



Normativa ...in luce

Per facilitare la progettazione illuminotecnica dei luoghi di lavoro sono sorte apposite norme tecniche, la norma UNI 10380/1994 "Illuminazione d'interni con luce artificiale" (parzialmente allineata agli orientamenti europei nella variante UNI 10380/A1/1999) e la norma 10530/1997 "Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione", che definiscono i parametri da controllare e i valori limite per ogni compito visivo.

Le prescrizioni sono state sostituite dalle norme europee armonizzate UNI EN ISO 9241/2001 "Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videotermini" e UNI EN 12464-1/2004 "Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: posti di lavoro interni".

WORKING LIGHT

Abbagliamenti, astenopie, disagi da luce: sono gli esiti di una scorretta illuminazione del luogo di lavoro. Indicazioni sulle normative tecniche e sull'ergonomia della visione per un buon progetto della luce. Con la manutenzione dei sistemi in primo piano

Elena Lucchi

L'illuminazione degli uffici è definita da una serie di prescrizioni legislative che sintetizzano problematiche visive, percettive e operative e condizionano le possibilità morfo-tipologiche, tecnologiche, impiantistiche e allestitriche delle aree e dei posti di lavoro.

La legislazione italiana, vista l'importanza del tema, ha affrontato il problema già con il DPR 547/1955 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro" in cui sono indicate le condizioni visive e di sicurezza ordinaria idonee per svolgere le diverse attività professionali. I criteri introdotti riguardano la necessità di garantire una sufficiente visibilità anche in assenza di luce naturale e di prevedere percorsi luminosi d'emergenza, illuminazione di sicurezza, misure acustiche per la segnalazione del rischio e apparecchi portatili per l'illuminazione sussidiaria. L'attenzione agli aspetti illuminotecnici è confermata dal DPR 303/1956 "Norme generali per l'igiene del lavoro" nel quale si sottolinea l'importanza dell'illuminazione naturale e artificiale nei luoghi di lavoro.

Alcuni studi di fotobiologia dei primi anni Novanta hanno mostrato gli effetti benefici della luce naturale sull'individuo sia in ambiente outdoor sia indoor. Le ricerche hanno portato alla correzione delle prescrizioni legislative per l'igiene dei luoghi caratterizzati da permanenze continuate e ripetute degli utenti. In Italia, l'introduzione del Dlgs 626/1994 "Sicurezza

atto, imponendo l'illuminazione naturale negli uffici, a eccezione dei locali ipogei. In ogni caso, però, gli ambienti devono avere un'illuminazione artificiale adeguata per la tutela di sicurezza, salute e benessere dei lavoratori.

A causa della repentina diffusione delle tecnologie informatiche, sono state inserite disposizioni particolari per gli uffici con videotermini dove, per avere adeguate condizioni visive, è necessario controllare la luminanza prodotta dalle sorgenti

In alto, apparecchi per l'illuminazione diffusa degli uffici, in cui la presenza di appositi filtri di schermatura evita la riflessione semi-speculare sul videoterminale.

Naturale e artificiale

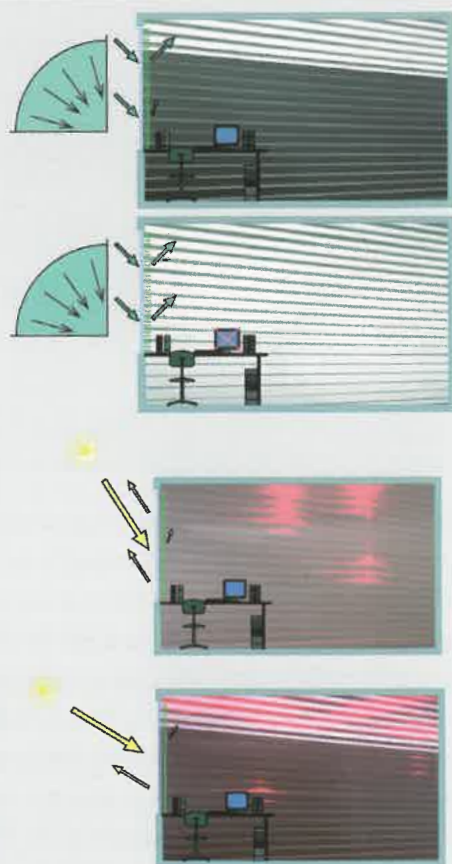
Esempi di corretta integrazione tra luce naturale e artificiale per evitare la formazione di riflessi su videotermini, apparecchiature elettroniche e materiali (© GenioLux).

