

Parte III

Indicazioni operative

1 - LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Nella attuale legislazione italiana in materia di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro l'obbligo alla valutazione dei rischi dovuti alla qualità dell'aria, al microclima o all'illuminazione, discende dagli obblighi generali che il Titolo I del DLgs.626/94 pone in capo al datore di lavoro con la partecipazione, la consultazione e l'informazione di tutti i soggetti individuati dallo stesso provvedimento. In questo contesto la valutazione assume in particolare il significato della ricerca delle cause dei rischi per la salute, o anche solo di disagio nell'ambiente di lavoro, finalizzata al loro superamento.

Nel caso in cui siano emersi elementi di disagio o potenziali cause di danno alla salute, la valutazione si conclude pertanto con l'indicazione dei possibili interventi. Sotto la propria responsabilità penale, il datore di lavoro, assunte le risultanze della valutazione, indicherà nel programma degli interventi le azioni che intende mettere in campo per eliminare o contenere i rischi o i disagi emersi.

Nella maggior parte dei casi e per tutti e tre gli aspetti qui considerati (microclima, qualità dell'aria e illuminazione) la valutazione può basarsi inizialmente su di un approccio mediante semplici liste di controllo che permettano al valutatore di accertare l'assenza del pericolo senza aver dimenticato le più importanti fonti informative ed i controlli più elementari oppure di prendere atto che per decidere servono ulteriori approfondimenti tecnici che normalmente consistono in valutazioni strumentali.

Resta poi inteso che la valutazione di questi rischi è parte di un processo più complessivo che ha al centro la tutela della salute del lavoratore e che considera tutte le interazioni lavoratore-ambiente, tenendo presente che gli effetti risultanti talvolta possono essere potenziati rispetto a quelli prodotti dai singoli rischi.

Infine, prima di addentrarci nell'analisi delle singole tipologie di rischio più sopra richiamate, si vuole ribadire il concetto che anche le misurazioni, quando effettuate, devono essere finalizzate tanto alla quantificazione del problema quanto alla sua soluzione, ed in questo senso assume particolare rilevanza la scelta del personale competente che effettua la valutazione. Troppo spesso, infatti, i valutatori si limitano alla mera diagnosi o propongono soluzioni generiche; il disagio o i rischi che permangono divengono allora elemento di frizione con i lavoratori, causano errori operativi, danneggiano l'immagine dell'azienda ed espongono il datore di lavoro a possibili sanzioni per mancato rispetto dei precetti legislativi perché, come si ricorderà, la scelta del personale cui affidare la valutazione dei rischi è un obbligo che la legislazione assegna proprio al datore di lavoro.

1.1 MICROCLIMA

Nell'affrontare la valutazione del rischio microclimatico negli ambienti di lavoro è fondamentale innanzitutto distinguere tra gli ambienti nei quali esistono precise esigenze termoisometriche ai fini della produzione e quelli nei quali queste esigenze non esistono.

Premesso che nella generalità dei luoghi di lavoro l'attività metabolica M è di fatto così strettamente associata al compito lavorativo da non potersi considerare una variabile, definiamo moderati tutti i luoghi di lavoro nei quali non esistono specifiche esigenze produttive che vincolando uno o più degli altri principali parametri microclimatici (principalmente t_a , ma anche UR , v_a , t_{rm} e I_{cl}), impediscano il raggiungimento del confort.

Fermo restando il dovere prioritario di tutelare la salute e la sicurezza dei lavoratori, definiamo invece severi quegli ambienti termici che caratterizzano luoghi di lavoro nei quali le esigenze produttive (lavori a ridosso di forni, accesso a celle frigo o in ambienti legati al ciclo alimentare del freddo, ma anche camere bianche, sale operatorie ...), vincolando uno o più dei principali parametri microclimatici, impediscono il raggiungimento del confort pena lo scadimento della funzione produttiva o del servizio oggetto dell'attività.

Nella classe degli ambienti termici severi rientrano, data l'oggettiva impossibilità a controllarne puntualmente il microclima, tutti i lavori esercitati all'aperto (quali ad esempio quelli svolti da: contadini, muratori, taglialegna, ...).

Pare importante evidenziare che sulla base delle definizioni appena enunciate un ambiente debba essere considerato moderato indipendentemente dall'attività che vi svolge il personale in termini di impegno fisico e quindi di metabolismo energetico (M) nell'equazione di bilancio termico del corpo umano. In altre parole un ambiente termicamente moderato non è solo il locale ad uso ufficio, ma anche una officina meccanica, un laboratorio di maglieria, una carrozzeria, ecc...; in definitiva: la grande maggioranza dei luoghi di lavoro.

1.1.1 Ambienti moderati

Negli ambienti moderati la valutazione del rischio può esaurirsi con una valutazione preliminare, confrontandosi con i requisiti e gli standard di settore e recuperando le valutazioni soggettive degli occupanti i diversi ambienti.

La valutazione preliminare potrebbe utilizzare la seguente, semplicissima, lista di controllo:

<i>N.</i>	<i>QUESITO</i>	<i>Modalità di intervento (in caso di risposta negativa)</i>
1	Esistono in azienda locali nei quali non è garantito il controllo delle temperature secondo i requisiti o gli standard del tipo d'ambiente?	Installare sistemi di climatizzazione del tipo adatto agli ambienti
2	Il RLS ha segnalato (o ci sono addetti che lamentano) problemi connessi al microclima quali correnti d'aria fastidiose, ambienti troppo caldi o freddi, con alta o bassa umidità relativa (es.: aria troppo secca)?	Verificare l'attendibilità della segnalazione, identificarne le cause e intervenire

Nel caso di risposte tutte negative la valutazione potrebbe esaurirsi a questo livello (una sorta di "giustificazione" che non è necessaria una valutazione maggiormente dettagliata dei rischi) ma, qualora si rilevassero oggettivi elementi di disagio o

disturbo, l'indicazione operativa per il datore di lavoro è di valutarne la fondatezza e le motivazioni eventualmente ricorrendo a rilevazioni strumentali.

L'indicazione a verificare l'attendibilità delle segnalazioni discende dalla variabilità soggettiva con cui si apprezza il confort (o il discomfort) di una situazione microclimatica: come noto, anche nella migliore delle condizioni possibili si stima che un 5% di soggetti manifesti insoddisfazione.

L'indicazione a non avvalersi necessariamente di misurazioni discende dalla nutrita casistica di situazioni che possono essere risolte con la semplice osservazione attenta del contesto ambientale.

Le direttrici di intervento che consentono di superare i problemi di confort microclimatico sono estremamente differenziate, ma le più frequenti consistono nel:

- installare o potenziare gli impianti per la regolazione termoigrometrica;
- dotare i diversi ambienti di regolatori autonomi dei parametri termoigrometrici;
- aumentare l'umidità relativa invernale e ridurre quella estiva;
- ridurre le velocità dell'aria o direzionarne il flusso;
- schermare le sorgenti radianti.

Qualora la soluzione del problema non fosse immediatamente evidente è invece sempre opportuno provvedere a rilievi strumentali finalizzati a fornire indicazioni tecniche per le misure di bonifica adottabili.

In ambienti moderati con condizioni fortemente discoste da quelle ottimali, può accadere che i risultati dei rilievi strumentali valutati in riferimento alla UNI EN ISO 7730:1997 conducano a risultati al di fuori dell'ambito di applicazione degli indici (per il PMV, l'intervallo di validità è compreso tra -2 e +2). In questo caso occorrerà intervenire con sollecitudine con misure tecniche e/o organizzative per evitare che si determinino situazioni critiche, di pericolo per la salute dei lavoratori.

In definitiva, la chiave di lettura con cui andare all'interpretazione dei risultati delle misurazioni, nel caso di ambienti moderati-caldi può basarsi sulle seguenti tre aree di riferimento:

- area di "confort" con $PMV \leq +0,5$ (ovvero $PPD \leq 10\%$), nella quale eventuali lamenti dovrebbero risultare oltremodo improbabili, eventualmente associabili ai fattori locali di discomfort (situazione che merita uno specifico approfondimento) o risolvibili con minimi interventi tecnici;
- area di "discomfort" con $+0,5 < PMV \leq +2$ (ovvero $10\% < PPD \leq 77\%$), nella quale si osservano frequenti manifestazioni di disagio degli operatori che, se non occasionali, richiedono interventi correttivi, programmabili ma da prevedere;
- area di "allarme" con, in modo ricorrente e per più settimane, $PMV > +2$ (ovvero $PPD > 77\%$), che indica un ambiente nel quale importanti errori di progettazione, carenze costruttive, assenza di protezioni o problemi gestionali comportano l'esigenza di urgenti interventi tecnici. E' questa un'area nella quale possono anche manifestarsi rischi per la salute e determinarsi situazioni che richiedono interventi immediati, ad esempio sospendendo il proseguimento del lavoro.

In modo del tutto analogo, la chiave di lettura con cui andare all'interpretazione dei risultati delle misurazioni nel caso di ambienti moderati-freddi può basarsi sulle seguenti tre aree di riferimento:

- area di “confort” con $PMV \geq -0,5$ (ovvero $PPD \leq 10\%$), nella quale eventuali lamentele dovrebbero risultare oltremodo improbabili, eventualmente associabili ai fattori locali di disconfort (situazione che merita uno specifico approfondimento) o risolvibili con minimi interventi tecnici;
- area di “disconfort” con $-0,5 > PMV \geq -2$ (ovvero $10\% < PPD \leq 77\%$), nella quale si osservano frequenti manifestazioni di disagio degli operatori che, se non occasionali, richiedono interventi correttivi, programmabili ma da prevedere;
- area di “allarme” con, in modo ricorrente e per più settimane, $PMV < -2$ (ovvero $PPD > 77\%$), che indica un ambiente nel quale importanti errori di progettazione, carenze costruttive, assenza di protezioni o problemi gestionali comportano l’esigenza di urgenti interventi tecnici. E’ questa un’area nella quale possono anche manifestarsi rischi per la salute e determinarsi situazioni che richiedono interventi immediati, ad esempio sospendendo il proseguimento del lavoro.

Per quanto riguarda invece la valutazione delle situazioni di disconfort locale, al superamento dei valori di riferimento fissati dalla normativa va associata l’esigenza di intervenire per contenere il problema.

Per concludere è da osservare che il confronto con indicatori richiede comunque una dotazione strumentale la cui disponibilità, purtroppo, potrebbe non venire garantita da taluni datori di lavoro. Ecco allora che in questi casi la segnalazione di problemi alla salute (capogiri, crampi a causa del caldo; brividi prolungati, intorpidimento o dolore alle estremità a causa del freddo ...) in più persone oppure il manifestarsi di “eventi-sentinella” (svenimento, collasso ...) in condizioni di evidente criticità termoisometrica va interpretata, possibilmente con l’avvallo del medico competente, come situazione che sostiene il diritto del lavoratore all’abbandono del posto di lavoro (D.Lgs.626/94, art.4, comma 5, lettera h) e l’obbligo del datore di lavoro di astenersi dal richiedere di riprendere l’attività (D.Lgs.626/94, art.4, comma 5, lettera l) senza essersi prima accertato, con rilevazioni strumentali, che i parametri microclimatici quanto meno non comportino rischi immediati per la salute.

1.1.2 Ambienti severi

Negli ambienti severi la valutazione del rischio deve comunque essere eseguita sulla base di dati oggettivi, ottenuti con adeguati rilievi strumentali e mai affidandosi a semplici e generiche “sensazioni” del valutatore. Tali ambienti, alla pari di ogni luogo di lavoro con rischi per la salute, richiedono l’adozione e l’aggiornamento di tutte le misure (prioritariamente alla fonte e collettive, come previsto dall’art.3, D.Lgs.626/94 e sanzionato all’art.4, comma 5, lettera b) concretamente attuabili a protezione dei lavoratori.

In questi casi la valutazione del rischio, oltre che all’individuazione di eventuali ulteriori modalità di contenimento dei pericoli per la salute alla fonte, va finalizzata a definire i periodi di recupero, l’esigenza di zone di acclimatamento in avvicinamento od allontanamento dai luoghi termicamente severi, le regolazioni termoisometriche dei servizi igienico-assistenziali, le caratteristiche di protezione dei DPI, la puntualizzazione di procedure di tutela in condizioni estreme. E’ poi il

caso di ricordare che per i lavoratori che operano in luoghi termicamente severi è anche fondamentale fornire indicazioni sulle caratteristiche del vestiario da utilizzare, sull'alimentazione e sul corretto ricorso a bevande (quante, di che tipo...), compresa l'eventuale esigenza di ricorrere ad integratori salini e seguire il loro stato di salute con una sorveglianza sanitaria specifica.

La valutazione del rischio in condizioni severe deve quindi sempre prevedere rilievi strumentali per l'applicazione dei metodi di valutazione precedentemente presentati e, quindi, il confronto con gli indici di rischio proposti:

- per gli ambienti severi caldi le quantità SW_{max} , w_{max} , D_{max} e $t_{re,max}$ contenute nella procedura PHS, oppure il WBGT;
- per gli ambienti severi freddi l'IREQ ai fini della valutazione del raffreddamento globale del corpo umano ed il WCI- t_{ch} , per quello del raffreddamento localizzato di determinati distretti corporei.

Qualora l'attività svolta non abbia alcun effetto nella determinazione del microclima, come nel caso dei lavori svolti all'aperto da edili, agricoltori..., i dati termoigrometrici necessari per il calcolo degli indici di valutazione possono essere desunti dai dati meteorologici di zona, integrati con i dati specifici legati all'attività metabolica ed all'abbigliamento, assumendo $t_r = 75^\circ C$ ovvero $80^\circ C$ per attività agricole e edili rispettivamente (fase estiva). Il software PHS consente il calcolo degli indici.

In maniera oltremodo sintetica la chiave di lettura con cui andare all'interpretazione dei risultati delle misurazioni, nel caso di ambienti severi caldi prevede due aree di riferimento (indipendentemente che si tratti di soggetti acclimatati o non, anche se ovviamente con valori diversi):

- area di "accettabilità", quando il WBGT è inferiore al rispettivo TLV o quando $D_{lim} >$ 'tempo di esposizione' e, qualora siano state adottate tutte le misure preventive e protettive del caso, indica che la condizione espositiva può proseguire senza particolari rischi immediati;
- area di "pericolo", quando il WBGT supera il rispettivo TLV o quando $D_{lim} <$ 'tempo di esposizione' e richiede interventi immediati (per limitare l'esposizione entro i tempi indicati dal calcolo) e anche interventi di altra natura (misure tecniche, sui DPI ...) per ricondurre le condizioni espositive all'area della "tollerabilità".

Anche nel caso di ambienti severi freddi, i comportamenti da adottare sono riconducibili a due aree:

- area di "accettabilità", quando $IREQ_{neutral} > I_{cl} > IREQ_{min}$ e, qualora siano state adottate tutte le misure preventive e protettive del caso, indica che la condizione espositiva può proseguire senza particolari rischi immediati. In questa situazione eventuali problemi sono probabilmente associabili a criticità di singoli parametri termoigrometrici (es.: velocità dell'aria elevate), situazione che merita specifici approfondimenti;

- area di “pericolo”, quando $I_{cl} < IREQ_{min}$ oppure se $I_{cl} > IREQ_{neutral}$ (con, rispettivamente, vestiario insufficiente o eccessivo) e richiede interventi immediati (per limitare l’esposizione entro i tempi indicati dal calcolo) e anche interventi di altra natura (in particolare sul vestiario) per ricondurre le condizioni espositive all’area della “tollerabilità”.

Infine, anche per gli ambienti severi è da osservare che il confronto con gli indicatori previsti dalle norme richiede una valutazione strumentale che, purtroppo, potrebbe non venire garantita da taluni datori di lavoro. Ecco allora che, a parere di chi scrive, l’assenza di una valutazione strumentale, particolarmente se contestuale alla segnalazione di specifici disagi sul lavoro (vestiario insufficiente, sudorazione in ambienti freddi...) o di problemi alla salute (capogiri, crampi a causa del caldo; brividi prolungati, intorpidimento o dolore alle estremità a causa del freddo ...) in più persone oppure al manifestarsi di “eventi-sentinella” (svenimento, collasso ...), va interpretata, possibilmente con l’avvallo del medico competente, come situazione che sostiene il diritto del lavoratore all’abbandono del posto di lavoro (DLgs.626/94, art.4, comma 5, lettera h) e l’obbligo del datore di lavoro di astenersi dal richiedere di riprendere l’attività (DLgs.626/94, art.4, comma 5, lettera l) senza essersi prima accertato, con rilevazioni strumentali, che i parametri microclimatici non comportano rischi immediati per la salute.

1.2 QUALITÀ DELL’ARIA

Richiamato che il controllo delle emissioni inquinanti va garantito prioritariamente con le aspirazioni localizzate e che in questo contesto si dà per scontato di confrontarsi con ambienti in cui tali aspirazioni sono già in essere ed efficienti ovvero non sono necessarie, l’attuale assetto legislativo e normativo italiano specificamente riferibile alla salubrità dell’aria così intesa si basa essenzialmente sul DLgs.626/94 (art.32) e sul DPR 303/56 (artt.7 e 9) per quanto riguarda la tutela della salute dei lavoratori.

Di carattere progettuale sono le indicazioni dei Regolamenti Edilizi (ove presenti) e delle norme UNI 10339:1995 e UNI 8852:1987.

Sono poi presenti diversi testi legislativi, tutti richiamati nella ricognizione dei requisiti e degli standard per tipologia edilizia, che puntualizzano prestazioni in locali destinati ad alcune tipologie edilizie.

Dal quadro legislativo di base (DLgs.626/94 e DPR 303/56), nel quale sono assenti requisiti numerici sull’aerazione dei luoghi di lavoro, emergono comunque indicazioni vincolanti, la cui portata non va assolutamente sottovalutata e che anzi costituiscono la base per quella valutazione preliminare che ci può testimoniare l’assenza o la presenza del rischio.

In particolare le indicazioni fondamentali riguardano:

- la presenza, ovunque possibile, di una adeguata aerazione naturale;
- il ricorso, in caso di carenza di aerazione naturale, agli impianti di ventilazione forzata;
- le tutele per gli operatori (impianti sempre funzionanti, portate adeguate, velocità dell’aria non eccessive ...) nel caso di ricorso ad impianti di

- ventilazione forzata;
- gli ulteriori requisiti degli impianti di ventilazione forzata (allarmi, pulizia ...).

Anche dai regolamenti edilizi, dalla legislazione specifica e dalla normativa, possono essere desunti criteri qualitativi (es.: divieto di ricircolo, collocazione delle prese d'aria esterne lontano da possibili fonti inquinanti...) o quantitativi (ricambi d'aria continui e discontinui e/o rapporti aeranti) utilizzabili nella valutazione preliminare.

Infine, su di un tema che presenta molteplici problemi che si intersecano e si sovrappongono, si suggerisce sempre di verificare e tenere in primaria considerazione la valutazione soggettiva degli occupanti i diversi ambienti.

In molti contesti, a fianco dell'aerazione e dell'illuminazione naturale si trova sviluppato il tema della "visione degli elementi di paesaggio", inteso come un fattore di qualità che concorre al benessere dell'uomo.

In questa pubblicazione si è invece deciso di non approfondire questo argomento anche se, in generale, la collocazione delle finestrate solo in altezza o a soffitto (spesso motivata con esigenze di sicurezza antintrusione o di disporre di appoggi per scaffalature; esigenze, entrambe, che possono trovare altre soluzioni) deve essere concettualmente osteggiata proprio perché pregiudica particolarmente la corretta aerazione naturale dei luoghi di lavoro.

Ecco allora che la valutazione preliminare potrebbe utilizzare una lista di controllo quale quella proposta a seguito.

In prima approssimazione, una lista di controllo quale quella appena esposta nel caso di risposte tutte negative permette di escludere l'esistenza di rischi per la salute o di disagi.

Qualora invece si rilevassero elementi evidenziati disagi o disturbi o danni, è possibile ricorrere a tecniche di misurazione per diagnosi più sofisticate (vedi Capitolo 2 a seguito). In molti casi, tuttavia, è relativamente semplice e più conveniente correlare i problemi rilevati con le misure di bonifica disponibili.

Normalmente, le direttrici di intervento che consentono di superare i problemi di purezza dell'aria, riguardano:

- l'installazione di impianti di aspirazione localizzati su sorgenti ad emissione incontrollata;
- la disponibilità (finestre apribili) o l'incremento della aerazione naturale, con attenzione alla dislocazione delle stesse su più pareti;
- la corretta collocazione delle prese di aria esterna;
- l'installazione o il potenziamento di impianti di ventilazione meccanica sino al rispetto dei requisiti o degli standard previsti per la specifica destinazione d'uso;
- l'eliminazione del ricircolo o la riduzione dello stesso;

- il ripristino delle portate progettuali mediante manutenzione straordinaria e programmata;
- la pulizia periodica e programmata degli impianti (particolarmente di umidificatori, filtri, condotte d'aria);
- l'introduzione e la verifica del rispetto del divieto di fumo.

Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati sono fornite dall'Atto di intesa del 27/09/01 tra Ministero della salute e Regioni e Province autonome, pubblicato in GU 27/11/01, S.O. n°276.

