

COMUNE DI MONTELANICO

REGOLAMENTO EDILIZIO

ALLEGATO "C"

Linee guida e raccomandazioni progettuali per l'uso efficiente dell'energia e per la valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili e assimilate negli edifici nelle aree di trasformazione e sviluppo urbano, nelle nuove edificazioni e nelle estese ristrutturazioni

1. Obiettivi della progettazione "energeticamente ed ambientalmente sostenibile"

1. I criteri contenuti nel presente allegato, relativi alla progettazione "energeticamente ed ambientalmente sostenibile", va riferita sia alla progettazione di interventi di edilizia sovvenzionata-convenzionata che di edilizia pubblica e privata, sia di nuova costruzione che nella ristrutturazione di edifici esistenti.

2. Le presenti linee guida hanno come obiettivi strategici la pianificazione integrata delle risorse e la contemporanea diminuzione delle potenze installate assolute e specifiche (kW/m²), dei consumi energetici assoluti e specifici (GJ/m²/anno) e di conseguenza la riduzione delle emissioni in atmosfera a parità o migliorando il servizio reso.

3. Le presenti linee guida, in accordo le vigenti disposizioni legislative di cui alla legge n° 10/91 ed al D. Lgs. n° 192/2004 e successive modificazioni ed integrazioni, fissano criteri generali tecnico-costruttivi, tipologici ed impiantistici atti a facilitare e valorizzare l'impiego di fonti energetiche rinnovabili ed assimilate per il riscaldamento, il raffrescamento, la produzione di acqua calda sanitaria, l'illuminazione, la dotazione di apparecchiature elettriche degli edifici in relazione alla loro destinazione d'uso e rapporto con il tessuto urbano e territoriale circostante.

2. Interventi sul tessuto urbano

1. Nel processo di progettazione energetica delle aree su cui deve sorgere un nuovo edificio o complesso di edifici è essenziale ottenere una integrazione ottimale tra le caratteristiche del sito e le destinazioni d'uso finale degli edifici, al fine di recuperare energia, in forma attiva e passiva.

2. A tale scopo prima della fase di definizione della disposizione delle strade e degli edifici, 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. Sulla base dell'analisi precedente, il tracciato delle strade, dei lotti da edificare e dei singoli edifici 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 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 dai 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.

3. Diminuzione dell'effetto "isola di calore": interventi sull'albedo e uso del verde

1. Andranno studiate tutte le forme per ridurre l'effetto noto come "isola di calore". Tale fenomeno si esplica in termini generali in un aumento delle temperature medie dell'aria e della temperatura media radiante delle superfici. Questa alterazione delle caratteristiche climatiche assume caratteri particolarmente notevoli nella stagione estiva, con differenze di temperatura fra centro urbano e campagna dell'ordine di qualche grado centigrado. Ciò comporta inevitabilmente un aumento della domanda di energia per il condizionamento estivo degli ambienti interni, oltre che condizioni di marcato "non comfort" negli spazi esterni. Un altro effetto dell'isola di calore urbana è l'accentuazione delle condizioni favorevoli alla formazione di smog fotochimico ed in particolare alla formazione di ozono. Fra le molteplici cause che generano un'isola di calore vi è la concentrazione di usi energetici (trasporti, produzione di calore), l'uso di materiali di finitura delle superfici con caratteristiche termofisiche sfavorevoli, la scarsa presenza di vegetazione e di eventuali specchi d'acqua. Alcuni di questi fattori possono essere mitigati con una certa efficacia per mezzo di un'adeguata progettazione delle aree circostanti gli edifici

2. Il controllo dell' "albedo" (coefficiente di riflessione totale, cioè su tutte le lunghezze d'onda) della pavimentazione degli spazi pubblici (strade, marciapiedi, parcheggi, etc...) permette di ridurre le temperature superficiali con effetti sul comfort esterno e sulla riduzione dei carichi solari nel condizionamento degli spazi chiusi. Le superfici chiare hanno un'albedo più alta delle superfici scure. 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)

3. Il ricorso al verde non soltanto ha un valore decorativo ma dovrà essere progettato e quantificato in modo da produrre effetti sul microclima dell'area mitigando i picchi di temperatura estivi 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.

