

## SOMMARIO

INTRODUZIONE .....	7
<b>PARTE 1</b>	
<b>LE BIBLIOTECHE RIONALI: SCENARI, CRITICITÀ, INDICATORI, CRITERI DI PROGETTO, LOCALIZZAZIONE E RIUSO DI EDIFICI .....</b>	<b>9</b>
LE BIBLIOTECHE RIONALI DI MILANO.....	11
LO SCENARIO. VERSO QUALE BIBLIOTECA? .....	13
QUALE SCENARIO E QUALE RUOLO PUÒ AVERE OGGI UNA BIBLIOTECA PUBBLICA .....	13
L'accesso alla cultura e informazione oggi .....	14
Progettare per gli utenti / progettare con gli utenti .....	15
Ruolo e funzioni della biblioteca pubblica nella società contemporanea .....	15
Nuove piazze urbane per le città del terzo millennio.....	16
Il ruolo sociale delle biblioteche pubbliche .....	17
“Un bel posto dove andare” .....	19
Non solo promozione della lettura bensì di politiche culturali .....	19
LOCALIZZAZIONE / BACINO DI UTENZA / DIMENSIONAMENTO DELLA BIBLIOTECA.....	21
DEFINIZIONE DEL BACINO DI UTENZA POTENZIALE .....	21
Un caso studio: la Biblioteca Lorenteggio .....	25
LA LOCALIZZAZIONE .....	27
Frequenzamento dell'area e integrazione con altre funzioni.....	27
Accessibilità.....	28
Capacità insediativa.....	28
Caratteri del contesto circostante .....	29
Disponibilità del suolo.....	29
IL RIUSO DEGLI EDIFICI.....	30
Valutare l'adeguatezza delle caratteristiche tipologiche.....	31
Valutare l'adeguatezza delle caratteristiche tecniche e tecnologiche.....	31
Considerazioni tipologiche su edifici storici utilizzati come biblioteche.....	32
Conclusioni .....	34
INDICATORI DI EFFICACIA E DI ACCESSIBILITÀ DELLE LE BIBLIOTECHE RIONALI .....	36
VERSO UNA PIANIFICAZIONE STRATEGICA DEL SISTEMA .....	38
APPUNTI PER UNA PIANIFICAZIONE STRATEGICA DI SVILUPPO .....	38
COMUNICAZIONE / IDENTITÀ / SISTEMA .....	40

OMOGENEITÀ DI TUTTE BIBLIOTECHE A LIVELLO QUALITATIVO.....	40
Identità e individualità di ogni biblioteca.....	40
MARKETING, BRANDING E COMUNICAZIONE .....	41
COMUNICAZIONE E IDENTITÀ VISIVA.....	42
ALCUNE CRITICITÀ RILEVATE NELLE BIBLIOTECHE RIONALI:.....	45
ARCHITETTURA / ARREDI / INTERNI .....	45
L'ARCHITETTURA DELL'EDIFICIO.....	45
Visibilità della biblioteca: l'architettura come strumento di comunicazione .....	46
CRITICITÀ RISCONTRATE NELL'ARCHITETTURA, NEGLI ARREDI E NEGLI INTERNI DELLE BIBLIOTECHE RIONALI .....	46
Criticità nell'articolazione degli spazi e nella distribuzione interna dei servizi.....	47
Criticità per banconi e arredi in genere.....	48
Scarsa qualità dei materiali di finitura e mancanza di materiali fonoassorbenti .....	48
Scarsa qualità dell'illuminazione artificiale.....	49
Criticità negli interventi di riuso di edifici pre-esistenti .....	49

## **PARTE 2**

<b>CRITERI E LINEE GUIDA DI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E IL RINNOVAMENTO DELLE BIBLIOTECHE RIONALI.....</b>	<b>51</b>
LINEE GUIDA PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVE BIBLIOTECHE .....	53
LA FISIONOMIA BIBLIOTECARIA .....	53
Il servizio orientato all'utente .....	53
Multimedialità .....	53
Automazione dei processi: verso l' "open library" .....	54
IL MODELLO FUNZIONALE.....	55
5 CONCETTI CHIAVE .....	56
Serendipity ( idea / ispirazione / narrazione) .....	56
Apprendimento ( scoperta / formazione / alfabetizzazione).....	56
Persone ( incontro / socializzazione / partecipazione) .....	56
Esperienza ( co-creazione / interazione / coinvolgimento) .....	57
Creatività ( gioco / innovazione / sperimentazione) .....	57
DEFINIZIONE DELLE AREE FUNZIONALI.....	58
AREA LAB .....	58
AREA FORUM.....	59
AREA LIB .....	70
I servizi interni .....	72

Aree di pertinenza all'aperto .....	72
ORGANIGRAMMA FUNZIONALE.....	74
LINEE GUIDA PER INTERVENTI SULLE BIBLIOTECHE ESISTENTI.....	76
INDICAZIONI SU COME INTERVENIRE SULLE VARIE AREE FUNZIONALI DELLA BIBLIOTECA.....	76
Entrata .....	76
Settore di ingresso.....	77
Area riviste e giornali .....	77
Area Famiglie, Bambini e Ragazzi.....	78
Spazio Giovani (13-18 anni) .....	79
Spazi per lo studio.....	79
Spazi all'aperto / Giardini.....	79
FORMAZIONE E COINVOLGIMENTO DEL PERSONALE.....	81
LINEE GUIDA PER ARREDI E FINITURE .....	82
FINITURE.....	82
ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE .....	83
ARREDI.....	83
Requisiti generali .....	83
Arredo e prevenzione incendi .....	84
Normativa uni per gli arredi .....	84
Requisiti ambientali del legname e suoi derivati .....	84
Scaffali accessibili al pubblico .....	85
Espositori per documenti audiovisivi .....	86
Banconi.....	87
Fasciatoio.....	88
RIEPILOGO LINEE GUIDA IN 15 PUNTI .....	89
1) Realizzare interventi a partire da un progetto di insieme e di un programma funzionale .....	89
2) Realizzare interventi a partire dall'analisi del bacino di utenza e da un percorso di ascolto locale.....	89
3) Progettare per gli utenti / progettare con gli utenti.....	89
4) Attuare una pianificazione strategica di sviluppo del Sistema .....	89
5) Comunicare le biblioteche.....	90
6) Nuove tecnologie e automazione dei servizi.....	90
7) Formazione e coinvolgimento del personale .....	90
8) Omogeneità qualitativa delle varie biblioteche del Sistema .....	90
9) Identità e individualità di ogni biblioteca.....	91
10) Architettura e visibilità dell'edificio della biblioteca .....	91
11) Valorizzare il Settore di Ingresso .....	91
12) Implementare l'Area Famiglie, Bambini e Ragazzi .....	91

13) Creare uno "Spazio Giovani" .....	92
14) Ripensare gli spazi per lo studio.....	92
15) Valorizzare gli spazi all'aperto e i giardini .....	92
<b>PARTE 3</b>	
<b>PROGETTAZIONE E PARTECIPAZIONE .....</b>	<b>93</b>
PARTECIPAZIONE E FACILITAZIONE.....	95
ALCUNI CASI STUDIO.....	96
Londra (UK) - Idea Store, 2002-2014.....	98
Medellin (Colombia) - Parques Biblioteca, 2003-2011 .....	106
Århus (DK) - Dokk1, 2009-2015.....	110
IL DESIGN THINKING FOR PUBLIC LIBRARIES .....	113
Per quali sfide uso il Design Thinking? .....	114
APPUNTI DI METODO PER LA PROGETTAZIONE PARTECIPATA NELL'AMBITO.....	115
DELLE BIBLIOTECHE RIONALI .....	115
PERCHÉ LA PROGETTAZIONE PARTECIPATA .....	115
Utenti, stakeholders e facilitatori.....	116
CHE COSA È E COME SI PROMUOVE LA PARTECIPAZIONE .....	117
Azioni di facilitazione .....	117
I principi guida.....	118
Le tecniche di facilitazione .....	118
LE FASI E I TEMPI DEL LAVORO DI PROGETTAZIONE PARTECIPATA .....	119
LE AZIONI E I RISULTATI ATTESI .....	120
Azioni di ascolto .....	120
Azioni di consultazione e coinvolgimento.....	121
Azione di deliberazione .....	123
<b>PARTE 4</b>	
<b>PRATICHE TECNICHE E NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>127</b>
INDICAZIONI PRATICHE E NORME DI RIFERIMENTO .....	129
MICROCLIMA E BENESSERE AMBIENTALE.....	130
CONDIZIONI AMBIENTALI PER IL MICROCLIMA INTERNO .....	131
Condizioni termo-igrometriche .....	132
Velocità dell'aria .....	133
Portata d'aria di rinnovo.....	133

Inquinamento interno e filtrazione .....	134
Carico termico.....	134
I principi di un progetto ad alta efficienza energetica .....	136
Il controllo del clima interno mediante sistemi passivi – climatizzazione spontanea.....	136
Il controllo del microclima mediante gli impianti.....	139
NORME DI RIFERIMENTO SUL CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI .....	140
Normativa Comunitaria .....	140
Normativa nazionale .....	140
Normativa regionale.....	141
NORME DI RIFERIMENTO PER GLI IMPIANTI.....	141
IL PROGETTO DELLA LUCE .....	144
PARAMETRI DI ILLUMINAMENTO .....	144
NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	146
I PARAMETRI DI PROGETTO E LE SPECIFICHE DI PRESTAZIONE .....	146
STRATEGIE DI CONTROLLO E/O POTENZIAMENTO DELL'ILLUMINAZIONE NATURALE .....	148
STRATEGIE PER L'ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE .....	149
IL CONTROLLO DELL'AMBIENTE SONORO .....	151
ISOLAMENTO DAI RUMORI AEREI PROVENIENTI DALL'ESTERNO DELL'EDIFICIO.....	152
ISOLAMENTO DAI RUMORI AEREI TRA I LOCALI .....	152
ISOLAMENTO DAI RUMORI DA IMPATTO.....	153
NORME DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE ACUSTICA .....	154
SICUREZZA ANTINCENDIO.....	155
CRITERI GENERALI DI SICUREZZA E PREVENZIONE ANTINCENDIO .....	156
NORME DI RIFERIMENTO PER LA PREVENZIONE E IL CONTROLLO DEGLI INCENDI .....	157
SICUREZZA STATICA E PROGETTO STRUTTURALE .....	159
VALUTAZIONI SULLE STRUTTURE DI EDIFICI ESISTENTI O CONVERTITI A USO BIBLIOTECA.....	159
PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE STRUTTURALE .....	160
ACCESSIBILITÀ E ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE .....	162
ACCESSIBILITÀ E INCLUSIVITÀ .....	162
ALCUNE INDICAZIONI TECNICHE SULL'ACCESSIBILITÀ DI AREE FUNZIONALI E ARREDI .....	163
NORME DI RIFERIMENTO PER L'ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE .....	164
CV AUTORI.....	165

# **PARTE 4**

## **PRATICHE TECNICHE E NORME DI RIFERIMENTO**

*Alterstudio Partners / Politecnico di Milano, Dipartimento ABC*



## INDICAZIONI PRATICHE E NORME DI RIFERIMENTO

---

A seguire vengono fornite indicazioni tecniche e normative per la realizzazione di interventi di nuova costruzione e di riqualificazione e ampliamento di edifici bibliotecari.

Poiché gli interventi sull'esistente potrebbero essere assai diversi tra loro, le indicazioni non possono ritenersi esaustive, e vanno verificate caso per caso.

Alcuni parametri sono prescrittivi, in quanto stabiliti da norme cogenti facenti parte della legislazione vigente, altri sono indicativi, e in questo caso vanno intesi come riferimenti che sarebbe *opportuno e auspicabile* raggiungere.

In una biblioteca vi possono essere **esigenze estremamente contrastanti** per quanto riguarda i livelli di temperatura, ventilazione, illuminazione, rumore, comfort ambientale: i livelli necessari per soddisfare le esigenze delle persone non sono gli stessi indispensabili per la buona conservazione dei documenti cartacei; utenti e addetti possono avere differenti esigenze di comfort (per il diverso tempo di permanenza o per la diversa attività svolta); l'illuminazione adatta a girare agevolmente tra gli scaffali alla ricerca di un libro non è la stessa adatta per la lettura, né tanto meno quella adeguata alla consultazione a video; alcune attività svolte nello stesso luogo presuppongono differenti ambienti sonori e livelli di rumorosità.

Si tratterà perciò anzitutto di **stabilire delle priorità**: in alcuni locali sarà necessario dare priorità alle esigenze di comfort degli utenti, in altri a quelle degli addetti, in altri ancora a quelle necessaria per la buona conservazione dei documenti cartacei, etc.

Ricordiamo anche che in una biblioteca pubblica la conservazione dei documenti cartacei è secondaria rispetto al loro utilizzo e negli scaffali accessibili al pubblico vengono conservati solo documenti relativamente recenti. Solo negli eventuali magazzini chiusi dovranno dunque essere necessari adeguati accorgimenti per garantire le corrette condizioni per la conservazione dei documenti.

## MICROCLIMA E BENESSERE AMBIENTALE

Gabriele Masera, Marco Muscogiuri, Graziano Salvalai / Politecnico di Milano, Dipartimento ABC

Solitamente viene considerato come stato di **benessere termico** di una persona quella particolare situazione climatica in cui il corpo non è costretto ad attivare meccanismi di termoregolazione e non avverte sensazioni di caldo o di freddo. Tale condizione è ovviamente influenzata dal tipo di attività svolta, dal vestiario indossato e da numerose condizioni soggettive. Negli stessi locali persone diverse potrebbero avvertire differenti sensazioni di comfort o dis-comfort: per esempio, la temperatura corporea di un lettore seduto si abbasserà gradualmente, con la progressiva riduzione dell'attività metabolica, fino a fargli percepire una sensazione ben diversa da quella iniziale e molto differente da un utente o un bibliotecario che preleva o ripone libri tra gli scaffali.

Per questa ragione i parametri di benessere termico che vengono calcolati su base statistica, prevedono una percentuale di *insoddisfatti*, che in situazione ottimale dovrebbe teoricamente non dovrebbe superare il 5%.

Le condizioni microclimatiche sono un fattore determinante per il benessere delle persone e la salubrità degli ambienti, in quanto da un lato minime variazioni (di temperatura o di umidità dell'aria) possono provocare immediati sintomi di disagio o di malessere, dall'altro queste condizioni interagiscono direttamente con altri inquinanti presenti nell'ambiente interno, esaltandone o mitigandone il potere nocivo.

Una errata progettazione degli spazi o la scarsa efficienza dell'impianto di condizionamento (per errori di progetto, di realizzazione, manutenzione o regolazione) possono non solo minare il benessere degli utenti, ma portare a vere e proprie patologie (*Building Related Illness*) o a sindromatologie neuro-psichiche come la *Sick Building Syndrome*.<sup>39</sup>

<sup>39</sup> Sono classificabili come *Building Related Illness (Malattia provocata dagli edifici)* tutte quelle malattie provocate direttamente da inquinanti e agenti patogeni presenti nell'edificio o dal cattivo funzionamento degli impianti di condizionamento: dalle forme tumorali (dovute all'esposizione a inquinanti emessi da certi materiali di costruzione, arredi o materiali di uso quotidiano), alla *Legionellosi*, a raffreddori e allergie (provocate da muffe, batteri, virus e altri microrganismi che diffusi nel ricircolo d'aria forzata), fino alle bronchiti e reumatismi causati dall'aria condizionata.

La *Sick Building Syndrome (Sindrome da edificio malato)*, invece, è stata definita dall'OMS come quell'insieme di sintomi di malessere generale e non specifici accusati da persone che soggiornano in determinati edifici.