<i>N.</i>	<i>QUESITO</i>	<i>Modalità di intervento (in caso di risposta negativa)</i>
1	Esistono sorgenti localizzate di inquinanti non controllate con impianti di aspirazione localizzati?	Installare le aspirazioni localizzate o isolare le sorgenti
2	Tutti gli ambienti utilizzati come luogo di lavoro sono dotati di finestre apribili in quantità sufficiente e ben collocate (vedi Regolamento Edilizio o paragrafo 3.2 della Parte I)?	Ampliare le finestre, aprirne su pareti diverse, ricorrere alla ventilazione meccanica
3	Gli ambienti con carenze aerazione naturale sono assistiti da un impianto di ventilazione che rispetta i requisiti/standard tecnici di rinnovo dell'aria, funziona continuamente tutto l'anno e dispone di un segnale d'allarme in caso di rottura?	Installare l'impianto di ventilazione, verificarne la completezza e l'efficienza
4	Si è certi della quantità di aria di rinnovo immessa nei diversi ambienti di lavoro?	Controllare la portata sulla bocca di presa di aria esterna e sulle singole immissioni escludendo il ricircolo
5	Gli impianti di riscaldamento/condizionamento/ventilazione sono regolarmente oggetto di manutenzione (in particolare: pulizia dei filtri, dei gruppi di umidificazione e delle condotte d'aria)?	Verificare la portata; fare una manutenzione straordinaria; attivare una procedura per la manutenzione programmata
6	E' stato introdotto il divieto di fumo in tutti i locali dell'azienda?	Introdurre il divieto e sorvegliarne il rispetto
7	Ci sono addetti che lamentano presenza di aria stagnante o odori sgradevoli?	Verificarne le cause e bonificare

1.3 ILLUMINAZIONE

Relativamente all'illuminazione naturale, artificiale e di sicurezza, l'attuale assetto legislativo e normativo italiano per quanto riguarda la tutela della salute dei lavoratori si basa essenzialmente sul DPR 303/56 (artt.7 e 10), sul DPR 547/55 (artt.11, 13, 28, 29, 31 e 32), sul DM 10/03/98 (Allegato III.3.13). Ulteriori indicazioni per gli ambienti destinati ad utilizzare VDT sono fornite dal Titolo VI° e dall'Allegato VII° del DLgs.626/94 e dal DM 02/10/00.

Di carattere progettuale sono le indicazioni dei Regolamenti Edilizi (ove presenti), delle norme UNI 12464-1:2004, UNI 10840:2000 e, per quanto riguarda i VDT, dalla UNI EN ISO 9241-6:2001 nonché dalla UNI EN 1838:2000. Ovviamente questi testi sono richiamati nella ricognizione dei requisiti e degli standard di tipologia edilizia riportati nella Parte II.

Dal quadro legislativo di riferimento emergono una serie di indicazioni vincolanti, il cui rispetto costituisce la base della valutazione preliminare che ci può testimoniare l'assenza o la presenza del rischio.

Le indicazioni fondamentali riguardano:

- la presenza, ovunque possibile, di una adeguata illuminazione naturale;
- il ricorso agli impianti di illuminazione artificiale per salvaguardare la sicurezza, la salute e il benessere dei lavoratori, quando l'illuminazione naturale non è sufficiente;
- il ricorso ad illuminazioni particolari in aree ove sono presenti particolari rischi di infortunio o che necessitino di speciali sorveglianze;
- la presenza di un'illuminazione di sicurezza che si attivi a seguito di guasti dell'illuminazione artificiale e indichi le vie di uscita fino al luogo sicuro;
- gli ulteriori requisiti delle realizzazioni (sicurezza antisfondamento delle superfici illuminanti, visibilità delle stesse, pulizia, sicurezza dei sistemi d'accesso per la pulizia e la manutenzione, ...).

In molti contesti, a fianco dell'aerazione e dell'illuminazione naturale si trova sviluppato il tema della "visione degli elementi di paesaggio", inteso come un fattore di qualità che concorre al benessere dell'uomo.

In questa pubblicazione si è invece deciso di non entrare nell'argomento anche se, in generale, la collocazione delle finestrate solo in altezza o a soffitto (spesso motivata con esigenze di sicurezza antintrusione o di disporre di appoggi per scaffalature;) deve essere concettualmente osteggiata perché pregiudica in generale la salubrità e l'accettazione dell'ambiente di lavoro a fronte di esigenze che possono trovare altre soluzioni tecniche.

Anche dai regolamenti edilizi possono essere desunti criteri quantitativi (i valori del fattore di luce diurna e/o i cosiddetti rapporti illuminanti) di primo orientamento per la valutazione preliminare.

Inoltre, anche su questo tema si suggerisce sempre di verificare, e tenere in primaria considerazione, la valutazione soggettiva degli occupanti i diversi ambienti.

Ecco allora che la valutazione preliminare potrebbe utilizzare una lista di controllo quale quella proposta a seguito:

N.	<i>QUESITO</i>	<i>Modalità di intervento (in caso di risposta negativa)</i>
1	Tutti gli ambienti utilizzati come luogo di lavoro sono dotati di illuminazione naturale nella quantità richiesta dal Regolamento Edilizio o, in sua assenza, fornita da un RI maggiore di 1/8 della superficie del pavimento?	Misurare il RI o il FLD _m ; ampliare le finestre, modificare la destinazione d'uso del locale
2	Ci sono addetti che si lamentano della poca o troppa luce naturale oppure della poca o troppa luce artificiale?	Verificarne le cause e bonificare
3	Ci sono addetti che lamentano una scarsa qualità dell'ambiente luminoso (abbagliamenti, riflessi, cattiva percezione dei colori, fatica visiva...)?	Verificarne le cause anche con specifiche misurazioni, sentire il medico competente, bonificare
4	Gli impianti di illuminazione e le finestre sono regolarmente oggetto di manutenzione (in particolare: sostituzione delle lampade, pulizia di vetri, lampade e corpi illuminanti)?	Effettuare una manutenzione straordinaria ed attivare una procedura per la manutenzione programmata
5	Tutti i centri di pericolo hanno una illuminazione sussidiaria sufficiente?	Installare l'illuminazione sussidiaria
6	E' presente e funzionante un impianto per l'illuminazione di sicurezza delle vie di fuga sino ai punti sicuri?	Installare e verificare almeno 2 volte l'anno

In prima approssimazione, una lista di controllo quale quella appena esposta nel caso di risposte tutte negative permette di escludere l'esistenza di rischi per la salute o di disagi.

Qualora invece si rilevassero disagi, disturbi, pericoli o danni, è possibile ricorrere a tecniche di misurazione (vedi Capitolo 2 a seguito) per diagnosi e indicazioni di bonifica più puntuali confrontandosi con i requisiti indicati nel Regolamento Edilizio o con gli standard evidenziati nella Parte II per quanto riguarda l'illuminazione naturale e con i valori della UNI 12464-1:2004 per l'illuminazione artificiale.

Il ricorso a tali misurazioni è particolarmente utile laddove i compiti visivi si rivelano impegnativi, ma anche la presenza di ambienti con posti di lavoro privi o carenti di luce naturale deve indurre ad effettuare misurazioni di controllo.

I principali parametri indagabili sono il FLD_m (fattore medio di luce diurno) e il livello d'illuminamento in lux (per la quantità e l'uniformità di illuminamento). Sono poi disponibili indicazioni normative sui valori e sui rapporti di luminanza che provocano abbagliamenti tanto nel lavoro in generale (la luminanza degli intorni immediati del compito visivo deve essere inferiore a quella del compito ma non minore di 1/3 di questa) quanto per quello al VDT (i limiti di luminanza degli apparecchi che possono riflettersi sullo schermo variano da 1000 a 200 cd/m^2 a seconda della classe dei VDT - valori indicati dalla UNI EN ISO 9241-6:2001 e ripresi dal prospetto 4 della UNI 12462-1:2004). Ad altre indicazioni sulla qualità dell'ambiente visivo artificiale si può risalire con informazioni fornite dai costruttori delle sorgenti luminose e dai progettisti degli impianti di illuminazione (indice di resa cromatica, colore della luce, indice di abbagliamento, ...).

Circa gli interventi di miglioramento adottabili per superare i problemi evidenziati dalla valutazione del rischio, tra i più frequenti si richiamano:

- **Illuminazione naturale**
 - modificare la destinazione d'uso dell'ambiente
 - liberare le finestre occluse o schermate con materiali vari
 - aumentare le superfici che trasmettono illuminazione naturale
 - sostituire i materiali che trasmettono la luce con altri a miglior fattore di trasmissione luminosa
 - orientare le superfici illuminanti a nord
 - realizzare pozzi o camini di luce
 - mettere a disposizione sistemi regolabili di schermatura della luce naturale (veneziane, tende...)
 - pulire regolarmente le superfici illuminanti
- **Illuminazione artificiale**
 - usare corpi illuminanti schermati per ridurre l'abbagliamento
 - usare lampade con miglior indice di resa cromatica
 - aumentare la potenza luminosa impegnata e bilanciarla (ricalcolare l'impianto)
 - sostituire le lampade ed i corpi illuminanti secondo le indicazioni dei costruttori
 - pulire regolarmente le lampade, i corpi illuminanti e le pareti
- **Illuminazione di sicurezza**
 - verificarne periodicamente la funzionalità

Relativamente agli ambienti in cui si utilizzano VDT come elemento di valutazione in sede di progetto si consiglia di riferirsi alla UNI 12464-1:2004 mentre, per le indicazioni di bonifica sono le norme della serie UNI EN ISO 9241 e particolarmente alla UNI EN ISO 9241-6:2001 a fornire indicazioni più precise.

Infine si rammenta che il controllo dei rischi di natura visiva possono essere oggetto di misure tecniche sull'attività (es.: automazione dei controlli), di misure organizzative (rotazioni, pause ...), di controlli sanitari della funzionalità visiva (come generalmente previsto per gli addetti ai VDT) e di informazione e formazione agli addetti.

2 - STRUMENTAZIONE E MODALITÀ DI MISURA

2.1 MICROCLIMA

I parametri ambientali che è necessario misurare ai fini di una corretta valutazione degli indici microclimatici, sia in ambienti moderati che in ambienti severi, sono:

- Temperatura dell'aria;
- Umidità relativa dell'aria;
- Velocità dell'aria;
- Temperatura media radiante;
- Temperatura di bulbo bagnato a ventilazione naturale (solo ambienti severi caldi);
- Temperatura del pavimento;
- Temperatura piana radiante.

Tanto i principi fisici di funzionamento quanto le specifiche tecniche degli strumenti adeguati ad una corretta misura di queste quantità sono discussi estensivamente nella norma tecnica UNI EN ISO 7726:2002 che in particolare dedica una appendice a ciascuna delle prime quattro quantità.

2.1.1 Tempi di misura

La durata di una misura viene determinata dalla necessità di garantire che le risposte di tutti i sensori siano prossime a quelle corrette entro le incertezze ammesse come specificato dalla norma tecnica UNI EN ISO 7726:2002. Essa risulta dunque stabilita dal più "lento" dei sensori.

Per quanto riguarda le misure eseguite nell'ottica della determinazione degli indici sintetici (PMV, PHS, IREQ) è la misura della umidità relativa a porre il requisito più stringente, almeno nel caso si utilizzi uno psicrometro. Il sensore a bulbo bagnato impiega infatti un certo tempo per andare a regime, ed è stato sperimentalmente verificato che l'accuratezza diviene accettabile soltanto dopo circa 2 minuti dall'inizio della misura. E' necessario pertanto che i dati riferiti a questo periodo iniziale siano eliminati dal campione in fase di analisi dei risultati. Considerando inoltre che:

- il numero di campioni non può essere inferiore ad una decina per poter svolgere gli opportuni calcoli statistici;
- la tipica rata di acquisizione è di un campionamento ogni 15 – 20 secondi, si consigliano tempi di misura dell'ordine dei 5 – 6 minuti per postazione.

Per quanto riguarda le misure eseguite per la quantificazione dei fattori di discomfort locale, i tempi di misura sono dettati di volta in volta dalla specifica strumentazione utilizzata.

La valutazione del discomfort da correnti d'aria richiede che vengano misurate simultaneamente la temperatura dell'aria, la velocità dell'aria e la turbolenza del flusso. Il requisito più stringente è posto dal termometro. Si raccomanda una durata della misura di almeno 3 minuti con scarto dei primi 30 secondi.

Per i fattori “Gradiente termico verticale”, “Temperatura del pavimento”, “Asimmetria della temperatura radiante”, i sensori rilevanti sono rispettivamente il “termometro”, il “termometro per misure di superficie” e il “radiometro netto”.

Tutti e tre questi sensori sono relativamente veloci, e le misure possono ritenersi affidabili già dopo 20 – 30 secondi.

2.1.2 Intervalli temporali fra misure successive

La distanza temporale fra due misure successive dipende fondamentalmente dalla velocità con cui le sonde tendono a mettersi in equilibrio con le condizioni ambientali. Tale velocità viene quantificata attraverso il tempo scala che caratterizza l'avvicinamento esponenziale al valore limite asintotico di equilibrio (ossia il valore corretto).

Per quanto riguarda le misure eseguite nell'ottica della determinazione degli indici sintetici (PMV, PHS, IREQ) è la misura della temperatura di globotermometro a porre il requisito più stringente.

Il globotermometro è uno strumento caratterizzato da una notevole inerzia termica, ed è dunque inevitabile che il suo tempo di risposta sia lungo (parecchi minuti). Per una misura di buona precisione si richiede pertanto che essa venga eseguita dopo almeno 15 minuti dal posizionamento del globotermometro nel luogo deputato alla misura stessa. In ogni caso non conviene scendere sotto i 10 minuti onde evitare di trasportare nella misura relativa ad una ambiente informazioni raccolte dal globotermometro nell'ambiente precedente e, per così dire, trattenute in memoria. Soltanto se il campo di radiazione prevedibile nell'ambiente è prossimo a quello dell'ambiente oggetto della precedente misura, è possibile ridurre i tempi di attesa per l'esecuzione di una nuova misura a 6 – 8 minuti.

Per quanto riguarda le misure eseguite per la quantificazione dei fattori di discomfort locale, nessuno dei sensori utilizzati possiede una apprezzabile inerzia termica. I pochi minuti necessari allo spostamento ed al nuovo posizionamento della strumentazione sono sicuramente sufficienti a garantire che la misura sia del tutto indipendente da quella eseguita in precedenza.

2.1.3 Postazioni di misura

In relazione alle condizioni climatiche, gli ambienti di lavoro possono essere distinti in “omogenei” e “eterogenei” a seconda che i principali parametri microclimatici siano o meno uniformi in prossimità del soggetto. La **Tabella 2.1** indica le posizioni nelle quali effettuare le misure descritte in questa sezione ed i coefficienti di peso (P_i) da usare nei calcoli dei valori medi di queste grandezze, secondo il tipo di ambiente considerato e la classe delle specifiche di misura (C ovvero confort cioè in ambienti termici moderati – S ovvero stress cioè in ambienti termici severi).

Tabella 2.1: Posizione dei sensori per le misure delle grandezze fisiche ambientali

Posizione dei sensori	Coefficiente di peso P_i				Altezze raccomandate per la misurazione	
	Ambiente omogeneo		Ambiente eterogeneo		Soggetto seduto	Soggetto in piedi
	Classe C	Classe S	Classe C	Classe S		
Livello testa			1	1	1,1 m.	1,7 m.
Livello addome	1	1	1	2	0,6 m.	1,1 m.
Livello caviglia			1	1	0,1 m.	0,1 m.

La Tabella 2.1 mostra che nel caso eterogeneo sarà necessario effettuare misure in più punti e a quote diverse.

Definita x la quantità in esame, e P_i il coefficiente di peso (specificato nella Tabella 2.1), per calcolare il valore medio relativo a tale quantità si applica la seguente formula:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i \times P_i}{\sum P_i} \quad (2.1)$$

Questa procedura è applicabile a tutte le quantità elencate all'inizio di questa sezione 2.1, fatta eccezione per la temperatura del pavimento (per ovvi motivi geometrici).

Infine è buona regola eseguire sempre le misure in prossimità delle postazioni realmente occupate dai soggetti esposti, comunque ad almeno 0,6 m dalle pareti.

2.2 AERAZIONE E VENTILAZIONE

Le tecniche comunemente impiegate per valutare l'efficacia dell'aerazione e della ventilazione di un ambiente possono essere ulteriormente suddivise in:

- 1) misure delle portate locali dell'impianto di ventilazione forzata;
- 2) misure con gas traccianti;

2.2.1 Misure delle portate locali dell'impianto di ventilazione forzata

Di norma i rilievi effettuati in fase di collaudo di un nuovo impianto di ventilazione si limitano a verificare che la portata generale dell'impianto corrisponda a quella di progetto, ma questo modo di procedere è insufficiente a verificare il corretto ricambio d'aria nei diversi posti di lavoro. Il solo fatto che un ventilatore garantisca una certa portata non assicura infatti che il ricambio d'aria nell'edificio o nell'ambiente servito dall'impianto sia uniformemente distribuito; può capitare invece che, per effetto di una cattiva distribuzione dell'aria, si abbiano ricambi/ora superiori a quelli previsti in certi punti e ventilazione quasi nulla in altri.

Per valutare l'efficacia della distribuzione locale dell'impianto di ventilazione si ricorre invece a misure di portata eseguite nei singoli ambienti.

Dopo aver correttamente dimensionato l'impianto (vale a dire determinato le portate d'aria da immettere e da estrarre in ciascun ambiente e, conseguentemente, la portata complessiva dell'impianto) in fase di avvio occorre procedere al cosiddetto "bilanciamento", operazione attraverso la quale si verifica che la distribuzione delle portate d'aria nella rete e nei terminali sia il più possibile vicina ai valori di progetto. Per risalire alle portate si effettuano misure di velocità dell'aria in corrispondenza delle prese d'aria esterna, nei punti di espulsione dell'aria esausta, in corrispondenza dei diffusori d'immissione nei singoli locali, ma più normalmente all'interno di condotti.

Le misure della velocità dell'aria si effettuano normalmente con:

- a) *il tubo di Pitot*
- b) *l'anemometro a ventolina,*
- c) *l'anemometro a filo caldo.*

a) *Il tubo di Pitot* misura la pressione totale e la pressione statica, dalla cui differenza si calcola la pressione dinamica che, come noto, è funzione del quadrato della velocità del fluido. Il tubo di Pitot è disponibile in diverse dimensioni e costruzioni ed è globalmente lo strumento più robusto ed affidabile per le misure di pressione e portata all'interno di condotti.

b) *L'anemometro a ventolina,* per la cui descrizione si rimanda al precedente punto 2.1.3, è uno strumento in grado di effettuare buone misure di velocità dell'aria se questa non è troppo bassa. Inoltre, essendo fortemente direzionale, è bene sia utilizzato avendo cura di disporlo sempre con l'asse di rotazione della ventola parallelo alla direzione prevalente del flusso.

c) *L'anemometro a filo caldo,* per la cui descrizione si rimanda al precedente punto 2.1.3, è uno strumento in grado di effettuare misure affidabili di velocità dell'aria anche quando questa quantità è molto piccola (dell'ordine di 0,05 m/s). Tuttavia, essendo chiaramente anisotropo, è bene sia utilizzato avendo cura di disporlo sempre con il filo perpendicolare alla direzione prevalente del flusso.

2.2.2 Misure con gas traccianti

La misura della ventilazione all'interno di un ambiente può essere effettuata anche ricorrendo all'uso dei gas traccianti.

La dotazione sperimentale richiesta per lo svolgimento delle misurazioni consiste essenzialmente in una bombola contenente un gas idoneo ad essere utilizzato come tracciante, un sistema di diffusione del gas, eventualmente correlato ad un indicatore di portata, ed un analizzatore della concentrazione del gas.

Per le misure dell'efficienza della ventilazione con gas traccianti sono principalmente adottati i seguenti protocolli:

- a) *metodo del decadimento della concentrazione;*
- b) *metodo della concentrazione costante.*

a) Metodo del decadimento della concentrazione

È il metodo principale per la misura del numero di ricambi d'aria.

Una piccola quantità di gas tracciante viene diffusa nell'ambiente dopo aver provveduto a fermare l'impianto di ventilazione meccanica, se esistente.

Attraverso uno o più ventilatori si provvede a miscelare il gas in modo da ottenere una concentrazione uniforme in tutto il locale.

La sorgente di gas tracciante viene rimossa e, dopo aver avviato l'impianto di ventilazione meccanica, inizia la misura del decadimento della concentrazione del gas tracciante nel tempo.

Se il parametro che si vuole misurare è il numero di ricambi orari nel locale in esame, si dovrà provvedere a mantenere una costante miscelazione durante tutto il periodo di misura, mantenendo in funzione i ventilatori; se, invece, si vorrà misurare l'età locale dell'aria localizzata (ad esempio: in un preciso luogo di lavoro) i ventilatori verranno spenti in modo da consentire l'instaurarsi dei moti caratteristici dell'ambiente.

Rappresentando in un diagramma il logaritmo naturale della concentrazione del gas tracciante in funzione del tempo, si ottiene una linea retta la cui pendenza rappresenta il numero di ricambi d'aria dell'ambiente:

$$n = \frac{\ln\left(\frac{C_0}{C_t}\right)}{t} \quad (2.2)$$

dove:

- n = ricambi orari
- C₀ = concentrazione all'inizio della misura
- C_t = concentrazione alla fine della misura dopo un tempo t
- t = periodo di misura totale espresso in ore

Ovviamente la misura C₀ andrà effettuata quando sono ristabilite le condizioni di normale funzionamento dell'impianto dopo il suo avvio, escludendo quindi il tempo necessario per vincere le inerzie dell'impianto stesso.

b) Metodo della concentrazione costante

Questo metodo può essere usato per ottenere un preciso tasso medio del ricambio dell'aria in un lungo periodo, in situazioni dove i flussi non sono costanti (per esempio in edifici occupati), ma può essere usato anche per documentare dettagliatamente queste variazioni.

È anche particolarmente adatto per la determinazione continua di infiltrazioni di aria esterna.

Il gas tracciante è immesso in un punto specifico dell'ambiente, per tutta la durata della misura e l'aria dell'ambiente viene continuamente rimescolata per evitare sacche di ristagno.

La concentrazione dell'inquinante in ambiente viene rilevata in continuo affinché variando in continuo la quantità del tracciante immessa nell'ambiente la concentrazione stessa sia mantenuta costante.

In queste condizioni l'equazione di continuità risulta essere la seguente:

$$n(t) = \frac{F(t)}{V \times C} \quad (2.3)$$

ove:

F(t) è la quantità del gas tracciante immessa nell'ambiente nell'unità di tempo (es.: mg / h)

V è il volume del locale in esame (m³)

C è la concentrazione di gas tracciante (es.: mg / m³).

In definitiva, i ricambi d'aria dell'ambiente sono direttamente proporzionali ai quantitativi di gas tracciante immessi per mantenere costante la concentrazione.