4. 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, ad est ed a sud
- le superfici capaci di assorbire radiazione solare entro 6 metri dall'edificio
- il terreno entro 1,50 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

5. 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 1,50 metri di distanza dalla facciata da ombreggiare quando esposta ad est o ovest
- non più di 1,00 metro di distanza dalla facciata da ombreggiare quando esposta a sud.

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

7. 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.

8. Si consiglia inoltre, compatibilmente con vincoli di natura artistica ed architettonica, il ricorso al verde anche per le coperture. Tale scelta, se correttamente applicata (isolamento delle coperture, carichi strutturali, forme di manutenzione del verde ecc.) può avere il duplice effetto di miglioramento dell'inerzia termica estivo-invernale e di drenaggio del deflusso delle acque meteoriche.

9. La riduzione degli apporti solari estivi indesiderati è massima quando alberi, cespugli e copertura verde del terreno sono combinati opportunamente nella progettazione del paesaggio dell'area.

10. 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), particolarmente se disposte a sud del sito.

11. 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:

- almeno il 10% dell'area lorda del parcheggio sia costituita di copertura verde
- 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%.

12. Sarà, infine, necessario predisporre un adeguato piano di irrigazione e manutenzione di tutte le aree verdi previste.

13. Dovrà essere previsto un sistema di raccolta e di riutilizzo delle acque meteoriche e/o una loro dispersione negli spazi a verde attraverso un idoneo progetto di smaltimento. Tale progetto dovrà garantire la dispersione per processi lenti delle acque meteoriche, raccolta ed un loro impiego per usi non pregiati (irrigazione aree verdi, servizi igienici, ecc.) oltre ad un adeguamento delle reti idriche scolanti.

4. Interventi sugli edifici

4.1 Classificazione degli edifici

Gli edifici sono classificati dal DPR 412/93 in base alla loro destinazione d'uso nelle seguenti categorie:

E.1. Edifici adibiti a residenza e assimilabili

- E.1. (1.1.) Abitazioni adibite a residenza plurifamiliare con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme.
- E.1. (1.2) Abitazioni adibite a residenza mono o bi-familiare con carattere continuativo.
- E.1. (2.1) Abitazioni adibite a residenza plurifamiliare con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili.
- E.1 (2.2.) Abitazioni adibite a residenza mono o bi-familiare con occupazione saltuaria, quali case per vacanza, 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 tossicodipendenti 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, e luoghi di culto
- E 4 (3) Quali bar, ristoranti, sale da ballo

E. 5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili

- E 5 (1) Quali negozi, magazzini di vendita al minuto
- E 5 (2) Supermercati, magazzini di vendita all'ingrosso, ipermercati, 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 alle attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

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

- E 8 (1) Piccole imprese e artigiani
- E 8 (2) Capannoni industriali e assimilabili

Qualora un edificio sia costruito da parti individuabili come appartenenti a categorie diverse le stesse devono essere considerate separatamente e cioè ciascuna nella categoria che le compete.

4.2 Valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili nelle diverse tipologie edilizie

1. Come previsto dalla vigente legislazione nazionale e regionale in materia, negli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico è fatto obbligo di soddisfare il fabbisogno energetico degli stessi, per il riscaldamento, il condizionamento, l'illuminazione e la produzione di acqua calda sanitaria, favorendo il ricorso a fonti rinnovabili di energia o assimilate, salvo impedimenti di natura tecnica ed economica, sul ciclo di vita degli impianti, da dimostrare da parte del progettista nella relazione tecnica. In particolare, se non si verificano tali impedimenti, negli edifici di nuova costruzione l'impiego di fonti rinnovabili è indicato nella misura del 20%.

2. Per gli edifici di proprietà privata, qualunque ne sia la destinazione d'uso vale il comma 1 del presente articolo. In particolare, se non si verificano tali impedimenti, negli edifici di nuova costruzione l'impiego di fonti rinnovabili è indicato nella misura del 10%.

