

Appendice: Le norme tecniche per l'energia

1. Valorizzazione delle risorse territoriali ed ambientali

Sulla base dell'analisi dei fattori meteo-climatici del sito, delle fonti energetiche "naturalmente disponibili, il *lay-out* delle strade, dei lotti da edificare e dei singoli edifici si dovrà tendere a:

- garantire un accesso ottimale alla radiazione solare per tutti gli edifici, in modo che la massima quantità di luce naturale risulti disponibile anche nella giornata peggiore giornata invernale (21 dicembre);
- consentire che le facciate ovest degli edifici possano essere parzialmente schermate da altri edifici o strutture adiacenti per limitare l'eccessivo apporto di radiazione termica estiva, se ciò lascia disponibile sufficiente luce naturale;
- garantire accesso al sole per tutto il giorno per tutti gli impianti solari realizzati o progettati o probabili (tetti di piscine, impianti sportivi, strutture sanitarie o altre con elevati consumi di acqua calda sanitaria);
- trarre vantaggio dei venti prevalenti per strategie di ventilazione/raffrescamento naturale degli edifici e delle aree di soggiorno esterne (piazze, giardini...);
- predisporre adeguate schermature di edifici ed aree di soggiorno esterne dai venti prevalenti invernali.

2. Valorizzazione integrazione sito-involucro

Al fine di promuovere la progettazione in grado di recuperare in forma "passiva" la maggior parte dell'energia necessaria a garantire le migliori prestazioni per i diversi usi finali (riscaldamento, raffrescamento, illuminazione ecc.) si dovrà, inoltre, privilegiare prioritariamente l'attenta integrazione tra sito ed involucro ed in seconda fase compiere le scelte di carattere tecnologico-impiantistico.

A tale scopo nei nuovi insediamenti, prima della fase di definizione della disposizione degli edifici e delle interconnessioni interne, va redatta una relazione descrittiva del sito contenente:

- caratteristiche fisiche del sito, come pendenze, vie di scorrimento dell'acqua, percorso del sole nelle diverse stagioni, etc.
- contesto del sito: edifici e strutture adiacenti, relazione dell'area con strade esistenti, altre caratteristiche rilevanti (viste sul panorama circostante, orientamento dell'appezzamento...)
- le ombre prodotte dalle strutture esistenti sul sito o adiacenti
- gli alberi sul sito o adiacenti, identificandone la posizione, la specie, le dimensioni e le condizioni
- direzione, intensità, stagionalità dei venti prevalenti.

3. Interventi sull'albedo e uso del verde per diminuire l'effetto "isola di calore"

L'effetto noto come "isola di calore" deve essere mitigato, per mezzo di un'adeguata progettazione delle aree circostanti gli edifici e solo, in fase successiva, intervenendo impiantisticamente nel condizionamento climatico dell'involucro.

Il controllo dell'albedo¹ della pavimentazione degli spazi pubblici (strade, marciapiedi, parcheggi, ecc.) deve permettere la riduzione delle temperature superficiali con effetti sul comfort esterno e sulla riduzione dei carichi solari nel condizionamento degli spazi chiusi. La semplice scelta di materiali ad elevato albedo per la realizzazione delle superfici urbane dovrà essere effettuata nella direzione della riduzione delle temperature delle superfici (e quindi la quantità di energia che esse re-irraggiano) e sui carichi di raffrescamento garantendo nel contempo effetti sul comfort e benessere delle persone (evitare gli sbalzi termici freddo interno-caldo esterno)

¹ Coefficiente di riflessione totale, cioè su tutte le lunghezze d'onda. Le superfici chiare hanno un'albedo più alta delle superfici scure.

Il ricorso al verde dovrà avere, non soltanto un valore decorativo, ma dovrà essere progettato e quantificato in modo da produrre effetti sul microclima dell'area mitigando i picchi di temperatura estivi ($>1^{\circ}\text{C}$) grazie all'evapotraspirazione ed inoltre consentire l'ombreggiamento per controllare l'irraggiamento solare diretto sugli edifici e sulle superfici circostanti durante le diverse ore del giorno.