In generale, postazioni operative attrezzate e con impianti integrati migliorano la personalizzazione fisica e microclimatica degli spazi anche negli ambienti open space.



Schermare la luce

È possibile anche schermare la luce solare con tende, pareti mobili o micro-postazioni lavorative che non abbassino eccessivamente il livello di illuminamento. A destra e sotto, lamelle e tende per la schermatura e la diffusione della luce naturale negli uffici con videotermini (© GenioLux).



primarie di luce e dalle superfici riflettenti interne, come schermi dei videotermini (VDT) e display delle apparecchiature elettroniche (DSE).

La presenza di un ambiente luminoso disomogeneo, infatti, può causare disturbi visivi che assumono denominazioni diverse in funzione dell'ambito disciplinare di riferimento: in illuminotecnica sono detti "abbagliamenti", in medicina "astenopie occupazionali" e in igiene "disagi da luce".

Per evitare questi fenomeni è opportuno illuminare il posto di lavoro con luce ambientale diffusa e specifica, tale da garantire l'assenza di riflessi e la presenza di appropriati contrasti di luminanza tra le superfici riflettenti interne.

Normative tecniche

Per facilitare la progettazione illuminotecnica dei luoghi di lavoro sono sorte apposite norme tecniche, la norma UNI 10380/1994 "Illuminazione d'interni con luce artificiale" (parzialmente allineata agli orientamenti europei nella variante UNI 10380/A1/1999) e la norma 10530/1997 "Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione", che definiscono i parametri da controllare e i valori limite per ogni compito visivo. Le prescrizioni sono state sostituite dalle norme europee armonizzate UNI EN ISO 9241/2001 "Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videotermini" e UNI EN 12464-1/2004 "Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: posti di lavoro interni".

La norma UNI ISO EN 9241/2001 considera l'azione sinergica dei diversi fattori microclimatici e individua i principi generali d'azione, i parametri da valutare e le soluzioni progettuali appropriate per quanto concerne l'illuminazione naturale e artificiale, gli impianti termici, il rumore, i campi elettrici e magnetici, le vibrazioni meccaniche e il lay-out delle postazioni operative.

Ergonomia della visione: la norma UNI EN 12464

Il principale riferimento normativo, però, è costituito dalla norma UNI EN 12464-1/2004 che classifica i luoghi di lavoro in otto zone tipologiche: zone di transito e aree generiche; attività di lavoro; uffici; locali per vendite al minuto; luoghi pubblici; locali scolastici; ambienti sanitari; aeroporti e impianti ferroviari. Per ciascuna zona è prescritto un serrato controllo dei fattori illuminotecnici responsabili di discomfort visivo:

- "Illuminamento medio mantenuto" relativo alla superficie da considerare in funzione del tipo di ambiente e del compito visivo;
- "Uniformità di illuminamento" inteso come rapporto tra l'illuminamento delle aree adiacenti e l'illuminamento del compito visivo.