3. A meno di documentati impedimenti di natura tecnica, economica o funzionale, da valutare in sede di approvazione di progetto da parte della Commissione Edilizia gli edifici di nuova costruzione dovranno essere possibilmente posizionati con l'asse longitudinale principale lungo la direttrice est-ovest con una tolleranza di 30 gradi e le interdistanze fra edifici contigui all'interno dello stesso lotto devono garantire nelle peggiori condizioni stagionali (21 Dicembre) assenza di ombreggiamento, a causa degli edifici circostanti.

4. Serre solari. Sia nelle nuove costruzioni che nell'esistente è opportuno prevedere la realizzazioni di serre solari secondo quanto previsto nel Regolamento Edilizio .

5. Negli edifici adibiti a residenza [E1 (1.1.), E.1 (1.2), E1 (2.1), E.1. (2.2.)] si suggerisce di prevedere il sistema di distribuzione dell'acqua calda e fredda per le utenze lavabiancheria e lavastoviglie di ciascun appartamento.

6. 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 coppia di tubi ben isolati, 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.

7. 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 coppia di tubi ben isolati o vano tecnico, che colleghi l'appartamento al tetto, per l'eventuale installazione di un impianto di condizionamento estivo

8. Negli edifici adibiti a residenza [E1 (1.1.), E.1 (1.2), E1 (2.1), E.1. (2.2.)] si suggerisce di privilegiare gli impianti di riscaldamento centralizzati con contatore di calore per appartamento.

9. Per le seguenti categorie di edifici si indicano le tecnologie di utilizzo delle fonti rinnovabili di energia e di risparmio energetico da adottare, a meno che non venga dimostrata con apposita relazione, l'impossibilità tecnica o l'assenza di convenienza economica.

E.1 (1), E.1 (3) Edifici adibiti a residenza con carattere continuativo e assimilabili :

- sistemi di captazione solare per il riscaldamento di ambienti e per la produzione di acqua calda per gli usi igienici e sanitari, con superficie non inferiore 20% della superficie utile
- impianti di micro-cogenerazione alimentati a gas anche abbinati con macchine frigorifere ad assorbimento
- pompe di calore per climatizzazione estiva-invernale, ove possibile azionate mediante motore a combustione interna a gas
- impianti di condizionamento a gas (ad assorbimento) purché i consumi di energia primaria siano inferiori a quelli di una macchina equivalente a compressione di vapori saturi alimentata elettricamente

E.2, E.3 (1) E.5 (2) Edifici adibiti ad uffici o assimilabili, supermercati, ipermercati o assimilabili, cinema, teatri e sale riunione :

- sistemi di captazione solare per il riscaldamento di ambienti e per la produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari, con una superficie non inferiore al 20% della superficie utile.
- pompe di calore per climatizzazione estiva-invernale, ove possibile azionate mediante motore a combustione interna a gas
- impianti di cogenerazione abbinati con macchine frigorifere ad assorbimento
- impianti di condizionamento a gas (ad assorbimento) purché i consumi di energia primaria siano inferiori a quella di una macchina equivalente a compressione di vapori saturi alimentata elettricamente.

Per questa tipologia di edifici si dovrà certificare l'adozione di tutti i sistemi tecnologicamente disponibili per la riduzione del fabbisogno di energia per il raffrescamento.

E.3 Edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura :

- sistemi di captazione solare per il riscaldamento di ambienti e per la produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari;
- impianti di cogenerazione di energia elettrica e termica per strutture ospedaliere, ove possibile con abbinamento con macchine frigorifere ad assorbimento

E.6 Edifici ed impianti adibiti ad attività sportive :

- pompe di calore, ove possibile azionate da motore alimentato a gas, destinate a piscine coperte riscaldate per deumidificazione aria-ambiente e per riscaldamento aria-ambiente, acqua-vasche e acqua/docce;
- pannelli solari piani per la produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari destinata a docce in

