

## Edifici amministrativi energeticamente efficienti

(Gennaio 2004) La situazione energetica degli edifici amministrativi si presenta diversa da quella negli edifici residenziali. I locali sono più densamente occupati da persone e da apparecchiature che entrambi emettono calore. Valgono inoltre altri criteri per la progettazione dell'illuminazione, delle temperature e della qualità dell'aria. Di questi particolari la progettazione deve tenere conto se si vogliono costruire edifici con un basso fabbisogno di energia termica ed elettrica. I principali fattori che determinano il fabbisogno energetico degli edifici amministrativi sono due: il consumo energetico delle apparecchiature d'ufficio (PC, fotocopiatrici, ecc.) e il comfort ambientale che si vuole offrire, cioè la temperatura, il livello d'illuminazione e qualità dell'aria che sono aspetti di particolare rilevanza.

Fin dall'inizio della progettazione architettonica si deve pensare alle interazioni tra edificio, riscaldamento, ventilazione, climatizzazione, illuminazione, ecc., altrimenti non si ottiene un buon risultato progettuale. Gli specialisti di queste singole opere devono pertanto partecipare alla progettazione e cooperare con l'architetto già nelle prime fasi del lavoro ("progettazione integrale"). Procedendo in questo modo, l'edificio viene trattato come un'indivisibile entità funzionale, così come deve essere una volta realizzato.

Vista la complessità della materia, non è possibile trattarla in poche righe, pertanto ci limitiamo a trattare principalmente l'ottimizzazione energetica.

### Fattori principali della progettazione

Ogni progettazione architettonica parte dal sito sul quale l'edificio dovrà essere costruito. Lo sviluppo geometrico dell'edificio deve adeguarsi a quello dell'area. Quando si cerca un'adeguata forma da dare all'edificio, si deve pensare che gli ambienti di lavoro dovranno ricevere un'ottima illuminazione naturale. Si deve pertanto prestare attenzione ad elementi che possono impedirla o ostacolarla, ad esempio alti edifici in prossimità di quello che si sta progettando.

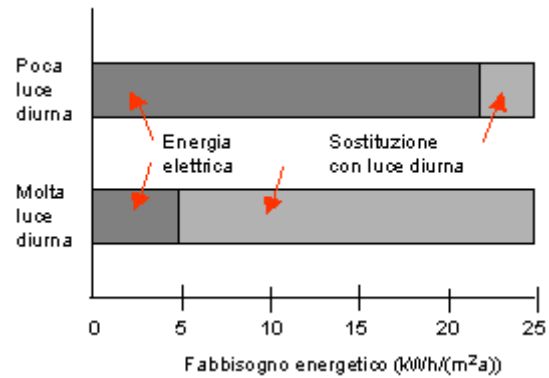
La qualità della luce negli ambienti lavorativi dipende anche dalla loro disposizione e, in particolare, dalla profondità e dall'altezza dei locali. Anche della disposizione delle finestre e dei tavoli di lavoro è opportuno tenere conto.

Visto che una forma architettonica compatta dell'edificio riduce gli scambi termici tra questo e l'ambiente esterno e che una buona illuminazione naturale richiede una profondità non troppo grande degli uffici, si deve cercare una soluzione che soddisfi entrambi i criteri.

## Illuminazione naturale

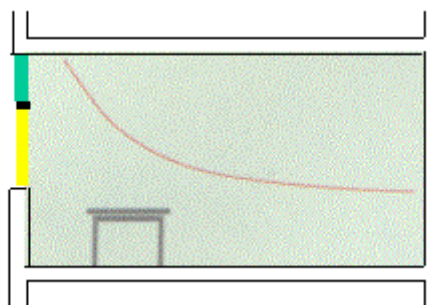
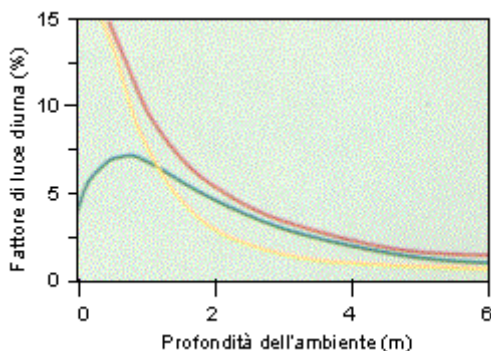
Con un'accurata progettazione dell'illuminazione naturale si possono creare ambienti piacevoli che offrono agli occupanti anche ottime condizioni visive. Una buona illuminazione naturale riduce notevolmente la necessità di usare quella artificiale e quindi riduce anche i consumi elettrici. Negli uffici, la luce naturale può coprire oltre l'80% del fabbisogno di luce, a condizione che le lampade vengano accese solo quando è effettivamente necessario.