Sintesi delle caratteristiche dell'ambiente di lavoro prescritte dal Dlgs 626/1994

Sistema di riferimento	Caratteristiche
Arredo	Pareti e mobili non riflettenti e in colori tenui per evitare effetti di abbagliamento semi-speculare e di affaticamento visivo
Postura	Sedia regolabile e girevole. Dotazione di poggiatesta, se necessario
Computer	Computer con videoterminale anti-riflesso e contrasti regolabili. In casi particolari e/o prescritti dal medico Competente la postazione di lavoro è corredata da un leggio per una confortevole copiatura dei testi
Fotocopiatrici e stampanti	Fotocopiatrici e stampanti devono essere allontanate dalle postazioni operative per evitare emissioni di ozono e rumori molesti
Illuminazione	Regolare l'illuminazione naturale mediante opportuni tendaggi; dotare l'apparato di illuminazione artificiale di più accensioni in modo da regolare l'intensità luminosa
Microclima	Controllo dei parametri microclimatici e prestazioni adeguate per ottenere livelli di comfort interni
Pulizia	Evitare la presenza di moquette e materiali fibrosi che veicolano virus e batteri. Disinfestazioni periodiche, se

La norma suddivide gli uffici in aree omogenee per attività svolte e indica il livello di illuminamento medio mantenuto (Em) appropriato per ciascuna area, calcolabile considerando la riduzione dell'efficienza luminosa dell'impianto nel tempo. Il fattore di deprezzamento è fissato al 20% della produttività della lampada pienamente efficiente mentre il livello di illuminamento medio mantenuto nelle aree lavorative deve essere sempre superiore a 200lux.

Il posto di lavoro deve avere un'illuminazione uniforme poiché la disuniformità delle luminanze nel campo visivo incide sulle prestazioni oculari dell'utente e sull'accuratezza di visione di dettagli e particolari. Se la luminanza prodotta da sorgenti luminose e superfici riflettenti è superiore alla luminanza media dell'ambiente, infatti, si possono manifestare sensazioni di disagio o di riduzione della capacità visiva dell'utente, dovute al repentino adattamento del bulbo oculare alla variabilità di luce. Per questa

Requisiti di illuminazione per gli uffici secondo la norma UNI EN 12464-1/2004

Locale	Livello di illuminamento medio mantenuto (Em)	Limite del grado unificato di abbagliamento (UGRI)	Resa cromatica (Ra)
Videoterminali	500 lux	19	80
Scrittura e battitura dei testi	500 lux	19	80
Disegno tecnico	750 lux	16	80
Archivio	200 lux	25	80
Fotocopiatrice	300 lux	19	80
Sale riunioni	500 lux	19	80

ragione, il coefficiente di uniformità, definito dal rapporto tra illuminamento minimo e medio di una superficie, deve essere superiore a 0,7. In precedenza, la normativa fissava il valore del coefficiente pari a 0,8, riferito però all'area (non alla postazione) di lavoro. La norma attuale ha semplificato la progettazione eliminando dal calcolo l'area più difficilmente controllabile collocata in prossimità delle pareti e delle aperture. Implicitamente, infatti, se il coefficiente medio è prossimo a 0,7, vi sarà uniformità di illuminamento sia nelle singole postazioni operative che nell'ufficio.

Luminanze accentuate o variazioni repentine della luminanza producono nell'osservatore un disagio visivo, comunemente detto abbagliamento, che ha due effetti sulla prestazione visiva: "effetto psicologico" quando produce una sensazione di disturbo e di affaticamento oculare senza compromettere la visione, ed "effetto fisiologico" quando riduce le capacità percettive senza creare disagi. Il primo caso, detto "abbagliamento fastidioso" o "Discomfort Glare", è generato da sorgenti eccessi-

A sinistra, la luce diffusa e rivolta verso l'alto favorisce la corretta visione e concentrazione del personale nelle attività d'ufficio. Sede Uniflair Industries a Conseve (PD), MCA Mario Cucinella Architects (Jean de Colan).



Il progetto della luce nell'office planning San Paolo IMI

Sanpaolo IMI costituisce una best-practice per la progettazione di corrette condizioni di qualità visiva e percettiva nei luoghi di lavoro. Per comprendere meglio i criteri progettuali e gli aspetti tecnici legati alle operazioni di office planning, abbiamo rivolto alcune domande a tecnici di Acquisti e Logistica

Modulo: Sanpaolo IMI si caratterizza per l'attenta progettazione illuminotecnica e per la tutela della sicurezza e della salute del lavoratore. Quali sistemi tecnici e criteri progettuali sono stati adottati per risolvere i problemi di ergonomia della visione e di riflessione speculare legata alla presenza di videoterminali?