I sintomi sono stati classificati in cinque gruppi principali:

- 1) manifestazioni respiratorie (irritazione e secchezza delle mucose nasali e faringee, forme leggere di asma);
- 2) manifestazioni oftalmiche (irritazione e secchezza delle mucose degli occhi);
- 3) manifestazioni cutanee (secchezza, arrossamenti e irritazione della pelle, in alcuni casi eritemi e dermatiti);
- 4) manifestazioni neuropsichiche (mal di testa, affaticamento psichico, difficoltà di concentrazione, diminuzione della memoria, sonnolenza, torpore, astenia);
- 5) sensazioni olfattive e gustative sgradevoli.

Le *BRI* e le *SBS* tendono a manifestarsi in edifici non dotati, o dotati solo parzialmente, di aerazione e illuminazione naturale. La tipologia classica dell'edificio in cui si manifestano è quella del palazzo per uffici ermeticamente chiuso e con aria condizionata.

I fattori all'origine di queste patologie sono diversi e spesso correlati l'uno a l'altro:

- 1) presenza di inquinanti nell'aria (formaldeide, ossido di carbonio, composti organici volatili –VOC–, microrganismi allergizzanti, ozono, etc.);
- 2) il microclima interno (temperatura, umidità, ricambi d'aria, velocità dell'aria);
- 2) l'illuminazione;
- 3) il livello di rumorosità;

Ai fattori specifici si associano altri fattori, come la mancanza di illuminazione naturale, il lavoro al video terminale, la stanchezza da lavoro o studio, l'organizzazione dello spazio (p.e. da oltre vent'anni gli *open space* sono accusati di provocare stress dovuto all'impossibilità di riconoscere uno spazio personale, all'eccesso di rumorosità di fondo, all'illuminazione spesso inadeguata), fino alle relazioni interpersonali (fenomeni come il *mobbing* o il *burn-out*).

Non si sa tutt'ora quanto della *SBS* sia dovuto allo stress da lavoro e quanto invece dello stress da lavoro sia dovuto alla *SBS*. I sintomi avvertiti dai soggetti, tendono generalmente ad acuirsi con l'aumentare del tempo trascorso all'interno degli edifici e diminuiscono o scompaiono rapidamente nel momento in cui si lascia l'edificio (ovvero il lavoro). La *SBS* non va comunque sottovalutata, in quanto incide notevolmente sul rendimento delle persone, ed è causa di un'alta percentuale di assenze per malattia (30-40%).

**Temperature artificiali** troppo elevate producono infatti stanchezza, irritabilità e problemi circolatori: soprattutto per i lavori sedentari e intellettuali è consigliabile un ambiente fresco. L'*umidità relativa* non è meno importante: troppa umidità rende il calore afoso, rallenta la respirazione, induce alla formazione di muffe e funghi, e il rilascio di VOC; mentre un microclima troppo secco provoca secchezza delle mucose e favorisce l'aumento di batteri e delle polveri. In aggiunta l'umidità relativa è il principale fattore di rischio (assieme alla luce) per la conservazione dei documenti, condizionando da un lato lo sviluppo di micro-organismi e dall'altro il degrado chimico (in particolare l'idrolisi acida della carta).

Il **ricambio d'aria** è altrettanto problematico: è necessario un buon ricambio per far fronte all'anidride carbonica "dell'aria viziata"; in caso di impianti a parziale ricircolo d'aria c'è il rischio di diffusione di virus e batteri; i filtri devono essere costantemente tenuti puliti, e l'impianto va mantenuto in perfetto stato di funzionamento per evitare la formazione di muffe o migro-organismi.

La **velocità dell'aria** eccessiva è particolarmente fastidiosa in caso di correnti d'aria fredda o calda dirette su una postazione di lavoro, e le bocchette di emissione dovrebbero essere collocate sufficientemente lontano da quelle di immissione, per evitare di aspirare l'aria appena entrata.

Non ultimo, non va sottovalutata una adeguata **ionizzazione dell'aria** (presenza nell'aria di ioni negativi). La presenza di cariche elettriche o elettrostatiche generate dagli apparecchi (videoterminali, fotocopiatrici), dallo sfregamento di materiali sintetici o da particolari condizioni climatiche (venti caldi) può causare un eccesso nell'aria di ioni positivi (molecole che hanno perso elettroni), "grossi" e "pesanti", la cui presenza nell'aria favorisce la diffusione di polveri e pollini e rende più difficile l'ossigenazione del sangue; da questa situazione possono derivare anche emicrania e disturbi respiratori. Gli ioni negativi (molecole che hanno acquisito elettroni), più "piccoli" e "leggeri", favoriscono invece la sedimentazione delle polveri e delle sostanze inquinanti. Per la ionizzazione dell'aria è possibile adottare gli appositi ionizzatori, ma anche in questo caso è necessario fare attenzione, in quanto alcuni di essi emettono ozono.<sup>40</sup>

## CONDIZIONI AMBIENTALI PER IL MICROCLIMA INTERNO

Per la definizione dei parametri ambientali per il progetto degli impianti, si può fare riferimento alle **norme UNI 10339** (condizioni termoigrometriche, velocità dell'aria, portate d'aria di rinnovo, filtrazione), **UNI EN 13779** (requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione) e alla **UNI 8199/98** (livelli sonori degli impianti).

Si analizzeranno di seguito i vari parametri di riferimento, tenendo conto delle difformità che possono esserci nei vari locali a seconda della destinazione d'uso. Per ciò che riguarda il microclima, le sale di lettura e gli uffici sono considerati in modo sostanzialmente omogeneo. Per quanto detto all'inizio (sul tipo di documenti esposti e le caratteristiche di conservazione), anche gli spazi a scaffale aperto sono stati considerati alla stregua delle sale di lettura, poiché non hanno soluzione di continuità con esse. Altri ambienti aperti al pubblico (p.e. l'atrio, il Settore

---

<sup>40</sup> Sull'inquinamento interno si veda Adriana Baglioni, Silvia Piardi, *Costruzioni e salute. Norme, criteri e tecniche contro l'inquinamento interno*, Milano: Franco Angeli, 1990; Marco Maroni *Habitat costruito, inquinamento e salute*, Milano: Franco Angeli, 1993; Donald Pearson, *La casa ecologica*, Milano: Touring Club Italiano, 1990; Federico Butera, *Architettura e Ambiente*, Etas Libri, 1994; 2017 ASHRAE Handbook – Fundamentals.

di Ingresso o gli spazi di circolazione in genere), i magazzini chiusi (o per fondi speciali) e le sale per conferenze possono invece avere condizioni microclimatiche leggermente differenti, da esaminare caso per caso.<sup>41</sup>

### Condizioni termo-igrometriche

La **temperatura** di progetto per gli ambienti destinati a sale di lettura, uffici, auditorium deve essere di 20°C in inverno e di circa 26°C in estate;<sup>42</sup> nell'atrio e negli spazi di circolazione potrebbe essere leggermente più bassa in inverno e più alta in estate.<sup>43</sup> Il gradiente verticale non dovrebbe essere superiore a 2°C in sale, uffici e auditorium, e a 3°C negli altri spazi al pubblico. Nei magazzini chiusi la temperatura dovrebbe essere intorno ai 20°C in inverno e compresa tra 20 e 25°C in estate, con un gradiente medio mensile non superiore a 1 °C ed una variazione giornaliera compresa entro  $\pm 1,5^\circ\text{C}$ .<sup>44</sup>

Durante l'inverno nei periodi di non occupazione la temperatura può essere mantenuta tra 10 e 16°C (tranne i magazzini chiusi).

È ammissibile, anzi auspicabile, che negli auditori vi sia una certa tolleranza sui valori della temperatura ambiente invernale: all'inizio di uno spettacolo è accettabile una temperatura di 19°C, che può aumentare fino a 23-24°C durante lo svolgimento, in considerazione della riduzione dell'attività metabolica del pubblico.

Ai fini del comfort termico più che la temperatura dell'aria è essenziale la **temperatura operativa** che risulta dalla media tra la temperatura dell'aria interna e la *temperatura media radiante*<sup>45</sup>. L'esperienza ha dimostrato che ai fini del confort termoigrometrico la temperatura operativa deve attestarsi intorno a 20°C in inverno e a 24°C in estate.

L'**umidità relativa**, nelle sale di lettura e negli altri spazi con permanenza di persone dovrà essere compresa tra 35 e 45% in inverno e tra 50 e 70% in estate.<sup>46</sup>

---

<sup>41</sup> Sugli aspetti relativi al microclima interno si veda: Federico Butera, *Architettura e Ambiente: manuale per il controllo della qualità termica, luminosa e acustica degli edifici*, Milano: Etas Libri, 1994; Butera, Federico M. *Energia e tecnologia fra uomo e ambiente: Complementi di fisica tecnica per architetti*. Milano: Città Studi, 1992, 1996; Luca Stefanutti, *Applicazioni di impianti di climatizzazione*, Tecniche Nuove, 1996; *2017 ASHRAE Handbook - Fundamentals*, Atlanta: ASHRAE; *2015 ASHRAE Handbook - HVAC Application*, Atlanta: ASHRAE; AICARR *Condizionamento, ventilazione e contaminazione ambientale, riscaldamento, refrigerazione: innovazioni e tendenze*, Atti del Convegno tenutosi i gg 22-23 marzo 2000, Milano: Aicarr, 2000; Steven V. Szokolay, *Introduzione alla progettazione sostenibile*, Milano: Hoepli 2006.

<sup>42</sup> Alcuni autori suggeriscono per gli auditori una temperatura estiva assai più bassa (fino a 22-24°C), affermando che essendo l'abbigliamento del pubblico in queste sale quasi sempre di tipo formale e simile sia in estate che in inverno, (con valori di clo variabili tra 0,2 e 0,7) e non avendo il clima esterno alcuna influenza sull'ambiente interno, la temperatura dovrebbe rimanere più o meno uguale tutto l'anno.

<sup>43</sup> In particolare, nel determinare le condizioni termoigrometriche di alcuni spazi del settore di ingresso, bisogna considerare che gli utenti che entrano o escono sono vestiti in modo tale da subire in estate uno shock termico nel passaggio tra esterno ed interno e viceversa. Ciò si può evitare mantenendo una differenza di temperatura tra aria esterna ed interna non superiore a 7°C.

<sup>44</sup> "L'influenza della temperatura è stata per molti anni sopravvalutata" affermava Carlo Federici, già Direttore dell'Istituto Centrale per la patologia del libro di Roma, "da una parte a causa delle ricerche in campo biologico le quali attribuivano particolare rilevanza ad essa come fattore di sviluppo dei microrganismi, dall'altra parte per le tecniche di invecchiamento artificiale basate sulla permanenza dei campioni da invecchiare in stufe. Se si riflette minimamente sul rapporto tra temperatura e sviluppo dei microrganismi, ci si rende subito conto che il fattore critico è piuttosto l'umidità. (...) Sono ormai convinto che la temperatura possa essere annoverata tra i fattori secondari di degrado divenendo significativa soprattutto in sinergia con altri parametri, quale ad esempio l'umidità relativa. In ogni caso è opportuno che i valori della temperatura si mantengano, in linea di massima, nell'intervallo 20-25°C evitando, per quanto possibile, il ricorso a sistemi di condizionamento radicale." Carlo Federici, *Prevenzione indiretta e prevenzione diretta negli archivi e nelle biblioteche*, intervento nel Convegno *Italia-Germania: Esperienze a confronto in ambito bibliotecario nel settore della conservazione*, 20-21 settembre 2001, Milano, organizzato dal Goethe Institut di Milano-Torino-Genova presso l'Archivio di Stato di Milano.

<sup>45</sup> La *temperatura media radiante* è la temperatura media ponderata di tutte le superfici rispetto all'occupante.

<sup>46</sup> Il *2015 ASHRAE Handbook - HVAC Application* prescriverebbe condizioni estive comprese tra 23 e 26°C con U.R. tra il 50 ed il 60%, e condizioni invernali comprese tra 21 e 23°C con U.R. tra 20 e 30%. Questi valori di umidità risultano tuttavia molto più bassi rispetto a

Nei magazzini chiusi l'umidità relativa deve essere mantenuta su valori costanti (evitando oscillazioni che possono provocare danni alle opere) intorno al 50%, con una tolleranza di  $\pm 5\%$ , con un gradiente mensile non superiore al 5% ed una variazione giornaliera massima compresa entro  $\pm 3\%$ .

Negli auditori l'umidità relativa deve essere sempre compresa tra il 40 ed il 50% in quanto, in presenza di un elevato affollamento, valori inferiori possono favorire la diffusione di batteri e virus mentre valori più elevati sono disagiati.

### **Velocità dell'aria**

La velocità dell'aria nelle sale di lettura e negli uffici deve essere compresa tra 0,05 e 0,15 m/s, misurata dal pavimento fino ad un'altezza di 2 metri. Negli auditori il valore medio comunemente prescritto è di 0,13-0,15 m/s.<sup>47</sup>

### **Portata d'aria di rinnovo**

Per sale di lettura e uffici la portata d'aria esterna deve essere di 5 litri/sec per persona (equivalenti a circa 20 m<sup>3</sup>/h per persona)<sup>48</sup>, mentre per i magazzini chiusi è necessario assicurare un volume d'aria di ricambio orario pari almeno al volume dello spazio in oggetto (ricambi d'aria minori ai fini del risparmio energetico potranno essere valutati caso per caso e concordati con la ASL competente, a seconda della presenza o meno di persone nel deposito).<sup>49</sup> La norma UNI EN 13779:2008 "Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione" definisce i principali parametri rilevanti per la progettazione degli impianti di ventilazione e climatizzazione di edifici non residenziali. Per gli auditori e le sale polifunzionali si può fare riferimento alla norma UNI 10339:2005, che la determina in funzione del rapporto tra il volume V e l'affollamento n, espresso in metri cubi per persona.<sup>50</sup>

Non vanno dimenticati alcuni ambienti speciali che necessitano di un ricambio d'aria molto maggiore del normale, per esempio i locali fotocopie, se ve ne sono, dove vi può essere una forte produzione di calore e di ozono, e i locali dove vi è un gran numero di computer (p.es. aule corsi informatizzate, etc.), che possono soffrire di maggiore ionizzazione dell'aria.

---

quelli comunemente adottati (soprattutto in Italia), con notevoli conseguenze per quanto riguarda il trattamento di umidificazione dell'aria esterna e con le possibili ricadute a livello di comfort evidenziate nel precedente paragrafo.

<sup>47</sup> Alcuni autori ritengono che una velocità dell'aria nettamente percepibile (attorno a 0,25 m/s) possa essere benefica per attenuare la sensazione di claustrofobia e di soffocamento che alcuni avvertono negli ambienti affollati: questi valori sono però eccessivi, in quanto non vi è possibilità di sfuggire ad eventuali correnti d'aria.

<sup>48</sup> Alcuni autori americani consigliano in generale per le sale lettura e per gli uffici un ricambio d'aria 2 Vol/h. Cfr. Harry Faulkner-Brown, *Some Thoughts on the Design of Major Library Buildings*, in *Intelligent Library Buildings, Proceedings of the Tenth Seminar of the IFLA Section on Library Buildings and Equipment*, a cura di Marie-Françoise Bisbrouck e Marc Chauveinc, atti del convegno tenutosi a Den Haag il 24-29 agosto 1997, Monaco: K.G. Saur, 1999, p.18.

<sup>49</sup> Va ricordato che nei magazzini a scaffale chiuso la ventilazione è influenzata dal sistema di arredo. Alcuni scaffali compatti di recente realizzazione sono progettati per essere – una volta chiusi – del tutto ignifughi e con carico di incendio nullo. Per l'aerazione dei depositi si devono anche tenere presenti le disposizioni in materia di prevenzione incendi: vedi paragrafo seguente relativo alla prevenzione incendi.

<sup>50</sup> Per  $V/n < 15$  si adotta la portata standard  $Q_{op}$  (pari a 5,5 l/s per la sala e 2,5 l/s per il palco). Per  $V/n > 45$  si adotta la portata minima consentita  $Q_{opmin}$  (pari a 4 l/s per la sala e 7 l/s per il palcoscenico). Per  $V/n$  compreso tra 15 e 45 i valori di portata sono compresi entro i valori suddetti e vengono determinati in base alla formula  $Q = Q_{op} + m (V/n - 15)$  dove  $m = (Q_{opmin} - Q_{op}) / (45 - 15)$ .