Per quanto riguarda gli edifici, è opportuno disporre la vegetazione o altri schermi in modo tale da massimizzare l'ombreggiamento estivo delle seguenti superfici, in ordine di priorità:

- le superfici vetrate e/o trasparenti esposte a sud e sud ovest
- le sezioni esterne di dissipazione del calore degli impianti di climatizzazione i tetti e le coperture
- le pareti esterne esposte a ovest
- le pareti esterne esposte a est e a sud
- le superfici orizzontali adiacenti alle sezioni esterne di dissipazione del calore degli impianti di climatizzazione
- le superfici capaci di assorbire radiazione solare entro 6 metri dall'edificio
- il terreno entro 1,5 m dall'edificio.
- Le ore in cui, nella stagione estiva, l'effetto di schermatura consente maggiori risparmi, sono:
 - per superfici esposte ad ovest: dalle 14.30 alle 19.30
 - per superfici esposte a est: dalle 7.30 alle 12.00
 - per superfici esposte a sud dalle 9.30 alle 17.30
- Per ottenere un efficace ombreggiamento degli edifici occorre che gli alberi utilizzati vengano piantati a distanze tali che la chioma venga a situarsi a:
 - non più di 1,5 metri di distanza dalla facciata da ombreggiare quando esposta ad est o ovest
 - non più di 1 metro di distanza dalla facciata da ombreggiare quando esposta a sud.

È consigliabile che anche le parti più basse delle pareti perimetrali degli edifici esposte a est, ovest e sud, vengano ombreggiate per mezzo di cespugli.

Anche l'uso di rampicanti sulle facciate consente buone riduzioni dell'assorbimento della radiazione solare in estate e una riduzione delle dispersioni per convezione in inverno.

Per quanto riguarda l'ombreggiamento delle zone adibite a parcheggio o di altre zone stradali utilizzate per lo stazionamento dei veicoli risultati significativi vengono ottenuti attenendosi alle seguenti prescrizioni:

- il numero di alberi piantumati garantisca che la superficie coperta dalla loro chioma sia almeno il 50% dell'area lorda il perimetro dell'area sia delimitato da una cintura di verde di altezza non inferiore a 1 m e di opacità superiore al 75%
- almeno il 10% dell'area lorda del parcheggio sia costituita di copertura verde;

Ogni intervento di piantumazione dovrà prevedere l'uso di essenze che dimostrino un buon adattamento all'ambiente urbano, siano preferibilmente caratteristiche del luogo, abbiano solo in estate una chioma folta (in modo da consentire apporti solari invernali)

Sarà predisposto un adeguato piano d'irrigazione e manutenzione di tutte le aree a verde previste.

4. Interventi sugli involucri

4.1 Limitare la trasmissione del calore

Per limitare la trasmissione del calore attraverso i componenti dell'involucro edilizio, limitando gli apporti solari estivi indesiderati e le dispersioni termiche invernali, occorre agire su:

- la scelta dei materiali di tamponatura perimetrale la scelta di serramenti esterni che garantiscano dispersioni contenute sia dal punto di vista conduttivo che da quello della tenuta all'aria
- la realizzazione di tetti ventilati e l'uso di barriere anti-radianti
- evitare e limitare ponti termici strutturali e di forma.

La massa termica dell'edificio costituisce un elemento non trascurabile nella determinazione dei fabbisogni energetici. Anche in questo caso la possibilità di sfruttare l'inerzia delle pareti e degli elementi strutturali per ottenere risparmi energetici può essere valutata con modelli di simulazione anche al fine di ottimizzare la disposizione dei materiali isolanti.

4.2 Controllare la radiazione solare

Allo scopo di utilizzare i guadagni di calore in inverno e di ridurre i carichi estivi è opportuno:

- privilegiare l'esposizione a sud delle superfici vetrate (poiché possono essere facilmente schermate), e mantenere limitata l'ampiezza delle superfici vetrate esposte ad ovest che possono aumentare drammaticamente i carichi di condizionamento estivo durante le ore calde del pomeriggio
- evitare l'ingresso di radiazione solare diretta in estate mediante l'uso di aggetti o altri elementi fissi esterni che non impediscano invece l'ingresso in inverno.