2.3 ILLUMINAZIONE

Molteplici sono i parametri illuminotecnici che possono essere determinati quantitativamente con apposite apparecchiature, ma per chi si occupa di progetti di insediamenti produttivi e di igiene del lavoro i principali parametri sono il FLD (fattore di luce diurno, ricostruibile da misurazioni di livelli di illuminamento) per valutare la congruità dell'illuminazione naturale ed il livello d'illuminamento e la luminanza (intesa anche come rapporti di luminanza) per valutare la quantità e la qualità dell'illuminazione di un ambiente.

2.3.1 Principali strumenti

Gli strumenti per la misurazione dei principali parametri fotometrici sono:

a) Luxmetro

Permette la misurazione del valore degli illuminamenti dovuto sia a luce naturale che luce artificiale.

È costituito da una fotocellula accoppiata ad un galvanometro.

La parte sensibile di un luxmetro, che riceve il flusso luminoso, è realizzato mediante un sensore al silicio al quale viene anteposto un filtro ottico per la correzione della risposta spettrale (il filtro ottico non è altro che un vetrino piano su cui sono stati depositi dei sottilissimi strati di ossidi metallici i quali determinano un comportamento globale del filtro variabile al variare della lunghezza d'onda incidente sulla base della curva di visibilità relativa dell'occhio umano e della sensibilità del dispositivo fotorilevatore impiegato).

L'inclinazione dei fasci di luce che raggiungono la fotocellula può causare errori di misura non trascurabili. Per ovviare a questo problema sul piano della fotocellula deve essere presente un correttore del coseno (che consiste nel posizionare delle semisfere o altri elementi opalini che hanno la funzione di diffondere i raggi luminosi incidenti distribuendoli in maniera omogenea sulla superficie della fotocellula).

La radiazione luminosa che raggiunge la fotocellula viene trasformata in energia elettrica permettendone la misurazione poiché lo strumento è tarato in modo da indicare direttamente valori in lux.

Gli strumenti usati devono rispondere a quanto prescritto dalla UNI 11142:2004.

b) Luminanzometro

In un dato posto di lavoro non vi è corrispondenza tra la quantità di luce rilevata mediante luxmetro e la quantità di luce che effettivamente penetra negli occhi dell'operatore addetto a quella postazione. Accanto alle rilevazioni col luxmetro si rivelano così importanti le rilevazioni fotometriche eseguite mediante luminanzometro, uno strumento che ricorda una telecamera e che permette la misurazione della luminanza di una superficie.

La luce emessa dalla sorgente passa attraverso un obiettivo, una certa quantità di essa è deflessa da uno specchio in direzione di un prisma che trasmette l'immagine su di un disco in vetro. La superficie del disco è trattata in modo da permettere il passaggio di una parte della luce, che solo dopo aver attraversato un sistema di filtri raggiunge una fotocellula tramite la quale si effettuerà la misurazione in cd/m^2 .

Anche la risposta spettrale del misuratore di luminanza deve essere corretta secondo la curva spettrale di visibilità.

Anche in questo caso gli strumenti usati devono rispondere a quanto prescritto dalla UNI 11142:2004.

Altri strumenti (misuratori di flusso, colorimetri, spettroradiometri, goniofotometri...) trovano applicazioni più specifiche e non sono qui ripresi.

2.3.2 Modalità di misura dei principali parametri

Come già anticipato, i principali parametri oggetto di misurazione nel campo dell'igiene del lavoro sono il fattore di luce diurna, il livello di illuminamento e la sua uniformità, la luminanza delle sorgenti.

a) Fattore di luce diurna e Fattore medio di luce diurna

Il calcolo dell'illuminamento naturale all'interno di locali risulta poco agevole e talvolta poco significativo.

Per tali ragioni, ma esclusivamente qualora sussistano le condizioni di cielo coperto, è usuale valutare l'illuminamento naturale interno attraverso l'utilizzo di una grandezza derivata, il fattore di luce diurna (FLD), espressa come il rapporto fra il valore istantaneo di illuminamento che si ha nel punto in esame e quello che si genera in un punto di una superficie orizzontale liberamente esposta alla volta celeste nel medesimo istante.

Il ricorso ad un tale descrittore consente di rappresentare con un parametro statico un fenomeno dinamico, riducendo per di più il calcolo alla valutazione di fattori puramente geometrici.

Come già anticipato, la valutazione mediante il FLD non è invece attuabile nel caso di cielo sereno in quanto non può essere trascurata la variazione introdotta dal moto apparente del sole. In tale situazione è necessario fare delle valutazioni di tipo dinamico, ad intervalli di tempo regolari e possibilmente nei diversi mesi dell'anno. Inoltre nel caso di cielo sereno, oltre al contributo generato dal cielo stesso è necessario considerare l'effetto del sole che, entrando nei locali, può generare problemi di abbagliamento. Si ritiene però che analisi così complesse risultino giustificate solo in condizioni particolari, come

laboratori o ambienti espositivi, mentre nella maggior parte dei casi, visto che lo scopo è quello di valutare le condizioni che si realizzano all'interno dei locali nelle condizioni più sfavorevoli (che mediamente si verificano d'inverno, con cielo nuvoloso) sia sufficiente lo studio attraverso la modellizzazione di cielo coperto.

Per una prova in opera per la misurazione del FLD o meglio, del fattore medio di luce diurna (FLD_m), è preferibile che le misure di illuminamento esterno E_e ed interno E_i siano effettuate con l'uso contemporaneo di due luxmetri, dei quali sia stata precedentemente verificata la congruenza. In alternativa è possibile eseguire le misure esterne ed interne di ciascun punto in successione, purché rapida, soprattutto se le condizioni di illuminazione esterna sono mutevoli.

La misura di illuminamento esterno E_e va eseguita su un piano orizzontale. Il piano, oltre a essere in grado di vedere l'intera volta celeste (in genere si considera come piano orizzontale quello della copertura dell'organismo edilizio), non deve essere sottoposto all'irraggiamento diretto del sole (in pratica la misura richiede un cielo uniformemente coperto o una opportuna banda di occultamento della radiazione diretta). Durante le misure lo strumento deve essere appoggiato su un piano orizzontale.

L'illuminamento medio interno E_{im} va calcolato come media (aritmetica) degli illuminamenti nei punti considerati.

Premesso che il numero di punti di misura è in primo luogo funzione della precisione del valore che si desidera ottenere, tali punti di misura per uno spazio di forma regolare di piccola dimensione, sono almeno 4, situati all'incrocio degli assi posti a $1/4$ e a $3/4$ dello spazio in oggetto (vedi Figura 2.1).

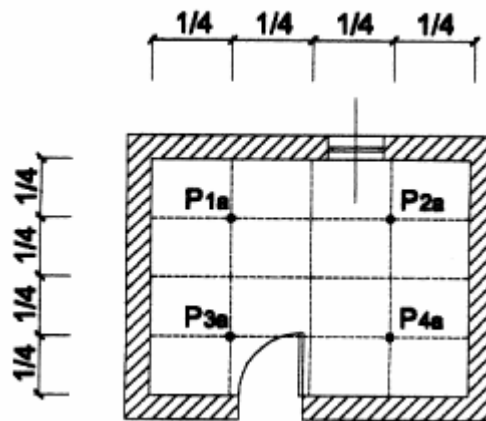


Figura 2.1: punti di misura negli spazi di natura regolare

Nel caso di uno spazio di forma irregolare si può suddividere lo spazio in subspazi di forma regolare ed individuare i punti di prova in ogni subspazio secondo il criterio usato per gli spazi regolari (vedi Figura 2.2).

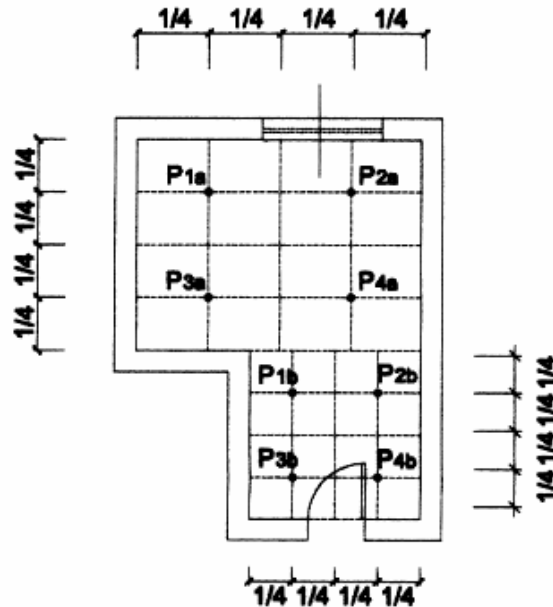


Figura 2.2: punti di misura negli spazi di natura irregolare

Per ogni subs spazio è così possibile calcolare la media aritmetica dei valori di illuminamento rilevati nei punti di misura e determinare il corrispondente valore del FLD_m . Il valore del FLD_m dello spazio complessivo sarà calcolato come media pesata dei FLD_m di ogni singolo subs spazio.

Per gli ambienti di dimensioni ampie è analogamente consigliabile suddividerli con una griglia che ne consenta l'analisi complessiva; tale griglia non dovrebbe avere il lato superiore ai 5 m.

Nel caso di spazi destinati a funzioni plurime, poiché il livello del FLD_m deve essere soddisfatto almeno nei punti fissi di lavoro, i quattro punti di misura dell'illuminamento interno vanno scelti, con lo stesso metodo descritto nelle figure precedenti, all'interno dell'area che comprende i punti fissi di lavoro e almeno i 9 m² intorno ai medesimi punti fissi di lavoro.

In tutti e tre i casi (spazi regolari, irregolari e spazi per funzioni plurime) il valore di FLD_m è ottenuto dal rapporto:

$$FLD_m = \frac{E_{im}}{E_e} \quad (2.4)$$

b) Livello e uniformità di illuminamento

La misurazione dell'illuminamento deve essere condotta nella zona e nella posizione di lavoro effettivamente occupate durante lo svolgimento del compito visivo.

La misurazione deve essere effettuata tenendo conto della normale posizione del lavoratore e della sua ombra e il sensore del luxmetro deve essere posto sul piano di lavoro potendo quindi assumere posizione orizzontale, verticale o inclinata.

Per rilievi più accurati si deve procedere alla suddivisione della superficie in pianta dell'area di lavoro secondo una appropriata griglia.

Dopo aver stabilito il piano del quale si vuole conoscere l'illuminamento (piano orizzontale a livello del piano di lavoro o più generalmente sul pavimento, piano verticale su pareti o su arredi), si può effettuare la misura. Si tratta di posizionare lo strumento con la fotocellula rivolta verso la sorgente luminosa se questa agisce ortogonalmente al piano di misura, oppure, nel caso più generale, con la fotocellula parallela alla superficie di interesse.

Analogamente si procede per le superfici verticali, avendo l'accortezza di posizionare lo strumento parallelamente al piano considerato ed in ogni caso di disporsi in modo tale per cui lo strumento non subisca l'influenza del corpo dell'operatore (ombra portata) e non riceva la luce con un angolo di incidenza eccessivo (luce radente). Dopo aver effettuato la lettura in un numero sufficiente di punti (maggiore è il numero di letture, più precise risultano le informazioni) riferendo la somma dei singoli valori al numero totale dei punti di misura, si ottiene il valore dell'illuminamento medio.

Se nell'ambiente si prevedono fluttuazioni del livello d'illuminamento connesse all'illuminazione naturale si deve prevedere la misurazione dell'illuminamento del posto di lavoro in tempi differenziati in modo da caratterizzare compiutamente la situazione in esame.

Per la determinazione dell'illuminamento medio e dell'uniformità di illuminamento di un impianto di illuminazione artificiale si può fare riferimento alla scelte del progettista (la griglia prevista in fase di progetto) ovvero alle indicazioni tecniche dell'Appendice C della UNI 10380:1994, con gli aggiornamenti del A1 dell'ottobre 1999, anche se questa è stata ritirata.

c) Luminanze

Il rilievo dei valori di luminanza deve essere effettuato nelle condizioni di lavoro e nelle posizioni di lavoro effettive.

Il misuratore di luminanza deve essere posizionato al livello degli occhi del lavoratore e direzionato verso la sorgente di luce, verso la luce riflessa o verso la superficie di cui si vuole misurare la luminanza tenendo comunque ben presente che particolarmente importante è la quantificazione dei rapporti di luminanza all'interno del campo visivo professionale (eccessivi rapporti di luminanza costituiscono la principale causa di astenopia occupazionale nei videoterminalisti).

La presenza di riflessi fastidiosi deve essere rilevata mediante specifiche misurazioni di luminanza.

Nel caso di spazi di lavoro occupati di giorno e di notte si deve procedere a misurazioni di luminanza in entrambe le condizioni.

2.3.3 Precisione degli strumenti di misura

Per quanto riguarda la classificazione della precisione degli strumenti di misura e le precisioni richieste in funzione degli impieghi, per quanto non diversamente

normato si può continuare a far riferimento alla UNI 10380:1995, punto 6.2.1, e sintetizzate nella Tabella 2.2. a seguito.

In particolare, per gli strumenti impiegati per verifiche illuminotecniche va prevista una taratura biennale.

Tabella 2.2: Precisioni richieste agli strumenti di misura in relazione alle classi d'impiego

<i>Classe</i>	<i>Impiego</i>	<i>Limite di incertezza [%]</i>	
		<i>Luxmetri</i>	<i>Luminanzometri</i>
A	Misure di precisione	5	7,5
B	Misure su impianti in esercizio	10	10
C	Misure orientative	20	20

3 - GESTIONE E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI AERAILICI

Gli impianti di aerazione/trattamento dell'aria necessitano, come ogni installazione tecnologica, di manutenzione periodica e programmata sia per garantire la continua efficienza delle parti meccaniche, idrauliche, elettriche ecc., sia per prevenire che essi diventino fonte inaspettata di inquinanti fisici, chimici e biologici.

E' auspicabile che già in fase di progettazione si prevedano spazi di alloggiamento delle unità di trattamento, delle tubazioni e delle altre parti dell'impianto, nei quali sia possibile accedere per ispezione ed eventuali interventi manutentivi.

La corretta gestione e la regolare manutenzione è quindi garanzia di qualità dell'aria, gli impianti di ventilazione e trattamento aria infatti, possono essere intrinsecamente fonti di inquinanti che derivano dai materiali di costruzione (materiali fibrosi, prodotti di degradazione delle superfici metalliche, sigillanti, stucchi, oli lubrificanti ecc.) oppure di inquinanti che possono svilupparsi nel tempo come lo sviluppo di contaminanti biologici e microrganismi in particolare nelle zone caldo-umide dell'impianto e favorite dall'accumulo di materiale organico come deiezioni di animali, foglie ecc..

La legge n. 46 del 1990 affida la manutenzione di impianti di climatizzazione a personale qualificato con idonea formazione escludendo l'utilizzo di figure improvvisate (personale delle pulizie, addetti ai servizi di portineria o di vigilanza non adeguatamente formato) per lo svolgimento di tali mansioni. Analogamente il DPR 412/93 affida la gestione degli impianti termici a personale qualificato e tra l'altro prevede la compilazione di un libretto di centrale o libretto d'impianto in cui sono indicate le varie fasi della manutenzione.

Nella stesura di questo paragrafo ci si è anche avvalsi delle indicazioni definite dal D.G.P.R. n°8/03 della Regione Liguria, unico riferimento legislativo regionale noto in materia.

Utili riferimenti sono anche le normative ISO e UNI relative alla progettazione di impianti aeraulici, in quanto molti problemi riscontrabili in fase di manutenzione dipendono da errori di progettazione o ancor più spesso da un montaggio poco attento delle varie parti.

3.1 SUGGERIMENTI PER LA MANUTENZIONE

La manutenzione, come per qualsiasi macchina e/o impianto, può essere distinta in straordinaria e ordinaria

La manutenzione straordinaria si effettua a seguito di guasti e/o funzionamento anomalo, in queste situazioni è necessario porre, nel tempo più breve possibile, rimedio al malfunzionamento o al guasto, è importante verificare che i dispositivi di allarme siano entrati in funzione e che al riavvio siano perfettamente efficienti, ed inoltre sarà necessario valutare gli effetti del guasto sulle altre parti dell'impianto, decidendo all'occorrenza la loro sostituzione anticipata.

Relativamente alla manutenzione ordinaria è importante che essa sia programmata sin dalla messa in funzione dell'impianto basandosi sulle caratteristiche tecniche,

degli indici di deperibilità dei singoli componenti e sulle condizioni di esercizio dell'intero impianto tenendo conto di tutte le variabili esterne che possono influenzarne il buon funzionamento. Dovranno essere verificati tutti gli stadi seguendo un percorso ideale che va dalla presa d'aria esterna, attraverso l'unità di trattamento (UTA, vedi **Figura 3.1**) e le condotte fino al punto di immissione in ambiente ed anche attraverso l'eventuale punto di presa per il ricircolo.

Di seguito si riporta un elenco dei principali aspetti da controllare; elenco certamente non esaustivo in quanto le soluzioni tecniche possibili sono numerose e variabili. Per una più rapida consultazione il tutto viene riassunto infine nella **Tabella 3.1** dove vengono anche suggeriti i tempi indicativi per lo svolgimento di ogni azione.

Prima di addentrarci nell'analisi dei singoli punti critici si sottolinea che, ad installazione avvenuta, è necessario avviare e tenere in funzione l'impianto in assenza di utenza per favorire la rimozione dai canali dei residui di costruzione (polveri, vapori) quindi dopo aver provveduto alla sostituzione dei filtri è possibile dare libero accesso agli ambienti asserviti.

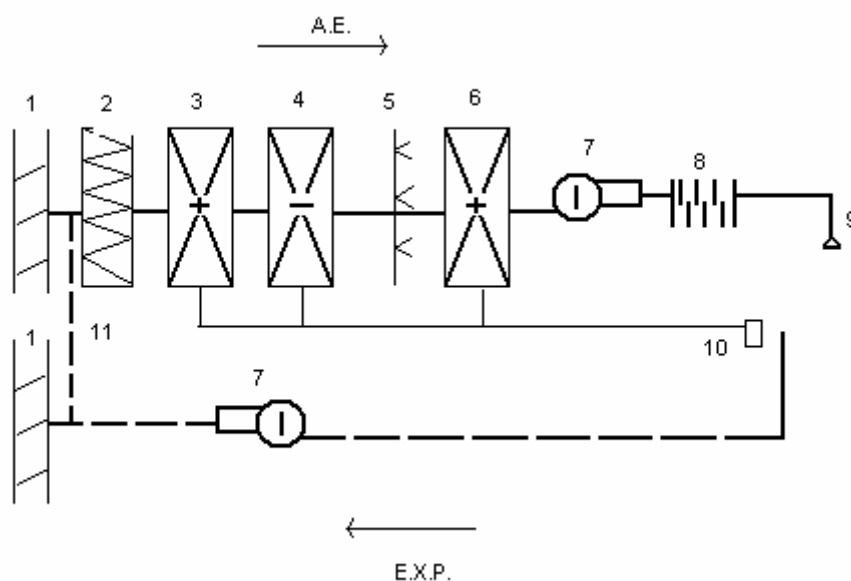


Figura 3.1 – Schema tipo d'impianto. Legenda: 1) Serranda di regolazione 2) Sezione filtrante 3) Batteria preriscaldamento 4) Batteria di raffreddamento 5) Umidificatore 6) Batteria post riscaldamento 7) Ventilatore 8) Silenziatore 9) Bocchetta d'immissione 10) Sensore ambientale 11) Ricircolo

Punto di aspirazione dell'aria esterna: verificare l'assenza di fonti inquinamento nei dintorni (eventualmente sorte dopo la costruzione dell'impianto), verificare l'integrità delle griglie di protezione per evitare l'ingresso di animali o di oggetti grossolani, verificare l'assenza di infiltrazioni ed il ristagno di acque meteoriche, effettuare periodicamente la pulizia delle griglie e delle tubazioni.

Locali che ospitano le UTA: i locali debbono essere regolarmente puliti e sanificati. Occorre in particolare rimuovere dai locali stessi ogni eventuale deposito di materiali.

Stadi di filtrazione nell'UTA: verificare l'efficienza dei sistemi di avanzamento per i filtri di tipo automatico; verificare l'integrità dei filtri, le loro condizioni di igiene e l'eventuale presenza di corpi estranei sostituendo i filtri esauriti. Effettuare periodicamente la pulizia delle sedi in cui sono alloggiati i filtri. Verificare l'efficienza dei pressostati e la tenuta delle guarnizioni degli sportelli di ispezione.

Stadio di deumidificazione e umidificazione: periodicamente devono essere svuotate le vaschette d'accumulo, rimosse le incrostazioni calcaree e verificate le loro condizioni d'igiene (nel caso effettuando una disinfezione). Qualora si effettuino analisi dell'acqua delle vaschette si utilizzi il limite di 1000 UFC/ml. Si deve verificare il perfetto isolamento, mediante sifoni, delle vaschette di raccolta delle acque, dagli scarichi fognari. Occorre inoltre verificare l'efficienza delle pompe e dei sistemi automatici di sostituzione dell'acqua, il prosciugamento dello stadio in caso di arresto dell'impianto o in assenza di umidificazione, la tenuta delle guarnizioni degli sportelli di ispezione e il corretto collegamento ai sensori di umidità posizionati negli ambienti condizionati.

Stadio di riscaldamento, raffreddamento, condensazione e di recupero di calore: è necessario provvedere periodicamente alla pulizia degli scambiatori e ricercare eventuali perdite di fluidi.

Svuotare periodicamente la vaschetta d'accumulo e verificare le condizioni d'igiene (nel caso effettuando una disinfezione).

Va inoltre verificato il perfetto isolamento, mediante sifoni, delle vaschette di raccolta delle acque dagli scarichi fognari, l'efficienza delle valvole o delle saracinesche e dei sistemi automatici di troppo pieno o reintegro dell'acqua, la tenuta delle guarnizioni degli sportelli di ispezione, il collegamento ai sensori di temperatura posizionati negli ambienti condizionati.

Per gli impianti che prevedono delle torri evaporative occorre infine provvedere alla pulizia e disinfezione con sostituzione dell'acqua.