### **Parametri microclimatici per unità ambientale**

Destinazione d'uso	Temperatura		Umidità relativa		Gradiente	Ricambi	Velocità
	Inverno	Estate	Inverno	Estate	verticale	d'aria	dell'aria
Sale lettura e uffici	20°C	26°C	35-45%	50-70%	1-2°C	≥ 32 m³/h xp	0,05-0,15 m/s
Spazi al pubblico	18-22 °C	25-29 °C	35-45%	50-70%	< 3°C	≥ 30 m³/h xp	< 0,2 m/sec
Magazzino chiuso	costante 20°C	costante 20-25°C	costante 45-55%	costante 45-55%	< 3°C	≥ 1 vol/h	< 0,2 m/sec
Auditorium	20°C	26°C	40-50%	40-50%	1-2°C	come da formula	0,13-0,15 m/s

### **Inquinamento interno e filtrazione**

Per evitare di introdurre inquinanti (polveri o fumi) dall'esterno o far ricircolare inquinanti presenti all'interno dell'edificio è necessario un adeguato sistema di filtrazione.

La filtrazione deve avere un'efficienza compresa tra 45% (classe EU 5) e 85% (classe EU 7). In genere si prevedono due stadi di filtrazione a media e alta efficienza, ma talvolta può essere necessario prevedere un sistema con filtri a carbone attivo per la rimozione di odori e di effluenti gassosi presenti nell'aria esterna o di ricircolo in locali per fumatori. Alcuni regolamenti di igiene prescrivono che nell'aria immessa non siano presenti particelle in concentrazione superiore a 0,2 mg/Nm<sup>3</sup> e che sia esclusa la possibilità di trasmissione di malattie infettive attraverso l'impianto di climatizzazione. Nel caso di fondi di particolare pregio è opportuno prevedere sistemi di filtrazione con rendimento minimo dell'85% (classe EU 7), per la filtrazione delle polveri e un secondo stadio di filtrazione ad elevata efficienza con rendimento del 99,9% su particelle con diametro di 0,3 micron, per la filtrazione dei fumi. La filtrazione elettrostatica dell'aria è invece sconsigliata in quanto può provocare la formazione di ozono.

### **Carico termico**

Negli edifici vengono prodotti carichi termici di origine sia interna che esterna. I primi sono sempre positivi e comportano un aumento di calore interno e innalzamento della temperatura; i secondi possono essere sia positivi che negativi, a seconda della stagione e dell'ora del giorno. Entrambi i tipi hanno andamento variabile. Il carico termico prodotto in un edificio deve essere accuratamente previsto al fine di neutralizzarlo con impianti di climatizzazione e tecnologie bioclimatiche attive e passive, che ne seguano, per quanto possibile, la dinamica.

### **Carico termico per radiazione e trasmissione**

I carichi per radiazione e trasmissione riguardano prevalentemente le zone perimetrali di un edificio (da 4 a 6 metri dalla parete esterna), benché alcune aree (atri, grandi sale di lettura, etc.), con estese superfici vetrate (finestre e lucernari) possano esserne interessate più in profondità. I carichi per radiazione e trasmissione dipendono dalle caratteristiche costruttive e prestazionali dei componenti edilizi: l'impiego di vetri ad elevate prestazioni o di tecnologie bioclimatiche attive e passive può grandemente diminuire l'apporto esterno di calore estivo e le dispersioni termiche invernali.

### **Carico termico dovuto alle persone**

Il carico dovuto alle persone è di tipo impulsivo e variabile nel tempo. Per le sale di lettura si può considerare un valore medio di affollamento di 1 persona ogni 8-10 m<sup>2</sup>, al quale corrisponde un carico specifico di 6,3 W/m<sup>2</sup> di calore sensibile di 6,9 W/m<sup>2</sup> di calore latente. Gli uffici chiusi hanno un valore di affollamento variabile in base al tipo di locali, da 8 a 25 m<sup>2</sup> per persona (dall'open-space all'ufficio direzionale).

Nelle sale riunioni, ove non sia definito il numero di posti, si può invece considerare un affollamento di 1 persona ogni 2 m<sup>2</sup>. Nel settore di ingresso (p.e. aree prestito e *browsing*) il carico termico è assai variabile e può raggiungere valori elevati nei periodi di punta. Come valore medio di affollamento si può assumere 1 persona ogni 6 m<sup>2</sup> con un carico totale di 120-170 W<sup>51</sup> per persona (metabolismo di persona in leggero movimento) e quindi un carico endogeno specifico compreso di 20-25 W/m<sup>2</sup>.

### **Carico termico dovuto all'illuminazione artificiale**

È possibile che le aree più interne della biblioteca debbano essere in tutto o in parte illuminate artificialmente anche durante il giorno. La differenziazione dei livelli di illuminamento dei vari spazi, con lampade per l'illuminazione puntuale dei tavoli o degli scaffali combinate con un'illuminazione di tipo indiretto a bassa intensità, riflessa e diffusa, consente un carico termico complessivo di circa 5-10 W/m<sup>2</sup>, benché l'utilizzo di lampade a led tenda a ridimensionare significativamente l'impatto dell'illuminazione artificiale sul carico termico.

In alcune aree dell'edificio, come atrio, banconi informazioni e *reference*, *browsing area*, emeroteca, etc. può esserci un più alto livello di illuminazione e un maggiore carico termico, che può arrivare fino a 15-20 W/m<sup>2</sup>.

Nel caso di impianti di condizionamento con bocchette di emissione a soffitto, il 30 % del carico termico dovuto ai corpi illuminanti a soffitto può essere asportato direttamente dall'aria di ripresa e quindi non entra nel calcolo del carico termico in ambiente, pur dovendo essere comunque tenuto in considerazione nel calcolo della potenza frigorifera complessiva.

### **Carico termico dovuto alle apparecchiature**

La determinazione dei carichi dovuti alle apparecchiature (pc, fotocopiatrici, monitor, stampanti, etc.) può essere particolarmente complesso. Da un lato, infatti, il dato fornito dai produttori sulla potenza non corrisponde a quella effettiva assorbita, dall'altro è necessario considerare il tempo effettivo di impiego. Per pc e stampanti la potenza assorbita misurata è circa il 30-40% di quella dichiarata, mentre per le fotocopiatrici è compresa tra il 5-20% in stand-by e fino al 95% in fase di funzionamento. Negli Stati Uniti prevale l'abitudine di prevedere un carico termico compreso tra 20 e 50 W/m<sup>2</sup> per gli uffici: in realtà alcune ricerche a campione hanno dimostrato che i carichi sono molto più bassi, tra 4 e 12 W/m<sup>2</sup>. A questo si aggiunge la generale tendenza verso una diminuzione delle potenze assorbite (e quindi dei carichi termici) di queste apparecchiature grazie all'impiego di componenti di maggiore efficienza.

---

<sup>51</sup> Uni EN 7730 – Ergonomia degli ambienti termici. Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo PMV e PPD e dei criteri di benessere locale.

## I principi di un progetto ad alta efficienza energetica

Il mantenimento delle condizioni di comfort sopra esposte nelle varie stagioni dell'anno costituisce, nella maggior parte degli edifici esistenti, una frazione preponderante del loro consumo energetico complessivo. Ogni progetto con ambizioni di alta efficienza energetica, come ormai richiesto dalle normative a tutti i livelli, deve quindi prioritariamente tendere alla riduzione dell'energia necessaria per i servizi di climatizzazione e di illuminazione, favorendo la capacità dell'edificio di garantire per via il più possibile *spontanea* (passiva) i livelli di comfort per gli utenti.

Oltre a svolgere il ruolo di cornice di riferimento per le legislazioni nazionali, la Direttiva Europea 2010/31/UE<sup>52</sup> sulla prestazione energetica nell'edilizia definisce la filosofia di fondo da adottare nella progettazione degli edifici a energia quasi zero (nZEB), standard al quale, in Lombardia, tutti i nuovi edifici, gli interventi assimilati alla nuova costruzione e gli edifici sottoposti a ristrutturazione importante di primo livello devono conformarsi a partire dal 1 gennaio 2016.

Un "edificio a energia quasi zero" (art. 2) è definito come un immobile "*ad altissima prestazione energetica*, [il cui] fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da *energia da fonti rinnovabili*, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze".

Risulta quindi evidente che il primo, indispensabile passo verso un edificio conforme allo standard nZEB consiste proprio in una elevata prestazione energetica complessiva, che ne limiti il fabbisogno di energia per i vari servizi previsti; solo successivamente ci si curerà di fornire l'energia ancora necessaria da fonti rinnovabili (quindi prive di emissioni nocive, aspetto particolarmente importante per una metropoli densa e poco ventilata come Milano). In uno slogan, si potrebbe riassumere lo spirito della Direttiva in "*ridurre il fabbisogno prima di produrre energia*". Dal punto di vista progettuale, questo approccio richiede particolare attenzione nelle fasi iniziali, quando si prendono le decisioni principali in termini di morfologia dell'edificio, orientamento, rapporti fra parti opache e parti vetrate, ecc. Queste risultano le scelte più critiche per la definizione della capacità dell'edificio di garantire condizioni di comfort per gli utenti grazie a fenomeni passivi, quali il guadagno solare diretto, la ventilazione naturale, la protezione dalla radiazione solare estiva, ecc. – in altri termini, tutto ciò che contribuisce alla climatizzazione spontanea dell'edificio.

In generale, è indispensabile considerare che questi aspetti, che si potrebbero definire pre-tecnologici, hanno grande importanza nella definizione della prestazione energetica dell'edificio, pur presentando extra-costi nulli o comunque limitati; mentre tutte le scelte successive, relative ad aspetti costruttivi e impiantistici, presentano costi crescenti all'aumentare del contenuto tecnologico.<sup>53</sup>

## Il controllo del clima interno mediante sistemi passivi – climatizzazione spontanea

La progettazione bioclimatica sfrutta le risorse climatiche e le fonti di energia rinnovabile disponibili in loco per regolare il microclima interno e garantire il comfort degli utenti, prevalentemente attraverso l'utilizzo di sistemi

---

<sup>52</sup> Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio, 19 maggio 2010 – 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione).

<sup>53</sup> Sugli edifici a energia quasi zero (nZEB) si veda: Graziano Salvalai, 2020. *Edifici a energia quasi zero*, Rimini: Maggioli 2015; Enrico Mazzucchelli, *Edifici ad energia quasi zero*, Rimini: Maggioli, 2013; Karsten Voss, Eike Musall, *Net Zero energy buildings*, Monaco: Edition Detail, 2013.

passivi (p.es. sistemi di ombreggiamento e captazione solare, ventilazione naturale, ecc.), che considerano l'*involucro* dell'edificio elemento dinamico di mediazione tra ambiente esterno e interno.<sup>54</sup>

Questo approccio influisce direttamente sulla progettazione architettonica. Piuttosto che utilizzare tecnologie specifiche atte a rispondere ai singoli problemi in modo puntuale ma disorganico, il progetto dovrebbe infatti cercare soluzioni anche morfologicamente interessanti e organicamente articolate dal punto di vista architettonico, essendo comunque riduttivo conferire alta efficienza energetica a edifici con scarsa qualità morfologica.

Come spiegato in precedenza, l'obiettivo deve essere quello di **garantire i livelli di comfort interno attesi dagli utenti a fronte di una spesa energetica il più possibile limitata**. Le scelte progettuali dovrebbero mirare, quindi, ad ampliare il periodo dell'anno nel quale le condizioni interne rispettano spontaneamente le attese di comfort: estendendolo quindi, rispetto alle stagioni miti (primavera e autunno), tramite il guadagno solare gratuito e la resistenza termica dell'involucro verso l'inverno; e tramite la protezione dalla radiazione solare e la ventilazione naturale verso l'estate.

In tal senso i caratteri bioclimatici del progetto, più che risolversi in componenti ad alto contenuto di tecnologia (oltretutto spesso economicamente poco praticabili), dovrebbero coinvolgere l'espressività architettonica dell'edificio, modificandone la forma in modo opportuno, con soluzioni tecniche, accorgimenti e componenti a basso contenuto di tecnologia e a basso costo di realizzazione e gestione.

Tra questi vi possono essere:

- la corretta esposizione dell'edificio al sole e al vento;
- l'efficace utilizzo di brise-soleil, louveres e sistemi di ombreggiamento fissi e mobili;
- l'appropriata distribuzione e conformazione delle aperture e dei lucernai, tali da agevolare ombreggiamento, riscontro d'aria, raffrescamento passivo nei mesi estivi e captazione controllata del sole nei mesi invernali;
- l'utilizzo di tecniche costruttive e materiali ad alta resistenza termica, e di intercapedini ventilate nelle chiusure esterne;<sup>55</sup>
- l'eliminazione dei ponti termici strutturali e di forma;
- un'accorta progettazione degli spazi esterni con utilizzo del verde e dell'acqua non solo a fini decorativi, ma anche a fini microclimatici.<sup>56</sup>

---

<sup>54</sup> Sulla progettazione bioclimatica si veda: Victor Olgay, *cit.*; Gianni Scudo, *Tecnologie termoedilizie*, Milano: CittàStudi, 1993; Marco Sala, Lucia Ceccherini Nelli, *Tecnologie Solari*, Firenze: Alinea, 1993; Cristina Benedetti, *Manuale di architettura bioclimatica*, Rimini: Maggioli, 1994; Marco Sala, *Tecnologie bioclimatiche in Europa*, Firenze: Alinea, 1994; Dora Francese, *Architettura bioclimatica, risparmio energetico e qualità della vita nelle costruzioni*, Torino, Utet, 1996; Rafael Serra Florensa, Helena Coch Roura, *L'energia nel progetto di architettura*, Milano: Cittàstudi, 1997; Thomas Herzog, *Solar Energy in Architecture and Urban Planning*, Monaco: Prestel 1996; Cettina Gallo, *La qualità energetica e ambientale nell'architettura sostenibile*, Milano: ilSole24Ore, 2000; Mario Grosso, *Il raffrescamento passivo degli edifici in clima temperato*, Rimini: Maggioli, 2011; Mario Grosso, *Il raffrescamento passivo degli edifici – IV edizione*, Rimini: Maggioli, 2017; David Lloyd Jones, *Atlante della bioarchitettura*, Milano: Utet 2002; Manfred Hegger, *Atlante della sostenibilità*, Milano: Utet 2008.

<sup>55</sup> Il coefficiente medio globale di scambio termico deve rientrare nei parametri previsti dai decreti sull'efficienza energetica degli edifici del 26 giugno 2015 e successive modifiche e integrazioni. Per quanto riguarda le superfici vetrate, l'impiego di vetri ad elevate prestazioni (p.es. doppi vetri con strato basso emissivo) consente di raggiungere valori di trasmittanza termica  $U_0$  inferiori a  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Tra i vari possibili modelli funzionali di facciate vetrate, si segnalano inoltre le facciate "attive" a ventilazione forzata, nelle quali l'aria ripresa dagli ambienti viene fatta circolare nell'intercapedine tra vetro esterno e interno, con una riduzione sia delle dispersioni invernali che delle rientrate estive. In estate l'aria estratta dall'ambiente asporta parte dell'energia entrante attraverso le parti trasparenti, limitando inoltre la temperatura superficiale interna del vetro. Nelle giornate invernali soleggiate, l'aria nell'intercapedine si riscalda invece per "effetto serra" e crea un effetto cuscinetto tra esterno e interno.