Per risparmiare energia elettrica, l'illuminazione artificiale deve essere regolata in rapporto al livello di illuminamento naturale e all'illuminamento richiesto dallo specifico lavoro che si svolge. L'illuminazione artificiale deve essere ridotta, non appena la luce naturale sia sufficiente. Il sistema di regolazione funziona però solo se i sensori sono messi a punto secondo le esigenze dei singoli lavori da svolgere.



Fabbisogno elettrico dell'illuminazione in dipendenza dallo sfruttamento della luce diurna

La luce del sole è anche una sorgente di calore e quindi l'illuminazione naturale influisce sulle temperature e sui flussi termici all'interno e sugli scambi termici tra l'edificio e l'ambiente esterno. L'illuminazione e gli apporti termici devono essere trattati insieme e l'ottimizzazione termica dell'edificio deve pertanto cominciare con l'illuminazione naturale.



Diminuzione della luce diurna sul piano di lavoro in rapporto della distanza dalla finestra (curva rossa). Soprattutto la parte superiore della finestra contribuisce all'illuminamento della parte posteriore del locale (curva verde), mentre la luce che penetra dalla parte inferiore diminuisce rapidamente (curva gialla)

L'illuminazione naturale deve essere progettata in riguardo alle più frequenti condizioni meteorologiche, perché il concetto di illuminazione deve funzionare anche nella stagione più buia.

Una grandezza importante dell'illuminotecnica è il fattore di luce diurna che indica l'illuminamento in un determinato punto dell'ambiente, misurato normalmente sul piano di lavoro.

L'illuminamento da luce naturale diminuisce con l'aumento della distanza dalla finestra. La profondità degli uffici non dovrebbe pertanto superare i 4-5 metri, e i tavoli di lavoro dovrebbero trovarsi in prossimità delle finestre.

Rilevante per l'illuminamento naturale è la porzione di cielo visibile dal tavolo di lavoro. Questa porzione è normalmente ridotta dagli architravi e può essere resa massima quando il bordo superiore delle finestre coincide con il piano del soffitto. Anche gli aggetti sopra le finestre (schermature fisse) riducono

l'illuminazione. Un altro importante fattore che riduce l'illuminazione naturale è l'ostruzione da parte di edifici che si trovano di fronte.

In molti moderni edifici amministrativi ci sono dei locali che ricevono luce attraverso un atrio. La luce che arriva in questi ambienti è ridotta dai vetri del tetto e dalle schermature parasole che li ombreggiano.

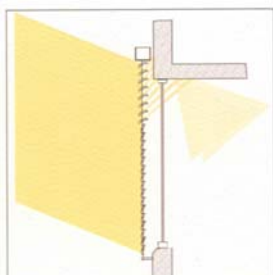
Molti edifici amministrativi sono ampiamente vetrati. Le grandi finestre però in estate sono spesso causa di spiacevoli surriscaldamenti. Conviene pertanto limitare la dimensione delle finestre a quella effettivamente necessaria per l'illuminazione. Si può rinunciare in particolare ai parapetti vetrati che non contribuiscono sensibilmente all'illuminazione, bensì al surriscaldamento.

### Schermature parasole ed elementi riflettenti

Gli apporti di luce diurna possono essere regolati tramite elementi che si trovano nel piano della finestra. Questi elementi servono a:

- eliminare disturbanti riflessi di luce sugli schermi dei PC;
- eliminare gli abbagliamenti (luce diretta, luce diffusa troppo intensa, luce riflessa da superfici esterne);
- evitare il surriscaldamento degli ambienti da parte dell'irraggiamento solare.