Condotte: attraverso i portelli d'ispezione previsti occorre verificare le condizioni di igiene: l'eventuale analisi dei residui permette di risalire alla fonte d'inquinamento. Occorre poi effettuare la pulizia e la disinfezione di tutte le condotte e in particolare di quelle di ricircolo; i tratti flessibili (di difficile pulizia) debbono essere sostituiti quando sede di residui contaminanti. E' inoltre necessario verificare l'assenza di perdite di aria dalle connessioni, dai giunti antivibranti, dagli sportelli o da fori accidentali. A fronte di segnalazioni di malfunzionamento dell'impianto, dopo aver

verificato l'efficienza delle serrande di chiusura in prossimità delle bocchette può essere opportuno verificare le portate in immissione in ciascun ambiente. Particolare attenzione deve essere prestata alla presenza di legionella pneumoniae.

Stadio di filtrazione nell'ambiente trattato: verificare l'integrità dei filtri e il loro intasamento. Verificare la tenuta all'aria degli alloggiamenti dei filtri. Eventualmente verificare la concentrazione di particolato all'uscita dalle bocchette in base alle prescrizioni dell'ambiente. Utilizzare i filtri entro la data di scadenza indicata dal costruttore.

Bocchette d'immissione e d'aspirazione: verificarne le condizioni igieniche, che possono essere indicative di una insufficienza nella filtrazione, e nel caso pulirle. Verificare l'assenza di arredi o altro che ostacoli la corretta diffusione dell'aria. A fronte di segnalazioni di eccessive o scarse correnti d'aria verificare l'orientamento delle alette frangiflusso in funzione delle postazioni di lavoro.

Impianti di termoregolazione separati dall'impianto aeraulico (fan-coils, split): verificare l'efficienza delle termovalvole che regolano il flusso dei fluidi negli elementi riscaldanti o raffreddanti. Verificare le condizioni igieniche dei ventilconvettori e del pavimento nei pressi dello stesso, rimuovendo eventuali depositi di materiali. Sostituire o lavare/disinfettare i filtri.

Registri di manutenzione: a partire dalla messa in esercizio degli impianti ogni operazione svolta (ispezioni, riparazioni, modifiche, sostituzione di parti) deve essere annotata su un registro che permetta di ricostruire in ogni momento la vita dell'impianto. E' necessario che sia disponibile inoltre una copia completa del progetto effettivamente realizzato e copia delle certificazione di conformità rilasciata dal costruttore .

In chiusura, una raccomandazione di carattere generale: gli operatori addetti alla manutenzione degli impianti, oltre agli occhiali, guanti e tute protettive, devono indossare dispositivi di protezione individuali delle vie aeree contro il rischio di contaminazioni batteriche.

Tabella 3.1: Lista schematica dei principali controlli da effettuare sugli impianti e relativa tempistica

Criticità	Azione	Tempo (mesi)	Note
Punto di aspirazione aria esterna			
Fonti d'inquinamento	Verifica	12	
Integrità griglie	Verifica	6	
Infiltrazioni d'acqua	Verifica e rimozione	6	
Igiene griglie / condotte	Pulizia e disinfezione	12	
Locali che ospitano le UTA			
Pulizia ambiente	pulizia e rimozione	3	
Igiene ambiente	sanificazione	12	
Stadi di filtrazione nell'UTA			
Filtri	sostituzione o pulizia	3	vedi indicazioni produttore
Pressostati	Verifica	3	
Igiene	Pulizia e disinfezione	6	
Stadio di deumidificazione e umidificazione			
Funzionamento parti	Verifica	3	
Igiene / Incrostazioni	Pulizia / Rimozione	3	
Acqua in uso	Svuotamento/ricambio	3	anche dopo soste d'uso
Stadio di condensazione, riscaldamento o raffreddamento e di recupero di calore			
Igiene	Pulizia	3	
Acqua raffreddamento	Sostituzione	3	anche dopo soste d'uso
Condotte			
Igiene	Pulizia	24	
Serrande di chiusura	Regolazione	al bisogno	
Stadio di filtrazione nell'ambiente trattato			
Filtri	sostituzione o pulizia	1	vedi indicazioni produttore
Igiene	Pulizia e disinfezione	1	
Bocchette d'immissione e d'aspirazione			
Igiene / Incrostazioni	Pulizia / Rimozione	12	
Orientamento alette	Regolazione	al bisogno	
Impianti di termoregolazione separati dall'impianto aerulico (fan-coils, split)			
Igiene	Pulizia	6	giornaliera al pavimento
Filtri	Sostituzione/Lavaggio	3	
Registri di manutenzione			
Ogni operazione	Annotazione	ogni intervento	

Il Ministero della Salute ha in corso di redazione uno schema di linee guida sui "Requisiti igienici per le operazioni di manutenzione degli impianti di climatizzazione". Allo stato attuale non si ravvisano differenze sostanziali tra questi documenti.

3.2 INDICAZIONI COSTRUTTIVE

Anche se questo documento non tratta specificamente i criteri di progettazione degli impianti è utile sottolineare quelle soluzioni tecniche che possono evitare situazioni di certo discomfort.

Nella scelta della tipologia d'impianto occorre tener presente che gli impianti del tipo "a tutt'aria" sono di più difficile gestione quando gli ambienti trattati presentino caratteristiche termoigrometriche molto differenziate (ambienti con forte soleggiamento ed altri esposti a Nord; ambienti poco ed altri molto affollati ...).

Qualora gli impianti adottino sistemi di programmazione automatici occorre che le operazioni di accensione precedano l'orario di inizio delle attività lavorative con un intervallo sufficiente a garantire per tempo le condizioni di confort termoigrometrico e che attivino la ventilazione in concomitanza all'inizio delle giornate lavorative e per tutto il tempo di lavoro.

Gli impianti "misti" (che utilizzano impianti separati, ad es. fan-coils, per la regolazione fine delle caratteristiche termoigrometriche) permettono normalmente una gestione più versatile.

Nella progettazione dell'impianto di riscaldamento si deve tenere conto del bilancio termico dovuto alla posizione dell'ambiente (primo o ultimo piano, facciate esposte a sud e a nord, dei locali d'angolo piuttosto che interni, ...) prevedendo impianti a zone o a distribuzione orizzontale. Questi tipi di impianti a zone sono obbligatori nelle nuove costruzioni o nelle ristrutturazioni di edifici (legge 10/91).

Il punto di aspirazione dell'aria all'esterno deve essere sempre opportunamente protetto da infiltrazioni d'acqua, ingresso di animali e posizionato lontano da fonti d'inquinamento (scarichi di centrali termiche, attività artigianali, ecc.). Una regola generale è quella di posizionare la presa d'aria esterna ad una altezza non inferiore ai 4 metri dal più alto piano stradale dell'edificio.

Occorre inoltre evitare che l'aspirazione dell'aria esterna avvenga attraverso cavedi comuni a più unità di trattamento.

I locali che ospitano le UTA devono essere facilmente accessibili ed avere pavimenti e pareti facilmente pulibili e lavabili.

Privilegiare gli umidificatori per evaporazione o nebulizzazione che in nessun caso utilizzino acqua di ricircolo.

Negli impianti che utilizzano torri evaporative occorre verificare che la loro collocazione (per vicinanza, in relazione ai venti prevalenti ...) non comporti disturbi o danni agli ambienti vicini anche per la potenziale presenza di legionella pneumoniae.

Le tubazioni non devono avere coibentazioni interne che possano disfarsi per l'azione meccanica dell'aria così da intasare i filtri e, in generale, sporcare l'impianto.

Le condotte devono essere ispezionabili prevedendo aperture regolari anche nei tratti rettilinei, ma soprattutto in prossimità delle curve o delle riduzioni di diametro dove più facilmente si ha l'accumulo di sedimenti.

Non si devono utilizzare le intercapedine non dedicate (realizzate, ad es., da controsoffitti o pavimenti galleggianti) per il passaggio “libero” dell’aria di condizionamento dell’ambiente per l’accumulo di contaminati che qui si verifica. In queste situazioni occorre invece sempre utilizzare condotte chiuse.

In presenza di ricircolo dell’aria è necessario prevedere una canna di esalazione separata per gli ambienti più sporchi quali i servizi.

Gli impianti realizzati per ambienti sterili (es. sale operatorie) debbono alloggiare i filtri assoluti direttamente nei terminali di immissione (appena prima delle bocchette di immissione), per evitare che a valle dei filtri possa, per qualsiasi motivo, determinarsi un inquinamento indesiderato.

4 - I DPI PER GLI AMBIENTI TERMICAMENTE SEVERI

Negli ambienti severi e solo dopo aver attentamente valutato l'ambiente di lavoro ed aver minimizzato il rischio attraverso interventi di riduzione alla fonte, è normalmente necessaria l'adozione di un DPI (Dispositivo di Protezione Individuale, in lingua inglese indicato con la sigla PPE, Personal Protective Equipment), che protegga il lavoratore dagli effetti degli ambienti termici sulla sua salute per tutto il tempo richiesto dallo svolgimento dell'attività prevista.

Tutti i DPI debbono essere conformi alla direttiva 89/686/CEE, recepita in Italia dal DLgs.475/92. Successivamente la direttiva comunitaria è stata aggiornata dalle direttive 93/95/CEE e 96/58/CE recepite dal DLgs.10/97 che di conseguenza ha anche aggiornato il DLgs.475/92.

Gli stati membri sono tenuti a presumere conformi i DPI realizzati in base alle norme armonizzate (disposizioni di carattere tecnico adottate da organismi di normazione europei su incarico della Commissione CEE).

L'adeguamento alle indicazioni di tali norme è comunque da ritenersi volontario.

Nel caso il produttore ne attesti la conformità alla normativa vigente, il DPI deve riportare impresso il marchio CE (vedi **Figura 4.1**).

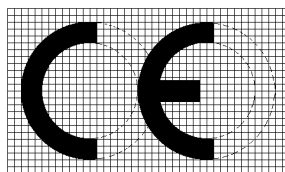


Figura 4.1: il marchio CE

I DPI sono classificati in tre categorie: la prima si riferisce a dispositivi che proteggono da rischi di bassa entità; le altre due da rischi di livello più elevato.

Per la commercializzazione dei prodotti della prima categoria è sufficiente la dichiarazione di conformità del fabbricante; per le altre categorie la dichiarazione del fabbricante dovrà essere conseguente all'ottenimento di una certificazione di conformità rilasciata da un "organismo notificato" il cui numero identificativo dovrà essere indicato sul DPI.

Gli indumenti di protezione debbono rispondere ai requisiti generali previsti dalla UNI EN 340:2004 per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali, delle taglie disponibili, della marcatura di identificazione del rischio per le quali sono state testate e delle indicazioni a carico del fabbricante.

Nell'ambito dei dispositivi di protezione da meccanismi di tipo termico, esistono DPI che proteggono dal calore e dal fuoco, ed altri che proteggono dal freddo e dalle intemperie (vedi **Figura 4.2**)



Figura 4.2: pittogrammi identificativi dei DPI di protezione da calore e fuoco, da freddo e da intemperie

4.1 AMBIENTI SEVERI CALDI

Per ambienti severi caldi la norma UNI EN 531:1997 classifica i DPI destinati a proteggere i lavoratori contro brevi contatti con la fiamma ed il calore. La norma prevede una classificazione dei DPI in base a prove il cui risultato viene riportato in sintesi nel pittogramma con una lettera compresa fra A e E (vedi **Figura 4.3**).



Figura 4.3: pittogramma identificativo dei DPI che proteggono dal calore

Per quanto riguarda la protezione dal calore le lettere che forniscono informazioni sulle prestazioni del DPI sono la B e la C.

Il dispositivo è ritenuto resistente al calore convettivo (Codice B) quando il materiale nel quale esso è realizzato, sottoposto a prova in conformità alla norma UNI EN 367:1993, fornisce protezione almeno al livello B1. I valori HTI (vedi **Tabella 4.1**), che esprimono in secondi il tempo necessario ad avere un aumento della temperatura all'interno di 24°C nelle condizioni di prova previste dalla citata norma, si traducono in un valore numerico che accompagna la lettera B e che indica una protezione crescente all'incremento del numero stesso.

I DPI costituiti da più strati di tessuto e in grado di trattenere aria tra gli stessi hanno generalmente migliore resistenza.

Tabella 4.1: equivalenza tra livelli di prestazione del DPI e tempi di resistenza all'incremento di temperatura dovuto al calore convettivo, secondo la UNI EN 367:1993

Livelli di prestazione	Fascia di valori HTI	
	min.	max
B1	3	6
B2	7	12
B3	13	20
B4	21	30
B5	31	

Il dispositivo viene ritenuto resistente al calore radiante (Codice C) quando il materiale nel quale esso è realizzato, sottoposto a prova in conformità alla norma UNI EN 366:1994 Metodo B (densità di flusso di energia di 20 kW/m²), fornisce protezione almeno al livello C1.

Il valore indicato nella **Tabella 4.2** si riferisce al tempo massimo entro il quale si raggiunge la soglia di ustione.

La norma UNI EN 531:1997 dettaglia poi alcune caratteristiche costruttive che i DPI debbono avere per risultare più efficaci, tra le quali la lunghezza delle giacche e dei pantaloni, la copertura delle parti metalliche, i rinforzi nelle zone soggette a sfregamento se coperte da materiali alluminizzati.

Tabella 4.2: equivalenza tra livelli di prestazione del DPI e tempi medi di resistenza alla soglia di ustione dovuta al calore radiante, secondo la UNI EN 366:1994

Livelli di prestazione	Tempo medio per livello t ₂ (s)	
	min.	max
C1	8	30
C2	31	90
C3	91	150
C4	151	

Qualora si intenda testare il DPI nella sua interezza occorre seguire la procedura descritta dalla norma UNI 9477:1989 in cui ricreando le condizioni di lavoro mediante una camera di prova è possibile misurare il calore trasmesso ad un manichino di prova su cui è montato il dispositivo.

La classificazione è la stessa, ma il risultato è più direttamente riferibile alle prestazioni del DPI.

La protezione delle mani dal fuoco e dal calore può avvenire attraverso guanti conformi alla norma UNI EN 407:1994. Questo documento, analogamente a quanto avviene per gli indumenti nella norma UNI EN 531:1997, contiene una classificazione in base alla resistenza al fuoco, al calore convettivo, al calore radiante ed agli spruzzi piccoli e grandi di metalli fusi mediante un codice sei cifre affiancato al pittogramma di resistenza a fuoco e calore, come mostrato in **Figura 4.4**.

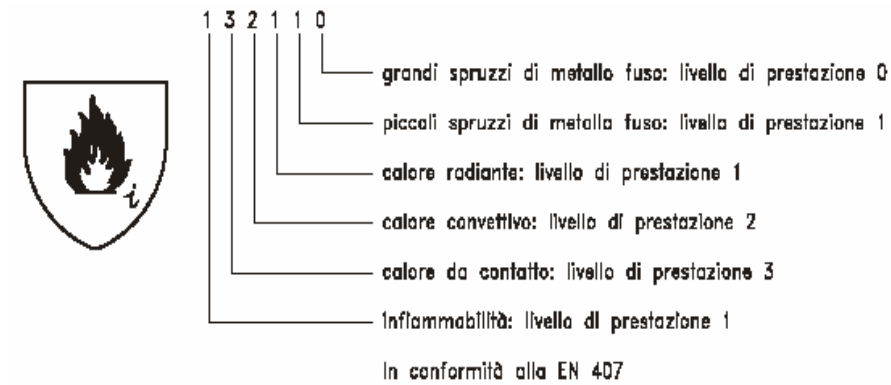


Figura 4.4: classificazione delle prestazioni di resistenza al calore dei guanti

La protezione dal calore dei guanti viene dunque descritta dalla terza e dalla quarta cifra.

La norma UNI EN 166:1997 fornisce le caratteristiche dei DPI per la protezione degli occhi mediante una marcatura che a seconda dell'utilizzo ne descrive le caratteristiche di protezione meccanica ed ottica.

Il filtro di protezione da radiazioni infrarosse è indicato dal codice 4 con caratteristiche come dal prospetto di Tabella 4.3, desunta dalla norma UNI EN 171:1993.

Tabella 4.3: dalla temperatura del corpo caldo alla scelta della lente

N° di graduazione	Applicazione tipica in termini di temperature medie °C
4 - 1.2	fino a 1 050
4 - 1.4	1 070
4 - 1.7	1 090
4 - 2	1 110
4 - 2.5	1 140
4 - 3	1 210
4 - 4	1 290
4 - 5	1 390
4 - 6	1 500
4 - 7	1 650
4 - 8	1 800
4 - 9	2 000
4 - 10	2 150

4.2 AMBIENTI SEVERI FREDDI E PROTEZIONE DALLE INTEMPERIE

La capacità di proteggere dal freddo di un DPI è legata essenzialmente al valore di isolamento termico e in secondo luogo al valore di permeabilità all'aria e al vapore. Per ambienti severi freddi la norma UNI EN 342:2004 fornisce una classificazione dei capi mediante l'indicazione sul pittogramma (vedi **Figura 4.5**) del valore di isolamento termico e dei valori di permeabilità all'aria e al vapore misurati.

ENV 342

- X (A o B) Isolamento termico risultante di base misurato (con indumento intimo di tipo A o B) valore $i_{cl,r}$ in $m^2 \cdot K/W$
- X Classe di permeabilità all'aria
- X Classe di resistenza al vapore acqueo o classe per i_{vt} (facoltativo)



Figura 4.5: pittogramma della classificazione dei DPI di protezione dal freddo

La scelta DPI verrà quindi fatta ricavando l'isolamento termico necessario, come individuato dalla procedura contenuta nella norma tecnica UNI EN ISO 11079:2001, ovvero in base alla temperatura ambiente, alla velocità dell'aria, all'impegno metabolico associato alla attività svolta e al tempo di permanenza.

La norma UNI EN 511:1995 fornisce la classificazione dei guanti resistenti al freddo secondo un codice a tre cifre associato al pittogramma (vedi Figura 4.6) che indica la permeabilità all'acqua al freddo da contatto e al freddo convettivo.

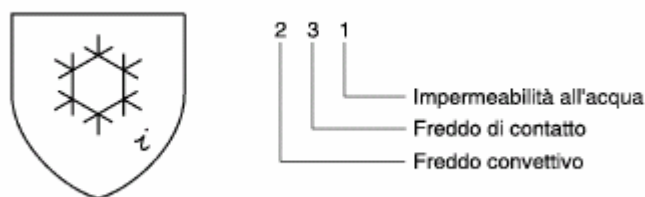


Figura 4.6: pittogramma della classificazione dei guanti di protezione dal freddo

La norma UNI ENV 343:2004 indica le caratteristiche di resistenza alle intemperie secondo un codice a due cifre (vedi Figura 4.7).

Il DPI può anche avere una fodera interna classificata per la sua resistenza al freddo.

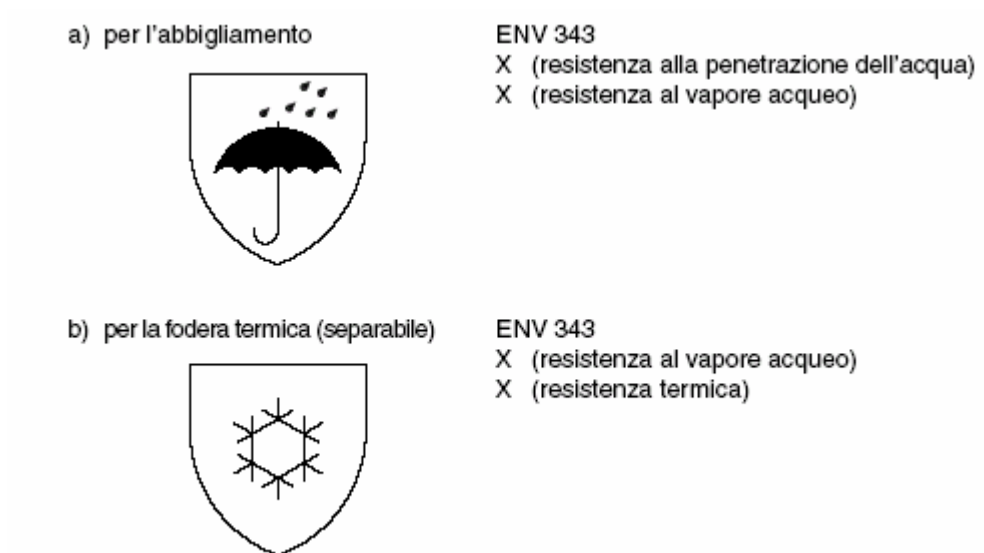


Figura 4.7: pittogrammi della classificazione degli indumenti di protezione dalle intemperie

5. IL CONTROLLO SANITARIO DEI LAVORATORI

Come per gli altri fattori di rischio per la salute dei lavoratori, il processo di prevenzione passa attraverso la corretta progettazione e realizzazione degli ambienti di lavoro, le misure di organizzazione del lavoro, le misure comportamentali e di igiene, l'informazione/formazione sui rischi e, ove prevista, la sorveglianza sanitaria.

Relativamente ai rischi trattati in queste Linee Guida, vale a dire microclima, qualità dell'aria e illuminazione, è da rilevare in primo luogo come per nessuno di questi la legislazione preveda un esplicito obbligo di sorveglianza sanitaria se si esclude la sorveglianza sui rischi a carico dell'apparato visivo per il solo caso degli addetti ai videoterminali.

Dalla disamina della Letteratura si coglie che i tre rischi vanno tuttavia considerati in modo assolutamente differenziato.

5.1 – SORVEGLIANZA SANITARIA SUI RISCHI DA STRESS MICROCLIMATICO

Per gran parte degli addetti ai lavori è motivata e necessaria una sorveglianza sanitaria preventiva e periodica anche in presenza del solo rischio di stress microclimatico rilevante, tuttavia il datore di lavoro che effettua la valutazione dei rischi nella propria azienda (vedi Capitolo 1 di questa Parte III) qualora identifichi la sola presenza di lavorazioni in ambienti severi caldi o freddi a stretti termini di legge non ha l'obbligo di nominare il medico competente in quanto questa casistica non è compresa nella legislazione vigente.