- impianti sportivi con particolare riferimento ai campi all'aperto;
- pannelli solari piani per il riscaldamento dell'acqua delle vasche delle piscine.
- pannelli fotovoltaici (PV) per una copertura della potenza di picco diurna equivalente o superiore al 2%

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

- Sistemi di captazione solare per il riscaldamento di ambienti e per la produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari;

10. I suggerimenti di cui al precedente punto 9 decadono qualora l'edificio sia progettato al fine di sfruttare tecniche e tecnologie di riscaldamento e raffrescamento naturale o "passivo", e venga dimostrato che:

- a) nel periodo invernale il consumo di energia primaria è inferiore a quella prevista dal "fabbisogno energetico normalizzato per la climatizzazione invernale" calcolato come indicato nel comma 7 dell'art. 8 del DPR n° 412 del 26 agosto 1993 di una percentuale superiore al 10%.
- b) nel periodo estivo il valore massimo della temperatura operante nell'ambiente più sfavorito, calcolata in assenza di impianto di climatizzazione, sia inferiore del 10% a quella massima esterna.

4.3 Interventi sugli involucri ⁽¹⁾

1. Al fine di limitare la trasmissione del calore attraverso i componenti opachi 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.

2. Una serie di accorgimenti consente di controllare la radiazione solare allo scopo di utilizzare i guadagni di calore in inverno e di ridurre i carichi estivi. Nello specifico 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 ne impediscano l'ingresso in inverno.

3. Gli aggetti orizzontali per riparare le finestre 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. Le schermature possono essere strutture semplici e relativamente leggere sia dal punto di vista strutturale che architettonico, contribuendo ad arricchire visualmente la facciata. L'effetto sul carico termico e sul comfort (riduzione della temperatura esterna ed interna delle superfici vetrate) è rilevante, senza penalizzare il contributo delle vetrate alla componente naturale

⁽¹⁾ L'adempimento delle norme previste in attuazione della legge 10/91 e del D. Lgs. n° 192/2004 orienta il progettista verso l'adozione di misure atte a limitare le dispersioni di energia attraverso l'involucro. Tuttavia ciò non garantisce affatto una minimizzazione dei consumi durante l'intero anno poiché alcune delle misure necessarie a limitare il fabbisogno energetico per riscaldamento possono non risultare efficaci nei confronti dei fabbisogni per raffrescamento e viceversa. Una analisi di questo tipo è attuabile solo mediante l'uso di strumenti di calcolo complessi che forniscano, sulla base di una simulazione annuale, un bilancio energetico completo, cioè i valori di consumo di energia e domanda di potenza per le diverse ore del giorno lungo tutto l'arco dell'anno.

Inoltre i tradizionali metodi di progettazione impiantistica fanno uso di metodi semplificati (regime stazionario o regime transitorio parametrizzato). L'uso di idonei strumenti software, operanti su regimi transitori, permette invece di ottimizzare la progettazione dell'involucro in funzione delle prestazioni invernali ed estive e di definire con maggiore precisione le dimensioni degli impianti evitando inutili ed inefficienti sovradimensionamenti.

dell'illuminazione. La riduzione della temperatura della superficie interna delle vetrate consente un utilizzo completo dello spazio interno.

4. In alternativa, o aggiunta, la schermatura delle parti vetrate ed opache delle facciate può essere realizzata tramite vegetazione, come descritto nel precedente paragrafo 3.

5. L'uso di vetri doppi è 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 del rapporto tra l'energia luminosa trasmessa e l'energia solare totale trasmessa, K_e , maggiore di 1; 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.

6. L'uso di materiali di finitura superficiale opportuni, selezionati in base al loro indice di riflessione solare (*Solar Reflectance Index*) deve consentire di aumentare l'albedo del tetto e delle facciate.

7. Disporre collettori solari sul tetto consente di schermare il tetto stesso e di utilizzare la radiazione solare intercettata.

8. Tetti ventilati o schermi orizzontali sul tetto dotati di superfici riflettenti/bassoemissive riducono l'irraggiamento diretto ed il re-irraggiamento.