Le schermature sono indispensabili sui lati est, sud e ovest dell'edificio e proteggono dal surriscaldamento degli ambienti solo quando sono montate all'esterno delle finestre. Il rischio di surriscaldamento esiste in particolare sul lato est e ovest dove, in estate, il sole si trova in posizione bassa. Di grande aiuto per la precisa progettazione delle schermature sono i diagrammi solari che indicano la posizione del sole per le differenti stagioni e ore del giorno.



Schermatura esterna bipartita con effetto riflettente nella parte superiore

Le schermature davanti alle finestre devono essere regolabili in modo che l'illuminamento generale non subisca un sensibile calo in periodi in cui il cielo è coperto, inoltre non dovrebbero ostruire la vista verso l'esterno. I locali di lavoro devono ricevere sufficiente luce anche quando le schermature sono chiuse. Questo si può ottenere in maniera semplice con tende a lamelle bipartite, che consentono di conferire alle lamelle della parte superiore un'inclinazione differente rispetto a quella delle lamelle della parte inferiore. Regolate in questo modo, le lamelle della parte superiore riflettono la luce incidente al soffitto che la diffonde in tutto l'ambiente.

Possono essere montati anche altri elementi nella parte superiore delle finestre, normalmente più costosi, e montare le tende a lamelle solo davanti alla parte inferiore delle finestre.

Gli elementi riflettenti non sono ancora standardizzati e, per appurare concretamente il loro effetto sull'illuminazione si devono eseguire delle simulazioni. Alcuni software di simulazione visualizzano anche gli effetti termici degli elementi.

I sistemi di illuminazione naturale non dovrebbero ridurre la luce diffusa del cielo, perché altrimenti si riduce l'intero illuminamento. Sugli elementi riflettenti si può depositare della polvere che riduce il loro effetto e che pertanto andrà periodicamente rimossa.

### **Accumulo di calore**

L'accumulo di calore è un aspetto molto importante in un edificio amministrativo, più che in un'abitazione. In un edificio amministrativo, tutti gli apporti di calore da persone, apparecchiature, luce diurna, ecc. si concentrano nelle ore di lavoro, mentre sono assenti durante la notte. Durante il giorno, e non solo in estate, esiste quindi il rischio di surriscaldamento. Questo rischio si riduce quando le strutture dell'edificio (pavimenti, soffitti, pareti di elevata superficie) sono massicce (calcestruzzo, muratura pesante, ecc.) e possiedono un'elevata conduttività ed inerzia termica (decisivi per l'effetto sono solo i primi 10 cm dello spessore a contatto con l'aria). Le strutture che possiedono queste caratteristiche assorbono ed accumulano gli eccessi di calore durante il giorno e lo emettono durante la notte. I controsoffitti, i pavimenti rialzati e l'arredo davanti alle pareti riducono l'effetto. Un maggiore raffrescamento lo si ottiene con la ventilazione notturna, facendo circolare nell'edificio l'aria fresca della notte. Questi provvedimenti di raffrescamento non esentano però dalla necessità di ridurre gli apporti termici diurni.

### **Isolamento termico**

La percentuale del fabbisogno termico al fabbisogno energetico complessivo è minore negli edifici amministrativi rispetto a quella negli edifici residenziali. Anche un edificio amministrativo deve però possedere un efficace isolamento termico che viene dimensionato secondo le stesse norme che valgono per le abitazioni.

L'isolamento termico contribuisce non solo alla riduzione del fabbisogno energetico, ma aumenta anche il comfort termico: la temperatura delle pareti rimane più equilibrata, sia in inverno che in estate.

### **Ventilazione e qualità dell'aria**

La ventilazione sostituisce l'aria esausta all'interno con l'aria fresca presa dall'esterno asportando il CO<sub>2</sub>, l'umidità, i cattivi odori e le sostanze inquinanti accumulati nell'aria. Il benessere fisico delle persone richiede una buona qualità dell'aria interna. In caso di normali lavori d'ufficio e nel periodo di riscaldamento, il fabbisogno d'aria fresca di una persona è di 30-36 m<sup>3</sup>/h. Gli impianti di ventilazione devono essere però dimensionati per 40 m<sup>3</sup>/h e persona. Durante il periodo invernale, l'apporto di aria fresca può limitarsi anche a 30 m<sup>3</sup>/h e persona, mentre in estate la ventilazione deve essere più intensa per essere in grado di asportare la maggiore umidità emessa dalle persone.