<sup>56</sup> Un'accorta progettazione degli spazi esterni (utilizzo di materiali con elevato albedo, masse verdi e acqua), può notevolmente ridurre l'effetto noto come "isola di calore", tipico degli ambienti urbani. Il verde e l'acqua possono mitigare i picchi di temperatura estiva grazie all'evapo-traspirazione e all'ombreggiamento che forniscono. Sarebbe opportuno disporre la vegetazione o altri schermi in modo tale da

Per quanto riguarda la **ventilazione naturale**, è importante tenere presente che si tratta di una strategia essenziale per rimuovere, senza spesa energetica, gli inquinanti indoor e i carichi termici in eccesso, migliorando la sensazione di comfort per gli utenti; tuttavia, la sua effettiva applicabilità nel corso dell'anno dipende dalla temperatura esterna (che deve essere entro il limite di comfort) e dalla differenza di temperatura fra interno ed esterno.<sup>57</sup>

Un altro aspetto interessante della ventilazione naturale è che la sua adozione permette di “rilassare” gli obiettivi di comfort sopra esposti per gli edifici con ventilazione meccanica. Gli studi successivi alla classica teoria del comfort di Fanger, infatti, tengono in considerazione l'influenza che il clima esterno e i fattori contestuali (come ad esempio l'accesso ai controlli ambientali interni e la “storia termica” degli utenti) hanno nella definizione delle aspettative di comfort degli utenti. Il *modello adattivo del comfort*, che si applica a edifici con ventilazione naturale (o a edifici con sistemi ibridi, a impianti spenti), tiene conto della capacità di adattamento fisiologico, psicologico e comportamentale degli utenti, correlando il range di temperature di comfort alla temperatura dell'aria esterna con una semplice correlazione lineare.<sup>58</sup>

Come conseguenza, se è possibile avere la ventilazione naturale nell'edificio, allora gli utenti saranno più tolleranti anche a temperature leggermente al di fuori del classico intervallo della teoria di Fanger; con il risultato che si potrà ridurre il tempo di funzionamento degli impianti meccanici e ridurre così il consumo energetico.

L'efficacia della ventilazione naturale come prima “linea di difesa” nei confronti del surriscaldamento degli ambienti interni può anche essere aumentata con l'uso di ventilatori a pale installati a soffitto.<sup>59</sup> Nei periodi di picco, sia freddi che caldi, sarà invece necessario garantire il ricambio d'aria interno tramite impianti meccanici. La possibilità di adottare la ventilazione naturale è comunque legata alla qualità dell'aria esterna e alla rumorosità dell'ambiente circostante l'edificio, e deve quindi essere attentamente valutata caso per caso.

Per quanto riguarda la progettazione delle **parti vetrate** e la relativa **schermatura dalla radiazione solare**, andrebbero privilegiate le aperture vetrate a sud e sud-est, che sono facilmente schermabili con oggetti e brise-soleil fissi e mobili orizzontali, mentre è più complicato controllare l'irraggiamento solare nelle vetrate a ovest, dove nel pomeriggio il sole estivo (più basso sull'orizzonte) penetra in profondità, combinando il carico di raffrescamento dovuto alla radiazione solare con quello legato alle elevate temperature dell'aria esterna che si riscontrano tipicamente nella seconda metà di una giornata estiva. Per questi orientamenti, e per quelli a est interessati dalla radiazione mattutina, è quindi fondamentale una accurata dosatura delle aperture vetrate e l'adozione di schermature a lamelle verticali (fisse o mobili), oppure di tende a rullo o veneziane impacchettabili. Per il controllo del surriscaldamento estivo è comunque fondamentale che i dispositivi di schermatura siano collocati *all'esterno* della superficie vetrata, così da respingere il flusso di energia prima che entri nell'edificio.

---

massimizzare l'ombreggiamento estivo, in ordine di priorità: delle superfici vetrate a ovest e a sud; di coperture e lastrici solari; delle sezioni esterne di dissipazione del calore degli impianti di climatizzazione; delle pareti esterne esposte a ovest, a est e a sud; delle superfici pavimentate esterne entro 6 m dall'edificio; del terreno entro 1,5 m dall'edificio. Essenze decidue garantiscono la captazione solare invernale e l'ombreggiamento estivo: per un efficace ombreggiamento estivo le chiome degli alberi dovrebbero essere a circa 1-2 m di distanza dalle facciate est-ovest, e a circa 1 m dalle facciate a sud. Compatibilmente con le scelte architettoniche sarebbe opportuno l'utilizzo del verde anche in copertura (giardini pensili, tetti verdi, etc.), con il duplice effetto di migliorare l'inerzia termica e favorire il drenaggio del deflusso delle acque meteoriche. Cfr. Gianni Scudo, José Manuel Ochoa de la Torre, *Spazi verdi urbani. La vegetazione come strumento di progetto per il comfort negli spazi abitati*, Napoli: Esselibri-Simone, 2003.

<sup>57</sup> M. Santamouris, D. Asimakopoulos, *Passive cooling of buildings*, James & James, London 1996.

<sup>58</sup> UNI EN 15251 - Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica. Febbraio 2008.

<sup>59</sup> D. W. Abrams, *Low-energy cooling: a guide to the practical application of passive cooling and cooling energy conservation measures*, Van Nostrand Reinhold, New York 1986.

La progettazione delle schermature solari deve tenere conto, in parallelo, sia dell'esigenza di contenere i consumi energetici per il raffrescamento, sia delle esigenze di comfort visivo degli utenti, in particolare negli spazi destinati alla lettura. La corretta soluzione progettuale dovrà quindi contemperare entrambi gli aspetti.

### **Il controllo del microclima mediante gli impianti**

La definizione della morfologia dell'edificio, l'articolazione delle sue funzioni e l'adozione di strategie per la climatizzazione spontanea incidono in modo cruciale sui carichi energetici degli ambienti interni, e hanno quindi un'influenza cruciale sulla tipologia di impianto che è possibile / opportuno adottare nelle diverse zone. Come sopra evidenziato, nello spirito dello standard nZEB la qualità dell'involucro assume un ruolo prioritario nel controllo dei flussi di energia e di massa fra interno ed esterno, costituendo un "filtro" in grado di mitigare le oscillazioni delle condizioni esterne a favore di sistemi impiantistici dalla potenza relativamente ridotta: in particolare quelli di tipo radiante o a bassa velocità dell'aria.

Questa considerazione è particolarmente importante per le aree della biblioteca destinate alla lettura e, in generale, ad attività sedentarie: qui il comfort è fortemente dipendente dalla temperatura operante dell'ambiente (a sua volta determinata non solo dalla temperatura dell'aria, ma anche dalle temperature superficiali degli elementi che confinano lo spazio interno) e dalla velocità dell'aria. Sono quindi preferibili, in questi ambienti, sistemi basati su aria primaria (per il ricambio d'aria e il controllo dell'umidità) e superfici radianti. I sistemi radianti, infatti, consentono di mantenere la temperatura operante di 1-2°C superiore, in regime invernale, ed inferiore, in regime estivo, rispetto alla temperatura dell'aria ambiente. Senza alterare le condizioni di benessere, è quindi possibile mantenere la temperatura dell'aria ambiente rispettivamente a 18-19°C d'inverno e a 26-27°C in estate, con conseguenti risparmi energetici. Il risparmio energetico nei sistemi radianti è garantito anche dalla più bassa temperatura dei liquidi di circolazione, sufficiente per il riscaldamento invernale.

I sistemi radianti potranno comunque essere coadiuvati da sistemi ad aria, soprattutto nelle biblioteche di medie e grandi dimensioni e nei locali di grande altezza. I pannelli radianti saranno utilizzati per il riscaldamento e il raffrescamento di base con impianto a regime, mentre quelli ad aria faranno fronte a picchi di carico termico e saranno utili nelle stagioni intermedie anche per il solo ricambio d'aria (qualora non garantito da ventilazione naturale). La scelta della tipologia di impianto dipende anche dal valore totale del carico termico: gli impianti a pannelli radianti, ad esempio, sono caratterizzati da rese relativamente limitate (indicativamente di circa 80 W/m<sup>2</sup> in riscaldamento e 40 W/m<sup>2</sup> in raffrescamento). Un impianto a pannelli è quindi in grado di sopperire al carico sensibile soltanto in edifici ben isolati e protetti dall'irraggiamento solare, come sopra indicato.

Per l'immissione di aria negli ambienti di lettura, sono preferibili soluzioni a bassa velocità, come per esempio sistemi di ventilazione a dislocamento: questi immettono a livello del pavimento aria a bassissima velocità, che si riscalda poi grazie alle fonti di calore presenti all'interno dell'ambiente (per esempio utenti e computer) e risale quindi per effetto di stratificazione, "lavando" l'ambiente e rimuovendo gli inquinanti presenti nell'aria.

In biblioteche con magazzini chiusi (o con fondi di pregio) dovrà in ogni caso essere installato un impianto ad alimentazione doppia: uno continuo per i magazzini e l'altro discontinuo per gli spazi al pubblico, variabile a seconda dell'occupazione periodica della biblioteca.

Come specificato dalla Direttiva Europea 2010/31/UE e dalle successive leggi nazionali, a una progettazione dell'edificio e degli impianti volta a ottimizzarne le prestazioni deve poi integrarsi una strategia di fornitura dell'energia residua basata in larga parte sull'utilizzo di risorse rinnovabili disponibili in loco, come sistemi combinati a pompa di calore con scambio geotermico o sfruttamento dell'acqua delle falde acquifere (da valutarsi ovviamente caso per caso a seconda delle caratteristiche fisiche e idrogeologiche del suolo); sistemi di accumulo di energia frigorifera per sopperire ai carichi di punta; collettori solari ad acqua e pannelli fotovoltaici; etc. Al di là della effettiva convenienza economica di queste soluzioni innovative (alcune delle quali ammortizzabili in meno di 10 anni) e della possibilità di beneficiare per la loro installazione di sponsor e finanziamenti (regionali, statali e UE), non va sottovalutato il valore simbolico, "didascalico" e altamente rappresentativo della scelta di soluzioni "sostenibili" da parte di una istituzione come la biblioteca pubblica.

## **NORME DI RIFERIMENTO SUL CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI**

### **Normativa Comunitaria**

- Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.
- Direttiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione).

### **Normativa nazionale**

- Decreto legislativo 18 luglio 2016, n. 141 - Disposizioni integrative al decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, di attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.
- Decreti efficienza energetica – Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 162 del 15 luglio 2015 – Supplemento Ordinario n. 39: DECRETO 26 giugno 2015 – Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici. DECRETO 26 giugno 2015 – Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici. DECRETO 26 giugno 2015 – Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.
- Circolare Ministero Sviluppo Economico – 8 agosto 2013: Chiarimenti in merito all'applicazione delle disposizioni di cui al decreto legge 4 giugno 2013, n. 63 come convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n. 90, in materia della prestazione energetica degli edifici.
- Legge 3 agosto 2013, n. 90: Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale (GU n.181 del 3-8-2013).

- Decreto Legge 4 giugno 2013, n. 63: Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale.
- Decreto Ministeriale 22 novembre 2012: Modifica dell'Allegato A del Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 59 del 2 aprile 2009: Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311: Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia (pubblicato sulla GU n. 26 del 01/02/2007 - Suppl. Ordinario n. 26).
- Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311 – allegati: Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia (pubblicato sulla GU n. 26 del 01/02/2007 - Suppl. Ordinario n. 26).
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192: Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia - Corredato delle relative note e allegati.
- Decreto del Presidente della Repubblica, 26 agosto 1993, n. 412: Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (pubblicato sul Supplemento ordinario in GU n. 242, del 14/10/1993).
- Legge n. 10 del 9 gennaio 1991: Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia (pubblicato in G.U. Suppl. Straord. n. 13 del 16/01/1991).

### **Normativa regionale**

- Decreto Dirigente Unità Organizzativa n. 6276 del 8 marzo 2017: Integrazione delle disposizioni per l'efficienza energetica degli edifici approvate con Decreto n. 176 del 12.1.2017 e riapprovazione complessiva delle disposizioni relative all'efficienza energetica degli edifici e all'attestato di prestazione energetica (testo unico) – testo e allegati da A ad H.

### **NORME DI RIFERIMENTO PER GLI IMPIANTI**

Elenco – non esaustivo – delle principali norme per la progettazione degli impianti di climatizzazione in Italia:

- DECRETO 22 gennaio 2008, n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- L. 10/1991 - *Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.*

- D.P.R. 412/1993 - *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della Legge 10/1991.*
- L. 46/90 - *Norme per la sicurezza degli impianti;*
- D.P.R. 447/1991 - *Regolamento di attuazione della Legge 46/1990 in materia di sicurezza degli impianti.*
- D.M. 01/12/1975 - *Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione e relative specificazioni tecniche applicative del Titolo II - Raccolta R-*
- D.P.R. 1052/1977 - *Regolamento di esecuzione della Legge 30/04/1976 n° 373 relativa al consumo energetico per usi termici negli edifici – in applicazione di quanto previsto al comma 3, art. 37 della Legge 10/1991*
- D.M. del 30/07/1986 – *Aggiornamento del coefficiente Cd di dispersione termica degli edifici*
- Norma UNI 10339/95 - *Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.*
- Norma UNI 10344/93 – *Riscaldamento degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia.*
- Norma UNI 10345/93 – *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Trasmittanza termica dei componenti edilizi finestrati. Metodo di calcolo.*
- Norma UNI 10346/93 - *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo.*
- Norma UNI 10347/93 - *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo.*
- Norma UNI 10348/93 - *Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo.*
- Norma UNI 10349/94 - *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.*
- Norma UNI 10351/94 - *Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore.*
- Norma UNI 10355/94 - *Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.*
- Norma UNI 10376/94 - *Isolamento termico negli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici*
- Norma UNI 10379/94 - *Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo e verifica.*
- Norma UNI 7357/74 con relativi Fogli aggiuntivi UNI FA83/79 –FA03/89 - *Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.*
- Norma UNI 5364/76 - *Temperature esterne minime di progetto.*
- Norma UNI 8477/1/83 (esclusa Appendice B) - *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici.*
- *Norma UNI EN 1264-1/03 – Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture. Definizione e simboli.*
- *Norma UNI EN 1264-2/03 – Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture. Riscaldamento a pavimento: metodi per la determinazione della potenza termica mediante metodi di calcolo e prove.*
- *Norma UNI EN 1264-3/03 – Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture. Dimensionamento.*
- *Norma UNI EN 1264-4/03 – Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture. Installazione.*

- Norma UNI EN 15251 – Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica.
- Regolamento locale d'igiene – approvato con deliberazione del C.C. n. 172/94 del 09/05/1994;

## **RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI SU ASPETTI RELATIVI A MICROCLIMA E BENESSERE AMBIENTALE**

- 2017 ASHRAE Handbook - Fundamentals, Atlanta: ASHRAE;
- 2015 ASHRAE Handbook - HVAC Application, Atlanta: ASHRAE;
- Donald W. Abrams, *Low-energy cooling: a guide to the practical application of passive cooling and cooling energy conservation measures*, New York: Van Nostrand Reinhold, 1986;
- Cristina Benedetti, *Manuale di architettura bioclimatica*, Rimini: Maggioli, 1994;
- Federico M. Butera, *Architettura e Ambiente: manuale per il controllo della qualità termica, luminosa e acustica degli edifici*, Milano: Etas Libri, 1995;
- Federico M. Butera, *Energia e tecnologia fra uomo e ambiente: Complementi di fisica tecnica per architetti*. Milano: CittaStudi, 1992;
- Dora Francese, *Architettura bioclimatica, risparmio energetico e qualità della vita nelle costruzioni*, Torino: Utet, 1996;
- Manuel Fuentes, Sue Roaf, *Ecohomes*, Londra: Routledge 2012.
- Cettina Gallo, *La qualità energetica e ambientale nell'architettura sostenibile*, Milano: ilSole24Ore, 2000;
- Roberto Gonzalo, Rainer Vallentin, *Passive house design: Planning and design of energy-efficient buildings*, Monaco: Institut für internationale Architektur-Dokumentation, 2014.
- Mario Grosso, *Il raffrescamento passivo degli edifici in clima temperato*, Rimini: Maggioli, 2011;
- Mario Grosso, *Il raffrescamento passivo degli edifici – IV edizione*, Rimini: Maggioli, 2017;
- Manfred Hegger, *Atlante della sostenibilità*, Milano: Utet, 2008;
- Thomas Herzog, *Solar Energy in Architecture and Urban Planning*, Monaco: Prestel, 1996;
- David L. Jones, *Atlante della bioarchitettura*, Milano: Utet, 2002;
- Enrico Mazzucchelli, *Edifici ad energia quasi zero*, Rimini: Maggioli, 2013;
- Victor Olgyay, *Progettare con il clima: un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, Roma: Muzzio, 2013;
- Marco Sala, Lucia Ceccherini Nelli, *Tecnologie Solari*, Firenze: Alinea, 1993;
- Marco Sala, *Tecnologie bioclimatiche in Europa*, Firenze: Alinea, 1994;
- Graziano Salvalai, *2020. Edifici a energia quasi zero*, Rimini: Maggioli, 2015;
- Matheos Santamouris, Demosthenes Asimakopoulos, *Passive cooling of buildings*, London: James & James, 1996;
- Gianni Scudo, *Tecnologie termoedilizie: principi e tecniche innovative per la climatizzazione dell'edilizia con uso prevalente di fonti energetiche rinnovabili*, Milano: CittaStudi, 1993;
- Rafael Serra Florensa, Helena Coch Roura, *L'energia nel progetto di architettura*, Milano: CittaStudi, 1997;
- Luca Stefanutti, *Applicazioni di impianti di climatizzazione*, Milano: Tecniche Nuove, 1996;
- Steven V. Szokolay, *Introduzione alla progettazione sostenibile*, Milano: Hoepli, 2006;
- Karsten Voss, Eike Musall, *Net Zero energy buildings*, Monaco: Institut für internationale Architektur-Dokumentation, 2013.