9. La ventilazione del tetto va abilitata in estate e disabilitata nella stagione di riscaldamento.

10. Oltre a quanto previsto dal D.P.R. 412/93 gli edifici dovranno rispondere ai seguenti requisiti :

- a) 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;
- b) Il livello di illuminamento naturale degli ambienti di nuovi edifici o ristrutturati deve essere contenuto in relazione alla destinazione d'uso ed alla localizzazione.
- c) Al fine di garantire che il controllo della radiazione solare non impedisca la ventilazione naturale e non determini una domanda aggiuntiva di illuminazione artificiale :
 - è sconsigliata l'adozione di vetri riflettenti (con coefficiente di trasmissione luminosa nel visibile inferiore al valore precedentemente indicato) per una superficie corrispondente almeno a quella imposta dalle norme vigenti per l'illuminazione naturale.
 - è raccomandato l'uso di oscuranti esterni ad elementi orizzontali regolabili (quali ad es.: persiane scorrevoli, veneziane ecc.);
- d) Le aperture vetrate degli edifici dovranno essere dotate di vetri camera con almeno due lastre separate da intercapedine. E' prevista una deroga nel caso sia comprovata la necessità di soddisfare altri requisiti funzionali (esempio: adozione di cristalli antisfondamento quando necessari).

4.4 Interventi sugli impianti per il raffrescamento/riscaldamento ambientale

1. La progettazione dell'involucro edilizio consente la riduzione dei carichi per riscaldamento e per raffrescamento. Solo dopo aver accuratamente progettato l'involucro secondo le linee guida precedenti ci si occuperà di dimensionare gli impianti di riscaldamento/raffrescamento/controllo dell'umidità.

2. Per quanto concerne il riscaldamento invernale, si cercherà di privilegiare il ricorso ad impianti centralizzati, prevedendo i dispositivi per il futuro allacciamento ad una eventuale rete di teleriscaldamento o ad un impianto di cogenerazione o realizzando l'impianto in modo che sia possibile in futuro realizzare tali allacci con una spesa contenuta e con modeste modifiche dell'impianto stesso. Generalmente è del tutto controindicato il ricorso alle caldaie singole.

3. In ogni caso il sistema di distribuzione del calore dovrà prevedere la parzializzazione delle utenze, l'installazione per ciascuna di esse di sistemi di termoregolazione locale e quindi la contabilizzazione del calore per ogni singola utenza presente .

4. Analoghi sistemi di controllo e contabilizzazione vanno previsti anche nel caso di impianti centralizzati per il condizionamento estivo .

6. L'uso di pannelli radianti integrati nei pavimenti o nelle solette dei locali da climatizzare assicura 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.

7. In ogni stanza è fortemente raccomandato l'uso di valvole termostatiche con sensore di temperatura separato 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 temperatura 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.

8. 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, possibilmente adottando strategie di ventilazione controllata in base alla domanda. Allo scopo di ridurre il consumo energetico del sistema di distribuzione dell'aria occorre utilizzare :

- condotti e diffusori che garantiscano perdite di carico ridotte,
- ventilatori con motori ad alta efficienza e controllo 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%.

9. 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.

10. 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.

11. La produzione di acqua calda sanitaria è preferibile sia effettuata utilizzando pannelli solari con integrazione da teleriscaldamento o a gas, oppure mediante pompe di calore. L'uso di semplici boiler elettrici comporta sprechi energetici ed economici non compatibili con criteri progettuali orientati alla sostenibilità, quindi sono del tutto sconsigliati.

4.5 Illuminazione

1. 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.

2. 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.

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 lamine orizzontali ad alto coefficiente di riflessione possono guidare la luce a profondità maggiori).

4. Sulle facciate nord sono fortemente raccomandati vetri doppi, con trattamento selettivo (con $K_e > 1$), riempiti con gas a bassa conduttività. La proprietà di selettività consente 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.

5. Vetri dello stesso tipo sono consigliati sulle facciate orientate prevalentemente a sud, ovest ed est, a meno che le vetrate non siano schermate con oggetti o vegetazione.