La buona qualità dell'aria si ottiene, oltre che per mezzo della ventilazione, riducendo le sorgenti inquinanti, scegliendo materiali di costruzione e arredi che non emettano sostanze nocive, ma il più comune inquinante è il fumo di tabacco e pertanto è proibito fumare negli uffici. Conviene creare delle zone per fumatori, per esempio in una parte della mensa o della caffetteria, dove il ricambio d'aria deve essere maggiore.

### **Sistemi di ventilazione**

Negli edifici amministrativi possono essere utilizzati tre differenti sistemi di ventilazione:

- Ventilazione via finestre che ha il vantaggio della semplicità e che le persone possono direttamente regolare secondo le loro esigenze. Regolare esattamente il ricambio d'aria tramite l'apertura delle finestre è però difficile.
- Ventilazione meccanica che asporta solo l'aria esausta. Questo tipo di ventilazione richiede la suddivisione dell'edificio in zone in cui l'aria entra e in altre da dove viene asportata. L'aria fresca entra, attraverso apposite aperture (per

esempio attraverso le finestre), direttamente negli uffici e in altri ambienti destinati alla permanenza di persone. Da questa zona di entrata l'aria passa in quella di asporto (servizi igienici, locali con fotocopiatrici, corridoi, ecc.) dalla quale viene aspirata meccanicamente. Questo sistema consente una regolazione abbastanza precisa del ricambio d'aria.

■ Un fabbisogno energetico molto basso, per esempio in edifici passivi, è ottenibile solo con sistemi di ventilazione che regolano sia la mandata che l'uscita d'aria e recuperano il calore dall'aria in uscita. Questi sistemi possono anche essere convenienti quando le finestre devono rimanere chiuse a causa dell'inquinamento atmosferico ed acustico da parte del traffico stradale. Affinché l'impianto di ventilazione funzioni efficientemente, i canali e le altre componenti devono essere progettati accuratamente, gli scambiatori di calore devono avere un alto rendimento, i ventilatori devono essere a basso consumo energetico e l'involucro dell'edificio deve essere impermeabile. Per motivi d'igiene l'impianto richiede una frequente e periodica manutenzione.

In tutti i sistemi in cui l'aria passa da locale a locale, sono necessari dispositivi antincendio, eventualmente da stabilire insieme ai vigili del fuoco.

### **Scambiatori di calore interrati**

Gli scambiatori interrati consentono di usare l'energia ambientale del sottosuolo che, ad una determinata profondità, ha una temperatura quasi costante durante tutto l'anno. Questo fenomeno consente di riscaldare l'aria esterna in inverno e di raffreddarla in estate. Prima di entrare nell'edificio, l'aria esterna attraversa lo scambiatore e assume o cede calore. Un tale sistema richiede un impianto centrale di ventilazione e il preciso dimensionamento dello scambiatore interrato (lunghezza, diametro, velocità del flusso d'aria), si deve prestare inoltre molta attenzione agli aspetti igienici (filtri all'entrata dell'aria, smaltimento della condensa, ecc.). Occorre anche un by-pass che consenta la conduzione dell'aria nell'edificio senza il passaggio per lo scambiatore

In caso di edifici d'elevata dimensione può essere conveniente l'installazione di uno scambiatore interrato acqua/terra. In questo caso occorre un secondo scambiatore che trasferisca l'energia termica dell'acqua all'aria o viceversa. Adottando questo sistema si evita la costruzione di lunghe condutture d'aria, e l'acqua può anche essere utilizzata in estate per il raffreddamento delle strutture edilizie che, in questo caso, diventano termoattive. Questa soluzione esclude però il preriscaldamento dell'aria in inverno.