4.3 Aggetti orizzontali e "schermature naturali"

Per riparare le finestrate sono fortemente raccomandati sulle facciate con orientamento sud, sud-est, e sud-ovest, dove le superfici vetrate devono essere mantenute completamente in ombra durante le ore centrali della giornata

L'effetto sul carico termico e sul comfort (riduzione della temperatura esterna ed interna delle superficie vetrate) non dovrà penalizzare il contributo delle vetrate alla componente naturale dell'illuminazione. Le schermature possono essere strutture semplici e relativamente leggere sia dal punto di vista strutturale che architettonico, contribuendo ad arricchire visualmente la facciata. La riduzione della temperatura della superficie interna delle vetrate consente un utilizzo completo dello spazio interno.

In alternativa, o aggiunta, la schermatura delle parti vetrate ed opache delle facciate può essere realizzata tramite vegetazione decidua, come descritto nel punto 4.

4.4 Uso di vetri doppi

E' fortemente raccomandato per tutte le esposizioni in quanto di grande efficacia sia dal punto di vista energetico che economico. Per le facciate rivolte ad ovest è raccomandato l'uso di vetri doppi selettivi con cavità contenente gas a bassa conduttività, e con un valore di $K_e > 1^2$; lo stesso valore di K_e è raccomandato anche per le altre esposizioni. Sulla facciata nord sono raccomandati vetri doppi, con gas a bassa conduttività e almeno una superficie basso-emissiva. La proprietà di selettività dovrà consentire di bloccare la maggior parte della radiazione infrarossa in ingresso in estate ed in uscita in inverno senza ridurre significativamente l'apporto di luce naturale.

² Il parametro K_e , efficienza luminosa di una vetratura è definito dal rapporto tra trasmissione nel visibile e shading coefficient

Al fine di proteggere le zone interne dalla radiazione solare estiva senza togliere luminosità e garantire un'adeguata ventilazione è raccomandato l'uso di oscuranti esterni ad elementi orizzontali regolabili (quali ad es.: persiane scorrevoli, veneziane ecc.).

4.5 Materiali di finitura superficiale

Utilizzare materiali di finitura superficiale, selezionati in base al loro *Solar Reflectance Index*, per aumentare l'albedo del tetto e delle facciate.

4.6 Schermatura del tetto.

Disporre, quando non escluso da vincoli artistici ed ambientali, collettori solari per intercettare e recuperare la radiazione solare.

4.7 Ventilazione naturale

Negli edifici di nuova costruzione vanno previste soluzioni che consentano la ventilazione naturale. In tal senso, per ogni alloggio è auspicabile la presenza di almeno due fronti dotati di aperture e, in ragione di comprovati impedimenti, possono essere contemplate aperture su vani comuni condominiali (cavedi, scale ecc.) o camini di ventilazione, di adeguata sezione. La ventilazione del tetto va abilitata in estate e disabilitata nella stagione di riscaldamento.

4.8 Aumento del volume

E' consentito l'aumento del volume prodotto dagli aumenti di spessore di murature esterne realizzati per esigenze di isolamento o inerzia termica o per la realizzazione di pareti ventilate fino a 15 cm per gli edifici esistenti e per tutto lo spessore eccedente quello convenzionale minimo di cm 30 per quelli di nuova costruzione. Tale aumento non verrà computato ai fini del volume edificabile, salvo diverso parere motivato della C.E.

4.9 Serre solari

Sia nelle nuove costruzioni che nell'esistente è possibile prevedere la chiusura con vetrata trasparente per le logge e le terrazze, purché tale chiusura non determini nuovi locali riscaldati o abitabili (cioè tale incremento di volume deve essere equivalente ad un volume tecnico) e sia realizzata con specifico riferimento al risparmio energetico, certificato da una relazione tecnica. Tale relazione deve valutare il guadagno energetico, tenuto conto dell'irraggiamento solare I , calcolato secondo la normativa UNI, su tutta la stagione di riscaldamento. Come guadagno si intende la differenza tra l'energia dispersa in assenza Q_0 e quella dispersa in presenza della serra, Q . Si deve verificare:

$$\frac{Q_0 - Q}{Q_0} \geq 25\%$$

La struttura di chiusura deve essere completamente trasparente, fatto salvo l'ingombro della struttura di supporto. Inoltre essa deve essere apribile ed ombreggiabile (cioè dotata di opportune schermature mobili o rimovibili) per evitare il surriscaldamento estivo. Il volume della serra, considerata ai fini energetici ed eventualmente integrata nei meccanismi d'incentivo, non potrà eccedere il 10% del volume complessivo dell'edificio.