## IL PROGETTO DELLA LUCE

*Tiziana Poli, Marco Muscogiuri / Politecnico di Milano, Dipartimento ABC*

---

L'illuminazione, naturale e artificiale, è uno degli aspetti che maggiormente connotano la qualità ambientale interna a un edificio, sia dal punto di vista funzionale e del comfort visivo, sia da quello estetico e della piacevolezza dello "stare" in un luogo.

La luce (soprattutto quella naturale) dovrebbe essere lo strumento principale per facilitare l'orientamento, definendo in modo chiaro le gerarchie degli spazi e individuandone i percorsi. L'illuminazione naturale può essere utilizzata come contrappunto per caratterizzare gli ambienti interni, in particolare quelli destinati all'incontro e alla socializzazione (p.e. il Settore di Ingresso) e quelli destinati ad attività prolungate di lettura, consultazione e studio. Nel primo caso avrà soprattutto la funzione di esaltarne la *disponibilità* pubblica, facendone in certi casi un'estensione degli spazi esterni (se vi è continuità fisica o visiva con essi mediante ampie vetrate), in altri esaltandone l'immagine di piazza o galleria pubblica e di "interno urbano" (con spazi a tutt'altezza e lucernari). Nel secondo caso l'illuminazione naturale ha invece soprattutto una funzione biologica e psicologica, in quanto da un lato rende più agevole (e piacevole) la visione e facilita dunque la concentrazione o il relax, dall'altro favorisce l'orientamento temporale, particolarmente importante nel caso di attività ripetitive o protratte a lungo nello stesso luogo e nella medesima posizione.

Contribuisce all'orientamento temporale anche il contatto visivo con uno spazio esterno, che consente inoltre di riposare gli occhi distendendo lo sguardo nella distanza. La luce naturale è indispensabile non soltanto per la sua migliore qualità, ma anche per la sua variabilità nel tempo. La variazione dello stimolo nel tempo è infatti un requisito importante per mantenere "efficiente" il sistema percettivo e diminuire l'affaticamento visivo: la sperimentazione mostra infatti che in soggetti sottoposti lungamente a stimoli visivi costanti insorgono contrazioni spontanee dei muscoli oculari finalizzate a variare la sensazione luminosa percepita.

In molti progetti di biblioteche, anche di grande qualità architettonica, questo aspetto non viene considerato adeguatamente: si trovano spesso spazi di lettura introversi e privi di affaccio verso l'esterno, sia pur illuminati dall'alto con lucernari. In questi casi, spesso si tratta di una scelta deliberata del progettista, il quale ha ritenuto che uno spazio introverso potesse essere più adatto alla concentrazione, tuttavia – come si è detto – una vista verso l'esterno sarebbe sempre auspicabile.

### PARAMETRI DI ILLUMINAMENTO

Il progetto deve consentire il conseguimento, con illuminazione naturale e artificiale, di valori di illuminamento adeguati alle prestazioni visive richieste per lo svolgimento di ogni attività.

Gli spazi destinati a lettura e consultazione dovrebbero fruire prevalentemente di illuminazione naturale così come la maggior parte degli spazi del settore di ingresso, la sezione bambini e ragazzi, gli spazi di lettura e studio, e gli uffici.

La disponibilità di luce naturale incide sulla percezione dello spazio, sul benessere dell'utente, sulla produttività e sul fabbisogno energetico dell'edificio (riduzione consumi elettrici per illuminazione).

Il parametro di riferimento che definisce la disponibilità di luce naturale in ambiente è il **fattore di luce diurna (FLD)** o Daylight Factor (DF). Gli ambienti destinati preminentemente alla lettura dovrebbero prediligere la

presenza di luce naturale. In questi ambienti, il dimensionamento delle parti trasparenti dipenderà dal soddisfacimento del rapporto aeroilluminante (RAI) e del parametro Fattore di Luce Diurna (FLD) che tiene conto anche dell'eventuale riduzione della disponibilità di luce naturale determinata dalla presenza di ostruzioni determinate da oggetti orizzontali e verticali (balconi, parti aggettanti legate alla morfologia dell'edificio, spessori elevati imbotte, ...) e/o dall'ambiente costruito circostante. RAI e FLD non considerano il contributo della radiazione diretta (presenza di sole); la componente diretta, invece, richiede la valutazione di altri parametri quali l'abbagliamento (diretto e riflesso) e il fattore d'ombra.

Nella progettazione delle aperture vetrate, la forma e il dimensionamento della finestra, la scelta della vetratura e della schermatura solare dovranno rispondere anche ad esigenze legate alla distribuzione degli illuminamenti in ambiente e tra ambienti attigui. Per il dimensionamento delle aperture, la scelta della tipologia di vetratura e del sistema di controllo della luce e il modello di funzionamento del sistema di controllo si dovrà tenere conto della relazione, al fine del contenimento dei consumi energetici, tra **prestazione visiva-luminosa** e **prestazione energetica dell'edificio** (fabbisogno per la climatizzazione e l'illuminamento).

Il modello di funzionamento delle schermature e il posizionamento e la tipologia delle aperture dovranno rendere agevoli le attività di **manutenzione** (ordinaria e straordinaria) e la sostituzione dei vari componenti. La schermatura dovrà essere inoltre valutata in funzione della possibile alterazione cromatica in ambiente e/o della alterazione della percezione verso l'esterno.

Nella progettazione delle aperture vetrate si dovrà infine tenere conto anche della distribuzione interna degli **arredi** per evitare interferenze ed eventuali incongruenze di posizionamento. Si pensi per esempio alle finestrate più alte, che spesso creano zone d'ombra nella parte sottostante e vanno quindi integrate con illuminazione artificiale, oppure a scaffali di esposizione di libri posti di fronte ad ampie vetrate, le quali provocano un veloce scolorimento delle copertine dei libri, laddove non venga adeguatamente bloccato dal vetro il passaggio della componente ultravioletta della luce naturale.<sup>60</sup>

La **luce artificiale** dovrà essere utilizzata a integrazione della luce naturale, e potrà essere utilizzata per limitare le condizioni di discomfort, al fine del raggiungimento degli obiettivi di progetto definiti anche dalla normativa di riferimento.

Nella scelta (tipologia sorgente, tipologia emissione) e nel dimensionamento dell'impianto di illuminazione (potenza, numero corpi illuminanti e distribuzione rispetto al piano di riferimento), oltre al rispetto degli obiettivi definiti dalla normativa vigente, dovranno essere tenuti in considerazione anche altri aspetti quali il tempo di vita utile del corpo illuminante, la facilità nelle operazioni di manutenzione/sostituzione, le modalità di controllo e la gestione dell'impianto, l'efficienza della lampada. Vi sono poi aspetti qualitativi altrettanto importanti, e troppo spesso sottovalutati in quanto difficilmente misurabili, quali l'effetto e l'**atmosfera** che si vogliono ottenere, l'uso della luce per valorizzare determinati aspetti architettonici nonché la conformazione degli spazi interni, per la piacevolezza degli ambienti e delle differenti zone che li compongono, e che è opportuno siano caratterizzate da differenti modalità di illuminazione, al fine di **evitare un'illuminazione "piatta", monotona e troppo uniforme**.

Gli spazi destinati a magazzini a scaffale aperto possono fruire di illuminazione naturale indiretta oppure anche solo di illuminazione artificiale. Il deposito chiuso dovrebbe avere preferibilmente solo illuminazione artificiale.

---

<sup>60</sup> Lo scolorimento dipende dalla radiazione UV ed è dunque indipendente dall'orientamento e dall'esposizione rispetto ai punti cardinali. Anche l'illuminazione indiretta data da una vetrata esposta a Nord, dunque, se la componente UV della luce non è bloccata, porta allo scolorimento dei libri.

La quantità e la distribuzione della luce, dunque, dipendono e devono essere valutate in funzione dell'attività svolta, del lay-out distributivo e delle caratteristiche dell'ambiente interno.

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

UNI EN 12464.1: 2011. Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni.

UNI EN 11630:2016. Luce e illuminazione - Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico.

CIE TR 205/2013 – Review of lighting quality measures for interior lighting with LED lighting systems.

DM 24 dicembre 2015 – Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione.

DM 23 dicembre 2013 – Criteri minimi ambientali per l'acquisto di lampade per illuminazione pubblica e affidamento dei servizi di progettazione di impianti di illuminazione pubblica (Supplemento ordinario alla G.U. n. 18 del 23 gennaio 2014 e s.m.i).

D.M. 18 dicembre 1975 (Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia e urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica).

Circ. Min. LL. PP. 3151 del 22 maggio 1967 (Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione nelle costruzioni edilizie).

## **I PARAMETRI DI PROGETTO E LE SPECIFICHE DI PRESTAZIONE**

I parametri da verificare sono:

- FLD<sub>m</sub>: Fattore di Luce Diurna medio (secondo CAM Criteri ambientali minimi e Report Tecnici o codici di pratica);
- E<sub>m</sub>: Illuminamento medio mantenuto sul piano di riferimento (piano orizzontale ideale alla distanza di 85 cm dal pavimento);
- E<sub>min</sub>: Illuminamento minimo mantenuto sul piano di riferimento (secondo UNI EN 12464.1);
- U<sub>o</sub> Uniformità degli illuminamenti della Superficie Utile ( $E_{min}/E_m$ );
- UGR (Unified Glare Rating): indice unificato di abbagliamento (secondo UNI EN 12464.1);
- Indice di resa dei colori (R<sub>a</sub>) (secondo UNI EN 12464.1).

Per quanto attiene al parametro FLD, è opportuno la specifica di progetto sia maggiore o uguale a 2% (Criteri ambientali minimi, DM 24.12.2015), fatto salvo quanto previsto dalle norme vigenti su specifiche tipologie edilizie.

Nella tabella a seguire sono invece riportati i parametri che, indicativamente, sarebbe *opportuno* raggiungere, a seconda dell'unità ambientale e dell'attività svolta.

<b>Unità ambientale o attività funzionale</b>	<b>E<sub>m</sub> Lux</b>	<b>UGR</b>	<b>R<sub>a</sub></b>	<b>Uniformità</b>
Settore di ingresso (in ambiente)	300	≤ 22	80	≥ 0,4
<i>spazi di circolazione/corridoi (livello pavimento)</i>	100-200	≤ 25	40	≥ 0,4
<i>riviste e periodici (senza illuminazione localizzata)</i>	400-500	≤ 19	80	≥ 0,6
Banco informazioni, prestito, reference	500	≤ 19	80	≥ 0,6
Spazi con computer				
<i>zona di riferimento</i>	300	≤ 19	80	≥ 0,6
<i>postazione con illuminazione localizzata</i>	200-350	≤ 19	80	
Lettura e consultazione	500	≤ 19	80	≥ 0,6
<i>ambiente generale con postazioni con illuminazione localizzata</i>	150-200			
<i>sul piano di lettura con illuminazione localizzata</i>	500			
<i>ambiente generale con postazioni senza illuminaz. local.</i>	300-400			
Zona scaffali (misurata a 15 cm dal pavimento, per garantire una discreta visibilità anche del ripiano inferiore degli scaffali).	200	≤ 19	80	≥ 0,4
<i>settore di ingresso</i>	200	≤ 19	80	≥ 0,5
<i>magazzino aperto</i>	200	≤ 19	80	≥ 0,5
<i>deposito chiuso</i>	150	≤ 19	80	≥ 0,5
<i>conservazione fondi pregiati</i>	50			
Spazi di supporto	100-150	≤ 22	80	≥ 0,5
Auditorium e sale conferenza (in relazione alla tipologia di uso)	150-300-500	≤ 19	80	≥ 0,5
Sale di riunione	500	≤ 19	80	≥ 0,6
<i>ambiente generale con sorgente localizzata</i>	150-250			
Esposizioni (in generale)	300	≤ 22	80	≥ 0,4
<i>illuminazione localizzata sulle opere</i>	variabile			
Uffici				
<i>ambiente generale quando presenza di sorgente localizzata</i>	150-250			≥ 0,5
<i>postazioni con videoterminale</i>	300	≤ 19	80	≥ 0,7
<i>postazioni generiche</i>	500	≤ 19	80	≥ 0,7
Laboratori				
<i>ambiente generale</i>	300-500	≤ 19	80	≥ 0,6
<i>postazioni con illuminazione localizzata</i>	400-700			≥ 0,7
Archivi	300	≤ 19	80	≥ 0,5
Scale	150-200	≤ 25	40	≥ 0,5

## STRATEGIE DI CONTROLLO E/O POTENZIAMENTO DELL'ILLUMINAZIONE NATURALE

Il controllo dell'illuminazione naturale è importante non soltanto per garantire una adeguata qualità della luce all'interno dell'edificio, ma anche per evitare gli **inconvenienti dovuti alla radiazione solare diretta**, che contiene infatti raggi infrarossi (causa di innalzamento della temperatura e aumento del carico termico) e raggi ultravioletti (causa di reazioni chimiche con alterazione delle proprietà e dei colori di documenti cartacei, finiture e arredi).

A tal fine sarà particolarmente importante sia selezionare dei vetri la cui stratigrafia abbia determinate caratteristiche tecniche, sia progettare adeguate schermature fisse e mobili, con accorgimenti atti a migliorare la qualità della luce diffusa all'interno degli ambienti.

Oltre ai dati climatici e di localizzazione, gli altri fattori che influenzano l'illuminamento interno sono la forma e il posizionamento delle aperture nelle facciate, l'ombreggiamento da parte di altri edifici circostanti, la tipologia di schermatura, il materiale costituente e il suo modello di funzionamento.

Nelle facciate a sud il sole estivo può essere schermato facilmente mediante oggetti, pensiline o frangisole orizzontali. Nelle altre stagioni, pur essendo il sole gradito all'interno dell'edificio (soprattutto in inverno), è necessario evitare la luce diretta in alcuni ambienti (p.e. sale lettura, spazi con schermi video) sia per la buona conservazione dei materiali, sia perché creerebbe eccessivi contrasti luminosi o possibili fenomeni di abbagliamento diretto e /o riflesso. In questo caso, semplici schermature poste internamente alle vetrate (veneziane, tende, etc.) possono filtrare la luce, consentendo però la penetrazione della radiazione solare e del calore.

A est e a ovest evitare la radiazione diretta è più complesso, in quanto il sole estivo (mattutino e pomeridiano) è più basso sull'orizzonte e penetra più in profondità: in questi casi si possono adottare frangisole verticali, possibilmente mobili, che tuttavia impediscono la vista verso l'esterno.