Viceversa, qualora la contestuale presenza di altri rischi per i quali è prevista dalla legge una specifica sorveglianza sanitaria imponga al datore di lavoro di nominare il medico competente, questi considererà anche questo rischio tanto in fase di visita preventiva quanto di visita periodica.

Riguardo le condizioni nelle quali deve essere attivata la sorveglianza sanitaria preventiva e periodica, la norma tecnica UNI EN ISO 12894:2002 le identifica con ambienti con temperature inferiori a 0°C o con indice WBGT superiore a 25°C, ferma restando la necessità di valutazioni più dettagliate che tengano conto anche dell'attività fisica e del vestiario.

La sorveglianza sanitaria mirata si basa in primo luogo sulla raccolta anamnestica, in particolare quella lavorativa.

L'anamnesi lavorativa deve dettagliare le attività svolte, i tempi impiegati e le pause effettuate; le anamnesi fisiologica e patologica devono essere indirizzate soprattutto all'approfondimento delle funzionalità di organi ed apparati particolarmente coinvolti nella problematica climatica, alla ricerca dei primi sintomi compatibili con stress da calore e delle patologie e/o condizioni di ipersuscettibilità (es.: precedenti effetti del microclima) nonché a condizioni particolari come la gravidanza. Con l'anamnesi patologica in particolare verrà indagata:

- in caso di esposizione al caldo: la presenza di patologie cardiovascolari compresa l'ipertensione e i farmaci antiipertensivi assunti, le patologie gastroenteriche, respiratorie, cutanee e psichiche, compresi i farmaci assunti nel caso, presenza di diabete mellito ed eventuali interventi di simpaticectomia o riducenti il potere di sudorazione;
- in caso di esposizione al freddo: la presenza di tireopatie, ipertensione e i farmaci antiipertensivi assunti, vasculopatie periferiche, fenomeno di Raynaud e malattie osteoarticolari, carenze immunitarie, emoglobinuria parossistica a frigore e analoghe forme, crioglobulinemia, orticaria da freddo, asma bronchiale da sforzo non "controllata" farmacologicamente, disturbi del metabolismo, iposurrenalismo, ipopituitarismo, disturbi pancreatici, cirrosi epatica, ipoglicemia e diabete mellito e sintomatologie neurologiche da freddo.

Si richiama altresì l'attenzione sulla raccolta anamnestica relativa all'assunzione di farmaci o di tossici voluttuari (senza dimenticare la possibile co-presenza di tossici professionali) e si ricorda quanto segue:

- controindicata all'esposizione al caldo è l'assunzione di atropina e anticolinergici in genere, tiroxina, antidepressivi triciclici, antistaminici, fenotiazine, butirofenoni, domperidone e alcuni diuretici, di alcool e droghe;
- controindicata all'esposizione al freddo è l'assunzione di antidepressivi, ipnotici, ansiolitici, psicofarmaci maggiori, ipoglicemizzanti, antitiroidei, simpaticolitici, calcio-antagonisti, vasodilatatori, bloccanti gangliari, alcool, fumo e grossi quantitativi di caffeina.

La norma UNI EN ISO 12894:2002 propone un questionario sia per esposizioni a caldo che per quelle al freddo.

Successivamente l'esame obiettivo deve essere, come sempre, corredato oltre che dal rilievo di altezza e peso anche dal calcolo dell'indice di massa corporea, dalla misura della frequenza cardiaca, della pressione arteriosa a riposo e in diverse posture, raffrontando i parametri rilevati con i limiti consigliati ed integrare con essi la valutazione dei rischi.

Fra i parametri consigliati elenchiamo quelli dell'ACGIH che per il caldo raccomanda di evitare:

- frequenza cardiaca (f.c.) per molti minuti $> (180/\text{min} - \text{anni di età})$ nella persona con normale funzionalità cardiaca;
- frequenza cardiaca un minuto dopo un picco di sforzo $> 110/\text{min}$;
- sintomi di stanchezza, nausea, vertigine;
- sudorazione profusa per ore;
- temperatura interna (rettale) $> 38^\circ\text{C}$ nel non acclimatato;
- riduzione di peso $\geq 1,5\%$ del peso corporeo corretta per assunzione ed emissione di liquidi con urine o feci.

Tali accertamenti, svolti secondo lo standard UNI EN ISO 9886:2002, sono raccomandati in particolare per lavoratori esposti a situazioni estreme o con uso di

DPI in condizioni che superino i limiti indicati nelle norme UNI EN ISO 27243:1996 e UNI EN ISO 7933:2005.

Il metodo NIOSH 1986, suggerito da Brohua et al., propone di misurare a fine turno, nel lavoratore assiso la frequenza cardiaca in tre intervalli temporali: P1 (da 30 s a 1 min), P2 (da 1,5 a 2 min) e P3 (da 2,5 a 3 min). A seconda dei valori rilevati:

- se la f.c. misurata in P3 è minore di 90/min e la differenza tra i due valori di f.c. misurati in P1 e in P3 è superiore 10/min, il carico è elevato ma non c'è aumento di temperatura del nucleo corporeo;
- se la f.c. misurata in P3 è > 90/min e la differenza tra i due valori di f.c. misurati in P1 e in P3 è inferiore a 10/min siamo in condizioni di stress troppo elevato.

Considerando sempre la frequenza cardiaca altri criteri definiscono come TLV i valori medi massimi di 120/min (Vogt), i picchi massimi di 160/min (OMS), l'incremento di frequenza di 30/min in oltre il 20% degli esposti (Maggi).

L'allegato informativo C della norma tecnica UNI EN ISO 9886:2002 documenta alcuni valori limite per parametri fisiologici quali la frequenza cardiaca, la temperatura interna, esterna e la sudorazione.

E' chiaramente necessario fissare l'attenzione sugli organi ed apparati primariamente interessati allo stress termico quali cute, apparato cardiovascolare, apparato respiratorio, ipofisi, tiroide, rene e surrene.

Per la valutazione del rene e delle vie urinarie si propone l'esecuzione di un semplice esame delle urine e soltanto in casi selezionati, quando l'anamnesi e/o l'esame obiettivo lo giustifichi, si può procedere alla esecuzione di accertamenti strumentali di secondo livello (ecografia, ecc...)

Esami quali spirometria, ECG, ECG da sforzo, prove scalari con consumo di ossigeno finanche altri esami strumentali e visite specialistiche si consigliano in condizioni molto impegnative o in casi selezionati in cui l'anamnesi e/o l'esame obiettivo li rendano necessari.

Infine, come noto, la sorveglianza sanitaria è finalizzata alla espressione di un giudizio di idoneità lavorativa e tale giudizio deve quindi essere sempre personalizzato ed adattato non solo alla persona ma anche alla specifica situazione lavorativa.

Il giudizio di idoneità al lavoro con esposizione al freddo deve tener conto dell'età (preferibilmente inferiore ai 45 anni) del sesso (maggiore vulnerabilità del sesso femminile) e del carico di lavoro.

Tra le cause di non idoneità permanente si annoverano: fenomeno o malattia di Raynaud, l'acrocianosi (livedo reticularis, eritrocianosi, geloni, acrocianosi a macchie), le vasculopatie periferiche.

Controindicazioni temporanee, soprattutto per esposizioni a freddo, si possono verificare in casi di patologie delle vie aeree, gastrointestinali o infettive.

Per quanto attiene il giudizio di idoneità in ambienti a microclima caldo e caldo/umido si deve tener conto del fatto che la tolleranza diminuisce con l'età, che

è superiore nell'uomo rispetto alla donna, che decresce con lo sviluppo del pannicolo adiposo e con l'eccesso ponderale, che è influenzata sfavorevolmente da alcune abitudini voluttuarie (consumo di alcool in particolare) e che viene meno con alcune malattie cardiovascolari, metaboliche, endocrine, etc.

Infine particolari attenzioni sono da rivolgere ai soggetti che sono chiamati, per motivi professionali, ad interventi di emergenza, soprattutto se si tratta di persone in sovrappeso o di piccola taglia.

I compiti di un medico competente non si esauriscono poi con la sorveglianza sanitaria vera e propria, ma prevedono una serie di compiti propedeutici e di sostegno a tale attività che rivestono almeno altrettanta importanza.

a) Effettuazione di sopralluoghi periodici al fine di:

- collaborare alla corretta valutazione dei rischi analizzando le condizioni e le modalità operative delle attività dei lavoratori, in particolare quelle più critiche (possibilità di sincopi in condizioni pericolose quale lavoro in quota, macchine pericolose, funzioni di controllo o di comando di macchine);
- valutare la presenza di rischi che aggravano quelli microclimatici (esposizione a radiazione solare diretta, sforzi intensi e ripetuti, posizioni statiche in ambienti freddi...);
- relazionarsi con gli operatori esposti e con le figure addette alla prevenzione (in particolare: RSPP e RLS);
- osservare l'abilità e la scioltezza dello svolgimento dei compiti o, al contrario, le difficoltà di concentrazione degli operatori;
- percepire soggettivamente le condizioni microclimatiche esistenti;
- verificare la disponibilità di liquidi in ambienti caldi, promuovendone l'assunzione prima che insorga la stimolo della sete, e bevande calde in ambienti freddi da associarsi alle pause lavorative in ambienti riscaldati.

b) Informazione, formazione e counselling

Particolarmente sugli aspetti microclimatici, è importante il ruolo informativo del medico competente volto a precisare al lavoratore misure comportamentali e di igiene (corretta alimentazione, rispetto delle pause, corretto abbigliamento personale...). Di fondamentale importanza risultano le corrette indicazioni sui primi sintomi di disagio o di stress termoisometrico.

Il rapporto consulenziale con il datore di lavoro può verificarsi in particolare a proposito della scelta dei DPI e del vestiario da lavoro, i tempi ed i modi delle pause e dei percorsi di acclimatamento.

c) Collaborazione alla predisposizione del servizio di primo soccorso

E' fondamentale tener conto della presenza e delle peculiarità del rischio microclimatico.

Per un approfondimento dei temi trattati in materia di sorveglianza sanitaria e ruoli del medico competente sui rischi da stress microclimatico si rimanda

particolarmente alla norma tecnica UNI EN ISO 12894:2002, agli Atti del 41° congresso SIMLII (Genova – 1978), e a ILO Encyclopaedia of Occupational Health and Safety.

5.2 – SORVEGLIANZA SANITARIA SUI RISCHI CONNESSI ALLA QUALITÀ DELL'ARIA

Circa gli effetti della qualità dell'aria emerge un ruolo del Medico competente essenzialmente imperniato sulla capacità di diagnosi di un problema che tende a sfuggire alla riconoscibilità dell'origine occupazionale. Questa specifica attenzione ha comunque una forte valenza preventiva tanto sui lavoratori quanto sull'ambiente di lavoro perché permette di innescare con tempestività quelle azioni tecniche che rimuovono le cause del rischio.

In estrema sintesi si può affermare che per le patologie associate a questo tipo di rischio (vedi Parte I, paragrafo 3.1) nessun Autore intravede l'opportunità di una sorveglianza sanitaria preventiva e periodica.

5.3 – SORVEGLIANZA SANITARIA SUI RISCHI DA AFFATICAMENTO VISIVO

Come affermato in premessa, l'unica attività per la quale la legislazione prevede l'obbligo di sorveglianza sanitaria è quella degli addetti ai videoterminali (VDT), così come definiti dal DLgs.626/94 al Titolo VI.

Quello del VDT è problema di cui tanto si parla e si discute.

Vari sono i rischi che interessano tale attività; in questa sede ci si riferirà però al solo rischio visivo per il quale al momento non è comunque dimostrata una chiara correlazione tra lavoro al VDT e danni oculari, anche se gli studi sinora effettuati non paiono adeguati né sotto il profilo del “*risk assessment*”, né sotto quello epidemiologico.

L'uso prolungato dei VDT può provocare un insieme di disturbi funzionali che nel loro complesso vengono definiti “Sindrome astenopica occupazionale”.

Le cause di astenopia nei videoterminalisti possono essere schematicamente suddivise in quattro gruppi:

- 1) fattori legati alle caratteristiche intrinseche del compito visivo, ovvero distanza media di osservazione e tempo di applicazione;
- 2) fattori ambientali;
- 3) fattori legati alle caratteristiche cliniche e funzionali dell'apparato visivo;
- 4) fattori organizzativi e di sensibilità individuale.

Le principali manifestazioni dell'astenopia sono suddivisibili in tre gruppi così articolati:

- 1) Disturbi visivi, i principali dei quali sono disagio/disturbo alla luce (fotofobia), visione sfuocata, visione sdoppiata, dolenzia/fastidio perioculare. Effetti secondari segnalati sono aloni colorati ed effetto Mc Collough.

A questi sintomi possono corrispondere sul piano obiettivo riduzione dell'acuità visiva, riduzione dell'ampiezza visiva, allontanamento del punto prossimo di accomodazione, comparsa o aumento di forie, miopizzazione transitoria;

- 2) Disturbi oculari, i principali dei quali sono lacrimazione, prurito, bruciore, secchezza, rossore riferito, sensazione di sabbia negli occhi (“*gritty feeling*”), dolore periorbitario e/o retrobulbare. Effetti secondari segnalati sono alterazioni dell'ammicciamento e pesantezza dei bulbi.

A questi disturbi possono corrispondere iperemia congiuntivale, ipersecrezione oculare e alterazioni del film lacrimale;

- 3) Disturbi generali che più tipicamente comprendono cefalea, astenia, nausea, dispepsia, vertigine, tensione generale.

L'attuale normativa, al fine di evitare l'insorgenza della predetta sintomatologia ha previsto, tra l'altro, l'inserimento di pause lavorative di 15 minuti ogni 2 ore di lavoro al VDT e una sorveglianza sanitaria preventiva e periodica per gli addetti che operano per più di 20 ore/settimana.

Come indicazione di carattere generale si può definire pausa un cambiamento di attività in compiti che non richiedono in alcun modo un impegno visivo per vicino e che richiedano un cambiamento di postura.

La sorveglianza sanitaria dei lavoratori addetti all'uso di VDT è trattata dal DLgs.626/94 e successive modifiche ed integrazioni all'art. 55 Titolo VI (Uso di attrezzature munite di videoterminali). I lavoratori, prima di essere addetti, sono sottoposti ad una visita medica per evidenziare eventuali malformazioni strutturali e ad un esame degli occhi e della vista effettuati dal medico competente. Qualora l'esito della visita ne evidenzia la necessità, il lavoratore è sottoposto ad esami specialistici.

In base alle risultanze della visita (1) il lavoratore può essere giudicato:

- idoneo con o senza prescrizioni;
- non idoneo

La periodicità della visita di controllo, fatti salvi i casi particolari che richiedono una frequenza diversa stabilita dal medico competente, è biennale per i lavoratori classificati come idonei con prescrizione e per i lavoratori che abbiano compiuto il cinquantesimo anno di età. E' invece quinquennale negli altri casi.

Il lavoratore è sottoposto a controllo oftalmologico a sua richiesta, ogniqualvolta sospetti una sopravvenuta alterazione della funzione visiva, confermata dal medico competente oppure ogniqualvolta l'esito della visita medica ne evidenzia la necessità.

Per ulteriori approfondimenti sui contenuti della sorveglianza sanitaria e, in generale sul ruolo del medico competente per gli esposti ai VDT si rimanda alle “Linee guida tematiche per l'attività dei medici del lavoro – Videoterminali” pubblicate sugli Atti del 65° Congresso Nazionale della Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale.

Purtroppo la legislazione vigente considera il problema dell'affaticamento visivo solo a proposito degli addetti ai VDT mentre il rischio è certamente più diffuso (vedi Tabella 5.1).

Relativamente al ruolo del medico competente sulle situazioni di affaticamento visivo non legate all'uso dei VDT vanno riproposte le considerazioni già avanzate a proposito del microclima.

A stretti termini di legge, in presenza del solo rischio di affaticamento visivo (sempre se non legato all'uso dei VDT) il datore di lavoro non ha l'obbligo di nominare il medico competente.

Viceversa, qualora la contestuale presenza di altri rischi per i quali è prevista dalla legge una specifica sorveglianza sanitaria imponga al datore di lavoro di nominare il medico competente, questi non potrà esimersi dal considerare anche questo rischio tanto in fase di visita preventiva quanto di visita periodica.

Tabella 5.1: Elenco di alcune lavorazioni e dei relativi settori produttivi ad impegno visivo ravvicinato e protratto che non comportano l'uso di VDT (adattato da Piccoli B. et al., "Photometry in the workplace: rationale for a new method", Ann.Occup.Hyg., vol.48, 2004)

SETTORE PRODUTTIVO	TIPO DI LAVORAZIONE
<i>Metalmeccanica</i>	Meccanica di precisione, incisione, saldatura, montaggio e controllo di piccoli pezzi, modellatura, fresatura, pulitura, lucidatura, disegno al tecnigrafo
<i>Industria della ceramica</i>	Lavoro di decorazione, operazione di scelta
<i>Industria tessile</i>	Pettinatura della lana, filatura, stampa dei tessuti
<i>Industria dell'abbigliamento</i>	Produzione di pizzi e merletti, lavoro di cernita e rammendo, cucito
<i>Industria elettronica</i>	Assemblaggio e saldatura di microcomponenti, produzione e controllo di circuiti, controllo dei filamenti di tungsteno nelle industrie delle lampadine
<i>Industria orafa</i>	Lavoro al banco
<i>Orologiai</i>	Assemblaggio e riparazione di orologi
<i>Editoria e affini</i>	Lavoro di rilegatura, fotocomposizione, disegno di mappe
<i>Industria farmaceutica</i>	Controllo impurità
<i>Industria alimentare</i>	Controllo qualità
<i>Istituti di ricerca/Laboratori analisi</i>	Lavoro al microscopio
<i>Sanità</i>	Microchirurgia (vascolare, oculistica, ORL, odontoiatrica, ecc.)
<i>Arte</i>	Pittura, scultura, incisione, cesellatura
<i>Industria cinematografica</i>	Lavoro di montaggio e taglio di film
<i>Industria fotografica</i>	Analisi di fotogrammi

6. LA VALUTAZIONE DEI PROGETTI DI LUOGHI DI LAVORO

La valutazione preventiva degli insediamenti produttivi costituisce un'attività di fondamentale importanza per individuare, eliminare o limitare, fin dalla fase di progettazione e di avvio di nuovi impianti produttivi, le eventuali possibili fonti di rischio. Una preventiva e corretta valutazione dei rischi può infatti garantire che i luoghi di lavoro nascano già rispondenti ai migliori requisiti di igiene, sicurezza ed ergonomia del lavoro, consentendo risultati molto più efficaci a minor costi rispetto agli interventi su fabbriche già insediate.

La legge 833/78 istitutiva del Servizio Sanitario Nazionale, all'art. 20 sancisce la necessità di un parere igienico-sanitario all'interno dell'istruttoria per le concessioni edilizie di attività produttive.

L'art.48 del DPR 303/56 impone l'obbligo di notifica alla USL a chi intende costruire ampliare ed adattare un edificio od un locale per adibirlo a lavorazioni; la notifica deve contenere tutti gli elementi di valutazione necessari eventualmente integrabili su richiesta della USL che può prescrivere modifiche ai progetti al fine di perseguire il concetto di prevenzione.

Leggi regionali e regolamenti comunali recepiscono e regolamentano le leggi nazionali ulteriormente applicando il concetto di prevenzione e definendo percorsi autorizzatori per i Nuovi Insediamenti Produttivi (NIP) atti a garantire i livelli minimi di prevenzione nei luoghi di lavoro.

La valutazione dei NIP ha subito inoltre sostanziali modifiche procedurali ed amministrative con l'entrata in vigore delle nuove norme sulla semplificazione, le ultime delle quali con il DPR 447/98, come modificato dal DPR 440/00, che hanno istituito lo Sportello Unico per le Attività Produttive (SUAP).

L'attenzione dei cittadini verso i problemi di sicurezza e la complessità della normativa di igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro, rendono oggi la valutazione dei NIP un momento di forte attività preventiva.

Valutazione dei NIP significa valutazione delle conseguenze che un progetto potrebbe avere sulla sicurezza e sulla salute dei lavoratori che vi saranno impegnati, per questo spesso è necessaria una conoscenza di dettaglio, talvolta difficilmente standardizzabile, che proprio per questo deve disporre una base documentale sufficientemente esplicativa, eventualmente rinviando ad una successiva integrazione documentale le ulteriori informazioni necessarie.

Le considerazioni seguenti si propongono di dare un'indicazione sul percorso di valutazione e sulla documentazione necessaria con particolare riferimento a microclima, aerazione e illuminazione degli ambienti di lavoro, pur nella consapevolezza che una corretta valutazione è frutto della preparazione, dell'esperienza e della sensibilità delle persone che esprimono il loro parere in un preciso contesto geografico, economico e culturale.

6.1 METODOLOGIA E CRITERI DI VALUTAZIONE

L'atteggiamento con cui ci si deve porre nella valutazione di un progetto di insediamento produttivo potrebbe riassumersi in una semplice domanda: "quali

saranno le conseguenze sulla salute dei lavoratori, sull'ambiente, sulla salute o il semplice disturbo dei vicini, del progetto che deve essere valutato?".

Con questa premessa il primo passo della valutazione di un progetto è quello di cercare di evitare che si realizzino ambienti nei quali è oggettivamente impossibile lavorare in modo confortevole (es.: locali sotterranei).

Successivamente andranno individuati i soggetti che operano nei locali, definendone in particolare il numero (affollamento) e le attività (mansione/compito) ai fini della definizione dei requisiti e degli standard applicabili.

Per l'espressione del parere finale occorrerà poi analizzare le caratteristiche strutturali ed infrastrutturali del progetto e raffrontarle con le esigenze che l'esperienza indica in quel determinato contesto.

Con riferimento ai problemi microclimatici, di aerazione e di illuminazione, una sequenza indicativa per la valutazione dei progetti si ritiene debba considerare:

- a) l'individuazione dei soggetti che operano nei locali oggetto dell'intervento;
- b) l'individuazione delle attività svolte e dei processi produttivi;
- c) la definizione dei requisiti e degli standard di microclima/aerazione/illuminazione applicabili;
- d) l'analisi delle caratteristiche strutturali (degli involucri) del progetto;
- e) analisi delle caratteristiche impiantistiche del progetto;
- f) la valutazione della compatibilità delle caratteristiche strutturali ed impiantistiche con i requisiti e gli standard richiesti;

Infine, in determinate situazioni (rischio elevato, ambienti con esigenze specifiche...) può risultare utile definire particolari procedure di lavoro, dispositivi di protezione individuali o altre possibili azioni migliorative di prevenzione e protezione dai rischi.