### **Climatizzazione**

Un edificio dell'Europa centrale, progettato secondo le regole dell'architettura climatica, non abbisogna di una vera e propria climatizzazione, questa però è spesso necessaria nei paesi mediterranei e in edifici con un'alta concentrazione di macchinario elettronico dove il raffreddamento estivo è quasi indispensabile. Il freddo però lo si può anche produrre senza le convenzionali macchine frigorifere che consumano molta energia elettrica (vedi gli articoli "Condizionamento solare" e "Solar-Assisted Air-Conditioning" in: MiniWatt.it n. 2, maggio 2003).

### **Fabbisogno elettrico**

In edifici amministrativi le apparecchiature elettroniche (PC e periferie) hanno una notevole influenza sul fabbisogno d'energia elettrica. Il fabbisogno energetico dei PC può essere ridotto di circa il 30% con l'uso di schermi a cristalli liquidi e programmi che, in periodi di inattività, inseriscono automaticamente la funzione stand-by. Con l'uso di notebook, il fabbisogno elettrico si riduce di circa il 75%.

L'uso di queste tecnologie abbassa anche il carico termico, è questo abbassamento ha un effetto migliorativo anche sul clima interno.

## Valutazione

Valutazione significa un approfondito confronto tra gli obiettivi progettuali e i risultati ottenuti. Di particolare rilevanza sono gli obiettivi e dati che riguardano l'efficienza energetica. Un'approfondita valutazione quantitativa richiede la determinazione di tre cose:

- Parametri e criteri di valutazione, per esempio il fabbisogno di energia primaria;
- Valori limiti che si devono rispettare in ogni caso, o ai quali ci si deve almeno avvicinare;
- Metodi che consentono il controllo dei dati da valutare; per esempio metodi di calcolo, normative o software di simulazione.

Valutazione	Metodo	Tipo di risultato
Isolamento termico, impianto termico	Bilancio termico stazionario per anno o mese; calcolo del rendimento dell'impianto	Fabbisogno termico annuale o mensile; fabbisogno energetico della produzione di calore e di acqua calda
Tutte le utenze elettriche presenti nell'edificio	Matrice energetica per l'energia elettrica	Fabbisogno elettrico differenziato per zona e servizio. Conversione dei kWh (el) in kWh (prim).
Clima interno; ottimizzazione della climatizzazione passiva	Simulazione (per ora) del comportamento termico dell'edificio, eventualmente anche dell'illuminazione naturale	Andamento delle temperature, dell'umidità, del fabbisogno termico, del raffreddamento, ecc.
Illuminamento del tavolo di lavoro	Calcolo approssimativo dell'intensità luminosa, modelli architettonici in scala	Intensità luminosa o fattore di luce diurna
L'intera situazione di illuminazione	Calcolo fotometrico della diffusione luminosa	Distribuzione della luminosità, fotografie, abbinamento all'illuminazione artificiale

Un parametro fondamentale della valutazione dell'efficienza energetica di un edificio amministrativo è il fabbisogno standardizzato di energia primaria. Il parametro è misurato in kWh/(m<sup>2</sup> a), dove la superficie di riferimento (m<sup>2</sup>) è quella effettivamente riscaldata o climatizzata; il periodo di riferimento è l'intero anno. Secondo le attuali esperienze e lo stato dell'arte, un valore indicativo del fabbisogno standardizzato medio di energia primaria di un edificio amministrativo (illuminazione, ventilazione, riscaldamento raffreddamento, impianti, ma senza i consumi delle apparecchiature d'ufficio) può essere il seguente:

Valore limite: 100 kWh<sub>prim</sub>/(m<sup>2</sup> a)

Valore di obiettivo: 75 kWh<sub>prim</sub>/(m<sup>2</sup> a)

Il fabbisogno di energia primaria può essere abbassato con l'uso di tecnologie energetiche di particolare efficienza (per esempio cogenerazione) o di fonti energetiche rinnovabili (per esempio solare attivo).

## Conclusione

I progetti realizzati dimostrano che un elevato standard energetico può essere ottenuto anche a costi di costruzione relativamente modesti. Considerando anche i risparmi in corso d'esercizio, ottenibili grazie ai ridotti fabbisogni di energia e di manutenzione, questi edifici sono più economici di quelli convenzionali.