ai momenti dove la richiesta termica è maggiore, viene fornita da una caldaia integrativa tradizionale che affianca o sostituisce integralmente la pompa di calore;
- ❑ monoenergetico - l'unico generatore di calore è la pompa di calore e questa viene integrata da una resistenza elettrica inserita nel circuito idraulico che fornisce l'energia termica (es. 5%) necessaria nei momenti dove la richiesta termica è maggiore.

La scelta della modalità di funzionamento è determinata anche dalla sorgente termica a bassa temperatura disponibile. Nel caso della modalità di funzionamento monoenergetico, è consigliabile ridurre al minimo l'utilizzo della resistenza elettrica aggiuntiva, al fine di non vanificare la maggior efficienza energetica complessiva delle pompe di calore rispetto ad un riscaldamento elettrico diretto.

Al fine di massimizzare l'efficienza complessiva di un impianto termico dotato di pompa di calore, è consigliabile che il salto termico tra la sorgente termica a bassa temperatura e il fluido termovettore utilizzato dall'impianto termico per il riscaldamento degli ambienti interni, sia il più basso possibile.

Pertanto gli impianti termici abbinabili con maggior efficienza alle pompe di calore sono quelli che utilizzano un fluido termovettore a bassa temperatura, come i sistemi radianti (a pavimento, parete e soffitto), i ventilconvettori, ecc.

Per quanto concerne gli eventuali impatti ambientali correlati all'utilizzo di pompe di calore, sono richieste particolari attenzioni a riguardo delle apparecchiature che utilizzano il terreno come sorgente termica a bassa temperatura.

In particolare, la realizzazione di perforazioni verticali che raggiungono strati di terreno profondi (profondità anche superiori a 80 m) necessarie per la posa delle sonde "geotermiche" verticali, possono in alcuni casi connettere idraulicamente falde acquifere superficiali inquinate con falde acquifere profonde non ancora inquinate. A tal fine si raccomanda una particolare attenzione alle modalità di realizzazione della perforazione, alla posa della sonda termica verticale, e alla successiva "sigillatura", al fine di scongiurare tale eventualità.

Anche la posa di sonde "geotermiche" orizzontali, qualora esse contengano direttamente il gas refrigerante utilizzato dalla apparecchiatura per il ciclo termico, potrebbero ingenerare eventuali

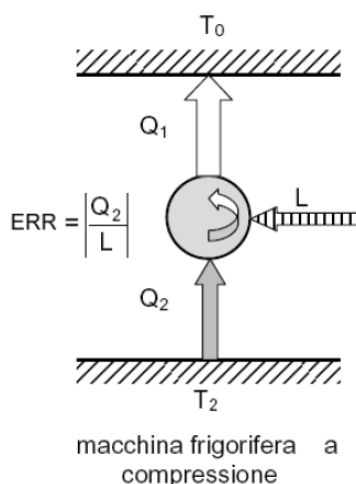
fenomeni di inquinamento ambientale nel caso di perdite dei circuiti interrati e conseguenti fuoriuscite di gas refrigerante direttamente nel terreno.

Si ricorda infine, che la posa di opera di pompe di calore che utilizzino come sorgenti termiche a bassa temperatura il terreno, mediante sonde geotermiche verticali, o l'acqua di falda, mediante pozzi di prelievo e successivi dispositivi di re-immersione in falda, necessitano di opportune autorizzazioni da parte degli Enti competenti in materia.

Nel caso, infine, dell'installazione di pompe di calore che utilizzino come sorgente termica a bassa temperatura l'aria esterna, si dovrà porre una adeguata attenzione alla verifica dell'impatto acustico dell'unità evaporante, soprattutto nel caso questa sia installata all'esterno dell'edificio.

Alcune tipologie di pompe di calore consentono inoltre di fornire, oltre ad acqua calda per il riscaldamento invernale, anche acqua fredda per alimentare un sistema di climatizzazione estivo degli ambienti, tramite l'inversione del ciclo termico.

Nel caso dell'utilizzo estivo dell'apparecchiatura, il suo rendimento energetico è espresso dal coefficiente EER (Energy Efficiency Ratio), che rappresenta il rapporto tra l'energia termica sottratta dall'ambiente da climatizzare Q_2 e l'energia elettrica L assorbita dal compressore per mantenere attivo il ciclo frigorifero.



Esistono infine alcune tipologie di apparecchiature che consentono, tramite il recupero energetico effettuato durante il ciclo funzionamento invernale o estivo, di produrre anche acqua calda sanitaria ad integrazione degli usi termici principali presenti nell'edificio.