Le informazioni necessarie per una corretta valutazione dei NIP in relazione agli aspetti del microclima, aerazione ed illuminazione non può ovviamente prescindere dalle informazioni di carattere generale che, nella maggioranza delle Regioni italiane sono raccolte in un modello a valenza regionale (di solito definita "Scheda NIP").

Tali informazioni riguardano tra l'altro:

- i dati identificativi dell'attività,
- informazioni di carattere generale relative alla struttura (orientamento dell'edificio, aperture, superfici, volumi, destinazioni d'uso)
- informazioni di carattere specifico relative alla attività (settore merceologico, lay-out)

Più in dettaglio, in un elenco che non intende essere esaustivo, si evidenziano le seguenti informazioni più specificamente rivolte agli aspetti di microclima, di aerazione ed illuminazione.

6.1.1 Aerazione, ventilazione e microclima

Vanno suddivisi i dati relativi alla struttura che caratterizzano l'aerazione ed il controllo del microclima su base naturale dai dati relativi all'impiantistica, vale a dire sul controllo artificiale degli stessi parametri.

Per quanto riguarda i dati relativi alla struttura le informazioni più rilevanti attengono a:

- ubicazione e orientamento dell'edificio;
- isolamento termico delle strutture di tamponamento;
- numero, dimensione, tipologia e collocazione delle superfici finestrate apribili e non;
- sistemi di schermatura dell'irraggiamento solare;
- numero, dimensioni, destinazione d'uso dei locali.

Per quanto riguarda i dati relativi all'impiantistica le informazioni più rilevanti attengono a:

- relazione tecnica descrittiva del funzionamento di ciascun impianto di ventilazione, termoventilazione, condizionamento o anche di impianti che comunque intervengano sulle variabili termoigrometriche (anche di solo riscaldamento e/o umidificazione) presenti (portate d'aria esterna immessa in totale e per locale, filtri, tipologia di umidificazione, parametri termoigrometrici garantiti, velocità dell'aria nelle posizioni occupate, eventuale ricircolo, presenza di locale per fumatori...)
- elaborati grafici dell'impianto con posizione delle prese d'aria esterna e di espulsione dell'aria viziata, bocchette di mandata e ripresa, canalizzazioni, ...

6.1.2 Illuminazione

Anche per questo aspetto conviene suddividere la trattazione dell'illuminazione naturale da quella artificiale e di sicurezza.

Per quanto riguarda i dati relativi alla struttura (e quindi all'illuminazione naturale) le informazioni più rilevanti sono ancora quelle indicate a riguardo dell'aerazione naturale con le seguenti specifiche:

- ombreggiature esterne all'edificio;
- caratteristiche di trasmissione luminosa del materiale utilizzato per le superfici finestrate comunque collocate;
- relazione tecnica che evidenzi il rispetto del fattore medio di luce diurna (FLD_m) nel caso non sia garantita la soluzione conforme legata al rapporto illuminante (RI).

Per quanto riguarda i dati relativi all'illuminazione artificiale e di sicurezza le informazioni più rilevanti attengono a:

- tipologia e caratteristiche delle sorgenti luminose e degli apparecchi illuminanti e dei loro diffusori;
- relazione tecnica che evidenzi i livelli di illuminamento minimi garantiti per ciascuna area dell'azienda e per ciascun compito visivo ed i livelli di illuminazione di sicurezza sulle vie e percorsi di fuga e sulle rimanenti aree dei locali;
- relazione tecnica che, per i compiti visivi più impegnativi (es.: $\bar{E}_m \geq 500 \text{ lx}$ o $UGR_L \leq 20$) o in assenza di illuminamento naturale (nei casi ammessi) individui per ciascun compito visivo il livello di illuminamento (\bar{E}_m); l'indice unificato

abbagliamento (UGR_L), l'indice di resa cromatica (R_a), l'uniformità di illuminamento e la temperatura di colore;

- In caso di presenza di postazioni di lavoro con videotermini, una dichiarazione sul rispetto delle regole di progettazione secondo il D.Lgs 626/94, il DM 02/02/00 e la norma UNI 9241-6:2001, in particolare per la tipologia adeguata di classe dello schermo (tipo I, II o III), la possibilità di schermare l'illuminazione naturale, la non presenza di sorgenti abbaglianti nei 60° sulla linea di visione orizzontale, l'assenza di riflessi sul video.

Allegati

Allegato 1 PRINCIPALI INQUINANTI INDOOR

Gli inquinanti indoor presenti negli ambienti confinati non industriali sono molto numerosi e possono essere suddivisi in tre categorie: chimici, microbiologici e fisici. Di seguito si riporta un elenco indicativo e non esaustivo di inquinanti indoor, con le loro principali caratteristiche e con l'indicazione delle patologie che possono provocare.

I TLV riportati sono quelli proposti dall'ACGIH nel 2004.

a) Amianto (asbesto) e Fibre minerali sintetiche

Amianto - CAS: 1332-21-4

Con la Legge 257/92 l'Italia ha dichiarato fuori legge l'amianto che non può essere più estratto né utilizzato per produrre manufatti. L'esposizione a fibre di amianto all'interno degli edifici può comunque verificarsi a causa del deterioramento dei materiali costitutivi, vibrazioni, infiltrazioni d'acqua, variazioni di umidità o per scorretti interventi di manutenzione: il DM 06/09/94 stabilisce le modalità di intervento sui manufatti e sulle opere contenenti amianto.

L'esposizione a fibre di amianto produce un aumentato rischio di patologie polmonari come pneumoconiosi, cancro del polmone e mesotelioma. Il rischio di ammalarsi di tumore polmonare è correlato alle dosi di asbesto inalate vi è un effetto sinergico con l'esposizione a fumo di sigaretta; per quanto riguarda il mesotelioma, non vi è relazione con il fumo di sigaretta e vi è evidenza di casi di tumore anche per dosi molto basse di asbesto. La IARC classifica l'amianto nel gruppo 1, cioè nel gruppo di sostanze per le quali vi è evidenza sufficiente di cancerogenicità nell'uomo.

L'esposizione ad amianto può condurre a fibrosi polmonare, asbestosi, che è nella massima parte dei casi una malattia professionale, ma sempre più spesso vengono segnalati casi (di norma di grado "lieve" o "minimo", spesso venuti ad osservazione incidentale in quanto associati a neoplasie correlabili all'amianto) in soggetti non professionalmente esposti ad amianto ma conviventi di soggetti professionalmente esposti e/o residenti in zone ad intenso inquinamento ambientale da amianto.

Valori limite proposti dall'ACGIH:

- TLV-TWA: 0,1 fibre/cm³

La legislazione italiana (DLgs.277/91 e successive modifiche) fissa il limite di 0,6 fibre/cm³ per il crisotilo e di 0,2 fibre/cm³ per le altre varietà di amianto (sia isolate sia in miscela, ivi comprese le miscele contenenti crisotilo)

Fibre minerali sintetiche - CAS: non caratterizzabile

Sono fibre minerali prodotte artificialmente che nel tempo hanno sostituito le fibre di amianto in numerose applicazioni. Le fibre minerali artificiali presenti nell'inquinamento indoor provengono prevalentemente dai materiali isolanti dei controsoffitti e delle tramezze, dagli impianti di ventilazione e condizionamento dell'aria.

Le valutazioni tossicologiche sono ancora in corso: è confermata la possibilità di insorgenza di rinite, faringite, bronchite acuta e dermatite irritativa in operatori che manipolano le fibre di vetro, di lana di vetro e/o lana di roccia. Le caratteristiche dimensionali e la biopersistenza delle fibre sono i fattori più importanti per lo sviluppo di malattie a carico dei polmoni: le fibre respirabili (diametro < 3 µm, rapporto lunghezza/diametro > 3) e quelle più durevoli sono le più pericolose. Alla luce delle evidenze attualmente disponibili, queste fibre minerali sono risultate caratterizzate da una minore attività biologica rispetto all'asbesto, tanto per gli effetti fibrotici quanto per quelli neoplastici.

Lana di vetro, lana di roccia, lana di scoria e fibre ceramiche sono, secondo l'OMS, "agenti potenzialmente cancerogeni per l'uomo", allocati nella categoria "2B" secondo i criteri stabiliti dalla IARC. Nella UE, per la "lana di roccia/scoria, produzione" è prevista l'etichettatura di pericolosità quale "T; R49" (tossico, cancerogeno per inalazione), mentre per la "lana di vetro, produzione" è prevista etichettatura di pericolosità quale "Xn; R40" (nocivo, possibilità di effetti irreversibili). L'ACGIH ha classificato le fibre ceramiche nel gruppo A2, le fibre di lana di roccia, quelle di lana di scoria, di lana di vetro e di vetro per scopi speciali in A3, mentre le fibre di vetro e filamento continuo in A4.

Questi prodotti sono considerati irritanti in base ad un effetto di sfregamento sulla cute. Nell'ambito della normativa nazionale si ricorda il DM 01/09/98 ed il DM di rettifica 02/02/99 riguardanti la classificazione, l'imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose e la definizione dei criteri per la classificazione e l'etichettatura delle fibre artificiali vetrose (lane minerali, fibre ceramiche refrattarie)

Valori limite proposti dall'ACGIH:

- TLV-TWA per fibre ceramiche 0,2 fibre/cm³
- TLV-TWA per fibre di lana di roccia, fibre di lana di vetro, fibre di lana di scoria e fibre di vetro per scopi speciali: 1 fibre/cm³
- TLV-TWA per fibre di vetro a filamento continuo: 5 mg/m³ (frazione inalabile) e 1 fibra/cm³ (frazione respirabile)

b) Anidride carbonica o biossido di carbonio (CO₂)

CAS: 124-38-09

Gas incolore, inodore, insapore, derivato dalla combustione completa del Carbonio compresi i processi metabolici.

Alla normale concentrazione atmosferica (380 ppm) non è tossica per l'uomo.

Quando la concentrazione del CO₂ nell'aria supera i 10.000 ppm è stata accertata una diminuzione delle funzioni mentali e quando supera i 20.000 ppm iniziano a comparire gli effetti sul corpo umano: a seconda della concentrazione la CO₂ può agire come potente stimolante respiratorio, come narcotico con azione depressiva sul Sistema Nervoso Centrale o come asfissiante.

Valori limite proposti dall'ACGIH per la CO₂:

- TLV-TWA: 5.000 ppm; 9.000 mg/m³
- TLV-STEL: 30.000 ppm; 54.000 mg/m³

c) Antiparassitari

CAS: non caratterizzabile

Utilizzati all'interno degli edifici per eliminare zanzare, mosche, ecc... possono penetrare dall'esterno, attraverso soluzioni di continuità e fessure presenti nelle fondazioni e negli scantinati. I pesticidi che più comunemente si riscontrano negli ambienti indoor negli Stati Uniti sono: clordano, fenclor, clorpirifos, malathion, dimpylate e quelli usati per il trattamento antimuffa del legno: una rilevante esposizione cronica ad antiparassitari (in particolare pentaclorofenolo) è stata infatti documentata in soggetti che abitano ambienti ove vi è presenza di superfici di legno trattate, che rilasciano lentamente e per anni tali composti nell'aria ambientale. Questi composti, tossici per definizione, esercitano i loro effetti principalmente sul sistema nervoso, sul fegato e sull'apparato riproduttore ed alcuni fungono anche da sensibilizzanti allergici e comunque l'informazione circa l'esposizione dell'uomo ai pesticidi in ambienti confinati è frammentaria. L'ACGIH propone TLV-TWA per i vari, singoli pesticidi.

d) Composti organici volatili (COV o VOC)

CAS: non caratterizzabile

È una famiglia di molecole organiche (carbonio ed idrogeno), prevalentemente idrocarburi aromatici e clorurati, alcani, terpeni, aldeidi. Importanti fonti di inquinamento sono rappresentate dal fumo di sigaretta, stampanti, fotocopiatrici, materiali di costruzione ed arredi; negli ambienti indoor le concentrazioni maggiori sono state rilevate in locali con recente installazione degli arredi. Un'errata collocazione delle prese d'aria (prossimità di aree ad elevato inquinamento) possono determinare un'importante penetrazione di COV dall'esterno.

Molti COV presi singolarmente provocano definiti effetti acuti e cronici (irritazione delle mucose, effetti neurocomportamentali, sensoriali, neurotossici ed epatotossici), alcuni sono cancerogeni.

Non sono definiti valori limite per i COV come tali.

e) Formaldeide (o Aldeide formica: HCHO)

CAS: 50-00-0

Gas incolore, composto organico volatile che oltre ad essere un prodotto della combustione (il fumo di tabacco ne costituisce la sorgente principale) è anche emesso da alcune resine usate per l'isolamento o utilizzate per la produzione del truciolato, compensato di legno, tappezzerie, moquette ed altri materiali per l'arredamento. Negli ambienti indoor le concentrazioni maggiori sono state rilevate in case prefabbricate o in locali con recente posa di mobili in truciolato o moquette.

La formaldeide ha una soglia olfattiva molto bassa, a concentrazioni di circa 0,1 ppm viene percepita come odore pungente. L'esposizione acuta può essere causa di una sintomatologia (SIMEC) caratterizzata da irritazione delle mucose dell'estremità encefalica; sono poco conosciuti gli effetti dell'esposizione cronica a basse dosi. È cancerogeno per l'uomo (gruppo A2 dell'ACGIH)

Le principali misure preventive e protettive da adottare per esercitare un controllo delle emissioni sono quelle di pretrattare, mediante essiccamento e/o

insufflazione di aria calda, i materiali “inquinanti”, coprire i pannelli con apposite vernici, depurare l’aria mediante assorbitori a palline di ossido di alluminio impregnati con permanganato di potassio, condensare le particelle di formaldeide per raffreddamento, agire sulle condizioni microclimatiche in quanto lo sviluppo ed il rilascio dipendono dalla temperatura, umidità e ventilazione dei locali.

Valori limite proposti dall’ACGIH per la formaldeide:

- TLV-Ceiling: 0,3 ppm; 0,37 mg/m³

f) Fumo di tabacco ambientale (ETS: Environmental Tobacco Smoke)

CAS: non caratterizzabile

Il fumo di tabacco ambientale, detto anche fumo passivo, è una miscela di fumo esalato da parte del fumatore (tertiary smoke) e di fumo secondario (side-stream smoke) prodotto dalla combustione spontanea della sigaretta.

Il fumo attivo è un fattore di rischio indiscusso per il tumore del polmone nell’essere umano. La IARC che classifica anche il fumo passivo come sostanza cancerogena di gruppo I, conferma che il rischio di cancro del polmone aumenta altresì per coloro che non fumano ma vivono accanto a fumatori: il fumo passivo è stato valutato anche come fattore causale del cancro naso-sinusale. I cancerogeni presenti nel fumo passivo comprendono il benzene, l’1,3-butadiene, il benzo[a]pirene. Sempre secondo la IARC l’esposizione dei non fumatori a fumo passivo sul posto di lavoro comporta un aumento nel rischio di cancro del polmone del 16-19%. L’esposizione ad ETS causa inoltre sintomatologia irritativa a carico di congiuntive e vie aeree, cefalea, riduzione della capacità decisionale, di concentrazione e vigilanza, può determinare alterazione dei test di funzionalità respiratoria e dati epidemiologici indicano anche un aumento di malattie cardiovascolari e gravi effetti su persone allergiche o che soffrono di patologie respiratorie.

L’intervento più pratico per ridurre la concentrazione di ETS negli ambienti confinati, oltre al divieto di fumo, è l’isolamento dei fumatori. La normativa vigente (Legge 306/2003 e DPCM 23/12/2003) prevede che i locali per i fumatori siano dotati di mezzi meccanici di ventilazione forzata tali da garantire una portata d’aria di ricambio supplementare esterna o immessa per trasferimento da altri ambienti limitrofi dove è vietato fumare: l’aria di ricambio supplementare deve essere adeguatamente filtrata e la portata di aria supplementare minima da assicurare è pari a 30 l/s per ogni persona che può essere ospitata nei locali in conformità della normativa vigente, sulla base di un indice di affollamento pari allo 0,7 persone/m².

L’approccio che viene comunemente utilizzato per stimare l’esposizione a fumo passivo consiste nel misurare uno o più costituenti per inferire successivamente sulla concentrazione degli altri costituenti non misurati o per quantizzare i livelli del fumo passivo stesso: la nicotina è la sostanza più frequentemente utilizzata come marker in quanto molto specifica e abbondante e non presente in assenza di fumo.

L’ACGIH non definisce valori limite.

La cotinina urinaria (ma anche ematica e nella saliva) è considerata un buon indicatore biologico di esposizione ad ETS.

Un promettente marker di esposizione a lungo termine è la nicotina nei capelli e nelle unghie.

g) Ossido di azoto (NO) e Biossido di azoto (NO₂)

CAS: 10102-43-9 E 10102-44-0

L'ossido di azoto si genera dalla reazione di N₂ e O₂ ad elevate temperature (> 1210°C) e per ossidazione forma il biossido d'azoto. Le principali fonti indoor di ossidi d'azoto sono costituite dai fumi di tabacco, stufe a gas prive di scarico esterno (i valori più elevati si rilevano nelle cucine).

A basse concentrazioni l'ossido di azoto non viene percepito, a concentrazioni superiori a 1 ÷ 3 ppm viene avvertito come odore pungente, a concentrazioni di 13 ppm causa irritazioni delle mucose degli occhi e del naso, a concentrazioni di 100 ppm conduce ad edema polmonare fino al decesso.

I dati di letteratura scientifica, riguardanti il rapporto tra esposizione a NO₂ indoor e malattie respiratorie sono più controversi. Gli effetti conseguenti all'esposizione a concentrazioni normalmente presenti negli ambienti studiati sono poco evidenziati: l'esposizione a piccole concentrazioni di NO₂ (1 ÷ 2,5 ppm) diminuisce la funzione respiratoria dei bambini e probabilmente anche quella degli adulti ed inoltre alcuni dati epidemiologici sembrano indicare un effetto interattivo con altri inquinanti con relativo effetto immunodepressivo. L'esposizione a concentrazione di NO₂ fra 0,07 e 0,27 ppm può condurre a turbe della visione crepuscolare.

Valori limite proposti dall'ACGIH per l'ossido di azoto:

- TLV-TWA: 25 ppm; 31 mg/m³
- IBE: 1,5 % metaemoglobina nel sangue (durante o fine turno lavorativo)

Valori limite proposti dall'ACGIH per il biossido di azoto:

- TLV-TWA: 3 ppm; 5,6 mg/m³
- TLV-STEL: 5 ppm; 9,4 mg/m³

h) Ossido di carbonio (CO)

CAS: 630-08-0

Gas incolore, inodore, insapore, derivato dalla combustione incompleta del Carbonio e dunque i suoi livelli sono strettamente influenzati dalla presenza di processi di combustione (sistemi di riscaldamento e cottura, fumo di tabacco, ecc...). Il CO ha una affinità per l'emoglobina 210 volte superiore a quella dell'O₂: ciò determina la formazione della carbossiemoglobina che ostacola la captazione ed il trasporto dell'O₂ nel corpo umano.

Il CO possiede un ampio spettro di effetti a seconda delle concentrazioni; il riconoscimento di tali effetti, strettamente correlati alla quantità di carbossiemoglobina che si forma, è piuttosto difficile per l'aspecificità dei sintomi e per la lunga latenza della risposta. I soggetti affetti da disturbi cardiovascolari, broncopneumotici cronici, anemici, ipertiroidei, donne in gravidanza, bambini ed anziani possono presentare disturbi (cefalea, riduzione della capacità lavorativa, ecc..) anche a concentrazioni di 10 ÷ 20 ppm; esposizioni fino a concentrazioni di 25 ppm sono in grado di determinare effetti a livello cardiaco quali tachicardia ed aumento della frequenza di crisi anginose, a concentrazioni superiori a 25 ppm determina esacerbazione delle crisi cardiache,

perdita di coscienza fino al decesso per inibizione dei centri cardio-respiratori bulbari.

Le principali misure preventive e protettive da adottare per evitare eccessive concentrazioni di CO, consistono nell'aerazione dei locali in cui sono presenti apparecchi di combustione a fiamma libera e la sistematica loro manutenzione, pulizia e controllo, applicazione di ventilazione supplementare in caso di prevedibili massicce emissioni di CO (anche per brevi periodi di tempo).

Valori limite proposti dall'ACGIH per il CO:

- TLV-TWA: 25 ppm; 29 mg/m³
- IBE: 3,5 % di carbossiemoglobina; 20 ppm di CO nell'aria di fine espirazione

i) Ozono (O₃)

CAS: 10028-15-6

La maggior parte dell'ozono che si ritrova negli ambienti confinati deriva dall'esterno; una quantità significativa può essere generata da strumenti elettrici ad alto voltaggio (stampanti laser, fax, motori elettrici). Le concentrazioni di ozono, avendo un tempo di dimezzamento inferiore ai 30 minuti, in assenza di emissioni, decadono velocemente.

L'esposizione, anche per breve tempo, a concentrazioni superiori a 4 ppm, può ridurre l'efficacia del sistema immunitario, l'esposizione prolungata a bassi livelli (0,08 ÷ 1 ppm) può provocare irritazione agli occhi ed alle vie respiratorie ed aumentare la reattività bronchiale.

Valori limite proposti dall'ACGIH per l'ozono:

- TLV: 0,20 ppm; 0,40 mg/m³ se le esposizioni non si protraggono oltre le 2 ore
- TLV-TWA: 0,10 ppm; 0,20 mg/m³ se si effettuano lavori leggeri
- TLV-TWA: 0,08 ppm; 0,16 mg/m³ se si effettuano lavori moderati
- TLV-TWA: 0,05 ppm; 0,10 mg/m³ se si effettuano lavori pesanti

l) Particolato inalabile (PNOC)

CAS: non caratterizzabile

È principalmente prodotto dal fumo di sigaretta e dalle fonti di combustione e dalle attività degli occupanti: la composizione del particolato di combustione varia con il tipo di combustibile e con le condizioni in cui avviene la combustione. Sulla base della dimensione aerodinamica delle particelle, nell'ambito del particolato inalabile si identifica una frazione respirabile dotata di maggiore capacità a penetrare nell'apparato respiratorio e quindi potenzialmente più pericolosa.