Acquisti e Logistica: Il punto di partenza dell'intervento di office planning è stata la definizione di lay-out corretti seguendo la normativa.

formazione del personale sul come mantenere la postazione di lavoro e di attività controllo da parte di figure preposte. In sede centrale il discorso illuminotecnico è facilmente verificabile poiché esistono lay-out stabiliti e fissi. Nelle filiali è più difficile da mantenere, poiché ci sono anche esigenze commerciali e di sicurezza che orientano l'allestimento e richiedono la trasparenza interna. In entrambi i casi sono state utilizzate lampade anti-riflesso con orientamento a 45° per ridurre le riflessioni semi-speculari. La progettazione investe una notevole importanza, ma è anche necessario gestire e conservare la corretta posizione delle postazioni operative nel tempo. È stato attivato un corso on-line sul D.Lgs 626/1994 che contiene un modulo didattico dedicato al videoterminale; esiste, poi, anche uno specifico corso per i lavoratori "addebi- al videoterminale" (lavoro al computer per più di 20

ore medie settimanali) in cui sono ribadite le posizioni delle lampade, le distanze dalle finestre e le posture delle persone.

Modulo: Quale ruolo ha avuto la presenza di sistemi di controllo passivi, come schermi, tende e vetri anti-riflesso?

Acquisti e Logistica: Ai vetri in alcuni casi sono inserite anche pellicole di tipo UV che abbassano ulteriormente il livello di illuminamento interno. Tutte le finestre hanno tende verticali mentre gli uffici open space per videoterminalisti sono schermati da tende di tipo screen, che bloccano la penetrazione diretta della luce naturale. Nel progetto "Filiale in vetrina - Torino 2006" sarà anche rilevata la luminanza, per verificare l'incidenza dell'eliminazione delle tende sul discomfort degli utenti. Questa sarà l'occasione per fare misure sul campo, per valutare il

Office planning

1. Frazionamento degli spazi e personalizzazione luminosa: sistema di arredo per l'ufficio "Tutti Work Architecture" di Studio & Partners Nicholas Bewick e Michele De Lucchi (ADI Design Index 2002).
2. Micro-postazione lavorativa per la schermatura della luce naturale e la personalizzazione degli spazi: sistema "A3" di Hani Rashid Lise-Anne Couture (Habitat Ufficio).



vamente luminose mentre il secondo, detto "abbagliamento debilitante" o "Disability Glare", è dovuto alla visione diretta o riflessa di una porzione di cielo. Negli uffici caratterizzati dalla compresenza di illuminazione naturale e artificiale si ha abbagliamento diretto e riflesso, rispettivamente quando la sorgente abbagliante è situata nella stessa direzione o in direzione diversa rispetto all'osservatore. Sui videoterminali si verificano entrambi i tipi di abbagliamento, mentre sulle scrivanie il solo abbagliamento riflesso, che risulta accentuato se costituito da materiale riflettente

Le superfici riflettenti, come schermi, apparecchiature elettroniche e materiali traslucidi, infatti, portano alla riduzione del contrasto di luminanza tra il video e l'ambiente, con conseguente riduzione della capacità visiva e Discomfort Glare. Per ovviare al problema, causato dalla presenza di aperture, finestre, lampade artificiali, pareti chiare o riflettenti, pavimentazioni, pannelli trasparenti e traslucidi, è necessaria un'attenta progettazione dell'arredamento del locale e del posto di lavoro in funzione dell'u-

bicazione delle fonti di illuminazione naturale e artificiale e delle caratteristiche tecniche delle lampade. A questo proposito, la norma fornisce una serie di valori del fattore di riflessione dei principali materiali costruttivi e di arredo:

- Soffitto: $0,6 \div 0,9$;
- Parete: $0,3 \div 0,8$;
- Piano di lavoro: $0,2 \div 0,6$;
- Pavimento: $0,1 \div 0,5$.