5. Predisposizione degli impianti per il miglior sfruttamento delle fonti rinnovabili e assimilate

5.1 Classificazione del DPR 412/93

Per quanto riguarda il ricorso in generale all'adozione delle migliori tecnologie per lo sfruttamento del fonti energetiche rinnovabili per le diverse tipologie edilizie si rinvia in via preliminare alla classificazione contenuta nel DPR 412/93

5.2 Collegamento al pannello solare

Negli edifici adibiti a residenza [E1 (1.1.), E.1 (1.2), E1 (2.1), E.1. (2.2.)] con tetto piano o sulle falde esposte a sud, sud-ovest si suggerisce di prevedere una tubazione, ben isolata, o vano tecnico di collegamento fra il collettore di distribuzione dell'acqua calda di ciascun appartamento e il tetto dell'edificio per l'eventuale installazione di collettori solari per la produzione di acqua calda.

5.3 Aree teleriscaldabili

Nelle aree individuate dal Piano Energetico Ambientale Comunale o dove è in progetto o in fase di costruzione un impianto di cogenerazione, gli edifici di nuova costruzione adibiti a residenza [E1 (1.1.), E.1 (1.2), E1 (2.1), E.1. (2.2.)] dovranno prevedere tutti gli impianti necessari per il collegamento alla rete di teleriscaldamento: scambiatori di calore, distribuzione e contabilizzazione individuale del calore.

6. Interventi sugli impianti per il riscaldamento/raffrescamento ambientale

6.1 La progettazione degli impianti di riscaldamento invernale e raffrescamento estivo

Va effettuata dopo aver ridotto i carichi esterni secondo le indicazioni prescritte e solo dopo aver accuratamente progettato l'involucro secondo le linee guida già definite e predisposto tutti gli accorgimenti per il miglior sfruttamento delle fonti rinnovabili.

6.1 Riscaldamento invernale

Va privilegiato il ricorso ad impianti centralizzati con contabilizzazione individuale del calore, in particolare dove si sta progettando una rete di teleriscaldamento o un impianto di cogenerazione di quartiere, il ricorso alle caldaie singole per appartamento è del tutto controindicato (v. punto 6.3)

6.2 Raffrescamento estivo

In particolare nel settore terziario (centri commerciali, uffici, banche, ecc.) si raccomanda fortemente l'uso di sistemi che utilizzino come sorgente energetica il calore prodotto nella centrale cogenerativa. L'uso di gruppi refrigeranti ad assorbimento alimentati ad acqua calda permette infatti di incrementare la convenienza energetica ed economica dell'intero sistema di produzione, distribuzione e uso dell'energia nell'area in esame.

6.3 Pannelli radianti integrati

L'uso di tali pannelli nei pavimenti o nelle solette dei locali da climatizzare assicurano condizioni di comfort elevate con costi di installazione competitivi. Sfruttando l'effetto radiativo di grandi superfici di scambio è possibile lavorare con temperature dell'acqua più basse in inverno e più alte in estate con notevole aumento dell'efficienza dell'impianto di cogenerazione e raffrescamento.

6.4 Valvole termostatiche

In ogni stanza è fortemente raccomandato l'uso di con una termocoppia separata dalla valvola, posta ad una distanza tale da non risentire da disturbi dovuti a effetti radiativi diretti. Tale misura ha lo scopo di garantire:

- un controllo della temperature in ogni locale e quindi un elevato livello di comfort
- la riduzione degli sprechi connessi a condizioni disuniformi nell'edificio ed il pieno utilizzo degli apporti solari invernali gratuiti attraverso le vetrate

6.5 Demand controlled ventilation

Il controllo della purezza dell'aria e dell'umidità relativa deve essere garantito da un sistema di ventilazione meccanica dimensionata per un valore di ricambi d'aria strettamente necessario secondo le indicazioni della normativa italiana e del Regolamento di Igiene.

Allo scopo di ridurre il consumo energetico del sistema di distribuzione dell'aria occorre utilizzare :

- condotti e diffusori che garantiscono attriti ridotti,
- ventilatori con motori elettrici ad alta efficienza e a controllo elettronico della velocità.