6. 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. 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 raffreddamento occorre però evitare lucernari orizzontali ed adottare tipologie a vetrata verticale o quasi verticale, oppure *shed* orientati a nord, in modo da impedire l'accesso alla radiazione diretta durante l'estate e dirigere verso l'interno la radiazione luminosa in inverno.

8. 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/o 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.

9. Per la progettazione dei sistemi di illuminazione per interni negli edifici che verranno realizzati si raccomanda fortemente di avvalersi delle indicazioni di seguito esposte che elencano, 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/mq di potenza totale installata considerando lampada e alimentatore), garantiscono un corretto uso dell'energia evitando sprechi o sotto dimensionamenti e sono raggiungibili con l'applicazione di tecnologie e componenti impiantistici ampiamente sperimentati nella pratica illuminotecnica.

10. È fortemente raccomandato l'uso di illuminazione fluorescente ad alta efficienza con alimentazione elettronica. Gli apparecchi illuminanti dovrebbero contenere/integrare riflettori a geometria ottimizzata per ridurre il numero di riflessioni ed avere alto coefficiente di riflessione (maggiore o uguale al 95%).

11. 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 traslucido, responsabili di elevatissime perdite di flusso.

12. Per quanto riguarda i controlli, sono fortemente raccomandati:

- 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, condotti di luce etc.) è consigliato l'uso di sensori di luce naturale che azionino gli attenuatori della luce artificiale in modo da garantire un illuminamento totale costante sulle superfici di lavoro e consistenti risparmi di energia.

4.6 Interventi sulle apparecchiature elettriche

1. Per quanto attiene alle apparecchiature elettriche si consiglia fortemente l'adozione dei valori massimi di seguito indicati per le potenze assorbite e che sui calcolatori sia effettivamente installato e correttamente attivato il programma per il risparmio di energia.

4.7 Interventi sul ciclo dell'acqua

1. Va ridotto il consumo d'acqua mantenendo o migliorando la qualità del servizio agli utenti adottando alcune tecnologie ampiamente provate e di facile applicazione :

- temporizzatori che interrompono il flusso dopo un tempo predeterminato, eventualmente comandati da fotocellule (ma anche modelli ad azionamento manuale consentono ottimi risultati)
- sciacquoni per WC a due livelli (flusso abbondante, flusso ridotto) o con tasto di fermo per graduazione continua; si consiglia di evitare gli sciacquoni a rubinetto perché possono causare problemi di rumorosità e producono sprechi notevoli in caso di dimenticanze anche sporadiche
- miscelatori del flusso d'acqua con aria, acceleratori di flusso ed altri meccanismi che mantenendo o migliorando le caratteristiche del getto d'acqua, riducono il flusso da 15-20 litri/minuto a 7-10 l/m e sono disponibili per rubinetti e docce
- sistemi di recupero delle acque piovane e delle acque grigie e riutilizzo delle stesse per gli scarichi nei water .

2. Il risparmio di acqua calda e fredda consente di ripagare il leggero sovracosto di questi apparecchi e dei relativi impianti in pochi mesi. Se applicati in fase di progettazione possono consentire grandi risparmi nel dimensionamento dei boiler e dei pannelli solari; in questo caso il costo totale di impianto (rubinetti, docce e impianto di produzione acqua calda) viene addirittura ridotto ed il risparmio di acqua ed energia risulta gratuito.

Schema di relazione Tecnica per la presentazione dei progetti corretti riguardo all'energia ed all'ambiente.

A) i fattori ambientali

a1) **caratteristiche dell'area (mappe scala 1:2000 - 1:200) evidenziando:**

- morfologia del terreno
- area urbanizzata circostante specificando distanze ed altezze degli edifici
- vegetazione (specificare essenze e caratteristiche stagionali che facilitino l'ombreggiatura d'estate e l'irraggiamento d'inverno)
- corsi o specchi d'acqua (specificare portate stagionali ed eventuali utilizzi a scopi di mitigazione climatica: fontane, laghi artificiali ecc.)

a2) **condizioni climatiche locali** nelle diverse stagioni o mesi dell'anno (fonte: Regione, Statistiche meteorologiche, osservatori e stazioni locali)