Il particolato inalabile può condurre ad irritazione delle mucose respiratorie ed oculari. Ad elevate concentrazioni è stato associato con una condizione occasionalmente fatale denominata "proteinosi alveolare" e a concentrazioni inferiori può inibire la "clearance" di particelle tossiche dei polmoni riducendo la mobilità dei macrofagi alveolari. A concentrazioni di 300 µg/m³ può determinare, da solo o in sinergismo con SO₂ ed altri gas di combustione, diminuzione della funzione respiratoria. Il cancro è l'effetto più grave di quelli

associati con l'esposizione a particolato di combustione: le particelle possono svolgere un ruolo additivo o sinergico nella cancerogenesi prodotta dai composti (IPA, fuliggine) adsorbiti su di esse.

L'intervento più pratico per ridurre la concentrazione di particolato inalabile negli ambienti è l'aerazione con l'attenzione alla provenienza dell'aria di rinnovo.

Sui valori limite delle particelle insolubili o scarsamente solubili non altrimenti classificate (PNOC) l'ACGIH propone uno specifico approfondimento che recita:

“E' obiettivo dell'ACGIH raccomandare TLV per tutte le sostanze per le quali vi è evidenza di effetti sulla salute in relazione alle concentrazioni rilevate nell'aria del luogo di lavoro. Quando sussiste una sufficiente evidenza per una particolare sostanza viene fissato un valore TLV. Quindi, per definizione, le sostanze cui associare questa raccomandazione, sono quelle per le quali esistono soltanto limitati dati. La raccomandazione alla fine di questa appendice è fornita quale linea guida piuttosto che quale TLV poiché non risulta possibile raggiungere l'adeguato livello standard di conoscenze utili a fissare il TLV. In più, il TLV per PNOC e quelli fissati precedentemente per tale argomento sono stati male utilizzati nel passato e applicati a qualsivoglia particella non reperibile negli elenchi piuttosto che a quelle particelle che osservavano i criteri sotto precisati. Le raccomandazioni in questa appendice si applicano a particelle che:

- non hanno TLV applicabile;
- sono insolubili o scarsamente solubili in acqua (o preferibilmente in liquido polmonare se i dati sono disponibili) e
- hanno bassa tossicità (cioè non sono citotossiche, genotossiche, o altrimenti chimicamente reattive con il tessuto polmonare e non emettono radiazioni ionizzanti, non sono fonte di immuno sensibilizzazione o non causano effetti tossici differenti dall'infiammazione o dal meccanismo di “sovraccarico polmonare”).

L'ACGIH ritiene che anche se biologicamente inerti o scarsamente solubili o insolubili le particelle possano esplicare effetti avversi e raccomanda che le concentrazioni aerodisperse siano mantenute al di sotto di 3 mg/m³ per le particelle respirabili e di 10 mg/m³ per le particelle inalabili, fino a che uno specifico TLV sia fissato per quella particolare sostanza.”

m) Inquinanti microbiologici

CAS: non caratterizzabile

Gli inquinanti microbiologici sono rappresentati da particelle organiche aerodisperse costituite da microrganismi, virus, batteri, pollini, spore, acari ed altro materiale biologico da essi derivato. Negli ambienti indoor, le principali fonti di inquinamento microbiologico sono gli occupanti (es.: desquamazione epidermica, emissione di batteri saprofiti o agenti infettanti nel corso di malattie delle prime vie aeree, ecc...), le strutture ed i servizi degli edifici (es.: acqua ferma, piante, rifiuti, umidificatori e condizionatori di aria, ecc...). Ubiquitari in

natura, possono subire modifiche in conseguenza dell'attività umana; la presenza di vapor d'acqua in elevata misura ne aumenta la crescita e la diffusione.

Le patologie causate da tali agenti sono frequentemente lievi, che comunque possono interferire sia con la vita di relazione sia con la capacità lavorativa, ma anche, se pur raramente, letali. L'episodio epidemico più famoso è quello della legionellosi verificatosi in un Hotel di Philadelphia nel 1976 fra i partecipanti di un convegno di ex combattenti del Vietnam (detti anche legionari); il batterio responsabile, la legionella pneumophila, è un patogeno a localizzazione intracellulare, responsabile di manifestazioni prevalentemente polmonari (polmonite acuta). Seguono poi una serie di effetti di tipo allergico (dovuti alla presenza di allergeni) e di effetti tossici diretti: alcune muffe producono micotossine che possono causare anche a modeste concentrazioni, lesioni gastrointestinali, depressione dell'emopoiesi ed effetto immunodepressivo.

L'intervento più pratico per ridurre il rischio di danni alla salute si riduce con una accurata manutenzione degli impianti di condizionamento dell'aria, controllo dell'umidità, adeguata ventilazione, buona distribuzione dell'aria e depuratori dell'aria ad alta efficienza per la rimozione degli inquinanti.

Tra i contaminanti ambientali di interesse emergente, un ruolo sempre più importante assumono gli allergeni indoor causa di patologia asmatica: i principali allergeni all'interno degli edifici sono dovuti solitamente agli acari, agli animali domestici ed a microrganismi come funghi e batteri. Gli allergeni prodotti dagli animali domestici sono presenti nei peli, nella forfora, ma anche nella saliva e nell'urina e sono facilmente trasportabili dalle persone (tramite gli indumenti), diffondendosi anche in ambienti in cui solitamente non ci sono animali.

L'indicatore per valutare la contaminazione da inquinanti microbiologici (batteri e funghi) negli ambienti indoor è il Colony forming units (CFU).

L'ACGIH ha prodotto delle Linee guida per il riconoscimento, la valutazione ed il controllo degli inquinanti microbiologici "indoor", ma non esprimono TLV con i quali confrontare i risultati delle misure di concentrazione della maggior parte dei materiali di origine biologica.

Si rammenta inoltre che il Titolo VIII del D.Lgs 626/94 norma tutte le attività lavorative nelle quali vi è rischio di esposizione ad agenti biologici.

n) Radon (²²²Rn)

Gas radioattivo classificato, insieme ai suoi prodotti di decadimento, come agente cancerogeno di gruppo 1 dallo IARC. Chimicamente inerte e inodore è il primo prodotto di decadimento del ²²⁶Ra ed ha una emivita di 3,82 giorni e a sua volta da origine ad una serie di prodotti di decadimento a vita breve o media che, aderendo alle particelle di polvere ed alle superfici dell'ambiente, possono essere veicolate nel polmone. Esso è diffuso nella crosta terrestre a concentrazioni molto variabili; la concentrazione negli edifici varia con le caratteristiche geologiche del terreno e con quelle dei materiali di costruzione: all'interno degli ambienti confinati tende a concentrarsi mentre all'esterno, per l'effetto diluente dell'aria atmosferica, le concentrazioni sono molto basse. I prodotti di decadimento del ²²²Rn, depositandosi in parte sul pulviscolo presente nell'aria, possono essere veicolati nel polmone: il principale rischio per la salute

conseguente all'esposizione a radon è quindi lo sviluppo del tumore al polmone: l'aria inalata contiene sia il radon che i suoi prodotti di decadimento e sono proprio questi ultimi che, essendo particelle solide, si attaccano alle pareti interne dell'apparato respiratorio e decadendo emettono radiazioni che producono danno cellulare e genetico a livello delle cellule broncopolmonari. Il rischio di contrarre il tumore al polmone è proporzionale alla concentrazione ed al tempo di esposizione. Nella valutazione degli effetti sulla salute è poi molto importante tenere in considerazione l'effetto del fumo di tabacco, sinergico sull'induzione del tumore polmonare. La NAS (National Academy of Sciences, degli Stati Uniti) ha confermato che il radon rappresenta, dopo il fumo, la seconda causa di morte per tumore polmonare

Gli interventi più pratici per ridurre le concentrazioni di radon negli ambienti confinati sono quelli di aumentare la ventilazione, mantenere in pressurizzazione il seminterrato, ventilando all'esterno l'aria e chiudendone le fessure e creare una pressione negativa all'esterno del seminterrato, sigillandolo rispetto ai piani superiori. L'indicatore per valutare l'inquinamento da radon negli ambienti indoor è rappresentato dalle alfa-emissioni

I DLgs.241/00 e 257/01, che modificano il DLgs.230/95, rappresentano i riferimenti normativi per la materia: il livello d'azione (con obbligo di azioni specifiche, oltre alla misurazione) è fissato a 500 Bq/m³ per la concentrazione di attività di radon in aria media in un anno nei luoghi di lavoro interrati, semi-interrati o in zone specifiche (*prone areas* cioè zone ad alto rischio radon, che ogni regione deve individuare).

Il Coordinamento Tecnico delle Regioni e Province autonome per la sicurezza nei luoghi di lavoro ha elaborato una specifica linea guida per precisare criteri e metodi per le misure delle concentrazioni di radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei.

Allegato 2 BIBLIOGRAFIA & SITI WEB

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- AA.VV., “Linee guida per la definizione degli standard di sicurezza e di igiene ambientale dei reparti operatori”, ISPESL Ed., Roma 1999;
- AA.VV., “Qualità degli ambienti confinati non industriali (indoor): valutazione del rischio, prevenzione, sorveglianza sanitaria”, Giornale Italiano Medicina del Lavoro e Ergonomia 2004; 26:4, 345-428, PI-ME Ed., Pavia 2004;
- AA.VV., “Valori limite di soglia – Indici biologici di esposizione – ACGIH 2004”, traduzione AIDII, Indicialia Ed., Milano 2005;
- Atti del 41° Congresso della Società Italiana di Medicina del Lavoro ed Igiene Industriale, SIMLII Ed., S. Margherita Ligure (GE) 1978;
- Atti del 53° Congresso Nazionale della Società Italiana di Medicina del Lavoro ed Igiene Industriale, a cura di Foà V. e Grieco A., SIMLII Ed., Stresa (VB) 1990;
- Atti del 65° Congresso Nazionale della Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene industriale, a cura di Germanò D., SIMLII Ed., Messina 2002;
- Atti del Convegno “Edilizia e Ambiente”, a cura di Peretti A., Simonetti P., Trento Ambiente Ed., Padova 1998
- Atti del Convegno “dBA’98 – Dal Rumore ai Rischi fisici”, a cura di Nicolini O., Lazzaretti G., Nataletti P., Peretti A., ASL di Modena Ed., Modena 1998;
- Atti del Convegno “DPI 2000 – Il ruolo dei Dispositivi di Protezione Individuali nell’ambito della Prevenzione”, a cura di Govoni C., Nicolini O., Poletti R., ASL di Modena Ed., Modena 2000;
- Atti del Convegno “NIP2001 – Nuovi insediamenti produttivi. Requisiti e standard prestazionali degli edifici destinati a luoghi di lavoro”, a cura di Nicolini O., Peretti A., De Pasquale F., ASL di Modena Ed., Modena 2001;
- Atti del Convegno “dBA 2002– Rumore, vibrazioni, microclima, illuminazione, onde elettromagnetiche”, a cura di Nicolini O., Nataletti P., Peretti A., Ferrari D., ASL di Modena Ed., Modena 2002;
- Atti del Convegno “dBAincontri2004 – Microclima. Valutazione, prevenzione e protezione dai rischi e confort nei luoghi di lavoro”, a cura di Nicolini O., del Gaudio M., Peretti A., ASL di Modena Ed., Modena 2004;
- Aghemo C., Azzolino C., “Illuminazione naturale: metodi ed esempi di calcolo”, Celid Ed., Torino 1995;
- Alberti M., Marchet G., Calabrese A., “L’ambiente fisico, termico, luminoso, sonoro, chimico”, LSI Ed., Settala Premenugo (MI) 1997;
- Apostoli P., Bergamaschi A., Muzi G., Piccoli B., Romano C., “Funzione visiva ed idoneità al lavoro”, Folia Medica, vol.69, n.1, Ricerca Medica Ed., Napoli 1998;
- Casula D., “Medicina del Lavoro”, Monduzzi Ed., Bologna 1993;
- D’Ambrosio F.R., Raffellini G., “I “vizi” dell’aria”, Condizionamento dell’Aria, Riscaldamento, Refrigerazione, XI, 66-72, ReedBusiness Information 2003

- Grieco A., Piccoli B., *“Visione e lavoro”*, La medicina del lavoro, vol.73, n.5, Mattioli Ed., Fidenza (PR) 1982;
- Grosso M., *“Il raffrescamento passivo degli edifici”*, Maggioli Ed., Rimini 1997;
- Foà V., Ambrosi L., *“Medicina del Lavoro”*, UTET Ed., Torino 2003;
- Forcolini G., *“Illuminazione di interni”*, Ulrico Hoepli Ed., Milano 1992;
- Melino C., Carlesi G., Jacovili I., *“Lineamenti di igiene del lavoro”*, Società Editrice Universo, Roma 2004
- Nicolini O., Grimandi S., Martinelli G., Ricchi F., *“Riscaldamento, condizionamento e ventilazione. Ricognizione ed analisi delle normative sulle prestazioni degli impianti in ambienti di lavoro”*, Provincia di Modena Ed., Modena 1992;
- Papalia F., Schiavon L., *“Illuminotecnica. Elementi essenziali”*, Zerbetto Ed., Padova 1990;
- Ruggeri R., *“Ergotecnica. Illuminazione degli ambienti di lavoro”*, Politecnico di Milano Ed., Milano 1979;
- Serra M., Calderaro V., *“Fondamenti di fotometria e tecnica di illuminazione”*, ESA Ed., Roma 1978;
- Torricelli M.C., Sala M., Secchi S., *“Daylight. La luce del giorno. Tecnologie e strumenti per la progettazione”*, Alinea Ed., Firenze 1995;

SITI WEB

- www.acgih.org (ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists)
- www.aicarr.it (AICARR – Associazione Italiana Condizionamento dell’Aria, Riscaldamento, Refrigerazione)
- www.aivc.org (AIVC – Air Infiltration and Ventilation Centre)
- www.amblav.it (Associazione Ambiente e Lavoro)
- www.ashrae.org (ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers)
- www.cenorm.be/CENORM/BusinessDomains/TechnicalCommitteesWorkshops/CENormTechnicalCommittees/CENormTechnicalCommittees.asp?param=6138&title=CEN%2FTFC+156 (CEN TC 156 – Ventilation for Buildings)
- www.cie.co.at/cie/home.html (CIE - Commission Internationale de l’Eclairage)
- www.eat.lth.se/Forskning/Termisk/ Termisk_HP/Klimatfiler/IREQ2002alfa.htm
- (per il calcolo on-line dello stress termico in ambienti severi freddi)

- www.epa.gov/iaq/ (EPA – Environmental Protection Agency – Indoor Air Quality)
- www.halls.md/body-surface-area/bsa.htm (per il calcolo on-line di A_{DU})
- www.iso.ch (ISO – International Organization for Standardization)
- www.ispesl.it (ISPESL – Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro)
- www.md.ucl.ac.be/hytr/new/Download/downloadEn.htm (per scaricare il software che consente il calcolo degli indici sintetici di stress e strain termico in ambienti severi caldi)
- www.md.ucl.ac.be/hytr/new/Download/iso7933n.txt (per visionare il codice di calcolo del software PHS)
- www.msc-smc.ec.gc.ca/cd/brochures/humidex_table_e.cfm (Indice Humidex)
- www.squ1.com/site.html/ (per scaricare il software che consente il calcolo dell'indice di confort PMV)
- www.uni.com (UNI – Ente nazionale italiano di unificazione)
- http://architettura.supereva.it/notes/ns_nazionale/ (Normativa nazionale fino al 1996)
- <http://eetd.lbl.gov/btd/tools/superlite/superlite2.htm> (per scaricare il software che consente il calcolo del fattore medio di luce diurna FLD_m)

Allegato 3 LEGISLAZIONE E NORMATIVA TECNICA

LEGISLAZIONE NAZIONALE

- **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 luglio 1939:** “Istruzioni per le costruzioni ospedaliere”;
- **Decreto del Presidente della Repubblica 19 marzo 1956, n.303:** “Norme generali per l’igiene del lavoro”;
- **Decreto del Presidente della Repubblica 20 marzo 1956, n.322:** “Norme per la prevenzione degli infortuni e l’igiene del lavoro nell’industria della cinematografia e della televisione”;
- **Circolare Ministeriale 22 maggio 1967 n.3151:** “Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, idrometriche, di ventilazione e di illuminazione nelle costruzioni edilizie”;
- **Circolare Ministeriale 22 novembre 1974 n.13011:** ”Requisiti fisico tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere, proprietà termiche, idrometriche, di ventilazione e di illuminazione” ;
- **Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975:** “Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”;
- **Decreto Ministeriale 5 agosto 1977:** “Determinazione dei requisiti tecnici sulle case di cura private”;
- **Legge 23 dicembre 1978 n.833:** “Istituzione del servizio sanitario nazionale”;
- **Decreto Ministeriale 23 novembre 1982:** “Direttive per il contenimento del consumo di energia relativo alla termoventilazione ed alla climatizzazione di edifici industriali ed artigianali”;
- **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 giugno 1986:** “Atto di indirizzo e coordinamento dell’attività amministrativa delle Regioni in materia di requisiti delle case di cura private”;
- **Legge 5 marzo 1990 n.46:** “Norme per la sicurezza degli impianti”;
- **Decreto Ministeriale 16 giugno 1990:** “Classificazione delle case di cura convenzionate nelle fasce funzionali A, B, C”;
- **Legge 9 gennaio 1991 n.10:** “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”;
- **Decreto Ministeriale 20 maggio 1992, n.569:** “Regolamento contenente norme di sicurezza antincendio per gli edifici storici e artistici destinati a musei, gallerie, esposizioni e mostre”;
- **Decreto Ministeriale 26 agosto 1992:** “Norme di prevenzione incendi per l’edilizia scolastica”;
- **Decreto Legislativo 4 dicembre 1992, n.475:** “Attuazione della direttiva CEE 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989, in materia di riavvicinamento

delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuali”;

- **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”;
- **Decreto Ministeriale 13 dicembre 1993:** “Approvazione dei modelli tipo per la compilazione della relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge 9 gennaio 1991, n. 10, attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici”;
- **Decreto Ministeriale 6 settembre 1994:** “Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto”;
- **Decreto Legislativo 19 settembre 1994, n.626:** “Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 95/63/CE, 97/42/CE, 98/24/CE, 99/38/CE e 99/92/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro”;
- **Decreto del Presidente della Repubblica 30 giugno 1995, n.418:** “Regolamento concernente norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche ed archivi”;
- **Legge 11 gennaio 1996 n.23:** “Norme per l'edilizia scolastica”;
- **Decreto Ministeriale 19 agosto 1996:** “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo”;
- **Decreto Legislativo 2 gennaio 1997, n.10:** “Attuazione delle direttive 93/68/CEE, 93/95/CEE e 96/58/CEE relative ai dispositivi di protezione individuali”;
- **Decreto del Presidente della Repubblica 14 gennaio 1997:** “Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private”;
- **Decreto Ministeriale 1 settembre 1998:** “Disposizioni relative alla classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose in recepimento della direttiva n. 97/69/CE”;
- **Decreto del Presidente della Repubblica 20 ottobre 1998, n.447:** “Regolamento di semplificazione dei procedimenti di autorizzazione per la realizzazione di impianti produttivi, per il loro ampliamento, ristrutturazione e riconversione, per l'esecuzione di opere interne ai fabbricati nonchè per la determinazione delle aree destinate agli insediamenti produttivi (nn. 26, 42, 43 e 50 di cui all'allegato alla legge 15 marzo 1997, n.59)”;
- **Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n.351:** “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente”;

- **Decreto Ministeriale 2 settembre 1999:** “Rettifica al decreto ministeriale 1° settembre 1998, concernente imballaggio, classificazione ed etichettatura di sostanze pericolose, in recepimento della direttiva 97/69/CE”;
- **Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n.551:** “Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia”;
- **Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n.241:** “Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivati dalle radiazioni ionizzanti”;
- **Decreto del Presidente della Repubblica 7 dicembre 2000, n.440:** “Regolamento recante modificazioni al D.P.R. 20 ottobre 1998, n. 447, norme di semplificazione dei procedimenti di autorizzazione per la realizzazione, l'ampliamento, la ristrutturazione e la riconversione di impianti produttivi, per l'esecuzione di opere interne ai fabbricati, nonché per la determinazione delle aree destinate agli insediamenti produttivi, a norma dell'articolo 20, comma 8, della Legge 15 marzo 1997, n. 59”;
- **Conferenza Stato-Regioni - Accordo 27 settembre 2001:** Accordo tra il Ministro della salute, le regioni e le province autonome sul documento concernente: “Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati”;
- **Decreto Ministeriale 2 aprile 2002, n.60:** “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle PM 10 e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene e il monossido di carbonio”;
- **Decreto Ministeriale 18 settembre 2002:** “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private”;
- **Legge 16 gennaio 2003, n.3:** “Disposizioni ordinamentali in materia di pubblica amministrazione”;
- **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 dicembre 2003:** “Attuazione dell'art.51, comma 2 della legge 16 gennaio 2003, n°3, come modificato dall'art.7 della legge 31 ottobre 2003, n° 306, in materia di tutela della salute dei non fumatori”;
- **Decreto Legislativo 19/08/2005, n.192:** “Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”.