È fortemente raccomandato che i circuiti di mandata e di ripresa dell'aria siano fra loro interfacciati mediante un recuperatore di calore stagno per consentire un recupero energetico di almeno il 50%.

6.6 Inerzia termica dell'edificio

Occorre verificare la convenienza energetica dell'uso notturno dei sistemi di ventilazione meccanica se le caratteristiche dell'edificio sono tali da prefigurare la possibilità di sfruttarne la capacità termica per "conservare" il freddo notturno per il giorno successivo.

6.7 Inerzia termica del terreno

L'uso del terreno come serbatoio/sorgente di calore permette di pre-raffreddare o pre-riscaldare l'aria (o l'acqua) "gratuitamente". Ad esempio il preraffrescamento dell'aria in estate ed il preriscaldamento in inverno può essere ottenuto attraverso la realizzazione di un condotto sotterraneo attraverso cui far circolare l'aria di ricambio prima di immetterla in ambiente.

6.8 Produzione di acqua calda sanitaria

Nelle aree servite dal gas si possono prevedere pannelli solari ad integrazione.

Nelle aree dove è previsto il teleriscaldamento deve avvenire utilizzando il fluido termovettore distribuito dalla rete anche integrato mediante l'utilizzo di pannelli solari.

In ogni caso l'uso di boiler elettrici dal punto di vista energetico sono del tutto sconsigliati e vanno introdotti con motivate ragioni tecniche nella relazione per la richiesta di concessione.

7. Interventi sull'illuminazione

7.1 Illuminazione naturale

È fortemente raccomandato l'utilizzo appropriato dell'illuminazione naturale ovunque fattibile e la sua integrazione con illuminazione artificiale ad alta efficienza. Le strategie da considerare per l'ammissione di luce naturale sono:

- vetrate verticali
- lucernari
- guide di luce.

7.2 Colori interni chiari

Qualunque sia la strategia adottata nel caso specifico è fortemente raccomandato adottare colori chiari nelle finiture superficiali degli interni onde minimizzare l'assorbimento della radiazione luminosa.

7.3 Le vetrate verticali

Sono il mezzo più semplice per fornire illuminazione. Una superficie vetrata pari a circa il 20% del pavimento può fornire illuminazione adeguata fino ad una profondità di circa una volta e mezzo l'altezza della stanza. Profondità maggiori richiedono altri accorgimenti (per esempio *lightselves* orizzontali ad alto coefficiente di riflessione possono guidare la luce a profondità maggiori).

Vetri dello stesso tipo sono consigliati sulla facciata nord e anche sulle facciate orientate prevalentemente a sud ed est, a meno che le vetrate non siano schermate con oggetti o vegetazione.

È fortemente consigliato che le vetrate con esposizione S, S-E e S-W dispongano di protezioni orizzontali esterne come specificato precedentemente, progettate in modo da non bloccare l'accesso della radiazione solare (e dunque anche luminosa) diretta in inverno. Si consiglia di ridurre al minimo la superficie dei telai che intercetta la radiazione.

7.4 I lucernari

Sono un mezzo estremamente efficace per l'illuminazione naturale degli ultimi piani degli edifici, anche nelle parti centrali lontane dalle pareti perimetrali. Per evitare aggravii al carico di raffrescamento occorre però evitare lucernari orizzontali ed adottare tipologie a vetratura verticale o quasi verticale, in modo da impedire l'accesso alla radiazione diretta durante l'estate e dirigere verso l'interno la radiazione luminosa in inverno.

7.5 I condotti/guide di luce

Possono essere di diversi livelli di complessità. Nel presente contesto si consiglia l'adozione di tipologie semplici che possano guidare verso il basso e l'interno la luce che piove nei pozzi centrali degli edifici, o la creazione di condotti di luce nelle zone interne degli edifici più massicci.