L'esposizione a nord è particolarmente adatta alle sale lettura, in quanto capta la luminosità diffusa della volta celeste e consente un livello di illuminazione omogeneo e soffuso.

In ogni caso, i parametri che andrebbero tenuti presenti al fine della determinazione della prestazione del sistema di vetratura e schermatura sono i seguenti:

- Trasmissione luminosa della vetratura ( $T_{vis}$ );
- Trasmissione luminosa della schermatura ( $T_{vis}$ ) e/o coefficiente di ombreggiamento
- Trasmissione energetica della schermatura ( $T_e$ ) in funzione della tipologia e del materiale costituente;
- Fattore solare della vetratura unita alla schermatura ( $g$ ).

Gli **espediti progettuali per filtrare la luce** sono innumerevoli: vetri speciali tecnologicamente avanzati (vetri trattati, vetri a trasparenza variabile, etc.); schermi rigidi che intercettano e redirezionano la luce incidente (oggetti orizzontali, verticali o a carabottino; "scaffali di luce", louveres, deflettori); filtri solari fissi e mobili (brise-soleil, gelosie, lamelle, elementi oscuranti). Ugualmente, Vi sono numerosi accorgimenti che consentono di captare e convogliare la luce all'interno dell'edificio mediante aperture ricavate nella copertura: condotti di luce (rivestiti con materiali altamente riflettenti e utilizzabili anche per la ventilazione naturale), camini di luce (condotti solari non utilizzabili per la ventilazione); lucernari; shed a luce diffusa; coperture vetrate; lanterne.

Dove possibile, andrebbero privilegiati **sistemi dinamici** ai sistemi statici per facilitare il comportamento adattivo dell'involucro rispetto alla variazione delle condizioni esterne o alle differenti esigenze dell'utenza. Va tuttavia tenuto presente che sistemi dinamici di schermatura possono presentare problemi di **manutenzione e gestione** che, troppo spesso, non sono facilmente affrontabili in strutture pubbliche quali sono le biblioteche, per mancanza di risorse, di competenze, di velocità di intervento. Dunque tali sistemi rischiano nel medio e lungo periodo di non essere più efficaci e anzi essere controindicati, in quanto – se lasciati non funzionanti o se non gestiti in modo adeguato – possono anche arrecare un danno significativo dal punto di vista del comfort e della qualità degli ambienti interni. Sarà dunque onere del progettista valutare, caso per caso, il sistema migliore da adottare, conciliando al meglio esiti formali, efficacia funzionale e aspetti manutentivi.

## STRATEGIE PER L'ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE

L'illuminazione dovrà integrare, quando presente, la componente naturale nelle ore diurne.

Spesso il **rapporto tra illuminazione naturale e artificiale** è lasciato al caso, con la conseguenza che al variare delle condizioni luminose giornaliere la percezione visiva degli ambienti interni muta completamente, in modo spesso non coerente ai comportamenti previsti nelle varie aree. Per ovviare a questo problema alcuni progettisti integrano la luce naturale con quella artificiale, posizionando gli apparecchi illuminanti nei punti da cui proviene la luce naturale.

Oltre a integrare l'illuminazione naturale per raggiungere i livelli previsti, il progetto dell'illuminazione artificiale dovrà tener conto di tre aspetti fondamentali: distribuzione della luminanza/controllo dell'abbagliamento, il modellato, resa del contrasto e dei colori.

L'**abbagliamento**, causato dall'eccessiva luminanza di alcuni oggetti presenti nel campo visivo, può essere evitato considerando con attenzione la localizzazione e la tipologia di emissione dei corpi illuminanti i coefficienti di riflessione e assorbimento delle superfici.<sup>61</sup> Per limitare l'effetto abbagliante, le fonti luminose dovrebbero essere poste fuori dal campo visivo.

La **resa dei colori** e l'ottimizzazione dei contrasti possono essere ottenuti, per i livelli di illuminamento previsti, con lampade a temperatura di colore di 4.000°K, ma ne risulterebbe una luce troppo bianca e "fredda", che potrebbero essere adatti agli spazi espositivi: al contrario, per tutti gli altri ambienti di biblioteche e centri culturali, è opportuno utilizzare una luce calda, con temperature di colore tra i 2.800 e i 3.000°K.

Per evitare eccessivi contrasti luce-ombra è necessario distribuire le fonti luminose in modo accurato, combinando illuminazione diretta e indiretta (a soffitto o *wall-washer*), evitando inoltre che gli illuminamenti localizzati (postazioni di lettura, banconi, scaffali e bacheche con illuminazione d'accento) superino di cinque volte l'illuminamento medio dell'ambiente.

Nel caso della postazione di lettura (al tavolo o informale), per la quale sarebbe *sempre* raccomandabile una fonte di luce diretta, localizzata e gestibile direttamente dall'utente, il livello luminoso della zona immediatamente

---

<sup>61</sup> Lo *IESNA Lighting Handbook* stabilisce alcuni rapporti massimi di luminanza per evitare il fenomeno di abbagliamento:

- rapporto tra l'oggetto guardato e il piano di lavoro = 3:1
- rapporto tra l'oggetto guardato e l'ambiente circostante = 10:1
- rapporto tra le sorgenti luminose il fondo = 20:1
- rapporto massimo entro il campo visivo = 40:1.

circostante può essere circa 1/3-1/5 di quello della postazione di lettura, diminuendo gradatamente man mano che ci si allontana da essa.

Per gli spazi di *browsing* e per il magazzino aperto, non essendo l'attività dell'utente orientata in modo specifico in una direzione, la soluzione migliore è quella di un'illuminazione zenitale, ottenibile mediante apparecchi lineari a led o fluorescenti ad alto rendimento. Nel magazzino aperto, i corpi illuminanti lineari possono essere disposti a circa 240 cm di altezza, a file parallele agli scaffali (in posizione ravvicinata o mediana). Da un verso questa disposizione garantisce una migliore illuminazione dei corridoi e degli scaffali, dall'altro comporta però una certa rigidità nel posizionamento degli scaffali. Un'alternativa può essere quella di disporre le file di lampade lineari ortogonalmente (con il rischio però di avere un'illuminazione poco omogenea dei libri esposti), oppure di dotare gli scaffali stessi di apparecchi illuminanti posti sulla parte alta (a patto di garantire un'adeguata illuminazione anche ai ripiani più bassi), benché anche quest'ultima soluzione possa limitare la flessibilità per i collegamenti elettrici necessari (a pavimento o a soffitto). Un'altra alternativa può essere quella di posizionare i corpi illuminanti parallelamente agli scaffali e al centro dei corridoi, ma installandoli su una struttura metallica tubolare fissata agli scaffali stessi e sollevata da essi quanto basta. Tale struttura, oltre a poter servire anche a stabilizzare meglio le scaffalature contro il ribaltamento, può essere utile per limitare la distribuzione della corrente ai vari corpi illuminanti e limitare dunque il numero di attacchi. La scarsa illuminazione dei ripiani più bassi potrebbe essere parzialmente corretta se il pavimento tra gli scaffali avesse un buon potere di riflessione della luce.

## **RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI SUL PROGETTO DELL'ILLUMINAZIONE**

Nick V. Baker, A. Fanchiotti, K. Steemers, *Daylighting in Architecture: A European Reference Book*, Taylor & Francis, 2015

Nick Baker, Koen Steemers, *Daylight Design of Buildings: A Handbook for Architects and Engineers*, Taylor & Francis, 2014

Peter Tregenza, Michael Wilson, *Daylighting: Architecture and Lighting Design*, Routledge Taylor & Francis, 2011

## IL CONTROLLO DELL'AMBIENTE SONORO

Marco Muscogiuri, Graziano Salvalai / Politecnico di Milano, Dipartimento ABC

L'atmosfera interna di una biblioteca è grandemente condizionata dalla qualità luminosa e sonora dell'ambiente, condizioni indispensabili per il benessere fisico e psicologico delle persone e presupposti per attività di studio, di lavoro e di relax.

Ai fini del benessere acustico il progetto dovrà prevedere opportuni accorgimenti per la **riduzione del rumore**.<sup>62</sup> Il rumore può essere di natura aerea (dall'esterno: p.e. traffico intenso; prodotto internamente all'edificio: voci, impianti, fotocopiatrici, etc.) o causato da impatto (calpestio, caduta di oggetti, etc.).

Quando un'onda sonora incontra un elemento solido, essa viene in parte riflessa, in parte assorbita, in parte trasmessa. I metodi per controllare il rumore sono essenzialmente due: il **fonoisolamento** (finalizzato a ridurre o a evitare la trasmissione del rumore da un locale ad un altro o dall'esterno all'interno dell'edificio) e il **fonoassorbimento** (finalizzato a diminuire la riflessione delle onde sonore e la conseguente diffusione del rumore). Se la fonte di rumore si trova in un altro ambiente (esterno o interno) dovranno essere adottati materiali e sistemi di fonoisolamento, se la fonte di rumore è interna al locale è possibile solo tentare di controllarla, utilizzando rivestimenti e sistemi fonoassorbenti.

A seconda dell'attività svolta potranno essere consentiti vari livelli di rumorosità. Nelle tabelle a seguire sono riportati i livelli di intensità di rumore prodotto da alcune fonti interne, e vengono indicati i livelli di comfort acustico da garantire all'interno delle varie unità ambientali.

### *Livelli di intensità di rumore prodotto da alcune fonti interne.*

Voce sussurrata	ca. 20 dB A
Ventola di raffreddamento computer	fino a 20-30 dB A
Stampante laser	fino a 30-40 dB A
Voce parlata	ca. 50 dB A
Fotocopiatrice	ca. 50 dB A
Conversazione a voce alta	ca. 60 dB A
Squillo di suoneria telefonica	fino a 80 dB A

### *Livelli di comfort acustico per area funzionale.*

Unità ambientale	Intensità	Tempo di riverbero
Sale di lettura	40-45 dB A	1
Spazi di studio	35 dB A	1
Spazi comuni aperti al pubblico	50-60 dB A	1,5
Uffici	50 dB A	1
Sale polivalenti	40-50 dB A	1

<sup>62</sup> Il rumore, descritto generalmente come "suono" indesiderabile, è una vibrazione dell'aria percepita dall'orecchio umano. In quanto suono, esso è una fluttuazione di pressione con un'intensità (volume) e una lunghezza d'onda, ossia una frequenza. L'intensità dipende dal livello di pressione ed è espressa in decibel (dB), la frequenza è espressa in cicli al secondo ed è misurata in Herz (Hz).

## **ISOLAMENTO DAI RUMORI AEREI PROVENIENTI DALL'ESTERNO DELL'EDIFICIO**

Tutti gli spazi abitabili dell'edificio devono essere protetti dai rumori provenienti dall'esterno. Le parti piene delle facciate e delle coperture devono garantire una capacità isolante di almeno 45 dB(A), mentre le chiusure esterne devono garantire un isolamento generale di almeno 35 dB(A). L'indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei, con la sola eccezione degli spazi destinati ad atrio, deve essere  $D_{nw} > 35$  dB.

A tal proposito sarebbe opportuno evitare di aprire l'edificio verso fonti esterne di rumore (p.e. strade trafficate) e adottare tecniche e materiali all'isolamento acustico (elementi costruttivi con massa elevata o pareti con intercapedine, stratificate con interposti materiali isolanti).

Quando la superficie vetrata è almeno il 25% della facciata i serramenti devono avere un isolamento minimo di 29 dB(A). Se la percentuale arriva al 50% l'isolamento deve essere superiore a 32 dB(A). Vetrate con lastra singola da 6 mm hanno una capacità isolante di 25-30 dB(A), a vetro doppio 6+6 mm raggiungono i 29-35 dB(A), mentre con una lamina di resina interposta si può raggiungere un isolamento di 40 dB(A). Ovviamente, la struttura del serramento costituisce un ponte acustico pressoché inevitabile.

## **ISOLAMENTO DAI RUMORI AEREI TRA I LOCALI**

Il progetto deve adottare accorgimenti perché tutti gli ambienti, in particolare gli ambienti destinati alla consultazione, siano protetti dai rumori aerei, per facilitare in ogni ambiente il conseguimento di un livello sonoro massimo appropriato alle attività che vi si svolgono.

I locali confinati destinati ad attività rumorose (atrio, zona prestito, auditorium, sale conferenza, sale attrezzate, sale per gruppi di visione e ascolto, etc.) devono essere separati dai locali adiacenti con pareti divisorie fonoisolanti o interponendo tra di esse delle zone "cuscinetto" di passaggio. L'indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei deve essere  $D_{nw} \geq 50$  dB.

Ciascuno spazio destinato a eventuali attività commerciali e a servizi di ristoro deve essere separato dai locali adiacenti con pareti divisorie fonoisolanti. L'indice di valutazione dell'isolamento ai rumori aerei deve essere  $D_{nw} \geq 45$  dB.

I locali tecnici devono essere adeguatamente insonorizzati. Allo stesso modo si dovrà porre molta cura nell'insonorizzazione degli impianti di condizionamento (insonorizzazione delle canalizzazioni, corretta localizzazione delle macchine e delle bocchette di immissione, etc.).

Per i livelli di rumorosità emessa dagli impianti di condizionamento, si può fare riferimento alla norma Uni 8199-1998, che prevede un livello sonoro di 40-45 dB(A) per gli uffici singoli e open-space e di 35 dB(A) per le sale di lettura. Il D.P.C.M. 5/12/1997 riduce il valore massimo a 35 dB(A) anche negli uffici.

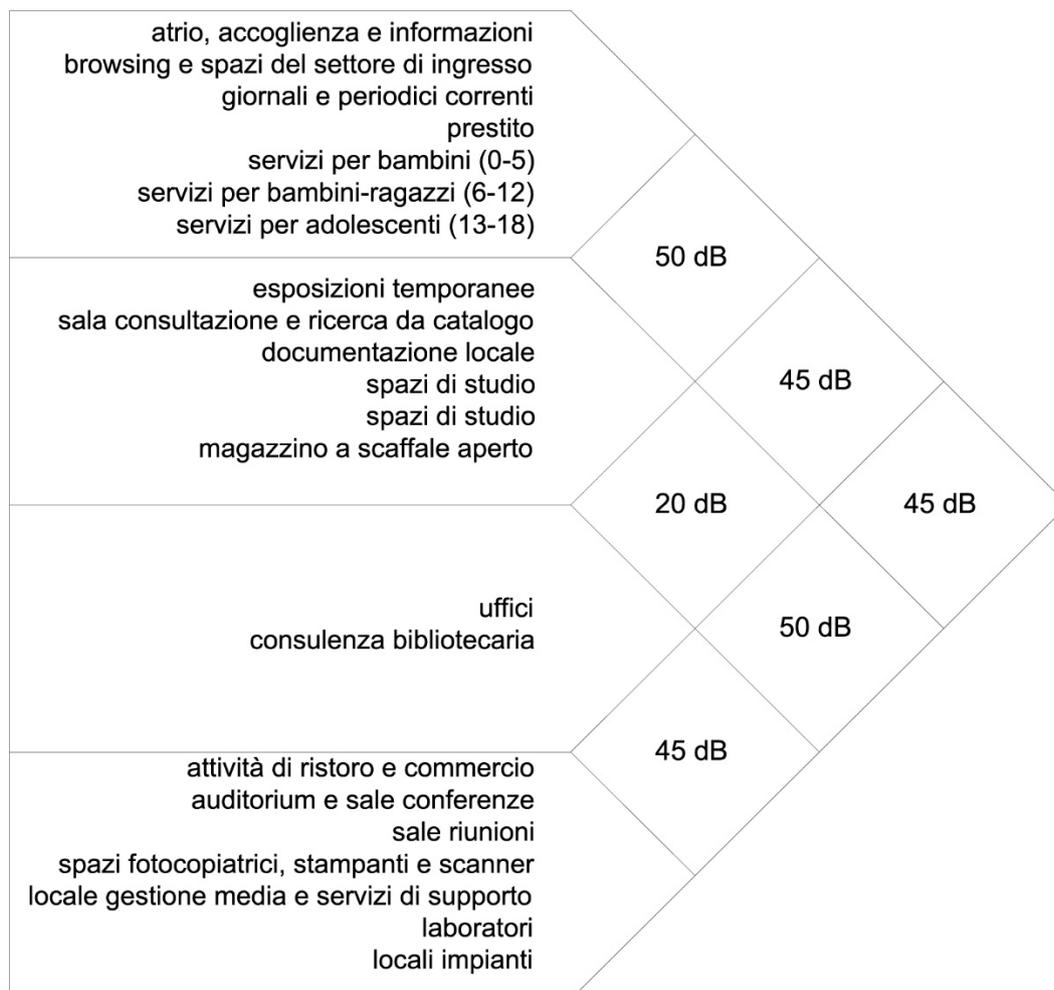
È necessario evitare la creazione di *ponti acustici* interni, evitando per esempio che aree con ambiente acustico differente abbiano controsoffitto o pavimento flottante continuo in comune.