LEGISLAZIONE REGIONALE

- Regione Emilia-Romagna – **DGR 22 febbraio 2000 n.268:** “Schema di Regolamento edilizio tipo – Aggiornamento dei requisiti cogenti (Allegato A) e della parte quinta, ai sensi comma 2, art.2, L.R. 33/90”; B.U. 21/03/2000 n°47;

- Regione Liguria – **DGPR 16 aprile 2003 n.8:** “Regolamento di attuazione della legge regionale 2 luglio 2002, n. 24 (disciplina per la costruzione, installazione, manutenzione e pulizia degli impianti aeraulici)”; B.U. 14/05/2003 n°8;

NORME TECNICHE

- ASHRAE 62 (2001), Ventilation for acceptable indoor air quality;
- CEN Technical Report CR 1752 (1998), Ventilation for buildings. Design criteria for the indoor environment;
- CIE (Commission internationale de l'éclairage), International lighting vocabulary, Pubblicazione n. 17, 1970;
- CIE (Commission internationale de l'éclairage), Maintenance of indoor electric lighting systems, Pubblicazione n. 97, 1992;
- CIE (Commission internationale de l'éclairage), Discomfort glare in interior lighting, Pubblicazione n. 117, 1995;
- EN 50172 (2004), Emergency escape lighting systems;
- ISO 9972 (1996), Thermal insulation, determination of building airtightness. Fan pressurization method;
- UNI EN 166 (1997), Protezione personale degli occhi. Specifiche;
- UNI EN 171 (1993), Protezione personale degli occhi. Filtri infrarossi. Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate;
- UNI EN 340 (2004), Indumenti di protezione - Requisiti generali;
- UNI EN 342 (2004), Indumenti di protezione - Completi e capi di abbigliamento per la protezione contro il freddo;
- UNI EN 343 (2004), Indumenti di protezione - Protezione contro la pioggia;
- UNI EN 366 (1994), Indumenti di protezione. Protezione contro il calore e le fiamme. Metodo di prova: valutazione dei materiali e materiali assemblati quando esposti ad una sorgente di calore radiante;
- UNI EN 367 (1993), Indumenti di protezione. Protezione contro il calore e le fiamme. Metodo di prova: determinazione della trasmissione di calore mediante esposizione a una fiamma;
- UNI EN 407 (1994), Guanti di protezione contro rischi termici (calore e/o fuoco);
- UNI EN 511 (1995), Guanti di protezione contro il freddo;
- UNI EN 531 (1997), Indumenti di protezione per lavoratori dell'industria esposti al calore (esclusi gli indumenti per i vigili del fuoco e i saldatori);
- UNI EN 832 (2001), Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali;
- UNI EN 1026 (2001), Finestre e porte - Permeabilità all'aria - Metodo di prova;
- UNI EN 1837 (2001) Sicurezza del macchinario - illuminazione integrata alle macchine;
- UNI EN 1838 (2000), Applicazione dell'illuminotecnica. Illuminazione d'emergenza;
- UNI 7129 (2001), Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di

- distribuzione; Progettazione, installazione e manutenzione;
- UNI EN ISO 7726 (2002), Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche;
 - UNI EN ISO 7730 (1997), Ambienti termici moderati - Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benessere termico;
 - UNI EN ISO 7933 (2005), Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico da calore mediante il calcolo della sollecitazione termica prevedibile;
 - UNI 8852 (1987), Impianti di climatizzazione invernali per gli edifici adibiti ad attività industriale ed artigianale. Regole per l' ordinazione, l' offerta ed il collaudo;
 - UNI EN ISO 8996 (2005), Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione del metabolismo energetico;
 - UNI EN ISO 9241-6 (2001), Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Guida sull'ambiente di lavoro;
 - UNI 9477 (1989), Equipaggiamenti individuali di intervento in ambienti caldi. Misura del calore trasmesso attraverso un indumento;
 - UNI EN ISO 9886 (2004), Ergonomia - Valutazione degli effetti termici (thermal strain) mediante misurazioni fisiologiche
 - UNI EN ISO 9920 (2004), Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporativa dell'abbigliamento;
 - UNI 10148 (1992), Manutenzione. Gestione di un contratto di manutenzione;
 - UNI 10339 (1995), Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;
 - UNI 10379 (1994), Riscaldamento degli edifici – Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato – Metodo di calcolo e verifica;
 - UNI EN ISO 10551 (2002), Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dell'influenza dell'ambiente termico mediante scale di giudizio soggettivo;
 - UNI 10840 (2000), Luce e illuminazione. Locali scolastici. Criteri generali per l'illuminazione naturale;
 - UNI 11063 (2003), Manutenzione - Definizioni di manutenzione ordinaria e straordinaria;
 - UNI 11142 (2004), Fotometri portatili – Caratteristiche prestazionali;
 - UNI ENV ISO 11079 (2001), Ergonomia degli ambienti termici – Determinazione dell'isolamento richiesto dagli indumenti (IREQ);
 - UNI EN ISO 11399 (2001), Ergonomia degli ambienti termici - Principi e applicazione delle relative norme internazionali;
 - UNI ENV 12097 (1999), Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte;
 - UNI EN 12207 (2000), Finestre e porte – permeabilità all'aria – Classificazione;
 - UNI EN 12464-1 (2004), Illuminazione dei posti di lavoro. Parte I: Posti di lavoro in interni;

- UNI EN 12665 (2004), Luce e illuminazione. Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici;
- UNI EN ISO 12894 (2002), Ergonomia degli ambienti termici - Supervisione medica per persone esposte ad ambienti molto caldi o molto freddi;
- UNI EN 13202 (2002), Ergonomia degli ambienti termici - Temperature delle superfici di contatto calde - Guida per stabilire nelle norme di prodotto i valori limite della temperatura delle superfici mediante la EN 563;
- UNI EN 13306 (2003), Manutenzione – Terminologia;
- UNI EN ISO 13731 (2004), Ergonomia degli ambienti termici - Vocabolario e simboli;
- UNI EN ISO 15265 (2005), Ergonomia dell'ambiente termico - Strategia di valutazione del rischio per la prevenzione dello stress o del disagio termico in condizioni di lavoro;
- UNI EN 27243 (1996), Ambienti caldi – Valutazione dello stress termico per l'uomo negli ambienti di lavoro basata sull'indice WBGT (temperatura a bulbo umido e del globotermometro);

PRINCIPALI NORME TECNICHE RITIRATE O IN CORSO D'ADOZIONE

- UNI EN 340 (1995), Indumenti di protezione – Requisiti generali, (Norma ritirata, sostituita da UNI EN 340:2004);
- UNI EN 342 (2001), Indumenti di protezione - Completi per la protezione contro il freddo (Norma ritirata, sostituita da UNI EN 342:2004);
- UNI ENV 343 (2001), Indumenti di protezione - Protezione contro le intemperie (Norma ritirata, sostituita da UNI EN 343:2004);
- ISO 7933 (1989), Hot environments - Analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate (Norma ritirata, sostituita da ISO 7933:2004)
- UNI 10380 (1994), Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale. (Norma ritirata, sostituita da UNI EN 12464-1:2004);
- UNI 10530 (1997), Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione. (Norma ritirata senza sostituzione);
- UNI EN 12515 (1999), Ambienti caldi – Determinazione analitica ed interpretazione dello stress termico mediante il calcolo della sudorazione richiesta. (Norma ritirata, sostituita da UNI EN ISO 7933:2005);
- CTI – prEN 5/716 (2001), Requisiti igienici per le operazioni di manutenzione degli impianti di climatizzazione. (in corso d'adozione);
- ISO/FDIS 7730 (2005), Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort. (in corso d'adozione);
- ISO/DIS 11079 (2004), Ergonomics of the thermal environment – Determination and interpretation of cold stress using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects. (in corso d'adozione);

- prEN ISO/DIS 15743 (2005), Attività lavorative in ambienti freddi: Strategie per la valutazione e gestione del rischio
- EN/TR ISO/TS 14415 (2005), Ergonomia dell'ambiente termico - Applicazione delle Norme a gruppi e individui con risposte termiche atipiche;

Allegato 4 GLOSSARIO

Si è ritenuto opportuno inserire questo breve glossario per la persistente disomogeneità nella terminologia corrente.

Le definizioni e le puntualizzazioni che seguono richiamano il significato attribuito ad alcuni termini fondamentali e generali nella presente pubblicazione.

Abbagliamento

Condizione che genera fastidio o riduce la capacità di distinguere gli oggetti, oppure che provoca ambedue gli effetti in conseguenza di una distribuzione o di un livello inadeguato (eccessivo) della luminanza nel campo visivo;

Aerazione naturale o Ventilazione naturale

Processo di agitazione e/o circolazione con rinnovo dell'aria in uno spazio confinato, ottenuto da una superficie aperta direttamente sull'esterno (superficie aerante o superficie finestrata apribile).

Ambiente termico: vedi **Microclima**

Ambienti termici moderati

Ambienti termici nei quali non esistono specifiche esigenze produttive che, vincolando uno o più dei altri principali parametri microclimatici (principalmente t_a , ma anche UR, v_a , t_r e I_{cl}), impediscano il raggiungimento del confort;

Ambienti termici severi

Ambienti termici nei quali specifiche ed ineludibili esigenze produttive (vicinanza a forni ceramici o fusori, accesso a celle frigo o in ambienti legati al ciclo alimentare del freddo, ...) o condizioni climatiche esterne in lavorazioni effettuate all'aperto: in agricoltura, in edilizia, nei cantieri di cava, nelle opere di realizzazione e manutenzione delle strade ...) determinano la presenza di parametri termoigrometrici stressanti vengono definiti "severi";

Asimmetria radiante

Differenza fra la temperatura radiante di due lati opposti di un piccolo elemento piano;

Aspirazione localizzata

Processo di ventilazione forzata localizzata (vedi), normalmente di sola estrazione, con la cappa aspirante collocata a ridosso della sorgente inquinante;

Astenopia (o Affaticamento visivo)

Insieme di disturbi funzionali che si originano quando l'apparato visivo cerca di conseguire, ricorrendo ad artifici stressanti, risultati funzionali eccedenti le proprie possibilità fisiologiche;

Attività metabolica o Dispendio metabolico o Metabolismo (energetico)

Ritmo al quale procede all'interno del corpo umano la trasformazione di energia chimica in energia termica e lavoro meccanico;

Compito visivo

Prestazione visiva richiesta da una determinata attività;

Confort termoigrometrico

Condizione mentale che esprime soddisfazione con l'ambiente termoigrometrico ed è espressa mediante giudizio soggettivo;

Condizionamento (o Climatizzazione)

Mantenimento nel tempo in un ambiente confinato di predeterminate condizioni termoigrometriche e di purezza dell'aria indipendentemente dal macroclima, dalle sue oscillazioni e dalle contaminazioni atmosferiche;

Depurazione

Azione di purificazione dell'aria dagli inquinanti aerodispersi non particolati;

DPI (Dispositivo di protezione individuale)

Qualsiasi dispositivo o articolo destinato ad essere indossato e tenuto dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi presenti nell'attività lavorativa;

Filtrazione

Azione di separazione per mezzo di filtri di cattura delle particelle liquide o solide aerodisperse;

Illuminazione generale

Illuminazione progettata per illuminare un'intera area approssimativamente in modo uniforme;

Illuminazione locale

Illuminazione per uno specifico compito visivo (vedi) complementare e controllabile separatamente dalla illuminazione generale;

Impianti aeraulici

Definizione genericamente estensibile a tutti gli impianti adibiti al trattamento ed alla movimentazione dell'aria (quindi gli impianti di ventilazione, di termoventilazione, di condizionamento);

Impianto di condizionamento

Impianto capace di soddisfare al controllo di tutti i parametri relativi al condizionamento dell'aria;

Intorno del compito visivo

Insieme dello spazio che può essere visto da una posizione precisata quando si muovano la testa e gli occhi. In fisiologia si usa il termine "mira";

Isolamento termico

Resistenza al trasporto di calore fornita dall'abbigliamento (tenuto conto anche delle parti scoperte del corpo, come le mani e la testa);

Legislazione (o Regole tecniche)

Specificata di carattere obbligatorio emessa da organi con potestà legislativa. Essa può avere validità comunitaria (essenzialmente: risoluzioni CEE), nazionale (leggi, DPR, D.Lgs, DM...), regionale (leggi, DPGR, DGR...) o locale (essenzialmente: Regolamento Edilizio e Regolamento Comunale d'Igiene);

Luce

Energia radiante in grado di eccitare la retina dell'occhio e di produrre perciò una sensazione visiva. È costituita dalle onde (o radiazioni) elettromagnetiche di lunghezza d'onda convenzionalmente compresa fra 380 e 780 nm;

Microclima

Complesso dei parametri climatici dell'ambiente locale, non necessariamente confinato, che determina gli scambi termici fra l'ambiente stesso e gli individui che vi operano;

Normative (o Norme tecniche)

Specifiche tecniche di carattere consensuale che definiscono le caratteristiche richieste di un prodotto tenendo conto del livello tecnologico del momento.

Sono elaborate col concorso di tutte le parti tecniche interessate ed approvate e pubblicate da un organismo riconosciuto (Ente Normatore). Le norme UNI e CEI hanno validità nazionale, le norme CEN e CENELEC hanno validità "europea", le norme ISO e IEC hanno validità internazionale;

Notifica ex art.48

Obbligo, che risiede sull'azienda, a segnalare all'Organo di Vigilanza della ASL locale (generalmente: Servizio di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro - SPSAL) l'intendimento di provvedere ad una ristrutturazione o alla realizzazione di un nuovo insediamento produttivo qualora siano interessati 4 o più addetti (art.48, DPR 303/56);

Omeotermia

Capacità del corpo umano di mantenere costante la temperatura del nucleo al fine di garantire le funzioni vitali;

Posto di lavoro (o Postazione di Lavoro)

Zona di lavoro occupata da un lavoratore oppure da più persone successivamente, per un periodo superiore a 2½ giorni/settimana (20 ore/settimana). La zona di lavoro può essere limitata ad uno spazio ristretto oppure estendersi a tutto il locale;

Posto di lavoro non continuativo

Zona di lavoro occupata da un lavoratore oppure da più persone successivamente, per un periodo inferiore a 2½ giorni/settimana (20 ore/settimana). La zona di lavoro può essere limitata ad uno spazio ristretto oppure estendersi a tutto il locale;

Punto di rugiada (Dew point)

Temperatura alla quale, raffreddando l'aria a pressione costante, il vapore acqueo diventa saturo (umidità relativa 100 %);

Raffreddamento (o Refrigerazione)

Mantenimento della temperatura di uno spazio chiuso a livelli inferiori di quelli esterni mediante un circuito frigorifero;

Raffrescamento

Mantenimento della temperatura di uno spazio chiuso a livelli inferiori di quelli esterni mediante una sottrazione di energia termica per evaporazione;

Rapporto aerante

Rapporto tra la superficie aerante (vedi) e la superficie in pianta di un determinato locale.

Rapporto illuminante

Rapporto tra la superficie finestrata e la superficie in pianta dell'ambiente. Normalmente il rapporto minimo viene indicato con il valore di 1/8 nei luoghi in cui si svolge una normale attività;

Refrigerazione: vedi **Raffreddamento**

Regole tecniche: vedi **Legislazione**

Ricambio: vedi **Rinnovo**

Ricircolo

Ripresa di parte dell'aria estratta dal locale (o dai locali) che, previo ritrattamento, viene reimpressa nel o nei locali;

Rinnovo (o Ricambio)

Sostituzione dell'aria di un ambiente confinato con altra, pulita, presa dall'esterno in idonee posizioni non esposte ad inquinamenti o contaminazioni;

Riscaldamento

Mantenimento della temperatura di uno spazio chiuso a livelli maggiori di quelli esterni;

Sfarfallamento (flicker)

Sensazione di fluttuazione di luminanza o di colore, che si presenta quando la frequenza di variazione dello stimolo è compresa tra valori di frequenza di qualche Hz (hertz) e quello della frequenza di fusione delle immagini;

Superficie aerante

Somma delle porzioni degli involucri concretamente apribili (angolo di apertura di almeno 90°) deputate in modo esclusivo a mettere in diretto collegamento uno spazio confinato con l'esterno ai fini dell'aerazione naturale;

Tempo di risposta

Tempo richiesto ad un sensore per coprire il 90% della variazione indotta da un cambiamento istantanea della quantità da misurare;

Tensione di vapor saturo

Pressione massima esercitata dalla sola fase vapore dell'acqua ad una data temperatura;

Termoventilazione

Mantenimento nel tempo in un ambiente confinato di predeterminate condizioni termiche e di purezza dell'aria indipendentemente dal macroclima, dalle sue oscillazioni e dalle contaminazioni atmosferiche;

Trattamento dell'aria

Termine generico che indica uno o più dei processi fisico-chimici capaci di ottenere determinate condizioni termogrometriche e/o di purezza dell'aria di uno spazio confinato. Tali processi sono: filtrazione, depurazione, riscaldamento, raffreddamento, umidificazione, deumidificazione;

Turbolenza

Rapporto fra la deviazione standard della velocità dell'aria e la media della velocità dell'aria, moltiplicato per 100;

Umidità relativa

Rapporto fra la pressione parziale (o la densità) del vapore acqueo in aria e la pressione parziale (o la densità) di saturazione del vapore acqueo in aria alla stessa temperatura;

UTA (Unità di Trattamento dell'Aria)

Parte dell'impianto aeraulico che raccoglie contemporaneamente il gruppo di ventilazione, gli stati di filtrazione, di umidificazione, riscaldamento e raffreddamento;

Ventilazione (forzata)

Mantenimento nel tempo in un ambiente confinato di predeterminate condizioni di purezza dell'aria (indipendentemente dal macroclima, dalle sue oscillazioni e dalle contaminazioni atmosferiche) attraverso il rinnovo ed il contestuale trattamento di filtrazione e/o depurazione.

E' anche definibile come un processo di immissione, estrazione ovvero entrambi, in uno spazio confinato, ottenuto con impianti meccanici.

Si distingue una ventilazione forzata generale ed una localizzata (normalmente detta: aspirazione localizzata).

Allegato 5 UNITÀ DI MISURA E GRANDEZZE

Si riportano a seguito le principali grandezze fisiche ed i parametri utilizzati nel testo con i rispettivi simboli ed unità di misura adottati. Alcune unità di misura utilizzate sono di fatto derivate dal Sistema Tecnico anziché dal Sistema Internazionale, soprattutto per la consuetudine d'uso nella letteratura tecnica.

Grandezza fisica o Parametro	Simbolo	Unità di misura SI	Unità di misura adottate
Altezza	H, h	M	m
Angolo piano	$\alpha, \beta \dots$	rad	grado
Angolo solido	$\alpha, \beta \dots$	Sr	sr
Concentrazione (peso / volume)	C	N / m^3	mg(peso) / m^3
Concentrazione (volume / volume)	C	-	ppm
Dispendio energetico metabolico	M	W / m^2	met (1)
Età dell'aria	E	-	-
Fattore di luce diurno	FLD	%	%
Flusso luminoso	Φ	lm	lm = cd / sr
Frequenza	f	Hz	Hz
Illuminamento	E	lx	lx = lm / m^2
Indice di resa cromatica	Ra	%	%
Intensità luminosa	I	cd	cd = lm / sr
Luminanza o Brillanza	L	cd / m^2	nit = cd / m^2
Lunghezza	l	m	m
Lunghezza d'onda	λ	m	nm
Massa	m	kg	kg
Portata d'aria	Q	m^3 / s	m^3 / h
Portata d'aria specifica per persona	Q_p	m^3 / s pers.	m^3 / h pers.
Portata d'aria specifica per superficie	Q_s	$m^3 / s m^2$	$m^3 / h m^2$
Potenza	P	W	kW = kJ / s
Potenza termica	P	W	kcal / h (2)
Pressione	p	Pa	Pa
Rapporto aerante	RA	%	%
Rapporto illuminante	RI	%	%
Rendimenti, efficienze	μ	%	%
Resistenza termica del vestiario	I_{cl}	m^2K / W	clo (3)
Ricambi orari	n	$m^3 / s m^3$	$m^3 / h m^3$
Superficie o Area	S, A	m^2	m^2
Temperatura termodinamica	T, t	K	$^{\circ}C$
Temperatura prossimale del colore	T_{CP}	K	K
Tempo	t	s	s
Umidità relativa	UR	%	%
Velocità	v	m / s	m / s
Volume	V	m^3	m^3 o l (litri)
Note:	(1):	1 met = 58,2 W/m^2 pari a 104,8 W per superficie corporea standard di 1,8 m^2	
Note:	(2):	1 kcal/h = 1,163 W	
Note:	(3):	1 clo = 0,155 $m^2 \text{ } ^{\circ}C/W$	

CREDITS

Il testo è stato redatto dal Gruppo di lavoro composto da:

Omar Nicolini (Az.USL Modena) con il ruolo di Coordinatore
Giuseppe Antonini (ASL Milano)
Gilberto Cristofolotti (ASL Arezzo)
Michele del Gaudio (ISPESL – Dipartimento Igiene del Lavoro)
Paola Forconi (ASL Macerata)
Paolo Lenzuni (ISPESL – Dipartimento di Firenze)
Edda Paino (ASL 5 Messina)
Walter Perini (ASL Macerata)
Alberto Sonnino (CTO CRF Torino)
Roberta Stopponi (ASL Civitanova Marche)
Adele Valcavi (Az.USL Reggio Emilia)

Con le collaborazioni di:

Massimo Borra (ISPESL - Dipartimento Igiene del Lavoro)
Fabrizia Goberti (Az.USL di Modena)
Pamela Grandi (Modena)
Andrea Militello (ISPESL - Dipartimento Igiene del Lavoro)
Giorgia Monduzzi (Modena)
Claudio Natale (ASL Civitanova Marche)
Donata Serra (Az.USL Modena)
Gianni Zoboli (Az. USL Modena)

Testo in consultazione a:

Chiara Aghemo – Politecnico di Torino
Marco Alberti – Università di Brescia
Filippo Marciano – Università di Brescia
Giovanni Molteni – Università di Milano Bicocca
Giuseppe Nano – Politecnico di Milano
Bruno Piccoli – Università di Milano
Giorgio Raffellini – Università di Firenze
Diana Rossi – Università di Brescia
Luigi Schiavon – Libero professionista, Padova
Giuseppe Tomasoni – Università di Brescia

e presso le Associazioni:

A.I.D.I. – Associazione Italiana Di Illuminazione
A.I.D.I.I. – Associazione Italiana Degli Igienisti Industriali
S.I.M.L.I.I. – Società Italiana di Medicina del Lavoro ed Igiene Industriale