7.6 Sistemi d'illuminazione artificiale

Per la progettazione dei sistemi di illuminazione artificiale per interni negli edifici si raccomanda fortemente di avvalersi di quanto esposto nella tabella a seguire dove vengono elencati, a seconda del tipo di locale, i valori standard di potenza installabile per l'illuminazione, insieme con i relativi livelli medi di illuminamento raccomandati in relazione ai diversi compiti visivi. Tali standard (attorno ai 10 W/m² di potenza totale installata considerando lampada e alimentatore), garantiscono un corretto uso dell'energia evitando sprechi o sottodimensionamenti e sono raggiungibili con l'applicazione di tecnologie e componenti impiantistici ampiamente sperimentati nella pratica illuminotecnica.

7.7 Illuminazione fluorescente ad alta efficienza

È fortemente raccomandato l'uso di alimentazione elettronica (tubi T8 o meglio i nuovi T5, assolutamente sconsigliati i T12). Gli apparecchi illuminanti dovrebbero contenere/integrare riflettori a geometria ottimizzata per ridurre il numero di riflessioni ed alto coefficiente di riflessione (maggiore o uguale al 95%).

Le schermature antiabbagliamento devono adempiere la loro funzione senza indebite riduzioni di flusso luminoso. In particolare è fortemente sconsigliato l'uso dei vecchi tipi di schermatura realizzati con un contenitore di plastica traslucida, responsabili di elevatissime perdite di flusso.

7.8 Interruttori e sensori di presenza

- Interruttori locali. L'impianto di illuminazione deve essere sezionato in modo che ogni postazione di lavoro o area funzionale possa essere controllata da un interruttore (a muro, a cordicella, o con comando remoto ad infrarossi) per consentire di illuminare solo le superfici effettivamente utilizzate.
- Interruttori a tempo. Nelle aree di uso infrequente (bagni, scale, corridoi) è sempre economicamente conveniente l'uso di controlli temporizzati, ove non siano presenti sensori di presenza.
- Controlli azionati da sensori di presenza. I sensori di ottima sensibilità e basso costo attualmente sul mercato permettono un uso generalizzato di questo tipo di controlli almeno nelle aree a presenza saltuaria. Se ne consiglia fortemente l'uso.
- Controlli azionati da sensori di illuminazione naturale. Nelle aree che dispongono di luce naturale ed in particolare in quelle servite da dispositivi di miglioramento dell'illuminazione naturale (vetri selettivi, *lightshelves*, condotti di luce) è consigliato l'uso di sensori di luce naturale che azionino gli attenuatori della luce artificiale (dimmer) in modo da garantire un illuminamento totale costante sulle superfici di lavoro e consistenti risparmi di energia.

Standard raccomandati di efficienza energetica per sistemi di illuminazione (lampade e potenza specifica installata)

Tipologia ambiente	Compito visivo o attività	Livello di illuminamento raccomandato (lux) (1)	Tipologia di lampade (2)	Standard raccomandato di potenza specifica installata (W/m ²) (3)
Abitazioni e Alberghi	Cucina/Camere	300	CFE	6-12 (AI)
Scuole	Aule (lettura e scrittura)	500	FE/CFE	8-14 (PP)
	Auditori/Sale riunioni	200	FE/CFE	5-10 (PP)
	Corridoi/Scale	150	FE/CFE	4-10 (PP)
Biblioteche	Scaffali verticali	200	FE/CFE	4-8 (PP)
	Lettura	500	FE/CFE	8-14 (PP)
Ospedali	Camere	300	FE	6-10 (AI/PP)
	Corsie (illuminazione generale)	100	FE	3-8 (AI/PP)
Uffici	Scrivania	300	FE	6-10 (AI/PP)
	Lavoro con videoterminali	200	FE	4-8 (AI/PP)
Negozi e magazzini	Esposizione merci su banco/corsia	500	FE	10-15 (AI/PP)
	Vetrina	750	CFE/IM	15-22 (AI/PP)
Impianti sportivi	Palestre/Piscine	300	FE/IM	7-12 (AI)
Industrie	Aree magazzino	200	FE/IM/SAP	4-8 (AI/PP)
	Lavorazioni su macchine utensili o simili	500	FE/IM	6-15 (AI/PP)
	Lavorazioni pericolose o di alta precisione	750-1000	FE/IM	15-30 (AI/PP)
Illuminazione stradale (4)	Strade con traffico di veicoli e pedoni	25	SAP	1-5 (AI)

(1) livelli medi di illuminamento raccomandati dalla CIE

(2) Le sigle vanno interpretate nel modo seguente:

FE: lampada a fluorescenza corredata di alimentazione elettronica

CFE: lampada a fluorescenza compatta integrata con alimentatore elettronico

IM: lampada a ioduri metallici

SAP: lampada a vapori di sodio ad alta pressione

(3) I valori di potenza specifica sono ricavati facendo riferimento all'assenza completa del contributo di luce naturale. L'indicazione di un intervallo di valori ha lo scopo di tener conto di differenze di geometria degli edifici/locali, così come delle tecnologie adoperate nell'impianto finale. Si noti che i risparmi apportati dai *dimmer* non riguardano l'abbassamento della potenza installata, ma piuttosto la potenza di effettivo utilizzo o il numero d'ore d'uso del sistema illuminante.

Le sigle indicate tra parentesi accanto ai valori di potenza installata raccomandata corrispondono alla fonte dei valori e vanno interpretate nel modo seguente:

AI: elaborazioni condotte da AMBIENTE ITALIA Srl su dati dei produttori

PP: misure ottenute in progetti pilota o interventi di *retrofit* (pubblicazioni dell'UE sull'efficienza energetica nell'illuminazione, pubblicazioni dell'agenzia nazionale di energia svedese NUTEK, pubblicazioni statunitensi sull'efficienza energetica di edifici sottoposti a *retrofit*, risultati di esperienze italiane di *retrofit* illuminotecnici in scuole ed edifici adibiti ad uso ufficio)

(4) Per l'illuminazione stradale si tiene conto di apparecchi disposti in modo che la luce emessa non venga ostacolata da alberi o opere murarie.

8. Verifica obbligatoria del fabbisogno di raffrescamento

8.1 Temperatura operante

Durante il periodo estivo, compreso tra il 1 giugno ed il 30 settembre, il valore massimo della temperatura operante dell'ambiente più sfavorito calcolata in assenza di impianti di climatizzazione, non deve superare il valore massimo della temperatura esterna.

8.2 Edifici terziari verifica obbligatoria del fabbisogno di raffrescamento

Per gli edifici del terziario ed in particolare per quelli classificati, secondo l'art. 5 nelle categorie E. 2, E.3 (1) E.5 (2) Edifici adibiti ad uffici o assimilabili, supermercati, ipermercati o assimilabili, cinema, teatri e sale riunione che prevedono l'installazione di impianti di raffrescamento si rende obbligatoria una verifica del fabbisogno di raffrescamento.

La verifica di conformità autocertificata deve essere realizzata in conformità a modelli emanati dall'Amministrazione Comunale (es: vedi Criteri per la verifica obbligatoria del fabbisogno di raffrescamento)

Criteri per la verifica obbligatoria del fabbisogno di raffrescamento

I limiti da rispettare da parte dell'edificio sono:

- **Superficie esterna (involucro):** le superfici esterne devono raggiungere i limiti di isolamento e impermeabilità, p.e. trasmittanze minime per pareti esterni, tetto e serramenti, tasso massimo di infiltrazione d'aria di 0.5 h^{-1} .
- **Inerzia termica:** l'edificio deve avere una inerzia termica superiore a 350 kg/m^2 (massa effettiva di stoccaggio/superficie calpestabile). Nel caso di controsoffittature ci deve essere una apertura di al meno 15% della superficie del controsoffitto in modo che sia possibile uno scambio convettivo con l'inerzia del soffitto.
- **I guadagni solari:** il coefficiente di trasmissione energetica delle superfici vetrate (g-value = trasmissione + energia assorbita ed emessa verso l'interno) deve essere inferiore a 0.15. Questo valore può solo essere raggiunto se le superfici vetrate esposte verso est, sud e ovest sono dotate di un sistema di ombreggiatura esterno (*light shelves*, tapparelle, ...)
- **Uso:** gli spazi da raffrescare devono essere minimizzati con misure tecnico-gestionali (concentrazione di apparecchiature ad elevato fabbisogno di freddo in spazi separati).
- **Contributi interni:** il carico elettrico interno (illuminazione, apparecchiature) non deve superare i limiti definiti in tabella B.

Se i limiti indicativi vengono superati, dovranno essere fornite informazioni dettagliate sui dispositivi elettrici utilizzati (potenza assorbita nelle diverse modalità di funzionamento, ore di uso) per contenere il più possibile il ricorso del raffrescamento.