Un ulteriore problema illuminotecnico è costituito dalla resa cromatica (Ra), che indica in modo oggettivo le proprietà di emissione cromatica di una sorgente luminosa. Tonalità di luce inadeguate, infatti, provocano distorsioni cromatiche mentre luci colorate aumentano la difficoltà di percezione dei dettagli. Il valore massimo della resa cromatica è 100, che equivale a condizioni percettive prossime alla luce solare, mentre la sua diminuzione è direttamente proporzionale alla riduzione della capacità di restituzione del colore da parte della sorgente. Negli ambienti di lavoro la resa cromatica deve essere almeno pari a 80.

comfort delle postazioni di lavoro. Per conciliare le esigenze opposte di sicurezza e di visione sono stati progettati pannelli che dovrebbero funzionare come tende e saranno inserite all'altezza dell'area visiva.

Modulo: In che modo è gestito il mantenimento di corretti criteri di allestimento dei lay-out interni?

Acquisti e Logistica: Il controllo è gestito da apposite figure professionali (Coordinatori Servizi di Sicurezza di Sede), che svolgono attività volte alla prevenzione ed al mantenimento dei livelli di sicurezza aziendale.

Modulo: In che modo è stata effettuata la valutazione dei tempi di adibizione al videoterminale?

Acquisti e Logistica: Per valutare le ore effettive di lavoro al videoterminale i lavoratori appartenenti agli uffici di Sede Centrale compilano schede di autovalutazione; mentre ai lavoratori

metodo del work sampling su un campione significativo di figure professionali omogenee.

Modulo: Il problema della privacy riveste un ruolo importante per il benessere psico-fisico dell'osservatore.

Sono state utilizzate postazioni particolari, come micro-uffici, scrivanie chiuse, spazi personalizzabili?

Acquisti e Logistica: Le postazioni di lavoro sono di tipo standardizzato e, generalmente, non sono, anche per motivi di sicurezza di tipo isolato.

Per alcuni segmenti di mercato (sportelli private-levello di clientela molto alto) vengono allestiti ambienti di lavoro con maggiori caratteristiche di privacy. In generale non si rilevano criticità di discomfort microclimatico o illuminotecnico.

Nei casi in cui lavoratori manifestino problemi di discomfort vengono effettuati monitoraggi dei parametri interni (temperatura, umidità relativa,

tentrici degli impianti di climatizzazione) e, se del caso, interventi correttivi per il ripristino delle condizioni standard.

Modulo: Quali innovazioni sono state previste per la tutela della sicurezza?

Acquisti e Logistica: L'innovazione si concentrerà sullo sviluppo della rete intranet aziendale.

Al proposito è stato sviluppato un applicativo, sperimentale, per gli addetti alla prevenzione incendi e primo soccorso, che consente di riportare su schede di tipo elettronico le verifiche previste dalla normativa. Le eventuali anomalie rilevate possono essere inviate alle competenti fun-



La norma, infine, introduce il calcolo del grado di abbagliamento fastidioso causato direttamente da un apparecchio illuminante (UGR), attraverso l'applicazione del metodo tabulare di "Classificazione Unificata degli Abbagliamenti" definito da Commission Internationale de l'Eclairage (CIE 117, 1995).

In commercio vi sono apparecchi illuminanti per videoterminali, pensati sia per i computer fissi che portatili, che evitano la riflessione dell'illuminazione artificiale nella zona del cono visivo, interponendo idonei filtri di schermatura correlati alla luminanza della lampada (plafoniere anti-riflesso, apparecchi schermati, apparecchi waveguide, sistemi per luce bianca e dinamica, ottiche darklight, ottiche comfort, ...). Anche scegliendo apparecchi perfettamente congruenti con la normativa, però, può formarsi un cono luminoso indesiderato sui lati estremi della lampada che porta all'abbagliamento riflesso sul computer.