L'uso di elementi fonoassorbenti, gli arredi, la massa dei libri e le finiture interne costituiscono elementi molto importanti per la riduzione della diffusione del rumore, poiché possono impedirne la riflessione e facilitare l'assorbimento (in particolare: pannelli fonoassorbenti a parete e a soffitto; rivestimenti scabri o morbidi; paraventi; disposizione degli arredi tale da interrompere la riverberazione del rumore, etc.).

## ISOLAMENTO DAI RUMORI DA IMPATTO

Tutti i pavimenti soprastanti spazi abitabili devono essere protetti contro la trasmissione di rumori di calpestio, adottando accorgimenti costruttivi per evitare la trasmissione di tutti rumori di impatto. L'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato deve essere:  $L_nT < 60$  dB. Il rumore da impatto su pavimento, proveniente dallo stesso ambiente, può essere ridotto mediante l'uso di rivestimenti morbidi (moquette, linoleum, gomma, anche legno - se correttamente posato), mentre i rumori da impatto provenienti da ambienti adiacenti possono essere ridotti eliminando i ponti acustici (pavimenti flottanti che evitino di trasmettere alla struttura e al piano inferiore i rumori da impatto prodotti in un locale; evitare la continuità di un pavimento flottante tra un locale e l'altro, etc.).

*In questa matrice è riportato il livello di isolamento acustico da assicurare tra le varie unità ambientali: mediante la creazione di zone "cuscinetto", con barriere fonoisolanti e fonoassorbenti o evitando la vicinanza tra le zone in oggetto. Per semplificare lo schema le varie unità ambientali sono state raggruppate in 4 gruppi omogenei, riferiti esclusivamente al livello sonoro ipotizzabile per ognuno (questo però non comporta che esse siano fisicamente raggruppate tra loro).*



## **NORME DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE ACUSTICA**

- DPCM 1/3/1991 - Limiti massimi di esposizione negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
- DPCM 5/12/1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
- UNI EN 12354-1:2002 - Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.
- UNI EN 12354-2:2002 - Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.
- UNI EN 12354-3:2002 - Acustica in edilizia - Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.

## SICUREZZA ANTINCENDIO

---

Marco Muscogiuri / Politecnico di Milano, Dipartimento ABC

Il Decreto Legislativo 8 marzo 2006, n. 139 sul riassetto delle disposizioni relative alle funzioni ed ai compiti del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco fornisce le motivazioni di maggior dettaglio sulla strategia antincendio da adottare nella progettazione e realizzazione degli edifici pubblici. Questo decreto infatti stabilisce che è necessario “tutelare la vita umana, la incolumità delle persone, preservare i beni e l’ambiente attraverso misure e modi di azione che evitino l’insorgere di incendi e degli eventi ad esso connessi o a limitarne le conseguenze”.

L’applicazione di tali disposizioni, dunque, mira a garantire sia la sicurezza dell’edificio nel suo complesso, sia le persone e le cose che in esso si trovano. Nel caso di interventi che coinvolgono edifici tutelati sotto il profilo storico ed artistico, è necessario dunque che le misure finalizzate alla prevenzione e al controllo degli incendi siano rispettose del bene da tutelare, individuando il **“giusto compromesso” fra le misure di prevenzione incendi e quelle di tutela del bene.**

In generale, la biblioteca ha un carico di incendio medio-alto, ma andrà valutato caso per caso se possa essere considerata edificio a rischio di incendio medio o elevato a seconda delle sue caratteristiche peculiari (dimensioni, attività svolte, affollamento massimo, materiali costruttivi, etc.).

L’attività presente nelle biblioteche ai sensi del D.P.R. n. 151 del 1° agosto 2011 soggetta all’ottenimento del Certificato di Prevenzione Incendi dal Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco è, principalmente ma non esclusivamente, l’Attività 34.1B oppure 34.2C: *“Depositi di carta, cartoni e prodotti cartotecnici, archivi di materiale cartaceo, biblioteche, depositi per la cernita della carta usata, di stracci di cascami e di fibre tessili per l’industria della carta, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg”*, fino a oppure oltre 50.000 kg. Tuttavia, come è evidente per la natura ibrida di queste strutture, nel complesso edilizio potrebbero esserci altre attività, che andranno esaminate caso per caso.

Potrebbe inoltre essere necessario, a seconda dei casi, fare riferimento anche al D.P.R. n. 418 del 30/6/1995 “Norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche ed archivi”.

Inoltre va tenuto conto dell’ALLEGATO 1 al Decreto del Ministero dell’Interno del 7 agosto 2012; nell’osservanza dei Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro di cui al D.M. 10/3/1998.

Nel caso delle biblioteche di pubblica lettura, date le loro caratteristiche di spazi polifunzionali, possono comunque applicarsi, in quanto compatibili, le norme – che sono tuttavia estremamente vincolanti – relative ai locali di pubblico spettacolo (D.M. Interno del 19/08/96) e le norme generali in materia di prevenzione incendi, in particolare l’analisi dei rischi e il dimensionamento delle vie di fuga ai sensi del DPR 10/03/1998.

Nel caso in cui nel complesso edilizio si insediassero attività soggette a controllo di prevenzione incendi, si dovrà fare riferimento alle specifiche disposizioni di legge (pensiamo ad esempio a spazi destinati a spettacoli e conferenze e auditorium; parcheggi; centrali termiche; servizi di ristorazione; ascensori e montacarichi; locali di deposito soggetti a specifiche prescrizioni di aerazione naturale e meccanica; etc.).

## CRITERI GENERALI DI SICUREZZA E PREVENZIONE ANTINCENDIO

Vengono di seguito richiamati – in modo non esaustivo – alcuni dei principali criteri generali di progettazione e distribuzione.

- Ogni luogo con permanenza di persone deve disporre di vie di uscita alternative, tranne quelli di piccole dimensioni o dei locali a rischio di incendio medio o basso.
- Ciascuna via di uscita deve essere indipendente dalle altre e distribuita in modo che le persone possano ordinatamente allontanarsi da un incendio.
- Dove è prevista più di una via di uscita, il percorso per raggiungere la più vicina uscita di piano non dovrebbe essere più lungo di 15-30 m nel caso di elevato rischio di incendio, e di 30-45 m nel caso di medio rischio.
- Le scale devono essere protette mediante strutture e porte resistenti al fuoco con dispositivo di autochiusura, a eccezione dei piccoli luoghi a rischio di incendio medio o basso, quando la distanza da un qualsiasi punto fino all'uscita su luogo sicuro non superi rispettivamente i valori di 45 e 60 metri (30 e 45 metri nel caso di una sola uscita).
- Dovrebbero essere evitati i percorsi di uscita in un'unica direzione, o, in caso contrario, il percorso fino ad una uscita di piano o fino al punto dove inizia la disponibilità di due o più vie di uscita, non dovrebbe superare 6-15 m per rischio elevato, 9-30 m per rischio medio.
- È sufficiente una sola uscita di piano se l'affollamento previsto è minore di 50 persone e se la lunghezza dei percorsi di fuga è adeguata.
- La larghezza complessiva delle uscite di piano è calcolata con la formula:  $[L \text{ (metri)} = A/50 \times 0,60]$ , dove "A" è il numero delle persone presenti al piano (affollamento); il valore 0,60 è la larghezza (in metri) sufficiente al transito di una persona (modulo unitario di passaggio); 50 indica il numero massimo delle persone che possono defluire attraverso un modulo unitario di passaggio, tenendo conto del tempo di evacuazione.
- La larghezza minima di una uscita non può essere inferiore a 0,80 metri, da conteggiarsi come un modulo unitario di passaggio.
- Può esserci una sola scala in edifici di altezza non superiore a 24 metri (come da D.M. 30/11/1983), a rischio di incendio basso o medio.
- Se le scale servono più di un piano al di sopra o al di sotto del piano terra, la larghezza della singola scala non deve essere inferiore a quella delle uscite di piano. La larghezza complessiva delle scale è calcolata con la formula:  $[L \text{ (metri)} = A^*/50 \times 0,60]$ , dove  $A^*$  corrisponde all'affollamento previsto in due piani contigui a partire dal primo piano fuori terra, con riferimento a quelli aventi maggior affollamento.
- Se per motivi architettonici o urbanistici le misure antincendio di cui sopra non potessero essere adeguatamente rispettate, si dovranno adottare uno o più dei seguenti accorgimenti
  - a) distribuzione interna delle, in modo tale che gli occupanti dell'edificio possano lavorare o soggiornare il più vicino possibile alle uscite di piano;
  - b) riduzione del percorso totale delle vie di uscita;
  - c) realizzazione di ulteriori uscite di piano;
  - d) realizzazione di percorsi protetti addizionali o estensione dei percorsi protetti esistenti;
  - e) installazione di un sistema automatico di rivelazione ed allarme incendio per ridurre i tempi di evacuazione.
- I locali di pubblico spettacolo possono comunicare con la biblioteca solo attraverso filtri antincendio

- Nel caso di edifici di altezza superiore di 12 m, i percorsi esterni devono consentire in ogni punto l'accostamento con autoscala da parte dei vigili del fuoco, nel rispetto dei seguenti requisiti minimi:
  - larghezza m 3,50
  - altezza libera m 4,00
  - raggio minimo di volta m 13
  - pendenza massima 10%
  - resistenza minima al carico non inferiore a 20 t

## **NORME DI RIFERIMENTO PER LA PREVENZIONE E IL CONTROLLO DEGLI INCENDI**

- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 - Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122;
- Decreto del Ministro dell'interno 7 agosto 2012, recante 'Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7 del decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151.
- Lettera circolare 13061 del 06/10/11 , "Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4- quater, decreto legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122". Primi indirizzi applicativi.
- DM 19/08/1996: "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo";
- DM 16/2/2007: "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione";
- DM 9/3/2007: "Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco" e LC P414-4122 del 28-3-2008 di chiarimenti;
- LC 31/03/2010 n.5643: "Guida per la determinazione dei "requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili"
- DM 10/3/2005: modificato dal DM 25/10/2007 "Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio";
- DM 15/3/2005: "Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo";
- DECRETO 6 dicembre 2011: Modifica al decreto 3 novembre 2004 concernente l'installazione e la manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d'incendio.
- DECRETO del MINISTERO DELL'INTERNO – 16/02/2007: Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.

- D.M. 30/11/1983: Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.
- DECRETO del MINISTERO DELL'INTERNO del 7 gennaio 2005: Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio.
- DECRETO del MINISTERO DELL'INTERNO del 3 novembre 2004: Disposizioni relative all'installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d'incendio.
- RETE IDRANTI: UNI VVF10779-UNI EN 12845
- D.M. 10 marzo 1998: Criteri generali di sicurezza antincendio per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.
- Norma UNI EN 1992-1-2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-2– Regole Generali – Progettazione strutturale contro l'incendio;
- Nota DCPREV prot n. 1324 del 7 febbraio 2012: Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione Anno 2012.
- Nota prot. n. 6334 del 4 maggio 2012: Chiarimenti alla nota prot. DCPREV 1324 del 7 febbraio 2012 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione 2012".

## SICUREZZA STATICA E PROGETTO STRUTTURALE

Matteo Fiori / Politecnico di Milano, Dipartimento ABC

Le biblioteche rientrano nella Cat. E1 ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 (“Nuove norme tecniche per le costruzioni”). Per le biblioteche va prevista, genericamente, una struttura in grado di sopportare un carico variabile minimo di  $6,00 \text{ kN/m}^2$ , oltre a quello permanente portato oltre a un carico verticale concentrato pari a  $6.00 \text{ kN}$  e un carico e a un carico orizzontale lineare pari a  $1.00 \text{ kN}$ .

Questa indicazione non è tuttavia esaustiva, in quanto il sovraccarico dei solai dipende dalla quantità di materiale stoccato. Il progetto delle strutture dovrebbe tenere conto delle esigenze di flessibilità di utilizzo dei locali, senza tuttavia dimenticare che sovradimensionare in modo generico tutte le strutture porterebbe un aggravio notevole del costo di costruzione.

Negli spazi da destinare a magazzino a scaffale aperto, si può calcolare un sovraccarico minimo di  $6,00 \text{ kN/m}^2$ . Nel caso di magazzini a più ampia densità, tale valore è da incrementare di almeno  $700 \text{ N/m}^2$  ogni  $30 \text{ cm}$  di altezza oltre i  $270 \text{ cm}$  da pavimento a soffitto, per far fronte a eventuali sovraccarichi dati sopralzi delle scaffalature (raggiungibili con ausilio di scala) o da soppalchi che potrebbero essere costruiti in seguito. Per i magazzini a scaffale chiuso, invece, è necessario prevedere delle prestazioni ben più elevate, soprattutto nel caso in cui ci fosse la possibilità di installare scaffali compatti. Dato che la densità della carta compatta è pari a  $10 \text{ kN/m}^3$ , il calcolo del sovraccarico da prevedere sarà in funzione dell'altezza degli scaffali. Scaffali compatti di  $150 \text{ cm}$  di altezza comporteranno un sovraccarico di  $15 \text{ kN/m}^2$ ; scaffali compatti di  $225 \text{ cm}$  di altezza un sovraccarico di  $22.5 \text{ kN/m}^2$ .

*Sovraccarichi verticali omogeneamente distribuiti per unità ambientale e attività funzionale.*

Spazi della biblioteca	$\geq 6,00 \text{ kN/m}^2$
Uffici	$\geq 3,00 \text{ kN/m}^2$
Auditorium, sale conferenze	$\geq 4,00 \text{ kN/m}^2$
Deposito chiuso per scaffali compatti	$\geq 15,00\text{-}25,00 \text{ kN/m}^2$
Autorimesse per camion e bibliobus	$\geq 10,00 \text{ kN/m}^2$

### VALUTAZIONI SULLE STRUTTURE DI EDIFICI ESISTENTI O CONVERTITI A USO BIBLIOTECA

Nel caso di edifici esistenti, è necessario verificare se vi siano fenomeni di degrado, e identificarli opportunamente, sia che si tratti di fenomeni di degrado delle strutture in calcestruzzo armato o acciaio, sia che interessino altri elementi strutturali (ad esempio fenomeni di “sfondamento” delle pignatte dei solai, piuttosto diffusi negli edifici realizzati dal secondo Dopoguerra in poi, etc.).

L'eventuale cambio di destinazione d'uso o modifiche strutturali non locali (ad esempio da scuola a biblioteca) e il fatto che l'edificio sia stato realizzato prima dell'entrata in vigore del Nuovo Testo Unico sulle costruzioni (D.M. 14.01.2008) e delle norme che hanno portato alla classificazione sismica di tutto il territorio italiano, avranno come conseguenza quasi certa la necessità di provvedere come minimo a un **adeguamento sismico della struttura**, la cui entità va opportunamente verificata.