1- Temperatura (in °C)	minima	media	max
Mesi			
Stagioni			

2- Umidità relativa (in %)	ore 7	ore 13	ore 19
Mesi			
Stagioni			

3- Precipitazioni	quantità (mm)	Frequenza (giorni)	Max(mm)
Mesi			
Stagioni			

4- Venti al suolo direzione di provenienza (frequenza e velocità media)											
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	variab	calma	max
Mesi											
stagioni											

5. soleggiamento	Energia media giornaliera [MJ/m2]	ore di sole rilevate	% di ore di sole sul tot. max
Mesi			
Stagioni			

B) i fattori tipologici

b1) **caratteristiche tipologiche dell'insediamento** e reciproca disposizione degli edifici (tracciare ombre portate nelle giornate tipo: 21 dicembre, 21 marzo e 21 giugno);

b2) **orientamento e relativa distribuzione delle unità abitative** e dei singoli locali costituenti l'edificio con riferimento alla loro destinazione d'uso prevalente ;

b3) **distribuzione, orientamento e sistemi di protezione delle superfici trasparenti**, loro rapporto rispetto alla superficie opaca, in relazione allo sfruttamento degli apporti solari diretti nel periodo invernale, al

controllo dell'irraggiamento nel periodo estivo² e all'ottenimento di un adeguato livello di illuminazione naturale³ (valutare l'ombreggiamento);

b4) **utilizzo di sistemi solari passivi** atti allo sfruttamento degli apporti solari in forma diretta o indiretti e relativa capacità di accumulo termico,

b5) **azione dei venti dominanti sull'involucro edilizio e sui serramenti** come fattore d'infiltrazione e raffreddamento invernale e di raffrescamento estivo (specificare i ricambi orari in m³/h)⁴.

C) i fattori tecnico-costruttivi

c1) **le caratteristiche delle strutture** dell'edificio in relazione al suo comportamento in regime termico stazionario e variabile, volte a massimizzare il contenimento dei consumi energetici;

c2) **le caratteristiche delle strutture** in relazione agli aspetti relativi alla condensazione superficiale ed interstiziale, alla presenza di ponti termici ed ai parametri di benessere quali la temperatura estiva interna, al fattore di luce diurna;

c3) **le caratteristiche specifiche dei materiali e** dei componenti impiegati con particolare riferimento al loro comportamento termico (isolamento) e al loro impatto ambientale e sulla salute (bioarchitettura).

c4) **devono essere certificati i requisiti dei materiali biocompatibili** utilizzati (Norme UNI Bioedilizia)

⁽²⁾ Per gli edifici assegnati alle categorie E1(1), E1(3), E2, E3 ed E7 secondo il DPR 412/93, il progettista al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva, o di contenere la temperatura raggiunta all'interno degli edifici verifica:

- a) la presenza di elementi di schermatura delle superfici vetrate, esterni ed interni, fissi o mobili, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare almeno al 30% del valore che si avrebbe in assenza di tali elementi; per gli elementi fissi esterni la verifica deve essere fatta per il giorno 21 luglio.
- b) che le strutture di copertura degli edifici a diretto contatto con gli ambienti sottostanti abbiano valori di trasmittanza U non superiori a quelli riportati in tabella in funzione della massa per unità di area frontale e, comunque, compatibili con le indicazioni del D. Lgs. n° 192/2004 :

Tabella-Valori massimi di U per strutture di copertura				
M (kg/m ²)	fino a 100	200	300	oltre 400
U (W/m ² °C)	0,40	0,55	0,63	0,70

Per valori di massa frontale M intermedi si effettua l'interpolazione lineare. Qualora tra la struttura di copertura e l'ambiente sia presente una intercapedine la prescrizione suddetta non è operante purché venga garantita una adeguata ventilazione dell'intercapedine stessa e l'elemento a contatto con l'ambiente abbia trasmittanza U non superiore a 1W/m²°C.