Imperativo *maintenance*: il progetto previsionale

La vera innovazione introdotta dalla norma UNI EN 12464-1/2004 è legata alla necessità di prevedere la manutenzione dei sistemi illuminanti. Il progettista deve preparare un programma manutentivo completo in cui sono indicati: sorgenti luminose adatte per l'ambiente, frequenza e modalità di sostituzione delle lampade, intervalli e metodi di pulizia degli apparecchi e del locale e delle attrezzature manutentive (carrelli elevatori, montacarichi e meccanismi di abbassamento degli apparecchi). Devono poi

Illuminamento minimo consentito nelle aree adiacenti a locale in cui si svolgono le attività d'ufficio secondo la norma UNI EN 12464-1/1994

Livello di illuminamento medio mantenuto (Em)	Livello di illuminamento delle aree adiacenti
≥ 750 lux	500 lux
500 lux	300 lux
300 lux	200 lux
≤ 200 lux	Pari a E _m

essere individuati i criteri per minimizzare le operazioni di manutenzione, quali ad esempio l'uso di sorgenti luminose che mantengono costanti le caratteristiche illuminotecniche nel corso del tempo, le misure contro la penetrazione di oggetti negli apparecchi, l'installazione di lampade resistenti alla polvere, la scelta accurata dei materiali, l'uso di parti ottiche che comportino il minor lavoro possibile di montaggio/smontaggio, la scelta dei materiali in funzione delle condizioni ambientali e lo sfruttamento dell'effetto di auto-pulitura degli apparecchi (ad es. riflettori aperti verso l'alto). La programmazione delle operazioni manutentive consente di aumentare il livello di illuminamento medio dell'ambiente e del posto di lavoro.

Office-planning: il controllo progettuale

Il rispetto della normativa tecnica non è sufficiente per garantire la qualità visiva e percettiva nei luoghi di lavoro. La variabilità della luce durante il giorno è dovuta principalmente alla sua componente naturale, che rende difficile, se non impossibile, prevedere l'uniformità dell'illuminamento interno. L'incostanza della provenienza e dell'intensità della luce solare, unita alle dimensioni sempre crescenti delle aperture, rendono critici gli interventi di controllo luminoso. Un corretto progetto per uffici open space deve prevedere la disposizione di scrivanie ortogonali e di apparecchi luminosi paralleli rispetto alle finestre. L'operatore di videoterminale dovrebbe avere una posizione interna all'interasse delle lampade, in modo da evitare i contrasti di luminanza e i riflessi sullo schermo. È possibile anche schermare la luce solare con tende, pareti mobili o micro-postazioni lavorative che non abbassino eccessivamente il livello di illuminamento. Postazioni operative attrezzate e con impianti integrati, inoltre migliorano la personalizzazione fisica e microclimatica degli spazi anche negli ambienti open space. Per evitare totalmente questi fenomeni, è opportuno avere un'illuminazione artificiale ridotta e costante nel tempo oppure tenere il livello di illuminamento ambientale inferiore rispetto a quello delle scrivanie, ad esempio utilizzando apparecchi specifici e portatili.

Normativa

- **DIRETTIVA 2000/55/CE** - recepita con DECRETO 26 MARZO 2002 del Ministero delle Attività Produttive
 - requisiti di rendimento energetico dei reattori per lampade fluorescenti
- **EN 12464-1**
 - particolare rilievo al contenimento dei consumi energetici e all'utilizzo della luce naturale
- **DIRETTIVA 2002/91/CE**
 - estensione della valutazione del rendimento energetico degli edifici anche all'illuminazione
- **DECRETI 20 LUGLIO 2004**
 - Allegato 1 - Tabella A - Tipologia di intervento 3

Specifiche per il settore dell'illuminazione
Categorie con riferimento all'illuminazione

Incidenza percentuale dell'illuminazione sul totale dei consumi elettrici negli edifici:

- **Uffici** 50%
- **Ospedali** 20%-30%
- **Industria** 15%
- **Scuole** 10%-15%

Fonte: Commissione Europea