Se tali apparecchiature raggiungono i valori di tabella A non si giustifica il ricorso al raffrescamento "causa apparecchiature".

- **Comfort:** la temperatura interna accettabile varia tra 22 e 28°C, con una umidità relativa dell'aria di 30 - 65%. Altri limiti sono applicabili per casi particolari come supermercati per alimentari e altri prodotti delicati, o industrie con particolari condizioni di produzione

Apparecchi	Attivi	stand-by/sleep	Off
PC	60 W	10 W	5 W
Monitor	90 W	5 W	-
PC con monitor	150 W	15 W	5 W
Stampante, laser	190 W	2 W	1 W
Stampante, altre	20 W	2 W	1 W
Fotocopiatrici	1100 W	27 W + 3.23*cop./min.	1 W
Fax, laser	80 W	2 W	-
Fax, altri	20 W	2 W	-

Tabella A: Limiti per il carico elettrico di apparecchiature d'ufficio

L'ente responsabile approva l'installazione di un impianto di raffrescamento (causa apparecchiature interne) solo se i valori seguenti vengono superati:

Condizioni locali	totale carico/m ²	Tempo uso giornal.
Stanza senza finestre apribili	250 Wh/m²	12 ore
	350 Wh/m²	24 ore
Stanza con finestre apribili	350 Wh/m²	12 ore
	450 Wh/m²	24 ore

	operation	Apparecchi		Persone			illum.ne		refrigeriferi		total
		Potenza Specifica	carico giorn	Occupazione	potenza specif	carico giorn	Potenza Specif	carico giorn	potnza specif	carico giorn	Carico gior
	h	W/m ²	Wh/m ²	m2/P	W/m ²	Wh/m ²	W/m ²	Wh/m ²	W/m ²	Wh/m ²	Wh/m2
Ufficio singolo, basso carico (1-2 person)	12	3	24	15	5	41	10	81			146
Ufficio singolo, medio carico (1-2 pers)	12	7	57	15	5	41	10	81			178
Ufficio singolo, elevato carico(1-2 pers)	12	10	81	15	5	41	10	81			203
Group office, basso carico (3-6 persons)	12	4	25	12	6	38	10	108			171
Group office, mediio carico(3-6 persons)	12	8	50	12	6	38	10	108			196
Group office, elevato carico(3-6 persons)	12	13	82	12	6	38	10	108			228
Large offices, basso carico(>6 persons)	12	5	27	10	7	38	10	108			173
Large offices, mediio carico(>6 persons)	12	10	54	10	7	38	10	108			200
Large offices, elevato carico(>6 persons)	12	15	81	10	7	38	10	108			227
Sala riunioni	12	2	11	2.5	28	151	10	63			225
Biglietteria	12	5	36	10	7	50	13	129			215
Negozi alimentari	12		0	8	9	57	10	108	5	54	219
Vendita al minuto non alimentare	12		0	8	9	57	10	108			165
Supermarket, food *	12		0	5	14	88	16	173	-10	-108	153
Supermarket, no-food	12		0	5	14	88	16	173		0	261
Posta	12		0	3	23	166	16	173		0	338
Aula scolastica	12		0	3	20	126	10	63		0	189
Auditorium	12	2	14	0.8	88	634	10	72		0	720
Mensa	12	1	5	1.2	58	157	6	43		0	205
Ristorante	12	1	9	1.2	58	157	9	97		0	263
Ristorante (alto livello)	12	1	10	2	35	95	14	151			256
Kitchen restaurant, medio carico	24	180	1134		10	90	10	108			1332
Kitchen restaurant, elevato carico	24	250	2250		10	117	10	153			2520
Pensioni, cliniche, ambulatori	24		0	15	5	108	6	32			140
Alberghi	24	2.5	54		7	63	10	36			153
Grandi magazzini											0

Tabella B: Limiti per i contributi interni di calore

¹⁾ numeri in **neretto**: categorie edilizie con i requisiti per l'installazione di impianti di raffrescamanto numeri normali: al di sotto delle condizioni standard (occupazione, utilizzo). Queste categorie edilizie hanno un carico di calore interno al di sotto dei limiti per un impianto di raffrescamanto