⁽³⁾ Al fine di ottenere adeguati livelli di illuminazione interna naturale il progettista verifica che il fattore di luce diurna medio risulti maggiore del 2% per l'ambiente meno illuminato, salvo i casi in cui il regolamento vigente non consenta la realizzazione di locali privi di illuminazione naturale o che prevedano valori più elevati di detto fattore.

⁽⁴⁾ Per gli edifici assegnati alla categoria E1 secondo l'art.3 del DPR 412/93 il tasso di rinnovo dell'aria è fissato convenzionalmente pari a 0,5 volumi ambiente all'ora, salvo diverse disposizioni del D. Lgs. n° 192/2004. Per edifici di altre categorie e nei casi in cui sussistono valori minimi di ricambio dell'aria imposte da norme igieniche e sanitarie, o dettati da altre normative, il valore del tasso di rinnovo è convenzionalmente fissato pari a 1,1 volte il valore minimo succitato.

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 dal progettista che deve essere un tecnico abilitato all'esercizio della professione, deve essere realizzata in conformità ai modelli indicati dall'Amministrazione Comunale, se esistenti. I limiti da rispettare dall'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 garantita da una massa per unità di superficie superiore a 350 kg/m² (massa effettiva di stoccaggio/superficie calpestabile). Nel caso di controsoffittature ci deve essere una apertura di almeno 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 [$g = (\text{trasmissione} + \text{energia assorbita ed emessa verso l'interno})/(\text{energia solare totale incidente})$] 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 (tapparelle, ...)

– **Usò** : 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 A.

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 non raggiungono i valori di tabella B 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.

Tabella A			
Limiti per il carico elettrico di apparecchiature d'ufficio			
Apparecchi	Attivi	attesa	Spenti
PC	60 W	10 W	5 W
monitor	90 W	5 W	-
PC con monitor	150 W	15 W	5 W
Tabella A			
Limiti per il carico elettrico di apparecchiature d'ufficio (segue)			
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	-

L'impianto di raffrescamento giustificato con la presenza di apparecchiature interne è ammesso solo se vengono superati i valori seguenti:

CONDIZIONI LOCALI	TOTALE CARICO/M ²	TEMPO USO GIORNALIERO
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

Tabella B: Limiti per i contributi interni di calore

	apparecchi			persone			illuminazione		frigoriferi		totale
	ore	potenza specifica	carico giorn.	occupazione	potenza specific	carico giorn	potenza specific	carico giorn	potenza specific	carico giorn	carico giorn (1)
	h	W/m ²	Wh/m ²	m ² /P	W/m ²	Wh/m ²	W/m ²	Wh/m ²	W/m ²	Wh/m ²	Wh/m ²
ufficio singolo, basso carico (1-2 pers.)	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
ufficio , basso carico (3-6 pers.)	12	4	25	12	6	38	10	108			171
ufficio, medio carico(3-6 pers.)	12	8	50	12	6	38	10	108			196
ufficio, elevato carico(3-6 pers.)	12	13	82	12	6	38	10	108			228
grande ufficio, basso carico(>6 pers.)	12	5	27	10	7	38	10	108			173
grande ufficio, medio carico(>6 pers.)	12	10	54	10	7	38	10	108			200
grande ufficio, elevato carico(>6 pers.)	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

Tabella B: Limiti per i contributi interni di calore (segue)

	apparecchi			persone			illuminazione		frigoriferi		totale
	ore	potenza specifica	carico giorn.	occupazione	potenza specific	carico giorn	potenza specific	carico giorn	potenza specific	carico giorn	carico giorn (1)
	h	W/m ²	Wh/m ²	m ² /P	W/m ²	Wh/m ²	W/m ²	Wh/m ²	W/m ²	Wh/m ²	Wh/m ²
negozio 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, alimentare	12		0	5	14	88	16	173	-10	-108	153
supermarket, non alimentare	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
ristorante, medio carico	24	180	1134		10	90	10	108			1332
ristorante, 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

-
- numeri in **neretto**: categorie edilizie con i requisiti per l'installazione di impianti di raffrescamento
 - 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 raffrescamento

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	P	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 coradata 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 dagli attenuatori 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.