L'eventuale mancanza o disponibilità solo parziale degli elaborati progettuali strutturali, comporta la necessità di procedere a indagini conoscitive approfondite per la caratterizzazione dei materiali, strutturali e non, dello stato di fatto, al fine di determinare le caratteristiche dimensionali della struttura e degli strati di finitura che determinano i carichi permanenti. Queste e altre indagini potranno inoltre permettere di evidenziare fenomeni di degrado degli elementi tecnici strutturali, eventualmente non immediatamente visibili.

Tali indagini da realizzare saranno distruttive e non distruttive, e dovranno permettere di capire l'andamento e la consistenza dei solai, delle travi e dei pilastri. Le prove non distruttive determineranno la resistenza del calcestruzzo e la misura del diametro delle armature per via indiretta, attraverso la misura di parametri correlati (p.es.: prove pacometriche), individuando le zone in cui è presente armatura, fornendo informazioni sui diametri e sui copriferri di staffe e barre all'interno di travi e pilastri, etc.

Si dovrà inoltre procedere con indagini sclerometriche, e altre indagini non distruttive (prove ultrasoniche, etc.). In un'ottica di rapporti costi-benefici, andrà valutato opportunamente il "Livello di Conoscenza", secondo quanto previsto dalla normativa vigente (Livello di Conoscenza non inferiore a LC2 – conoscenza adeguata), e a seconda del tipo di intervento da effettuare e della situazione riscontrata (p.e.: della documentazione storica a disposizione relativa al progetto strutturale, etc.), in modo da non effettuare operazioni troppo invasive sulla struttura esistente. In ogni caso il progettista delle strutture dovrà valutare, anche in accordo con il Committente e in base al budget disponibile, la strategia di indagine e il livello di approfondimento.

Allo stesso modo, per quanto riguarda la resistenza al fuoco, da definire in base alla nuova destinazione d'uso a biblioteca, è necessario effettuare una serie di indagini sugli elementi strutturali del fabbricato esistente in modo da definire l'entità del copriferro, la conseguente resistenza al fuoco degli elementi e la necessità o meno di strati protettivi.

Per la struttura pre-esistente e per le nuove strutture, è comunque sempre possibile prevedere una protezione con intonaco REI per le parti nascoste e vernici intumescenti per le parti in vista.

## **PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE STRUTTURALE**

- Legge 05/11/1971 n°1086: "Norme tecniche per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 14 gennaio 2008: "Nuove norme tecniche per le costruzioni";
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Circolare 2 febbraio 2009, n. 617: "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- Legge regione Lombardia n. 33/2015;
- UNI 9858: "Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità del calcestruzzo";
- UNI ENV 197/1: "Requisiti di norma per cemento Portland composito (tipo II)";
- Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio: Marcatura CE materiali da costruzione;
- Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.: "Linee guida sul calcestruzzo strutturale";
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;

- DM Int. 16 febbraio 2007 - “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”
- DM 9 marzo 2007 - “Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del corpo nazionale dei Vigili del Fuoco”.

## ACCESSIBILITÀ E ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE

---

Marco Muscogiuri, Graziano Salvalai / Politecnico di Milano, Dipartimento ABC

Accessibilità, per un qualsiasi edificio pubblico e per una biblioteca in particolare, significa anzitutto particolare **attenzione nei confronti degli utenti più svantaggiati**: per disabilità visive o motorie (anziani, disabili, etc.), per età (bambini, ragazzi), per carenza di solide basi culturali, per carente cognizione degli strumenti di accesso all'informazione, per scarsa conoscenza dei costumi e della lingua (stranieri). Questo influisce sulle scelte di progettazione, sulla localizzazione e la distribuzione dei percorsi, sulla segnaletica e sulla comunicazione grafica, sull'eliminazione delle barriere architettoniche.

A ben vedere, l'accessibilità ai servizi e agli spazi delle istituzioni pubbliche si fonda sulla stessa Carta Costituzionale Italiana, che all'Articolo 3 sancisce che "è compito della Repubblica rimuovere gli ostacoli di ordine economico e sociale che, limitando, di fatto, le libertà e l'uguaglianza dei cittadini, impediscono il primo sviluppo della persona umana".

Prima l'art. 27 della L. 118/1971 e in seguito, in modo esaustivo e dettagliato, la L. 13/1989 e il D.M. LL.PP. 236/1989 hanno definito i requisiti tecnici che i luoghi pubblici devono avere per essere pienamente fruibili da persone portatrici di disabilità motorie o sensoriali, integrate dal D.P.R. 503/1996 e, a livello regionale, dalla L.R. 6/1989. Il D.P.R. 380 del 2001, meglio conosciuto come il "Testo Unico in materia di edilizia", ha unificato in un solo corpo legislativo tutte le disposizioni mirate al superamento e all'eliminazione delle barriere architettoniche. Va sottolineato che, in caso di difformità tra le varie norme, **prevale quella più restrittiva**. Tali requisiti tecnici, che dovrebbero essere condizione imprescindibile per una biblioteca pubblica, nella realtà dei fatti sono spesso disattesi, soprattutto quando si tratta di edifici storici vincolati.

### ACCESSIBILITÀ E INCLUSIVITÀ

Premesso, dunque, che un edificio destinato a biblioteca pubblica dovrebbe però sempre e comunque rispondere pienamente almeno alle prescrizioni di legge riguardo l'accessibilità fisica, sarebbe opportuno estendere il concetto dell'accessibilità a quello dell'*inclusività*.

Oggi più che mai, per una biblioteca, il fatto di essere accessibile a tutti è un mandato ideologico prima ancora che un requisito tecnico o normativo, ed ha a che fare con la libertà, la democrazia e la parità dei diritti di tutti gli esseri umani. Ma una biblioteca, per essere realmente accessibile, deve essere "**inclusiva**": deve cioè mettere in atto strategie volte a rendersi accessibile da un numero quanto più ampio possibile di persone, con particolare attenzione per quelle categorie che, per vari motivi (economici, sociali, culturali, linguistici, per disabilità fisica, per età, o altro) risultano svantaggiate.

La localizzazione e la progettazione dell'architettura e degli interni incidono fortemente sulla capacità di un edificio pubblico di essere "inclusivo", tanto quanto la gestione dei servizi offerti. Un progetto mal congegnato avrà anzi un impatto peggiore proprio su quelle categorie di utenti che già di per se stesse risultano in qualche modo svantaggiate e sperimentano forme di esclusione nella sfera pubblica o privata.

Nonostante l'avanzamento della legislazione contro le varie forme di discriminazione, nonostante le norme messe a punto a livello tecnico e giuridico per garantire a tutti la piena fruibilità degli spazi pubblici, nonostante la sempre

più ampia diffusione di “buone pratiche” e linee guida in tal senso, ancora oggi molti edifici pubblici e tantissime biblioteche risultano di difficile accessibilità, sotto tanti punti di vista e per varie categorie di pubblico, e falliscono nella loro missione di essere strumenti di inclusione sociale.

## **ALCUNE INDICAZIONI TECNICHE SULL’ACCESSIBILITÀ DI AREE FUNZIONALI E ARREDI**

Tutte le aree interne della biblioteca dovranno essere facilmente accessibili a persone portatrici di disabilità.

Come è stato sottolineato, l’**accesso** alla biblioteca deve essere facilmente identificabile dall’esterno, e dovrà essere localizzato in modo strategico, in corrispondenza di percorsi pedonali o di grande passaggio, ben visibile dalla strada e da lontano. È necessario non solo evitare barriere architettoniche, ma agevolare il movimento degli utenti: evitando dislivelli e segnalandoli accuratamente, dotando l’entrata e l’uscita di porte automatiche (vetrate per almeno un terzo della loro altezza, ma non completamente trasparenti), tali da essere facilmente apribili anche da utenti disabili o momentaneamente impediti nei movimenti (persone con passeggino, con le mani occupate, etc.).

Più in particolare, si elencano di seguito, in modo non esaustivo, alcuni accorgimenti che dovranno essere adottati:

**Porte.** Le porte di accesso di ogni locale dovranno essere facilmente manovrabili, con luce netta tale da consentire un agevole transito anche da parte di persona su sedia a ruote (non inferiore a 80 cm); il vano della porta e gli spazi antistanti e retrostanti dovranno essere complanari e dimensionati per consentire facilmente le manovre con la sedia a ruote.

**Infissi esterni.** Le porte, le finestre e le porte-finestre dovranno essere facilmente utilizzabili anche da persone con ridotte o impedito capacità motorie o sensoriali, così come i meccanismi di apertura. Sarebbe opportuno che i parapetti e le finestre consentissero la visuale anche alle persone sedute, garantendo al contempo i requisiti di sicurezza e protezione dalle cadute verso l'esterno.

**Terminali degli impianti.** I terminali degli impianti (interruttori, prese, etc.) dovranno essere predisposti per l’utilizzo agevole anche da persone con ridotta capacità motoria e sensoriale.

**Servizi igienici.** Nell’edificio dovranno essere previsti servizi igienici accessibili anche a disabili a ogni piano dove saranno garantite le manovre necessarie per l’utilizzazione degli apparecchi sanitari. Nei servizi igienici dovranno essere garantite, con opportuni accorgimenti spaziali, le manovre di una sedia a ruote necessarie per l’utilizzazione degli apparecchi sanitari.

**Scale e rampe.** I gradini delle scale dovranno avere pedata antisdrucchiolevole a pianta rettangolare. Le scale saranno dotate di parapetto atto a costituire difesa verso il vuoto e di corrimano. I corrimano saranno di facile

prendibilità e realizzati con materiale resistente e non tagliente. La lunghezza delle rampe sarà interrotta da opportuni pianerottoli.

**Arredi fissi.** La disposizione degli arredi fissi dei diversi ambienti dovrà essere tale da consentire il transito della persona su sedia a ruote e l'agevole utilizzabilità delle attrezzature in essi contenute.

**Tavoli e banconi.** È necessario garantire ai **tavoli** di studio e di consultazione un agevole accostamento delle sedie a rotelle. Sarebbero da evitare “alzate” poste sul fronte del **bancone**, in modo da rendere l'immagine del bancone più “amichevole” e da consentire una più agevole accoglienza di persone disabili e bambini. Una parte del bancone potrà avere un'altezza maggiore dalla parte del pubblico e minore da quella per gli addetti, in modo da dotare di appoggio gli utenti in piedi e circoscrivere meglio una parte del piano di lavoro dello staff.

**Segnaletica.** Sarebbe opportuno utilizzare una segnaletica di facile lettura e comprensione, utilizzando icone e caratteri tipografici che possono essere più facilmente compresi anche a persone con problem di **dislessia**.

## **NORME DI RIFERIMENTO PER L'ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE**

- Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996 n. 503 – Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici;
- D.M. LL.PP. 14 giugno 1989, n. 236 – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;
- L.R. 20 febbraio 1989, n. 6 – Norme sull'eliminazione delle barriere architettoniche e prescrizioni tecniche di attuazione.
- D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.
- Legge 5 febbraio 1992 n. 39 – Legge quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate.

## CV AUTORI

---

**Alterstudio partners srl**, a Milano dal 1996, è una società di progettazione che opera a varie scale di intervento: dal progetto architettonico e degli interni al progetto urbano adoperando, dove possibile, metodologie di progettazione partecipata. Ha realizzato progetti per committenti pubblici e privati e ha partecipato a concorsi nazionali e internazionali, conseguendo premi e segnalazioni, approfondendo in special modo i temi inerenti gli spazi pubblici e gli edifici per la cultura, anche in collaborazione con studi di architettura internazionali, università, associazioni. Sviluppa inoltre progetti a carattere culturale e di ricerca, curandone contenuti, comunicazione ed esposizione.

**ABCittà** è una cooperativa sociale con sede a Milano, costituita da un gruppo di professionisti esperti in progettazione partecipata, con competenze riguardanti le scienze umane e sociali, lo sviluppo sostenibile, l'organizzazione e la gestione di sistemi complessi, la pianificazione e la progettazione urbana, la psicopedagogia, la psicologia dello sviluppo e la cultura dell'infanzia e dell'adolescenza. Opera dal 1999 a livello locale, nazionale e internazionale rivolgendosi a istituzioni, enti, agenzie pubbliche e del privato non profit e profit, applicando la metodologia della partecipazione agli ambiti della pianificazione, progettazione e gestione delle aree urbane, delle politiche sociali e ambientali, dell'housing sociale e dell'area culturale, e sviluppando specifiche competenze nella comunicazione. Attualmente composta da 16 soci, ABCittà si avvale della collaborazione di altri professionisti sia in Italia e che in altri Paesi.

Il **CSBNO - Culture Socialità Biblioteche Network Operativo** (ex Consorzio Sistema Bibliotecario Nord Ovest) è un'azienda speciale consortile, partecipata da 33 Comuni della Città Metropolitana di Milano. Attualmente, la rete CSBNO comprende 60 biblioteche, di cui 45 di pubblica lettura, 7 scolastiche, 2 ragazzi, 1 professionale, 1 speciale, 1 d'impresa, e 3 centri per la documentazione di storia locale, oltre al Teatro Città di Legnano Talisio Tirinnanzi e alle Scuole Civiche del Comune di Sesto San Giovanni.

**Marco Muscogiuri**, architetto, socio fondatore della società alterstudio partner srl, docente e ricercatore al Politecnico di Milano (Dipartimento ABC), esperto di biblioteche, ha pubblicato due volumi sul tema della progettazione e programmazione delle biblioteche (*Biblioteche. Architettura e progetto*, Maggioli, Rimini, 2009; *Architettura della Biblioteca*, Edizioni Bonnard, Milano, 2005), diversi saggi e numerosi articoli, svolto corsi e conferenze in Italia e all'Estero. Con la società alterstudio partners srl ha elaborato numerosi programmi funzionali, progetti, studi di fattibilità e linee guida per biblioteche e centri culturali.

**Matteo Fiori** è professore associato presso il Politecnico di Milano (Dipartimento ABC). Dal 2017 è coordinatore del gruppo di lavoro "GL 1 Coperture continue e impermeabilizzazioni" della sottocommissione SC 2 "Coperture e impermeabilizzazioni", prodotti e sistemi per l'organismo edilizio dell'UNI. Le pubblicazioni principali riguardano tematiche relative all'involucro edilizio sia in termini di tecnologia che di durabilità. È stato, inoltre, dal 1998 al 2008, presidente dell'associazione italiana verde pensile (AIVEP).

**Gabriele Masera**, è professore associato presso il Politecnico di Milano (Dipartimento ABC), dove insegna e opera e nel campo dell'innovazione delle tecnologie costruttive per edifici ad alta efficienza energetica. In questo settore ha partecipato a diverse ricerche, anche di interesse nazionale, e a vari progetti di ricerca europei (sull'utilizzo di materiali a cambiamento di fase negli edifici; sulla definizione delle caratteristiche degli edifici sostenibili nel 2030; sul retrofit energetico degli edifici residenziali). È Coordinatore del Corso di Laurea Magistrale in Building and Architectural Engineering e autore di numerose pubblicazioni nazionali e internazionali.

**Tiziana Poli**, Professore associato di Architettura Tecnica, presso il Politecnico di Milano (Dipartimento ABC) e coordinatore del corso di Laurea in Ingegneria Edile e delle Costruzioni. Svolge didattica e ricerca nel campo del progetto di involucri edilizi ad alte prestazioni, l'analisi del comfort nello spazio confinato, l'analisi dello stress termico in ambiente urbano, la caratterizzazione delle proprietà ottico-radiative di superfici edilizie e innovazione di sistemi e componenti edilizi. È autrice di numerose pubblicazioni nazionali e internazionali.

**Graziano Salvalai**, Ingegnere Edile-Architetto, ricercatore e docente presso il Politecnico di Milano (Dipartimento ABC). Ha partecipato a diversi progetti internazionali ed è responsabile scientifico di diversi progetti di consulenza, operando nel campo di ricerca dell'innovazione tecnologica sostenibile con particolare attenzione all'integrazione edificio-impianto e alla previsione delle performance attraverso programmi di simulazione energetica dinamica. È autore di numerosi articoli su riviste nazionali e internazionali.